

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

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

(ГОИН)



**КАЧЕСТВО МОРСКИХ ВОД
ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ
ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Е Ж Е Г О Д Н И К

2024

Москва 2026

АННОТАЦИЯ

В Ежегоднике-2024 приведены усредненные значения стандартных гидролого-гидрохимических характеристик, концентрации биогенных элементов и различных загрязняющих веществ в морских водах и донных отложениях. Изложенная в монографии обобщенная информация основана на результатах наблюдений государственной программы мониторинга морской среды, выполненных 16 химическими лабораториями региональных подразделений Росгидромета, включая Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун» (г. Санкт-Петербург). В 2024 г. исследования проводились в 62 локальных участках акватории 12 морей Российской Федерации. Подготовка текста и аналитических материалов Ежегодника выполнена в Отделе мониторинга морской среды Государственного океанографического института им. Н.Н. Зубова Росгидромета (ОММС ГОИН, г. Москва, www.oceanography.ru, раздел «Загрязнение морей»).

Ежегодник содержит средние и минимальные/максимальные за сезон или год значения отдельных гидрологических и гидрохимических характеристик морских вод. В тексте также приведено описание уровня загрязнения вод и донных отложений тяжелыми металлами и широким спектром органических веществ природного или антропогенного происхождения. Для контролируемых локальных участков морей выполнена оценка состояния вод по отдельным параметрам с помощью их кратности значению ПДК, по комплексному индексу загрязненности вод (ИЗВ) и/или с использованием других специализированных критериев. Методические вопросы по обработке информации и оценке качества вод описаны в отдельном разделе монографии. Длительные ряды накопленной гидрохимической информации позволяют в отдельных районах выявить многолетние тренды характеристик морской среды.

Ежегодник-2024 предназначен для федеральных и региональных органов власти, руководителей природоохранных проектов, участников хозяйственно-производственной деятельности по освоению береговой зоны и шельфа морей, ученых-экологов широкого профиля, студентов образовательных учреждений, широкой российской и международной научной общественности. Оценка текущего гидрохимического состояния и уровня загрязнения морских акваторий может быть использована в научных исследованиях, а также при планировании природоохранных и хозяйственных мероприятий.

Ссылка для цитирования:

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2024/ Под общей редакцией А.Н. Коршенко, 2026,

ISBN 978-5-6045347-8-6

© Коршенко А.Н., 2026

© ФГБУ «Государственный океанографический институт имени
Н.Н. Зубова» (ФГБУ «ГОИН»), 2026

ABSTRACT

The monography Annual Report 2024 reviews the hydrochemical state and pollution of marine coastal waters and bottom sediments of ten Seas around Russian Federation in 2024. The Annual Report summarizes routine monitoring 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 min-maximum values of individual hydrochemical parameters of the seawater at 62 local sites of Russian Seas. It also describes pollution of waters and bottom sediments with wide spectrum of natural, including trace metals, and synthetic organic substances. Water quality assessment 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 were assessed, and long-term trends of nutrients and pollutants identified where possible.

The Annual Report 2024 is intended for use by federal and regional administrations, managers of environment protection actions and offshore industry, ecologists, students, Russian and international scientists, as well wide 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.

The Annual Report 2024 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 2024 / Editor A.N.Korshenko, 2026, XXX p.

ISBN 978-5-6045347-8-6

© Korshenko A.N., 2026

© State Oceanographic Institute (SOI), 2026

ВВЕДЕНИЕ

Совет Министров СССР Постановлением от 30 сентября 1963 г. поручил Главному управлению гидрометеорологической службы проведение систематических исследований химического состава загрязнителей морских вод, омывающих берега Советского Союза. В соответствии с этим в 1964-1965 гг. органами Гидрометслужбы под научно-методическим руководством Государственного океанографического института (ГОИН) были проведены рекогносцировочные обследования химического состава морских прибрежных вод. Начиная с 1966 г. наблюдения за гидрохимическим (г/х) состоянием и загрязнением морской среды осуществляются систематически до настоящего времени. Эти работы по исследованию г/х режима и уровня загрязнения морей СССР были установлены в двух документах о вековых разрезах (Вековые разрезы 1961, Вековые разрезы 1976). Начиная с 1968 г. результаты наблюдений в рамках программы мониторинга морских вод публикуются в «Обзоре химических загрязнений...», а потом в «Ежегоднике качества морских вод по гидрохимическим показателям» (Ежегодник, 2022). Эта книга содержит обобщенные данные о загрязнении морей России 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 морские г/х лаборатории межрегиональных территориальных Управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС). В Ежегодники дополнительно включаются результаты наблюдений других организаций и научно-исследовательских институтов Росгидромета и Российской Академии Наук, данные международного обмена информацией и интернет-ресурсов, а также материалы экспедиционных морских исследований.

В Ежегоднике приведено описание г/х режима и степени загрязнения открытых, прибрежных и эстуарных районов морей России в 2024 г. Основой для составления Ежегодника явились исходные постанционные данные и отчетные материалы 16 химических лабораторий территориальных управлений Росгидромета, полученные в результате выполнения регулярных наблюдений в рамках государственной программы мониторинга морской среды. Данные были представлены в ГОИН на основании приказа Росгидромета (Приказ №156, 2000). К отчетным материалам сети мониторинга морей 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 (ЗВ), а также обзоры технического состояния морских химических лабораторий. Дополнительно были использованы материалы исследований

прибрежных вод о. Шпицберген, выполненных Северо-Западным филиалом ФГБУ «НПО «Тайфун» (г. Санкт-Петербург). Ежегодник-2024 по всем морям России подготовлен в Отделе мониторинга морской среды Государственного океанографического института им. Н.Н. Зубова Росгидромета (ОММС ГОИН, 119034 Москва, Кропоткинский пер. 6, www.oceanography.ru; раздел «Загрязнение морей»).

А. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ

А.1. Станции мониторинга

Мониторинг состояния морской среды выполняется на станциях государственной службы наблюдения и контроля загрязнения объектов природной среды (станции ГНС). По составу и частоте наблюдений они разделяются на три группы: станции I категории (единичные станции) предназначены для оперативного контроля состояния морской среды в особо важных или постоянно подверженных интенсивному загрязнению участках акватории. Станции II категории (единичные станции или разрезы) служат для получения систематической информации о сезонной и межгодовой изменчивости загрязнения морских и распресненных 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 в относительно чистых участках акватории моря. Загрязняющие вещества попадают в фоновые районы вследствие миграционных процессов глобального или регионального переноса. Категория и местоположение станций мониторинга могут корректироваться в 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, значения pH и концентрации одного-двух приоритетных для исследуемого района загрязняющих ингредиентов. Выполняются визуальные наблюдения за загрязнением поверхности моря.

По полной программе пробы отбирают один раз в месяц. В состав наблюдений может входить определение концентрации отдельных ЗВ: НУ, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), фенолов, хлорорганических пестицидов (ХОП), тяжелых металлов (ТМ) и специфических для данного района ЗВ. Контролируется концентрация отдельных показателей г/х состояния морской среды – растворенного в воде кислорода (O_2), сероводорода (H_2S), ионов водорода (pH), щелочности (Alk), нитритного азота ($N-NO_2$), нитратного азота ($N-NO_3$), аммонийного азота ($N-NH_4$), общего азота (N_{total}), фосфатного фосфора ($P-PO_4$), общего фосфора (P_{total}), кремния ($Si-SiO_3$). Обязательно в программу входит определение элементов гидрометеорологического

режима - солёности и хлорности воды (S‰), температуры воды (T°C), щёлочности, прозрачности по диску Секки, цветности воды, концентрации взвешенных веществ и некоторых других параметров морской среды. Работы сопровождаются метеорологическими наблюдениями.

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 постоянного или сезонного скачка плотности из-за градиентов температуры и солёности отбор проб проводится также на верхней границе пикноклина или в слое максимального градиента. На глубоководных станциях пробы отбираются на стандартных гидрологических горизонтах. В морских научных экспедициях список контролируемых параметров и горизонты отбора проб определяются программой работ.

А.2. Методы обработки проб и результатов наблюдений

Основные методы химического анализа проб морской воды и донных отложений описаны в разработанных в ГОИН руководящих документах (РД) Росгидромета: «Руководство по химическому анализу морских вод» (РД 52.10.243-92, 1993) и «Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси» (РД 52.10.556-95, 1996). Методики определения концентрации химических соединений и элементов в морской среде постоянно обновляются. В последние полтора десятилетия были разработаны и одобрены к использованию в морских водах 25 РД, включающих в себя методики измерения основных гидрохимических показателей и целого ряда загрязняющих веществ в морской воде, донных отложениях и биоте (Приложение №3). Один РД регламентирует выполнение внутреннего лабораторного контроля (ВЛК) морскими химическими лабораториями, еще один устанавливает требования к компетентности лаборатории мониторинга.

В тексте и таблицах настоящего Ежегодника загрязнение морских вод характеризуется концентрацией отдельного химического соединения (ингредиента) в принятых для него единицах измерения. Также используется значение, кратное предельно допустимой концентрации (ПДК) этого загрязнителя (табл. А.1). ПДК была установлена нормативом качества пресных и частично морских вод 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). Морские воды вблизи берегов России практически все имеют рыбохозяйственное значение и поэтому нормативы ПДК могут быть использованы для оценки качества. Первый перечень ПДК для водных

объектов рыбохозяйственного значения был принят в 1975 г. Далее реестр ПДК обновлялся и дополнялся пять раз в 1992, 1995, 1999, 2010 и 2016 гг. В трех последних документах ПДК для морских вод трактовалась как «установленные для морских водоемов», «для морей или их отдельных частей», а в последнем они представляют собой «норматив для морской воды». По сравнению с предыдущей версией списка ПДК-2010 изменения коснулись характеристики допустимого уровня БПК₅ - 2,1 мгО₂/дм³ вместо ранее установленного 3,0 мгО₂/дм³. Также важным отличием последнего документа является включение в него в дополнение к ПДК «нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения» по взвешенным веществам, плавающим примесям, температуре, водородному показателю pH, растворенному кислороду (ПДК=6,0 О₂/дм³), биохимическому потреблению кислорода за 5 суток БПК₅, биохимическому потреблению кислорода БПК_{полн} и токсичности воды.

Поскольку в реестре ПДК-2016 утверждено очень мало ингредиентов для морских вод, в основном это тяжелые металлы, допустимо использовать нормативы пресных вод для сравнительных оценочных характеристик многолетней динамики контролируемых параметров. Однако такой документ с расчетами на основе преноводных ПДК очевидно не является юридически корректным. Любое использование пресноводных нормативов в морской воде является условным и может быть применено только с научно-исследовательской точки зрения для получения ориентировочных оценок текущего состояния морской среды, сравнения разных участков акватории морей или долговременной оценки динамики веществ. 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 в водах с соленостью 13-34‰. Следовательно, ПДК для биогенных веществ в морской воде можно применять для описания текущего состояния экосистемы, оценки уровня эвтрофикации водоема или многолетней/сезонной изменчивости содержания различных 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 Р-РО₄ значение ПДК=150 мкг/дм³ (мезотрофные воды). Хотя несколько предыдущих лет в Ежегодниках использовался уровень 50 мкг/дм³ в пересчете фосфора фосфатов на элементарный фосфор, однако указание на Р в тексте ПДК-2016 позволяет не делать такой пересчет. Также для оценок уровня загрязненности морских вод не рекомендуется использовать ПДК силикатов, поскольку нет прямых доказательств опасности этого соединения для морской биоты. Наоборот, его недостаток может сдерживать развитие диатомовых водорослей, для которых силикаты служат строительным материалом клеточной стенки.

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).

Необходимо дополнительно отметить условность использования терминов для описания результатов химического анализа составляющих компонентов сырой нефти - «нефтепродукты», «нефтяные углеводороды», «углеводороды» и др. Следуя регистрационному номеру CAS-8002-05-9 (<https://echa.europa.eu>), термин «нефть» означает «Сложная комбинация углеводородов. Состоит преимущественно из алифатических, алициклических и ароматических углеводородов. Также может содержать небольшое количество соединений азота, кислорода и серы. В эту категорию входят легкие, средние и тяжелые нефти, а также нефти, добываемые из битуминозных песков...». В МУК 4.1.1262-03 (флуориметрический метод) дано следующее определение терминологии: «Нефть представляет собой сложную смесь органических соединений, главным образом углеводородов, относящихся к гомологическим рядам парафиновых углеводородов, циклопарафинов, ароматических углеводородов и многоядерных углеводородов. При перегонке нефти получают нефтепродукты (НП), отличающиеся по температурам кипения: бензин (не выше 205⁰С), лигроин (120-240⁰С), реактивное и газотурбинное топливо (150-280⁰С), керосин (180-320⁰С), дизельное топливо (270-400⁰С). В результате отгона фракций, выкипающих до 300⁰С, остается мазут. Из мазута при вакуумной перегонке получают масляные фракции нефти. А в остатке - гудрон, из которого получают битумы». Согласно ГОСТ 17.1.4.01-80 «Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах» (устанавливает общие требования к методам определения растворенных, эмульгированных и пленочных нефтепродуктов в природных водах, включая воды суши, морские и подземные, и в сточных водах), НП означает «неполярные и малополярные углеводороды (алифатические, ароматические, алициклические), составляющие главную и наиболее характерную часть нефти и продуктов её переработки». Рекомендованный на сети мониторинга Росгидромета РД 52.10.779-2013 «Массовая концентрация нефтяных углеводородов в пробах морской воды. Методика измерений методом инфракрасной спектроскопии» (ИК-метод) позволяет измерять содержание неполярных и малополярных нефтяных углеводородов (НУ) после их выделения из пробы с помощью колоночной хроматографии. Согласно этой методики определение массовой концентрации НУ относится к интегральным методам (ультрафиолетовая или инфракрасная спектроскопия, спектрофлуориметрия) в отличие от дифференциальных (газожидкостная

хроматография, хроматомасспектрометрия). В методике предполагается использовать знак равенства между «НУ» и «нефтепродуктами», а предел обнаружения (т.е. концентрация выше аналитического нуля) составляет 40 мкг/дм³ (РД-2013). Предел обнаружения флуоресцентного метода существенно ниже – 5 мкг/дм³ [ПНДФ-1998 для анализатора жидкости «Флюорат-02»]. Согласно недавно разработанному руководящему документу предел обнаружения (далее в тексте DL = Detection Limit) углеводородов ИК-фотометрическим методом составляет 30 мкг/дм³, люминесцентным методом – 40 мкг/дм³. Предел обнаружения смолистых компонентов люминесцентным методом составляет 5 мкг/дм³ (РД-2021).

В приказе 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» (ПДК-2016) в позиции «нефтепродукты» определено несколько методов определения концентрации, в числе которых перечислены газовая хроматография (ГХ), хроматомасс-спектрометрия (ГХМС), инфракрасная спектроскопия (ИК) и гравиметрия. Последний метод используется для определения битумных фракций нефти и его результаты не коррелируют с данными ИК-метода (Моря, 1996, с.9). В этой работе поясняется, что «переход от одного метода анализа [экстракционно-весового] к другому [ИК-метод] сопровождался изменением понятия загрязнения веществами нефтяного происхождения (от «загрязнения нефтепродуктами» к понятию «загрязнение нефтяными углеводородами»). В понятие нефтепродукты вкладывалось содержание: «смесь различных углеводородов ациклического, нафтенового и ароматического гомологических рядов с числом атомов от 5 до примерно 70 и соединений некоторых других классов», в понятие нефтяные углеводороды: «главная и наиболее характерная часть нефти и продуктов ее переработки – неполярные и малополярные углеводороды, несорбируемые окисью алюминия». Согласно ПДК-2016 описанный в РД-2013 метод ИК-спектроскопии является одним из аналитических средств определения концентрации значительной части состава нефти, тогда как флуориметрический метод формально не включен в этот список.

В настоящем Ежегоднике термин «нефтяные углеводороды» (НУ) будет использован в самом широком смысле для веществ из состава нефти, концентрация которых была получена разными методами, включая не вошедший в реестр ПДК-2016 флуориметрический. Попавший в список весовой метод (гравиметрический) в настоящий момент не используется в химлабораториях сети мониторинга для определения концентрации веществ из состава нефти.

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

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

Примечания:

* В Приказе ПДК-2016 вероятно из-за высокого содержания биогенных веществ в пресных водах их концентрация указана в мг/дм³ на соединение в целом по сумме входящих в состав элементов и дополнительно в пересчете на элемент, например аммонийный азот – 0,5 мг/дм³, а в пересчете на азот в округленной до десятых форме – 0,4 мг/дм³. В морских водах концентрация соединений азота, фосфора и кремния обычно на порядки меньше, поэтому в методических РД Росгидромета по их определению используется единица в тысячу раз меньше - мкг/дм³. Вследствие указанного выше существенного различия в содержании биогенных и загрязняющих веществ в пресных и морских водах в РД и Ежегодниках занимающегося пресными водами Гидрохимического Института (ГХИ, Ростов-на-Дону, <https://gidrohim.com/node/44>) их концентрация выражена в мг/дм³. В методических и аналитических документах ГОИН (http://ipk.meteorf.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=282) концентрация этих веществ в большинстве случаев приведена в мкг/дм³.

В настоящем Ежегоднике с учетом обычно низкого содержания биогенных веществ в морской воде приведен более точный (не округленный) перевод значения ПДК на элемент в мкг/дм³. Вследствие этого нормы ПДК для сетевых подразделений Росгидромета могут быть скорректированы с учетом атомных весов составляющих соединения элементов: Н – 1, N – 14, О – 16, Р – 31, Si – 28, К - 39. Таким образом, ПДК аммония составляет 14/18 от первого приведенного в ПДК-2016 значения; нитритов 14/46; нитратов 14/62; силикатов SiO₃ 28/76; для фосфатов пересчет не выполняется, поскольку в ПДК-2016 указано «по Р». Полученное значение указано в последней колонке таблицы через слеш.

Металлы

| Ингредиент/ Класс | CAS | Обозначение | ПДК, мг/дм ³ | мкг/дм ³ |
|-------------------|-----|-------------|-------------------------|---------------------|
|-------------------|-----|-------------|-------------------------|---------------------|

| опасности | | | | |
|---|-----------|-----------------------------------|--|----------|
| Алюминий (4), все растворимые в воде формы <1>* | 7429-90-5 | Al | 0,04 | 40 |
| Алюминия оксихлорид / (гидроксихлорид), (3) | 1327-41-9 | AlClO (AlCl(OH) ₂) | для морских вод по иону Al: 0,05; 0,04 | 50 40 |
| Барий (4) <1>* | 7440-39-3 | Ba | 2,0 при 12-18‰ | 2 000 |
| | | Ba | для пресных вод - 0,74 | 740 |
| Бериллий (2) <1>* | 7440-41-7 | Be | для пресных вод - 0,0003 | 0,3 |
| Ванадий (3) <1>* | 7440-62-2 | V | для пресных вод - 0,001 | 1 |
| Железо (2) <1>* | 7439-89-6 | Fe | 0,05 | 50 |
| | | Fe | для пресных вод – 0,10 | 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 двухвалентный (4) | 7439-96-5 | Mn ²⁺ | 0,05 | 50 |
| | | Mn ²⁺ | для пресных вод – 0,01 | 10 |
| Медь (3) <1>* | 7440-50-8 | Cu | 0,005 | 5 |
| | | Cu | для пресных вод – 0,001 | 1 |
| Молибден (2) <1>* | 7439-98-7 | Mo | - | |
| | | Mo | для пресных вод – 0,001 | 1 |
| Мышьяк (3) <1>* | 7440-38-2 | As | 0,01 | 10 |
| | | As | для пресных вод – 0,05 | 50 |
| Натрий (4) | 7440-23-5 | Na | 7100 при 13-18‰ | |
| | | | для пресных вод – 120,0 | |
| Никель (3) <1>* | 7440-02-0 | Ni | 0,01 | 10 |
| | | Ni | для пресных вод – 0,01 | 10 |
| Олово (4) <1>* | 7440-31-5 | Sn | - | |
| | | Sn | для пресных вод – 0,112 | 112 |
| Ртуть (1) <1>* | 7439-97-6 | Hg | 0,0001 | 0,10 |
| | | 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 опасности | CAS | Обозначение | ПДК, мг/дм³ | мкг/дм³ | нг/дм³ |
| Нафталин (3) | 91-20-3 | C ₁₀ H ₈ | для пресных вод – 0,004 | 4 | |
| Нефтепродукты (нефтяные углеводороды, НУ), (3) | - | Total Petroleum Hydrocarbons (TPHs) | морские воды - 0,05 | 50 | |
| Родамин-Б (Краситель красный С-2108-Д), (4) | - | C ₃₀ H ₃₄ N ₂ O ₅ | 0,05 | 50 | |
| | - | | для пресных вод – 0,05 | 50 | |
| Соевое масло (3) | 8001-22-7 | C ₅₇ H ₉₈ O ₆ | морские воды -1,0 | | |
| Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ)*** | - | Detergents | 0,1 | 100 | |
| | | Detergents | для пресных вод – 0,5 | 500 | |
| Фенол/карболовая кислота (3) | 108-95-2 | Fenols C ₆ H ₆ O | фенол – 0,001 | 1,0 | |
| Хлорорганические токсиканты, ДДТ и его метаболиты, ПХБ, альдрин, линдан и др. (1)** | - | DDT, Chlorobiphenyls (PCBs), Aldrin, Lindan etc. | 0,00001 | 0,01 | 10 |
| Гексахлоран, гексахлорциклогексан (смесь стереоизомеров 1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексана) (1) | 319-84-6 | HCH, Group HCH with γ-HCH (Lindane), C ₆ H ₆ Cl ₆ | для пресных вод – 0,00001 | 0,01 | 10 |
| ДДТ (1) | 50-29-3 | DDT, C ₁₄ H ₉ Cl ₅ | для пресных вод – 0,00001 | 0,01 | 10 |
| Ацетон (3) | 67-64-1 | C ₃ H ₆ O | для пресных вод – 0,05 | 50 | |
| Бензол (4) | 71-43-2 | Benzen, C ₆ H ₆ | для пресных вод – 0,5 | 500 | |
| Бромбензол (2) | 108-86-1 | C ₆ H ₅ Br | 0,1 | 100 | |
| | | | для пресных вод – 0,0001 | 0,1 | |
| α-Бромнафталин (1) | 90-11-9 | C ₁₀ H ₇ Br | для пресных вод – 0,000001 | 0,001 | 1 |
| Арцерид (1) | - | | для пресных вод – 0,0007 | 0,7 | |
| Бульдок 025 ЕС (1). бетабайтроид | - | C ₂₂ H ₁₈ Cl ₂ FNO ₃ | для пресных вод – 0,0000001 | 0,0001 | 0,1 |
| 2,4-Динитрофенол (2) | 51-28-5 | C ₆ H ₄ N ₂ O ₅ | для пресных вод – 0,0001 | 0,1 | 100 |
| Дихлорбензол (2), смесь изомеров | 25321-22-6 | C ₆ H ₄ Cl ₂ | для пресных вод – 0,001 | 1,0 | |
| 2,4-Дихлорфенол (1) | 120-83-2 | C ₆ H ₄ OC ₂ | для пресных вод – 0,0001 | 0,1 | 100 |
| Додecilбензол (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/метилнитрофос/сумитион (1) | - | C ₉ H ₁₂ NO ₅ P S | для пресных вод – 0,0000001 | 0,0001 | 0,1 |

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

Показатели качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения высшей и первой категории

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| Растворенный кислород O ₂ | Dissolved oxygen O ₂ | Содержание растворенного кислорода не должно опускаться ниже 6,0 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) | рН | Должен соответствовать фоновому значению показателя для воды водного объекта рыбохозяйственного значения. |
| Биохимическое потребление кислорода за 5 суток БПК ₅ | BOD ₅ | При температуре 20°С под влиянием хозяйственной деятельности (в том числе, при сбросе сточных вод) не должно превышать 2,1 мгО ₂ /дм ³ . |
| Биохимическое потребление кислорода БПК _{полн} | BOD _{total} | При температуре 20°С под влиянием хозяйственной деятельности (в том числе, при сбросе сточных вод) не должно превышать 3,0 мгО ₂ /дм ³ . |
| Взвешенные вещества | Suspended solids | При сбросе возвратных (сточных) вод конкретным водопользователем, при производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на 0,25 мг/дм ³ (высшая и первая категории |

| | | |
|------------------------------|------------------|--|
| | | объекта рыбохозяйственного значения); 0,25 мг/дм ³ – вторая категория |
| Взвешенные вещества (4) | Suspended solids | Инертная природная минеральная взвесь, состоящая из неорганического осадочного материала (глинистые и обломочные минералы, горные породы, силикаты, карбонаты и др.) с дисперсностью частиц от 0,5 мкм. Для континентальной шельфовой зоны морей с глубинами более 8 м – 10,0 мг/дм ³ |
| Плавающие примеси (вещества) | | На поверхности воды водных объектов рыбохозяйственного значения в зоне антропогенного воздействия не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопления других примесей |

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

Во второй графе ПДК-2016 приводится номер CAS:

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

В третьей графе приводится лимитирующий показатель вредности (ЛПВ):

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

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

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

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

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

В пятой графе - класс опасности, который определяется в

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

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

Используемые сокращения (методы анализа вещества):

ААС - атомно-абсорбционная спектроскопия.

ВЭЖХ - высокоэффективная жидкостная хроматография.

ГХ - газовая хроматография.

ТСХ - тонкослойная хроматография.

ГХМС - хроматомасс-спектрометрия.

ИК - инфракрасная спектроскопия.

ИСП - метод индуктивно связанной плазмы.

ЭМС - электроспрей масс-спектрометрия.

Гравиметрия.

**** Хлорорганические и фосфорорганические пестициды (ХОП, ФОП):** 1) ДДТ и его метаболиты; 2) восемь стереоизомеров гексахлорциклогексана (гексахлоран, ГХЦГ), включая линдан (γ -ГХЦГ); 3) другие ХОП - альдрин, дильдрин, эндрин, мирекс, хлордан, гептахлор, гексахлорбензол и др.; 4) нестойкие ФОП – тиофос, метафос, карбофос, рогор и хлорофос; другие хлорорганические соединения (ХОС): полихлорбифенилы (ПХБ), фураны и диоксины и др. По степени токсичности разные формы пестицидов и других ХОС 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 (массовая концентрация, для донных отложений - массовая доля) в морской среде

может быть определен с помощью различных методов и приборов, каждый из которых характеризуется минимальным пределом обнаружения ингредиента (ПО, Detection Limit = DL) при определенных условиях или уровне концентрации в анализируемой среде.

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 одному из семи классов качества (табл. А.2). Индекс рассчитывается на основе отнесения наблюдаемой концентрации ингредиента к его установленной ПДК.

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

| Класс качества вод | | Диапазон значений ИЗВ |
|-----------------------|------------|-------------------------------|
| Очень чистые | I | $\text{ИЗВ} \leq 0,25$ |
| Чистые | II | $0,25 < \text{ИЗВ} \leq 0,75$ |
| Умеренно загрязненные | III | $0,75 < \text{ИЗВ} \leq 1,25$ |
| Загрязненные | IV | $1,25 < \text{ИЗВ} \leq 1,75$ |
| Грязные | V | $1,75 < \text{ИЗВ} \leq 3,00$ |
| Очень грязные | VI | $3,00 < \text{ИЗВ} \leq 5,00$ |
| Чрезвычайно грязные | VII | $\text{ИЗВ} > 5,00$ |

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:

$$\text{ИЗВ} = \left(\sum_{i=1}^3 \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} + \frac{6}{C_{O_2}} \right) \div 4$$

где C_i – концентрация трех наиболее значительных загрязнителей, среднее содержание которых в воде исследуемой акватории за определенный период времени в наибольшей степени превышало ПДК. Четвертым обязательным параметром является содержание растворенного в воде кислорода, для которого значение в формуле рассчитывается делением норматива $\text{ПДК}=6 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ на его реальное измеренное содержание.

Методика расчета индекса ИЗВ содержит несколько последовательных стадий: 1) выбор уровня усреднения данных по пространству (одиночная станция, группа станций или полностью

контролируемый район, например бухта, залив, эстуарный район реки и т.д.) и по времени (месяц, сезон или год); для выбранных станций и периода времени рассчитывается средняя концентрация всех наблюдаемых параметров; 2) для всех измеренных и нормируемых параметров морских вод, т.е. перечисленных в списке ПДК-2016, рассчитывается концентрация в единицах ПДК; 3) из полученного списка веществ в ПДК выбираются и складываются ровно три наиболее высоких значения для загрязняющих веществ, которые могут считаться «приоритетными» для рассматриваемой акватории в анализируемый период времени. Дополнительное 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 $6 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ надо разделить на среднее значение концентрации кислорода в $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$, а 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. Кроме этого, результат расчета ИЗВ в очень большой степени зависит от полноты обследования морских вод: чем больше ЗВ контролируется, тем больше шансов на повышенные значения индекса (Коршенко, 2023). 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 оценки многолетней динамики качества вод, а также дополнять полученные результаты расчета ИЗВ другими методами оценки качества морских вод. Вариабельность индекса сильно зависит от количества наблюдаемых параметров, периодичности наблюдений, зависимости от сезонного хода ряда показателей морской среды, стабильности используемых методов химанализа и других факторов.

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 введении в действие Порядка подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды» от 31.10.2000 г. (Приказ-156). Критериями **ЭВЗ** морской воды являются:

- максимальное разовое содержание, превышающее ПДК для нормируемых веществ 1-2 класса опасности в 5 и более раз; для веществ 3-4 класса опасности – в 50 раз и более. Содержание веществ в морских

водах сопоставляется с наиболее «жесткими» ПДК в ряду одноименных показателей. Для веществ, на которые нормативными документами предусмотрено полное отсутствие их в воде водных объектов, в качестве ПДК условно принимается значение 0,01 мкг/л;

- появление запаха вод интенсивностью более 4 баллов, не свойственного воде ранее;
- покрытие пленкой (нефтяной, масляной или другого происхождения) более 1/3 поверхности водного объекта при его обозримой площади до 6 км²;
- покрытие пленкой поверхности водного объекта на площади 2 км² и более при его обозримой площади более 6 км²;
- снижение содержания растворенного кислорода до значения 2 мг/л и менее;
- увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) свыше 40 мгО₂/л;
- массовая гибель моллюсков, раков, лягушек, рыб, других водных организмов и водной растительности.

Высокое загрязнение (ВЗ) водной среды определяется следующими критериями:

- максимальное разовое содержание, превышающее ПДК для нормируемых веществ 1-2 класса опасности в 3-5 раз; для веществ 3-4 класса опасности превышение в 10-50 раз (для нефтепродуктов, фенолов, соединений меди, железа, и марганца – от 30 до 50 раз);
- величина биохимического потребления кислорода (БПК₅) – от 10 до 40 мгО₂/л, снижение концентрации растворенного кислорода до значений от 3 до 2 мг/л;
- покрытие пленкой (нефтяной, масляной или другого происхождения) от 1/4 до 1/3 поверхности водного объекта при его обозримой площади до 6 км²;
- покрытие пленкой поверхности водного объекта на площади от 1 до 2 км² при его обозримой площади более 6 км².

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

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

| Ингредиенты и показатели | Высокое загрязнение (ВЗ) | Экстремально высокое загрязнение (ЭВЗ) |
|---|--------------------------|--|
| Абсолютное содержание растворённого кислорода | $2 < C \leq 3$ мг/л | < 2,00 мг/л |

| | | |
|------------------------------------|-------------------|--------------------|
| Азот аммонийный | $\geq 29,00$ мг/л | $\geq 145,00$ мг/л |
| Азот нитритный | $\geq 0,80$ мг/л | $\geq 4,00$ мг/л |
| Азот нитратный | ≥ 400 мг/л | ≥ 2000 мг/л |
| Фосфаты (для эвтрофных водоемов) | $\geq 2,0$ мг/л | $\geq 10,0$ мг/л |
| Фосфаты (для мезотрофных водоемов) | $\geq 1,5$ мг/л | $\geq 7,5$ мг/л |
| Нефтепродукты | $\geq 1,5$ мг/л | $\geq 2,50$ мг/л |
| СПАВ | $\geq 1,00$ мг/л | $\geq 5,00$ мг/л |
| ДДТ | $\geq 0,03$ мкг/л | $\geq 0,05$ мкг/л |
| ГХЦГ | $\geq 0,03$ мкг/л | $\geq 0,05$ мкг/л |
| Фенолы | $\geq 0,03$ мг/л | $\geq 0,05$ мг/л |
| Медь | $\geq 0,15$ мг/л | $\geq 0,25$ мг/л |
| Марганец | $\geq 0,15$ мг/л | $\geq 0,25$ мг/л |
| Свинец (морская вода) | $\geq 0,03$ мг/л | $\geq 0,05$ мг/л |
| Свинец (пресная вода) | $\geq 0,018$ мг/л | $\geq 0,030$ мг/л |
| Ртуть (морская вода) | $\geq 0,3$ мкг/л | $\geq 0,5$ мкг/л |
| Ртуть (пресная вода) | $\geq 0,03$ мкг/л | $\geq 0,05$ мкг/л |
| Кадмий | $\geq 0,03$ мг/л | $\geq 0,05$ мг/л |

Для пресных вод наиболее информативными комплексными оценками являются индексы загрязненности воды (комбинаторный КИЗВ и удельный УКИЗВ), класс качества воды и некоторые другие показатели (РД-2002). Значение УКИЗВ может варьировать в водах различной степени загрязненности от 1 до 16. 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. БПК₅ (по O₂), 3. ХПК, 4. Фенолы, 5. Нефтепродукты, 6. Нитрит-ионы (NO₂⁻), 7. Нитрат-ионы (NO₃⁻), 8. Аммоний-ион (NH₄⁺), 9. Железо общее, 10. Медь (Cu²⁺), 11. Цинк (Zn²⁺), 12. Никель (Ni²⁺), 13. Марганец (Mn²⁺), 14. Хлориды, 15. Сульфаты (РД 2002). В морских водах обычно не измеряют 3, 14 и 15 позиции, зато очень распространено измерение концентрации общего азота и фосфора, фосфатов, СПАВ, свинца, кобальта 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 ($K \geq 10\%$).
- 2) **устойчивости** (повторяемость случаев высокой загрязненности по отдельным ингредиентам) – количественная доля проб, в которых обнаружено превышение ПДК; характеристика загрязненности воды по коэффициенту повторяемости – 1-10% единичная, 10-30% неустойчивая, 30-50% устойчивая и 50-100% характерная.
- 3) **уровня** – максимальная или средняя кратность превышения ПДК для каждого отдельного нормируемого ингредиента; характеристика уровня загрязненности по кратности – 1-2 низкий, 2-10 средний, 10-50 высокий и более 50 экстремально высокий.

Методологические основы организации и проведения наблюдений за состоянием донных отложений (д.о.) на основе изучения их химического загрязнения и токсичности изложены в «Методических указаниях по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов» (МУ-2014). Они предназначены для использования территориальными органами Росгидромета, Росводресурсов и другими органами государственной власти, осуществляющими мониторинг состояния водных объектов. МУ 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 в конкретном 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 водах в настоящее время не существует нормативно закреплённых характеристик их качества по уровню концентрации загрязняющих веществ аналогично ПДК в водной толще, за исключением регионального норматива для Финского залива (СПб-1996). Однако возможность оценивать степень загрязнения д.о. в контролируемом районе моря на основе соответствия уровня содержания отдельных ЗВ критериям экологической оценки загрязнённости грунтов существует. Можно воспользоваться разработанными в других странах нормативными показателями, например «голландскими листами» (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 демонстрируют насколько реальное содержание опасного вещества в осадках превышает некий относительно разумный предел. Они могут быть использованы для упрощённой сравнительной характеристики загрязнённости различных участков акватории моря или для оценки межгодовой изменчивости. Кроме «голландских листов» существует 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 м и/или концентрацию органического вещества (C_{org}), и/или алюминия (C_{Al}). Нормируемая величина покажет реальное содержание ЗВ на мелкодисперсных частичках и позволит сравнивать субстраты с различным 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, Warner H., van Dokkum R. (2002).

| Металлы (мкг/г) | ДК | Органические ЗВ (нг/г) | ДК |
|-----------------|-----|------------------------|------|
| Кадмий, Cd | 0,8 | Сумма 10 ПАУ | 1000 |
| Ртуть, Hg | 0,3 | Бенз(а)пирен | 25 |

| | | | |
|--------------|-----|-------------------------------------|------|
| Медь, Cu | 35 | Бензол | 50 |
| Никель, Ni | 35 | Толуол | 50 |
| Свинец, Pb | 85 | Ксилол | 50 |
| Цинк, Zn | 140 | Этилбензол | 50 |
| Хром, Cr | 100 | Сумма ДДТ, ДДД и ДДЭ | 2,5 |
| Мышьяк, As | 29 | γ-ГХЦГ (линдан) (γ-HCH, lindane) | 0,05 |
| Кобальт, Co | 20 | Сумма 6 ПХБ | 20 |
| Молибден, Mo | 10 | Хлорбензолы | - |
| Олово, Sn | 20 | Хлорфенолы | - |
| Барий, Ba | 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; $\mu\text{mol/L} = \mu\text{M}$ или $\mu\text{mol/dm}^3$). Таблица пересчета единиц позволяет перевести концентрацию из микромолей в мкг/дм³ (табл. А.5).

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

| Элемент/ Соединение | Кэф. пересчета мкМ в мкг/дм ³ | Элемент/ Соединение | Кэф. пересчета мкМ в мкг/дм ³ |
|----------------------------------|---|--------------------------------|---|
| Кислород, O ₂ | мкМ * 32 = мкг | Нитраты, NO ₃ | мкМ * 14 = мкг |
| Сероводород, H ₂ S | * 34 | Нитриты, NO ₂ | * 14 |
| Метан, CH ₄ | * 16 | Аммоний, NH ₄ | * 14 |
| Кремний, Si | * 28 | Общий азот, N _{tot} | * 14 |
| Марганец, Mn | * 55 | Фосфаты, PO ₄ | * 31 |
| Железо, Fe | * 56 | Общий фосфор, P _{tot} | * 31 |

Для выработки политики и практических мероприятий по охране водоема необходимы данные о поступлении загрязняющих веществ в морскую среду из наземных источников. Такая информация позволяет спланировать эффективные действия по снижению поступающего с водосбора морей загрязнения. Оценка количества поступающих с берега в море веществ (нагрузка) учитывает три потенциальных источника – выносимое пресными водами рек загрязнение, прямой сброс муниципальных или промышленных сточных вод из трубы в море (точечные), а также поступление ЗВ из неконтролируемых диффузных источников – ливневый сток, смыв с полей, атмосферные выпадения и т.д.). В настоящем Ежегоднике по каждому контролируемому району моря приведены, по возможности, на основе таблиц статистической отчетности 2ТП-Водхоз сведения об объеме сбрасываемых 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 веществ в эстуарных районах (маргинальный/дельтовый фильтр), как правило, отсутствуют. Дополнительными источниками загрязнения морских акваторий является судоходство (суда пассажирского, торгового, нефтеналивного и рыболовного флотов), промышленные предприятия различных форм собственности, различные инженерные работы на берегу и шельфе моря. 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 1990-2021 гг. (Метеорологический Синтезирующий Центр-Восток МСЦ-В, <http://www.ru.msceast.org>).

На федеральном уровне основным органом государственной власти в области охраны и использования окружающей среды является Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России, МПР, www.mnr.gov.ru), одной из функций которого является организация мониторинга окружающей природной среды и ее загрязнения. Для осуществления государственного мониторинга водных объектов МПР устанавливает требования к проведению наблюдений за состоянием окружающей природной среды и ее загрязнением; сбору, обработке, хранению данных, а также к подготовке и распространению информационной продукции. Министерство осуществляет координацию и контроль деятельности подведомственных ему Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, Федерального агентства водных ресурсов и Федерального агентства по недропользованию. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 06.06.2013 № 477 «Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды» и прилагаемому к нему «Положению о государственном мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды» Росгидромет осуществляет государственный мониторинг водных объектов (ПП-РФ 477). Он выполняет формирование и поддержку функционирования государственной наблюдательной сети (ГНС), в том числе организацию деятельности стационарных/подвижных пунктов наблюдений и судовых экспедиционных исследований. Вся первичная информация о результатах мониторинга гидрохимического состояния и загрязненности вод направляется в научно-исследовательские институты Росгидромета, а также в Единый государственный фонд данных (ЕГФД)

для проверки качества, обработки и переводу в стандартные форматы хранения, а также дальнейшей подготовки различной статистической, графической и текстовой информационной продукции.

А.3. Мониторинг морской среды в 2024 г.

В 2024 г. исследования гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды осуществлялись 17 химическими лабораториями региональных Управлений Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС), а также СО ГОИН и Северо-Западным филиалом «НПО «Тайфун» Росгидромета на 298 станциях, расположенных на 9 морях Российской Федерации и на острове Шпицберген (рис. А.1). Всего контроль гидрохимического состояния морской среды проводился в 61 локальном участке побережья, обычно наиболее подверженному антропогенному воздействию. Основная часть станций расположена вблизи берега в проливах, заливах и бухтах, в эстуарных районах рек, вблизи крупных городов и на акватории портов, а также в местах сброса ЗВ. Большинство точек относятся к постоянно действующей сети ГНС и обследуются ежегодно, некоторые из них совпадают со станциями исторических вековых разрезов. Часть наблюдений на постоянных или временных станциях проводилась в рамках хозрасчетных работ сетевых Управлений Росгидромета. Наибольшее количество станций по программам мониторинга было выполнено на Каспийском, Черном, Балтийском и Японском морях (рис. А.2).

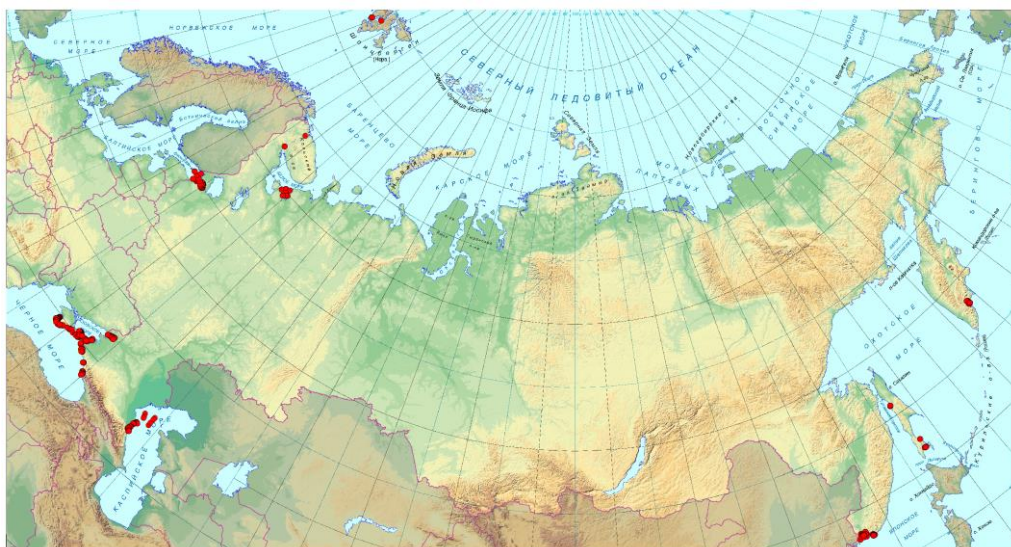


Рис. А1. Станции мониторинга гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды РФ в 2024 г.

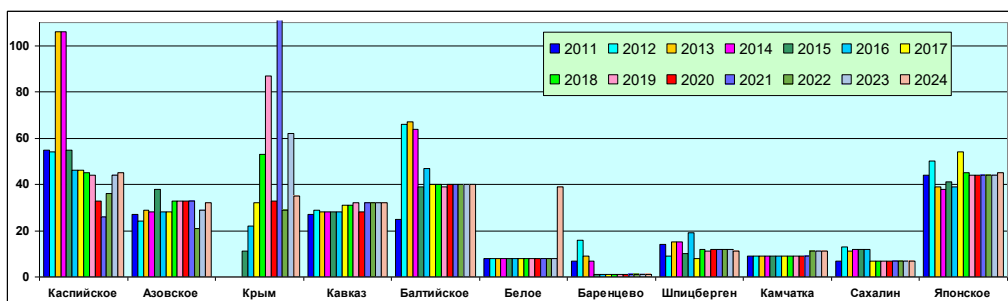


Рис. А.2. Количество станций мониторинга морской среды на контролируемых морях РФ в 2011-2024 гг.

В течение 2024 г. всеми лабораториями было отобрано и проанализировано 2233 пробы воды и 504 пробы донных отложений (24 на Азовском море, 174 у побережья о. Сахалин и 306 в заливе Петра Великого Японского моря). Суммарное количество выполненных химических анализов составило 4090 измерений в морской воде (на 1126 меньше прошлого года и 6210 позапрошлого), а в донных отложениях 1314 (на 6 меньше), из которых 1290 было выполнено на шельфе о. Сахалин и в заливе Петра Великого. Общее количество параметров контроля состояния морской среды в воде и донных отложениях включает 72 отдельных анализа или определения. Это гидрологические параметры морской воды, стандартная гидрохимия, концентрация различных форм биогенных элементов (азот, фосфор и кремний), а также содержание в воде и донных отложениях загрязняющих веществ. В рамках государственной программы мониторинга морской среды последняя группа обычно включает суммарное количество нефтяных углеводородов методом инфракрасной спектроскопии и флуориметрии, фенолов, СПАВ, стойких органических загрязнителей (СОЗ), главным образом пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ, а также ПХБ, и тяжелых металлов (ТМ). Среди органических загрязняющих веществ многочисленные отдельные ингредиенты ПАУ, хлорфенолов 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 химической лаборатории. Обычно эти загрязнители являются приоритетными для исследуемой акватории. Аналитические возможности региональных химических лабораторий сильно отличаются, поэтому количество выполненных анализов в 2024 г. было традиционно неодинаковым в разных морях (рис. А.3).

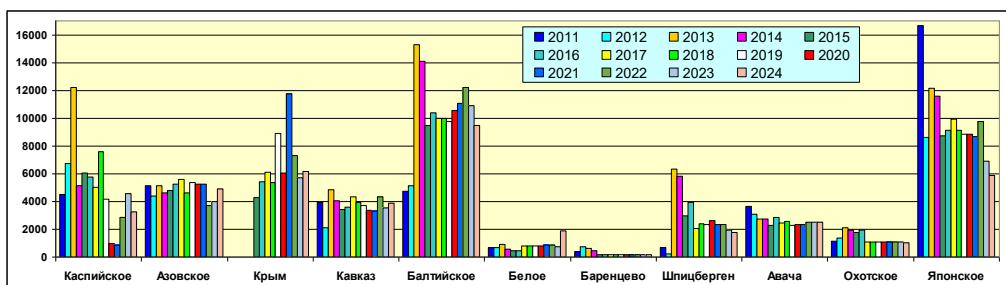


Рис. А.3. Количество выполненных анализов по гидрохимическим параметрам и загрязняющим веществам системы мониторинга морей РФ в 2011-2024 гг.

Государственный мониторинг гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды в 2024 г., как и в предыдущие годы, главным образом был ориентирован на исследование стандартных гидролого-гидрохимических параметров (12025 анализов из общего количества 40900), а также измерение концентрации биогенных веществ (11335 анализов) и растворенного в воде кислорода (2157), (рис. А.4). В структуре контролируемых загрязняющих веществ повышенным было количество выполненных химических анализов содержания тяжелых металлов (5935) и стойких органических загрязнителей (3890 анализов). При анализе этих классов веществ в одной пробе морской воды обычно анализируется до 11 разных металлов и большое количество различных органических веществ. В частности, хроматографический анализ пестицидов обычно включает 6 ингредиентов из групп ГХЦГ и ДДТ (линдан и 2 конгенера, ДДТ и 2 метаболита), однако дополнительно могут определяться еще несколько хлор- или фосфорорганических соединений. При анализе содержания ПХБ или ПАУ может быть выявлено до 20 и более конгенов и/или индивидуальных веществ. Вследствие этого общее количество выполненных анализов по металлам и стойким органическим загрязнителям (СОЗ) выглядит повышенным при сравнении с другими группами веществ. На всех контролируемых участках акватории морей обязательно выполнялось определение содержания в воде нефтяных углеводородов, в основном методом инфракрасной спектрометрии, реже флуориметрии; было проанализировано 1756 проб.

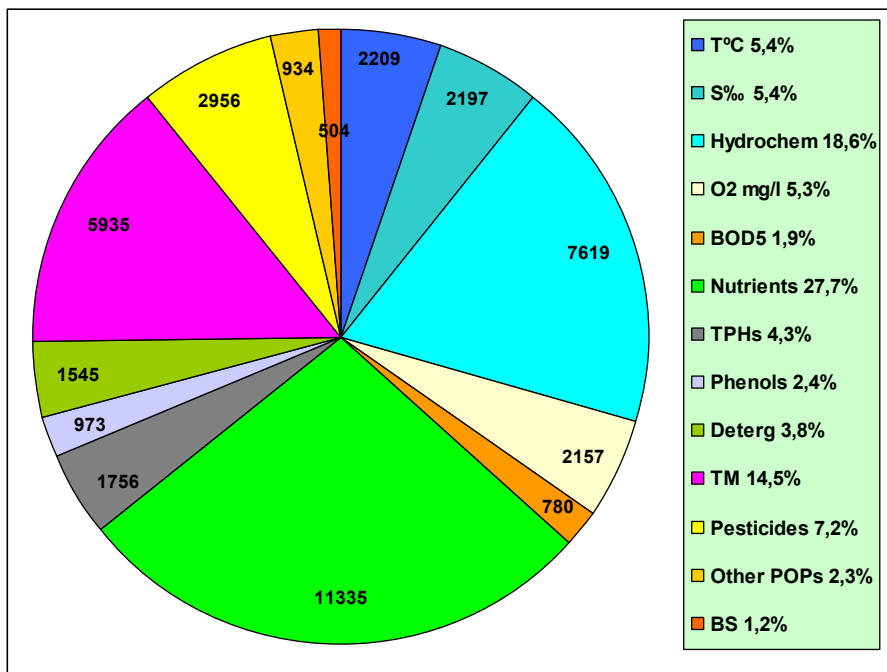


Рис. А.4. Структура и количество анализов по гидрохимическим параметрам и загрязняющим веществам системы государственного мониторинга морской среды в 2024 г.

T°C – температура, S‰ – соленость; Hydrochemistry – стандартные гидрохимические параметры; O₂ – концентрация растворенного в воде кислорода мгО₂/дм³; BOD₅ (Biochemical Oxygen Demands) – БПК₅ (биохимическое потребление кислорода за 5 суток); Nutrients – соединения азота, фосфора и кремния (биогенные элементы); TPHs (Total Petroleum Hydrocarbons) – сумма нефтяных углеводородов (НУ); Phenols – сумма фенолов; Detergents – синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ); Trace Metals – тяжелые металлы (ТМ); Pesticides – хлорорганические пестициды; Other POPs – стойкие органические загрязнители кроме хлорорганических пестицидов (гербициды, полихлорированные бифенилы ПХБ, полициклические ароматические углеводороды ПАУ, хлорфенолы); BS – донные отложения (д.о.).

Глава 1. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

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

1.1. Общая характеристика

Каспийское море является уникальным природным водоемом нашей планеты, расположенным на границе Европы и Азии. Каспий не имеет связи с Мировым океаном, поэтому формально считается озером. Уровень моря подвержен колебаниям и в настоящее время находится примерно на 27-28 м ниже уровня океана, определяемому по балтийскому стандарту. Изменения уровня моря обусловлены определяемой климатом степенью увлажненности водосборного бассейна, площадь которого составляет примерно 3,5 млн. км². По размерам своей котловины Каспийское море является крупнейшим замкнутым водоемом. Его общая площадь равна 378,4 тыс. км², что составляет 18% общей площади всех озер земного шара и в 4,5 раза превышает площадь озера Верхнего в Северной Америке (84,1 тыс. км²), а также соизмерима с площадью Балтийского моря (387,0 тыс. км²). По морфометрическим характеристикам Каспийское море является глубоководным водоемом с сильно развитой шельфовой зоной на севере и максимальной глубиной южной впадины моря 1025 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, а между Средним и Южным по линии о. Жилой - мыс Ган-Гулу.

Протяжённость в основном низменной и гладкой береговой линии моря оценивается примерно в 6500-6700 километров, а с островами до 7000 километров. В северной части берег изрезан водными протоками, образующими острова в дельте Волги и Урала; берега здесь низкие и заболоченные, побережье часто покрыто зарослями водных растений. Донный рельеф здесь осложнен наличием множества банок и островов, среди которых самый большой 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 в районе заливов Казахского и Кара-Богаз-Гола (Бухарицин, 1996). С территории России в Каспий впадают реки Волга, Терек, Сулак и пограничная с Азербайджаном Самур. Сток Волги в среднем равен 255 км³/год и составляет примерно 80-85% 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 на прилегающей к территории России мелководной акватории морская вода значительно опреснена речным стоком: диапазон обычно укладывается в границы 1-8‰. Даже на удалении от устья Волги у

побережья Среднего Каспия в районе г. Махачкала средняя соленость равна только 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. Вследствие этого в северной части моря сезонные колебания температуры воды выражены более резко, чем в южной части. Летом на поверхности моря температура 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 изменяется 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. Под летним термоклином температура плавно убывает с глубиной. На северном мелководье круглый год наблюдается гомотермия, при этом часто в северо-западной части моря прослеживается вертикальная стратификация вод по солености. Горизонтальная динамика вод моря характеризуется преобладанием центральной циклонической циркуляции, охватывающей практически всю акваторию моря с 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 и образования мощного пикноклина, концентрация кислорода в придонном слое глубоководных котловин может снижаться до нуля. В летнее время при гидрометеорологических условиях, способствующих вертикальной стратификации вод, гипоксия формируется также в придонном слое северо-западной части моря. Прозрачность воды в море обычно не более 15 м.

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

На Каспийском море развито рыболовство, судоходство и добыча нефти. Ранее построенные порты (Астрахань – в 2010 г. работало 21 больших и малых портовых сооружений, 15 судостроительно-судоремонтных заводов; Махачкала, Баутино, Актау, Баку, Туркменбаши, Энзели) в настоящее время реконструируются и расширяются. Ведется или намечается строительство новых портов. С первой половины прошлого века на Южном Каспии ведется морской нефтяной промысел. К началу XXI века наиболее изученными оказались южные и средние районы Каспия у берегов Азербайджана и Туркменистана. Здесь добыча нефти оценивается уровнем более 320 млн.т в год. По последним

геологическим данным можно говорить о паритетном соотношении распределения месторождений углеводородов между Северным и Южным Каспием. Кроме сырьевых запасов Каспийский регион богат биологическими ресурсами. Здесь находятся крупнейшие в мире нерестилища осетровых (всего здесь обитает около 130 видов и разновидностей рыб) и редчайшие поля лотоса. В водно-болотистых районах Северного Каспия водится множество птиц (более 100 видов), таких как утки, лебеди, цапли, кулики, чайки и др. Единственное обитающее в море морское млекопитающее - эндемик каспийский тюлень.

Бассейн Каспийского моря и особенно территория по берегам р. Волги отличаются высокой степенью промышленного и сельскохозяйственного освоения. Западное побережье Каспийского моря освоено лучше, чем восточное. Здесь на южном берегу Апшеронского полуострова расположен крупнейший на Каспийском море порт и самый большой на Кавказе город Баку, с площадью 2130 км² и населением агломерации более 2,5 млн. жителей. В Российской Федерации расположено несколько городов с численностью населения более 100 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↑), Дербент (125,0↓) и Каспийск (121,1↓), (<http://ru.wikipedia.org/wiki>).

1.2. Поступление загрязняющих веществ

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

1.3. Состояние вод Северного Каспия

Мониторинг загрязнения Северного Каспия в 2024 г. выполнялся сотрудниками Астраханского ЦГМС Северо-Кавказского управления Росгидромета. На пяти станциях разреза IIIa в западной части района

было отобрано 16 проб на поверхностном и придонном горизонтах в мае, июле и октябре. На пяти станциях разреза III в центральной части Северного Каспия в эти же месяцы было отобрано 20 проб. На южной границе мелководья на 4 станциях разреза IV съемки выполнены в мае и октябре, отобрано 22 пробы (рис. 1.1). Как и в предыдущие годы, определение концентрации в воде тяжелых металлов не проводилось. При оценке качества вод с использованием значений фосфатов принималось, что воды района могут быть в целом охарактеризованы как мезотрофные с ПДК=150 мкг/дм³. Определение значений стандартных гидрохимических параметров, а также концентрации биогенных и загрязняющих веществ – нефтяных углеводородов (ИК-спектрометрия), фенолов (кроме разрезов III и IIIa) и СПАВ, проводилось в стационарных береговых лабораториях. Далее в тексте и таблицах концентрация биогенных элементов, СПАВ и фенолов выражена в мкг/дм³, содержание кислорода - мгО₂/дм³, нефтяных углеводородов – мг/дм³. Предел обнаружения нефтяных углеводородов составлял 0,02 мг/дм³.

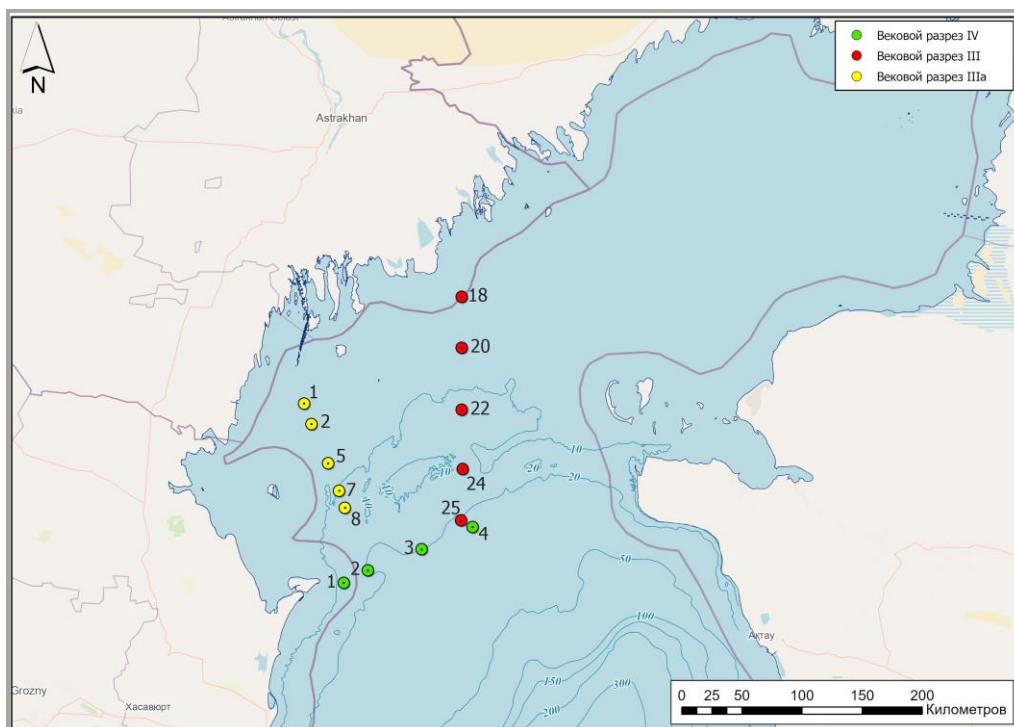


Рис. 1.1. Станции отбора проб морской воды на акватории Северного Каспия в 2024 г.

1.3.1. Западная и центральная часть (разрезы IIIa и III)

На разрезе IIIa 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‰; в сентябре 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 6,61-11,70‰, в среднем 9,16‰. В целом уровень солености в месяцы наблюдений соответствовал ее обычному годовому ходу в Северном Каспии (табл. 1.1). Температура варьировала в пределах 19,8-22,0⁰С; водородный показатель 7,94-8,99 ед.рН; щелочность 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 8,57, а максимальное 11,69 мгО₂/дм³ (табл. 1.2). Это заметно выше 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). Подтвердить или опровергнуть такое предположение можно будет только по данным новых наблюдений в последующие годы. Содержание аммонийного азота 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.

1.3.1. Западная и центральные части акватории (разрезы Ша и Ш)

На разрезе Ша в западной части Северного Каспия в мае, в период половодья, соленость изменялась от 0,75‰ на ст. №1 вблизи устья Волги до 8,25‰ на удалении от него, в среднем 5,10‰; в октябре соленость на удалении от устья реки возросла до 7,78‰. В целом, в 2024 г. соленость была несколько выше, чем в предыдущим году в аналогичные периоды года.

На разрезе Ш в центральной части акватории, где влияние пресноводного стока менее ощутимо, соленость изменялась в более узком диапазоне от 8,25 (ст. 18, май) до 9,11‰ (ст. 25, октябрь), в среднем 9,13‰. В целом уровень солености в месяцы наблюдения соответствовал ее обычному годовому ходу в Северном Каспии (табл. 1.1).

Температура варьировала в пределах от 16,4⁰С в мае на ст. 1 до 20,3⁰С на ст. 8 в октябре; водородный показатель – в пределах 7,42-8,64 ед.рН. Щелочность и прозрачность воды не определялись.

Кислородный режим был обычным: минимальное содержание кислорода в воде составило 8,39, а максимальное 11,87 мгО₂/дм³, что соответствует уровню предыдущего года (табл. 1.1). При этом в западной части

акватории (разрез IIIa) содержание кислорода в воде было заметно более высоким, чем в центральной части (разрез III).

Сохранилась наметившаяся еще в 2015 г. тенденция к росту концентрации **фосфатов** – по сравнению с 2023 г. она увеличилась в среднем от 19,1 до 57,4 мкг/дм³ в западной и с 15,5 до 56,3 мкг/дм³ в центральной части акватории (рис. 1.2). Тренд концентрации фосфатов в период 2014-2024 гг. статистически значим с достоверностью 99,9% (оценка по Спирмену). С учетом ПДК фосфатов, равной 150 мкг/дм³, их концентрация на обоих разрезах соответствовала 0,38 ПДК.

Содержание **аммонийного азота** по-прежнему оставалось далеким от **норматива** и в среднем составило около 0,1 ПДК. Уровень присутствия **нитратов** также был невысоким и не превышал 0,10 ПДК.

Содержание силикатов составил 12-72 мкг/дм³ и не различалось на двух разрезах, оно соответствовала обычной межгодовой изменчивости.

Таблица 1.1. Средние, минимальные и максимальные значения гидрохимических параметров вод на вековых разрезах Северного Каспия в 2024 г. Концентрация биогенных элементов в мкг/дм³.

| Параметр | Разрез III (20 проб) | | | Разрез IIIa (16 проб) | | | Разрез IV (22 пробы) | | |
|--|----------------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|----------------------|------|-------|
| | Среднее | Мин. | Макс. | Среднее | Мин. | Макс. | Среднее | Мин. | Макс. |
| Температура, °C | 20,52 | 16,8 | 29,0 | 18,76 | 12,0 | 30,1 | 17,79 | 13,0 | 20,4 |
| Соленость, ‰ | 8,13 | 4,50 | 11,10 | 5,10 | 0,56 | 9,21 | 7,98 | 3,87 | 10,50 |
| O ₂ , мгO ₂ /дм ³ | 9,11 | 8,39 | 10,00 | 9,73 | 8,85 | 11,87 | 9,68 | 8,03 | 11,22 |
| pH | 7,89 | 7,42 | 8,32 | 8,07 | 7,60 | 8,64 | 7,79 | 7,62 | 8,12 |
| Фосфаты P-PO ₄ | 57,4 | 19 | 101 | 56,3 | 15 | 88 | 9,93 | 7,8 | 12,0 |
| Общий фосфор P _{total} | | | | | | | 12,28 | 9,0 | 15,2 |
| Нитриты N-NO ₂ | 0,05 | 0,02 | 0,09 | 0,06 | 0,01 | 0,19 | 1,56 | 1,11 | 2,00 |
| Нитраты N-NO ₃ | 0,05 | 0,01 | 0,09 | 0,06 | 0,01 | 0,23 | 13,98 | 10,9 | 16,2 |
| Аммоний азот N-NH ₄ | 48,55 | 18,00 | 68,00 | 38,56 | 16,00 | 55,00 | 354 | 318 | 390 |
| Общий азот N _{total} | | | | | | | 380 | 331 | 421 |
| Кремний Si | 44,3 | 15,0 | 80,0 | 37,8 | 1,0 | 72,0 | 394 | 317 | 471 |

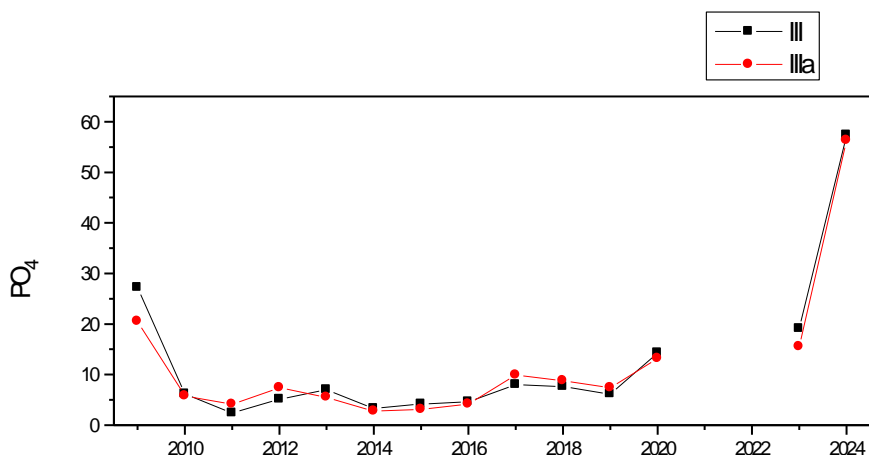


Рис. 1.2. Многолетняя динамика содержания фосфатов (мкг/дм³) в водах центральной (разрез III) и западной (разрез IIIa) частей акватории Северного Каспия в 2009-2024 гг. В 2021 г. наблюдения на разрезах III и IIIa не проводились.

Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах западного Каспия на разрезе IIIa составила для нефтяных углеводородов (НУ) – 0,74/0,86 ПДК, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) – 0,43/0,50 ПДК, аммонийного азота - 0,10/0,14 ПДК. В центральной части акватории на разрезе III эти величины составляли для НУ 0,68/0,78 ПДК, СПАВ 0,44/0,53 ПДК и аммонийного азота 0,12/0,17 ПДК (табл. 1.2). Такие значения были близки к прошлогодним. Содержание фенолов, одного из приоритетных загрязняющих веществ в водах Северного Каспия, как и предыдущие годы не определялось.

Значения ИЗВ, рассчитанные по средней концентрации НУ, СПАВ, аммонийного азота и кислорода в 2024 г., составили 0,54 на обоих разрезах (табл. 1.3). В связи с прекращением в последние годы наблюдений за фенолами, вносящими наибольший вклад в уровень ИЗВ, приведенные выше значения не дают основания для определения класса качества вод. Ранее было показано насколько сильно может повлиять на оценку качества вод отсутствие данных об отдельных приоритетных для данного района загрязнителях (Коршенко, 2023).

Таблица 1.2. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Северного Каспия в 2022-2024 гг.

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|-----------------------------|------------|---------|------|---------|-------------|---------|------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| Разрез III 4 ст. 26 проб | НУ | 0,024 | 0,48 | 0,037 | 0,74 | 0,034 | 0,68 |
| | | 0,03 | 0,60 | 0,057 | 1,14 | 0,039 | 0,78 |
| | СПАВ | 53,6 | 0,54 | 66 | 0,66 | 44 | 0,44 |

| | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|
| | | 76,6 | 0,77 | 128 | 1,28 | 53 | 0,53 |
| | Азот аммонийный | 17,0 | 0,04 | 44,5 | 0,11 | 48,55 | 0,12 |
| | | 22,0 | 0,06 | 93,0 | 0,24 | 68,00 | 0,17 |
| | Азот нитритный | 1,50 | 0,06 | 0,04 | 0,00 | 0,05 | 0,00 |
| | | 3,00 | 0,12 | 0,12 | 0,01 | 0,09 | 0,00 |
| | Фосфаты | 0,5 | 0,01 | 19,1 | 0,38 | 57,4 | 0,38 |
| | | 1,0 | 0,02 | 41,0 | 0,82 | 101 | 0,67 |
| | Кислород | 9,00 | | 10,15 | | 9,11 | |
| 8,67 | | | 8,59 | | 8,39 | | |
| Разрез III 4 ст., 8 проб | НУ | 0,044 | 0,88 | 0,035 | 0,70 | 0,037 | 0,74 |
| | | 0,054 | 1,08 | 0,050 | 1,00 | 0,043 | 0,86 |
| | СПАВ | 52,4 | 0,52 | 56 | 0,56 | 43 | 0,43 |
| | | 60,0 | 0,60 | 99 | 0,99 | 50 | 0,50 |
| | Азот аммонийный | 22,5 | 0,06 | 34,9 | 0,09 | 38 | 0,10 |
| | | 42,0 | 0,11 | 57,0 | 0,15 | 55 | 0,14 |
| | Азот нитритный | 1,83 | 0,08 | 0,03 | 0,00 | 0,06 | 0,00 |
| | | 2,00 | 0,08 | 0,05 | 0,00 | 0,19 | 0,01 |
| | Фосфаты | 0,15 | 0,00 | 15,5 | 0,31 | 56,3 | 0,38 |
| | | 0,50 | 0,01 | 36 | 0,72 | 88 | 0,59 |
| | Кислород | 8,25 | | 10,97 | | 9,73 | |
| | | 4,02 | 0,67 | 10,10 | | 9,01 | |
| Разрез IV 4 ст., 17 проб | НУ | 0,052 | 1,04 | 0,040 | 0,80 | 0,038 | 0,76 |
| | | 0,06 | 1,20 | 0,070 | 1,40 | 0,060 | 1,20 |
| | Фенолы | 2,82 | 2,82 | 1,88 | 1,88 | 2,32 | 2,32 |
| | | 4,00 | 4,00 | 3,0 | 3,00 | 4,0 | 4,00 |
| | Азот аммонийный | 227 | 0,58 | 336 | 0,86 | 354 | 0,91 |
| | | 319 | 0,82 | 399 | 1,03 | 390 | 1,00 |
| | Азот нитритный | 1,22 | 0,05 | 1,7 | 0,07 | 1,6 | 0,06 |
| | | 1,61 | 0,07 | 2,0 | 0,08 | 2,0 | 0,08 |
| | Фосфаты | 6,6 | 0,13 | 10,9 | 0,22 | 9,9 | 0,07 |
| | | 7,3 | 0,15 | 15,2 | 0,30 | 12,0 | 0,08 |
| | Cu | 2,55 | 0,51 | 2,73 | 0,55 | - | - |
| | | 3,30 | 0,66 | 3,50 | 0,70 | - | - |
| | Кислород | 8,15 | | 9,57 | | 9,68 | |
| | | 7,92 | | 8,57 | | 8,03 | |

Примечания:

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

Таблица 1.3. Оценка качества вод Северного Каспия в 2022-2024 гг.

| Район | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. | Содержание ЗВ в |
|-------|---------|---------|---------|-----------------|
|-------|---------|---------|---------|-----------------|

| | ИЗВ | Класс | ИЗВ | Класс | ИЗВ* | Класс | 2024 г. (в ПДК) |
|-------------|------|-------|------|-------|------|-------|--|
| Разрез III | 0,43 | II | 0,53 | II | 0,54 | II | НУ 0,68; СПАВ 0,44; PO ₄ 0,38; O ₂ 0,66 |
| Разрез IIIa | 0,55 | II | 0,47 | II | 0,54 | II | НУ 0,74; СПАВ 0,43; PO ₄ 0,37; O ₂ 0,62 |

Примечание: значения ИЗВ рассчитаны без учета концентрации фенолов

1.3.2. Южная граница Северного Каспия

На южной границе Северного Каспия (разрез IV, Чечень-Мангышлак, рис. 1.1) наблюдения проводились в мае и октябре 2024 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 мае соленость на поверхности моря изменялась от 4,01‰ на станции 1 около западного берега до 10,40‰ на станции 4 в центральной части моря. В октябре соленость в поверхностном слое составила 4,55‰ на ст. 1 и 6,39‰ на ст. 3.

Температура была более однородной в пространстве – 17-20°C в мае и 19,1 - 20,4°C в октябре. При этом в мае температура была выше в прибрежной зоне (станция 1), чем в открытом море (станция 4), а в октябре – наоборот. Это вполне соответствует обычному годовому ходу теплосодержания морских вод.

Величина **водородного показателя вод** (pH) находилась в пределах 7,62-7,67 в мае и 7,64-8,12 ед.рН в октябре.

Показатели **кислородного режима** соответствовали норме: средняя и минимальная концентрация была равна 9,68 и 8,03 мг O₂/дм³, соответственно (табл. 1.1).

Средняя концентрация **фосфатов** на южной границе Северного Каспия в районе разреза IV составляла 9,75 в мае и 10,14 в октябре, при максимальной концентрации 12,0 мкг/дм³, что соответствовало менее 0,1 ПДК (табл. 1.2). Содержание **общего фосфора** составило 13,28 в мае и 11,05 мкг/дм³ в октябре. Таким образом, на органический фосфор приходилось 28% в мае (в период интенсивного фотосинтеза) и всего 8% в октябре (в период ослабления или даже прекращения фотосинтеза) его общего содержания в воде.

Содержание **силикатов** изменялось в диапазоне 317-471 при среднем значении 395 мкг/дм³.

Среднее/максимальное значения концентрации **нитритов** и **аммонийного азота** составляли 0,06/0,08 ПДК и 0,91/1,00 ПДК, соответственно. За последние два десятилетия средняя годовая концентрация аммонийного азота на разрезе IV выросла с 51-88 в 2000-2005 гг. до 234-354 мкг/дм³ в 2023-2024 гг. Особенно интенсивный рост наблюдался начиная с 2018 г. тогда как в 2013-2018 гг., напротив,

отмечались очень низкие значения содержания аммонийного азота - от 11 до 21 мкг/дм³ (рис. 1.3).

В целом, по данным наблюдений за биогенными веществами в 2024 г. угроза эвтрофикации вод на южной границе Северного Каспия отсутствовала.

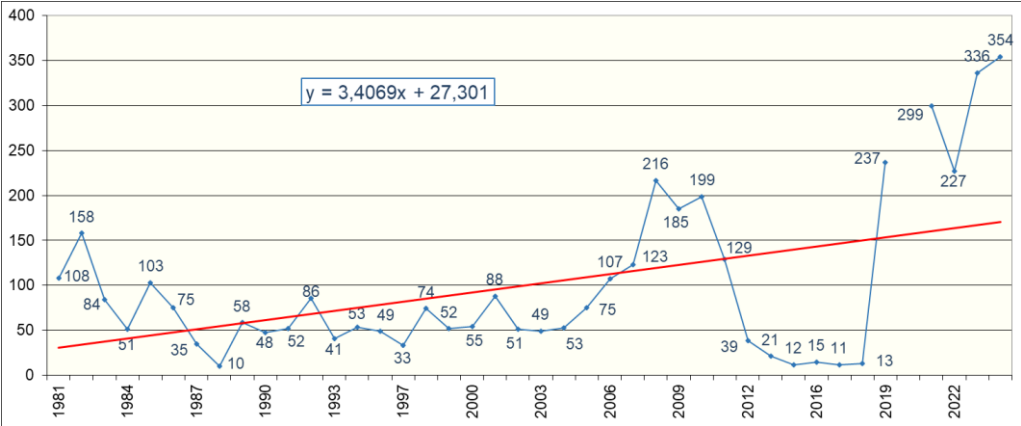


Рис. 1.3. Динамика средней годовой концентрации аммонийного азота (мкг/дм³) на южной границе Северного Каспия (разрез IV) в 1981–2024 гг.

Как и ранее, среди загрязняющих веществ в 2024 г. приоритетными оставались фенолы со средней годовой концентрацией 2,32 мкг/дм³ и максимальной 4,0 мкг/дм³, что численно соответствует значениям, выраженным в ПДК. Анализ межгодовой изменчивости концентрации фенолов за период наблюдений 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 значения в целом оставались на современном уровне (рис. 1.4).

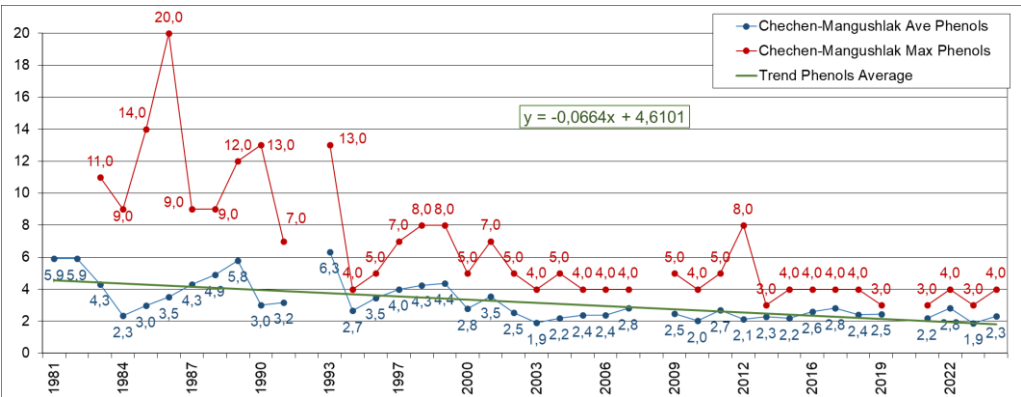


Рис. 1.4. Динамика максимальной и средней годовой концентрации фенолов (мкг/дм³) на южной границе Северного Каспия (разрез IV) в 1981-2024 гг.

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 2024 г. составила 0,76 ПДК, а максимальная достигала 1,20 ПДК. Эти значения соответствуют уровню последних 10 лет (рис. 1.5). При этом межгодовая изменчивость средней концентрации НУ в районе разреза IV оставалась существенно ниже, чем на разрезах III и Ша на более северных акваториях.

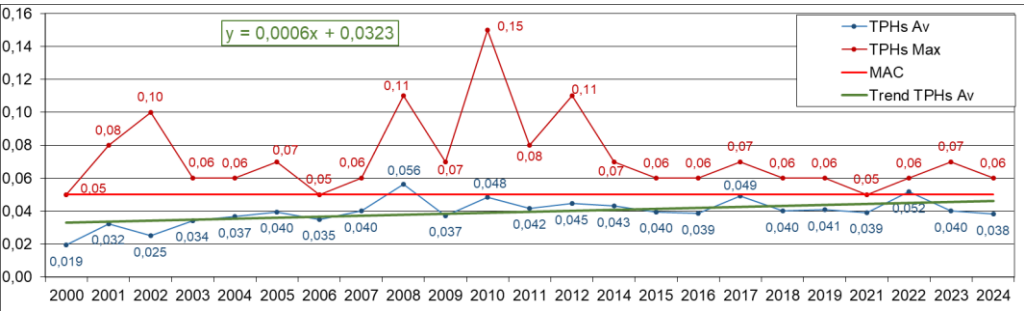


Рис. 1.5. Динамика максимальной и средней годовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) на южной границе Северного Каспия (разрез IV) в 2000–2024 гг.

Наблюдения за концентрацией меди, восстановленные на IV разрезе в 2022 г., в 2024 г. не проводились. По данным двух предыдущих лет наблюдения средняя концентрация меди не превышала 0,55 ПДК, поэтому ее вклад в общее загрязнение вод невелик по сравнению с другими загрязнителями.

Значение ИЗВ на разрезе IV на южной границе Северного Каспия в 2024 г. составило 1,15 (табл. 1.4), что несколько выше, чем в предыдущем году (1,04). Тем ни менее, состояние вод продолжало соответствовать классу III («умеренно загрязненные»), что типично для данного района (рис. 1.6). Колебания ИЗВ обусловлены межгодовой изменчивостью концентрации приоритетных загрязняющих веществ (рис. 1.7).

Таблица 1.4. Оценка качества морских вод на южной границе Северного Каспия (разрез IV) по ИЗВ в 2022-2024 гг.

| Район | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | | Среднее содержание ЗВ в 2024 г. (в ПДК) |
|-----------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---|
| | ИЗВ | Класс | ИЗВ | Класс | ИЗВ | Класс | |
| Разрез IV | 1,29 | IV | 1,04 | III | 1,15 | III | Фенолы 2,32; NH4 0,91; НУ 0,76; O2 0,62 |

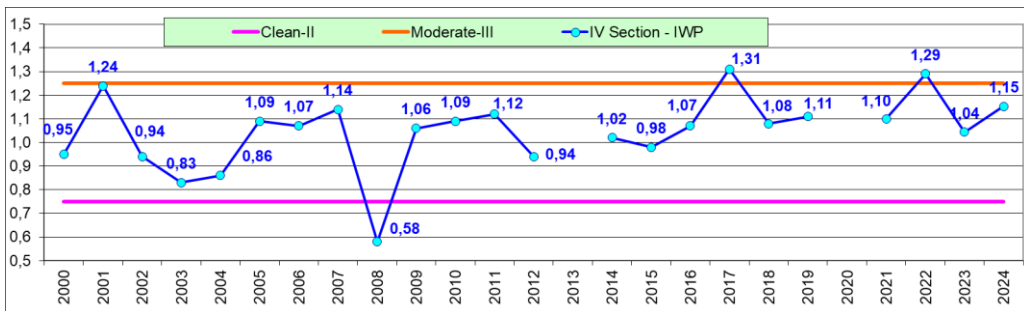


Рис. 1.6. Многолетняя динамика ИЗВ в водах станций IV разреза на южной границе Северного Каспия в период 2000-2024 гг.

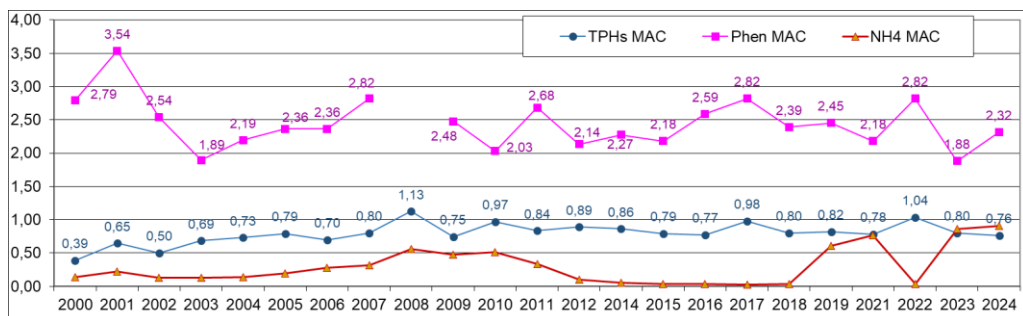


Рис. 1.7. Динамика содержания фенолов, НУ и NH_4 в ПДК в 2000-2024 гг. на южной границе Северного Каспия. В 2020 г. наблюдения не проводились

1.4. Состояние вод Дагестанского побережья

Станции гидрохимического 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 2024 г. наблюдения на них выполнялись дважды (в Лопатине – трижды) в период с мая- по октябрь (табл. 1.5). Всего на поверхностном и придонном горизонтах было отобрано 160 пробы. Далее в тексте концентрация биогенных элементов, СПАВ, фенолов и тяжелых металлов выражена в мкг/дм^3 , содержание кислорода – в $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, нефтяных углеводородов – в мг/дм^3 . Предел обнаружения нефтяных углеводородов составлял $0,02 \text{ мг/дм}^3$.

Таблица 1.5. Время выполнения работ по мониторингу в 2024 г. в разных районах Дагестанского взморья.

| Район | Время |
|-----------|--------------------|
| Лопатин | Май, июль, октябрь |
| Терек | Май, июль |
| Сулак | Июль, октябрь |
| Махачкала | Май, июль |
| Каспийск | Май, сентябрь |
| Избербаш | Май, сентябрь |

| | |
|---------|---------------|
| Дербент | Май, сентябрь |
| Самур | Май, сентябрь |

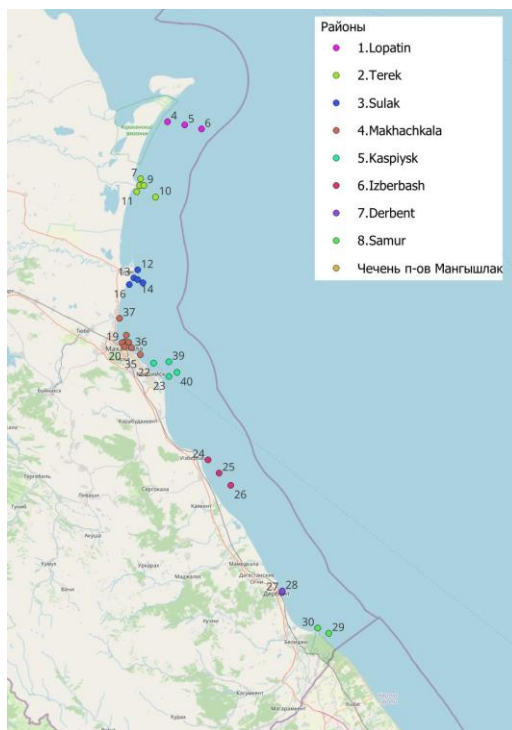


Рис. 1.8. Станции отбора проб на Дагестанском взморье в 2024 г.

Как и в предыдущие годы, средняя **соленость** прибрежных вод Дагестанского побережья увеличивалась с севера на юг от 6,67‰ у п. Лопатин до 8,32‰ у г. Дербент (табл. 1.6). Это было обусловлено распресняющим влиянием волжского стока, распространяющегося на юг вдоль побережья Дагестана. При этом в районах Избербаша и Каспийска соленость была немного ниже, по-видимому, за счет влияния берегового стока.

Концентрация **фосфатов** изменялась вдоль Дагестанского побережья незначительно – от 11,8 на взморье р. Терек и у Дербента до 14,1 мкг/дм³ у Махачкалы, что было менее 0,1 ПДК (табл. 1.6, 1.7). Среднее годовое содержание **общего фосфора** варьировало от района к району в диапазоне 14,7-17,2 мкг/дм³ (выше, чем в 2022 г.), при этом органический фосфор составил от 17 (Лопатин) до 31% (Каспийск).

Средняя концентрация **нитритов** сохранялась в разных районах на уровне 1,3 (Сулак) - 1,7 мкг/дм³ (Дербент, Самур). Таким образом, в отличии от предыдущего года, среднее содержание нитритного азота не

убывало, а возрастало с севера на юг, оставаясь при этом на уровне менее 0,1 ПДК.

Содержание **аммонийного азота** сохранялось на высоком уровне – в среднем 331-365 мкг/дм³, что, однако, было немного ниже прошлогоднего. Сохраняется отмеченная ранее тенденция к росту концентрации аммонийного азота во всех районах, кроме района Каспийска, где заметных изменений не произошло.

Таблица 1.6. Среднее и максимальное значение гидрохимических параметров вод Дагестанского побережья в 2024 г.

| Район | T°С | S ‰ | O ₂ | pH | PO ₄ | P tot | NO ₂ | NO ₃ | NH ₄ | N tot | Si |
|------------------|-------|-------|----------------|------|-----------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|--------|
| Лопатин | 19,99 | 6,67 | 9,48 | 7,89 | 13,29 | 15,59 | 1,4 | 13,67 | 330,78 | 367,78 | 358,72 |
| 3 ст., 18 проб | 30 | 7,98 | 8,23 | 8,17 | 17,2 | 19,1 | 1,99 | 15,7 | 391 | 432 | 461 |
| Взморье р. Терек | 20,31 | 7,67 | 9,67 | 7,83 | 11,75 | 14,78 | 1,5 | 14,67 | 360,67 | 385,60 | 404,50 |
| 5 ст., 30 проб | 30,2 | 8,11 | 8,26 | 8,18 | 16 | 19 | 2,11 | 18,3 | 399 | 458 | 483 |
| Взморье р. Сулак | 21,17 | 8,09 | 9,64 | 7,68 | 12,18 | 14,73 | 1,3 | 13,38 | 356,80 | 383,80 | 418,07 |
| 5 ст., 30 проб | 30 | 10,23 | 8,26 | 8,04 | 15,2 | 17,2 | 1,68 | 16,2 | 399 | 433 | 504 |
| Махачкала | 20,71 | 8,76 | 9,43 | 7,79 | 14,08 | 16,82 | 1,5 | 14,53 | 357,43 | 384,93 | 406,81 |
| 7 ст., 42 проб | 29,1 | 9,47 | 8,37 | 8,08 | 17,2 | 19,3 | 2,13 | 17,4 | 398 | 453 | 465 |
| Каспийск | 18,57 | 6,88 | 9,85 | 7,96 | 13,13 | 17,20 | 1,5 | 13,85 | 357,42 | 399,17 | 406,08 |
| 4 ст., 12 проб | 21 | 8,3 | 8,51 | 8,28 | 15,1 | 20 | 1,78 | 16,3 | 398 | 468 | 476 |
| Избербаш | 18,07 | 7,29 | 9,67 | 8,06 | 12,99 | 16,68 | 1,6 | 15,12 | 364,25 | 415,83 | 447,08 |
| 3 ст., 12 проб | 22 | 9,78 | 8,51 | 8,26 | 15,4 | 20,1 | 2 | 17,1 | 399 | 491 | 601 |
| Дербент | 20,25 | 8,32 | 9,17 | 8,08 | 11,75 | 15,30 | 1,7 | 15,43 | 365,50 | 414,88 | 457,75 |
| 2 ст., 8 проб | 22,4 | 9,23 | 8,3 | 8,21 | 14 | 18,1 | 2,15 | 17,1 | 399 | 488 | 628 |
| Взморье р. Самур | 21,11 | 6,93 | 9,09 | 8,20 | 13,35 | 15,90 | 1,7 | 15,48 | 358,75 | 416,88 | 482,13 |
| 2 ст., 8 проб | 23,4 | 8,4 | 8,07 | 8,29 | 16,4 | 18,4 | 2,07 | 18,4 | 395 | 481 | 699 |

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

Таблица 1.7. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих и биогенных веществ в водах Дагестанского побережья в 2022-2024 гг.

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|------------------------------|------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| Лопатин 3 ст., 18 проб | НУ | 0,045 | 0,89 | 0,046 | 0,93 | 0,042 | 0,84 |
| | | 0,06 | 1,20 | 0,06 | 1,20 | 0,06 | 1,20 |
| | Фенолы | 3,11 | 3,11 | 2,57 | 2,57 | 2,06 | 2,06 |
| | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 3,00 | 3,00 |
| | СПАВ | 9,67 | 0,10 | 8,25 | 0,08 | | |
| | | 12 | 0,12 | 12 | 0,12 | | |
| | Cu | 3,57 | 0,71 | 3,43 | 0,69 | 3,40 | 0,68 |
| | | 4,6 | 0,92 | 4,6 | 0,92 | 4,4 | 0,88 |
| | Zn | 2,9 | 0,06 | 2,9 | 0,06 | 2,8 | 0,06 |
| | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|--|---------------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|
| | | 3,3 | 0,07 | 3,2 | 0,06 | 3,1 | 0,06 |
| | Азот аммонийный | 323 | 0,83 | 351 | 0,90 | 331 | 0,85 |
| | | 386 | 0,99 | 409 | 1,05 | 391 | 1,01 |
| | Азот нитритный | 1,7 | 0,07 | 1,6 | 0,07 | 1,4 | 0,06 |
| | | 2,01 | 0,08 | 2,21 | 0,09 | 1,99 | 0,08 |
| | Фосфор фосфатный | 10,17 | 0,20 | 12,04 | 0,24 | 13,29 | 0,09 |
| | | 14,2 | 0,28 | 19,8 | 0,40 | 17,2 | 0,12 |
| | Кислород | 8,95 | | 9,49 | | 9,48 | |
| | | 8,58 | | 8,58 | | 8,23 | |
| Взморье р. Терек 5 ст., 30 проб | НУ | 0,047 | 0,95 | 0,046 | 0,93 | 0,046 | 0,92 |
| | | 0,06 | 1,20 | 0,06 | 1,20 | 0,06 | 1,20 |
| | Фенолы | 3,00 | 3,00 | 2,72 | 2,72 | 2,53 | 2,53 |
| | | 5,00 | 5,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 |
| | СПАВ | 17,67 | 0,18 | 17,10 | 0,17 | | |
| | | 21 | 0,21 | 21 | 0,21 | | |
| | Cu | 2,73 | 0,55 | 2,78 | 0,56 | 2,93 | 0,59 |
| | | 3,3 | 0,66 | 3,2 | 0,64 | 3,2 | 0,64 |
| | Zn | 1,8 | 0,04 | 1,8 | 0,04 | 2,1 | 0,04 |
| | | 1,9 | 0,04 | 2,1 | 0,04 | 2,5 | 0,05 |
| | Азот аммонийный | 314 | 0,81 | 332 | 0,85 | 361 | 0,93 |
| | | 364 | 0,94 | 399 | 1,03 | 399 | 1,03 |
| | Азот нитритный | 1,6 | 0,07 | 1,5 | 0,06 | 1,5 | 0,06 |
| | | 1,9 | 0,08 | 2 | 0,08 | 2,11 | 0,09 |
| | Фосфор фосфатный | 10,78 | 0,22 | 10,70 | 0,21 | 11,75 | 0,08 |
| | | 15,2 | 0,30 | 14,3 | 0,29 | 16 | 0,11 |
| | Кислород | 9,00 | | 9,59 | | 9,67 | |
| | | 8,47 | | 8,51 | | 8,26 | |
| Взморье р. Сулак 5 ст., 30 проб | НУ | 0,048 | 0,96 | 0,047 | 0,94 | 0,045 | 0,90 |
| | | 0,07 | 1,40 | 0,07 | 1,40 | 0,06 | 1,20 |
| | Фенолы | 2,91 | 2,91 | 2,62 | 2,62 | 2,37 | 2,37 |
| | | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 4,00 | 4,00 |
| | СПАВ | 18,17 | 0,18 | 17,80 | 0,18 | | 0,00 |
| | | 24 | 0,24 | 24 | 0,24 | | 0,00 |
| | Cu | 2,89 | 0,58 | 2,83 | 0,57 | 2,76 | 0,55 |
| | | 3,5 | 0,70 | 3,6 | 0,72 | 3,4 | 0,68 |
| | Zn | 1,6 | 0,03 | 1,6 | 0,03 | 1,7 | 0,03 |
| | | 2 | 0,04 | 1,9 | 0,04 | 2 | 0,04 |
| | Азот аммонийный | 292 | 0,75 | 332 | 0,85 | 357 | 0,92 |
| | | 345 | 0,89 | 378 | 0,97 | 399 | 1,03 |
| | Азот нитритный | 1,6 | 0,07 | 1,5 | 0,06 | 1,3 | 0,05 |
| | | 1,99 | 0,08 | 2,11 | 0,09 | 1,68 | 0,07 |
| | Фосфор фосфатный | 11,62 | 0,23 | 11,59 | 0,23 | 12,18 | 0,08 |
| | | 14,5 | 0,29 | 14,8 | 0,30 | 15,2 | 0,10 |
| | Кислород | 9,03 | | 9,61 | | 9,64 | |
| | | 8,13 | | 8,58 | | 8,26 | |
| Махачкала 7 ст., 42 | НУ | 0,053 | 1,06 | 0,050 | 1,01 | 0,045 | 0,91 |
| | | 0,07 | 1,40 | 0,07 | 1,40 | 0,06 | 1,20 |

| | | | | | | | |
|----------------------------|------------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|
| пробы | Фенолы | 3,76 | 3,76 | 3,54 | 3,54 | 3,50 | 3,50 |
| | | 6,00 | 6,00 | 7,00 | 7,00 | 6,00 | 6,00 |
| | СПАВ | 28,51 | 0,29 | 23,67 | 0,24 | 24,02 | 0,24 |
| | | 180 | 1,80 | 180 | 1,80 | 33 | 0,33 |
| | Азот аммонийный | 326 | 0,84 | 339 | 0,87 | 357 | 0,92 |
| | | 399 | 1,03 | 395 | 1,02 | 398 | 1,02 |
| | Азот нитритный | 1,9 | 0,08 | 1,8 | 0,07 | 1,5 | 0,06 |
| | | 2,21 | 0,09 | 2,31 | 0,10 | 2,13 | 0,09 |
| | Фосфор фосфатный | 12,27 | 0,25 | 13,13 | 0,26 | 14,08 | 0,09 |
| | | 15,8 | 0,32 | 18,7 | 0,37 | 17,2 | 0,11 |
| | Кислород | 9,09 | | 9,57 | | 9,43 | |
| | | 7,97 | | 8,58 | | 8,37 | |
| Каспийск 4 ст., 12 проб | НУ | 0,044 | 0,88 | 0,044 | 0,88 | 0,049 | 0,98 |
| | | 0,05 | 1,00 | 0,05 | 1,00 | 0,06 | 1,20 |
| | Фенолы | 2,88 | 2,88 | 3,17 | 3,17 | 2,42 | 2,42 |
| | | 4,00 | 4,00 | 5,00 | 5,00 | 4,00 | 4,00 |
| | СПАВ | - | - | 19,25 | 0,19 | 27,25 | 0,27 |
| | | - | - | 22 | 0,22 | 35 | 0,35 |
| | Азот аммонийный | 360 | 0,92 | 367 | 0,94 | 357 | 0,92 |
| | | 394 | 1,01 | 399 | 1,03 | 398 | 1,02 |
| | Азот нитритный | 1,6 | 0,07 | 1,5 | 0,06 | 1,5 | 0,06 |
| | | 1,78 | 0,07 | 2 | 0,08 | 1,78 | 0,07 |
| | Фосфор фосфатный | 12,90 | 0,26 | 12,74 | 0,25 | 13,13 | 0,09 |
| | | 15,2 | 0,30 | 15,3 | 0,31 | 15,1 | 0,10 |
| | Кислород | 8,49 | | 9,62 | | 9,85 | |
| | | 8,00 | | 8,37 | | 8,51 | |
| Избербаш 3 ст., 12 проб | НУ | 0,050 | 1,00 | 0,046 | 0,92 | 0,047 | 0,93 |
| | | 0,06 | 1,20 | 0,06 | 1,20 | 0,06 | 1,20 |
| | Фенолы | 2,83 | 2,83 | 3,00 | 3,00 | 2,50 | 2,50 |
| | | 4,00 | 4,00 | 5,00 | 5,00 | 4,00 | 4,00 |
| | СПАВ | | | | | 30,88 | 0,31 |
| | | | | | | 38 | 0,38 |
| | Азот аммонийный | 348 | 0,90 | 347 | 0,89 | 364 | 0,94 |
| | | 398 | 1,02 | 392 | 1,01 | 399 | 1,03 |
| | Азот нитритный | 1,7 | 0,07 | 1,5 | 0,06 | 1,6 | 0,07 |
| | | 1,82 | 0,08 | 1,91 | 0,08 | 2 | 0,08 |
| | Фосфор фосфатный | 12,17 | 0,24 | 12,79 | 0,26 | 12,99 | 0,09 |
| | | 13,9 | 0,28 | 16,7 | 0,33 | 15,4 | 0,10 |
| | Кислород | 8,56 | | 10,17 | | 9,67 | |
| | | 8,29 | | 8,94 | | 8,51 | |
| Дербент 2 ст., 8 проб | НУ | 0,050 | 1,00 | 0,050 | 1,00 | 0,046 | 0,93 |
| | | 0,06 | 1,20 | 0,06 | 1,20 | 0,06 | 1,20 |
| | Фенолы | 2,75 | 2,75 | 3,38 | 3,38 | 2,88 | 2,88 |
| | | 4,00 | 4,00 | 6,00 | 6,00 | 4,00 | 4,00 |
| | СПАВ | | | | | 29,00 | 0,29 |
| | | | | | | 31 | 0,31 |
| | Cu | | | | | 2,74 | 0,55 |
| | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---------------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|
| | | | | | | 3 | 0,60 |
| | Азот аммонийный | 342 | 0,88 | 336 | 0,86 | 366 | 0,94 |
| | | 388 | 1,00 | 389 | 1,00 | 399 | 1,03 |
| | Азот нитритный | 1,4 | 0,06 | 1,6 | 0,07 | 1,7 | 0,07 |
| | | 1,56 | 0,07 | 2 | 0,08 | 2,15 | 0,09 |
| | Фосфор фосфатный | 12,40 | 0,25 | 11,80 | 0,24 | 11,75 | 0,08 |
| | | 14 | 0,28 | 16,3 | 0,33 | 14 | 0,09 |
| | Кислород | 8,54 | | 9,84 | | 9,17 | |
| | | 8,29 | | 8,58 | | 8,30 | |
| Взморье р. Самур 2 ст., 8 проб | НУ | | | 0,048 | 0,95 | 0,046 | 0,93 |
| | | | | 0,06 | 1,20 | 0,06 | 1,20 |
| | Фенолы | | | 3,25 | 3,25 | 2,63 | 2,63 |
| | | | | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 |
| | СПАВ | | | | | 17,13 | 0,17 |
| | | | | | | 23 | 0,23 |
| | Азот аммонийный | | | 324 | 0,83 | 359 | 0,92 |
| | | | | 348 | 0,89 | 395 | 1,02 |
| | Азот нитритный | | | 1,1 | 0,05 | 1,7 | 0,07 |
| | | | | 1,28 | 0,05 | 2,07 | 0,09 |
| | Фосфор фосфатный | | | 11,90 | 0,24 | 13,35 | 0,09 |
| | | | | 14 | 0,28 | 16,4 | 0,11 |
| | Кислород | | | 9,36 | | 9,09 | |
| | | | | 8,78 | | 8,07 | |

Примечания:

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

За последние три года концентрации **аммонийного** азота на Дагестанском шельфе показывала слабый рост во всех районах, тогда как у Каспийска изменений не отмечалось. Среднее годовое содержание **фосфатов** и **нитритного азота** также существенно не изменилась.

Концентрация **фенолов** на Дагестанском взморье по-прежнему заметно превосходила норматив – в среднем от 2,06 ПДК у п. Лопатин до 3,50 ПДК у г. Махачкала и п. Избербаш. При этом многолетняя динамика по-прежнему отсутствовала, но ее межгодовые колебания были значительными (рис. 1.9).

Концентрация **нефтяных углеводородов** продолжала оставаться стабильной с 2017 г. – чуть ниже 1 ПДК (рис. 1.10).

Средняя годовая концентрация меди в водах северной части Дагестанского шельфа в 2024 г. осталась на уровне 0,55-0,68 ПДК (табл. 1.8).

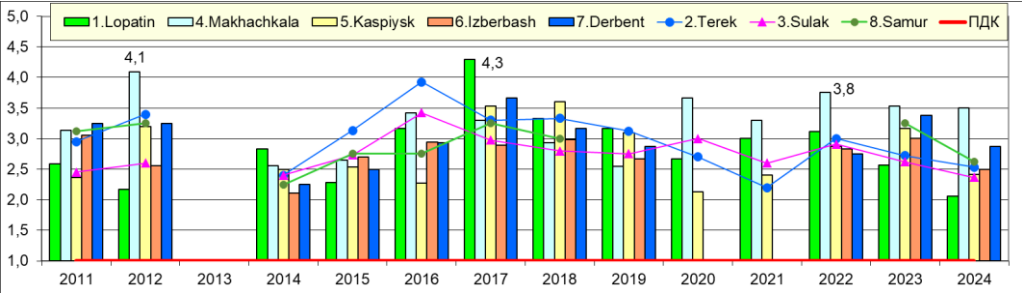


Рис. 1.9. Динамика средней концентрации фенолов (мкг/дм³) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2011-2024 гг.

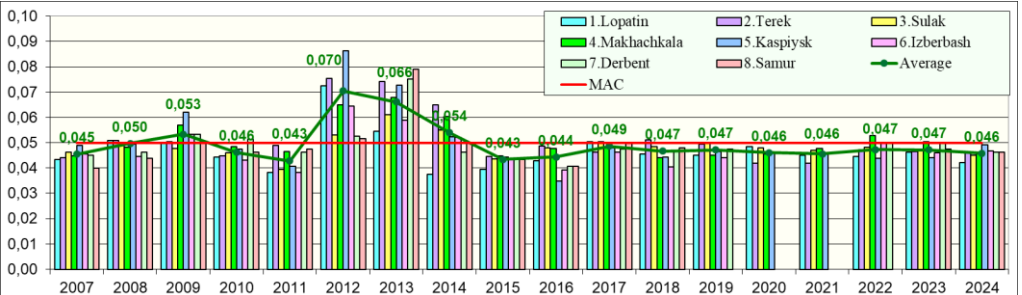


Рис. 1.10. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2007-2024 гг.

Таблица 1.8. Многолетняя динамика концентрация меди (в ПДК) в водах Северного Каспия и Дагестанского шельфа в 2018-2024 гг.

| Год | Районы | | | | | |
|------|---------|-------|---------------------|--|---|--|
| | Лопатин | Терек | Взморье р. Сулак | Центр Северного Каспия (разрез III) | Запад Северного Каспия (разрез IIIa) | Южная граница Северного Каспия (разрез IV) |
| 2018 | 0,52 | 0,44 | 0,30 | 1,18 | 0,80 | - |
| 2019 | 0,51 | 0,39 | 0,70 | 1,10 | 0,86 | - |
| 2020 | 0,74 | 0,77 | 0,73 | 0,62 | 0,76 | - |
| 2021 | 0,72 | 0,75 | 0,72 | - | - | - |
| 2022 | 0,71 | 0,55 | 0,58 | - | - | 0,51 |
| 2023 | 0,69 | 0,56 | 0,57 | - | - | 0,54 |
| 2024 | 0,68 | 0,59 | 0,55 | - | - | - |

Средняя концентрация растворенного **кислорода** изменялась вдоль Дагестанского побережья от 9,09 мгО₂/дм³ на взморье р. Самур до 9,85 мгО₂/дм³ у п. Избербаш.

Значения **ИЗВ** в 2024 г. изменялись вдоль Дагестанского побережья от 1,09-1,10 в районах Лопатино и Избербаш (класс III, умеренно-загрязненные воды) до 1,35-1,49 в районах Дербент и Махачкала (класс IV, загрязненные воды, табл. 1.9). В целом, начиная с 2022 г. отмечается некоторое уменьшение ИЗВ, наиболее интенсивное в районах п.п. Лопатино и Избербаш. (табл. 1.9, рис. 1.11). При этом фенолы по-прежнему играют главную роль как в пространственной, так и межгодовой изменчивости ИЗВ.

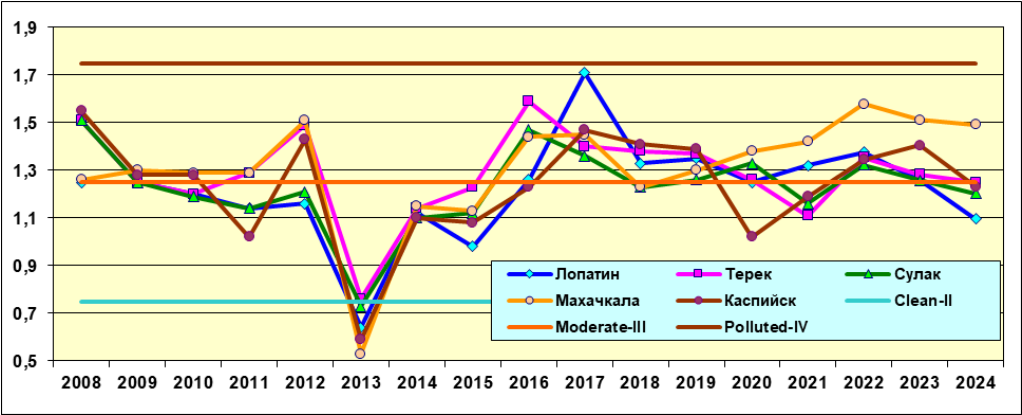


Рис. 1.11. Динамика ИЗВ на Дагестанском взморье 2008-2024 гг.

Таблица 1.9. Оценка качества морских вод Дагестанского побережья по ИЗВ в 2022-2024 гг.

| Район | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | | Среднее содержание ЗВ в 2024 г. (ПДК) |
|------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---|
| | ИЗВ | Класс | ИЗВ | Класс | ИЗВ | Класс | |
| Лопатин | 1,38 | IV | 1,25 | IV | 1,10 | III | Фенолы 2,06; NH4 0,85; НУ 0,84; O2 0,63 |
| Взморье р. Терек | 1,35 | IV | 1,28 | IV | 1,25 | IV | Фенолы 2,53; NH4 0,93; НУ 0,92; O2 0,62 |
| Взморье р. Сулак | 1,32 | IV | 1,26 | IV | 1,20 | III | Фенолы 2,37; NH4 0,92; НУ 0,9; O2 0,62 |
| Махачкала | 1,58 | IV | 1,51 | IV | 1,49 | IV | Фенолы 3,5; NH4 0,92; НУ 0,91; O2 0,64 |
| Каспийск | 1,35 | IV | 1,40 | IV | 1,23 | III | Фенолы 2,42; НУ 0,98; NH4 0,92; O2 0,61 |
| Избербаш | 1,36 | IV | 1,35 | IV | 1,09 | III | Фенолы 2,5; NH4 0,94; НУ 0,93; O2 0 |
| Дербент | 1,33 | IV | 1,46 | IV | 1,35 | IV | Фенолы 2,88; NH4 0,94; НУ 0,93; O2 0,65 |
| Взморье р. Самур | - | - | 1,42 | IV | 1,28 | IV | Фенолы 2,63; НУ 0,93; NH4 0,92; O2 0,66 |

Выводы

В 2024 г., связи с прекращением наблюдений за фенолами, вносящими по опыту предыдущих лет наибольший вклад в ИЗВ в Северном Каспии, приоритетными загрязняющими веществами на разрезах III и IIIa являлись нефтяные углеводороды (около 0,7 ПДК), СПАВ (около 0,4 ПДК) и фосфаты (около 0,4 ПДК). Сохранилась наметившаяся еще в 2015 г. тенденция к росту концентрации фосфатов – по сравнению с 2023 г. она увеличилась в среднем от 19,1 до 57,4 мкг/дм³ в западной (разрез IIIa) и с 15,5 до 56,3 мкг/дм³ в центральной (разрез III) частях акватории.

Качество вод по сравнению с 2023 г. в центральной части акватории осталось таким же (ИЗВ фактически не изменился), а в западной – немного ухудшилось (ИЗВ увеличился с 0,47 до 0,54) и вернулось на уровень 2022 г. При этом отсутствие данных о фенолах приводит к заведомо заниженным расчетным значениям ИЗВ, что не позволяет судить о классе качества вод.

На южной границе акватории Северного Каспия в 2024 г. концентрация нефтяных углеводороды (0,8 ПДК) и аммонийный азот (0,9 ПДК) оставались на уровне предыдущих лет, а фенолов немного увеличилась (с 1,9 до 2,32 ПДК). Соответственно, значение ИЗВ незначительно повысилось (с 1,04 в 2023 г. до 1,15 в 2024 г.), воды остались в классе «умеренно загрязненные».

На Дагестанском взморье режим загрязняющих веществ не изменился, приоритетными оставались фенолы (2,1-3,5 ПДК), аммонийный азот (около 0,9 ПДК), нефтяные углеводороды (чуть ниже 1 ПДК). Качество вод по ИЗВ изменялось вдоль Дагестанского побережья от умеренно-загрязненных в районах п.п. Лопатино и Избербаш до загрязненных (Дербент и Махачкала). В целом, начиная с 2022 г. отмечается некоторое уменьшение ИЗВ, наиболее интенсивное в районах п.п. Лопатино и Избербаш.

В целом, в 2024 г. какая-либо угроза эвтрофикации вод во всех рассмотренных районах Северного и Среднего Каспия отсутствовала.

Глава 2. АЗОВСКОЕ МОРЕ

Крутов А.Н., Долгова А.О., Коршенко А.Н., Хорошенькая Е.А., Сулименко Е.А., Галушко Л.М., Горбунова Е.В., Романовская О.В., Кравцова Е.Г., Воронова О.В., Алексеенко А.И., Мезенцева И.В., Дьяков Н.Н., Кирьянов В.С.

2.1. Общая характеристика

Азовское море относится к системе Средиземного моря Атлантического океана, в южной части соединяется с Черным морем через неглубокий Керченский пролив. Географическая граница Азовского моря ограничена между крайними точками: 47°17' с.ш. и 39°18' в.д. на северо-востоке в вершине Таганрогского залива, 35°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 (Азовское море, 1991, Ильин, 2009, Бюллетень, 2022, Геология, 1974).

Северо-восточная часть моря представляет собой обширный эстуарий р. Дон - мелководный и сильно распресненный Таганрогский залив, шириной в самой узкой и широкой частях соответственно 26 и 52 км, средней глубиной залива около 5 м, площадью 5240 км² и объемом вод 24,6 км³. К западу от залива северное побережье моря разделяется песчано-ракушечными косами на сеть заливов. Самыми обширными из них являются Бердянский и Обиточный, площадь которых составляет 0,73 и 1,89 тыс.км² соответственно при средней глубине 6–7 м. 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, отделяющая море от мелководного осолоненного залива Восточный Сиваш. Залив представляет собой ряд мелководных соленых водоемов, которые существенно различаются между собой по гидрологическому и гидрохимическому режиму и разделены большим числом островов и засух. Обычно его принято разделять на Западный и Восточный Сиваш площадью 1110 и 1433 км² соответственно. Площадь непосредственно водного зеркала залива Сиваш составляет примерно 89-91%, а остальная часть приходится на острова и засухи. Водообмен моря с заливом Сиваш играет незначительную роль в водном балансе Азовского моря. Основной поток осуществляется через Генический пролив, состоящий из двух рукавов Тонкий и Промойна. Рукав Тонкий 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. 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. На юго-востоке

моря расположен Темрюкский залив площадью 1,22 тыс.км² при средней глубине 9 м. Берега залива между городами Темрюк и 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 мысы, сложенные мшанковыми известняками, чередуются с крупными заливами и небольшими бухтами (Азовское море, 2006, Ильин, 2009, Дьяков 2015, Озера, 2023).

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 (Матишов, 2006, Мамыкина, 1980).

В Азовское море впадают две большие реки Дон (60% суммарного речного стока) и Кубань 31,7%) и 20 небольших рек 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. С 1952 г. зарегулирование стока Дона привело к безвозвратному изъятию большого объема пресной воды, что повлекло за собой существенную трансформацию гидрофизических, гидрохимических и биотических условий Азовского моря и Таганрогского залива. С 2007 г. по настоящее время отмечается маловодный период р. Дон, а с 2012 г. – реки Кубань. За период 1952-2019 гг. средняя многолетняя величина стока всех рек в море составила 35,4 км³/год, и по сравнению с условно-естественным периодом (1923-1951 гг.) уменьшилась на 6,7 км³ – величину, сопоставимую с объемом безвозвратного водопотребления. В целом на суммарный сток в море влияет совместное действие двух факторов – антропогенного и климатического. 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 (Азовское море, 1991, Ильин, 2009, Бюллетень, 2022, Бронфман, 1985, Симов, 2010).

Водообмен Азовского моря с Черным происходит через Керченский пролив. Географическими границами пролива являются линии со стороны

Азовского моря между мысами Хрони и Ахиллеон, а со стороны Черного моря – между мысами Такиль и Панагия. Длина пролива составляет 43 км, общая площадь пролива – 805 км², а объем воды в проливе – 4,56 км³. Наибольшие глубины в проливе наблюдаются в южной его части (средняя глубина – 9,4 м, максимальная – 17,0 м); в середине они немного меньше (между мысами Камыш-бурун и Еникале 3,5/7,4 м); в приазовском районе немного больше (6,7/10,5 м). Для западного побережья Керченского пролива характерны возвышенные и обрывистые мало изрезанные приглубые берега с Керченской и Камыш-Бурунской бухтами. Восточный берег невысокий и малоизрезанный, в него врзается обширный Таманский залив (площадь 313 км², глубины 3-5 м). Северная часть Таманского залива включает мелководный Динской залив с преобладающими глубинами 1-2 м (Черное море, 1991, Дьяков, 2020).

Азовское море расположено в южной части умеренного климатического пояса и его климат формируется под влиянием радиационного фактора и атмосферной циркуляции. Сезонные изменения погоды в Азовском регионе формируются под влиянием крупномасштабных синоптических процессов Сибирского антициклона в осенне-зимнее время, средиземноморских циклонов в весенний сезон и Азорского антициклона с маловетренной, сухой и теплой погодой в июле-августе. Зимой и осенью преобладают ветры северо-восточных и восточных направлений, которые могут усиливаться до штормовых, часто сопровождающихся резким похолоданием. Весной и летом ветры неустойчивы по скоростям и направлениям, характеризуются незначительными скоростями, возможен полный штиль. В июле среднемесячная температура воздуха по всему морю равна 23–25⁰С. За последний климатический период WMO (1991–2020 гг.) среднегодовая температура воздуха на побережье Азовского моря повысилась на 0,7–1,1⁰С. Потепление в бассейне Азовского моря отмечалось во все месяцы года за исключением ноября-декабря. Максимальные положительные аномалии среднемесячных величин температуры воздуха (1,1–2,0⁰С) отмечались в январе-марте, июне-августе и октябре. При этом существенных изменений в режиме осадков прибрежной зоны Азовского моря не произошло. Основными факторами сезонной и пространственной изменчивости температуры воды Азовского моря являются атмосферные термические условия, мелководность моря, циркуляция вод, тепловое влияние стока рек Дон и Кубань, водообмен с Черным морем и заливом Сиваш. За последний период WMO среднегодовая температура воды на побережье Азовского моря повысилась на 0,5–1,1⁰С, что близко к величинам повышения среднегодовой температуры воздуха (Ильин, 2009, Бюллетень, 2022).

Соленость Азовского моря формируется в результате смешения речных вод Дона и Кубани и соленых черноморских и сивашских вод, а также под влиянием составляющих водного баланса (осадков и испарения). Распределение солености Азовского моря характеризуется

наличием фронтальных зон в областях трансформации речных вод в приустьевых районах Дона и Кубани, а также в районах смешения азовских и черноморских вод. В Таганрогском заливе речной сток оказывает существенное влияние на соленость вод вследствие его мелководности (Крутов, 2016). Солевой обмен с заливом Восточный Сиваш незначителен и влияет на ограниченный по площади район моря вблизи пролива Генический. Центральная часть моря занята достаточно однородной по солености водой. Сезонный ход основных солеобразующих факторов (стока рек, испарения и водообмена через Керченский пролив) приводит к изменениям зон распространения трансформированных речных и черноморских вод, а также к изменению величин солености и положения границ центральной водной массы. Наибольшие горизонтальные градиенты солености до 10–11‰ наблюдаются в Таганрогском заливе во все сезоны года, что связано с наличием сильного опресняющего влияния реки Дон. Вертикальные градиенты солености на большей части акватории моря незначительные, в среднем они составляют 0,06–0,12‰/м. С 2007 г. по настоящее время наблюдается процесс осолонения Азовского моря, что прежде всего связано с маловодным периодом Дона и Кубани. В результате соленость Азовского моря достигла максимальных значений за весь исторический период наблюдений – до 14,5–15,5‰ для центрального и Прикерченского районов моря (Азовское море, 1991, Ильин, 2009, Бюллетень, 2022, Бронфман, 1985).

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

Азовское море бесприливное, но хорошо выражены связанные с атмосферными процессами продолжительностью от 2–3 до 15 суток неперiodические сгонно-нагонные колебания уровня. Эти колебания имеют вид сейши с одной проходящей примерно через центр моря узловой линией. Поэтому наименьшие колебания уровня наблюдаются вблизи этой линии 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 максимальная и достигает 609 см (Ильин, 2009).

В Азовском море ежегодно, даже в относительно мягкие зимы, преимущественно в северной части моря и в Таганрогском заливе появляется лед. Здесь наблюдается большое разнообразие форм плавучего льда, 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 (Ильин, 2009, Дьяков, 2016).

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 р. Дон орошаемых территорий дренажные и ливневые сточные воды, а также загрязнения от водного транспорта. В 2024 г. гидрохимические наблюдения проводились силами Донской устьевой станцией (ДУС). В акватории Таганрогского залива пробы отбирались на 7 станциях 20 и 28 мая, 4, 13 и 25 июня, 3, 15, 24 и 25 июля, 6, 13 и 27 августа, 3, 17, 23, 24 и 25 сентября, 3, 4, 23 и 24 октября с борта маломерного НИС «Росгидромет-10». Всего в акватории Таганрогского залива было отобрано 116 проб. В устьевой области р. Дон пробы отбирались с мотолодки «Русбот-47». Отбор проб производился на трех станциях в устьях рукавов Мёртвый Донец (9р), Переволока (12р) и Песчаный (13р) 19 апреля, 22 мая, 19 июля и 11 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 ИК-метода, растворенных в воде соединений ртути с применением атомно-абсорбционного метода и хлорорганических пестицидов методом газожидкостной хроматографии производилось в лаборатории Ростовского ЦГМС. Также был выполнен отбор 12 проб донных отложений для определения содержания нефтяных углеводородов. В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов и СПАВ используется единица мкг/дм^3 , абсолютного содержания кислорода и БПК₅ - $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$, нефтяных углеводородов мг/дм^3 . Предел обнаружения (DL) фосфора фосфатов P-PO_4 составлял 5,0; общего фосфора P_{total} 5,0; силикатов SiO_2 10; азота нитритов N-NO_2 0,5; азота нитратов N-NO_3 5,0; аммонийного азота N-NH_4 5,0 мкг/дм^3 ;

нефтяных углеводородов $0,01 \text{ мг/дм}^3$ (0,2 ПДК), СПАВ $10,0 \text{ мкг/дм}^3$, хлорорганических пестицидов (нг/дм^3): ДДТ 20,0; ДДЭ 5,0; γ -ГХЦГ (линдан) 2,0; α -ГХЦГ $2,0 \text{ нг/дм}^3$; ртути $0,01 \text{ мкг/дм}^3$.



Рис. 2.1. Станции отбора проб в устьевой области р. Дон в 2024 г.

2.2.1. Устьевая область реки Дон

В 2024 г. **соленость** речного стока в устьях рукавов р. Дон в отобранных 24 пробах в среднем составила 0,59‰ при этом она изменялась в пределах от 0,50‰ до 0,82‰ (рис. 2.2). Максимальное значение было зафиксировано 11 октября в устье рукава Песчаный. За последние тридцать лет соленость вод в устье реки систематически, почти линейно повышалась, увеличившись за это время на 0,12‰, т.е. по 0,02‰ каждые 5 лет. Хлорность варьировалась в пределах 0,143-0,331‰. Температура воды в период проведения наблюдений изменялась в диапазоне $15,0-31,1^{\circ}\text{C}$; максимальная зафиксированная температура превысила на $2,1^{\circ}\text{C}$ рекордную, зафиксированную в 2021 г., а среднегодовую за последние 10 лет ($19,3^{\circ}\text{C}$) на $1,4^{\circ}\text{C}$. Значения pH изменялись в пределах 8,00-8,99, среднегодовое составило 8,35 ед.рН; щелочность $2,900-5,596/4,259 \text{ мг-экв/дм}^3$. За период наблюдений выявлена достаточно хорошая корреляция между соленостью и хлорностью (к-т корреляции пятилеткам составил 0,7475) и щелочностью (к-т корреляции пятилеткам составил 0,6497), в то время как такой связи не удалось выявить между соленостью и показателем рН.

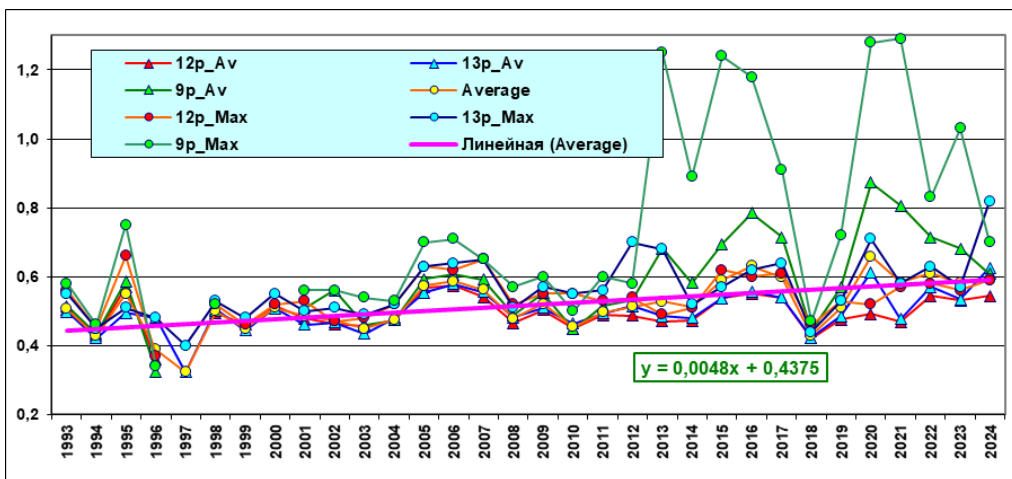


Рис. 2.2. Динамика среднегодового значения солености (‰) в эстуарных протоках реки Дон в 1993-2024 гг.

Биогенные элементы (мкг/дм^3). Концентрация ионов аммонийного азота в устьевых протоках р. Дон изменялась от 27,0 до 1013,3. Максимальное значение (2,60 ПДК) отмечено 19 июля в пробе, отобранной у дна в рукаве Песчаный (табл. 2.1). Такие высокие значения концентрации, превосходящие ПДК более чем в 2,5 раза отмечались только в 1993 г. и 2009 г. Среднегодовая величина 257,93 что 2,8 раза больше, чем в прошлом году. В водах восточной части залива и эстуарных протоках Дона с начала наблюдений до 2007 г. наблюдалось стабильное снижение среднегодовой концентрации ионов аммония со средней интенсивностью 115 за пять лет. Начиная с 2008 г. начался цикл увеличения концентрации с темпом 56 за пять лет достигнув максимума в 2019 г. (316). В настоящее время, наверное, преждевременно говорить о тенденции снижении среднегодовой концентрации, поскольку, как отмечено выше, она возросла по сравнению с прошлым годом. (рис. 2.3).

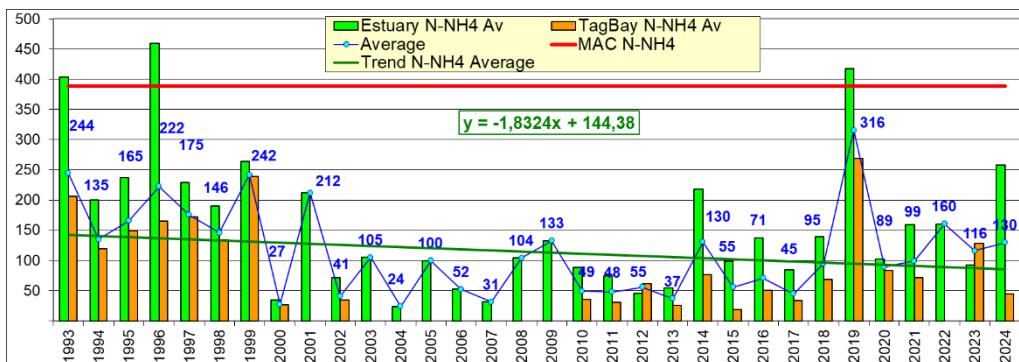


Рис. 2.3. Динамика среднегодовой концентрации аммонийного азота (мкг/дм^3) в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 1993-2024 гг.

Содержание нитритов варьировалось от 5,2 до 71,1 (2,96 ПДК), что 1,44 раза меньше, чем в прошлом году (102,4). Наибольшая концентрация была зафиксирована в устье рукава Песчаный 19 июля в поверхностном слое при температуре воды 28,5^оС и содержании растворенного кислорода 7,60 (99% насыщения). Среднегодовая концентрация составила 26,7 - на 11% больше ПДК, что в 2 раза меньше, чем в прошлом году. Концентрация нитритов имеет определенную корреляцию с температурой воды (к-т корреляции составляет не менее 0,50) и слабую обратную корреляцию с концентрацией растворенного кислорода (к-т корреляции составляет не менее 0,43).

В 2024 г. концентрация нитратов варьировалась в пределах 13,1 – 436,6. Среднегодовая составила 194,4, что на 47% больше прошлогоднего значения (132,6). Содержание фосфатов варьировалось от 21,5 до 138,6 (2,77ПДК), среднегодовая концентрация составила 70,06 (1,4 ПДК), что на 65% меньше прошлогоднего значения. Максимальная концентрация была зафиксирована в пробе, отобранной у дна 19 июля в устье рукава Переволока. Максимальное значения концентрации за все время наблюдений (400) было зафиксировано в рукаве Мертвый Донец 13 августа 2001 г. у дна. Средняя многолетняя концентрация за 25 лет составила 213,5. В устьевой области р. Дон концентрация общего фосфора в 2024 г. варьировалась в диапазоне от 42,7 до 251,4. Максимальная концентрация была зафиксирована в пробе, отобранной в устье рукава Песчаный у поверхности 11 октября. Среднегодовая концентрация составила 113,17, что меньше прошлогоднего значения (200,1). Максимальная концентрация силикатов (8944) была зафиксирована в пробе, отобранной в рукаве Переволока у дна 11 октября, минимальная концентрация (2660) отмечена в рукаве Песчаный 19 апреля. Среднегодовая концентрация силикатов составила 5389 мкг/дм³.

В водах устьевых протоков р. Дон концентрация **нефтяных углеводородов** варьировалась от 0,02 до 0,36 (7,20ПДК). Самая большая в этом году концентрация была зафиксирована в рукаве Мертвый Донец в пробе, отобранной у дна во второй половине апреля. Среднегодовая величина концентрации составила 0,101 (2,02 ПДК) (табл. 2.1). Всего было проанализировано 24 пробы, из них в 15 концентрация НУ превышала норматив. За последние 25 лет только в 85 (17%) пробах из 490 отобранных концентрация была меньше нормативной (рис. 2.4).

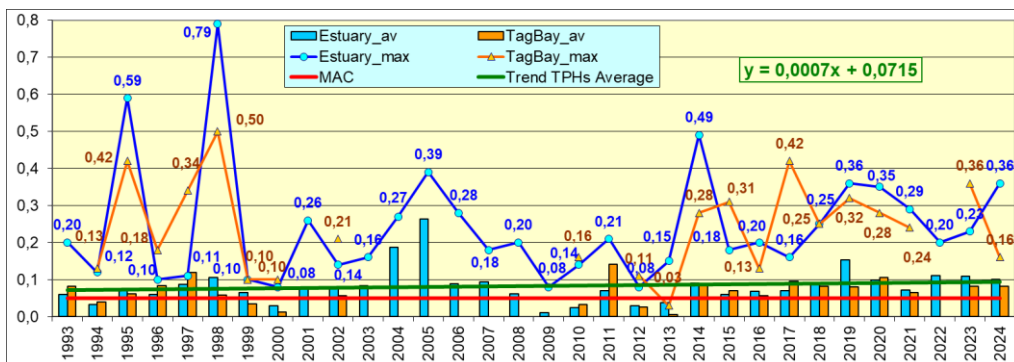


Рис. 2.4. Динамика среднегодовой и максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах устьевой области р. Дон в 1993-2024 гг.

Во всех 12 отобранных пробах в устьях рукавов дельты р. Дон воды была обнаружена растворенная **ртуть**. Содержание во всех пробах превышало норматив. Среднегодовая концентрация составила 0,0226 (2,26 ПДК). Максимальное содержание составило 0,048 (4,80 ПДК). Такая концентрация была зафиксирована в пробе, отобранной из поверхностного слоя рукава Мертвый Донец во второй половине июля. Концентрация СПАВ в устьях рукавов дельты р. Дон не превышала ПДК. Из отобранных 24 проб только в шести пробах концентрация превышала DL. Зафиксированная наибольшая концентрация составила 0,30 ПДК. Она была обнаружена в устье рукава Песчаный во второй половине мая у поверхности. Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ не обнаружены.

За последние 25 лет насыщение вод рукавов устьевой области р. Дон растворённым в воде **кислородом** было хорошим. А начиная с 2000 г., концентрация не опускалась ниже норматива. В 2024 г. концентрация варьировалась в пределах 6,76-10,96. Среднегодовая составила 9,02 мгО₂/дм³. Среднегодовое насыщение вод устьевой части р. Дон составило 101%, минимальное – 86%. В 2024 г. качество воды в устьевых протоках р. Дон по показателю ИЗВ ухудшилось по сравнению с предыдущими годами. Численное значение индекса загрязненности вод (ИЗВ=1,51), рассчитанного по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, нитритов и ртути, улучшилось по сравнению с прошлым годом (ИЗВ=1,66), что позволяет отнести воды рукавов дельты р. Дон по этому показателю к IV классу - «загрязненные» (табл. 2.2).

Таблица 2.1. Среднегодовая и максимальная концентрации загрязняющих веществ в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 2021-2024 гг.

| Ингредиент | 2022 г. | | 2024 г. | | 2024 г. | |
|----------------------------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| Устьевая область реки Дон | | | | | | |
| НУ | 0,111 | 2,23 | 0,110 | 2,19 | 0,101 | 2,02 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|
| | 0,20 | 4,00 | 0,230 | 4,60 | 0,360 | 7,20 |
| СПАВ | 4,9 | 0,05 | 6,7 | 0,07 | 4,7 | 0,05 |
| | 28,0 | 0,28 | 24,1 | 0,24 | 30,5 | 0,31 |
| Ртуть Hg | 0,0178 | 1,78 | 0,0170 | 1,70 | 0,0226 | 2,26 |
| | 0,032 | 3,20 | 0,029 | 2,90 | 0,048 | 4,80 |
| Азот аммонийный N-NH ₄ | 160 | 0,41 | 93 | 0,24 | 258 | 0,66 |
| | 323,8 | 0,83 | 262,3 | 0,67 | 1013 | 2,60 |
| Азот нитритный N-NO ₂ | 59,3 | 2,47 | 48,2 | 2,01 | 26,7 | 1,11 |
| | 143,4 | 5,98 | 102,4 | 4,27 | 71,1 | 2,96 |
| Фосфор фосфатов P-PO ₄ | 81,04 | 0,54 | 115,55 | 0,77 | 70,06 | 0,47 |
| | 124,9 | 0,83 | 260,6 | 1,74 | 138,6 | 0,92 |
| Растворенный кислород | 7,37 | | 8,32 | | 9,02 | |
| | 4,88 | 0,81 | 5,65 | 0,94 | 6,76 | |
| % насыщения | 81,0 | | 86,8 | | 100,8 | |
| | 51 | | 69 | | 86 | |
| Таганрогский залив | | | | | | |
| НУ | | | 0,082 | 1,65 | 0,08 | 1,64 |
| | | | 0,36 | 7,20 | 0,16 | 3,20 |
| СПАВ | | | 3,6 | 0,04 | 4,8 | 0,05 |
| | | | 26 | 0,26 | 23 | 0,23 |
| Ртуть Hg | | | 0,0163 | 1,63 | 0,0227 | 2,27 |
| | | | 0,026 | 2,60 | 0,049 | 4,90 |
| Азот аммонийный N-NH ₄ | | | 128 | 0,33 | 44 | 0,11 |
| | | | 716,5 | 1,84 | 323,6 | 0,83 |
| Нитритный азот N-NO ₂ | | | 8,89 | 0,37 | 8,8 | 0,37 |
| | | | 38,5 | 1,60 | 21,2 | 0,88 |
| Фосфор фосфатов P-PO ₄ | | | 13,24 | 0,09 | 20,34 | 0,14 |
| | | | 68,5 | 0,46 | 70,8 | 0,47 |
| Растворенный кислород | | | 10,51 | | 10,5 | |
| | | | 6,69 | | 6,02 | |
| % насыщения | | | 117,9 | | 115,7 | |
| | | | 83 | | 74 | |

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

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

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

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

Загрязнение донных отложений. С апреля по октябрь в устьевой области р. Дон было отобрано 12 проб донных отложений. В отобранных пробах определялась концентрация нефтяных углеводородов. Она изменялась от 250 до 540 мкг/г (5,0-10,8 ДК). Наибольшая концентрация зафиксирована во второй декаде апреля в устье рукава Мертвый Донец. Среднегодовое содержание НУ составило 348 (6,96 ДК), что превышает прошлогоднее значение 169 мкг/г (3,4 ДК) более чем в два раза

2.2.2. Таганрогский залив

В 2024 г. наблюдения за состоянием вод Таганрогского залива производились в период с мая по октябрь. Температура вод залива в этот период изменялась от 10,2-29,6⁰С. Средняя за год составила 20,70⁰С. По сравнению с прошлым годом среднегодовая температура повысилась на 0,11⁰С. Наиболее существенное повышение температуры вод произошло за период с 2015 по 2019 гг. Средняя за пятилетие температура повысилась на 1,8⁰С, а за следующий пятилетний период с 2020г. по 2024г. средняя за пятилетие температура понизилась на 0,22⁰С. Соленость вод залива, определенная по 112 пробам, изменялась в диапазоне 0,45-12,11‰. Средняя за год составила 7,44‰, что более чем в 4 раза превосходит прошлогоднюю (1,71‰). Хлорность изменялась в диапазоне 0,109-4,95‰, средняя составила 2,718‰. Щелочность варьировалась от 2,686 мг-экв/дм³ до 3,713 мг-экв/дм³, а среднегодовая составила 3,390 мг-экв/дм³. Значения рН изменялись в диапазоне 7,69-9,51 ед.рН, среднегодовая величина 8,45 была ниже прошлогодней (8,68) и средней многолетней (8,75) за последние десять лет.

Биогенные элементы (мкг/дм³). Содержание фосфора фосфатов в проанализированных 92 пробах воды изменялось от 5,4 до 121,0 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация составила 29,38 (0,59ПДК), что в 2,22 раза больше прошлогодней концентрации 13,24 (0,26 ПДК). Максимальная концентрация составила 2,42 ПДК и была зафиксирована на ст. №3 у поверхности в третьей декаде августа. Содержание общего фосфора изменялось в диапазоне 18,0-183,0. Среднегодовая концентрация составила 50,83. Концентрация аммонийного азота варьировалась в пределах от 14,06 до 1407 (3,61 ПДК), что в два раза больше, чем в прошлом году (716,5 - 1,84 ПДК). Среднегодовая концентраций составила 333,38, что в 2,6 раза больше, чем в прошлом году и (128,14) и больше среднего многолетнего за последние 10 лет (76,51). Концентрация нитритов в водах залива варьировалась в пределах 2,2-70,0. Среднегодовая концентрация составила 14,66, что близко к среднему за последние 10 лет (14,08) (рис. 2.5). Концентрация нитратов изменялась 11,0 до 123,4, что близко к диапазону прошлого года (6,8-137). Средняя за год концентрация составила 34,28, что в два раза больше прошлогоднего (17,32). Максимальное значение зафиксировано в середине октября на ст. №2 на поверхности. Концентрация силикатов варьировалась в диапазоне

630-8758 мкг/дм³.
4172,18 мкг/дм³.

Среднегодовая концентрация составила

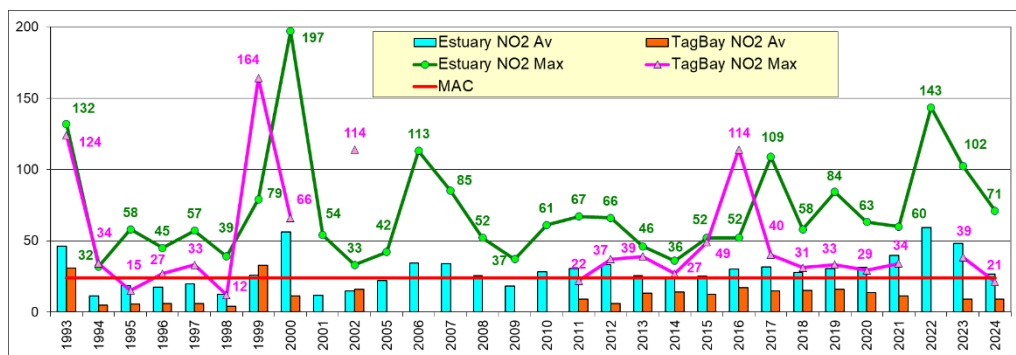


Рис. 2.5. Динамика средней и максимальной концентрации нитритного азота (мкг/дм³) в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 1993-2024 гг.

Концентрация **нефтяных углеводородов**, в 2024 г. изменялась от 0,016 до 0,16 (3,20 ПДК); среднегодовая составила 0,0594 (1,19 ПДК). В 2024 г. в 31 пробе из 61 отобранных концентрация НУ превысила норматив (рис. 2.6).

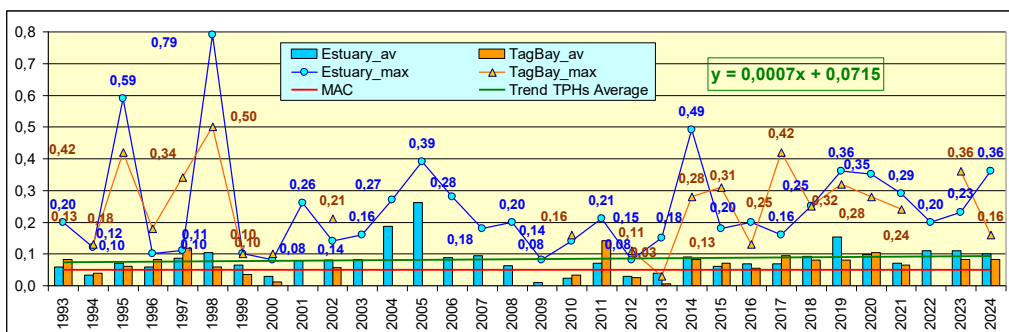


Рис. 2.6. Многолетняя динамика максимальной и средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах восточной части Таганрогского залива в период 1993-2024 гг.

Содержание **СПАВ** в водах залива изменялась от предела обнаружения применяемого метода до 23 мкг/дм³ (0,23 ПДК). Среднегодовая концентрация составила 4,83 (0,05 ПДК). Концентрация растворенной ртути изменялась от предела обнаружения применяемого метода до 0,049 (4,90 ПДК). Средняя за год составила 0,023 (2,3 ПДК). Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ в отобранных пробах воды обнаружены не были.

Содержание растворенного **кислорода** в водах залива в течение всего года было достаточно хорошим. Ни в одной из отобранных проб концентрация не была ниже норматива и изменялась от 6,02 мгО₂/дм³ до 13,45 мгО₂/дм³, а среднегодовая составила 9,77 мгО₂/дм³, что несколько

хуже, чем в прошлом году ($10,51 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$). Процентное содержание растворенного в воде кислорода варьировалось в диапазоне 74% - 174%. Среднегодовая величина составила 113,5%, что близко к средним многолетним значениям. Расчет значения индекса загрязненности (ИЗВ) производился по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, ртути и нитритам, параметрам, внесшим наибольший вклад в загрязнение вод. Воды Таганрогского залива по численному значению индекса ИЗВ (1,22) в 2024 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 2021–2024 гг.

| Район | 2022 г. | | 2024 г. | | 2024 г. | | Среднее содержание ЗВ в 2024 г. (в ПДК) |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| Устье р. Дон | 1,82 | V | 1,66 | V | 1,51 | IV | Hg 2,26; HУ 2,02; NO ₂ 1,11; O ₂ 0,67 |
| Таганрогский залив | - | - | 1,06 | III | 1,22 | III | Hg 2,27; HУ 1,64; NO ₂ 0,37; O ₂ 0,57 |

Выводы

Сравнение результатов измерений температуры, результатов анализов содержания растворенного кислорода, нефтепродуктов и нитритов в устьях каждого из рукавов р. Дон за последние 20 лет показали, что разница между результатами пренебрежима мала. Таким образом, осредненные результаты измерений и анализов по трем рукавам с достаточной достоверностью отражают качество речного стока по этим показателям.

Среднегодовая соленость речного стока в устьях рукавов реки Дон составила 0,59‰ и изменялась в пределах от 0,50‰ до 0,82‰. Концентрация нефтяных углеводородов варьировалась от 0,02 мкг/дм³ до 0,36 мкг/дм³ (7,20 ПДК). Самая большая концентрация была зафиксирована в рукаве Мертвый Донец. Среднегодовая величина концентрации составила 0,101 мкг/дм³ (2,02ПДК). В донных отложениях среднегодовая концентрация составила 348 (6,96 ДК). Содержание СПАВ в целом было несущественным. Во всех пробах воды отобранных в устьях рукавов дельты р. Дон была обнаружена растворенная ртуть. Содержание во всех пробах превышало норматив. Среднегодовая концентрация составила 0,0226 мкг/дм³ (2,26 ПДК). Максимальное содержание составило 0,048 (4,80 ПДК). Концентрация ионов аммонийного азота в устьевых протоках р. Дон изменялась от 27,0 мкг/дм³ до 1013,3 мкг/дм³. Максимальное зафиксированное значение превысило ПДК в 2,6 раза. Содержание нитритов в водах устьевой области р. Дон варьировалось от 5,2 мкг/дм³ до 71,1 мкг/дм³ (2,96 ПДК); средняя 26,7 мкг/дм³; нитратов 13,1–436,6/194,4 мкг/дм³. Концентрация фосфатов 21,5-138,6/

70,06 мкг/дм³ (1,40 ПДК); общего фосфора 42,7-251,4/113,17 мкг/дм³. В водах рукавов устьевой области р. Дон концентрация растворённого в воде кислорода изменялась в пределах 6,76-10,96, в среднем 9,02 мгО₂/дм³. Минимальное содержание было ниже норматива на 14%. Среднее процентное содержание растворенного кислорода составило 101% насыщения. Оценка загрязненности вод устьевых протоков р. Дон была выполнена по ИЗВ, рассчитанному по приоритетным загрязняющим веществам (нефтяные углеводороды, ртуть и нитриты). Численное значение ИЗВ в 2024 г. и составило 1,51, что позволило отнести воды устьевой области р. Дон к IV классу - «загрязненные».

В течение года соленость вод **Таганрогского залива** варьировалась в пределах 0,45‰-12,11‰, а средняя за год составила 7,44‰. Содержание НУ изменялось от 0,016 мкг/дм³ до 0,16 мкг/дм³ (3,20 ПДК); среднегодовая составила 0,0594 мкг/дм³ (1,19 ПДК). Концентрация растворенной изменялась от предела обнаружения применяемого метода до 0,049 (4,90 ПДК), а среднегодовая составила 0,023 мкг/дм³ (2,3 ПДК). Содержание СПАВ в водах залива изменялась от предела обнаружения применяемого метода до 23 мкг/дм³ (0,23 ПДК). Среднегодовая концентрация составила 4,83 мкг/дм³ (0,05 ПДК). Пестициды обнаружены не были. Содержание фосфора фосфатов изменялось от 5,4 мкг/дм³ до 121,0 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация составила 29,38 (0,59 ПДК), что в 2,22 раза больше прошлогодней концентрации. Среднегодовая концентрация общего фосфора составила 35,74 мкг/дм³. Содержание аммонийного азота варьировалось в пределах от 14,06 мкг/дм³ до 1407 мкг/дм³ (3,61ПДК), а среднегодовая концентрация составила 128 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация нитритов составила 14,66 мкг/дм³; нитратов 34,28 мкг/дм³. Содержание силикатов изменялось от 630 мкг/дм³ до 8758, среднегодовая составила 4172 мкг/дм³. Расчет значения индекса загрязненности производился по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, ртути и нитритам, параметрам, внесшим наибольший вклад в загрязнение вод Таганрогского залива. Полученное значение ИЗВ (1,22) позволило отнести воды Таганрогского к категории «умеренно загрязненные».

2.3. Устьевое взморье и дельта реки Кубань

2.3.1. Система мониторинга устьевое взморья р. Кубань

Наблюдения за уровнем загрязнения и гидрохимическим состоянием вод Темрюкского залива в 2024 г. выполнялись силами Устьевой гидрометеорологической станции Кубанская (ГМС «У Кубанская», г. Темрюк). В канале порта Темрюк наблюдения проводились на одной станции (ст.№1, глубина 5 м) с двух горизонтов круглый год ежедекадно. В Темрюкском заливе пробы были отбирались устьевой области рукавов р. Кубань (ст.№2, 4, 10, 12, 15, 16, 18), а также в протоках гирл лиманов (ст.№8у, 9у, 10у, 11у, 17у, 18у), на взморье рукава Протока (ст.№29, 31) и Петрушин рукав (ст.№бу), а также у пос. Ачуево (рукав Протока,

ст.№5у). Пробы отбирались в апреле, июне, августе и октябре; всего на 18 станциях с глубинами 2-11 м (рис. 2.7). В Темрюкском заливе съемка выполнялась с помощью НИС «Росгидромет-17», а в устьевой области р. Кубань отбор производился с помощью моторной лодки «Русбот». На месте отбора проб определялась величина водородного показателя (рН) и концентрация растворенного кислорода, одновременно производилась фиксация проб для проведения в дальнейшем анализов на содержание аммонийного азот и ртути, а также экстракция нефтепродуктов четыреххлористым углеродом и пестицидов гексаном. Всего в 2024 г. было отобрано и проанализировано 188 проб и выполнено 3761 анализа, включая 94 определения концентрации сероводорода. Гидрохимические анализы, а также определение концентрации биогенных элементов и загрязняющих веществ выполнялись в Лаборатории мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ) ГМС «У Кубанская». Анализы производились в соответствии с «Руководством по химическому анализу морских вод» (РД 243) и новым утвержденным методикам: РД 52.10.736-745-2010; РД 52.10.772-2013, РД 52.10.779-2013 и РД 52.10.805-807.2013. В пресных водах дельты Кубани определение концентрации веществ выполнялось согласно РД 52.24-95, 2005, 2006, разработанным ГХИ и «Руководству по химическому анализу поверхностных вод суши», Л., Гидрометеиздат, 1977 г. Определение содержания хлорорганических пестицидов (группы ДДТ и ГХЦГ), а также растворенной ртути в отобранных пробах воды производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды. Концентрация нефтяных углеводородов определялась с применением ИК-метода; растворенных в воде соединений ртути - с применением атомно-абсорбционного метода; хлорорганических пестицидов - методом газожидкостной хроматографии в лаборатории Ростовского ЦГМС. В тексте и таблицах в качестве единиц измерения для концентрации биогенных элементов и СПАВ используется мкг/дм^3 , абсолютного содержания кислорода и БПК₅ - $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, нефтяных углеводородов - мг/дм^3 . Предел обнаружения (DL) биогенных элементов (мкг/дм^3): фосфора фосфатов P-PO_4 5,0, общего фосфора P_{total} 5,0, силикатов SiO_2 10, азота нитритов N-NO_2 0,5, азота нитратов N-NO_3 5,0, аммонийного азота N-NH_4 20,0; нефтяных углеводородов 0,02 мг/дм^3 (0,4 ПДК), АСПАВ 100,0 мкг/дм^3 (1,0 ПДК); БПК₅ 1,00 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$; взвешенные вещества 2,5 мг/дм^3 ; хлорорганических пестицидов (нг/дм^3): ДДТ 20,0; ДДЭ 5,0; γ -ГХЦГ (линдан) и α -ГХЦГ 2,0; ртути 0,01 мкг/дм^3 (1,0 ПДК).

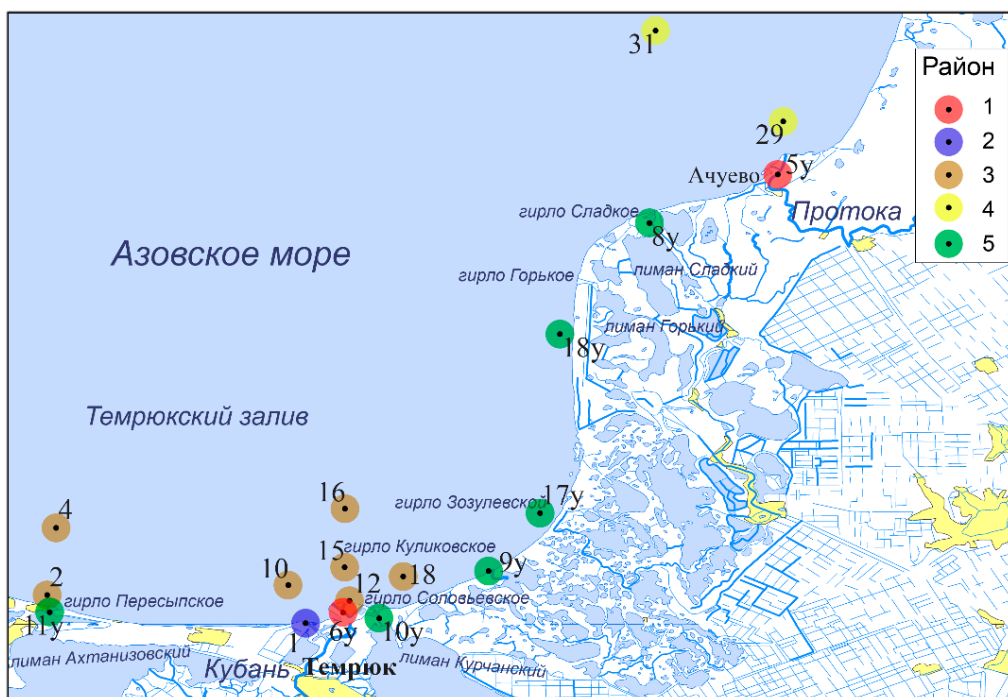


Рис. 2.7. Станции отбора проб в Темрюкском заливе, в устьевой области и дельте р. Кубань в 2024 г. Районы: 1 - дельта Кубани; 2 - порт Темрюк; 3 - взморье Кубани; 4 - взморье Протоки; 5 - протоки лиманов.

2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива

Низовья дельты реки Кубань – район 1. Всего на двух станциях в дельте было отобрано 12 проб. Температура воды изменялась в пределах 15,3-27,4⁰С. Среднегодовая температура за последние 10 лет повысилась на 2,26⁰С, а по сравнению с прошлым годом на 3,33⁰С. Соленость в устьях обоих рукавов Кубани, как и в прошлом году, изменялась слабо, в диапазоне 0,23-0,29‰. Среднегодовая составила 0,31‰. Невысокое значение солености, скорее всего, связано с преобладающим стоком пресных вод р. Кубань по сравнению с потенциальным заток морских вод в дельту. Тем не менее, за последние два десятилетия динамика среднегодовой солености вод всего района Темрюкского залива демонстрирует постепенное повышение солености за исключением дельты реки и устьев лиманов (рис. 2.8).

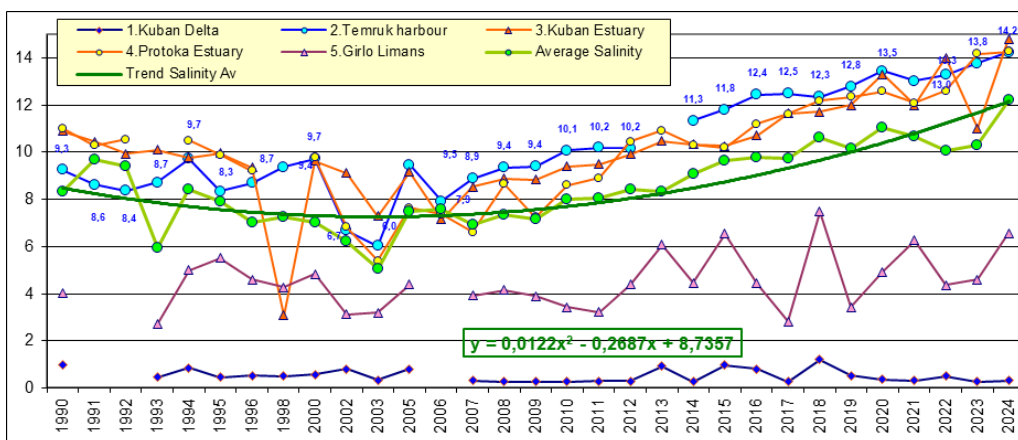


Рис. 2.8. Динамика среднегодовой солёности (‰) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

Наибольшее значение хлорности в рукавах р. Кубань составило 0,29‰ при средней за период наблюдений 0,19‰. Характеризующий кислотность вод водородный показатель изменялся в пределах 7,89-8,38, составив в среднем 8,18 ед.рН; щёлочность 1,886-2,657/2,131 мг-экв/дм³.

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 2024 г.

| Район | T°C | S ‰ | O ₂ * мг/дм ³ | O ₂ %* | pH | PO ₄ | Робщ | NO ₂ | NO ₃ | NH ₄ | Нообщ | Si |
|---|------|-------|--|-------------------|------|-----------------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|------|
| 1. Низовья дельты реки Кубань (устьевая область) – район 1 (ст. 5у, 6у) | 21,4 | 0,31 | 8,58 | 97 | 8,41 | 31,6 | 57,7 | 48,1 | 631 | 161 | | 2308 |
| | 27,4 | 0,35 | 6,98 | 89 | 8,54 | 46,2 | 79 | 71,2 | 941 | 197 | | 2609 |
| 2. Порт Темрюк – район 2 (ст. 1) | 14,7 | 14,24 | 9,28 | 97 | 8,20 | 30,5 | 52,3 | 17,7 | 145 | 187 | 815 | 1463 |
| | 28 | 15,76 | 4,07 | 55 | 8,63 | 39,8 | 76,5 | 30 | 220 | 257 | 1199 | 2021 |
| 3. Взморье реки Кубань – район 3 (ст. 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) | 20,6 | 14,81 | 8,96 | 108 | 8,23 | 3,7 | 12,1 | 15,4 | 36 | 136 | 401 | 810 |
| | 28,6 | 17,86 | 5,84 | 81 | 8,34 | 11,4 | 22,1 | 27,8 | 87,5 | 171 | 503 | 1120 |
| 4. Взморье рукава Протока – район 4 (ст. 29,31) | 20,6 | 14,27 | 8,72 | 105 | 8,25 | 1,5 | 10,1 | 15,2 | 38 | 129 | 380 | 798 |
| | 28,5 | 15,76 | 5,93 | 81 | 8,33 | 7,8 | 18,6 | 30,1 | 77,6 | 157 | 487 | 1082 |
| 5. Гирла лиманов – район 5 (ст. 8у, 9у, 10у, 11у, 17у, 18у) | 21,4 | 6,56 | 8,37 | 98 | 8,48 | 5,5 | 15,6 | 17,0 | 185 | 160 | | 1498 |
| | 28,8 | 14,87 | 6,25 | 83 | 8,7 | 18,4 | 31,5 | 35,6 | 326 | 198 | | 2492 |

* средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода в $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$ и % насыщения.

Биогенные вещества ($\text{мкг}/\text{дм}^3$). 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. Среднегодовая концентрация в устьях обоих рукавов составила 158 (0,41 ПДК для пресных вод). За весь период наблюдений максимальная концентрация аммонийного азота показывала практически синхронную и значительную межгодовую изменчивость во всех выделенных районах акватории залива (рис. 2.9). За период с 2000 г. здесь можно выделить три года с уровнем содержания аммония выше ПДК (2010, 2012 и 2014 гг.). Среднегодовое содержание других биогенных элементов было в пределах естественных межгодовых колебаний: нитритов 1,62 ПДК; нитратов 0,06 ПДК; фосфатов 0,70 ПДК (табл. 2.3).

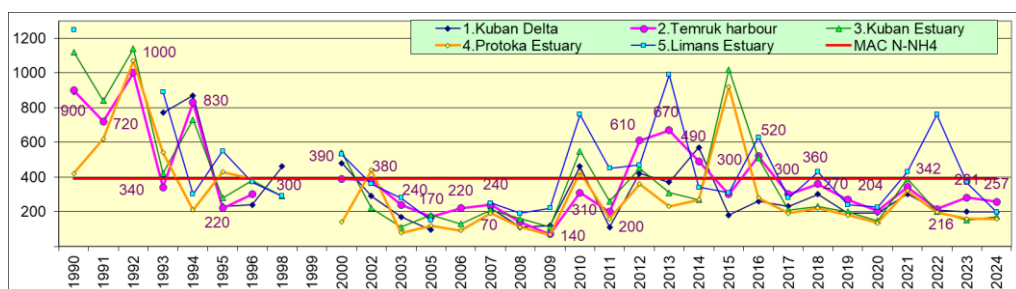


Рис. 2.9. Динамика максимальной концентрации аммонийного азота ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

Концентрация нефтяных углеводородов на обеих станциях изменялась в диапазоне 0,033-0,076 (1,52 ПДК), зафиксированной в поверхностном слое в Петрушином рукаве в начале августа (рис. 2.10). Средняя годовая концентрация в обоих рукавах составила 0,058 $\text{мг}/\text{дм}^3$ (1,15 ПДК). Во всех отобранных пробах концентрация СПАВ, хлорорганических пестицидов γ -ГХЦГ и ДДТ, а также их изомеров и метаболитов была ниже предела обнаружения.

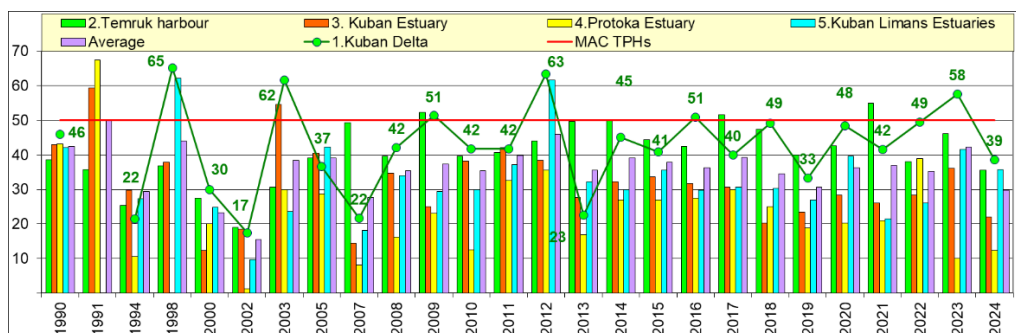


Рис. 2.10. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мкг/дм³) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

Насыщение речных вод растворенным кислородом в обоих рукавах не опускалось ниже 7,19 мгО₂/дм³ (89% насыщения), зафиксированного в Петрушином рукаве в начале августа в поверхностном слое. Среднегодовая концентрация в Петрушином рукаве составила 9,37, в Протоке - 9,55 мгО₂/дм³. Сероводород в пробах обнаружен не был. По ИЗВ (1,03), определенном по концентрации нитритов, НУ, фосфатов и растворенного кислорода, 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 72 проб осуществлялся на станции в середине входного канала порта напротив затона Чирчик ежемесячно с января по декабрь. Температура, соленость, рН, растворенный кислород и нефтяные углеводороды фиксировали ежедекадно, а щелочность 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). Соленость воды в канале порта изменялась от 11,66‰ до 15,76‰; среднегодовая составила 13,77‰. Температура воды изменялась от 0,30⁰С в начале января до 27,5⁰С в начале августа. Хлорность была в диапазоне 6,38-8,67‰, среднегодовая составила 7,55‰; щелочность 1,879-2,599/2,338 мг-экв/дм³; водородный показатель 7,80-8,45/8,17 ед.рН.

Биогенные вещества (мкг/дм³). 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 5,60-23,10/13,19 (максимум составил 0,96 ПДК и был отмечен в начале августа в поверхностном слое); нитратов 12,8-197/106,7 (0,01 ПДК); общего азота 373-1171/653. За время наблюдений с 1990 по 2024 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 обнаружения до 34,9 (0,70 ПДК для мезотрофных водоемов). Максимальное значение было отмечено в середине декабря у дна; средняя за год составила 12,4 (0,25 ПДК). Содержание общего фосфора изменялось в диапазоне 5,9-55,7, а среднее составило 27,2. Концентрация силикатов изменялась от 601 в середине января до 1459 в середине декабря; среднегодовая составила 821 мкг/дм³.

В двух из 72 отобранных в течение года проб воды концентрация НУ была ниже предела обнаружения, а в 29 она превышала ПДК.

Максимальное значение составило 2,20 ПДК и было отмечено в середине июля в придонном слое (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. Содержание СПАВ во всех 24 проанализированных пробах было 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 начиная с 2000 г. 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 концентрация растворенной ртути была ниже предела обнаружения применяемого метода. Максимальная концентрация составила 0,029 мкг/дм³ или 0,29 ПДК, а среднегодовая – 0,11 ПДК (рис. 2.11).

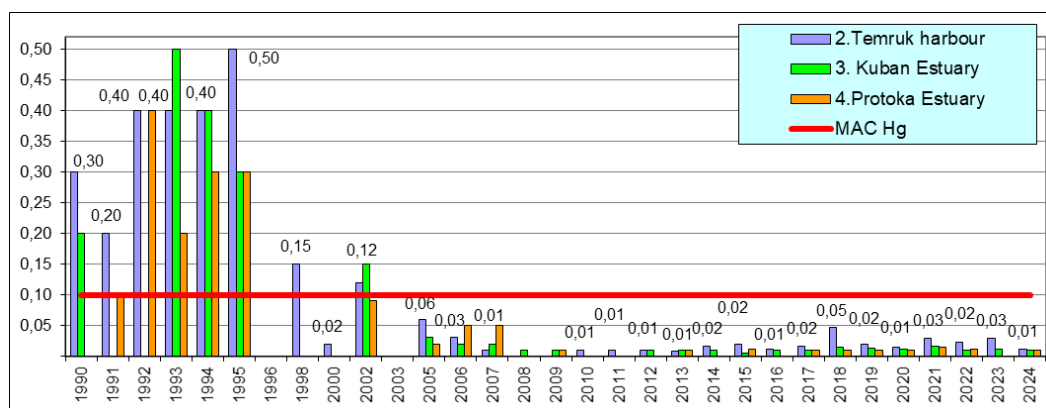


Рис. 2.11. Динамика среднегодовой концентрации ртути (мкг/дм³) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

В трех пробах в начале и середине августа при температуре воздуха 27,5⁰С и 25,2⁰С концентрация растворенного в воде кислорода была ниже норматива. Минимум (5,53 мгО₂/дм³) зафиксирован у дна; среднегодовая составила 9,58 мгО₂/дм³. В течение года насыщение вод растворенным кислородом менялось в диапазоне 72-125%. В 2024 г. воды канала порта Темрюк по ИЗВ (0,63), рассчитанному по средней концентрации нефтяных углеводородов, нитритов, ионов аммония 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 2024 г. наблюдения проводились на 7 станциях только в апреле и июне. Температура воды на взморье

изменялась за время наблюдений в интервале 9,0-23,5⁰С. Соленость вод 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 и в 2 км от приемного буя п. Темрюк как в придонном слое на глубине 7 м, 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.рН, щелочность 2,054-2,322 мг-экв/дм³.

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 варьировала в диапазоне 1,1-26,6, среднегодовая составила 9,9 (0,31 ПДК; нитратов 59-424/134,0; общего азота 461-1300/681,5. Концентрация фосфора фосфатов в течение года изменялась от 1,80 до 41,70/13,3; максимум (0,83 ПДК) был зафиксирован на ст.№4 в море, в 7,0 км напротив гирла Пересыпское у дна на глубине 11 м в конце апреля. Содержание общего фосфора в водах взморья Кубани была в диапазоне 16,2-48,2/26,0; силикатов 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 (2,0 ПДК). Наибольшее значение было зарегистрировано в конце июня в море в 600 м от устья рукава Средний. Среднегодовая концентрация составила 0,036 (0,72 ПДК). Эта 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).

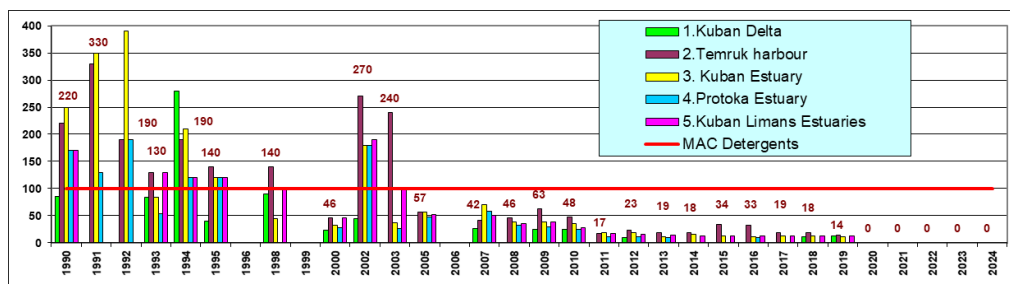


Рис. 2.12. Динамика максимальной концентрации СПАВ (мкг/дм³) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

Концентрация растворенного кислорода изменялась от 8,02 до 11,53; среднегодовая составила 9,3 мгО₂/дм³. Насыщение кислородом

изменялось в пределах 93-114%. Сероводород в 28 проанализированных пробах не был обнаружен. Расчет ИЗВ был выполнен по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, нитритов, аммонийного азота и растворенного кислорода. По индексу загрязненности ИЗВ (0,53) воды взморья Кубани в 2024 г. относится ко II классу, «чистые» (табл. 2.4). В последнее время качество вод остается стабильным на прежнем уровне.

Взморье рукава Протока – район 4. В 2024 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. Температура воды во время исследований изменялась в диапазоне 9,30-23,40°C. 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 была в диапазоне 5,35-8,96/7,78‰; водородный показатель 8,06-8,34/8,18 ед.рН; щелочность 1,910-2,189/2,110 мг-экв/дм³.

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. Средняя составила 144,8 и практически равнялась среднегодовой за последние 5 лет – 142,0 мг/дм³. Содержание нитритов изменялось в пределах 2,0-7,4/4,6 (0,19 ПДК), средняя за последние 5 лет – 6,28; нитратов 70,0-160/94,0, что в 1,6 раза ниже среднегодовой за последние 5 лет (146,0); общего азота 501-600. Концентрация фосфатов изменялась от пределов обнаружения в одной пробе до 7,3; средняя 0,08 ПДК. На фоне межгодовых флуктуаций постоянного тренда концентрации фосфатов не наблюдается (рис. 2.13).

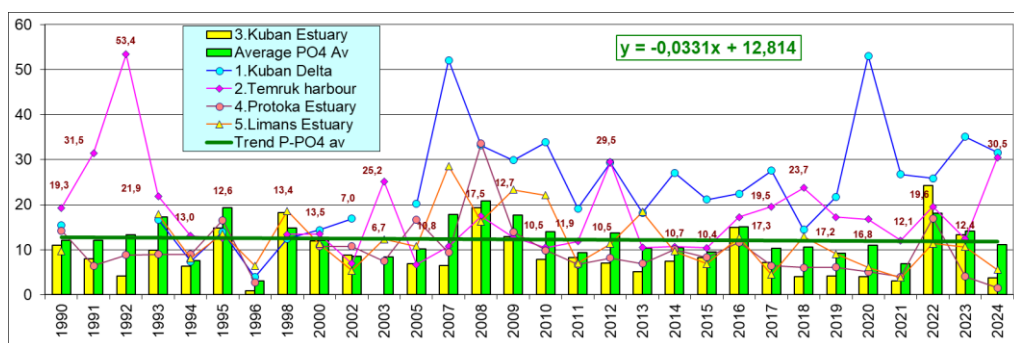


Рис. 2.13. Динамика среднегодовой концентрации фосфатов P-PO₄ (мкг/дм³) в водах дельты Кубани и Темрюкского залива.

Содержание общего фосфора изменялось в пределах 18,0-23,5 при среднем за год 20,4 и среднем за последние 5 лет – 18,8. Концентрация кремния была в диапазоне 389-1984/687 (средняя за пятилетку 845 мкг/дм³), максимум отмечен в конце июня в поверхностном слое в 4,4 км от устья рукава Протока. 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 водами 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 2024 г. изменялось в диапазоне 8,53-11,19, составив в среднем 9,73 мгО₂/дм³. Насыщение вод кислородом было в узком диапазоне 102-110%. Сероводород на взморье Протоки в отобранных в сентябре пробах обнаружен не был. По индексу загрязненности вод ИЗВ (0,34), рассчитанному по среднегодовым значениям концентрации нефтяных углеводородов, аммонийного азота, нитритов и кислорода, воды взморья рукава Протока в Темрюкском заливе относились ко II классу качества вод («чистые»). Значение индекса снизилось по сравнению с прошлым годом почти в два раза в основном за счет существенного уменьшения содержания нефтяных углеводородов.

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‰. Средняя за год соленость составила 4,59‰, что близко к значению за последние 5 лет (4,71‰). Хлорность вод в устьевой области р. Кубань изменялась в диапазоне 0,02-7,65/2,46‰, средняя за последние 5 лет - 2,54‰. Соленость и хлорность в значительной степени зависят от объема стока р. Кубань и от метеорологических характеристик во время отбора проб. Температура воды в гирлах лиманов изменялась от 8,6⁰С в апреле до 28,6⁰С в августе. Средняя за год температура воды составила 18,48⁰С, что на 0,20⁰С меньше средней за последние 10 лет. Водородный показатель изменялся в пределах 7,62-8,71, средняя за год величина составила 8,28 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/дм³).

Биогенные вещества (мкг/дм³). Концентрация аммонийного азота в устьевой области р. Кубань была в диапазоне 94,4-366,0 среднегодовая (0,49 ПДК) была немного меньше прошлогодней (0,57 ПДК). Содержание нитритов изменялось от 4,8 до 30,3 (1,26 ПДК), среднегодовая концентрация составила 14,3. Концентрация нитратов варьировала в пределах 12,4-592,0 при средней за год 232,2, что ниже средней (280) за все время наблюдений с 1990 г. Концентрация фосфатов изменялась от аналитического нуля в пяти пробах до 105,0 (2,10 ПДК); средняя за год составила 10,6 (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 варьировало в диапазоне 5,0-130,0; среднее значение составило 22,3 что на 15% больше прошлогоднего (19,2). Содержание кремния изменялось в пределах 138-3313; среднегодовое значение составило 1192,7, что на 19% меньше прошлогоднего (1473 мкг/дм³).

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 мгО₂/дм³. Относительное насыщение вод кислородом изменялось в пределах 80-130%, а среднее составило 99,6%. Наличие сероводорода в 16 поверхностных и придонных пробах июня и августа не обнаружено. В 2024 г. по ИЗВ (0,65) воды гирл лиманов относились ко II классу качества, «чистые». Расчет выполнен по средней концентрации нефтяных углеводородов, нитритов, ионов аммония 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 2021-2024 гг.

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|---|-----------------------------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| 1. Дельта реки Кубань – район 1 (станции №№ 5а, 6а) | НУ | 0,049 | 0,99 | 0,058 | 1,15 | 0,039 | 0,77 |
| | | 0,091 | 1,82 | 0,076 | 1,52 | 0,051 | 1,02 |
| | Фосфаты Р-Р _{О4} | 25,85 | 0,17 | 35,06 | 0,23 | 31,59 | 0,21 |
| | | 44,1 | 0,29 | 84,6 | 0,56 | 46,2 | 0,31 |
| | Аммонийный азот N-NH ₄ | 175 | 0,45 | 158 | 0,41 | 161 | 0,41 |
| | | 210 | 0,54 | 200 | 0,51 | 197 | 0,51 |

| | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|
| | Нитриты N-NO ₂ | 20,2 | 0,84 | 38,9 | 1,62 | 48,1 | 2,00 |
| | | 37,9 | 1,58 | 67,2 | 2,80 | 71,2 | 2,97 |
| | Растворенный кислород | 8,53 | | 9,43 | | 8,58 | |
| | | 7,02 | | 7,19 | | 6,98 | |
| | % насыщения | 91 | | 98 | | 97 | |
| | | 83 | | 89 | | 89 | |
| 2. Темрюкский залив: п. Темрюк – район 2 (станция №1) | НУ | 0,038 | 0,76 | 0,046 | 0,92 | 0,036 | 0,71 |
| | | 0,093 | 1,86 | 0,110 | 2,20 | 0,076 | 1,52 |
| | Ртуть Hg | 0,0028 | 0,03 | 0,0114 | 0,11 | 0,0068 | 0,07 |
| | | 0,0230 | 0,23 | 0,0290 | 0,29 | 0,0110 | 0,11 |
| | Фосфаты P-PO ₄ | 19,56 | 0,13 | 12,38 | 0,08 | 30,52 | 0,20 |
| | | 39,4 | 0,26 | 34,9 | 0,23 | 39,8 | 0,27 |
| | Аммонийный азот N-NH ₄ | 166 | 0,43 | 176 | 0,45 | 187 | 0,48 |
| | | 216 | 0,56 | 281 | 0,72 | 257 | 0,66 |
| | Нитриты N-NO ₂ | 8,5 | 0,35 | 13,2 | 0,55 | 17,7 | 0,74 |
| | | 14,2 | 0,59 | 23,1 | 0,96 | 30 | 1,25 |
| | Растворенный кислород | 9,46 | | 9,58 | | 9,28 | |
| | | 3,06 | 0,51 | 5,53 | 0,92 | 4,07 | 0,68 |
| | % насыщения | 95 | | 98 | | 97 | |
| | | 41 | | 72 | | 55 | |
| 3. Темрюкский залив: взморье р. Кубань – район 3 (станции №№ 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) | НУ | 0,028 | 0,57 | 0,036 | 0,72 | 0,022 | 0,44 |
| | | 0,050 | 1,00 | 0,100 | 2,00 | 0,066 | 1,32 |
| | Ртуть Hg | 0,0050 | 0,05 | 0,0053 | 0,05 | 0,0065 | 0,07 |
| | | 0,0100 | 0,10 | 0,0110 | 0,11 | 0,0100 | 0,10 |
| | Фосфаты P-PO ₄ | 24,23 | 0,16 | 13,28 | 0,09 | 3,74 | 0,02 |
| | | 38,1 | 0,25 | 41,7 | 0,28 | 11,4 | 0,08 |
| | Аммонийный азот N-NH ₄ | 178 | 0,46 | 135 | 0,35 | 136 | 0,35 |
| | | 201 | 0,52 | 151 | 0,39 | 171 | 0,44 |
| | Нитриты N-NO ₂ | 5,0 | 0,21 | 9,9 | 0,41 | 15,4 | 0,64 |
| | | 8,0 | 0,33 | 26,6 | 1,11 | 27,8 | 1,16 |
| | Растворенный кислород | 10,29 | | 9,31 | | 8,96 | |
| | | 8,45 | | 8,02 | | 5,84 | 0,97 |
| | % насыщения | 128 | | 101 | | 108 | |
| | | 105 | | 93 | | 81 | |
| 4. Темрюкский залив: взморье рукав Протока – район 4 (станции №№ 29, 31) | НУ | 0,039 | 0,78 | 0,010 | 0,20 | 0,012 | 0,25 |
| | | 0,066 | 1,32 | 0,040 | 0,80 | 0,040 | 0,80 |
| | Ртуть Hg | 0,0110 | 0,11 | 0,0 | | 0,0048 | 0,05 |
| | | 0,0110 | 0,11 | 0,0 | | 0,0100 | 0,10 |
| | Фосфаты P-PO ₄ | 16,98 | 0,11 | 4,05 | 0,03 | 1,51 | 0,01 |
| | | 22,6 | 0,15 | 7,3 | 0,05 | 7,8 | 0,05 |
| | Аммонийный азот N-NH ₄ | 180 | 0,46 | 145 | 0,37 | 129 | 0,33 |
| | | 196 | 0,50 | 160 | 0,41 | 157 | 0,40 |
| | Нитриты N-NO ₂ | 4,1 | 0,17 | 4,6 | 0,19 | 15,2 | 0,63 |
| | | 5,1 | 0,21 | 7,4 | 0,31 | 30,1 | 1,25 |

| | | | | | | | |
|----------------------------------|------|----|------|----|------|----|---|
| 5. Гирла лиманов – район 5 | 0,56 | II | 0,65 | II | 0,64 | II | НУ 0,72; NO ₂ 0,71; NH ₄ 0,41; O ₂ 0,72 |
|----------------------------------|------|----|------|----|------|----|---|

Выводы

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 составила 0,26‰, в канале порта Темрюк 13,77‰, а на остальной акватории средние значения варьировали в диапазоне 4,59-14,16‰. Концентрация ионов аммония во всех районах залива изменялась от предела определения применяемым методом до 366, в среднем 163,6 мкг/дм³; нитритов 1,1-67,2/15,0 (средняя концентрация составила 0,62 ПДК, наибольшая – 2,80 ПДК); нитратов 12,4-750/201,4; общего азота 373-1300/647,4 мкг/дм³. Содержание фосфатов изменялось от аналитического нуля до 105,0 (2,10 ПДК), средняя равняется 14,1; общего фосфора 5,0-130,0/27,8; силикатов 138-3313/1182 мкг/дм³.

Содержание нефтяных углеводородов было наибольшим в рукавах реки Кубань. В этих водотоках среднегодовое содержание составило 0,058 (1,16 ПДК), максимальное 0,076 (1,52 ПДК); в канале порта Темрюк концентрация НУ изменялась от аналитического нуля до 0,11, в среднем 0,046; на остальной акватории Темрюкского залива от аналитического нуля до 0,10 мг/дм³. Максимальное значение (2,2 ПДК) зафиксировано в конце июня в море в 600 м от устья р. Кубань напротив рукава Средний, а среднее по всем районам составило 0,039 мг/дм³. Концентрация СПАВ и хлорорганических пестицидов (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, 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 варьировала в диапазоне 7,19-11,66, в среднем – 9,43 мгО₂/дм³. На акватории Темрюкского залива концентрация кислорода изменялась в диапазоне 5,53-12,7 и была ниже норматива всего в трех пробах; средняя составила 9,58 мгО₂/дм³. Процент насыщения вод кислородом был в диапазоне 72-125%.

По ИЗВ (1,03) воды низовьев дельты реки Кубань, определенные по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, нитритов, фосфатов и кислорода относились к III классу качества, «умеренно загрязненные». В остальных районах на акватории Темрюкского залива ИЗВ был в пределах 0,34-0,65, что позволило отнести их ко II классу, «чистые». Приоритетными загрязняющими веществами являлись

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. 2.14). В остальных районах также наблюдается ухудшение качества вод при незначительной флуктуации годовых значений ИЗВ. В самом начале исследований качество вод практически во всех районах было значительно хуже.

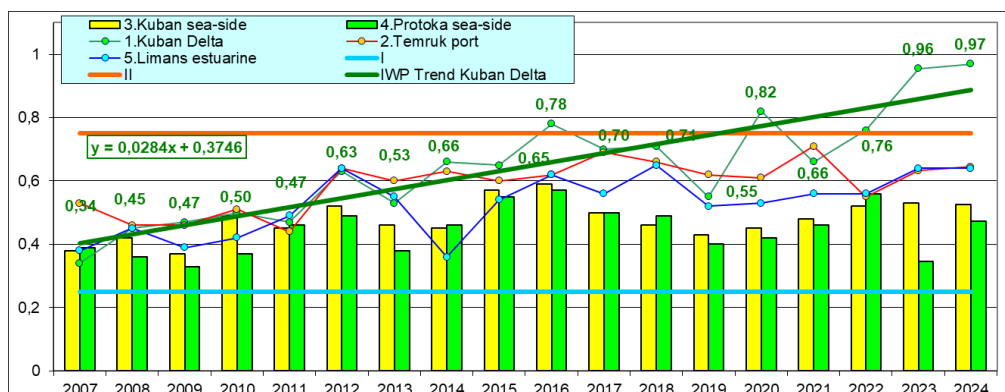


Рис. 2.13. Многолетняя динамика значений индекса загрязненности вод ИЗВ в прибрежных водах отдельных районов Темрюкского залива в 2007-2024 гг.

2.4. Залив Мариуполя

В 2024 г. в водах Северо-западной части Таганрогского залива Азовского моря наблюдения лабораторией мониторинга вод (ЛМВ) Комплексной лаборатории мониторинга загрязнений природной среды (КЛМЗ) Мариупольской гидрометеорологической обсерватории (ГМО) ФГБУ «УГМС по ДНР». Четыре станции отбора проб расположены в районе морского порта, городского пляжа, подходного канала завода «Азовсталь» и в устье реки Кальмиус. Гидрохимические наблюдения выполнялись с мая по декабрь подекадно. Программа работ включала определение температуры, солености, водородного показателя (рН), щелочности, концентрации растворенного кислорода ($\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ и насыщения вод кислородом (%), азота нитритного, нитратного и аммонийного, кремния, общего фосфора, фосфатов по фосфору и нефтяных углеводородов. Гидрохимический анализ всех ингредиентов выполнялся в соответствии с руководящими документами. Степень загрязнения морских вод оценивалась в соответствии с предельно допустимой концентрацией (ПДК).

Основными источниками загрязнения прибрежной части Азовского моря были предприятия металлургической отрасли «Азовсталь» и «ММК им. Ильича», которые осуществляли сброс сточных вод в реки Кальчик, Кальмиус и акваторию Азовского моря. На данный момент эти предприятия не функционируют, однако, система водоотведения и система ливневых стоков с их территории в водные объекты не затампонирована.

Это не исключает поступления загрязняющих веществ в реки и море. На побережье Азовского моря расположены «Азовский судоремонтный завод» и «Мариупольский морской торговый порт». Если судоремонтный завод на данный момент не работает, то в порту проводится хозяйственная деятельность. Стоки с территории этих предприятий могут оказывать негативное воздействие на качество вод акватории Азовского моря. Сброс хозяйственно-бытовых сточных вод города Мариуполь после прохождения станции биологической очистки предприятия Мариупольского водоканала осуществляется через глубоководный коллектор в Азовское море в районе поселка Рыбацкий за территорией города Мариуполь. Превышение нормативов сбрасываемых сточных вод может вносить дополнительное загрязнение вод Азовского моря. На территории города действует система ливневой канализации, через которую дождевые, талые воды отводятся в реки Кальчик, Кальмиус и Азовское море. В эти стоки, помимо загрязнений с городской территории, могут попадать неочищенные коммунально-бытовые воды при порыве систем городской канализации. Немалый вклад в загрязнение вод Азовского моря добавляет река Кальмиус и ее притоки, которые проходят по промышленно развитой и густонаселенной территории и несут в своих водах ряд загрязняющих веществ, поступающих с сельхозугодий и населенных пунктов. В 2024 г. в водах реки Кальмиус было выявлено превышение ПДК по нитритному азоту, ионам магния, общему железу, минерализации, ВЗ по сульфатам.

Погодные условия в 2024 г. в черте города Мариуполь отличались теплой зимой и жарким летом. Самым холодным месяцем был январь, среднемесячная температура воздуха составила минус 1,1⁰С; самым жарким месяцем был июль со средней 27,4⁰С. В году отмечено преобладающее восточное направление ветра, повторяемость которого составила 28,0% случаев от общего числа наблюдений. За год в городе Мариуполь выпало 323,4 мм осадков, что на 184,6 мм ниже нормы. Самыми засушливыми месяцами были февраль-апрель и август с 5,4-8,0 мм осадков, а максимальное количество выпало в январе 69,9 мм.

На побережье Таганрогского залива в черте города Мариуполь с мая по декабрь величина солёности изменялась в диапазоне 5,22-12,11/9,86‰. Минимальное значение зафиксировано 4 июня на станции в подходном канале «Азовстали»; а максимум 6 августа в морском порту. На величину солёности основное влияние оказывают речной сток и водообмен с открытыми районами моря, которые соответственно понижают и повышают значение солёности. Также, величина показателя зависит от розы ветров, температурного режима и количества осадков.

На побережье Таганрогского залива с мая по декабрь 2024 г. величина рН изменялась в диапазоне 6,77-9,00 ед.рН; минимум зафиксирован 24 ноября на станции в порту, а максимум 28 мая в устье реки Кальмиус. Изменение рН по сезонам года связано с процессами фотосинтеза. В тёплый период года наблюдается развитие поглощающего углекислый газ фитопланктона, что уменьшает концентрацию

водородных ионов в воде и увеличивает значение pH. Значения общей щелочности изменялось в пределах 2,401-3,990/2,855 ммоль/дм³; максимум установлен 4 июня в подходном канале «Азовстали». В этом районе и в устье реки Кальмиус показатели всегда были повышенными, поскольку концентрация анионов угольной кислоты в речных водах выше морских.

Биогенные вещества (мкг/дм³). Концентрация фосфатного фосфора изменялась в пределах от 7 до 121, средняя составила 30 мкг/дм³. Максимальное значение зафиксировано 27 августа в районе подходного канала «Азовсталь». Содержание общего фосфора 18-183/70 мкг/дм³. Максимум отмечен значение - 183 мкг/дм³ - установлено 27.08.2024 года на станции контроля в районе подходного канала «Азовстали». Среднее содержание аммонийного азота составило 467; максимальная концентрация (1407 мкгN/дм³) зафиксирована 27 августа в районе городского пляжа. В течение мая-декабря концентрация изменялась в диапазоне 0,3-3,6 ПДК. В теплое время года наблюдался рост средней концентрации. В последующие месяцы его содержание постепенно уменьшалось. Увеличение концентрации аммония может быть связано как с дополнительным антропогенным загрязнением, так и с естественными процессами. Концентрация ионов аммония понижается весной и в начале лета в период интенсивного фотосинтеза фитопланктона, а повышается в конце лета - начале осени при усилении процессов бактериального разложения органических веществ. Концентрация нитритного азота в морской воде изменялось в диапазоне 3-70/25 мкгN/дм³; максимум зафиксирован 25 июня в морском порту. Аналогично аммонию в летние месяцы содержание нитритов было минимальным и значительно увеличилось к концу лета и началу осени в связи с природными процессами разложения органических веществ и увеличением интенсивности процессов восстановления нитратов до нитритов рядом морских водорослей. Определение кремния началось с июня. За этот период концентрация элемента на станциях мониторинга изменялась в очень широких пределах 630-8758, средняя 4693 мг/дм³. Максимальное значение зафиксировано 17 сентября на городском пляже. В теплые месяцы происходит интенсивное развитие диатомовых водорослей, использующих силикаты для строительства клеточной стенки и потребляющих соединения кремния. А увеличение содержания кремния осенью связано с увеличением количества выпавших осадков и повышением количества речных стоков и смыва грунта.

Определение нефтяных углеводородов начали проводить с августа 2024 г. За этот период концентрация НУ в отобранных пробах изменялась в пределах от 0,013 до 0,047 мг/дм³. Максимальное значение было зафиксировано 29 октября в районе морского порта, а средняя концентрация составила 0,024 мг/дм³.

Насыщение кислородом морской воды в течение периода наблюдений было удовлетворительным. Среднее значение насыщения

составило 105% за счет хорошего аэрирования поверхностного слоя воды взморья. Содержание растворенного кислорода изменялось в диапазоне 7,43-13,49/9,72 мгО₂/дм³. В теплый период года концентрация кислорода уменьшалась, что связано с увеличением температуры воды и уменьшением растворимости кислорода.

Таким образом, за период контроля с мая по декабрь 2024 г. установлено превышение нормативов ПДК по нитритному азоту (до 3,5 ПДК) и аммонийному азоту (до 3,6 ПДК). Остальные биогенные элементы (нитратный азот, соединения фосфора) находились в пределах установленных норм. Количество растворенных нефтяных углеводородов не превышало ПДК. Случаев высокого и экстремально высокого загрязнения (ВЗ и ЭВЗ) не выявлено. Степень насыщения морских вод кислородом была достаточной, в среднем 105%. Концентрация растворенного кислорода ниже норматива не зафиксирована. Провести сравнительный анализ с учетом предыдущих лет не представляется возможным в связи с тем, что регулярные наблюдения за состоянием морской среды Азовского моря в районе города Мариуполь начали проводиться в мае 2024 года.

2.5. Керченский пролив. Разрез порт Крым – порт Кавказ

В 2024 г. наблюдения в рамках государственной системы мониторинга морских вод осуществлялись лабораторией мониторинга окружающей среды (ЛМЗОС) г. Керчи с июня по октябрь на станциях №6, 7, 8 и 9 разреза порт Крым – порт Кавказ с глубинами моря от 4 до 7 м (рис. 2.14). Отбор проб осуществлялся с борта м/к «Росгидромет 22». Было отобрано 128 проб воды и выполнено 2624 измерения. Для определения концентрации фенолов использовался изложенный в «Руководстве по методам химического анализа морских вод» (Гидрометеиздат, 1977) фотометрический метод. Отбор и подготовка экстрактов на содержание ХОП производились в ЛМЗОС г. Керчи, окончательный газохроматографический анализ осуществлялся в ЛМЗОС г. Ялта. В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов и СПАВ используется единица мкг/дм³, абсолютного содержания кислорода мгО₂/дм³, нефтяных углеводородов мг/дм³, хлорорганических пестицидов нг/дм³.

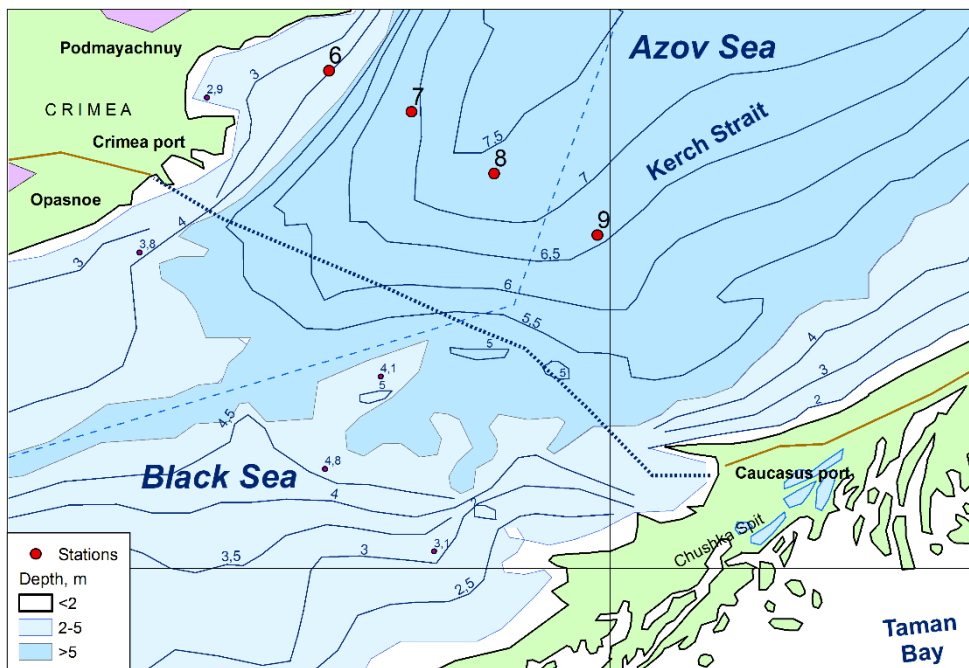


Рис. 2.14. Станции мониторинга в северной узости Керченского пролива в 2024 г.

В период с начала июня по 1 декаду октября 2024 г. стандартные гидрохимические параметры изменялись в следующих пределах: температура воды от 16,2 до 27,6, щелочность 2,602↑-2,940↓, среднее 2,794 мг-экв/дм³; водородный показатель 7,93↓-8,32↓/8,16↓ ед.рН. Соленость в северной части пролива в 2024 г. продолжила возрастать, её значения были в пределах 14,49↑-17,70↑/16,34‰, что превышает значения за всё время систематических наблюдений. Распределение солености в пространстве продолжает демонстрировать устойчивый рост средних значений по мере удаления от крымского берега и приближения к таманскому.

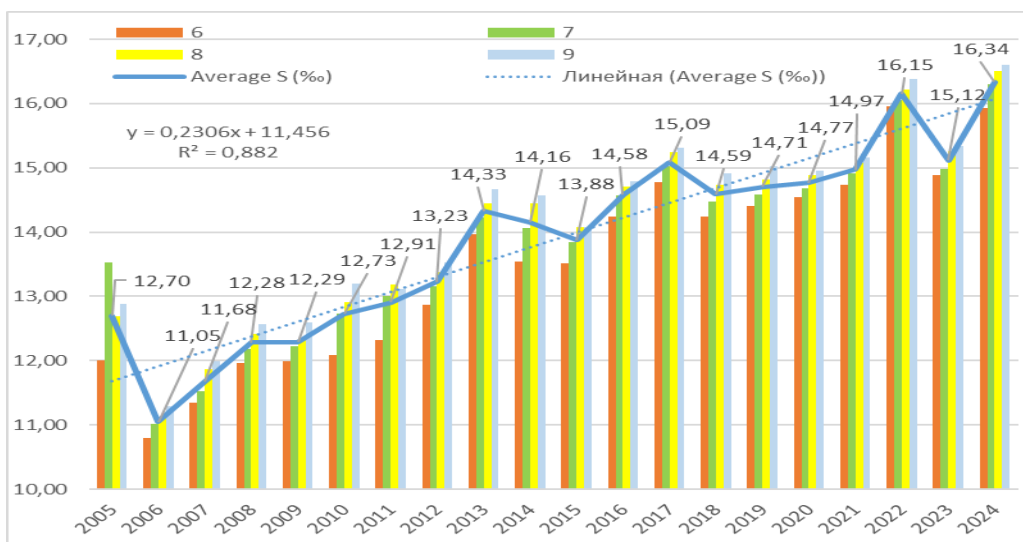


Рис. 2.15. Многолетняя динамика солености (‰) на станциях разреза Крым-Кавказ в 2005-2024 гг.

Биогенные вещества (мкг/дм³). Содержание общего азота изменялось в пределах 480-980, среднее содержание составило 758, продолжив многолетнюю тенденцию к росту значений данного параметра. Минеральные формы азота как обычно не превышали 5-7% от общего количества азотистых соединений. Максимальное содержание нитратной и аммонийной форм азота (29 и 37 соответственно) было существенно ниже ПДК (табл. А.1). Максимальные концентрации нитритной формы азота достигали 11-12 (0,4 ПДК) в августе, хотя средние значения в сентябре были выше. Среднее содержание минеральных форм азота за период наблюдений составило соответственно 13,7; 21,4 и 7,0, что существенно не отличается от аналогичных периодов прошлых лет.

Содержание общего фосфора изменялось в пределах 13-42/23, а фосфатного фосфора 4,6-13,8/8,0 мкг/дм³ (0,16 ПДК). Среднее содержание общего фосфора росло к августу и далее начало спадать, пик же среднего содержания фосфатной формы пришелся на сентябрь-октябрь (хотя самые большие концентрации были измерены так же в августе). Сезонное распределение содержания различных форм биогенных элементов было относительно однородным, резкие различия между месяцами не наблюдались. (рис. 2.16).

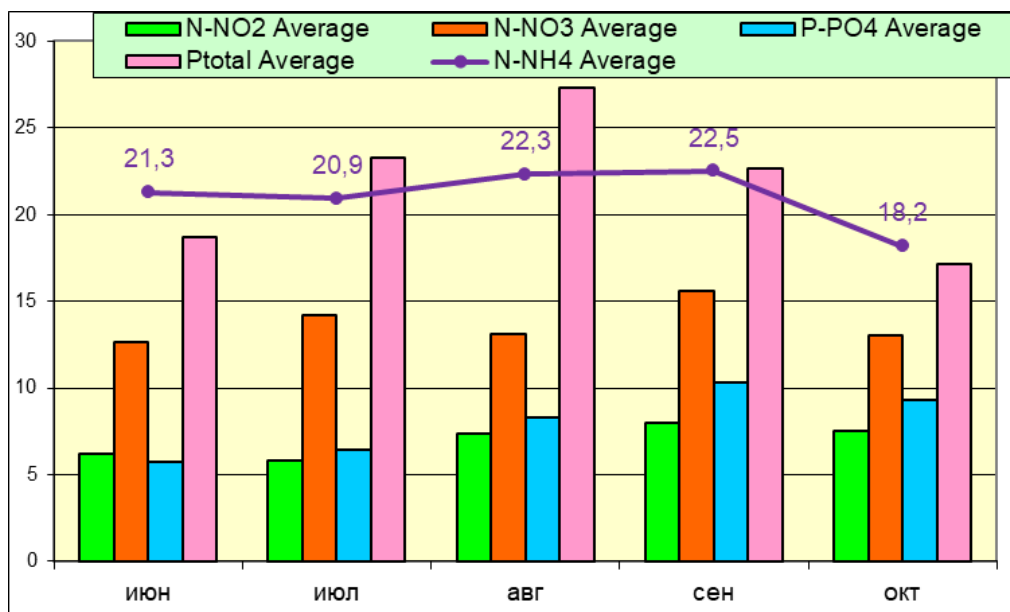


Рис. 2.16. Сезонные изменения содержания биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Керченского пролива в 2024 г.

Содержание кремния в водах северной части пролива было достаточно однородно распределено по глубине, изменяясь от 140 до 530 мкг/дм³ в придонном слое и от 170 до 580 в поверхностном. Среднегодовые значения (317 и 324 соответственно) практически не отличались. Максимум наблюдался в августе (рис. 2.17).

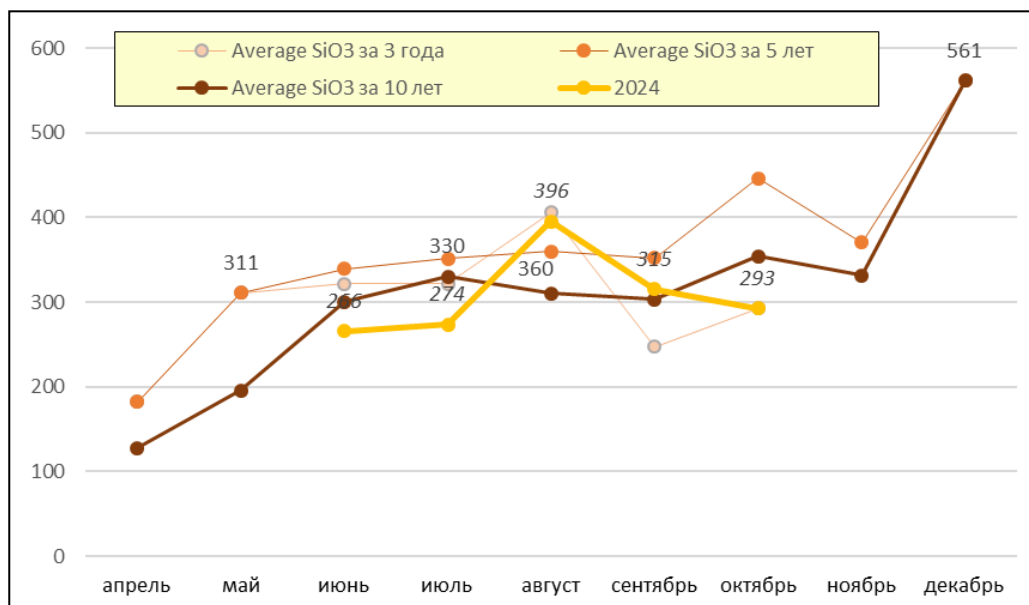


Рис. 2.17. Сезонные изменения содержания кремния (мкг/дм³) в водах Керченского пролива

Среднее содержание основного загрязнителя вод северной узости Керченского пролива – нефтяных углеводородов – существенно снизилось по сравнению с предыдущим годом, однако всё ещё было в 1,5 раза выше, чем в 2022 г. (рис. 2.18). Однако высокое содержание НУ в водах пролива фиксировалось в каждом месяце. В целом за период наблюдений 56% отобранных проб содержали нефтяные углеводороды в концентрации, достигавшей или превышавшей предельно допустимую (50 мкг/дм³), фактически на уровне предыдущего года, вошедшего в тройку лет с наибольшим среднегодовым загрязнением. Максимальное загрязнение (302-380; 6,0-7,6 ПДК) наблюдалось в августе в поверхностном и придонном горизонтах соответственно. Однако среднемесячная концентрация августа (64; 1,3 ПДК), была меньше, чем в сентябре (78; 1,6 ПДК) и в июне (71; 1,4 ПДК). В 2024 г. существенного различия между средней загрязненностью поверхностного (60; 1,2 ПДК) и придонного (64; 1,3 ПДК) горизонтов не прослеживалось, так же и различия между отдельными месяцами (0,9-1,6 ПДК) не были столь существенными (рис. 2.19).

| ТРНs | месяц | | | | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
| Слой | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Общий итог |
| Придонный | 0,075 | 0,044 | 0,065 | 0,077 | 0,055 | 0,064 |
| Поверхностный | 0,067 | 0,042 | 0,062 | 0,078 | 0,042 | 0,060 |
| Среднее ТРНs | 0,071 | 0,043 | 0,064 | 0,078 | 0,048 | 0,062 |
| ПДК | 1,4 | 0,9 | 1,3 | 1,6 | 1,0 | 1,2 |
| Придонный | 0,116 | 0,096 | 0,380 | 0,130 | 0,088 | 0,380 |
| Поверхностный | 0,108 | 0,126 | 0,302 | 0,152 | 0,078 | 0,302 |
| макс | 0,116 | 0,126 | 0,380 | 0,152 | 0,088 | 0,380 |
| Придонный | 0,034 | 0,002 | 0,008 | 0,020 | 0,012 | 0,002 |
| Поверхностный | 0,016 | 0,002 | 0,006 | 0,022 | 0,002 | 0,002 |
| мин | 0,016 | 0,002 | 0,006 | 0,020 | 0,002 | 0,002 |

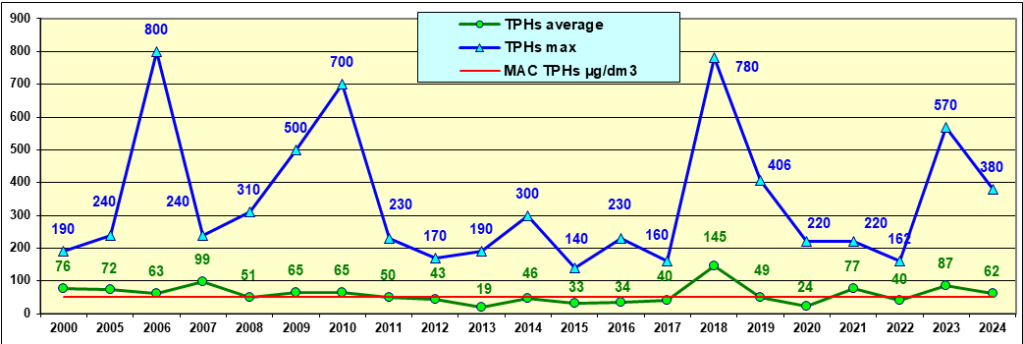


Рис. 2.18. Многолетняя изменчивость содержания нефтяных углеводородов (мкг/дм³) в водах Керченского пролива.

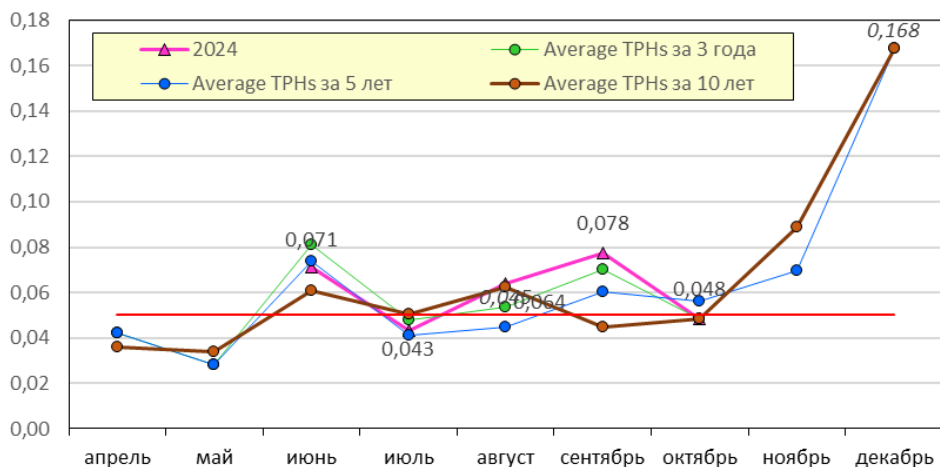


Рис. 2.19. Сезонные изменения содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Керченского пролива.

Содержание **АПАВ** в северной части Керченского пролива в 2024 г. не превышало 0,24 ПДК в поверхностных водах и 0,21 ПДК в придонном слое. Среднее содержание составило 18,6 мкг/дм³ (0,19 ПДК). Концентрация суммы фенолов была ниже предела количественного определения. Из анализируемых хлорорганических пестицидов (ХОП) были обнаружены: ДДТ (1 проба, 0,65 нг/дм³), ДДД был зафиксирован в 10% проб в концентрации 0,56-1,57 нг/дм³, альдрин фиксировался в 28% проб (0,53-1,47 нг/дм³). Присутствие ПХБ в водах пролива не зафиксировано. Определение содержания в водах пролива **тяжелых металлов** не проводилось.

Аэрация вод северной части пролива была в пределах нормы и в среднем в слое поверхность-дно составила 103% насыщения. Из 128 отобранных и проанализированных проб только 35% содержали растворенный **кислород** менее величины теоретической растворимости газа. Дефицит растворенного кислорода менее 90% от насыщения фиксировался на всех станциях в августе во всей толще воды; наибольшее насыщение достигало 116-117% от теоретического максимума в июне и в сентябре. Концентрация растворенного кислорода в абсолютных величинах изменялась от 6,12-6,14 до 9,46-9,47 мгО₂/дм³; в толще вод в среднем составило 7,8 мгО₂/дм³, что несколько ниже прошлогодних значений.

Таблица 2.6. Среднегодовое и максимальное значение гидрохимических параметров и концентрации загрязняющих веществ в водах Керченского пролива в 2022-2024 гг.

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|------------|------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------|-------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| Керченский | НУ | 0,040 | 0,79 | 0,087 | 1,73 | 0,062 | 1,24 |
| | | 0,162 | 3,24 | 0,570 | 11,40 | 0,380 | 7,60 |

| | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|----------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| пролив Азовског о моря 189 проб | СПАВ | 12,1 17,0 | 0,12 0,17 | 10,1 16,0 | 0,10 0,16 | 18,6 24,0 | 0,19 0,24 |
| | ДДТ | 0,14 2,21 | 0,01 0,22 | 0,00 0,00 | | 0,02 0,65 | 0,00 0,07 |
| | ДДЭ | 0,24 5,52 | 0,02 0,55 | 0,00 0,00 | | 0,00 0 | |
| | ДДД | 4,07 19,84 | 0,41 1,98 | 0,08 1,02 | 0,01 0,10 | 0,11 1,57 | 0,01 0,16 |
| | Аммонийный азот N-NH ₄ | 24,0 39 | 0,06 0,10 | 22,7 32 | 0,06 0,08 | 21,4 37 | 0,05 0,10 |
| | Нитритный азот N-NO ₂ | 7,2 13,0 | 0,30 0,54 | 7,2 11,0 | 0,30 0,46 | 7,0 12,0 | 0,29 0,50 |
| | Фосфатный фосфор P-PO ₄ | 7,5 15,8 | 0,15 0,32 | 8,4 15,9 | 0,17 0,32 | 8,0 13,8 | 0,16 0,28 |
| | Растворенный кислород | 8,46 6,35 | | 8,54 7,10 | | 7,8 6,12 | |
| | % насыщения | 105,1 89 | | 104,0 94 | | 102,5 84 | |
| | | | | | | | |

Выводы

По результатам расчета индекса загрязненности вод ИЗВ (0,62) качество вод северной узости Керченского пролива улучшилось по сравнению с 2023 г., заняв промежуточное положение между показателями двух предыдущих лет. Для расчета индекса была использована среднегодовая концентрация НУ, нитритов, СПАВ и растворенного кислорода. Некоторое улучшение качества вод пролива обусловлено снижением по сравнению с предыдущим годом нефтяного загрязнения. Стандартные гидрохимические показатели были в пределах естественной межгодовой изменчивости. Значение солености вод пролива снова выросло, став максимальным за весь период систематических наблюдений, в среднем превысив отметку в 16,3‰. Максимальная концентрация биогенных веществ не превышала 0,5 ПДК. В то же время значительно увеличилась доля проб, в которых определялись хлорорганические пестициды.

Таблица 2.7. Оценка качества вод Керченского пролива в 2022-2024 гг.

| Район | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | | Среднее содержание ЗВ в 2024 г. (в ПДК) |
|----------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--|
| | ИЗВ | Класс | ИЗВ | Класс | ИЗВ | Класс | |
| Керченский пролив | 0,55 | II | 0,73 | II | 0,62 | II | НУ 1,24; NO ₂ 0,29; СПАВ 0,19; O ₂ 0,77 |

3. ЧЕРНОЕ МОРЕ

Коршенко А.Н., Долгова А.О., Пинигина Е.П., Мезенцева И.В., Еркушов В.Ю.,
Дьяков Н.Н., Парфенова В.А., Брайко О.И., Зайцева О.И., Кравцова Е.Г.,
Титов А.М., Порхунова Ю.В., Хмельницкая О.К.

3.1. Общая характеристика

Черное море является самым обособленным морем Мирового океана, соединяется с Атлантическим океаном через Мраморное и Средиземное моря проливами Босфор, Дарданеллы и Гибралтар. Географические границы Черного моря ограничены на севере входом в Березанский лиман, на юге г. Гиресун и г. Сюрмене в Турции, на западе Бургасским заливом и на востоке г. 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). Шельф (материковая отмель до изобаты 200 м) занимает 25% акватории моря (112140 км²) и 1,5% объема вод (8190 км³). Наибольшая часть шельфа приходится на северо-западную часть моря - 16% акватории моря, 0,7% объема вод при максимальной ширине шельфа 220 км. В Керченско-Таманской области, на побережье Болгарии и западной Турции ширина шельфа находится в пределах 50 км. Вдоль Анатолийского побережья и Южного берега Крыма (ЮБК, Ялта – м. Меганом) шельф моря уменьшается до нескольких километров. В

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

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

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

Основными характерными 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 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 Черного моря (17,85‰) почти вдвое меньше 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 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 порядка 100 м; квазистационарные антициклонические вихри в прибрежной зоне – Батумский, Севастопольский, Кавказский, Сакарья, Синопский и др. Основные циклонические круговороты и квазистационарные антициклонические вихри прослеживаются до больших глубин. Ветер и пространственно-временные изменения атмосферного давления обуславливают короткопериодные колебания уровня Черного моря синоптического (с периодами от 2-3 суток до полугода) и мезомасштабного (сейши с периодом менее двух 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 Северо-западной части

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 31-54 см в районе Туапсе. Здесь нагоны отмечаются в течение всего года в основном при западных ветрах. Наибольшее число сгонов приходится на осенне-зимний период, чаще всего при восточных и северо-восточных ветрах. Осенне-зимние штормовые ветра могут развивать волны высотой до 6-8 м. Стоячие колебания уровня моря (сейши) развиваются в бухтах с периодами от нескольких минут до 2 ч и амплитудой в 40-50 см (Суховой, 1986, Мее, Jeftic, 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. В умеренные зимы в январе-феврале преобладает плавучий крупно и мелкобитый белый лед, который может распространяться достаточно далеко до 40-50 миль от берега. На побережье между Одессой и Очаковым припай наблюдается непродолжительное время, а толщина припайного льда не превышает 20-30 см. В суровые зимы максимальное распространение припайного льда может выходить за границы Северо-западного шельфа и наблюдаться южнее Констанцы (Румыния). Максимальная толщина ледовых полей в открытых районах моря составляет 20-30 см (Гидрометеорологические условия, 2012, Дьяков, 2016, Фащук, 2019).

3.2. Бухты Севастополя

В 2024 г. Севастопольское отделение ФГБУ ГОИН проводило гидролого-гидрохимические исследования вод на акватории Балаклавской и Севастопольской бухт. В Балаклавской бухте и на взморье в заливе Мегало-Яло 14 февраля, 2 июля и 28 октября на 17 станциях (с глубинами от 5 до 24 м) из поверхностного и придонного горизонтов было отобрано 70 проб и выполнено 1272 определения (рис.3.1). В Севастопольской бухте наблюдения проводились 26 июля в Килен-бухте на 7 станциях (13 проб, 228 определений) и 10 декабря в районе Докового комплекса у причалов №29А и №30А на 5 станциях было отобрано 10 проб и выполнено 180 определений (рис.3.2). Максимальная глубина станций в обоих районах достигала 19 и 14 м соответственно.

В тексте и таблицах для концентрации различных форм биогенных элементов, СПАВ, фенолов и тяжелых металлов используется единица мкг/дм^3 , абсолютного содержания кислорода и БПК₅ - $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, нефтяных углеводородов - мг/дм^3 . Предел обнаружения (DL, мкг/дм^3) фосфатов PO_4 и общего фосфора P_{total} составлял 5,0, силикатов 50 мкг/дм^3 , азота нитритов N-NO_2 0,5, азота нитратов N-NO_3 2,0, аммонийного азота N-NH_4 2,0, СПАВ 10 мкг/дм^3 , нефтяных углеводородов $0,02 \text{ мг/дм}^3$

(0,4 ПДК, флуориметрический метод) и тяжелых металлов (мкг/дм³): свинец 2,0; медь, марганец и хром 1,0 и железо 2,0 мкг/дм³.

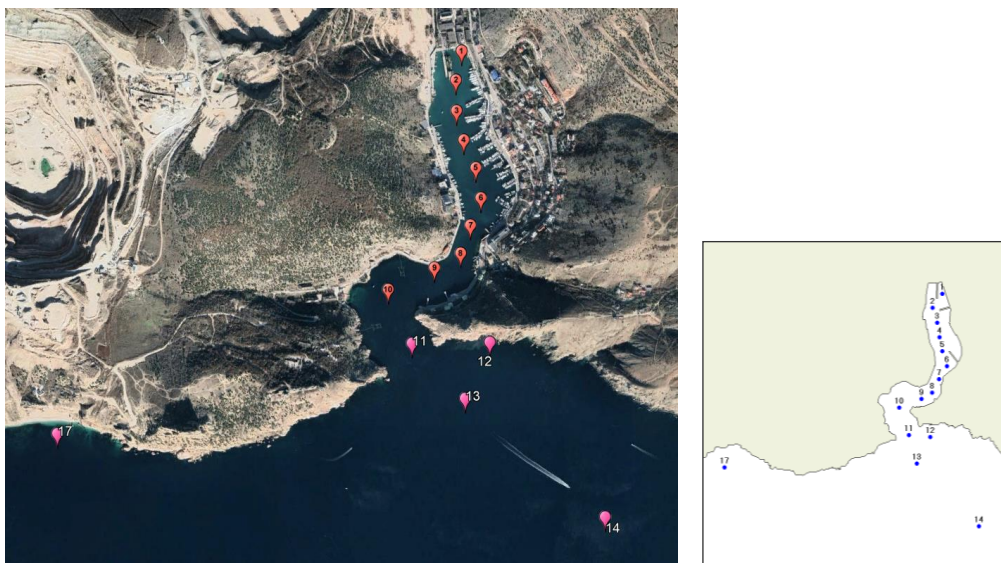


Рис. 3.1. Схема станций мониторинга в Балаклавской бухте в 2024 г.

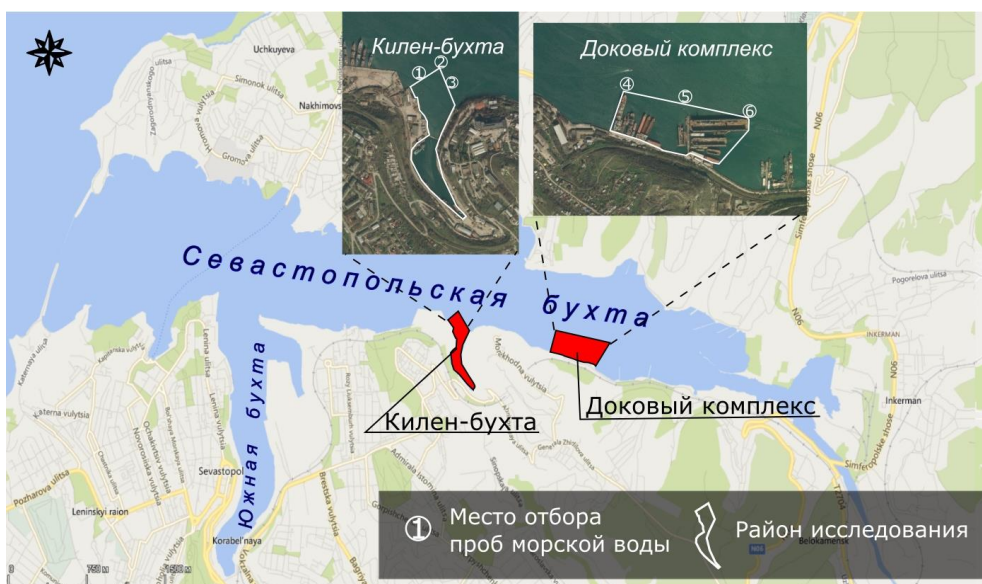


Рис. 3.2. Схема районов мониторинга в Севастопольской бухте в 2024 г.

3.2.1. Севастопольская бухта

В Севастопольской бухте наблюдения проводились в Килен-бухте в июле и в Доковом комплексе в декабре. В июле температура морских вод изменялась в диапазоне 26,6-28,0°C и только на глубине 19 м на ст.№5 опускалась до 17,3°C. В декабре температура составила 11,5°C. Соленость варьировала от 17,37‰ до 18,73‰ и в среднем составила 18,32‰ в июле и 18,24‰ в декабре. Щелочность определялась только в

декабре, средняя величина составила 3,542 мг-экв/дм³, при диапазоне 3,523-3,556 мг-экв/дм³. Водородный показатель изменялся от 8,21-8,25 до 8,91 ед.рН в июле и до 8,37 ед.рН в декабре за единичным исключением, когда в поверхностных водах Докового комплекса на ст.2 он снижался до 7,76 ед.рН.

Биогенные вещества (мкг/дм³). Содержание общего фосфора в водах Килен-бухты варьировало от 35,9 до 73,2 и в среднем составило 45,1 (рис.3.7). На фосфатный фосфор приходилось 12-31% от общего содержания фосфора. Концентрация его изменялась в диапазоне 5,3-11,4 за единичным исключением, когда в придонных водах глубоководной ст.5 она достигала 58,2 (1,2 ПДК). Среднее содержание составило 8,4, в том числе 9,0 в поверхностных водах и 7,6 в придонных. В водах Докового комплекса содержание фосфатного фосфора было значительно выше, и на него приходилось 60-74% от общего содержания фосфора. Концентрация фосфатного фосфора варьировала от 13,5 до 21,1, общего фосфора – от 21,9 до 29,4, Среднее содержание составило 16,0 и 23,6 мкг/дм³ соответственно.

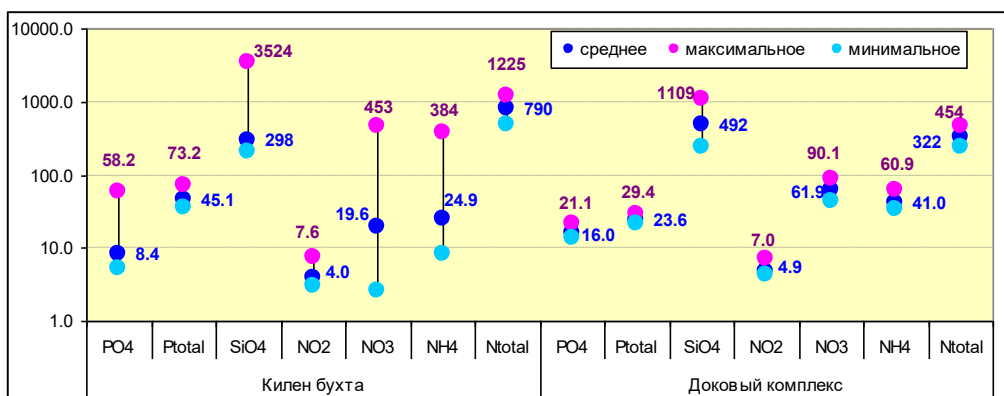


Рис. 3.3. Среднее и экстремальное содержания биогенных элементов (мкг/дм³) в водах акватории Килен-бухты и Докового комплекса в 2024 г.

Общее содержание азота в водах Килен-бухты изменялось от 479 до 1225 и в среднем показало 790. Вклад минеральной составляющей суммарно не превышал 13%. Концентрация нитритов не превышала 7,6, нитратов и аммония варьировала в диапазоне 2,6-76,3 и 8,4-39,9 соответственно, за двойным исключением, когда нитраты в поверхностных водах ст.4 достигали 453, а аммоний в придонных водах ст.5 – 385. Среднее содержание нитритного, нитратного и аммонийного азота составило 4,0, 19,6 и 24,9 соответственно. В водах Докового комплекса, как и по фосфору, общее содержание азота было значительно меньше, при диапазоне концентрации 238-454, среднее составило 322. Однако вклад минеральной составляющей суммарно варьировал от 22 до 42%. А среднее содержание нитритного, нитратного и аммонийного азота в этой акватории возросло до 4,9, 61,9 и 41,0, при диапазоне

концентрации 4,3-7,0, 43,2-90,1 и 34,7-60,9 мкг/дм³ соответственно (рис. 3.7).

Содержание кремния на исследованных участках Севастопольской бухты варьировало от 209-239 до 809-1109 и в среднем составило 298 для Килен-бухты и 492 для Докового комплекса. Единичная не характерная для акватории концентрация (3524) была зарегистрирована в поверхностных водах Килен-бухты (ст.4).

Нефтяные углеводороды (мг/дм³). Уровень загрязнения вод обоих участков было значительным. В Килен-бухте выполнялось исследование только поверхностных вод, в Доковом комплексе поверхностных и придонных. Концентрация НУ в Килен-бухте варьировала от 0,03 до 0,24 (4,8 ПДК) и в среднем составила 0,13 (2,6 ПДК). В Доковом комплексе загрязнение поверхностных вод достигало 0,55 (11 ПДК) на ст.3, 0,40 (8 ПДК) на ст.4 и 2,00 (40 ПДК) на ст.5. В придонных слоях концентрация НУ не превышала 0,08 (1,6 ПДК). Среднее в слое поверхность-дно содержание НУ на этой акватории составило 0,35, превысив ПДК в 7 раз.

Органические ЗВ. Содержание АПАВ (мкг/дм³) в водах Килен-бухты изменялось в диапазоне 29-130 (1,3 ПДК), в водах Докового комплекса – 25-50 и в среднем составило 62 и 42 соответственно. Превышение допустимого уровня отмечено только в одной пробе поверхностных вод ст.5 в Килен-бухте. Величина БПК₅ (мгО₂/л) для поверхностных вод изменялась от 1,48-1,58 до 4,01 (1,9 ПДК) в Килен-бухте и до 4,30 (2,0 ПДК) в Доковом комплексе. Ее среднее значение составило 2,90 (1,4 ПДК) и 2,74 (1,3 ПДК) для указанных акваторий соответственно. Для придонных вод величина БПК₅ не превышала ПДК, изменяясь в диапазоне 0,16-1,31 (среднее 0,65) в Килен-бухте и в диапазоне 0,71-1,07 (среднее 0,84) в Доковом комплексе.

Тяжелые металлы (мкг/дм³). Концентрация определяемых микроэлементов в целом была ниже соответствующих ПДК. На акватории Килен-бухты свинец выявлен только в одной пробе (2,0). Медь не превышала 2,8, марганец – 4,4, хром – 6,6, за исключением пробы поверхностных вод ст.5, когда содержание хрома достигло 53,6. Среднее содержание меди, марганца и хрома составило 1,7, 1,6 и 2,1 соответственно. Максимальная концентрация железа достигала 29,1, среднее содержание составило 14,8. В водах Докового комплекса максимальная концентрация свинца, меди и хрома не превышала 4,8, 4,1 и 3,1 соответственно, за единичным исключением, когда в придонных водах на ст.2 меди было выявлено 15,9 (3,2 ПДК). Среднее содержание меди составило 2,6, свинца и хрома 1,5 и 1,2 соответственно. Среднее содержание железа показало 18,9 при диапазоне концентрации 4,7-26,5 мкг/дм³.

Аэрация вод Килен-бухты в июле была достаточной, в среднем 111% насыщения поверхностных вод и 85% придонных вод. Недонасыщение растворенным кислородом вод поверхностного слоя не превышало 1% (единичная проба), а у дна достигало 6-15% на глубинах 3,3-6,5 м и 80%

на глубине 19 м (ст.5). По абсолютным значениям ($\text{мгО}_2/\text{дм}^3$) содержание растворенного кислорода варьировало в пределах от 6,98 до 8,54 у поверхности и от 6,16 до 7,72 (до 1,73 на ст.5) у дна и в среднем составило 7,47. Резкое снижение содержания растворенного кислорода на глубоководной станции может указывать на сероводородное заражение придонных вод в условиях затрудненной вертикальной турбулентции. Воды обоих горизонтов Докового комплекса в декабре в равной степени испытывали постоянное недонасыщение. Дефицит растворенного кислорода составил 7-13% при среднем значении насыщения вод 90%. Абсолютное содержание изменялось в пределах 8,50-8,99 и в среднем составило 8,78.

3.2.2. Балаклавская бухта

В период исследований изменение температуры вод бухты соответствовало сезону. Средние значения составили $10,0^\circ\text{C}$ в феврале, $24,3^\circ\text{C}$ в июле и $19,0^\circ\text{C}$ в октябре. Соленость изменялась в диапазоне 17,94-18,91‰, снижаясь от февраля к октябрю (рис.3.3). Под влиянием пресного стока небольшой реки Балаклавы воды акватории бухты имели пониженную соленость (18,54‰) относительно морских вод сопредельного залива Мегало-Яло (18,67‰). Увеличение показателя с глубиной в среднем составило 0,22‰. Щелочность изменялась в диапазоне 3,321-4,301 в бухте и 3,523-3,973 на взморье, а средняя величина составила 3,723 и 3,735 $\text{мг-экв}/\text{дм}^3$ соответственно. Водородный показатель укладываясь в диапазоне 8,01-8,72 ед.рН демонстрировал сезонный рост средних значений от 8,25 ед.рН в феврале до 8,36 в июле и до 8,68 в октябре.

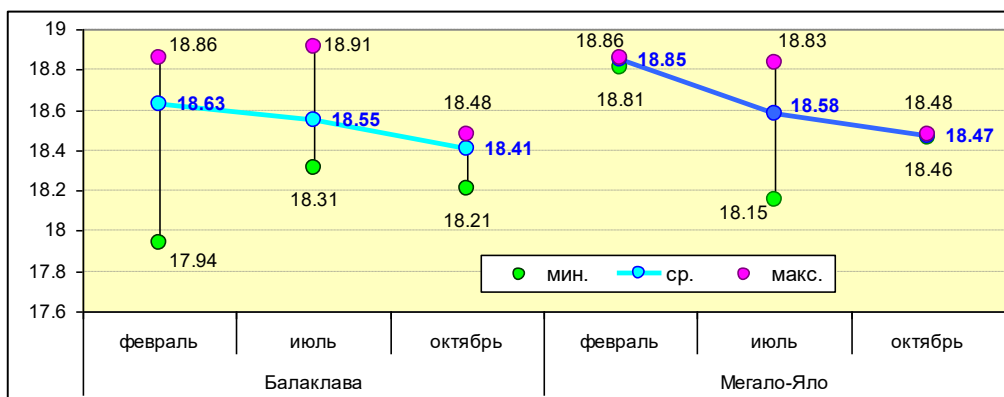


Рис. 3.3. Сезонное изменение солености вод акватории Балаклавской бухты и сопредельного залива Мегало-Яло в 2024 г.

Биогенные вещества ($\text{мкг}/\text{дм}^3$). Содержание фосфатов не превышало ПДК, изменяясь в пределах 4,6-33,5, и в среднем составило 16,0 в бухте и 21,4 на взморье. Максимальная концентрация (до 29,1-33,5) систематически фиксировалась в придонных водах верховья бухты (ст.3, 4), а в октябре так же в придонных водах пляжной зоны (ст.9) достигала

33,3. На взморье максимальным загрязнением (до 22,4) отличался район, подверженный влиянию сбросов очистных сооружений (ст.12). Внутригодовая динамика показала рост концентрации фосфатов на фоне относительно стабильного содержания общего фосфора (рис. 3.4). Концентрация общего фосфора изменялась в диапазоне 22,6-44,1 за исключением двух случаев в феврале, когда в водах бухты она достигала 57,1 у поверхности на ст.2 и 82,8 у дна на ст.9. Среднее для 2024 г. содержание составило 34,0 и 35,4 мкг/дм³ на поверхностном и придонном горизонте соответственно.

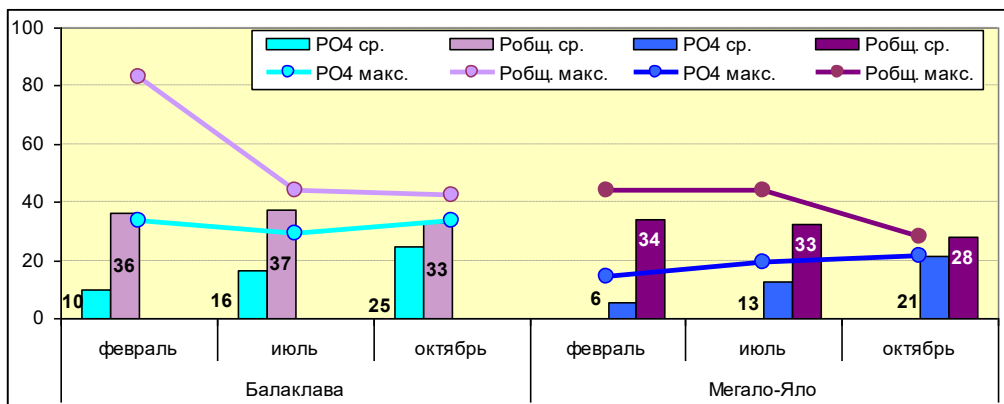


Рис. 3.4. Сезонное изменение содержания фосфора в водах акватории Балаклавской бухты и сопредельного залива Мегало-Яло в 2024 г.

Содержание общего азота изменялось в водах бухты от 294 до 1664, в водах залива – от 305 до 1501 и в среднем отличалось незначительно, составив 608 и 633 соответственно. Максимальная концентрация фиксировалась в июле в кутовой части бухты (1507-1664 на ст.1) и на взморье (1423-1501 на ст. 15, 16). В целом для региона наблюдался рост среднего содержания общего азота от февраля (490) к июлю (827) с понижением к октябрю (532). Поверхностные воды содержали азота на 24% больше придонных. Концентрация неорганических соединений азота была максимальной в феврале и понижалась с прогревом морских вод увеличением биологического потребления. Содержание нитритов варьировало от 0,7 до 15,3 и в среднем составило 3,6. Максимум (10,0-15,3) фиксировался в феврале в верховье бухты, а в июле не превышал 5,7, в октябре – 2,8. Аналогично, максимальная концентрация аммония наблюдалась в феврале у поверхности в кутовой части бухты (108,5 на ст.1) и на взморье (76,1 на ст.10), а в июле и октябре не превышала 41,6 и 39,4 соответственно. Загрязнение поверхностных вод в среднем было в 1,6 раза выше, чем придонных. Среднее содержание в водах акватории бухты составило 27,5, в водах залива – 10,1. Еще более отличалось загрязнение вод бухты и сопредельного залива нитратами (рис.3.5). В поверхностных водах акватории бухты концентрация их изменялась в диапазонах 46,5-691 в феврале и 3,3-83,5 в июле (за единичным

исключением 493 в поверхностных водах ст.10) и октябре, а в придонных водах она не превышала 70,7. На взморье концентрация нитратов варьировала от 2,9 до 17,4, за исключением, когда в феврале она достигла 38,8 в поверхностных водах ст.13, и в июле, когда на ст.16 она достигла 67,6-34,6. Среднее содержание в слое за период наблюдения составило 89,6 в водах бухты и 13,4 мкг/дм³ в водах залива.

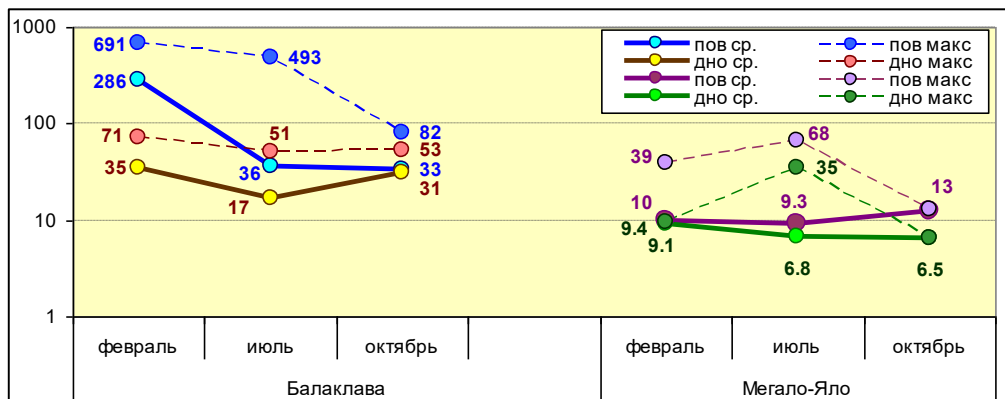


Рис. 3.5. Сезонное изменение содержания нитратов в водах акватории Балаклавской бухты и сопредельного залива Мегало-Яло в 2024 г.

Концентрация кремния изменялась от 66 до 583 мкг/дм³. В среднем в поверхностном слое (189) была выше, чем у дна (161). Среднее содержание в слое было сопоставимым для бухты (177) и взморья (170), но отличалось сезонной динамикой. Так в водах бухты наблюдалось снижение содержания от 220 в феврале до 178 в июле и до 108 в октябре, а в сопредельных водах залива наибольшим оно было в июле (206), повысившись от февраля (149) и снизившись к октябрю (71,6 мкг/дм³).

Нефтяное загрязнение вод района было значительным. Концентрация НУ (мг/дм³) варьировала в диапазоне 0,02-0,30, и в 74% отобранных проб достигала или превышала норматив. Максимум (6 ПДК) фиксировался в верховье бухты (ст.1) в июле и октябре, в феврале и июле наблюдалась концентрация (0,20; 4 ПДК) в центральной части бухты (ст.7, 8). На взморье все отобранные пробы показали превышение ПДК, максимальная концентрация достигала 0,14 (2,8 ПДК). Среднее содержание в феврале и октябре составило 0,06-0,07, а в июле при возрастании рекреационной нагрузки на регион и активизации каботажного флота достигало 0,12 мг/дм³. Загрязнение вод АПАВ (мкг/дм³) не превышало допустимого уровня. Среднее содержание в феврале и июле составило 50 (при максимальной концентрации 71 и 67 соответственно), в октябре снизилось до 36. Поверхностные воды были загрязнены более придонных (в среднем 54 и 39 соответственно). Величина БПК₅ (мгО₂/л) в июле в результате достаточного прогрева вод и повышенного содержания в них биогенных соединений превышала допустимый уровень, изменяясь от 2,37 (1,1 ПДК) до 5,59 (2,7 ПДК), и в

среднем составила 3,61 (1,7 ПДК). В феврале и октябре средняя величина БПК₅ составила 1,30 и 1,27 соответственно. Однако в эти месяцы также наблюдались единичные превышения ПДК в поверхностных водах верховья бухты, так на ст.1 зафиксировано соответственно 5,82 (2,8 ПДК) и 7,09 (3,4 ПДК), на ст.2 – 2,19 и 2,33. Среднее для 2024 г. значение величины БПК₅ составило 2,08, в том числе 2,31 для поверхностных вод и 1,86 мгО₂/дм³ для придонных.

Тяжелые металлы (мкг/дм³). Концентрация меди изменялась от аналитического нуля до 24,1. Максимум был зафиксирован в придонных водах (ст.9) в феврале, когда в 9 из 12 отобранных в акватории бухты проб зафиксировано превышение ПДК в 1,6-4,8 раза, а среднее содержание составило 10,3 (рис.3.6). В июле среднее содержание меди снизилось до 4,4, в октябре – до 1,4, а максимальные значения концентрации – до 7,4 и 3,0 соответственно. На взморье превышение ПДК (до 5,2-7,3) наблюдалось только в июле, когда среднее содержание составило 3,7. Повышенная концентрация свинца до 10,1-12,1 и 10,9 фиксировалась в июле в придонных водах бухты (ст.1 и 9) и поверхностных водах взморья (ст.12) соответственно. Среднее содержание элемента показало рост от февраля (3,9) к июлю (5,9) с понижением к октябрю (2,6) и в целом составило 4,2, в том числе 3,8 и 4,5 в водах поверхностного и придонного горизонта соответственно. Содержание марганца определялось в феврале и октябре, и только 35% отобранных проб показали его присутствие в концентрации до 5,0. Максимальная концентрация железа фиксировалась в летний сезон в пик интенсивности каботажного судоходства. В водах бухты экстремальное значение превышала норматив и достигала 53,8-54,9 на ст.5 и 48,6-49,1 на ст.1. В водах залива в указанный период также наблюдался максимум (до 20,4-21,3 на ст.№13,14). Вертикальное распределение в слое поверхность-дно было относительно равномерным и в среднем составило 14,7-15,2. Среднее содержание хрома в водах бухты/залива также росло от 5,7/3,0 в феврале до 14,6/15,5 в июле с понижением до 1,5/0,5 в октябре. Два максимума (59,0 и 29,4) были соответственно зафиксированы в поверхностных водах кутовой части бухты (ст.1) и придонных водах залива (ст.14). В остальных пробах концентрация элемента не превышала 16,5. Среднее для 2024 г. содержание было равным для поверхностного и придонного горизонта и составило 7,9.

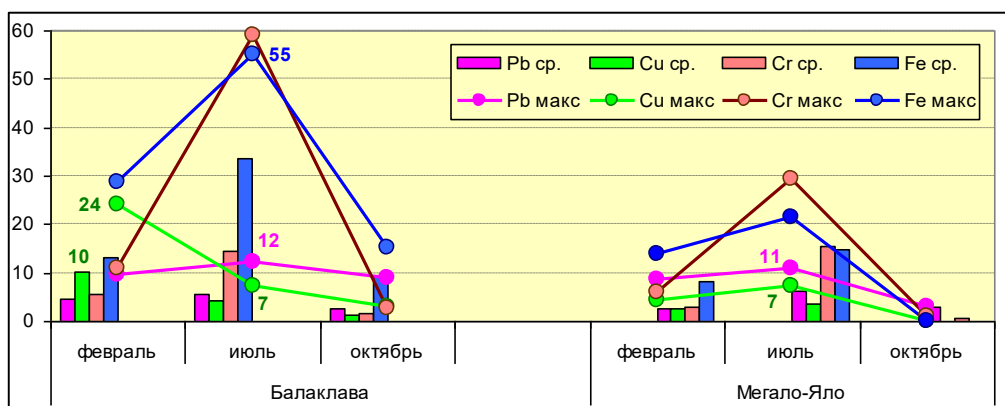


Рис. 3.6. Сезонное изменение содержания микроэлементов (мкг/дм³) в водах акватории Балаклавской бухты и сопредельного залива Мегало-Яло в 2024 г.

Аэрация вод бухты в феврале и октябре была недостаточной (97 и 83% насыщения соответственно), дефицит растворенного кислорода достигал 22%. В июле наблюдалось перенасыщение вод (115%), предел растворимости был превышен на 2-27%. На сопредельной акватории залива в феврале и июле насыщение вод кислородом в среднем составило 102 и 114% соответственно. В отдельных пробах отмечался дефицит до 4-6%, в октябре достигший 14%. Абсолютное содержание кислорода ($\text{мгO}_2/\text{дм}^3$) в водах бухты варьировало от 7,45 до 10,16, в водах залива – от 8,01 до 10,36 и в среднем составило 9,04 и 9,37 соответственно. Вертикальное распределение растворенного кислорода показало количественное превышение содержания его в придонных водах (9,28) относительно поверхностных (9,00 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$). Вместе с тем отмечено недонасыщение придонных вод (98%) при достаточной аэрации вод поверхностного горизонта (103%).

3.3. Порт Ялта

В 2024 г. гидрохимические исследования на акватории морского пассажирского порта Ялта выполнялись лабораторией мониторинга загрязнения окружающей среды г. Ялта (ЛМЗОС, ФГБУ «Крымское УГМС») на морском гидрологическом посту г. Ялта 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 937 анализов.

В период исследований температура морских вод изменялась в соответствии с сезонностью от 8,1°C (в феврале) до 26,2°C (в августе). Соленость поверхностного слоя, зависящая от объема пресной воды, поступающей со стоком реки Дерекойка в кутовую часть порта, варьировала в пределах 9,59-18,64‰ и в среднем составила 15,77‰, что на 2,84‰ ниже солености придонных вод. Соленость придонных вод продолжила многолетнюю динамику роста и в 2024 г. изменялась в узком

диапазоне (17,94-19,02‰), только в феврале снизившись до 16,50‰ (рис.3.8). Среднее за год значение в слое поверхность-дно (17,19‰) возросло на 0,31‰ в сравнении с предыдущим годом. Щелочность изменялась в диапазоне 2,921-3,410 мг-экв/дм³, а средняя величина снизилась до 3,241 мг-экв/дм³. Водородный показатель остался на уровне предыдущего года (8,11 ед.рН), укладываясь в диапазоне 7,73-8,34 ед.рН.

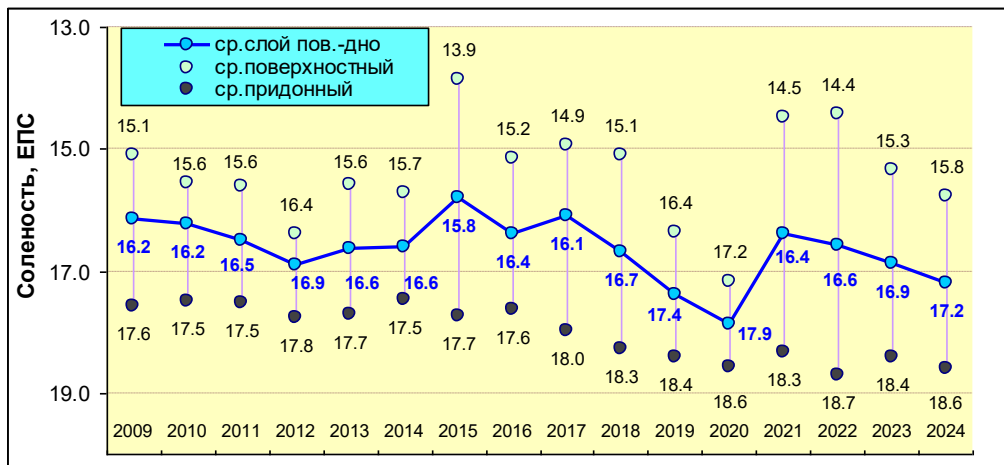


Рис. 3.8. Многолетнее изменение солёности вод акватории порта Ялта в 2024 г.

Биогенные вещества (мкг/дм³). Концентрация фосфатного фосфора в акватории порта Ялта в сентябре превысила ПДК в 1,8-1,5 раз, достигнув 91 и 74 в поверхностных и придонных водах соответственно. В остальной период содержание фосфатов изменялось от 3 до 27, в среднем за год составив 12 мкг/дм³. Также как и для фосфатов, поверхностные воды содержали общего фосфора почти вдвое больше придонных, в среднем 72 против 38 соответственно. Максимум концентрации общего фосфора был зафиксирован в сентябре: 128 у поверхности и 148 у дна. В остальные месяцы на указанных горизонтах отбора проб концентрация изменялась в диапазонах 48-109 и 14-56 соответственно. В среднегодовом выражении в столбе воды содержание снизилось до 55 мкг/дм³, на фоне незначительного увеличения фосфатов (рис. 3.9).

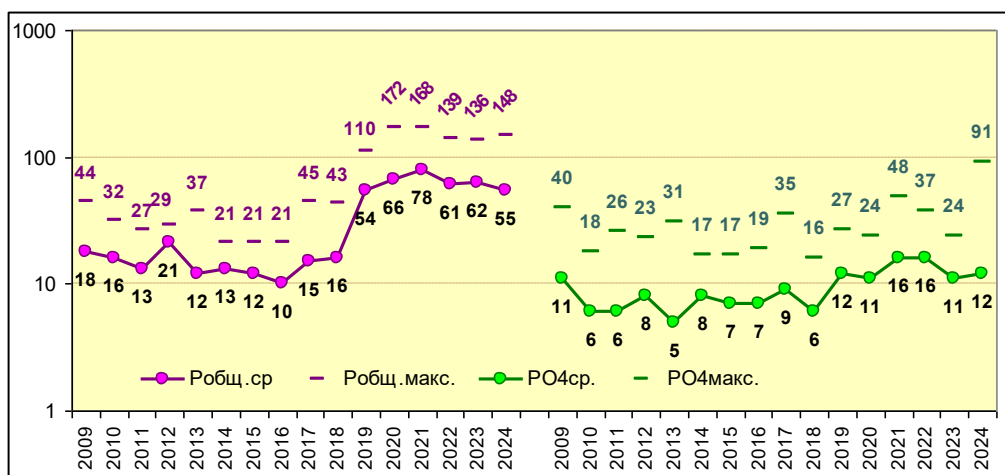


Рис. 3.9. Динамика среднегодовой и максимальной концентрации фосфора (мкг/дм³) в водах порта Ялта в 2009-2024 гг.

Содержание аммонийного и общего азота в поверхностных водах в среднем было в 2,2-2,4 раза больше придонных, а для нитратов превышение составило 5,7 раз. Максимальная концентрация нитритов, как и по фосфору, наблюдалась в сентябре (18,3 в поверхностном слое воды и 19,8 в придонном). В остальное время их содержание не превышало 6,8 и в среднем в столбе воды составило 3,7. Для аммония, нитратов и общего азота максимум концентрации отмечен в июне, когда в поверхностных водах он достигал 34, 885 и 3871 соответственно. Среднее содержание аммония в слое составило 12,8, нитратов возросло до 233 (397 в поверхностных водах и 69 в придонных). Среднегодовая концентрация азота общего была максимальной за последние 15 лет, достигнув 1881 мкг/дм³, в том числе 2667 у поверхности и 1095 мкг/дм³ у дна (рис.3.10). Концентрация кремния в поверхностных водах изменялась от 605 (март) до 1285 (май) и 1777 (октябрь), в придонных – от 584 (апрель) до 106 (июнь), и в среднем за год составила 839 и 290 соответственно. Среднее содержание в столбе воды (564) продолжило тенденцию роста с 2021 г.

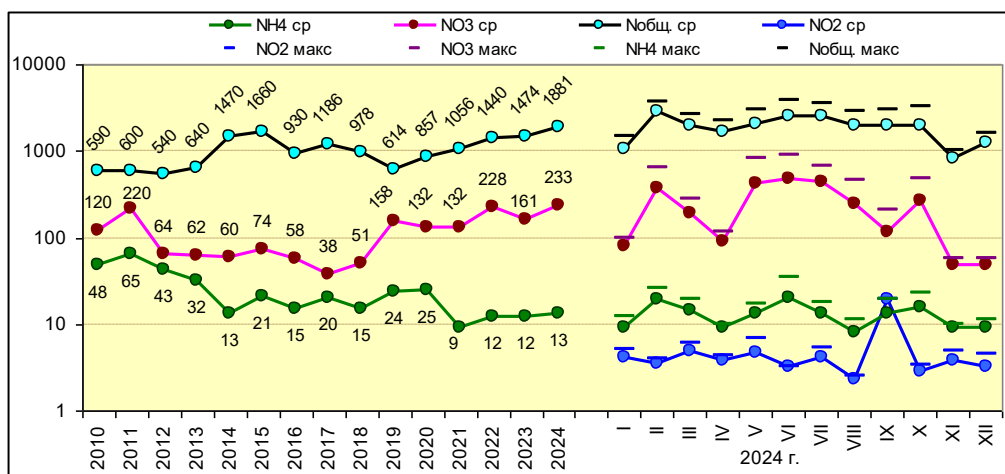


Рис. 3.10. Внутригодовое изменение содержания азота (мкг/дм^3) в водах порта Ялта в 2024 г.

Нефтяные углеводороды (мг/дм^3). Нефтяное загрязнение вод акватории п. Ялта, как и в предыдущие годы, в целом было существенным. 27 августа зафиксирован единичный случай загрязнения поверхностных вод до 0,12 (2,4 ПДК). С 15 октября до 19 ноября наблюдалось присутствие НУ в концентрации 0,01-0,05. И только 24 декабря загрязнение вод на порядок превысило допустимую концентрацию, достигнув 0,57-0,59 (11-12 ПДК). Среднее за год значение снизилось до 0,02 (0,4 ПДК). Загрязнение вод акватории порта Ялта АПАВ не превышало 0,22-0,33 ПДК. Максимальное наблюдалось в апреле. Среднее за год содержание снизилось до 8 мкг/дм^3 . Концентрация суммы фенолов, как и в предыдущие годы, была ниже предела количественного определения.

Хлорорганические пестициды (ХОП, нг/дм^3). Содержание α -, γ -ГХЦГ и ДДТ в водах порта было ниже предела количественного определения. Присутствие ГПХ в концентрации до 4,67 отмечалось в течение всего года. Максимум наблюдался в марте на обоих горизонтах (рис. 3.11). Среднее за год содержание в слое возросло до 2,08, в том числе составило 1,83 в поверхностных водах и 2,32 в придонных. 50% отобранных проб содержали ДДД в концентрации от 0,48 до 2,74. Максимум в поверхностных водах (2,47) был отмечен в феврале, в придонных водах (2,74) – в сентябре. Среднегодовое содержание (0,67) было минимальным за весь период с 2019 г. ДДЭ был выявлен только с января по апрель в концентрации 0,47-3,31, что определило понижение загрязненности вод в среднем за год до 0,47. Впервые с 2019 г. был выявлен альдрин в придонных водах в январе (3,81), в поверхностных водах в феврале (2,15) и мае-июле (0,58-4,38). Среднее за год содержание в слое поверхность-дно составило 0,61. Присутствие ПХБ, как и в предыдущие годы, не зафиксировано.

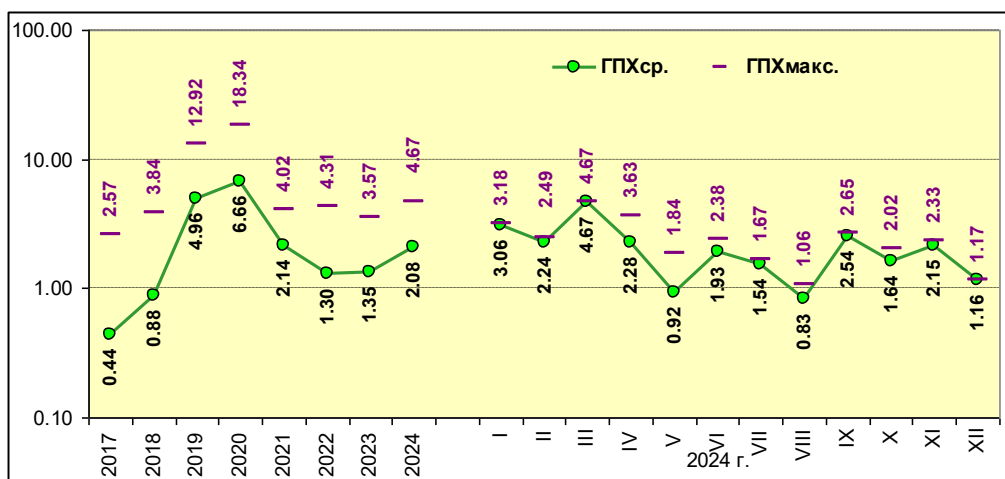


Рис. 3.11. Изменение среднего и экстремального содержания ГПХ (нг/дм³) в водах акватории порта Ялта.

Аэрация вод акватории порта Ялта, как и в предыдущие годы, была недостаточной. Только 7% отобранных проб показали концентрацию кислорода выше уровня его растворимости. Недонасыщение вод в течение года достигало 22-24%. По среднемесячным значениям в слое поверхность-дно дефицит кислорода варьировал в интервале 1-13% насыщения. Значительно отличалась сезонная динамика насыщения поверхностных и придонных вод. В поверхностных водах наблюдалось постепенное понижение насыщения вод кислородом от 95% в январе до 87% в декабре (рис.3.12). Аэрация придонных вод характеризовалась значительным повышением от января (89%) к июлю (106%) с последующим снижением к декабрю (87%). Среднегодовая величина насыщения вод (91%), как и в предыдущие годы, была значительно ниже норматива растворимости, при относительной стабильности показателя в 2018-2024 гг. (рис.3.13). По абсолютным значениям ($\text{мгO}_2/\text{дм}^3$) содержание растворенного кислорода варьировало в пределах 5,87-10,02 на поверхности и 6,53-9,37 у дна. В теплый период с июня по ноябрь придонные воды содержали больше кислорода при относительно сопоставимой внутригодовой динамике концентрации. Минимум, как и в 2023 г., фиксировался в августе и сентябре (6,50-6,63). Среднегодовое содержание растворенного кислорода (8,04) продолжило тенденцию постепенного снижения за последнее десятилетие за единственным исключением 2020 г. (8,00 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$).

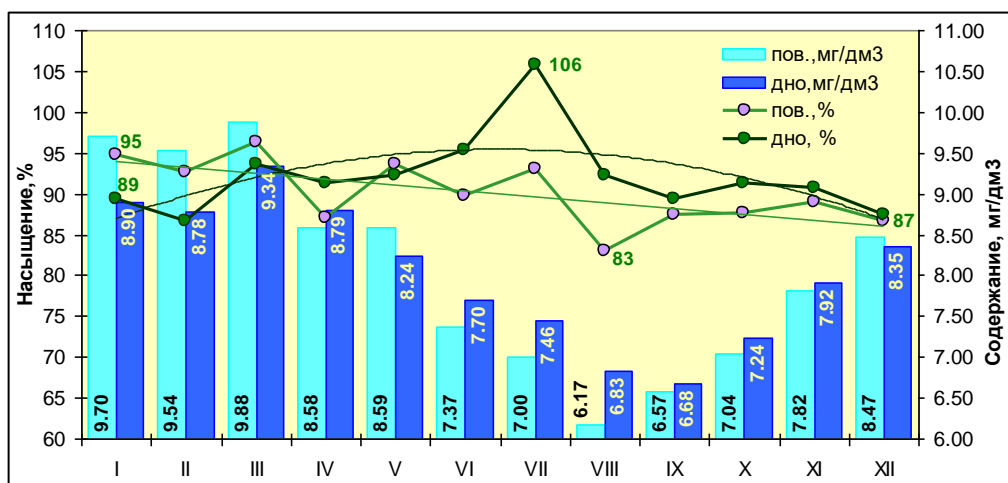


Рис. 3.12. Сезонное изменение среднего относительного и абсолютного содержания растворенного кислорода в водах акватории порта Ялта.

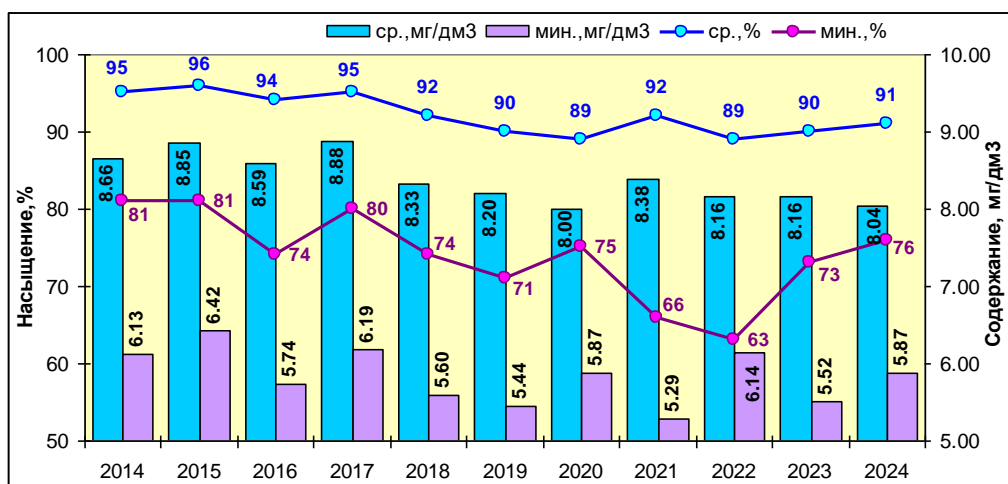


Рис. 3.13. Межгодовое изменение среднего и минимального относительного и абсолютного содержания растворенного кислорода в водах акватории порта Ялта.

3.4. Карадагский природный заповедник, Коктебельская бухта

Изучение качества морских вод на взморье Карадагского природного заповедника и акватории Коктебельской бухты проводилось СО ГОИН 22 мая и 14 сентября на 13 станциях с глубинами от 4 до 41 м (рис. 3.14). Всего отобрано и обработано 50 проб морской воды, выполнено 674 измерения.

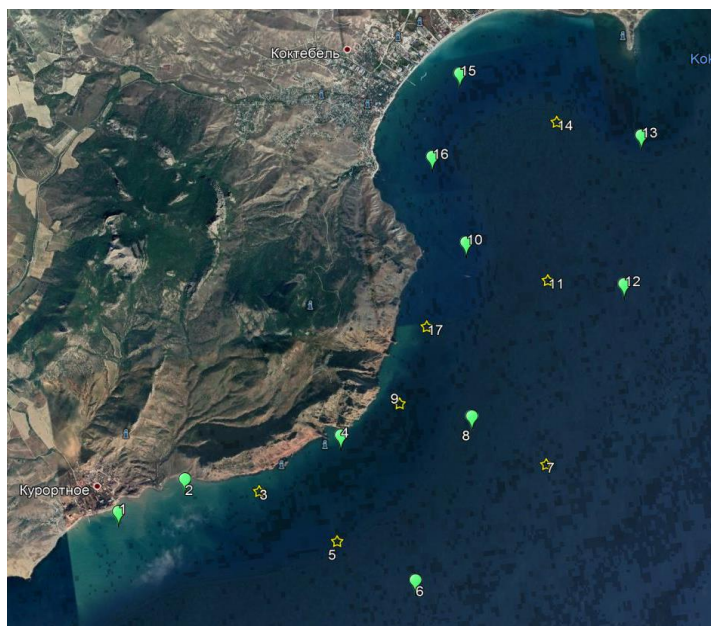


Рис. 3.14. Схема проведения мониторинга морских вод у побережья Карадагского природного заповедника в 2024 г.

Температура морских вод в соответствии с сезонностью в мае изменялась в диапазоне 14,0-18,9°C, в сентябре – в диапазоне 12,4-25,4°C (рис.3.15). Значения солёности и водородного показателя, как и в предыдущие годы, изменялись незначительно в пределах 18,35-18,74‰ и 8,36-8,76 ед.рН соответственно. Щелочность в мае в среднем составила 4,095, варьируя от 3,554 до 5,741. Максимальные значения 5,741 и 5,589 мг-экв/дм³ были зафиксированы соответственно в поверхностных водах у дельфинария (ст.№2) и придонных водах на глубине 26,6 м у мыса Тупой (ст.№17). В сентябре щелочность изменялась в узком диапазоне 3,514-3,548 и по результатам двух съёмок в среднем составила 3,800 мг-экв/дм³.

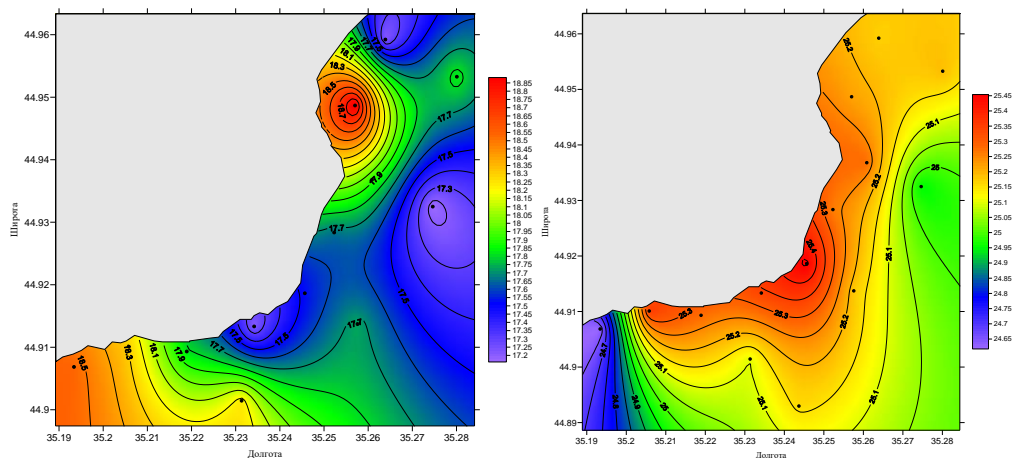


Рис. 3.15. Карты пространственного распределения температуры (°C) в поверхностном слое морских вод у побережья Карадагского природного заповедника 22 мая и 14 сентября 2024 г.

Биогенные вещества (мкг/дм³). Содержание фосфора в 2024 г. достаточно равномерно распределялось по глубине, но значительно отличалось в мае и сентябре. Концентрация общего фосфора в мае изменялась от 24,1 до 46,0, а в сентябре – от 49,7 до 60,0-62,4 (п.Курортное (ст.1) и Золотые Ворота (ст.4)), средние значения составили соответственно 32,5 и 54,1. Рост общего содержания фосфора был вызван увеличением концентрации фосфатов в 4,5 раза от мая (5,3) к сентябрю (23,7), при относительно равной органической составляющей (в среднем 27,2 в мае и 30,4 в сентябре). Таким образом, вклад фосфатов в мае составлял 16%, а в сентябре достиг 44%. Максимальное содержание неорганического фосфора (29,0-30,5 мкг/дм³) не превышало ПДК и было зафиксировано в сентябре на траверзе м. Меганом (ст.6). В сравнении с сопоставимым периодом предыдущего года концентрация общего фосфора увеличилась в 1,8 раза, фосфатов в 4 раза.

Азот в столбе воды распределялся относительно равномерно, содержание нормируемых соединений было значительно ниже соответствующих ПДК. Как и по фосфору наблюдался рост содержания всех форм азота от весны к осени в 1,1-1,5 раза (рис. 3.16). Максимальные значения концентрации фиксировались в сентябре: для аммония в поверхностных водах (37,1), для нитритов, нитратов и азота общего в придонных водах (5,9, 10,9 и 788 соответственно). Среднее в слое поверхность-дно содержание азота общего составило 477, аммонийного – 14,6, нитритного – 1,0, нитратного – 3,1 мкг/дм³.

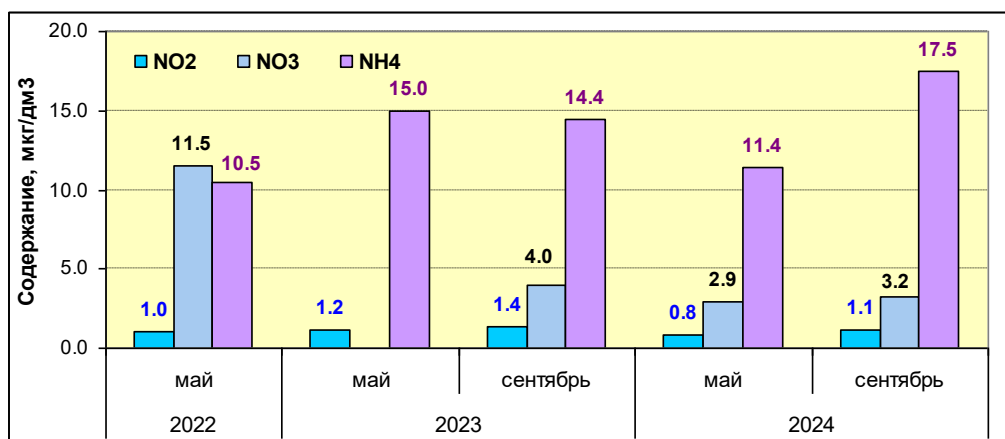


Рис. 3.16. Изменение среднего содержания минерального азота на взморье Карадагского природного заповедника в 2022-2024 гг.

Концентрация кремния изменялась в диапазоне 31-433 и в среднем составила 133, что в 2,6 раза выше предыдущего года. В придонных водах

содержание было выше, чем в поверхностных: соответственно 130 и 127 в мае, 57 и 31 в сентябре. Максимальные значения концентрации (302 и 433) отмечены в мае на выходе из Коктебельской бухты (ст.14) и в сентябре на траверзе м. Меганом (ст.6). Как и в 2023 г. от мая к сентябрю наблюдалось снижение среднего содержания показателя более выраженное для поверхностных вод.

Мониторинг **нефтяного загрязнения** (мг/дм^3) выполнялся только для морских вод поверхностного горизонта. Как и в предыдущие годы, подавляющее большинство проб показало превышение ПДК. Содержание НУ изменялось в диапазоне 0,04-0,16 (0,8-3,2 ПДК) и в среднем составило 0,08 (1,6 ПДК), (рис.3.17). Более чистыми (0,04-0,05) были воды Коктебельской бухты в мае, а в сентябре только на траверзе м. Меганом (ст.8) уровень нефтяного загрязнения не превысил ПДК. Максимальное загрязнение вод в мае (0,14) фиксировалось у пос. Курортное (ст.1), в сентябре (0,16 мг/дм^3) – восточнее (ст.3).

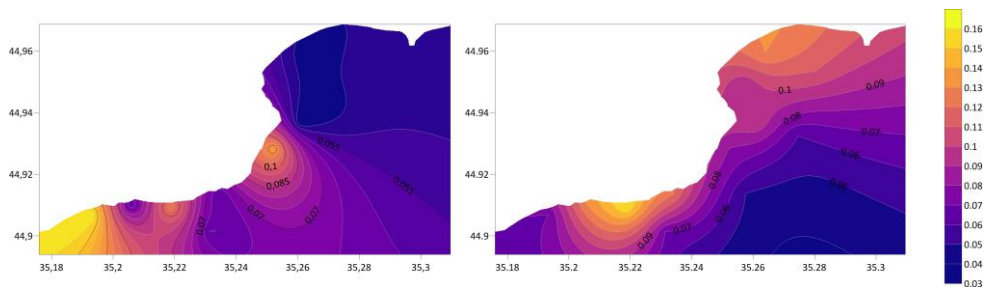


Рис. 3.17. Распределение содержания НУ (мг/дм^3) в поверхностном слое морских вод взморья Карадагского природного заповедника и Коктебельской бухты 22 мая и 14 сентября 2024 г.

Содержание АПАВ (мкг/дм^3) в последние годы не превышало норматив. Загрязнение поверхностных вод (28,5-66,5) было на 25% выше, чем придонных (20,0-52,2). Среднее содержание в слое пов.-дно составило 39,0, повысившись на 12,1 мкг/дм^3 в сравнении с 2023 г. Величина БПК₅ ($\text{мгO}_2/\text{дм}^3$) в мае не превышала ПДК, изменяясь в диапазоне 1,33-2,05. Исключение составила акватория у п. Курортное (ст.1), где, очевидно под влиянием сброса неочищенных сточных вод, она достигла 2,35 (1,1 ПДК) и 11,62 (5,5 ПДК) в поверхностных и придонных водах соответственно. В сентябре величина БПК₅ была выше нормы в двух пробах из придонных вод у м. Меганом: 2,87 на ст.4 (1,4 ПДК) и 7,32 на ст.8 (3,5 ПДК). Среднее значение величины БПК₅ в мае составило 1,70, в сентябре – 0,65 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$.

Аэрация вод акватории в мае была достаточной. Насыщение вод растворенным кислородом превышало уровень растворимости на 1-16%, а у п.Курортное (ст.1) на 33-44% (рис.3.18). В сентябре повсеместно наблюдался дефицит растворенного кислорода за исключением поверхностных вод на ст.№3,6 (118% насыщения) и придонных вод у

дельфинария (ст.№2, 104%). Остальные 115 проб показали недонасыщение растворенным кислородом на 1-20%. По абсолютным значениям в мае содержание варьировало в диапазоне 9,06-9,98 мгО₂/дм³ за исключением ст.1 (11,15-12,36), и в среднем составило 9,70. В сентябре концентрация кислорода снизилась до 7,35 при диапазоне значений от 6,82 до 8,75 мгО₂/дм³.

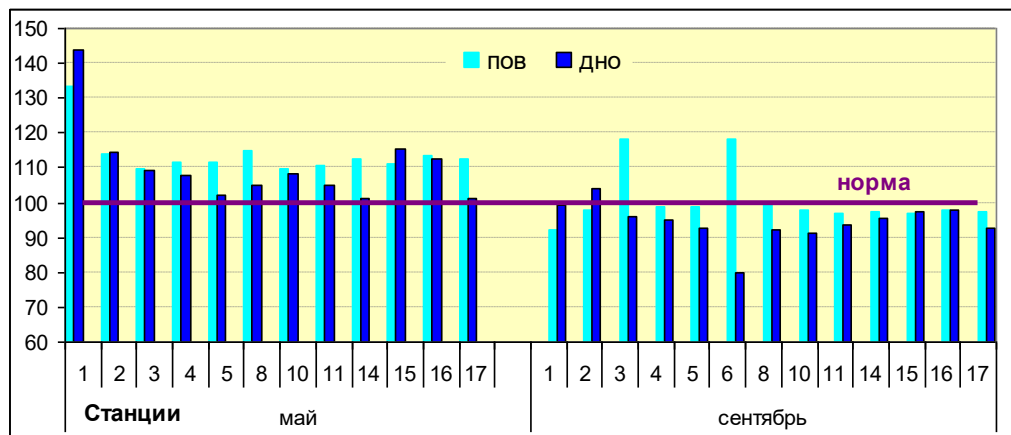


Рис. 3.18. Распределение содержания растворенного кислорода (% насыщения) в морских водах взморья Карадагского природного заповедника и Коктебельской бухты 22 мая и 14 сентября 2024 г.

Таблица 3.1. Среднегодовое и максимальное значение гидрохимических параметров и концентрации загрязняющих веществ в прибрежных водах Крыма в 2022-2024 гг.

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|------------------------------------|--------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| Акватория порта Ялта (72 пробы) | НУ | 0,006 | 0,12 | 0,037 | 0,74 | 0,02 | 0,40 |
| | | 0,11 | 2,20 | 0,432 | 8,64 | 0,59 | 11,8 |
| | СПАВ | 8,6 | 0,09 | 10 | 0,10 | 7,8 | 0,08 |
| | | 43 | 0,43 | 30 | 0,30 | 33 | 0,33 |
| | γ-ГХЦГ (линдан) | 0,04 | <0,01 | 0,08 | 0,01 | 0 | |
| | | 0,53 | 0,05 | 1,34 | 0,13 | 0 | |
| | α-ГХЦГ | 0,29 | 0,03 | 0 | | 0 | |
| | | 2,02 | 0,20 | 0 | | 0 | |
| | ДДТ | 0,14 | 0,01 | 0,10 | 0,01 | 0 | |
| | | 1,33 | 0,13 | 1,26 | 0,13 | 0 | |
| | ДДЭ | 0,78 | 0,08 | 0,74 | 0,07 | 0,47 | 0,05 |
| | | 3,83 | 0,38 | 2,29 | 0,23 | 3,31 | 0,33 |
| | ДДД | 3,83 | 0,38 | 2,2 | 0,22 | 0,67 | 0,07 |
| | | 13,79 | 1,38 | 10,34 | 1,03 | 2,74 | 0,27 |
| | Альдрин | 0 | | 0 | | 0,61 | 0,06 |
| | | 0 | | 0 | | 4,38 | 0,44 |
| | Гептахлор | 1,30 | 0,13 | 1,35 | 0,14 | 2,08 | 0,21 |
| | | 4,31 | 0,43 | 3,57 | 0,36 | 4,67 | 0,47 |

| | | | | | | |
|-----------------------------------|------|-------|------|-------------|-----------|-------------|
| Аммонийный азот N-NH ₄ | 19,8 | <0,01 | 12,4 | <0,01 | 12,8 | <0,01 |
| | 190 | 0,08 | 30 | 0,01 | 34 | 0,02 |
| Нитратный азот N-NO ₂ | | | | | 233 | 0,02 |
| | | | | | 885 | 0,10 |
| Нитритный азот N-NO ₂ | 5,5 | 0,23 | 4 | 0,17 | 3,7 | 0,15 |
| | 12,8 | 0,53 | 8 | 0,33 | 19,8 | 0,82 |
| Фосфаты P-PO ₄ | 15,7 | 0,31 | 10,5 | 0,22 | 11,9 | 0,49 |
| | 37 | 0,74 | 24 | 0,48 | 91 | 3,79 |
| Растворенный кислород | 8,16 | | 8,16 | | 8,04 | |
| | 6,14 | | 5,52 | 0,92 | 5,87 | 0,98 |

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

3.5. Качество черноморских вод у берегов Крыма

Воды бухт Севастопольского региона по результатам расчета индекса загрязненности вод (ИЗВ), полученные на основе осредненных и приведенных к ПДК величин концентрации приоритетных для каждого из районов мониторинга загрязняющих веществ и растворенного в воде кислорода, в 2024 г. характеризовались как «умеренно загрязненные» (III класс) и «загрязненные» (IV класс), (табл. 3.2). Максимальный вклад в величину ИЗВ вносили НУ и БПК₅. В водах Балаклавской бухты и отдельных районов Севастопольской бухты выявлено значительное содержание меди (0,34-0,88 ПДК), железа (0,30-0,38 ПДК), свинца (до 0,15-0,42 ПДК) и АПАВ (0,42-0,62 ПДК). Из биогенных комплексов следует отметить фосфаты (0,17-0,32 ПДК) и нитриты (0,15-0,20 ПДК).

Воды акватории порта Ялта, как и в предыдущие годы, характеризовались как «чистые» (ИЗВ=0,40, II класс). Приоритетными ЗВ оставались НУ и фосфаты, очевидно поступающие с водами двух горных рек. В отличие от предыдущего года вместо ДДД более весомый вклад внес ГПХ. Традиционно значительное влияние на величину индекса оказывает кислородный режим акватории, вклад которого в значение индекса в 2018-2024 гг. изменялся в диапазоне 0,72-0,78. Дополнительную нагрузку на акваторию порта оказывали такие ХОП, как ДДД (0,07 ПДК), альдрин (0,06) и ДДЭ (0,05 ПДК). Среднее за год содержание нитритов составило 0,17 ПДК, СПАВ 0,08 ПДК, нитратов 0,03 ПДК. На взморье Карадагского природного заповедника и в Коктебельской бухте в 2024 г., как и в предыдущие годы, воды характеризовались как «умеренно загрязненные». Величина ИЗВ снизилась до 0,81, но осталась в пределах III класса качества вод.

Таблица 3.2. Оценка качества черноморских вод у берегов Крыма в 2022-2024 гг.

| Район | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | | Среднее содержание ЗВ в 2024 г. (в ПДК) |
|-----------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--|
| | ИЗВ | Класс | ИЗВ | Класс | ИЗВ | Класс | |
| Акватория п. Ялта | 0,42 | II | 0,48 | II | 0,40 | II | НУ 0,40; ГПХ 0,21; PO ₄ 0,24; O ₂ 0,75 |
| Взморье Карадага | 1,24 | III | 0,97 | III | 0,81 | III | НУ 1,6; БПК ₅ 0,55; СПАВ 0,39; O ₂ 0,71 |
| Балаклавская бухта | | | | | 1,08 | III | НУ 1,8; БПК ₅ 0,99; Cu 0,88; O ₂ 0,66 |
| Килен бухта | | | | | 1,24 | III | НУ 2,6; БПК ₅ 0,89; СПАВ 0,62; O ₂ 0,85 |
| Доковый комплекс | | | | | 1,36 | IV | НУ 3,4; БПК ₅ 0,85; Cu 0,52; O ₂ 0,68 |

3.6. Загрязнение прибрежных вод Кавказа

В рамках программы государственной службы наблюдений и контроля (ГНС) мониторинг водной среды на прибрежных участках шельфа в районе Анапы, Новороссийска, Геленджика и Туапсе осуществлялся Комплексной лабораторией мониторинга загрязнения окружающей среды Устьевой ГМС Кубанская (КЛИМЗОС, «У Кубанская», г. Темрюк), (рис. 3.19). На участках Анапа, Новороссийск и Геленджик было выполнено пять съемок в марте, мае, июле, сентябре и декабре, а в Туапсе – четыре в марте, мае, июле и сентябре. Всего в основные сроки отобрано 113 проб. Кроме того, в порту Туапсе на штормовой станции I категории №2/2а было отобрано 36 проб ГМБ-1 Туапсе в рамках ежедекадного мониторинга. Все пробы воды отбирались из приповерхностного слоя на прибрежных станциях с использованием маломерного НИС «Росгидромет-17» (проект NS18 RGM, длина 18 м, грузоподъемность 3,5 т). В состав наблюдений входило определение стандартных гидролого-гидрохимических параметров (температура, соленость S‰, хлорность, водородный показатель pH, растворенный кислород O₂ методом Винклера, щелочность Alk), концентрация биогенных элементов (фосфатов PO₄, аммонийного азота NH₄, нитритов NO₂ и силикатов SiO₃) и загрязняющих веществ – НУ, СПАВ, пестицидов и растворенной в воде ртути. Концентрация нефтяных углеводородов определялась методом инфракрасной спектрометрии. Определение концентрации ртути производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды. В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов, СПАВ и тяжелых металлов (ртуть и железо) используется единица мкг/дм³, абсолютного содержания кислорода и БПК₅ – мгO₂/дм³, нефтяных углеводородов – мг/дм³. Предел обнаружения (DL) фосфатов PO₄ составлял 5,0 мкг/дм³, силикатов 10 мкг/дм³, нитритов 0,5 мкг/дм³, нитратов 5,0 мкг/дм³, аммонийного азота 50,0 мкг/дм³,

нефтяных углеводородов $0,02 \text{ мг/дм}^3$ (0,4 ПДК), СПАВ 100 мкг/дм^3 (1,0 ПДК), ртути $0,003 \text{ мкг/дм}^3$ и железа 20 мкг/дм^3 (0,4 ПДК). Во всех 106 обработанных пробах концентрация хлорорганических пестицидов α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ (линдан), ДДТ и ДДЕ оказалась ниже предела обнаружения ($0,002\text{-}0,02 \text{ нг/дм}^3$).

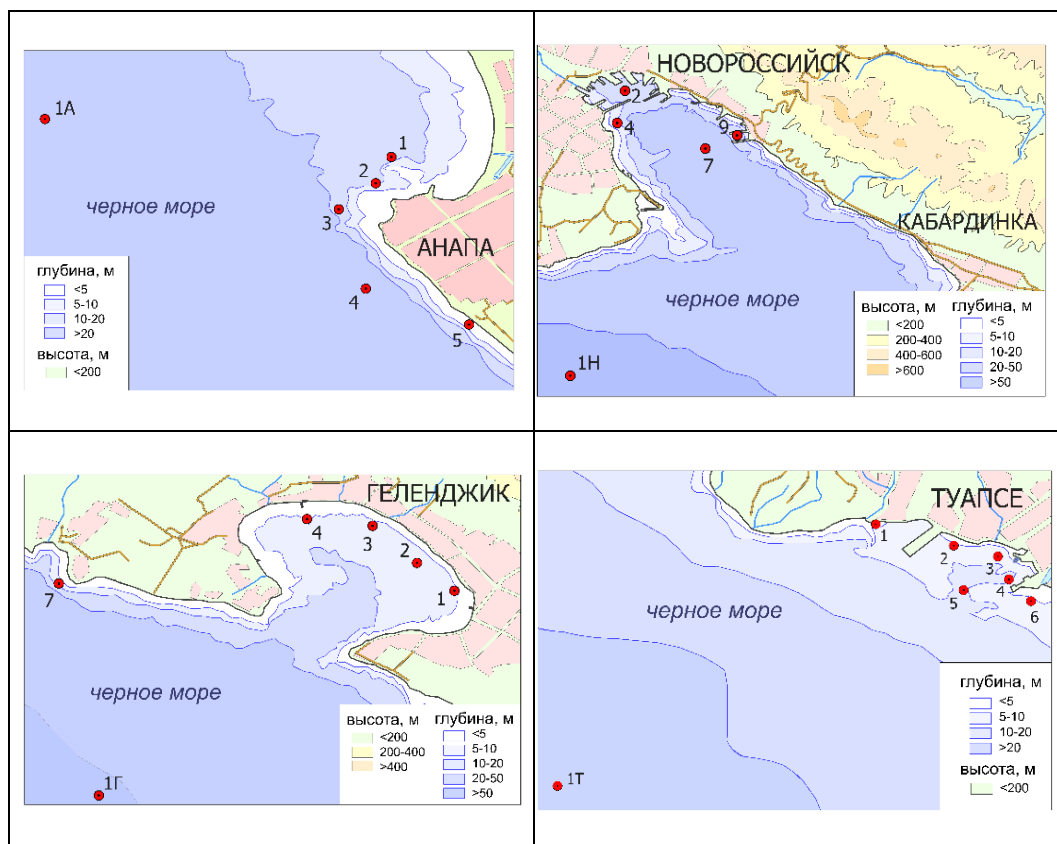


Рис. 3.19. Схема расположения станций отбора проб на акватории портов российской части Черного моря в 2024 г. (У Кубанская).

Анапа. В водах района наблюдения выполнены на 6 станциях с глубинами от 2 до 30 м. Всего было отобрано и проанализировано 30 пробы воды. Температура воды отмечалась от $10,0^{\circ}\text{C}$ в марте и декабре до $24,0^{\circ}\text{C}$ и выше в сентябре. Соленость поверхностного слоя вод изменялась в пределах диапазона $18,03\text{‰}\text{--}19,35\text{‰}$ (табл. 3.3). В средней величине – $18,72\text{‰}$ – отмечается тенденция роста (2023 – $18,63\text{‰}$, 2022 – $18,28\text{‰}$, 2021 – $17,93\text{‰}$). Значение водородного показателя варьировало в диапазоне $8,20\text{--}8,63/8,51\uparrow$ ед.рН; общей щелочности $2,672\text{--}3,346/3,121\uparrow$ мг-экв/дм³; хлорности $9,98\text{--}10,71/10,36\text{‰}$. В четырех пробах с удаленной от берега станции №1а значения БПК₅ изменялись в пределах $1,32\text{--}1,72 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, в среднем 0,73 ПДК (табл. 3.4). В целом экстремальные и средние значения гидролого-гидрохимических

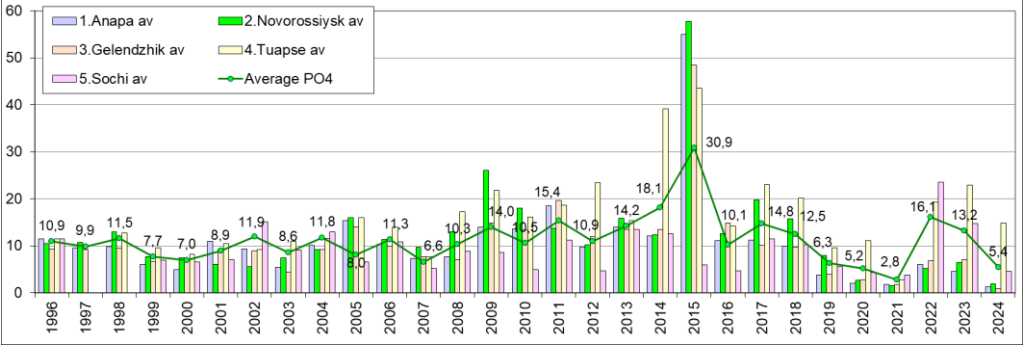
параметров оставались в пределах стандартных колебаний межгодового характера.

Таблица 3.3. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов (мкг/дм³) в прибрежных водах Черноморского побережья России в 2024 г.

| Район | S, ‰ | Щелочность, мг-экв/дм³ | O ₂ *, мг/дм³ | pH | PO ₄ , мкг/дм³ | SiO ₃ , мкг/дм³ | NH ₄ , мкг/дм³ | NO ₂ , мкг/дм³ |
|------------------|--------|---------------------------|-----------------------------|------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Анапа | 18,724 | 3,121 | 9,69 | 8,51 | 1,32 | 143,50 | 105,70 | 2,02 |
| | 19,350 | 3,346 | 7,36 | 8,63 | 7,00 | 207,00 | 132,00 | 5,80 |
| Новоросси йск | 18,546 | 3,280 | 9,54 | 8,52 | 1,86 | 135,22 | 109,91 | 2,81 |
| | 19,200 | 3,424 | 8,91 | 8,61 | 9,1 | 275,00 | 135,00 | 5,50 |
| Геленджик | 18,486 | 3,295 | 9,80 | 8,55 | 0,94 | 126,82 | 103,7 | 2,54 |
| | 19,350 | 3,490 | 9,26 | 8,67 | 6,70 | 218,00 | 141,0 | 5,80 |
| Туапсе | 17,817 | 2,678 | 9,89 | 8,47 | 14,89 | 139,82 | 75,43 | 4,64 |
| | 19,470 | 3,612 | 7,51 | 8,78 | 88,20 | 327,10 | 159,00 | 24,00 |

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

Биогенные вещества (мкг/дм³). В прибрежных водах района г. Анапа содержание фосфора фосфатов относительно прошлых лет сократилось, равно как и в других районах северной части Кавказского побережья: максимальное значение в 1,8 раз, а среднее в 3 раза (рис. 3.20).



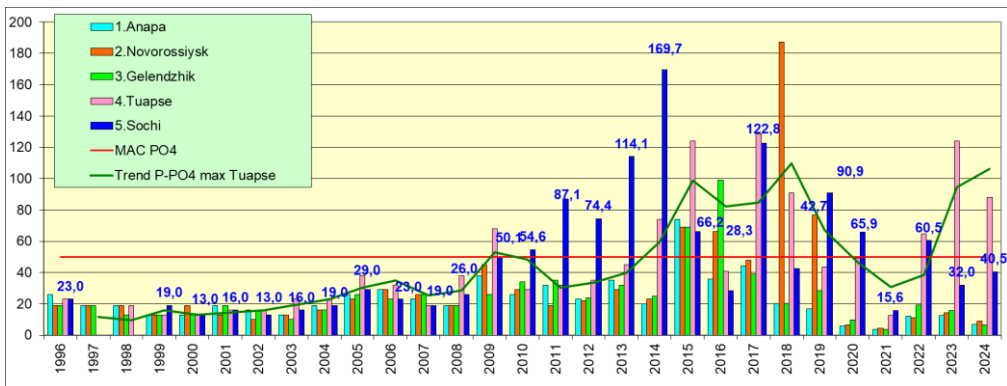
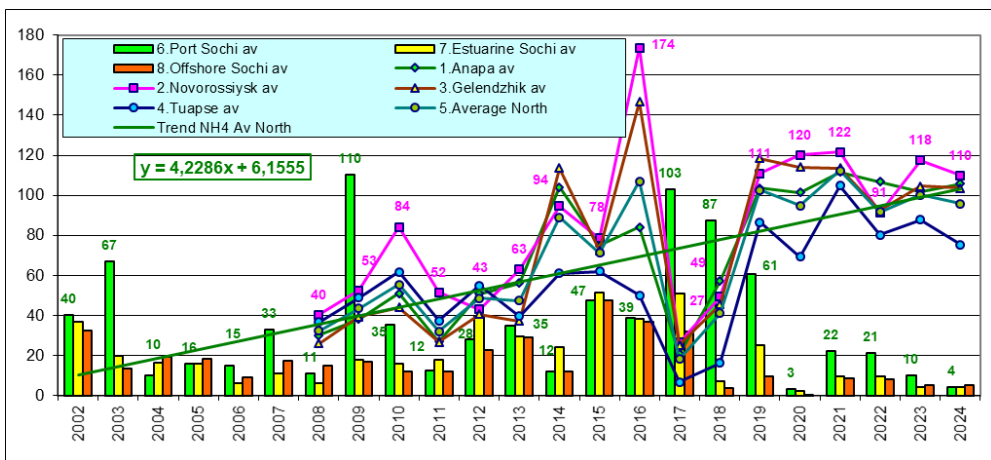


Рис. 3.20. Многолетняя динамика средних (вверху) и максимальных (внизу) значений концентрации неорганического фосфора Р-Р_{О₄} (фосфаты, мкг/дм³) в прибрежных водах Кавказского побережья в 1996-2024 гг.

Содержание аммонийного азота менялось от 85,5 до 132,0. Наименьшие концентрации отмечались в марте и сентябре, наибольшие на всех станциях оказались в июле. Среднее значение по району – 0,05 ПДК – соответствует уровню двух прошлых лет (рис. 3.21). Концентрация нитритного азота находилась в диапазоне 0,5-5,8. Среднее значение (0,08 ПДК) в два раза сократилась в сравнении с двумя предыдущими годами (рис. 3.22). Содержание кремния менялось в диапазоне от 54,1 до 207. Среднее значение – 143,5 – среднее по району за последние пять лет.



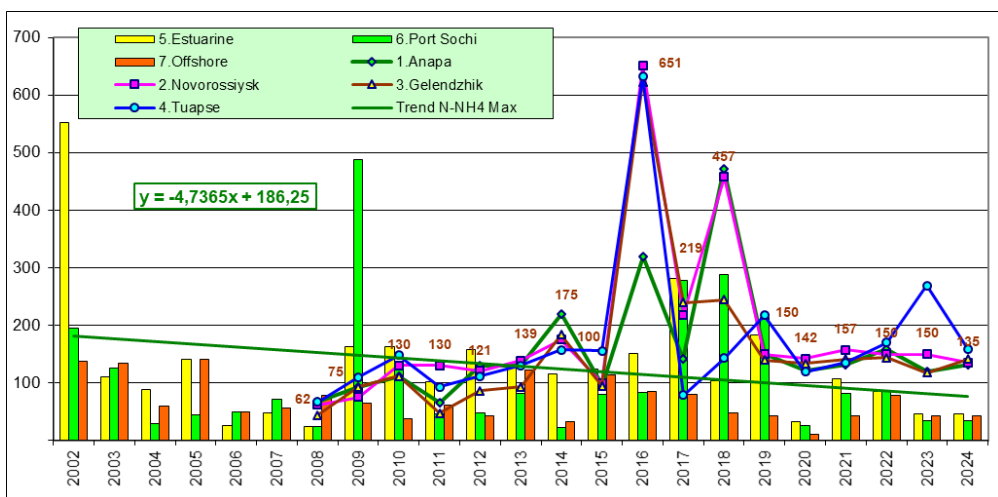


Рис. 3.21. Средняя (вверху) и максимальная (внизу) концентрация аммонийного азота $N-NH_4$ ($мкг/дм^3$) в прибрежных водах Кавказского побережья в 2002–2024 гг.

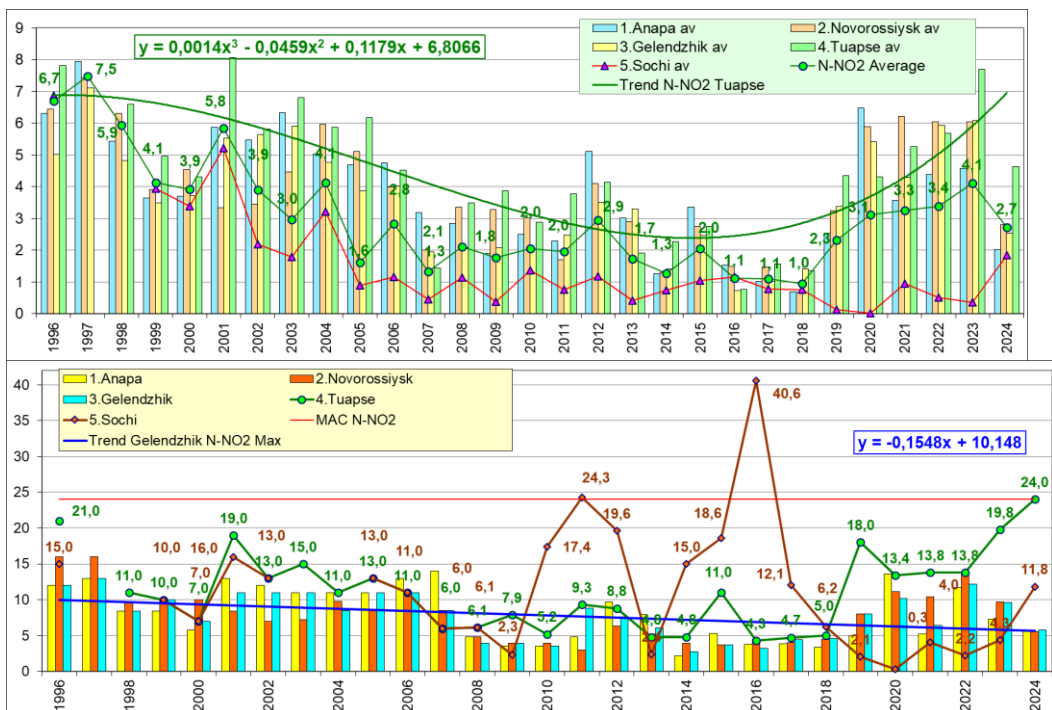


Рис. 3.22. Средняя (вверху) и максимальная (внизу) концентрация нитритного азота $N-NO_2$ ($мкг/дм^3$) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996–2024 гг.

Нефтяные углеводороды в водах вблизи Анапы были обнаружены в 62% проанализированных проб, а норматив был превышен только в двух пробах, максимум 1,32 ПДК (табл. 3.4). И средняя, и экстремальная величины были близкими к прошлогодним, но существенно уступали значениям 2021 г. (рис. 3.23).

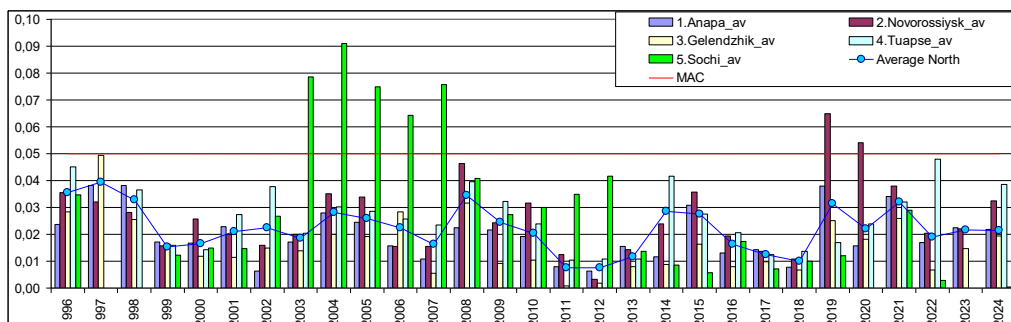


Рис. 3.23. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Кавказа в 1996-2024 гг. Сокращения: Average North – средняя величина в северной части Кавказского побережья; МАС – предельно допустимая концентрация; Trend Average North – тренд концентрации НУ в северной части побережья.

Содержание СПАВ было ниже предела обнаружения во всех пробах. Концентрация ртути определялась на ст.№1, максимальное значение составило 0,1 ПДК. Содержание железа определялось на фоновой станции в открытом море, максимальное значение – 0,05 мг/дм³ – соответствует 0,2 ПДК.

Кислородный режим соответствовал пределам нормы, дефицит растворенного кислорода не наблюдался ни в одной пробе. Средняя концентрация кислорода составила 9,69, изменяясь в диапазоне 7,36-10,79 мгО₂/дм³. Относительное содержание растворенного в воде кислорода было в пределах 98-128% насыщения, в среднем значении – 114,8% отмечается небольшой рост (2021 – 109,40%, 2022 – 110,07%, 2023 – 108,8). Значение индекса загрязненности вод ИЗВ=0,30 в 2024 г. существенно снизилось, по прежнему соответствует II классу, «чистые» (табл. 3.5). В расчет индекса вошли средняя концентрация нефтяных углеводородов, нитриты, ртуть и кислород.

Новороссийск. В 2024 г. в Цемесской бухте было проведено исследования на четырех станциях (№2, 4, 7, 9) с глубинами 2-7 м и на одной фоновой станции (1Н) на траверзе бухты с глубиной 55 м. На всех станциях пробы вод были отобраны из поверхностного слоя пять раз за год в марте, мае, июле, сентябре и декабре. Всего был проведен анализ 25 проб. Основные гидролого-гидрохимические параметры изменялись согласно сезонной ритмике и межгодовым колебаниям (табл. 3.3). Температура воды варьировала от 9,0⁰С в декабре до 25,6⁰С в сентябре. Соленость изменялась от 17,630‰ до 19,200‰; среднее значение – 18,546 – укладывается в тренд ежегодного повышения солености вод в районе Новороссийска в последние годы (2021 – 17,69; 2022 – 18,01; 2023 – 18,37‰). Водородный показатель был в пределах 8,30-8,61 ед.рН; общая щелочность – 3,105-3,424 мг-экв/дм³. Содержание легко окисляемых

органических веществ по БПК₅ в пробах с фоновой станции изменялось в узком диапазоне 1,25-1,72 мгО₂/дм³ характерным для последних лет.

Биогенные вещества (мкг/дм³). Содержание фосфора фосфатов варьировало от 0 до 9,1; среднее значение – 0,04 ПДК – соответствует прошлогоднему уровню (рис. 3.17). Концентрация силикатов немного возросла относительно прошлогоднего снижения и составила в среднем по участку 135,22 при диапазоне 23,6-275,0. Максимальное и наибольшее среднее значение силикатов – 183,74 – отмечено в пробах самой удаленной от основной акватории моря ст.№2 в кутовой части бухты в ковше порта. Концентрация аммонийного азота изменялась в пределах 90-135 и была в пределах сотых долей ПДК; средняя за период наблюдений составила 109,9 (рис. 3.21). Максимальное значение отмечено на ст.№9 в июле, а минимальное на фоновой станции вдали от берега в марте. Концентрация нитритов в целом по району снизилась до диапазона 1,0-5,5/2,8. Наименьшее среднее содержание нитритов оказалось характерно для фоновой станции. Содержание нитратов в четырех пробах с морской фоновой станции варьировало от аналитического нуля в марте до 62,7↑ в сентябре, при среднем значении 19,7↓ против 47,5 мкг/дм³ прошлого года.

Органические загрязняющие вещества. Среднее значение содержания НУ в районе Новороссийска составило 0,65 ПДК; максимальные значения 1,26-1,82 ПДК – были зафиксированы на ст.№2, 4, 7 в марте (табл. 3.4). В целом загрязнение вод НУ возросло относительно прошлого периода наблюдений. Нефтяные углеводороды были обнаружены в 20 пробах из 25 на всех станциях, включая фоновую. Содержание СПАВ было ниже предела определения во всех пробах.

Металлы. Содержание железа исследовалось в четырех пробах с фоновой станции. Среднее и максимальное значения чуть повысились, но остались в пределах ПДК. Содержание ртути определялось на ст.№2 в ковше порта в марте, мае, июле и сентябре; было обнаружено во всех пробах. Концентрация ртути не превышала допустимого норматива и составила: средняя – 0,11 ПДК↓, максимальная – 0,27 ПДК↑.

Кислородный режим соответствовал пределам нормы. Диапазон значений концентрации составил 8,91-10,35 при среднем – 9,42 мгО₂/дм³. Относительное содержание растворенного в воде **кислорода** было в пределах 100-129% насыщения, что несколько выше уровня последних лет. Индекс загрязненности вод для района Новороссийска в 2024 г. рассчитывался на основании средних значений концентрации нефтяных углеводородов, нитритов, ртути и кислорода. Значение ИЗВ=0,38 в сравнении с показателями последних лет снизилось на треть, и соответствует II классу качества вод, «чистые» (табл. 3.5).

Геленджик. Исследования проводились на пяти станциях в бухте с глубинами 3-6 м, а также на фоновой станции №1Г с глубиной 50 м. Всего было отобрано 30 проб из поверхностного слоя в марте, мае, июле,

сентябре и декабре. Температура изменялась от 9,5⁰С в декабре до 26,4⁰С в июле. Среднее значение солености составило 18,49‰. Максимальная соленость – 19,35‰ – зафиксирована в марте на ст.№1, минимальная – 17,88‰ – отмечена в июле на самой северной ст.№3. Значения водородного показателя находились в пределах от 8,42 до 8,67 ед.рН; общей щелочности – от 3,078 до 3,490 мг-экв/дм³. В пробах с морской глубокой ст.№1Г содержание легко окисляемых органических веществ по БПК₅ в четырех пробах изменялось в пределах 1,25-1,64 мгО₂/дм³ при среднем содержании – 0,70 ПДК, что в целом соответствует показателям последних лет. Концентрация взвешенных веществ на ст.№1Г составляла 3-4 мг/дм³.

Биогенные вещества (мкг/дм³). Содержание фосфатов в водах бухты по средним и максимальным значениям значительно сократилось относительно уровня двух прошедших лет и составило 0,02 ПДК и 0,13 ПДК. При этом в пробах ст.№2 и 1Г и в большинстве проб других станций содержание фосфатов не установлено. Максимальные значения наблюдались на ст.№1, 3, 4 в декабре и на ст.7 в мае и декабре. Содержание силикатов варьировало в диапазоне 16,1-218; среднее значение составило 126,82, что ниже уровня последних двух лет. Среднее содержание аммонийного азота в водах бухты – 0,05 ПДК – сохранилось на уровне прошлого года, а максимальное зафиксированное оказалось выше – 0,06 ПДК. Среднее и максимальное содержание нитритов – 0,11 ПДК и 0,24 ПДК, соответственно – в сравнении с прошлогодним уровнем сократилось почти в два раза.

Органические загрязняющие вещества. Нефтяные углеводороды обнаружены в 13 пробах из 30. Превышение норматива до 2,68 ПДК установлено в пробе мористой ст.№1Г в декабре, что более чем в 2 раза выше наблюдаемого максимума в прошлом году на ст.№1. Среднее содержание нефтяных углеводородов в сравнении с прошлым годом увеличилось на четверть и составило 0,39 ПДК. Содержание СПАВ было ниже DL во всех пробах.

Металлы. Концентрация железа на фоновой станции сократилась максимально: почти до нулевых отметок. Содержание ртути на ст.№1 в южном секторе бухты – 0,003-0,019 мкг/дм³ – было зафиксировано во всех четырех обработанных пробах. Среднее и максимальное значения – 0,09 ПДК и 0,19 ПДК, соответственно – находятся на уровне последних лет.

Кислородный режим был в пределах среднесуточной нормы. Дефицита растворенного кислорода не наблюдалось ни в одной пробе. Минимальная концентрация составила 9,26 мгО₂/дм³. Относительное содержание растворенного в воде кислорода изменялось в пределах 106-136%. Индекс загрязненности вод для района Геленджика в 2024 г. ИЗВ=0,59, рассчитанный на основании средних значений концентрации нефтяных углеводородов, нитритов, ртути и кислорода, демонстрирует

устойчивое снижение в сравнении с двумя предыдущими годами, оставаясь в пределах II класса, «чистые».

Туапсе. В 2024 г. наблюдения проводились на 7 станциях: одна станция I категории – ст.№2/2а в порту у пирса с глубиной 6 м, пять прибрежных станций – ст.№1, 3, 4, 5, 6 – на акватории с глубинами 2-9 м и одна фоновая морская станция – ст.№1Т – с глубиной 75 м. На всех станциях пробы воды отбирались в марте, мае, июле и сентябре. На станции I категории – ст.№2а – пробы отбирались в течение всего года ежедекадно. Всего был проведен анализ 64 проб, в т.ч. 36 со станции I категории. В целом диапазон изменения основных гидролого-гидрохимических параметров соответствует сезонной ритмике и межгодовым колебаниям. Температура воды за год на станциях изменялась от 9,7⁰С в январе до 28,0⁰С в июле. Соленость варьировала в пределах 15,13-19,47‰; средняя за год по всем станциям 17,82‰ (табл. 3.3). Значения водородного показателя составили 7,93-8,78/8,47 ед.рН; общей щелочности 1,158-3,612/2,678 мг-экв/дм³, самые низкие величины – 1,235 и менее – отмечены в пробах в порту на ст.№2а, а в пробах других станций величины были выше 3,000 мг-экв/дм³. Содержание легко окисляемых органических веществ по БПК₅ в четырех пробах с фоновой глубоководной станции изменялось в пределах 1,34-1,72/1,52 мгО₂/дм³, что соответствует значению прошлого года.

Биогенные вещества (мкг/дм³). Концентрация фосфатов, которая в водах района Туапсе последние три года росла, несколько снизилась: среднее значение до 0,30 ПДК, а максимальное значение, зафиксированное в порту на ст.№2а в апреле до 1,76 ПДК. Среднее количество силикатов постепенно снижалось последние десятилетия, но после минимума в 2018 г. стало увеличиваться, в последние два года вернулось к тренду сокращения – составило 139,82. Выраженной пространственной неоднородности распределения значений концентрации кремнекислоты в акватории района не наблюдалось. В содержании других биогенных элементов особых изменений не отмечено. Концентрация аммонийного азота, которая в течение последних лет остается на низком уровне, стала еще меньше: средняя – 0,03 ПДК, максимальная наблюденная – 0,07 ПДК. Средняя концентрация нитритов – 0,19 ПДК – уменьшалась на фоне роста максимального значения до 1 ПДК в порту на ст.№2а в мае и июне. Содержание нитратов в четырех пробах с фоновой ст.№1Т составило 27,9↓, изменяясь от аналитического нуля до 91,9, что почти в 2 раза выше значения прошлого года.

Органические загрязняющие вещества. Концентрация нефтяных углеводородов в 2024 г. была выше предела обнаружения в 84% проб (в прошлом году в 67%). Максимальное значение достигало 0,034 мг/дм³ – 83,80 ПДК – на ст.№2а в порту 15 ноября. В целом на этой станции традиционная зона наибольшего загрязнения воды нефтяными углеводородами. Во всех отобранных здесь пробах были обнаружены НУ,

содержание которых превышало норматив. Средняя величина в порту здесь достигала 0,045 – 0,9 ПДК, при среднем значении основной части прибрежной зоны порядка 0,6 ПДК.. В четырех пробах с мористой ст.№1Т содержание НУ было ниже предела обнаружения. Содержание СПАВ превышало предел обнаружения только в пробах со ст.№2 в порту – в 23 пробах из 34 – и варьировало в диапазоне 0,1-0,21 мкг/дм³, что существенно ниже значений прошлого года.

Содержание **железа** определялось лишь в четырех пробах из поверхностного слоя морской станции. Среднее и максимальное значения оказались равными 0 ПДК. Содержание ртути определялось исключительно на штормовой станции в порту. Вещество обнаружено во всех пробах, концентрация варьировала в диапазоне 0,003-0,049 мкг/дм³. Среднее и максимальное значения увеличились в 2-3 раза в сравнении со значениями за последние 2 года.

Кислородный режим был удовлетворительным, а значения находились в пределах нормы. Концентрация **кислорода** варьировала в пределах 7,51-14,87 мкг/дм³. Наименьшие значения установлены в прибрежных пробах и в пробах с морской станции. Относительное содержание растворенного в воде кислорода существенно изменялось в пределах 6,08-133%; среднее значение по участку – 55% – заметно ниже предыдущих двух лет. Индекс загрязненности вод для района Туапсе в 2024 г. рассчитывался на основании средних значений концентрации нефтяных углеводородов, фосфора фосфатов, ртути и кислорода. Значение ИЗВ=0,49, оставаясь в пределах II класса, «чистые», демонстрирует улучшение качества вод в районе.

Таблица 3.4. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах Черного моря в районе между Анапой и Туапсе в 2022-2024 гг.

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|---------------------|---------------------------------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| Анапа (30 пробы) | НУ | 0,017 | 0,34 | 0,023 | 0,45 | 0,022 | 0,44 |
| | | 0,064 | 1,28 | 0,066 | 1,32 | 0,073 | 1,46 |
| | Аммонийный азот N-NH ₄ | 106,79 | 0,05 | 101,82 | 0,05 | 105,70 | 0,05 |
| | | 158 | 0,07 | 119 | 0,05 | 132 | 0,06 |
| | Нитритный азот N-NO ₂ | 4,40 | 0,18 | 4,58 | 0,19 | 2,02 | 0,08 |
| | | 11,7 | 0,49 | 7,3 | 0,30 | 5,8 | 0,24 |
| | Фосфатный фосфор P-PO ₄ | 6,10 | 0,12 | 4,54 | 0,09 | 1,32 | 0,03 |
| | | 12,3 | 0,25 | 12,5 | 0,25 | 7 | 0,14 |
| | Железо | 38,00 | 0,76 | 38,00 | 0,76 | 30 | 0,60 |
| | | 44,00 | 0,88 | 47,00 | 0,94 | 50 | 1,00 |
| | Ртуть Hg | 0,0118 | 0,12 | 0,0183 | 0,18 | 0,0065 | 0,07 |
| | | 0,0260 | 0,26 | 0,0490 | 0,49 | 0,0100 | 0,10 |

| | | | | | | | |
|---------------------------|---|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|
| | БПК ₅ мгО ₂ /дм ³ | 1,58 | 0,75 | 1,51 | 0,72 | 1,54 | 0,73 |
| | | 1,94 | 0,92 | 1,79 | 0,85 | 1,72 | 0,82 |
| | Кислород мгО ₂ /дм ³ | 8,86 | | 9,52 | | 9,69 | |
| | | 7,53 | | 7,53 | | 7,36 | |
| | % насыщения | 110,1 | | 108,8 | | 114,9 | |
| | | 91 | | 92 | | 98 | |
| Новороссийск (25 проб) | НУ | 0,020 | 0,41 | 0,022 | 0,44 | 0,032 | 0,65 |
| | | 0,062 | 1,24 | 0,049 | 0,98 | 0,091 | 1,82 |
| | Аммонийный азот N-NH ₄ | 91,09 | 0,04 | 117,58 | 0,05 | 109,91 | 0,05 |
| | | 150 | 0,07 | 150 | 0,07 | 135 | 0,06 |
| | Нитритный азот N-NO ₂ | 6,05 | 0,25 | 6,05 | 0,25 | 2,81 | 0,12 |
| | | 13,8 | 0,58 | 9,7 | 0,40 | 5,5 | 0,23 |
| | Фосфатный фосфор P-PO ₄ | 5,19 | 0,10 | 6,37 | 0,13 | 1,86 | 0,04 |
| | | 11,2 | 0,22 | 14,4 | 0,29 | 9,1 | 0,18 |
| | Железо | 35,00 | 0,70 | 40,25 | 0,81 | 30 | 0,60 |
| | | 43,00 | 0,86 | 48,00 | 0,96 | 50 | 1,00 |
| | Ртуть Hg | 0,0113 | 0,11 | 0,0120 | 0,12 | 0,0108 | 0,11 |
| | | 0,0210 | 0,21 | 0,0200 | 0,20 | 0,0270 | 0,27 |
| | БПК ₅ мгО ₂ /дм ³ | 1,53 | 0,73 | 1,52 | 0,72 | 1,50 | 0,71 |
| | | 1,7 | 0,81 | 1,72 | 0,82 | 1,72 | 0,82 |
| | Кислород мгО ₂ /дм ³ | 9,49 | | 9,42 | | 9,54 | |
| | | 8,07 | | 7,05 | | 8,91 | |
| | % насыщения | 115,3 | | 108,4 | | 117,2 | |
| | | 93 | | 92 | | 100 | |
| Геленджик (30 проб) | НУ | 0,007 | 0,14 | 0,015 | 0,29 | 0,019 | 0,39 |
| | | 0,035 | 0,70 | 0,053 | 1,06 | 0,134 | 2,68 |
| | Аммонийный азот N-NH ₄ | 92,69 | 0,04 | 104,56 | 0,05 | 103,70 | 0,05 |
| | | 144 | 0,06 | 118 | 0,05 | 141 | 0,06 |
| | Нитритный азот N-NO ₂ | 5,92 | 0,25 | 6,08 | 0,25 | 2,54 | 0,11 |
| | | 12,2 | 0,51 | 9,6 | 0,40 | 5,8 | 0,24 |
| | Фосфатный фосфор P-PO ₄ | 6,78 | 0,14 | 7,10 | 0,14 | 0,94 | 0,02 |
| | | 19,4 | 0,39 | 15,7 | 0,31 | 6,7 | 0,13 |
| | Железо | 39,00 | 0,78 | 37,25 | 0,75 | 30 | 0,60 |
| | | 47,00 | 0,94 | 47,00 | 0,94 | 40 | 0,80 |
| | Ртуть Hg | 0,0107 | 0,11 | 0,0133 | 0,13 | 0,0093 | 0,09 |
| | | 0,0170 | 0,17 | 0,0220 | 0,22 | 0,0190 | 0,19 |
| | БПК ₅ мгО ₂ /дм ³ | 1,61 | 0,77 | 1,43 | 0,68 | 1,46 | 0,70 |
| | | 1,78 | 0,85 | 1,63 | 0,78 | 1,64 | 0,78 |
| | Кислород мгО ₂ /дм ³ | 9,21 | | 9,43 | | 9,80 | |
| | | 7,52 | | 7,69 | | 9,26 | |

| | | | | | | | |
|---------------------|---|--------|--------------|---------------|---------------------|--------|-------------|
| | % насыщения | 112,5 | | 109,8 | | 120,3 | |
| | | 90 | | 92 | | 106 | |
| Туапсе (64 проб) | НУ | 0,048 | 0,96 | 0,050 0,33 | 1,00 7,0 | 0,039 | 0,77 |
| | | 0,67 | 13,40 | 0,64 4,19 | 12,80 84 | 0,34 | 6,80 |
| | СПАВ | 3 | 0,03 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| | | 170 | 1,70 | 0,17 | 0,00 | 0,21 | 0,00 |
| | Аммонийный азот N-NH ₄ | 80,13 | 0,04 | 87,82 | 0,04 | 75,43 | 0,03 |
| | | 169,7 | 0,08 | 269,2 | 0,12 | 159 | 0,07 |
| | Нитритный азот N-NO ₂ | 5,69 | 0,24 | 7,72 | 0,32 | 4,64 | 0,19 |
| | | 13,8 | 0,58 | 19,8 | 0,83 | 24 | 1,00 |
| | Фосфатный фосфор P-PO ₄ | 19,25 | 0,39 | 22,87 | 0,46 | 14,89 | 0,30 |
| | | 64,7 | 1,29 | 124,2 | 2,48 | 88,2 | 1,76 |
| | Железо | 35,67 | 0,71 | 38,00 | 0,76 | 30 | 0,60 |
| | | 43,00 | 0,86 | 47,00 | 0,94 | 40 | 0,80 |
| | Ртуть Hg | 0,0134 | 0,13 | 0,0177 | 0,18 | 0,0265 | 0,27 |
| | | 0,0290 | 0,29 | 0,0290 | 0,29 | 0,0490 | 0,49 |
| | БПК ₅ мгО ₂ /дм ³ | 1,58 | 0,75 | 1,52 | 0,72 | 1,52 | 0,72 |
| | | 1,78 | 0,85 | 1,73 | 0,82 | 1,72 | 0,82 |
| | Кислород мгО ₂ /дм ³ | 10,70 | | 10,25 | | 9,89 | |
| | | 6,59 | | 7,39 | | 7,51 | |
| | % насыщения | 123,5 | | 97,5 | | 55 | |
| | | 91 | | 86,68 | | 6,08 | |

Таблица 3.5. Оценка качества вод Кавказского побережья Черного моря в 2022-2024 гг.

| Районы и подрайоны | 2022 г.* | | 2023 г. | | 2024 г. | | Среднее значение ЗВ в 2024 г. (в ПДК) |
|---------------------------|----------|-------|---------|-------|---------|-------|--|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| 1. Анапа | 0,63 | II | 0,51 | II | 0,30 | II | НУ 0,44; NO ₂ 0,08; Hg 0,07; O ₂ 0,62 |
| 2. Новороссийск | 0,62 | II | 0,53 | II | 0,38 | II | НУ 0,65; NO ₂ 0,12; Hg 0,11; O ₂ 0,63 |
| 3. Геленджик | 0,61 | II | 0,48 | II | 0,30 | II | НУ 0,39; NO ₂ 0,11; Hg 0,09; O ₂ 0,61 |
| 4. Туапсе | 0,75 | II | 0,70 | II | 0,49 | II | НУ 0,77; PO ₄ 0,3; Hg 0,27; O ₂ 0,61 |
| 5. Район Сочи – Адлер | 0,59 | II | 0,53 | II | 0,49 | II | БПК ₅ 0,78; Fe 0,39; Pb 0,18; O ₂ 0,60 |
| 5.1. Акватория порта Сочи | 0,80 | III | 0,61 | II | 0,57 | II | БПК ₅ 0,81; Fe 0,63; Pb 0,19; O ₂ 0,63 |
| 5.2. Устья рек | 0,57 | II | 0,53 | II | 0,49 | II | БПК ₅ 0,82; Fe 0,36; |

| | | | | | | | |
|---|------|----|------|----|------|----|--|
| Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый | | | | | | | Pb 0,18; O ₂ 0,6 |
| 5.3. Открытое море | 0,54 | II | 0,50 | II | 0,46 | II | БПК ₅ 0,71; Fe 0,35; Pb 0,17; O ₂ 0,6 |

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

3.7. Прибрежные воды района Сочи-Адлер

В 2024 г. Лабораторией мониторинга загрязнения окружающей среды (ЛМЗС) специализированного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей (СЦГМС ЧАМ, г. Сочи) в прибрежной зоне между эстуариями рек Сочи и Мзымта были выполнены четыре сезонные гидролого-гидрохимические съемки: 1 февраля, 28 мая, 4 июля и 18 октября. Исследования проводились с борта арендованного маломерного экспедиционного 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. 3.24). Станция I (глубина 10 м) находится в центральной части акватории порта г. Сочи, станции II (7 м), V (7 м), VII (7 м) и IV (9 м) – близ устьев рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый соответственно. Станции III (45 м), VI (70 м) и VIII (370 м), расположенные на траверзе указанных рек на расстоянии 2 морские мили от берега можно считать фоновыми или условно чистыми.

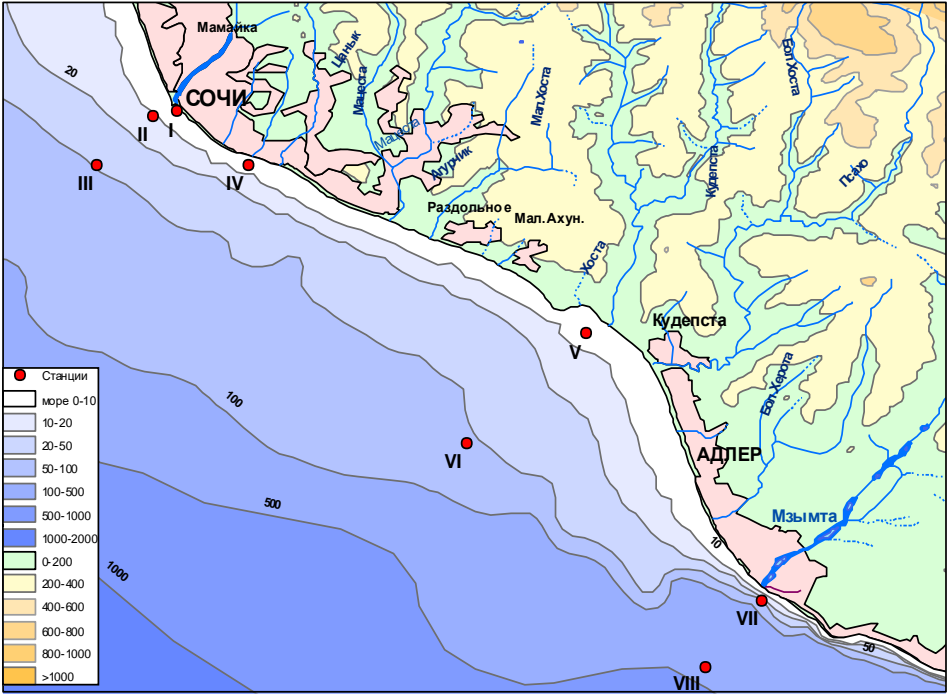


Рис. 3.24. Расположение станций отбора проб в прибрежной зоне района Сочи – Адлер в 2024 г. Станция VIII расположена на траверзе р. Мзымта в 2 морских милях от берега.

Пробы воды отбирались батометрами: на мелководных станциях из поверхностного и придонного слоев, на глубоководных – со стандартных гидрологических горизонтов 0, 10, 25 и 50 м. Максимальная глубина пробоотбора составила 70 м на мористой станции VI на траверзе устья р. Хосты. В комплекс гидролого-гидрохимических исследований вошло определение следующих показателей: 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. Непосредственно на борту судна осуществлялась экстракция нефтяных углеводородов четырёххлористым углеродом и СПАВ хлороформом, консервация проб на определение тяжелых 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 2024 г. было отобрано 88 проб воды: в районе Сочи - 40, Хосты - 24 и у Адлера - 24 пробы, в лаборатории выполнено 1612 анализов. В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов, СПАВ и металлов используется единица мкг/дм^3 , абсолютного содержания кислорода и БПК₅ - $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, нефтяных углеводородов – мг/дм^3 . Предел обнаружения (DL) фосфатов PO_4 составлял $2,5 \text{ мкг/дм}^3$, силикатов - 10 мкг/дм^3 , нитритов - $0,3 \text{ мкг/дм}^3$, нитратов - $2,0 \text{ мкг/дм}^3$, аммонийного азота - $10,0 \text{ мкг/дм}^3$, нефтяных углеводородов - $0,02 \text{ мг/дм}^3$ (0,4 ПДК), СПАВ - 50 мкг/дм^3 (0,5 ПДК), ртути - $0,01 \text{ мкг/дм}^3$ (0,1 ПДК), свинца - $0,02 \text{ мкг/дм}^3$ (0,002 ПДК) и железа - $1,0 \text{ мкг/дм}^3$ (0,02 ПДК).

Стандартные гидролого-гидрохимические показатели морских вод находились в пределах естественных межгодовых изменений: температура морской воды зимой изменялась от 8,9 до 11,9 °С, весной – от 12,1 до 20,7 °С, летом – от 15,1 до 28 °С и осенью – от 18,4 до 20,4 °С. Соленость в течение года колебалась в диапазоне 13,87-27,21‰ (табл. 3.6). Водородный показатель изменялся в пределах 7-8,9 ед.рН. И минимум, и максимум зафиксированы на одной и той же станции (устье ручья Малый) в придонном горизонте зимой и весной соответственно. Значения рН отклоняются от среднего многолетнего (8,34 ед.рН), наблюдаемого в этом месте, более, чем на единицу рН. Щелочность варьировала в диапазоне от 1,81 до 3,18 мг-экв/дм^3 , концентрация растворенного кислорода – от 7,23 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ летом до 13,68 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ весной. При этом разброс процентного насыщения вод кислородом составил 77-132 %. Примечателен тот факт, что максимальные значения растворенного кислорода, как в абсолютном ($13,68 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$), так и в

относительном (132%) выражении, зафиксированы на фоновой станции на траверзе р. Сочи в придонном горизонте (45 м). В то же время здесь отмечено повышенное БПК₅ (3,75 мгО₂/дм³ или 1,79 ПДК). Биохимическое потребление кислорода БПК₅ варьировало в пределах от 0,11 до 3,88 мгО₂/дм³. Максимум БПК₅ зафиксирован в устье ручья Малый. Значения БПК₅, превышающие ПДК, наблюдались преимущественно в осенний период. Концентрации взвешенных веществ находились на крайне низком уровне – от 0 до 2,05 мг/дм³, что существенно ниже данных предыдущих лет (табл. 3.7).

Таблица 3.6. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья в районе Сочи-Адлер в 2024 г.

| Район | S, % | Alk | O ₂ * | pH | Ptotal | PO ₄ | SiO ₃ | NH ₄ | NO ₂ | NO ₃ | Ntotal |
|-------------------|-------------------------------|----------------|------------------|---------------------|---------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|
| порт Сочи | 23,62/ 26,31 | 2,894/ 3,18 | 9,51/ 7,23 | 8,23/ 8,44 | 23,1/ 52,3 | 4,7/ 18,8 | 88/ 138 | 4,3/ 34,4 | 3,3/ 11,8 | 4,5/ 12,8 | 603/ 1575 |
| Эстуари и рек | 22,77/ 26,8 | 2,811/ 3,14 | 10,02/ 8,04 | 8,32/ 8,9 | 23,5/ 73,9 | 6,2/ 40,5 | 162/ 1223 | 4/ 46,6 | 1,8/ 7,8 | 28,2/ 283 | 570/ 1392 |
| Открыт ые воды | 24,03/ 27,21 | 2,852/ 3,14 | 9,97/ 7,26 | 8,31/ 8,51 | 19,1/ 72,3 | 2,2/ 18 | 106/ 657 | 5/ 42,8 | 1,4/ 5,5 | 7,7/ 22,7 | 453/ 1014 |
| Суммар ю район | 23,53/ 27,21 | 2,841/ 3,18 | 9,95/ 7,23 | 8,31/ 8,9 | 21,8/ 73,9 | 4,5/ 40,5 | 132/ 1223 | 4,4/ 46,6 | 1,8/ 11,8 | 17,6/ 283 | 530/ 1575 |

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

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

Биогенные вещества. Содержание фосфатов P-PO₄ изменялось от 0 до 40,5 мкг/дм³, в среднем составляя 4,5 мкг/дм³, общего фосфора P_{total} – от 0 до 73,7 мкг/дм³, в среднем - 21,8 мкг/дм³. Максимальные значения отмечены в устьях реки Хосты и ручья Малый зимой. Концентрация силикатов Si-SiO₃ варьировала в диапазоне 0-1222 мкг/дм³. И максимум, и минимум зафиксированы в устьях рек. Содержание соединений азота находилось в следующих пределах: аммонийный азот N-NH₄ – от 0 до 46,6 мкг/дм³, в среднем 4,43 мкг/дм³, нитритный азот N-NO₂ – от 0 до 11,83 мкг/дм³, в среднем 1,84 мкг/дм³, нитратный азот N-NO₃ – от 0 до 283 мкг/дм³, в среднем 17,55 мкг/дм³, и общий азот N_{total} – от 30,08 до 1575,3 мкг/дм³, в среднем 530,1 мкг/дм³. Наибольшие концентрации отмечены в порту и в устьях рек. В целом, содержание биогенных элементов на исследуемой акватории не превышает ПДК и соответствует сезонной и межгодовой изменчивости.

Органические загрязняющие вещества. В 2024 г. нефтяные углеводороды были обнаружены только в одной пробе, их содержание составило 0,03 мг/дм³. Концентрация СПАВ во всех пробах оказалась ниже предела обнаружения используемого метода определения.

Тяжелые металлы (мкг/дм³). Концентрация железа в 2024 г. изменялась в диапазоне от 7,42 до 53,0 мкг/дм³, среднее значение

составило 19,5 мкг/дм³, что несколько выше, чем в 2023 г., но существенно ниже, чем в 2022 г. (рис. 3.25). Незначительное превышение ПДК (1,06) наблюдается в единственной точке (порт Сочи) в летний период. Содержание свинца оказалось ниже предела обнаружения (<0,02 мкг/дм³) в 8 из 64 проанализированных проб, среднее значение находилось на уровне 1,77 мкг/дм³, а максимум достигал 4,5 мкг/дм³, что ниже ПДК и результатов предыдущих лет. Содержание ртути во всех пробах было ниже предела обнаружения используемого метода (<0,01 мкг/дм³).

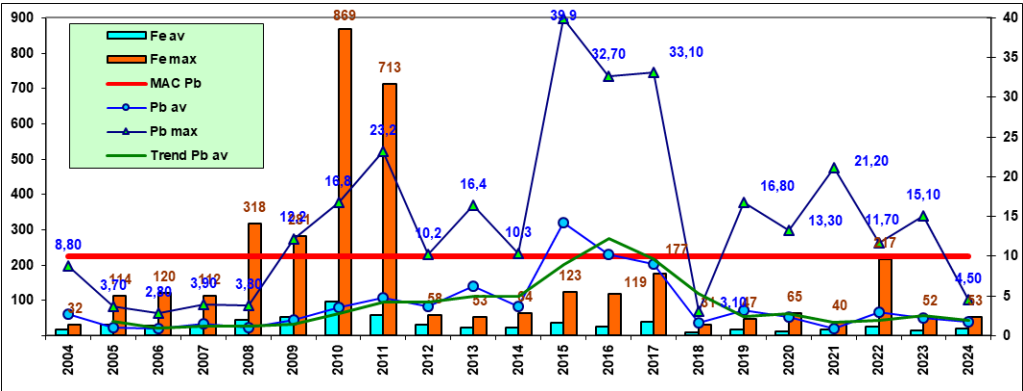


Рис. 3.25. Средняя и максимальная концентрация железа и свинца (мкг/дм³) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2003-2024 гг. Сокращения: Fe av – средняя концентрация железа; Fe max – максимальная концентрация железа; MAC Pb – ПДК свинца; Pb av – средняя концентрация свинца; Pb max – максимальная концентрация 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 2022-2024 гг.

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023г. | | 2024 г. | |
|------------------------|------------------------------------|---------|-------------|--------|-------------|---------|-------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| Сочи - Адлер (88 проб) | НУ | 0,003 | 0,06 | 0,000 | | 0,000 | 0,01 |
| | | 0,067 | 1,34 | 0,000 | | 0,030 | 0,60 |
| | СПАВ | 17,0 | 0,17 | 7,5 | 0,08 | | |
| | | 180 | 1,80 | 70 | 0,70 | | |
| | Аммонийный азот* N-NH ₄ | 10,3 | <0,01 | 5,3 | <0,01 | 4,4 | <0,01 |
| | | 85,6 | 0,04 | 46,6 | 0,02 | 46,6 | 0,02 |
| | Нитритный азот N-NO ₂ | 0,51 | 0,02 | 0,37 | 0,02 | 1,8 | 0,08 |
| | | 2,22 | 0,09 | 4,34 | 0,18 | 11,83 | 0,49 |
| | Фосфаты P-PO ₄ | 23,51 | 0,47 | 14,70 | 0,29 | 4,53 | 0,09 |
| | | 60,47 | 1,21 | 32,02 | 0,64 | 40,5 | 0,81 |
| | Железо Fe | 24,8 | 0,50 | 15,3 | 0,31 | 19,5 | 0,39 |
| | | 217 | 4,34 | 52 | 1,04 | 53 | 1,06 |
| | Свинец Pb | 2,97 | 0,30 | 2,20 | 0,22 | 1,77 | 0,18 |

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023г. | | 2024 г. | |
|-------|---|---------|-------------|--------|-------------|---------|-------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| | | 11,7 | 1,17 | 15,1 | 1,51 | 4,5 | 0,45 |
| | БПК ₅ мгО ₂ /дм ³ | 1,4 | 0,65 | 1,9 | 0,92 | 1,6 | 0,78 |
| | | 3,6 | 1,71 | 2,9 | 1,38 | 3,88 | 1,85 |
| | Взвешенные вещества | 1,99 | 0,20 | 1,13 | 0,11 | 0,19 | 0,02 |
| | | 9 | 0,90 | 9 | 0,90 | 2,05 | 0,21 |
| | Кислород мгО ₂ /дм ³ | 8,25 | | 10,04 | | 9,9 | |
| | | 6,10 | | 8,97 | | 7,23 | |

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

3.8. Выводы

Северная часть Кавказского побережья. Оценка загрязнения северной части побережья Кавказа в 2024 г. во всех районах контроля осталась на уровне прошлого года – II класс, «чистые» – на фоне снижения индекса загрязненности вод примерно на 30-40%. Приоритетным ингредиентом с наибольшими величинами среднего значения в единицах ПДК были нефтяные углеводороды.

Воды района Адлер-Сочи. В 2024 г. средняя концентрация всех загрязняющих веществ в прибрежной зоне между эстуариями рек Сочи и Мзымта не превышала установленных для морской воды нормативов. Локальное превышение концентрации железа до 1,06 ПДК отмечено только для одной пробы из 64 проанализированных. В нескольких пробах зафиксировано превышение БПК₅ - максимум до 1,85 ПДК. Содержание ртути и СПАВ в воде было ниже предела обнаружения используемых методик. Прочие гидролого-гидрохимические показатели, в том числе биогенные вещества, соответствовали сезонной и межгодовой изменчивости. ИЗВ, рассчитанный по четырем показателям (БПК₅, Fe, Pb и O₂), как для отдельных районов, так и в целом для всей исследуемой акватории (табл. 3.8, рис. 3.23), ниже, чем в предыдущие годы. Самым загрязненным по-прежнему является порт Сочи (ИЗВ составляет 0,57), уровень загрязнения устьев рек и ручья сопоставим с открытым морем – ИЗВ 0,49 и 0,46 соответственно. Воды всех участков акватории относятся к II классу «чистые».

Таблица 3.8. Оценка качества вод Кавказского побережья Черного моря в 2022-2024 гг.

| Районы и подрайоны | 2022 г.* | | 2023 г. | | 2024 г. | | Среднее значение ЗВ в 2024 г. (в ПДК) |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|---------|-------|---------------------------------------|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| 1. Анапа | 0,63 | II | 0,51 | II | 0,30 | II | НУ 0,44; NO ₂ 0,08; |

| | | | | | | | |
|---|------|-----|------|----|------|----|---|
| | | | | | | | Hg 0,07; O ₂ 0,62 |
| 2.Новороссийск | 0,62 | II | 0,53 | II | 0,38 | II | НУ 0,65; NO ₂ 0,12; Hg 0,11; O ₂ 0,63 |
| 3. Геленджик | 0,61 | II | 0,48 | II | 0,30 | II | НУ 0,39; NO ₂ 0,11; Hg 0,09; O ₂ 0,61 |
| 4. Туапсе | 0,75 | II | 0,70 | II | 0,49 | II | НУ 0,77; PO ₄ 0,3; Hg 0,27; O ₂ 0,61 |
| 5. Район Сочи – Адлер | 0,59 | II | 0,53 | II | 0,49 | II | БПК ₅ 0,78; Fe 0,39; Pb 0,18; O ₂ 0,6 |
| 5.1. Акватория порта Сочи | 0,80 | III | 0,61 | II | 0,57 | II | БПК ₅ 0,81; Fe 0,63; Pb 0,19; O ₂ 0,63 |
| 5.2. Устья рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый | 0,57 | II | 0,53 | II | 0,49 | II | БПК ₅ 0,82; Fe 0,36; Pb 0,18; O ₂ 0,6 |
| 5.3. Открытое море | 0,54 | II | 0,50 | II | 0,46 | II | БПК ₅ 0,71; Fe 0,35; Pb 0,17; O ₂ 0,6 |

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

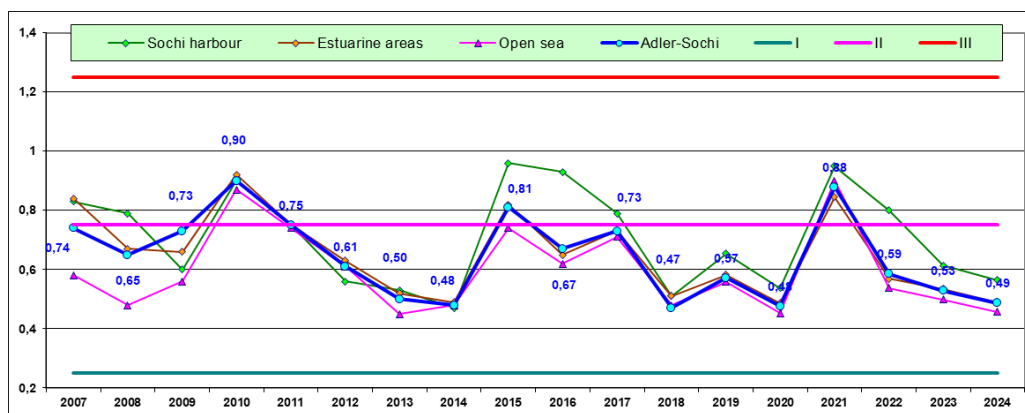


Рис. 3.23. Многолетняя динамика значений индекса загрязненности вод ИЗВ в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2007-2024 гг.

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 является крупнейшим материковым морем севера Европы с площадью около 422,6 тыс.км² и объемом 20080 км³. На западе море ограничено линией мыс Скаген — юго-западная оконечность о. Черн. Обмен вод с Северным морем происходит 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 залив Скагеррак (110 км). Из-за мелководности проливов (глубина на порогах снижается до 7–18 м) водообмен между Балтийским и Северным морями затруднен. Это играет важнейшую роль в формировании особенностей гидрологического режима моря в целом. Средняя глубина моря около 48 м, максимальная 459 м. На мелководье с глубинами до 50 м приходится 60% площади моря, а на долю впадин более 200 м только 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 2024 г. наблюдения в восточной части Финского залива и Невской губе были выполнены ФГБУ «Северо-Западное УГМС» (г. Санкт-Петербург) на 40 станциях государственной наблюдательной сети (ГНС). На акватории Невской губы к востоку от Комплекса Защитных Сооружений (КЗС) до устья реки Нева расположены 23 станции (рис. 4.1). Наблюдения в губе в навигационный период с мая по октябрь осуществлялись с использованием маломерного научно-исследовательского судна «Бриз» (Ns 18-RGM, водоизмещение 26 тонн, используется только для съемки на акватории дельты Невы и в Невской губе, поскольку не имеет морского регистра), в зимний период (феврале) со льда, а на курортных станциях с берега в течение всего периода мониторинга.

| № станции в Невской губе | Район | Глубина (м) | Периодичность отбора проб |
|---|--------------------------------|-------------|---------------------------|
| 1, 2, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 25, 30, 39, 42 | Центральная часть Невской губы | 0,6–15,6 | февраль-октябрь |
| С2 | Район выхода трубы сброса | 3,2-4,4 | февраль- |

| | | | |
|---------------|---|---------|----------------|
| | вод с Северной станции азрации в районе пос. Ольгино | | октябрь |
| 5 | Морской торговый порт (СПб МТП) | 13,8 | январь-декабрь |
| 12а | Северный курортный район | 0,3–0,9 | май-октябрь |
| 11а, 14а, 17а | Южный курортный район | 0,6–1,4 | май-октябрь |

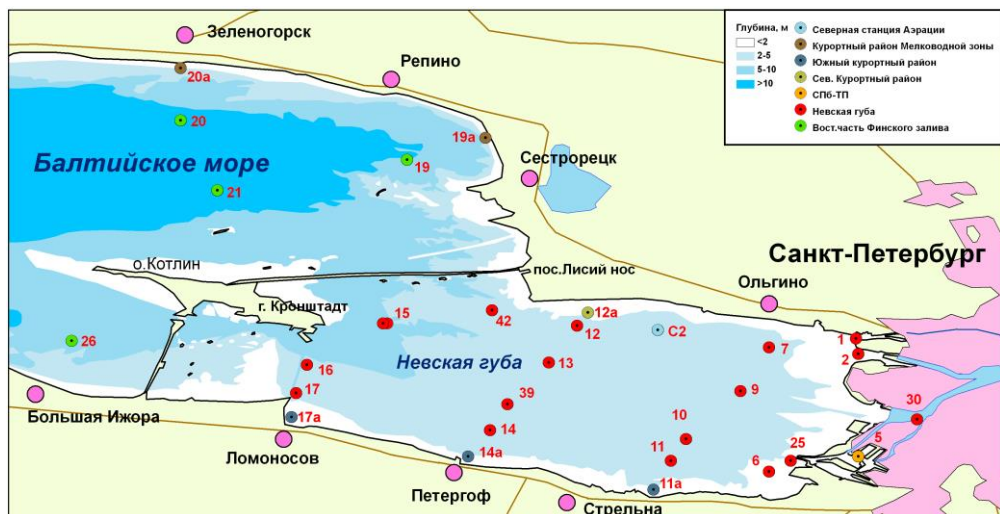


Рис. 4.1. Схема расположения станций мониторинга морской среды в Невской губе.

В водах Невской губы и восточной части Финского залива контролировались следующие показатели: соленость, рН, щелочность, растворенный в воде кислород (абсолютная концентрация и % насыщения вод), содержание органических веществ по БПК₅, фосфор фосфатный и общий, силикаты, азот нитритный, нитратный, аммонийный и общий, тяжелые металлы (Pb, Cu, Cd, Mn, Zn, Ni, Co, Cr, 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 Финского залива за пределами КЗС морские нормативы. Различия могут быть очень существенными для двух типов вод, особенно для металлов. Поэтому прямое сравнение по индексу загрязненности вод районов Невской губы и восточной части залива может быть недостаточно корректным и должно использоваться в основном для анализа многолетней динамики.

Вышеперечисленные показатели определялись в соответствии с современными утвержденными методиками. Химические анализы выполнялись в Аналитической лаборатории ФГБУ «Северо-Западное УГМС», аккредитованной на техническую компетентность Росстандартом и зарегистрированной в государственном реестре с

номером РОСС-RU.0007.510422. Содержание нефтяных углеводородов определялось флуориметрическим методом; фенола – хроматографическим; СПАВ – (для Невской губы) методом экстракционно-фотометрическим; хлорорганических пестицидов – газохроматографическим; металлов – методом атомно-абсорбционной спектроскопии фильтрованных проб воды. В тексте и таблицах для концентрации различных форм биогенных элементов, СПАВ, фенолов и тяжелых металлов используется единица мкг/дм^3 , абсолютного содержания кислорода и БПК₅ - $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, нефтяных углеводородов - мг/дм^3 . Предел обнаружения (DL, мкг/дм^3) фосфатов PO_4 составлял 5,0, общего фосфора P_{total} 5,0, азота нитритов N-NO_2 0,5, азота нитратов N-NO_3 5,0, аммонийного азота N-NH_4 20,0, фенола 0,1 мкг/дм^3 , СПАВ 100 мкг/дм^3 , нефтяных углеводородов 0,005 мг/дм^3 (0,1 ПДК, флуориметрический метод) и тяжелых металлов (мкг/дм^3): свинец 3,0; кадмий 0,1; медь, никель, марганец, кобальт и хром 1,0; цинк 5,0, железо 50,0 и алюминий 10,0 мкг/дм^3 .

4.3. Центральная часть Невской губы

Таблица 4.1. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Центральной части Невской губы в 2019-2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|------------------|-----------------|------------------|----------------------|----------------|-----------------|
| Температура (°C) | 13,57 19,27 | 14,13/ 20,79 | 13,12/ 24,98 | 13,36/ 24,66 | 13,5/ 20,98 | 13,56/ 20,98 |
| Соленость (‰) | 0,06/ 0,24 | 0,07/ 0,43 | 0,15/ 3,70 | 0,07/ 0,510 | 0,09/ 3,05 | 0,09/ 3,05 |
| Кислород * ($\text{мгO}_2/\text{дм}^3$) | 9,86/ 7,92 | 9,55/ 6,27 | 9,95/ 6,40 | 9,97/ 5,13 | 9,89/ 4,54 | 9,87/ 4,54 |
| Кислород (%) | 93,14/ 122,60 | 91,7/ 122,60 | 92,71/ 115,50 | 93,76/ 121,60 | 93,38/ 128 | 93,4/ 128 |
| pH | 7,12/ 7,94 | 7,12/ 8,20 | 7,16/ 8,69 | 7,27/ 8,0 | 7,55/ 8,07 | 7,55/ 8,07 |
| Щелочность (ммоль/дм^3) | 0,55/ 0,78 | 0,56/ 1,58 | 0,57/ 1,53 | 0,54/ 1,43 | 0,56/ 1,19 | 0,56/ 1,19 |

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

Биогенные вещества

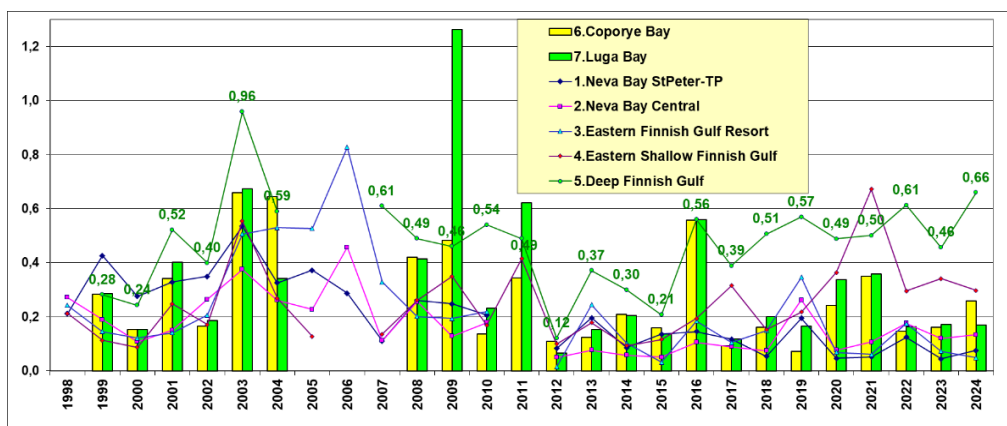


Рис. 4.2. Многолетняя динамика средней концентрации фосфатного фосфора (в ПДК) в различных районах восточной части Финского залива.

Органические загрязняющие вещества

Таблица 4.2. Средняя и максимальная концентрация биогенных и загрязняющих веществ (мкг/дм³) в водах Центральной части Невской губы в 2019-2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|---|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|------|
| Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³ | 68,17/ 937,0 | 52,41/ 862,0 | 64,28/ 1162,0 | 85,35/ 1022,0 | 91,24/ 1619 | 91,45/ 1619 | 389 |
| Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³ | 10,29/ 42,0 | 11,47/ 55,0 | 11,82/ 86,9 | 15,05/ 82,4 | 13,3/ 69,9 | 13,35/ 69,9 | 24 |
| Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³ | 230,41/ 670,0 | 221,20/ 921,0 | 225,36/ 694,0 | 250,20/ 664,0 | 240,65/ 663 | 240,31/ 663 | 9032 |
| Общий азот N _{total} мкгN/дм ³ | 646,54/ 1759,0 | 636,67/ 2114,0 | 710,17/ 2506,0 | 766,14/ 2136 | 782,53/ 3215 | 782,8/ 3215 | |
| Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгP/дм ³ | 13,14/ 84,0 | 3,83/ 100,0 | 5,34/ 124,6 | 8,81/ 85,6 | 6,0/ 97,2 | 6,03/ 97,2 | 50 |
| Общий фосфор P _{total} мкгP/дм ³ | 18,10/ 89,0 | 11,16/ 124,0 | 13,39/ 159,4 | 16,02/ 103,1 | 15,13/ 137,4 | 15,17/ 137,4 | |
| БПК ₅ мгO ₂ /дм ³ | 1,46/ 5,60 | 1,35/ 8,20 | 1,82/ 7,60 | 1,7/ 4,5 | 1,77/ 8,9 | 1,77/ 8,9 | 2,1 |
| Нефтяные углеводороды ТРНс мг/дм ³ | 0,0014/ 0,197 | 0,0001/ 0,006 | 0,0003/ 0,02 | 0,0001/ 0,01 | 0/ 0,01 | 0/ 0,01 | 0,05 |
| Фенолы, мкг/дм ³ | 0,011/ 0,60 | 0,003/ 0,10 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 1,0 |
| СПАВ, | 1,11/ | 3,48/ | 0/ | 0/ | 0/ | 0/ | 100 |

| | | | | | | | |
|---------------------|-------|-------|---|---|---|---|--|
| МКГ/ДМ ³ | 188,0 | 116,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
|---------------------|-------|-------|---|---|---|---|--|

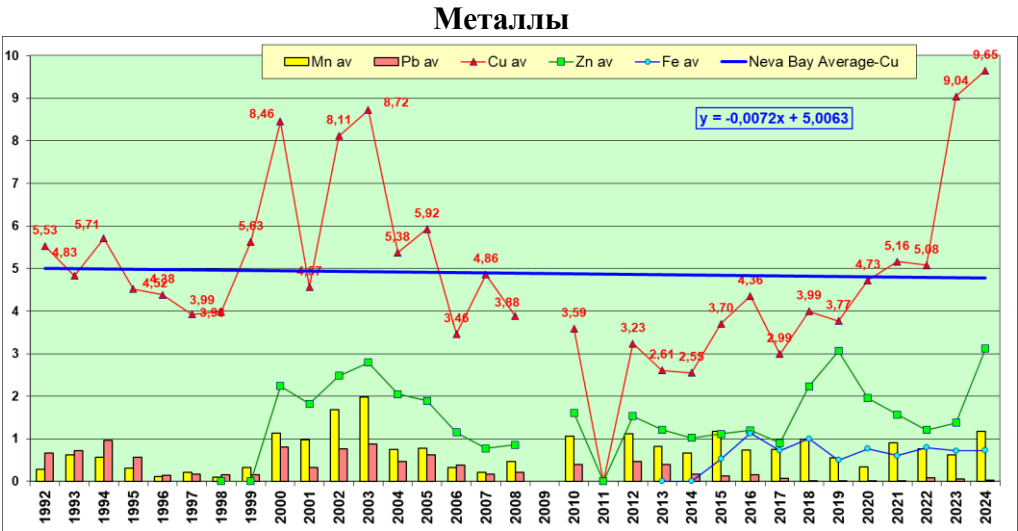


Рис. 4.3. Многолетняя динамика средней концентрации тяжелых металлов (в ПДК) в водах Невской губы в 1992-2024 гг.

Таблица 4.3. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Центральной части Невской губы в 2019-2024 гг.

| Металлы | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-----|
| Cu, мкг/дм ³ | 3,73/ 10,6 | 3,39/ 7,5 | 4,81/ 20,0 | 5,17/ 17,8 | 8,81/ 27,5 | 8,81/ 27,5 | 1 |
| Zn, мкг/дм ³ | 21,38/ 88,0 | 32,58/ 97,0 | 19,71/ 77,0 | 16,22/ 83,0 | 13,47/ 60,5 | 13,47/ 60,5 | 10 |
| Mn, мкг/дм ³ | 9,6/ 140,0 | 4,49/ 100,0 | 3,24/ 46,0 | 8,52/ 120,0 | 5,81/ 59,8 | 5,81/ 59,8 | 10 |
| Fe, мкг/дм ³ | 96,79/ 210,0 | 46,20/ 190,0 | 78,71/ 450,0 | 57,57/ 240,0 | 67,27/ 185 | 67,27/ 185 | 100 |
| Al, мкг/дм ³ | 25,34/ 54,0 | 22,18/ 59,0 | 28,62/ 78,0 | 24,60/ 88,0 | 27,91/ 85,2 | 27,91/ 85,2 | 40 |
| Pb, мкг/дм ³ | 0,0/ 0,0 | 0,02/ 4,6 | 0,07/ 4,2 | 0,06/ 3,8 | 0,3/ 5,2 | 0,3/ 5,2 | 6 |

4.5. Северный курортный район

Таблица 4.4. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Северного курортного района Невской губы в 2019-2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| Температура (°C) | 16,33/ 23,5 | 17,1/ 20,7 | 16,78/ 24,0 | 18,6/ 32,0 | 18,78/ 25,8 | 18,13/ 23,7 |
| Соленость | 0,06/ 0,06 | 0,06/ 0,06 | 0,12/ 0,12 | 0,08/ 0,08 | 0,07/ 0,07 | 0,09/ 0,09 |

| | | | | | | |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| (%) | 0,07 | 0,07 | 0,36 | 0,11 | 0,08 | 0,12 |
| Кислород* (мгО ₂ /дм ³) | 10,23/ 8,39 | 11,43/ 9,22 | 10,89/ 9,50 | 11,34/ 9,23 | 12,37/ 9,63 | 11,33/ 8,99 |
| Кислород (%) | 104,08/ 140,7 | 118,67/ 151,4 | 112,12/ 140,4 | 120,53/ 153,6 | 134,88/ 191,4 | 118,47/ 157,1 |
| pН | 7,05/ 7,37 | 7,33/ 7,68 | 7,71/ 8,7 | 7,37/ 8,07 | 7,84/ 9,01 | 7,49/ 8,92 |
| Щелочность (ммоль/дм ³) | 0,61/ 0,71 | 0,63/ 0,67 | 0,72/ 0,887 | 0,78/ 0,99 | 0,65/ 0,78 | 0,82/ 1,24 |

Биогенные вещества

Таблица 4.5. Средняя и максимальная концентрация биогенных и загрязняющих веществ (мкг/дм³) в водах Северного курортного района Невской губы в 2019-2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|---|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------|----------------|------|
| Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³ | 62,0/ 173,0 | 22,0/ 99,0 | 54,0/ 230,0 | 134,83/ 507,0 | 21,5/ 107 | 103,83/ 256 | 389 |
| Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³ | 12,63/ 23,0 | 12,82/ 33,0 | 12,87/ 24,7 | 24,33 / 56,4 | 16,22/ 34,9 | 40,87/ 96,1 | 24 |
| Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³ | 152,5/ 386,0 | 136,83/ 515,0 | 154,5/ 372,0 | 265,83/ 680,0 | 110,83/ 415 | 255,33/ 533 | 032 |
| Общий азот N _{total} мкгN/дм ³ | 733,83/ 893,0 | 828,0/ 1336,0 | 949,5/ 1541,0 | 906,67/ 1055 | 1044,67/ 1506 | 1271/ 1811 | |
| Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгP/дм ³ | 20,67/ 34,0 | 7,47/ 28,0 | 7,63/ 15,6 | 16,23/ 28,8 | 6,15/ 16,5 | 9,5/ 17,9 | 50 |
| Общий фосфор P _{total} мкгP/дм ³ | 32,17/ 40,0 | 19,48/ 37,0 | 23,08/ 32,2 | 32,4/ 46,4 | 25,83/ 36,6 | 27,52/ 45,5 | |
| БПК ₅ мгО ₂ /дм ³ | 3,58 / 7,50 | 3,27 / 8,20 | 5,67 / 9,8 | 3,8 / 7,5 | 6,6/ 10,8 | 6,4/ 11,3 | 2,1 |
| Нефтяные углеводороды ТРНс мкг/дм ³ | 0/ 0 | 0,01/ 0,06 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0,05 |
| Фенолы, мкг/дм ³ | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | | 1,0 |
| СПАВ, мкг/дм ³ | 17,17/ 103,0 | 50,83/ 105,0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 100 |

Металлы

Таблица 4.6. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Северного курортного района Невской губы в 2019-2024 гг.

| Металлы | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|--------------------|----------------|-----|
| Сu, мкг/дм ³ | 5,8/ 16,9 | 4,13/ 5,4 | 4,75/ 7,0 | 6,15/ 8,6 | 11,92/ 16 | 16,77/ 26,6 | 1 |
| Zn, мкг/дм ³ | 19,52/ 34,0 | 23,50/ 45,0 | 11,65/ 21,40 | 5,58/ 13,6 | 24,25/ 46,5 | 36,93/ 70,5 | 10 |
| Mn, мкг/дм ³ | 15,27/ 39,0 | 3,8/ 10,8 | 3,53/ 8,50 | 9,8/ 19,6 | 12,98/ 37,7 | 27,58/ 126 | 10 |
| Fe, мкг/дм ³ | 71,5/ 100,0 | 92,5/ 240,0 | 80,67/ 310,0 | 92,67/ 291 | 116,6 7 /198 | 131/ 250 | 100 |
| Al, мкг/дм ³ | 47,83/ 86,0 | 29,5/ 46,0 | 19,68 33,0 | 35,68/ 50,7 | 60,5/ 102,5 | 35,5/ 47,5 | 40 |
| Pb, мкг/дм ³ | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0,62/ 3,7 | 0/ 0 | 0/ 0 | 6 |

4.6. Южный курортный район

Таблица 4.7. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Южного курортного района Невской губы в 2019-2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|--|------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|
| Температура (°C) | 17,02/ 22,9 | 16,08/ 20,90 | 16,21/ 25,1 | 16,55/ 28,2 | 16,03/ 19,7 | 18,07/ 22,5 |
| Соленость (‰) | 0,08 0,12 | 0,08/ 0,13 | 0,08/ 0,14 | 0,08/ 0,16 | 0,11/ 0,21 | 0,08/ 0,16 |
| Кислород* (мгО ₂ /дм ³) | 9,95/ 7,82 | 9,73/ 7,86 | 9,90/ 6,67 | 10,66/ 8,87 | 10,09/ 7,59 | 9,28/ 3,62 |
| Кислород (%) | 103,02/ 136,4 | 98,2/ 111,7 | 98,9/ 129,5 | 109,62/ 157,1 | 101,82/ 141,6 | 97,21/ 122,2 |
| pH | 7,57/ 8,84 | 7,30/ 8,17 | 7,22/ 8,04 | 7,32/ 8,54 | 7,74/ 8,71 | 7,52/ 8,24 |
| Щелочность (ммоль/дм ³) | 1,04/ 2,54 | 0,92/ 1,33 | 1,00/ 2,13 | 1,16/ 3,33 | 0,98/ 2,03 | 1,1/ 2,57 |

Органические загрязняющие вещества

Таблица 4.8. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов и загрязняющих веществ (мкг/дм³) в водах Южного курортного района Невской губы в 2019-2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|--|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------|----------------|-----|
| Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³ | 55,82/ 222,0 | 31,44/ 97,0 | 63,83/ 196,0 | 70,72/ 489,0 | 47,83/ 141 | 104,39/ 965 | 389 |

| | | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|------|
| Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³ | 7,98/ 13,0 | 10,7/ 34,0 | 8,19/ 20,8 | 13,72/ 46,3 | 15,51/ 71,1 | 19,73/ 88,4 | 24 |
| Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³ | 120,82/ 366,0 | 91,69/ 204,0 | 133,78/ 427,0 | 213,22/ 607,0 | 122/ 351 | 201,72/ 867 | 9032 |
| Общий азот N _{total} мкгN/дм ³ | 606,35/ 932,0 | 581,5/ 770,0 | 797,83/ 1187,0 | 713,17/ 968,0 | 762,22/ 1103 | 844,5/ 2234 | |
| Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгP/дм ³ | 20,97/ 93,0 | 3,5/ 21,0 | 5,19/ 37,2 | 9,0/ 43,2 | 1,48/ 9,3 | 24,21/ 261,8 | 50 |
| Общий фосфор P _{total} мкгP/дм ³ | 25,61/ 102,0 | 11,83/ 28,0 | 16,6/ 52,0 | 20,34/ 54,1 | 13,68/ 24,5 | 33,59/ 273 | |
| БПК ₅ мгO ₂ /дм ³ | 2,43/ 3,70 | 2,13/ 3,6 | 3,06/ 5,6 | 2,9/ 6,4 | 3,01/ 4,6 | 3,08/ 6,2 | 2,1 |
| Нефтяные углеводороды TPHs мкг/дм ³ | 0,013/ 0,02 | 0,0003/ 0,005 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0,05 |
| Фенолы, мкг/дм ³ | 0,006/ 0,1 | 0,006/ 0,1 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | | 1,0 |
| СПАВ, мкг/дм ³ | 38,53/ 153,0 | 19,69/ 110,0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 100 |

Металлы

Таблица 4.9. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Южного Курортного района Невской губы в 2019-2024 гг.

| Металлы | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|----------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|----------------|-----|
| Сu, мкг/дм ³ | 5,99/ 9,0 | 4,44/ 7,2 | 5,49/ 8,9 | 5,36/ 9,5 | 10,47/ 18,9 | 11,44/ 18,5 | 1 |
| Zn, мкг/дм ³ | 16,72/ 27,9 | 22,74/ 66,0 | 7,5/ 18,3 | 8,47/ 20,4 | 13,14/ 58,9 | 30,67/ 73 | 10 |
| Mn, мкг/дм ³ | 6,75/ 45,0 | 2,14/ 5,1 | 23,16/ 216,0 | 12,28/ 51,0 | 3,02/ 12,6 | 9,89/ 38,5 | 10 |
| Fe, мкг/дм ³ | 28,71/ 68,0 | 40,19/ 98,0 | 66,44/ 230,0 | 106,72/ 241,0 | 71,17/ 153 | 87,06/ 170 | 100 |
| Al, мкг/дм ³ | 23,35/ 46,0 | 20,88/ 36,0 | 20,26/ 46,0 | 22,17/ 38,9 | 26,42/ 45,2 | 21,21/ 32,4 | 40 |
| Pb, мкг/дм ³ | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0,43/ 4,6 | 0,46/ 5 | 0,31/ 3 | 6 |

4.8. Морской торговый порт

Таблица 4.10. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Морского торгового порта в 2019-2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Температура (°C) | 10,39/ 18,4 | 10,92/ 19,52 | 10,04/ 22,32 | 10,37/ 22,5 | 10,13/ 19,8 | 11,6/ 22,05 |
| Соленость (‰) | 0,07/ 0,1 | 0,07/ 0,08 | 0,11/ 0,28 | 0,09/ 0,3 | 0,09/ 0,29 | 0,08/ 0,16 |
| Кислород* (мгО ₂ /дм ³) | 10,29/ 7,67 | 10,13/ 7,76 | 10,53/ 6,34 | 10,38/ 7,8 | 10,64/ 7,55 | 10,14/ 7,22 |
| Кислород (%) | 88,69/ 102,8 | 88,8/ 94,5 | 89,67/ 101,5 | 89,79/ 98,1 | 91,61/ 111,9 | 89,79/ 102,5 |
| pH | 7,22/ 7,53 | 7,09/ 7,54 | 7,07/ 7,25 | 7,26/ 7,65 | 7,53/ 7,92 | 7,51/ 7,84 |
| Щелочность (ммоль/дм ³) | 0,57/ 0,64 | 0,58/ 0,63 | 0,58/ 0,65 | 0,54/ 0,61 | 0,56/ 0,62 | 0,56/ 0,65 |

Биогенные вещества

Таблица 4.11. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Морского торгового порта в 2019-2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|---|-------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|----------------|----------------|------|
| Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³ | 65,72/ 120,0 | 59,17/ 102,0 | 55,67/ 87,0 | 68,5/ 212,0 | 52,83/ 118 | 49,94/ 88 | 389 |
| Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³ | 8,10/ 13,0 | 12,05/ 27,0 | 10,06/ 22,6 | 14,71 66,7 | 16,17/ 50,1 | 15,18/ 67,4 | 24 |
| Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³ | 232,0/ 339,0 | 248,24/ 351,0 | 265,72/ 413,0 | 277,5/ 513,0 | 267,39/ 470 | 258,06/ 450 | 9032 |
| Общий азот N _{total} мкгN/дм ³ | 618,72/ 797,0 | 660,71/ 841,0 | 692,39/ 806,0 | 739,89/ 886,0 | 694,83/ 853 | 665,22/ 798 | |
| Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгP/дм ³ | 9,77/ 17,0 | 2,35/ 9,4 | 2,61/ 8,4 | 6,21/ 22,4 | 2,21/ 12,1 | 3,78/ 12,1 | 50 |
| Общий фосфор P _{total} мкгP/дм ³ | 13,63/ 24,0 | 9,09/ 13,0 | 9,43/ 12,5 | 13,04/ 27,7 | 10,13/ 19,1 | 10,58/ 18,8 | |
| БПК ₅ мгО ₂ /дм ³ | 1,4/ 3,1 | 1,1/ 2,3 | 1,5/ 3,4 | 1,45/ 2,4 | 1,47/ 3,2 | 1,14/ 2,6 | 2,1 |
| Нефтяные углеводороды TPHs мкг/дм ³ | 0,019/ 0,028 | 0,001/ 0,019 | 0,0/ 0,0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0,05 |
| Фенолы, мкг/дм ³ | 0,1/ 0,8 | 0,012/ 0,1 | 0,0/ 0,0 | 0/ 0 | 0/ 0 | | 1,0 |
| СПАВ, мкг/дм ³ | 7,059/ 120,00 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 100 |

Металлы

Таблица 4.12. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Морского торгового порта в 2019-2024 гг.

| Металлы | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|----------------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| Cu, мкг/дм ³ | 4,8/ 18,1 | 4,26/ 6,9 | 4,53/ 8,1 | 5,26/ 12,6 | 9,74/ 19,7 | 8,96/ 18,8 | 1 |
| Zn, мкг/дм ³ | 27,19/ 62,0 | 16,39/ 30,0 | 15,86/ 30,5 | 10,93/ 28,6 | 11,91/ 29,7 | 30,59/ 61,2 | 10 |
| Mn, мкг/дм ³ | 7,59/ 71,0 | 6,67/ 27,6 | 6,03/ 23,2 | 7,5/ 57,8 | 6,64/ 16,5 | 16,55/ 142 | 10 |
| Fe, мкг/дм ³ | 102,05/ 460,0 | 80,71/ 180,0 | 71,39/ 140,0 | 85,2/ 143,0 | 93/ 187 | 85,72/ 141 | 100 |
| Al, мкг/дм ³ | 34,11/ 78,0 | 41,24/ 110,0 | 25,51/ 47,0 | 27,0/ 38,8 | 47,11/ 292 | 29,11/ 40,8 | 40 |
| Pb, мкг/дм ³ | 0/ 0 | 0,19/ 3,2 | 0,17/ 3,1 | 0,46/ 4,8 | 0,54/ 3,6 | 0,19/ 3,4 | 6 |

4.9. Северная станция аэрации

Таблица 4.13. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров вблизи точки сброса вод с Северной станции аэрации в 2019-2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|--|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| Температура (°C) | 13,27/ 18,92 | 13,32/ 18,0 | 12,50/ 22,63 | 13,14/ 24,71 | 12,97/ 19,9 | 14,22/ 20,5 |
| Соленость (‰) | 0,06/ 0,08 | 0,06/ 0,07 | 0,06/ 0,07 | 0,06/ 0,08 | 0,06/ 0,08 | 0,07/ 0,08 |
| Кислород* (мгО ₂ /дм ³) | 9,08/ 5,93 | 9,61/ 8,36 | 9,81/ 5,87 | 9,32/ 6,53 | 9,51/ 7,04 | 7,49/ 3,24 |
| Кислород (%) | 84,31/ 96,2 | 90,66/ 98,6 | 89,4/ 101,7 | 86,82/ 115,7 | 87,96/ 100 | 68,86/ 91,8 |
| pH | 7,03/ 7,34 | 6,99/ 7,31 | 7,12/ 7,46 | 7,11/ 7,43 | 7,43/ 7,65 | 7,25/ 7,73 |
| Щелочность (ммоль/дм ³) | 0,55/ 0,71 | 0,54/ 0,61 | 0,55/ 0,68 | 0,53/ 0,65 | 0,61/ 0,71 | 0,64/ 0,91 |

Биогенные вещества

Таблица 4.14. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах вблизи точки сброса вод с Северной станции аэрации в 2019-2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|--|-------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------|
| Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³ | 316,93/ 1347,0 | 148,71/ 510,0 | 231,5/ 830,0 | 459,6/ 938,0 | 746,93/ 1263 | 993,57/ 1882 | 389 |
| Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³ | 35,79/ 61,0 | 25,37/ 50,0 | 37,91/ 94,3 | 48,87/ 82,0 | 42,1/ 109,6 | 82,69/ 610,8 | 24 |
| Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³ | 559,64/ 973,0 | 284,71/ 517,0 | 371,79/ 873,0 | 465,86/ 985,0 | 364,14/ 919 | 334,93/ 1059 | 9032 |

| | | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------------|------|
| Общий азот N _{total} мкгN/дм ³ | 1317,9/ 2423,0 | 879,71/ 1442,0 | 1009,7/ 1781,0 | 1579,5/ 2516,0 | 1665,29 / 2433 | 2560,79/ 3469 | |
| Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгP/дм ³ | 66,0/ 135,0 | 11,50/ 55,0 | 13,79/ 63,7 | 48,96/ 93,3 | 27,82/ 52,4 | 61,44/ 129 | 50 |
| Общий фосфор P _{total} мкгP/дм ³ | 76,21/ 145,0 | 21,29/ 70,0 | 22,29/ 80,9 | 65,96/ 126,8 | 43,87/ 77 | 79,84/ 140,4 | |
| БПК ₅ мгO ₂ /дм ³ | 3,29/ 7,5 | 2,08/ 2,9 | 2,7/ 6,0 | 3,49/ 6,4 | 4,33/ 6,9 | 5,4/ 7,7 | 2,1 |
| Нефтяные углеводороды ТРНs мкг/дм ³ | 0,018/ 0,032 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,001/ 0,017 | 0,001/ 0,005 | 0,0023/ 0,009 | 0,05 |
| Фенолы, мкг/дм ³ | 0,007/ 0,1 | 0,007/ 0,1 | 0,0/ 0,0 | 0/ 0 | 0/ 0 | | 1,0 |
| СПАВ, мкг/дм ³ | 0,0/ 0,0 | 16,67/ 100,0 | 0,0/ 0,0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 100 |

Металлы

Таблица 4.15. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах вблизи точки сброса вод с Северной станции аэрации в 2019-2024 гг.

| Металлы | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|----------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------|----------------|-----|
| Cu, мкг/дм ³ | 4,61/ 24,0 | 4,59/ 6,3 | 5,59/ 7,7 | 4,1/ 5,4 | 8,76/ 17,5 | 8,59/ 14,8 | 1 |
| Zn, мкг/дм ³ | 26,96/ 53,0 | 16,30 35,0 | 18,65/ 77,0 | 12,44/ 22,5 | 16,89/ 40,4 | 33,17/ 63,3 | 10 |
| Mn, мкг/дм ³ | 13,85/ 65,0 | 4,11/ 22,5 | 5,76/ 20,7 | 5,54/ 31,8 | 13,7/ 40 | 29,65/ 83 | 10 |
| Fe, мкг/дм ³ | 60,5/ 110,0 | 78,79/ 99,0 | 68,14/ 110,0 | 89,64/ 132,0 | 89,21/ 138 | 105/ 227 | 100 |
| Al, мкг/дм ³ | 21,36/ 36,0 | 22,07/ 34,0 | 24,36/ 38,0 | 22,66/ 36,0 | 31,37/ 54 | 20,87/ 40 | 40 |
| Pb, мкг/дм ³ | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,81/ 4,2 | 0,24/ 3,3 | 0,26/ 3 | 6 |

Выводы

Таблица 4.16. Оценка качества вод Невской губы Финского залива по индексу загрязненности вод ИЗВ в 2020-2024 гг.

| Район | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. | Содержание ЗВ в 2024 г. (в ПДК) |
|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---|
| | ИЗВ/ класс | ИЗВ/ класс | ИЗВ/ класс | ИЗВ/ класс | ИЗВ/ класс | |
| Центральная часть Невской губы | 2,05/ V | 2,07/ V | 1,93/ V | 2,90 | 3,54/ VI | Cu 9,42; Zn 3,09; Mn 0,99; O ₂ 0,63 |

| | | | | | | |
|--------------------------|------------|------------|------------|------|--------------|--|
| Северный курортный р-н | 2,15/ V | 2,29/ V | 2,37/ V | 4,49 | 6,01/ VII | Cu 16,77; Zn 3,69; БПК ₅ 3,05; O ₂ 0,53 |
| Южный курортный р-н | 2,09/ V | 2,48 V | 2,13 V | 3,45 | 4,16/ VI | Cu 11,44; Zn 3,07; БПК ₅ 1,47; O ₂ 0,65 |
| Морской торговый порт | 1,88/ V | 1,85/ V | 1,95 | 3,17 | 3,57/ VI | Cu 8,96; Zn 3,06; Mn 1,66; O ₂ 0,59 |
| Северная станция аэрации | 1,97/ V | 2,41 V | 2,11 | 3,34 | 4,04/ VI | Cu 8,59; NO ₂ 3,45; Zn 3,32; O ₂ 0,8 |
| Невская губа | 2,03/ V | 2,22 V | 2,1 V | 3,00 | 3,64/ VI | Cu 9,65; Zn 3,11; Mn 1,18; O ₂ 0,63 |

Восточная часть Финского залива

В восточной части Финского залива за пределами КЗС отбор проб был выполнен в Курортном районе мелководной части Финского залива на 2 станциях, в Мелководной зоне залива на 6 станциях, в Лужской и Копорской губе на 4 станциях и в Глубоководном районе на 4 станциях центрального разреза, а также станции А на входе в Выборгский залив (рис. 4.4).

| № Станции | Район | Глубина (м) | Периодичность отбора проб |
|------------------------|--|-------------|---------------------------|
| 19а, 20а | Курортный район мелководной зоны восточной части Финского залива | 0,6–0,7 | май-октябрь |
| 19, 20, 21, 22, 24, 26 | Мелководная зона восточной части Финского залива | 8–20 | август |
| 1, 2, 3, 4, А | Глубоководная зона восточной части Финского залива | 30–62 | август |
| 3к, 6к | Копорская губа | 7–26 | август |
| 6л, 18л | Лужская губа | 13–28 | август |



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

4.10. Курортный район мелководной зоны

В 2024 г. в Курортном районе было отобрано и проанализировано 12 проб с поверхностного горизонта. Гидрохимический режим вод района оставался близким к норме (табл. 4.17). Значение рН в исследуемом районе держалось около 7,28 (диапазон 6,73–7,86). Средняя и максимальная величины щелочности стали наименьшими за последние несколько лет измерений, диапазон показателей изменялся от 0,48 до 0,77, при среднем 0,59 ммоль/дм³. Кислородный режим в данном районе в течение всего года был удовлетворительным. Во всех пробах, отобранных в курортном районе мелководной зоны в 2024 г., значения абсолютного кислорода было выше норматива и изменялись в пределах от 7,75 до 12,03 мгО₂/дм³. Случаев дефицита кислорода (<70%) зафиксировано не было. Диапазон содержания кислорода относительного находился в пределах 88–106%. Насыщение вод кислородом превысило 100% в 4 пробах из 12.

Таблица 4.17. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива в 2019–2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|
| Температура (°C) | 16,75/ 20,7 | 15,54/ 19,5 | 17,62/ 29,4 | 16,62/ 25,0 | 16,87/ 20,7 | 17,36/ 22,7 |
| Соленость (‰) | 0,60/ 1,96 | 0,46/ 0,79 | 0,54/ 1,35 | 0,77/ 2,49 | 0,34/ 0,83 | 0,47/ 0,94 |
| Кислород* (мгО ₂ /дм ³) | 9,39/ 6,07 | 9,8/ 8,86 | 10,51/ 9,20 | 10,94/ 8,10 | 10,18/ 8,76 | 9,38/ 7,75 |
| Кислород (%) | 96,48/ 114,9 | 99,31/ 117,4 | 109,4/ 138,9 | 113,91/ 198,3 | 105,12/ 138,4 | 96,63/ 106,2 |
| рН | 7,16/ 7,59 | 7,29/ 7,95 | 7,31/ 8,64 | 7,33/ 8,64 | 7,58/ 7,95 | 7,28/ 7,86 |
| Щелочность (ммоль/дм ³) | 0,66/ 0,91 | 0,69/ 0,78 | 0,66/ 0,85 | 0,69/ 0,98 | 0,63/ 0,69 | 0,59/ 0,77 |

Биогенные вещества (мкг/дм³). Содержание аммонийного азота не превышало уровень ПДК во всех отобранных пробах, за исключением одной пробы воды, отобранной на ст. 20а в июне – 433 (1,11 ПДК) (табл. 4.18). Содержание азота нитритного изменялось от 3,4 до 25,5 (1,06 ПДК). Концентрация нитратного азота варьировала от 21 до 352, фосфора фосфатного от 0 до 8,1, фосфора общего от 14,05 до 20 – что находится в пределах многолетнего диапазона, зафиксированного для Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива. За время наблюдений с 1986 по 2024 гг. концентрация общего азота в исследуемом районе в точке 20а стала максимальной, среднее значение концентрации составило 946,42, что также выше средних значений за предыдущие годы.

Органические загрязняющие вещества. Превышение содержания органических соединений по БПК₅ было отмечено в 9 из двенадцати проанализированных проб воды. Концентрация изменялась в диапазоне 1,7–8,9 мгО₂/дм³ (4,2 ПДК, июль); среднее (1,9 ПДК) и наибольшее значения заметно выше уровня последних лет. Содержание нефтяных углеводородов, фенолов и СПАВ было ниже предела обнаружения выбранных методик химического анализа.

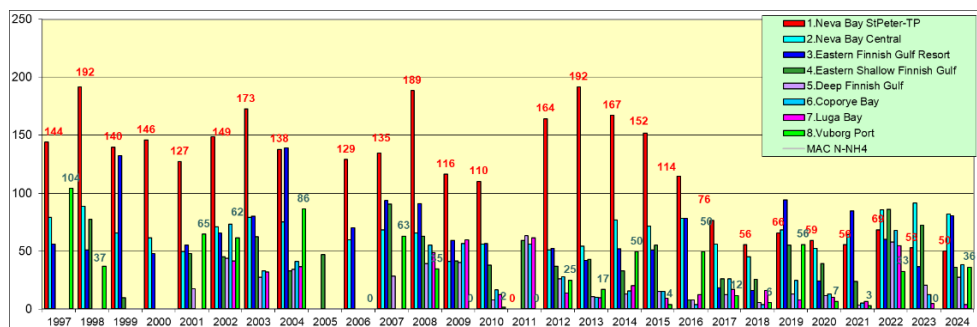


Рис. 4.5. Многолетняя динамика средней концентрации аммонийного азота N-NH₄ (мкг/дм³) в водах различных районов Невской губы и восточной части Финского залива.

Таблица 4.18. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива в 2019–2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------|
| Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³ | 94,17/ 260 | 24,18/ 59 | 84,83/ 540 | 59,92/ 360 | 36,67/ 123 | 80,33/ 433 | 389 |
| Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³ | 9,38/ 21,0 | 9,27/ 16,0 | 6,76/ 14,3 | 11,73/ 22,1 | 13,06/ 31,0 | 11,29/ 25,5 | 24 |
| Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³ | 208,83/ 481 | 158,55/ 389 | 129,17/ 428 | 206,08/ 435 | 203,83/ 472 | 148,92/ 352 | 9032 |
| Общий азот N _{total} мкгN/дм ³ | 742,33/ 1068 | 718,64/ 983 | 833,25/ 1512 | 805,92/ 1036 | 866,17/ 1436 | 946,42/ 2050 | |
| Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгP/дм ³ | 17,32/ 40,0 | 3,41/ 13,0 | 3,06/ 13,5 | 8,75/ 17,7 | 3,63/ 14,6 | 2,43/ 8,1 | 150 |
| Общий фосфор P _{total} мкгP/дм ³ | 28,75/ 47,0 | 11,82/ 18,0 | 15,8/ 38,2 | 21,83/ 40,0 | 14,88/ 27,3 | 14,05/ 20,7 | |
| Силикаты Si мкгSi/дм ³ | 301/ 1013 | 1059/ 4227 | 447/ 2135 | 1082/ 3396 | 415/ 1720 | 789/ 3594 | |
| БПК ₅ мгО ₂ /дм ³ | 2,93/ 4,8 | 2,34/ 3,8 | 3,83/ 8,9 | 3,81/ 8,8 | 2,81/ 4,8 | 4,11/ 8,9 | 2,1 |

| | | | | | | | |
|--|-----------------------|---------------|-------------|------------------|-------------|-------------|------|
| Нефтяные углеводороды ТРНс мкг/дм ³ | 0,011/ 0,019 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,0013/ 0,015 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,05 |
| Фенолы, мкг/дм ³ | 0,017/ 0,1 | 0,009/ 0,1 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 1,0 |
| СПАВ, мкг/дм ³ | 8,58/ 103,0 | 0,02/ 0,1 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 100 |

Металлы (мкг/дм³). Превышение норматива было отмечено для трех показателей. Содержание меди превысило норматив во всех точках отбора, диапазон значений составил 6,2–16,2 (1,24–3,24 ПДК), (табл. 4.19). Содержание марганца изменялось от 1 до 71,3 (1,4 ПДК), среднее значение – 19,65. Содержание железа в четырех пробах не зафиксировано, в остальных пробах значения изменялись от 13 до 262 (5,24 ПДК, июнь). Содержание цинка, кадмия, никеля, свинца, алюминия и кобальта не превышали установленные ПДК, а также, по данным многолетних наблюдений, соответствовали сложившемуся режиму и не выходили за пределы характерной изменчивости.

Таблица 4.19. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива в 2019–2024 гг.

| Металлы | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----|
| Cu, мкг/дм ³ | 6,33/ 16,5 | 3,96/ 7,6 | 7,17/ 25,0 | 6,18/ 10,2 | 11,38/ 20,1 | 10,01/ 16,2 | 5 |
| Zn, мкг/дм ³ | 18,18/ 31,0 | 20,15/ 52,0 | 8,44/ 17,3 | 14,94/ 54,0 | 14,27/ 52,6 | 23,67/ 39,1 | 50 |
| Mn, мкг/дм ³ | 23,85/ 170,0 | 11,92/ 56,0 | 4,6/ 25,7 | 20,52/ 84,0 | 8,18/ 48,7 | 19,65/ 71,3 | 50 |
| Fe, мкг/дм ³ | 79,67/ 280 | 214,09/ 820 | 121,42/ 570 | 265,5/ 775 | 139,75/ 548 | 60,33/ 262 | 50 |
| Al, мкг/дм ³ | 23,67/ 65,0 | 20,55/ 37,0 | 24,85/ 79,0 | 18,19/ 41,6 | 26,65/ 59,3 | 18,41/ 31 | 40 |
| Pb, мкг/дм ³ | 0/ 0 | 0/ 0 | 0/ 0 | 0,98/ 5,1 | 1,07/ 5 | 0,29/ 3,5 | 10 |

4.11. Мелководная зона восточной части Финского залива

В 2024 г. гидрохимическая съемка Мелководной зоны восточной части Финского залива проводилась в августе на шести станциях по трем горизонтам с глубинами 8–20 м. Всего было отобрано 20 проб. Значения температуры поверхностной воды изменялись от 19,3 до 22,9⁰С, в придонном слое в диапазоне 7,33–18,72⁰С (табл. 4.20). Соленость изменялась от 0,44 до 0,91‰ на поверхности и 3,27–4,35‰ в глубинных водах. Значения щелочности воды на поверхности варьировали в интервале 0,549–0,654 ммоль/дм³, в глубинных водах

1,098–1,277 ммоль/дм³. Величина водородного показателя в поверхностном слое изменялась от 8,05 до 9,01 ед. рН, глубже 7,55–8,6 ед.рН. Содержание растворенного кислорода в придонном горизонте ст. 20 было очень низким и составило 2,94 мгО₂/дм³, что характеризуется уровнем экстремально высокого загрязнения. В поверхностном горизонте значения растворенного кислорода изменялись от 7,60 до 10,12 мг/дм³. Диапазон значений в придонном слое района находился в пределах от 2,94 до 5,59 мг/дм³. Содержание кислорода относительного не соответствовало нормативу (70%) в 8 пробах, отобранных в период проведения съемки. Диапазон содержания кислорода относительного изменялся в пределах 85,7–118,1% (поверхность) и 30,6–58,6% (дно).

Таблица 4.20. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Мелководной зоны восточной части Финского залива в 2019–2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---|----------------------|----------------------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Температура (°С) | 17,63/ 18,2 | 15,41/ 18,6 | 11,22/ 18,23 | 13,55/ 24,6 | 17,02/ 22,9 | 18,28/ 22,9 |
| Соленость (‰) | 1,35/ 3,86 | 1,58/ 3,98 | 1,24/ 4,44 | 1,43/ 5,79 | 1,0/ 3,66 | 2,15/ 4,75 |
| Кислород* (мгО ₂ /дм ³) | 8,19/ 4,52 | 7,71/ 2,47 | 10,55/ 6,96 | 8,76/ 3,63 | 7,85/ 1,44 | 6,42/ 2,94 |
| Кислород (%) | 86,38/ 100,0 | 77,40/ 108,7 | 94,09/ 111,1 | 88,62/ 140,3 | 81,72/ 137,9 | 70,09/ 118,1 |
| рН | 7,95/ 8,26 | 7,74/ 8,18 | 7,90/ 8,63 | 7,38/ 8,24 | 8,07/ 9,41 | 8,38/ 9,01 |
| Щелочность (ммоль/дм ³) | 0,79/ 1,19 | 0,88/ 1,34 | 0,82/ 1,311 | 0,78/ 1,405 | 0,79/ 1,27 | 0,94/ 1,35 |

Биогенные вещества (мкг/дм³). Содержание аммонийного азота во всех пробах было ниже ПДК (табл. 4.21). В поверхностном горизонте содержание изменялось в пределах от 21 до 81, в придонном горизонте от минимально определяемой величины (<20) до 111, максимум был зафиксирован на ст.№26, в придонном горизонте. В 5 пробах, отобранных в Мелководном районе в августе 2024 г., содержание нитритного азота было выше уровня норматива. Все случаи превышения ПДК наблюдались в придонных и срединных горизонтах станций района, кратность нарушения норматива по данному показателю качества вод составляла от 1,09 до 3,95 ПДК. Диапазон концентрации в поверхностном горизонте составил 19–117, у дна концентрации азота нитратного менялись в диапазоне 118–276. В поверхностном горизонте концентрация показателя изменялась в пределах от 449 до 737, у дна 464–745. Содержание фосфатного фосфора изменялось в пределах от минимально определяемой величины (<5) до

5,3, в придонном слое диапазон концентраций находился в пределах до 93 мкг/дм³.

Таблица 4.21. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) и загрязняющих веществ в водах Мелководной зоны восточной части Финского залива в 2019–2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|--|-----------------------|-----------------|-----------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------|
| Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³ | 55,2/ 236 | 39,37/ 185 | 23,8/ 76 | 86,11/ 644 | 72,52/ 191 | 36,21/ 111 | 389 |
| Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³ | 11,49/ 48,0 | 7,73/ 16,0 | 4,60/ 8,30 | 7,07/ 14,8 | 12,79/ 48,9 | 23,15/ 94,7 | 24 |
| Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³ | 58,87/ 131 | 111,57/ 304 | 136,87/ 269 | 124,07/ 319 | 125,93/ 375 | 132,93/ 276 | 9032 |
| Общий азот N _{total} | 565,8/ 755 | 578,13/ 1369 | 524,03/ 648 | 587,68/ 846 | 593,17/ 1399 | 570,79/ 745 | |
| Фосфатный фосфор P-PO ₄ | 10,87/ 43,0 | 18,20/ 60,0 | 33,61/ 141,7 | 14,78/ 62,4 | 17,08/ /62,8 | 14,86/ 93,1 | 150 |
| Общий фосфор P _{total} | 19,79/ 62,0 | 27,97/ 74,0 | 47,07/ 152,4 | 26,79/ 76,9 | 28,42/ 76,1 | 23,04/ 102,8 | |
| БПК ₅ (мгO ₂ /дм ³) | Н/Д | Н/Д | Н/Д | Н/Д | Н/Д | 0/0 | 2,1 |
| Нефтяные углеводороды ТРНs мкг/дм ³ | 0,008/ 0,009 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,0002/ 0,011 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,05 |
| Фенолы, мкг/дм ³ | 0,008/ 0,1 | 0,0/ 0,0 | 0,017/ 0,20 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 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 | 0,0/ 0,0 | 100 |

Органические загрязняющие вещества. Содержание всех органических ЗВ в Мелководной зоне восточной зоны Финского залива было ниже предела чувствительности методик определения.

Металлы (мкг/дм³). Концентрация меди превышала уровень ПДК (5) во всех пробах, отобранных в мелководном районе. Диапазон концентраций находился в пределах от 5,4 до 13,4 в слое поверхность-дно, максимум был зафиксирован в поверхностном горизонте ст.№24 и превысил ПДК в 2,7 раза (табл. 4.22). Превышение уровня ПДК (50) по содержанию марганца в мелководном районе было зафиксировано в 4 пробах. Диапазон концентраций данного ингредиента находился в пределах от минимально определяемой величины (<1) до 152. Наибольшая концентрация ингредиента наблюдалась в придонном горизонте ст. 21 (3,04 ПДК). Содержание цинка в мелководном районе восточной части Финского залива в августе 2024 г. не превышало предельно допустимый уровень (50) во всех отобранных пробах. Концентрации данного ингредиента в слое поверхность-дно находились

в пределах от 21,6 до 44,3. Содержание кадмия выше уровня ПДК (1,0) было зафиксировано в 2 пробах воды, кратность нарушения норматива составила 1,0–1,6 ПДК. Диапазон концентраций данного ингредиента находился в пределах от 0,10 до 1,60. Максимальная концентрация кадмия (1,60) была зафиксирована в придонном горизонте на ст. 26. Концентрации свинца в водах мелководного района в период проведения съемки были ниже уровня ПДК (10) во всех отобранных пробах. В 83% проб содержание свинца было ниже предела обнаружения. Значимые концентрации ингредиента изменялись в пределах от 4,4 до 4,7. Во всех отобранных пробах концентрация железа общего, ртути и хрома общего была ниже предела обнаружения методик.

Таблица 4.22. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Мелководной зоны восточной части Финского залива в 2019–2024 гг.

| Металлы | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|----------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----|
| Cu, мкг/дм ³ | 1,63/ 2,4 | 3,42/ 9,9 | 8,84 / 28,0 | 3,88/ 9,2 | 11,13 / 20,9 | 9,12 / 13,4 | 5 |
| Zn, мкг/дм ³ | 8,25/ 15,3 | 21,56/ 50,0 | 11,94/ 28,9 | 7,50/ 24,1 | 14,72/ 36,4 | 28,1/ 44,3 | 50 |
| Mn, мкг/дм ³ | 45,78/ 110,0 | 62,75 / 490,0 | 23,54/ 62,0 | 20,19/ 214,6 | 12,63/ 113 | 41,27/ 152 | 50 |
| Fe, мкг/дм ³ | 0/ 0 | 4,7/ 57,0 | 21,83/ 85,0 | 12,75/ 70,0 | 9,67/ 66 | 0/ 0 | 50 |
| Al, мкг/дм ³ | 7,92/ 20,0 | 6,58/ 31,0 | 12,05/ 45,0 | 8,41/ 29,7 | 4,5/ 15,2 | 6,26/ 18,3 | 40 |
| Pb, мкг/дм ³ | 0/ 0 | 0/ 0 | 0,0/ 0,0 | 1,33/ 6,7 | 0,82/ 3,8 | 0,76/ 4,7 | 10 |

Содержание нефтепродуктов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЕ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) было ниже предела чувствительности методов определения во всех отобранных пробах.

4.12. Глубоководная зона восточной части Финского залива

Исследования гидрохимического режима морских вод глубоководной зоны восточной части Финского залива проводились в августе на четырех станциях центрального разреза и ст. А в Выборгском заливе. Всего было отобрано 30 проб из поверхностного, промежуточного и придонного горизонтов. Во время проведения съемок на поверхности диапазон температур составил 18,6–22,6⁰С; в более глубоких слоях 3,32–21,5/12,9⁰С (табл. 4.23). Средняя температура во всем столбе стала максимальной с 2012 г.

Диапазон значений солености в поверхностном горизонте составил 0,78–4,30‰, в придонном горизонте – 3,79–6,54‰. Для обоих горизонтов максимальные значения были зафиксированы на ст. 4. С увеличением глубины значение солености возрастало, что объясняется притоком солоноватых вод из центральной части залива. Кислородный режим вод глубоководного района восточной части Финского залива в целом был удовлетворительным. В поверхностном горизонте диапазон значений кислорода абсолютного составил 8,24–11,07 мг/дм³, в придонном горизонте – 3,15–5,43 мг/дм³. Значения относительного содержания растворенного кислорода на поверхности для всех станций района соответствовали нормативу (70%) и изменялись от 95,9 до 128,4%. В придонном горизонте все значения показателя были ниже допустимого уровня: диапазон находился в пределах от 30,4% (ст. 4) до 43,3% (ст. 1). Более низкое содержание в воде кислорода на глубинных горизонтах связано с высокой стратификацией водной толщи. В 9 пробах величина водородного показателя не соответствовала нормативному значению (6,5<pH<8,5). Диапазон значений составил 7,64–9,10. Значения щелочности в придонном горизонте во всех случаях были выше, чем на поверхности, постепенно возрастая с увеличением глубины. Диапазон концентраций в поверхностном горизонте изменялся от 0,633 до 1,109 ммоль/дм³; в придонном горизонте – от 1,255 до 1,611 ммоль/дм³.

Таблица 4.23. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Глубоководной зоны восточной части Финского залива в 2019–2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Температура (°C) | 12,58/ 17,65 | 11,94/ 18,60 | 9,26/ 18,13 | 8,64/ 21,2 | 13,9/ 20,3 | 14,23/ 22,6 |
| Соленость (‰) | 4,83/ 7,94 | 3,50/ 6,92 | 3,78/ 6,74 | 4,19/ 7,46 | 4,12/ 8,12 | 3,84/ 6,54 |
| Кислород* (мгО ₂ /дм ³) | 7,21/ 3,44 | 8,34/ 3,02 | 9,69/ 3,50 | 8,06/ 3,02 | 7,89/ 2,60 | 6,14/ 2,86 |
| Кислород (%) | 70,97/ 105,8 | 78,3/ 115,0 | 83,09/ 114,3 | 72,41/ 109,5 | 76,9/ 106,3 | 62,19/ 128,4 |
| pH | 7,76/ 8,31 | 7,73/ 8,24 | 7,93/ 8,7 | 7,42/ 8,3 | 7,77/ 8,09 | 8,25/ 9,1 |
| Щелочность (ммоль/дм ³) | 1,33/ 1,62 | 1,27/ 1,64 | 1,26/ 1,58 | 1,30/ 1,65 | 1,27/ 1,61 | 1,24/ 1,61 |

Биогенные вещества (мкг/дм³). Содержание азота аммонийного во всех отобранных пробах было ниже уровня ПДК (400) (табл. 4.24). В поверхностном слое концентрации показателя изменялись в пределах от минимально определяемой величины (<20) до 42 (ст.1), у дна до 72 (ст.2). В 5 пробах, значения азота нитритного превышали уровень ПДК

(ПДК=24), кратность нарушения норматива составила 1,01–1,43 ПДК, все случаи нарушения норматива наблюдались на всех станциях района в срединных слоях. Диапазон значений в поверхностном горизонте составил 3,7–7,6, в придонном горизонте диапазон значений находился в августе в пределах от 1,0 до 9,5. Диапазон концентраций азота нитратного составил: на поверхности 225–37 у дна – 194–235. Концентрация азота общего в поверхностном слое составила 407–506, у дна – 535–729. Содержание фосфатного фосфора в поверхностном слое наблюдались на уровне минимально определяемой величины (<5), у дна значения находились в диапазоне от 24 (ст. А) до 97 (ст. 4). Содержание фосфора общего на поверхности менялось от минимально определяемой величины (<5) до 8,7, у дна – от 37 до 104 мкг/дм³.

Таблица 4.24. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) и загрязняющих веществ в водах Глубоководной зоны восточной части Финского залива в 2019–2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|--|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------------|-----------------------|------|
| Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³ | 19,62/ 84 | 10,75/ 50 | 3,15/ 42 | 54,01/ 534 | 20,63/ 92 | 28,72/ 75 | 389 |
| Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³ | 2,83/ 8,7 | 2,43/ 8,7 | 3,60/ 9,3 | 2,39/ 8,8 | 4,87/ 32,1 | 10,96/ 34,4 | 24 |
| Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³ | 101,92/ 241 | 83,15/ 252 | 97,31/ 204 | 104,71/ 249 | 85,77/ 375 | 128,76/ 235 | 9032 |
| Общий азот N _{total} | 553,04/ 897 | 441,25/ 591 | 444,77/ 596 | 483,9/ 746 | 423,94/ 728 | 546,16/ 729 | |
| Фосфатный фосфор P-PO ₄ | 29,70/ 122,0 | 22,68/ 90,0 | 24,02/ 69,6 | 29/ 118,2 | 22,82/ 113 | 29/ 97 | 150 |
| Общий фосфор P _{total} | 38,02/ 129,0 | 34,04/ 102,0 | 36,05/ 85,8 | 39,28/ 127,9 | 37,99/ 141,1 | 36,94/ 103,6 | |
| Нефтяные углеводороды TPHs мкг/дм ³ | 0,007/ 0,008 | 0,0/ 0,0 | 0,0005/ 0,013 | 0/ 0 | 0,0/ 0,0 | 0/ 0,01 | 0,05 |
| Фенолы, мкг/дм ³ | 0,13/ 0,8 | 0,0/ 0,0 | 0,006/ 0,1 | 0,04/ 0,3 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 1,0 |
| СПАВ, мкг/дм ³ | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,006/ 0,1 | 0/ 0 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 100 |

Органические загрязняющие вещества. Нефтяные углеводороды, фенолы и СПАВ в водах Глубоководной зоны восточной части Финского залива в 2024 г. не были отмечены.

Металлы (мкг/дм³). Содержание меди превышало предельно допустимый уровень во всех отобранных пробах. Диапазон концентраций находился в пределах от 6,6 до 10,5 в слое поверхность-

дно, максимум был зафиксирован в придонном горизонте ст. 2 и в поверхностном горизонте ст.3 и превысил ПДК в 2,1 раза (табл. 4.25). Содержание марганца превысило уровень ПДК в 2 пробах из 10 отобранных на определение данного показателя. Наибольшая концентрация ингредиента наблюдалась в придонном горизонте ст. 1 и составила 3,2 ПДК. Диапазон значений составил <1,0 – 158 в слое поверхность-дно. Содержание свинца, цинка, кадмия не превышало нормативных значений. Содержание железа общего, ртути и хрома общего были ниже предела обнаружения методик.

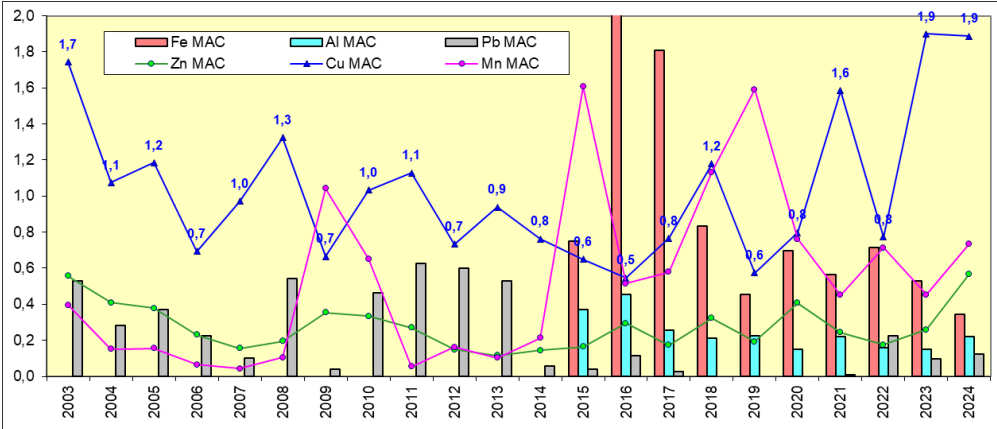


Рис. 4.6. Многолетняя динамика средней концентрации металлов (в ПДК) в водах восточной части Финского залива.

Содержание нефтяных углеводородов было ниже предела обнаружения (<0,005 мг/дм³) во всех отобранных пробах, за исключением пробы отобранной на ст.2 (горизонт 10 м) – 0,006 мг/дм³. На всех станциях содержание фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЕ, ДДД, а также α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) в период проведения гидрохимических съемок в 2024 г. было ниже предела обнаружения методик.

Таблица 4.25. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Глубоководной зоны восточной части Финского залива в 2019–2024 гг.

| Металлы | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|-------------------------|------------------|-----------------|----------------|---------------|----------------|-----------------|-----|
| Cu, мкг/дм ³ | 1,51/ 3,3 | 4,79/ 8,4 | 8,08/ 29,0 | 3,02/ 5,3 | 8,06/ 14,2 | 9,27/ 10,5 | 5 |
| Zn, мкг/дм ³ | 5,52/ 21,9 | 19,54/ 48,0 | 10,85/ 24,0 | 8,67/ 28 | 12,29/ 25,3 | 32,81/ 46,6 | 50 |
| Mn, мкг/дм ³ | 175,31/ 470,0 | 23,88/ 120,0 | 23,35/ 59,0 | 40,22/ 295 | 39,17/ 159 | 45,64/ 158,3 | 50 |
| Fe, мкг/дм ³ | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 2,95/ 59,0 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 50 |
| Al, | 0,0/ 0,0 | 1,2/ 0,0 | 0,90/ 0,0 | 2,57/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 4,47/ 0,0 | 40 |

| | | | | | | | |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|----|
| мкг/дм ³ | 0,0 | 14,0 | 17,9 | 30 | 0,0 | 12,6 | |
| Pb, мкг/дм ³ | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 2,97/ 6,6 | 0,93/ 4,4 | 1,46/ 4,1 | 10 |

4.13. Копорская губа

В 2024 г. гидрохимическая съемка Копорской губы была выполнена в августе на двух станциях с глубинами 7 м и 26 м на разных горизонтах. Средняя температура во всем столбе воды на двух станциях в августе составила 21,07^оС (таблица 4.26). Значение солёности на ст. 6к менялось от 2,84‰ на поверхности до 5,21‰ у дна. На ст. 3к значения солёности составили 3,05 ‰ на поверхности и 4,16 ‰ у дна. Кислородный режим вод района был удовлетворительным. Нарушение норматива по содержанию растворенного кислорода наблюдалось в 2 пробах воды отобранных в придонных горизонтах двух станций: на ст. 6к - 4,39 мг/дм³ и на ст.3к – 5,06 мг/дм³. Диапазон значений кислорода абсолютного составил в слое поверхность-дно: 4,39 – 8,87 мг/дм³. Значение кислорода относительного ниже установленного норматива (70%) было зафиксировано в трех пробах воды: на ст. 6к - горизонт 20 м – 54,0%, придонный горизонт – 36,4%; на ст. 3к – придонный горизонт – 54,0 %. Перенасыщения вод кислородом (>100%) наблюдалось в одной пробе воды, отобранной на ст.6к. В целом диапазон изменений составил: в поверхностном слое двух станций 82,9–100,6%, в придонном горизонте – 36,4–54,0%. Величина водородного показателя находилась в пределах от 7,60 до 8,40. Вертикальные различия щелочности на обеих станциях в слое поверхность-дно были незначительными и составили на ст. 3к – 1,098–0,697 ммоль/дм³, на ст. 6к – 1,024 -1,435 ммоль/дм³.

Таблица 4.26. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Копорской губы в 2019–2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|--|----------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Температура (°С) | 17,25/ 17,9 | 14,38/ 18,8 | 10,87/ 18,8 | 10,78/ 20,8 | 16,34/ 20,1 | 16,16/ 21,7 |
| Солёность (‰) | 4,29/ 4,48 | 2,88/ 4,09 | 3,16/ 4,47 | 3,21/ 5,71 | 3,03/ 3,72 | 3,84/ 5,21 |
| Кислород* (мгО ₂ /дм ³) | 8,50/ 6,43 | 7,82/ 4,34 | 10,52/ 5,64 | 8,00/ 4,87 | 8,77/ 4,42 | 6,81/ 4,39 |
| Кислород (%) | 90,48/ 99,4 | 78,2/ 107,5 | 93,02/ 113,4 | 77,77/ 106,1 | 90,37/ 108,3 | 70,58/ 100,6 |
| pH | 8,17/ 8,29 | 7,79/ 8,27 | 8,02/ 8,56 | 7,55/ 8,10 | 7,82/ 8,00 | 8,06/ 8,4 |
| Щелочность (ммоль/дм ³) | 1,22/ 1,24 | 1,17/ 1,37 | 1,17/ 1,38 | 1,12/ 1,42 | 1,18/ 1,36 | 1,15/ 1,44 |

Биогенные вещества (мкг/дм³). Концентрации азота аммонийного не превышали ПДК во всех отобранных пробах.

Концентрации показателя менялись в диапазоне от 21 до 25 на поверхности и от 23 до 70 у дна. Содержание азота нитратного менялось в диапазоне от 23 до 36 на поверхности и от 98 до 188 у дна. Превышение норматива по содержанию азота нитритного в водах губы были зафиксированы в 4 пробах, кратность нарушения норматива составила 1,4–3,03 ПДК. Диапазон концентрации показателя в слое поверхность-дно находился в пределах от 2,4 до 72,8. Содержание азота общего изменялось в диапазоне 449–641. Диапазон значений фосфатного фосфора в слое поверхность-дно на двух станциях составил: <5 – 41. Содержание фосфора общего на двух станциях в слое поверхность-дно менялось от 7,0 до 50.

Таблица 4.27. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) и загрязняющих веществ в водах Копорской губы в 2019–2024 гг.

[illegible]

| | | | | | | | |
|----------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|--------------|--------------|----|
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | |
| Al, мкг/дм ³ | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 1,45/ 11,6 | 3,72/ 12,0 | 0,0/ 0,0 | 2,5/ 10 | 40 |
| Pb, мкг/дм ³ | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,48/ 3,8 | 2,89/ 5,8 | 0,85/ 3,6 | 2,43/ 3,7 | 10 |

4.14. Лужская губа

Гидрохимическая съемка Лужской губы проводилась в августе на двух станциях с глубинами 13 и 28 м на разных горизонтах. Средняя температура во всем столбе воды составила 16,8⁰С (табл. 4.29). Значения солености вод изменялись на ст. бл в диапазоне 2,77–5,17‰, на ст. 18л в диапазоне 2,43–3,47‰ (поверхность–дно). Кислородный режим вод Лужской губы в целом был удовлетворительным. Нарушение норматива по содержанию растворенного кислорода наблюдалось в 3 пробах воды: на ст. бл (горизонт 20 м) – 5,11 мг/дм³, ст.бл (придонный горизонт) – 4,79 мг/дм³ и на ст.18л – 4,20 мг/дм³. Содержание кислорода абсолютного на ст. бл в поверхностном горизонте составило 9,78 мг/дм³, у дна – 4,79 мг/дм³. В более мелководной части губы (ст. 18л) концентрации кислорода составили 8,78 мг/дм³ (поверхность) и 4,20 мг/дм³ (дно). Относительное содержание растворенного кислорода не соответствовали нормативу (70%) в 4 пробах, отобранных в районе: ст. бл (придонный горизонт) – 40,1%, ст. бл (горизонт 20м) – 43,9%, ст. бл (горизонт 10м) – 63,2 % и ст. 18л (придонный горизонт) – 47,4%. Более низкое содержание в воде кислорода на глубинных горизонтах связано с высокой стратификацией водной толщи. Значения водородного показателя не соответствовали нормативному значению (6,5<pH<8,5) в 3 пробах: ст. бл (поверхностный горизонт) – 8,50, ст.18л (поверхностный горизонт) – 8,64 и ст.18л (горизонт 5 м) – 8,70. Диапазоны величин показателя составили: на ст. бл - 7,61–8,50 и на ст. 18л – 7,78–8,70. Вертикальные различия щелочности на обеих станциях были незначительными и составили: на ст. бл – 1,055 - 1,383 ммоль/дм³ и на ст. 18л – 0,950 - 1,140 ммоль/дм³ в слое поверхность–дно.

Таблица 4.29. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Лужской губы в 2019–2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|--|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Температура (°С) | 15,55/ 18,2 | 12,64/ 18,8 | 9,85/ 18,2 | 11,3/ 21,1 | 15,58/ 19,4 | 16,77/ 22 |
| Соленость (‰) | 4,28/ 5,61 | 3,34/ 4,24 | 3,53/ 4,55 | 3,40/ 4,74 | 3,43/ 3,70 | 3,64/ 5,17 |
| Кислород* (мгО ₂ /дм ³) | 8,08/ 4,21 | 8,12/ 5,03 | 10,34/ 4,29 | 8,63/ 5,97 | 8,88/ 4,37 | 6,45/ 4,2 |
| Кислород (%) | 84,77/ 107,6 | 79,1/ 117,5 | 90,13/ 107,1 | 83,91/ 110,1 | 90,31/ 111,2 | 68,2/ 113 |
| pH | 8,09/ 8,34 | 7,69/ 8,28 | 7,91/ 8,38 | 7,56/ 8,2 | 7,84/ 8,03 | 8,2/ 8,7 |

| | | | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Щелочность (ммоль/дм ³) | 1,29/ 1,35 | 1,26/ 1,54 | 1,25/ 1,36 | 1,22/ 1,47 | 1,31/ 1,38 | 1,21/ 1,39 |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|

Биогенные вещества (мкг/дм³). Содержание аммонийного азота было ниже предела обнаружения методики (<20) во всех отобранных пробах, за исключением одной пробы воды, отобранной в поверхностном горизонте ст.18л - 22. Нарушения норматива по содержанию азота нитритного были зафиксированы в 3 пробах из 6. Все случаи повышенного содержания азота нитритного были зафиксированы на ст.6л, кратность нарушения норматива составила 1,3–2,7 ПДК. В целом, диапазон концентраций показателя в слое поверхность-дно находился в пределах от 4,6 до 54 на ст. 6л и от 2,9 до 13 на ст.18л. Во всех пробах содержание азота нитратного было значительно ниже уровня ПДК. На поверхности значения менялись в диапазоне 29–34, у дна – 48–180. Концентрации азота общего на ст. 6л (глубоководная часть) в поверхностном и придонном горизонтах составили: 692 и 485; на ст. 18л - 589 (поверхность) и 480 (дно). Содержание фосфора общего на двух станциях в слое поверхность-дно менялось от <5 до 42. Диапазон концентраций фосфатного фосфора на ст. 6л находился в пределах от минимально определяемой величины (<5) на поверхности до 25 мкг/дм³ на дне, на ст. 18л все значения показателя были ниже предела обнаружения методики (<5).

Таблица 4.30. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Лужской губы в 2019–2024 гг.

| Ингредиент | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|---|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------------|-----------------------|------|
| Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³ | 8,0/ 26 | 10,33/ 46 | 6,67/ 45 | 54,76/ 161 | 4,58/ 32 | 3,67/ 22 | 389 |
| Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³ | 3,37/ 4,2 | 3,94/ 12,0 | 4,57/ 7,2 | 2,83/ 9,3 | 7,89/ 39,8 | 21,83/ 54,3 | 24 |
| Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³ | 40,5/ 189 | 88,17/ 217 | 76,67/ 141 | 50,76/ 190 | 58,42/ 93 | 91,33/ 180 | 032 |
| Общий азот N _{total} | 548,67/ 660 | 454,08/ 574 | 454,58/ 583 | 464,0/ 626 | 404,92/ 517 | 511/ 692 | |
| Фосфатный фосфор P-PO ₄ | 8,23/ 40,0 | 16,92/ 41,0 | 17,93/ 38,6 | 8,12/ 31,7 | 8,56/ 23,0 | 8,43/ 26 | 150 |
| Общий фосфор P _{total} | 16,28/ 44,0 | 26,17/ 53,0 | 30,68/ 54,4 | 17,44/ 45,0 | 20,7/ 38,2 | 15,38/ 41,5 | |
| Нефтяные углеводороды TPNs мкг/дм ³ | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,001/ 0,012 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,05 |
| Фенолы, мкг/дм ³ | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,03/ 0,2 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 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 | 0,0/ 0,0 | 100 |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|

Органические загрязняющие вещества. Во всех пробах из Лужской губы содержание НУ, СПАВ, фенолов 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 2024 г. было ниже предела обнаружения.

Металлы (мкг/дм³). Содержание меди в Лужской губе превышало предельно допустимый уровень во всех отобранных пробах. Содержание показателя в слое поверхность – дно изменялся в диапазоне 7,5–15,5. Содержание цинка варьировало в пределах 26,9–38,5. Содержание марганца в водах Лужской губы в августе 2024 г. превысила уровень ПДК в 1 пробе. Концентрация марганца изменялась в слое поверхность-дно в пределах от <1,0 до 183, что сильно увеличило и среднее содержание металла. Содержание кадмия превысило уровень ПДК в 1 пробе, отобранной в поверхностном горизонте ст.18л – 1,10. Содержание ингредиента в слое поверхность-дно составило 0,39–1,100. Содержание свинца находилось в пределах от 3,0 до 4,2. Во всех отобранных пробах концентрации железа общего, ртути и хрома общего были ниже предела обнаружения методик.

Таблица 4.31. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Лужской губы в 2019–2024 гг.

| Металлы | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | ПДК |
|----------------------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|-----|
| Сu, мкг/дм ³ | 1,6/ 1,9 | 4,11/ 7,0 | 5,93/ 11,3 | 3,67/ 6,1 | 7,8/ 15,2 | 10,58/ 15,5 | 5 |
| Zn, мкг/дм ³ | 4,85/ 7,7 | 19,51/ 39,0 | 22,13/ 109,0 | 8,46/ 21,1 | 10,86/ 18,1 | 31/ 38,5 | 50 |
| Mn, мкг/дм ³ | 121,0/ 330 | 28,59/ 95 | 31,04/ 59 | 50,75/ 269 | 27,73/ 115 | 63,18/ 182,8 | 50 |
| Fe, мкг/дм ³ | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 50 |
| Al, мкг/дм ³ | 0,0/ 0,0 | 1,75/ 14,0 | 2,95/ 12,5 | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 5,0/ 10,0 | 40 |
| Pb, мкг/дм ³ | 0,0/ 0,0 | 0,0/ 0,0 | 0,51/ 4,1 | 3,85/ 5,4 | 1,48/ 4,7 | 3,53/ 4,2 | 10 |

Выводы

В целом воды восточной части Финского залива западнее комплекса защитных сооружений оцениваются как «умеренно загрязненные», за исключением Мелководной зоны восточной части Финского залива и Копорской губы (табл. 4.32). Участок Мелководной зоны района из-за высокой концентрации железа и меди, а также высокого содержания органических веществ по БПК₅ при расчете

индекса загрязненности вод пересек границу класса «грязные» воды. Воды Лужской губы также оцениваются как «грязные» из-за высокого содержания меди и марганца.

Воды Копорской губы по сравнению с прошлым годом перешли в класс «умеренно загрязненные». Во всех районах залива приоритетными ЗВ были металлы и марганец. Отсутствие серьезных антропогенных источников этих и некоторых других металлов позволяет предположить, что высокое содержание их в воде залива определяется геохимическим фоном поступающего с Балтийского щита речного стока. В отдельных районах к металлам присоединяются биогенные соединения - фосфаты и нитриты. Концентрация органических ЗВ (НУ, фенолов, СПАВ) и некоторых тяжелых металлов, включая ртуть, во всех пробах из залива была ниже предела обнаружения использованных методов химического анализа. Кислородный режим поверхностного слоя вод остается в режиме нормы, тогда как в глубоких придонных и промежуточных слоях часто наблюдается существенный дефицит кислорода, иногда соответствовавший уровню ЭВЗ и ВЗ в водах Мелководной зоны и на центральном разрезе восточной части Финского залива.

Таблица 4.32. Оценка качества вод восточной части Финского залива по индексу загрязненности вод ИЗВ в 2020–2024 гг.

| Район | 2020 ИЗВ/ класс | 2021 ИЗВ/ класс | 2022 ИЗВ/ класс | 2023 ИЗВ/ класс | 2024 г. ИЗВ/ класс | Содержание ЗВ в 2024г. (в ПДК) |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|---|
| Курортный район МЗВЧ | 1,70/ IV | 1,56/ IV | 2,23/ V | 1,75/ V | 1,45 IV | Cu 2; БПК ₅ 1,96; Fe 1,21; O ₂ 0,64 |
| Мелководная зона восточной части ФЗ | 0,79/ III | 0,87/ III | 0,54/ II | 0,97/ III | 1,14/ III | Cu 1,82; NO ₂ 0,96; Mn 0,83; O ₂ 0,93 |
| Глубоководная зона восточной части ФЗ | 0,66/ II | 0,80 III | 0,58/ II | 0,89/ III | 1,12/ III | Cu 1,88; Mn 0,98; Zn 0,60; O ₂ 1,01 |
| Копорская губа | 0,69/ II | 0,81/ III | 0,80/ III | 0,73/ II | 1,13/ III | Cu 1,59; NO ₂ 1,45; Zn 0,6; O ₂ 0,88 |
| Лужская губа | 0,63/ II | 0,71/ II | 0,71/ II | 0,78/ III | 1,30 IV | Cu 2,12; Mn 1,26; NO ₂ 0,91; O ₂ 0,93 |
| Восточная часть Финского залива | 0,89/ III | 0,95/ III | 0,99/ III | 0,90/ III | 1,10/ III | Cu 1,85; Mn 0,91; Zn 0,66; O ₂ 0,98 |

Глава 5. БЕЛОЕ МОРЕ

Жохова Н.В., Красавина А.С., Чаус О.М., Устинова А.А., Нестерова А.А.,
Гущина А.С.

5.1. Общая характеристика

Белое море относится к внутренним морям Северного Ледовитого океана. На севере соединяется с Баренцевым морем проливами Горло и Воронка; границей между морями является линия между мысами Святой Нос на Кольском п-ве и Канин Нос на п-ве Канин. Площадь моря вместе с многочисленными мелкими островами, среди которых наиболее известны Соловецкие острова, составляет 90,8 тыс.км², объем воды 4,4 тыс.км³ (Люция Белого моря, 2006). Сильно изрезанная береговая линия моря имеет сложную конфигурацию с многочисленными заливами и островами. Выделяют четыре крупных залива: Двинский, Онежский, Кандалакшский и Мезенский (рис. 5.1). Акваторию Белого моря обычно делят на несколько районов: Воронка и Горло на севере, центральная часть (Бассейн) и заливы. Берега моря имеют собственные названия и традиционно разделяются в порядке перечисления против часовой стрелки от побережья Кольского полуострова на Терский, Кандалакшский, Карельский, Поморский, Онежский, Летний, Зимний, Мезенский и Канинский берега; иногда Мезенский разделяют на Абрамовский и Конушинский, а часть Онежского называют Лямецким берегом. Берега северной части моря мало изрезаны, обычно обрывистые, высокие и безлесные, а юго-восточные Бассейна и его заливов пологие и низкие, отличаются большой изрезанностью и на всем протяжении покрыты лесом (Люция, 2006). Длина сильно изрезанной береговой линии не менее 2000 км. В скандинавской мифологии Белое море известно под названием «Гандвик», а также как «Väy of Serpents» из-за изогнутой береговой линии. Белое море представляет собой сравнительно неглубокий водоём. Рельеф дна сложный. Большая отмель в южной части моря с глубинами до 50 м в Двинском и Онежском заливах переходит в склон, а потом во впадину в центральной части моря с глубинами 100-200 м. В северо-западной части Бассейна моря и в Кандалакшском заливе наблюдаются глубины свыше 250 м, а в Горле свыше 50 м. Средняя глубина моря 67 м, а максимальная 340 м. Центральную часть моря занимает замкнутая котловина, отделенная от Баренцева моря порогом, препятствующим обмену глубинными водами. Донные отложения 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 метеорологический режим региона Белого моря является переходным от морского к континентальному и по условиям образования он принадлежит к атлантико-арктической зоне умеренного пояса (Гидрометеорология, 1991-1, Филатов, 2007). Распределение

температуры воды на поверхности моря характеризуется разнообразием и значительной сезонной изменчивостью. В летний период поверхностные воды заливов и центральной части моря прогреваются до $15\text{--}16^{\circ}\text{C}$, а в Онежском заливе и Горле остаются не выше 9°C . Зимой температура поверхностных вод понижается до $-1,3\text{--}-1,7^{\circ}\text{C}$ в центре и на севере моря, а в заливах до $-0,5\text{--}-0,7^{\circ}\text{C}$. 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 $+1,4^{\circ}\text{C}$. Весной поверхность моря прогревается до глубин примерно 20 м, а далее следует резкое понижение температуры до 0°C 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 солености крайне неравномерное, наименьшие значения (около 10–12‰) приурочены к заливам, а наибольшие (34,5‰) обычно фиксируются в Бассейне. Устойчивая вертикальная стратификация исключает развитие конвекции на большей части моря ниже слоя 50–60 м. Это является характерной особенностью Белого моря. До 80–100 м вертикальная зимняя циркуляция проникает вблизи Горла, где этому способствует связанная с приливами интенсивная турбулентность. В море обычно выделяют несколько водных масс: баренцевоморские воды, опресненные воды вершин заливов, глубинные воды Бассейна и воды Горла.

Общий характер горизонтальной циркуляции вод моря циклонический. Вдоль западных берегов в Белое море поступают более солёные баренцевоморские воды, а вдоль восточных берегов опреснённые поверхностные поступают в Горло и далее на север. Скорость течений обычно составляет 10–15 см/с. Хорошо выражены приливы, которые имеют правильный полусуточный характер. Средняя высота сизигийных приливов колеблется от 0,6 (Зимняя Золотица) до 3 метров, а в некоторых узких заливах превышает 7 м, до 7,7 м в устье реки Сёмжа в Мезенской губе. Приливная волна проникает вверх по течению впадающих в море рек; на расстояние до 120 км на Северной Двине. На небольшой площади поверхности моря хорошо развита штормовая деятельность. Во время штормов осенью высота волн достигает 6 м. Сгонно-нагонные явления в холодное время года достигают на море величины 75–90 см.

Акватория Белого моря ежегодно покрывается льдом. Обычно он наблюдается с ноября по май, но иногда появляется в начале октября и

исчезает в первой половине июля (Лоция, 2006). Раньше всего лед образуется в устьях рек, а далее появляется у отмелей берегов. В начале ноября ледообразование начинается в вершинах Двинского, Онежского и Кандалакшского заливов. Центральная часть моря обычно покрыта плавучими льдами, составляющими до 90% ледового покрова. Их толщина достигает 35–40 сантиметров, а в суровые зимы до полутора метров.

В Белое море впадают реки Северная Двина, Мезень, Поной, Онега и Кемь; годовой речной сток в среднем оценивается в 215 км³. Основные города и порты на берегах Белого моря: Архангельск (294 914 человек в 2025 г.), 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 – 6,6 млн.т; Северодвинск (155 365 чел.); Онега (16 449); Беломорск (7 407); Кандалакша (28 438); Кемь (9 712) и Мезень (2832), расположенный на берегах реки Мезени в 45 км от ее впадения в Белое море (<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, рыболовных заводов, 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.

5.3. Двинский залив

В приустьевом районе Северной Двины и центральной части Двинского залива Центром по мониторингу загрязнения окружающей среды ФГБУ «Северное УГМС» была выполнена одна гидрохимическая съемка 2-3 июля 2024 г. на 7 станциях было отобрано 33 пробы из поверхностного, промежуточного и придонного слоев (рис. 5.1).

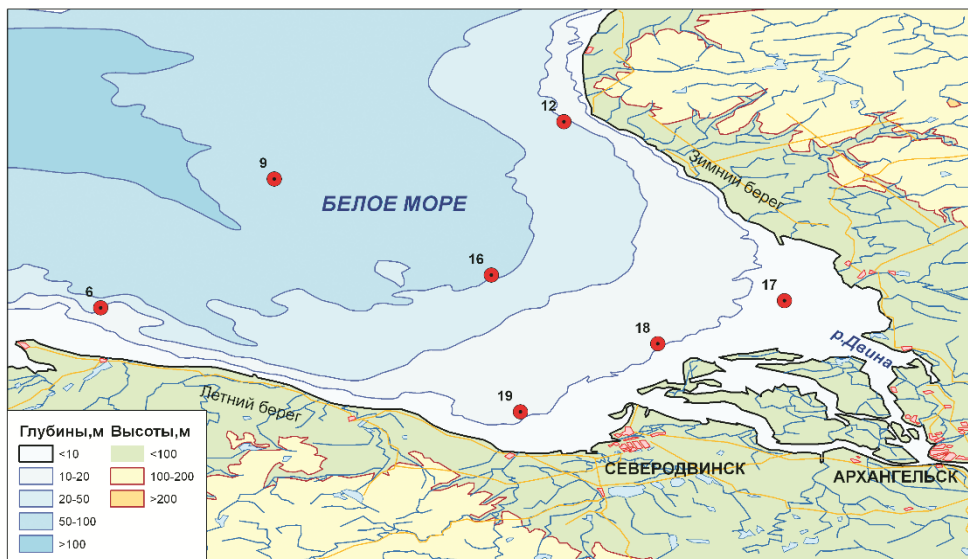


Рис. 5.1. Станции отбора проб в Двинском заливе Белого моря в 2024 г.

В состав наблюдений вошло определение температуры, солености, pH, концентрации растворенного в воде кислорода, фосфатов и общего фосфора, силикатов, аммонийного, нитритного и нитратного азота, нефтяных углеводородов, СПАВ и меди. Пробы на солёность, pH и кислород отбирались и обрабатывались гидрохимиком в судовой лаборатории. Определение остальных показателей проводилось в Лаборатории мониторинга загрязнения поверхностных вод ЦМС Северного УГМС (г. Архангельск). В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов, СПАВ и меди используется единица мкг/дм^3 , абсолютного содержания кислорода и БПК₅ – $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, нефтяных углеводородов – мг/дм^3 . Предел обнаружения (DL) фосфатов PO_4 составлял $1,0 \text{ мкг/дм}^3$, общего фосфора $5,0 \text{ мкг/дм}^3$, силикатов SiO_3 100 мкг/дм^3 , азота нитритов N-NO_2 $0,4 \text{ мкг/дм}^3$, азота нитратов N-NO_3 $5,0 \text{ мкг/дм}^3$, аммонийного азота N-NH_4 $1,0 \text{ мкг/дм}^3$, нефтяных углеводородов $0,003 \text{ мг/дм}^3$, СПАВ 40 мкг/дм^3 и меди $0,01 \text{ мкг/дм}^3$.

Значения температуры летом были в диапазоне от $-1,17,4^\circ\text{C}$ до $+19,83^\circ\text{C}$; соленость 4,89-28,28, средняя 23,7‰, значений солености меньше 13‰ было в 4 из 33 проб. Показатель pH изменялся в диапазоне 7,74-8,03, в среднем 7,86 ед.рН. Прозрачность морских вод по диску Секки на гидрологических станциях составляла 0,8-5,0 м.

Биогенные элементы (мкг/дм^3). Содержание форм азота в воде Двинского залива Белого моря было незначительным и не превышало установленных нормативов: нитриты – 0,4-2,4/1,5, нитраты 5-69,97/31,53. После повышенных значений в 2021-2023гг. содержание нитратов уменьшилось (рис. 5.2). На протяжении многих лет максимальные значения нитратов на дне были обычно выше, чем на

поверхности или в среднем слое. Самая высокая концентрация (274 мкг/дм^3) была зафиксирована в 2012 г. За весь период наблюдений в заливе среднегодовая концентрация нитратного азота практически не изменилась, линейный тренд на уменьшение слабо выражен. В то же время наблюдается существенная межгодовая изменчивость и средних, и экстремальных значений, возможно связанная с сезонной динамикой нитратов и нерегулярным отбором проб в разные месяцы года.

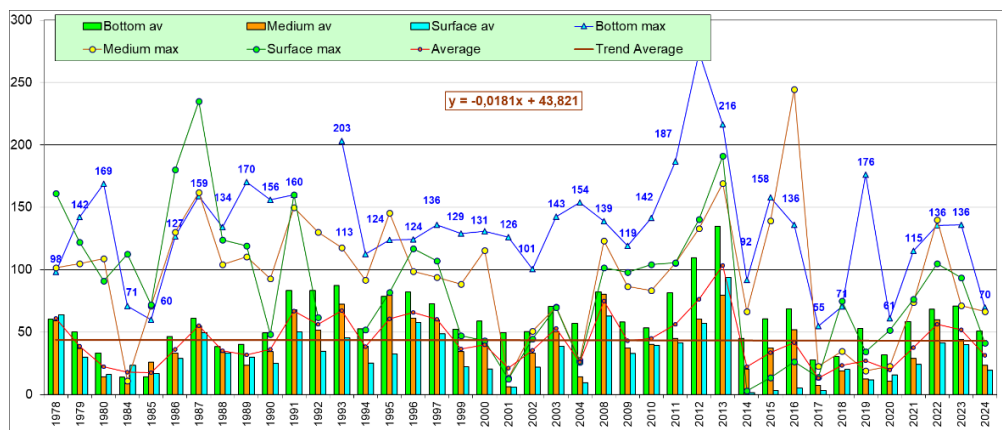


Рис. 5.2. Динамика средней и максимальной концентрации нитратов (мкг/дм^3) в поверхностном, промежуточном и придонном слоях вод Двинского залива Белого моря в 1978-2024 гг.

Содержание аммонийного азота варьировало в диапазоне 1,0-98,6, составив в среднем $15,34 \text{ мкг/дм}^3$. Многолетняя динамика параметра показывает существенное снижение значений в столбе воды и стабилизацию его содержания на очень низком уровне малых долей ПДК (389 при $S < 13\%$, 2256 при $S > 13\%$) в период 2010-2022 гг. В 2024 гг. произошло повышение содержания аммонийного азота на станциях 12 и 17 (рис. 5.3).

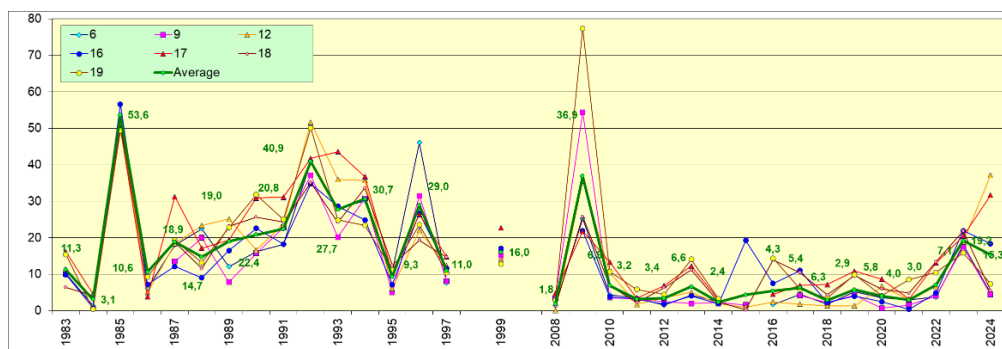


Рис. 5.3. Многолетняя динамика среднего значения содержания аммонийного азота (мкг/дм^3) в водах Двинского залива Белого моря в 1983-2024 гг.

Концентрация фосфатов была низкой и варьировала в пределах 1,56–12,04/6,3, общего фосфора - 5,62-29,48/17,2 мкг/дм³. Концентрация силикатов в среднем повысилась по сравнению с прошлым годом, в силу резкого увеличения содержания в поверхностном слое (рис. 5.4). В целом в режиме многолетней динамики содержания кремнекислоты очевидно выделяются циклические подъемы и спады примерно 11-летнего периода.

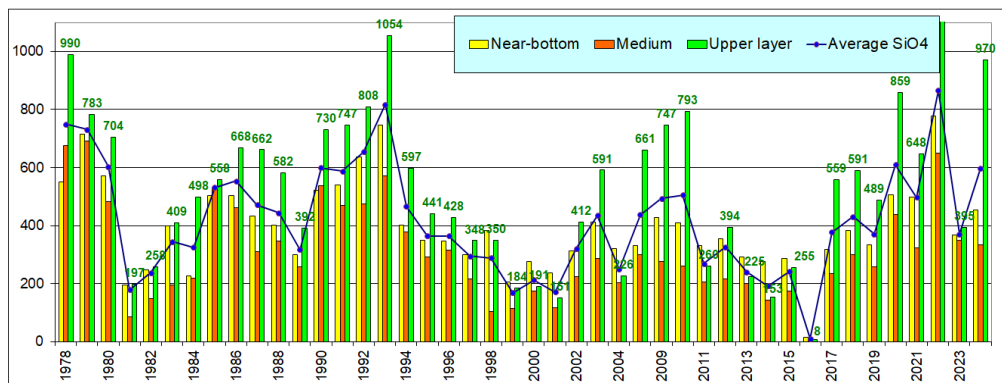


Рис. 5.4. Динамика средней и максимальной концентрации силикатов (мкг/дм³) в поверхностном, промежуточном и придонном слоях вод Двинского залива Белого моря в 1978-2024 гг. За пределами графика максимальное значение (1140 мкг/дм³) в верхнем слое в 2022 г.

Нефтяные углеводороды (мг/дм³). Содержание НУ по результатам флуоресцентного анализа в 2024 г. не превышало установленный норматив и изменялось в интервале 0,003-0,012 мг/дм³. В период 1978-2000 гг. средние значения содержания нефтяных углеводородов почти постоянно достигали или превышали 1 ПДК. Начиная с 2008 г. концентрация НУ в водах Двинского залива существенно снизилась, средняя величина обычно составляла менее половины норматива. Однако экстремальные «выбросы» в отдельных пробах достигали значений порядка 1-2,5 ПДК, а максимум в 2023 г. составил 2,48 ПДК. В последний год содержание НУ резко снизилось, что может быть связано с сокращением количества наблюдений (рис. 5.5). И среднее, и максимальное значение содержания НУ стало минимальным за последние 6 лет. Тренд в период 2008-2024 гг. не выявлен.

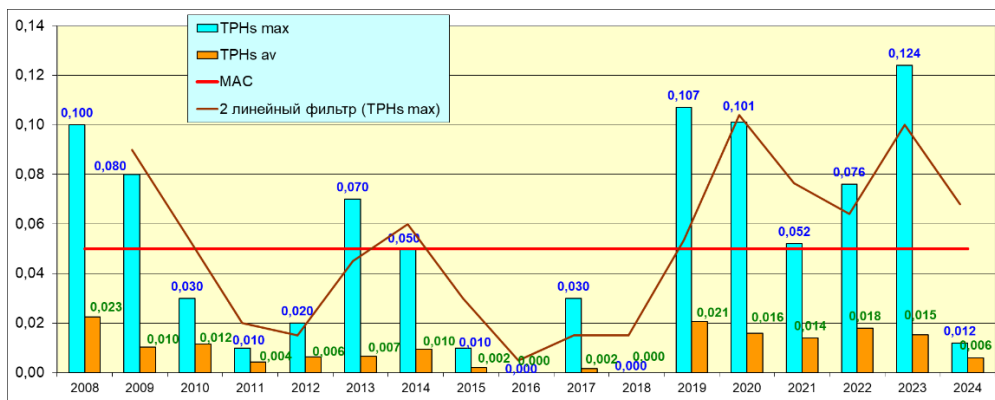


Рис. 5.5. Динамика средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Двинского залива Белого моря в 2008-2024 гг.

Содержание АСПАВ в морской воде превышало установленный норматив почти во всех пробах, изменялось в пределах 40-600, в среднем 277 мкг/дм³ (2,77 ПДК), и это почти в 2 раза выше прошлогоднего значения 1,56 ПДК. АСПАВ измеряется с 2022 г. после большого перерыва с 1997 г., и все три года концентрация АСПАВ в среднем превышает норматив, а максимальные значения последние два года на уровне 6 ПДК.

Концентрация меди варьировала от 0,00 до 5,07 мкг/дм³ (5,1 ПДК), в среднем 1,01 (0,2 ПДК), и в целом стала выше прошлогодней. Содержание свинца не анализировалось, в отличие от прошлого года со средним значением 0,06 ПДК.

Содержание растворенного в воде кислорода в среднем составило 10,62 при диапазоне 8,35-12,27 мгО₂/дм³. В многолетней динамике содержание кислорода после понижения в 1998-2020 гг. возвратилось к высоким значениям (рис. 5.6). Насыщение водных масс залива кислородом изменялось в пределах 90,0-100,0%. Минимальное значение (90,0%) было зарегистрировано на ст.№9 у поверхности. По сравнению с предыдущим годом среднегодовое насыщение водных масс залива кислородом как по глубине, так и по всей акватории моря несколько повысилось и составило 96%. Для расчета ИЗВ использованы средние значения СПАВ (2,77), меди (0,20), фосфатов (0,13) и кислорода (0,52). Значение ИЗВ=0,91 соответствовало уровню III класса, «умеренно загрязненные».

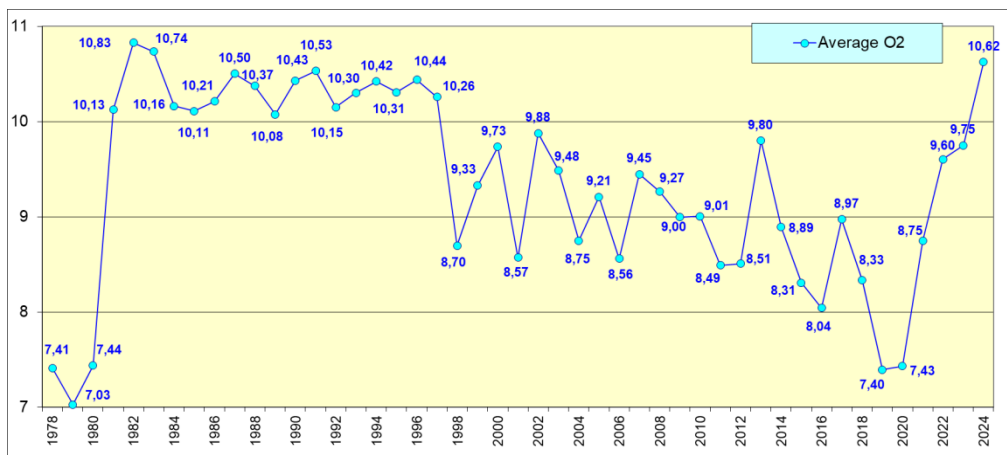


Рис. 5.6. Динамика среднего содержания кислорода ($\text{мг O}_2/\text{дм}^3$) в водах Двинского залива Белого моря в период 1978-2024 гг.

5.4. Кандалакшский залив

На водпосту, находящемся на территории Кандалакшского морского торгового порта (МТП), в период Мурманское УГМС с марта по октябрь было отобрано 6 проб из приповерхностного слоя. Значения температуры были в диапазоне от $-0,1^\circ\text{C}$ в марте до $17,0$ в июле; соленость была в диапазоне $5,6$ - $8,9\%$, однако 20 мая было зафиксировано $20,6\%$. Водородный показатель варьировал в пределах $7,25$ – $8,42$ ед.рН, среднее значение $7,73$ ед.рН. Взвешенные вещества найдены в середине июля в концентрации $5,3 \text{ мг/дм}^3$.

Биогенные элементы (мкг/дм^3). Как и в прошлые годы, в водах МТП зафиксировано сверхвысокое загрязнение аммонийным азотом и фосфатами. Несмотря на то, что значения концентрации аммонийного азота в 5 пробах из 6 были либо на уровне аналитического нуля, либо в диапазоне 30 - 63 , в марте его концентрация составила чрезвычайно высокое значение 11664 мкг/дм^3 и превысила норматив ПДК при солености $<13\%$ почти в 30 раз. Среднее значение (1965; $5,05$ ПДК) больше прошлогоднего ($4,7$ ПДК). Очень высокая концентрация аммонийного азота также была отмечена в 2020, 2022, 2023 гг.: средние значения за год составили $6,3$, $2,26$, $4,7$ ПДК соответственно. Специалистами-химиками Мурманского УГМС подтверждалось, что это не ошибка измерения, а реальные значения, свидетельствующие о загрязнении вод района биогенными веществами. Концентрация нитритов были в диапазоне $0,7$ - $19,9$ ($0,83$ ПДК) $/4,6\downarrow$; нитратов 0 - $50/18,35$ (на уровне прошлого года); силикатов 359 - $3011/1332\uparrow$ (в прошлом году 746 мкг/дм^3).

По фосфатам также в марте было многократное превышение установленной нормы (1185 ; $7,9$ ПДК), в остальных пробах содержание варьировало в пределах $3,8$ - $59,3$. Средняя величина равняется $215,4$, что из-за мартовского максимума сильно превышает прошлогоднюю ($92,4$).

Очень высокая концентрация фосфатов также была отмечена в 2020-2023 гг.

Нефтяные углеводороды (мг/дм^3). Содержание НУ (ИК-метод) в водах порта изменялось в диапазоне 0,01–0,051, максимум 1,02 ПДК зафиксирован в марте; и в среднем составило 0,019 мг/дм^3 . Содержание НУ в водах порта в 2024 г. после скачка-максимума в прошлом году значительно снизилось. Среднегодовое 0,38 ПДК стало ближе к среднему многолетнему значению (рис. 5.7).

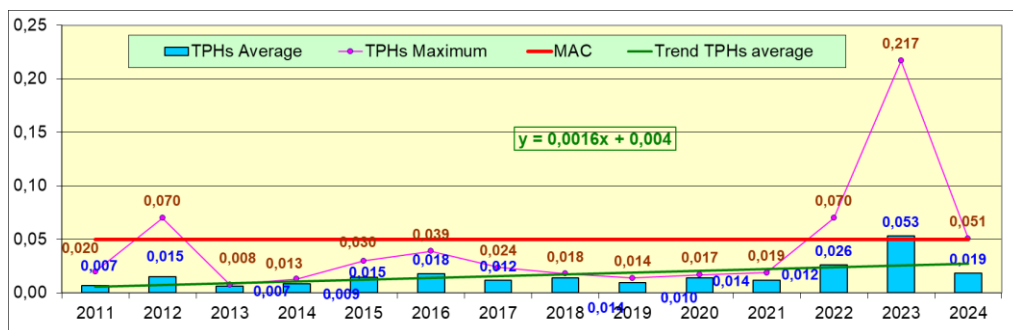


Рис. 5.7. Динамика средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в водах Кандалакшского залива Белого моря в 2011–2024 гг.

Содержание легко окисляемых органических веществ по БПК₅ изменялось от 0 до 18,9 (9,0 ПДК), максимум зафиксирован в марте, когда было сверхвысокое загрязнение аммонийным азотом и фосфатами. Во второй половине года в трех пробах содержание органических веществ было ниже предела обнаружения, а в июне и июле составило 1,3-1,5; средняя за время наблюдений 3,62 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ (1,72 ПДК). Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ не определялись, а содержание СПАВ было ниже DL.

Концентрация растворенных форм тяжелых металлов (мкг/дм^3) изменялась в пределах: медь 2-8,3, при среднем значении 4 \downarrow (0,8 ПДК); железо 20-38/25,5 \downarrow (0,51 ПДК). Эти два металла были приоритетными загрязнителями до 2020 г., поскольку средние значения их концентрации, как правило, превышали норматив (рис. 5.8).

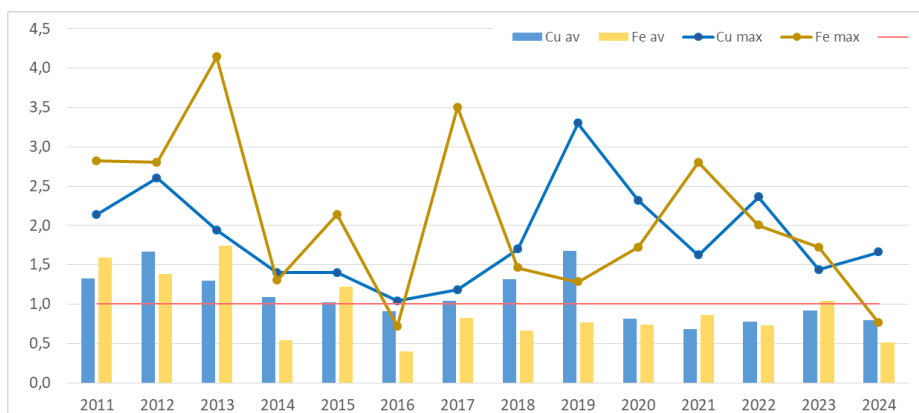


Рис.5.8. Средняя и максимальная концентрация (в ПДК) меди и железа в Кандалакшском заливе в 2011-2024 гг.

Содержание остальных металлов в воде порта в районе водпоста составило: никель 0-2,1/0,4↓ (0,04 ПДК); марганец 7,6-20/7,5↓ (0,15 ПДК); цинк 13,7-48,3/28,1↑ (0,56 ПДК); содержание кадмия было ниже предела обнаружения, а в прошлом году максимум составил 0,6 мкг/дм³; хром найден в четырех пробах – максимум 3,6, средняя 1,7↓. Свинец обнаружен в одной пробе (0,35 ПДК); ртуть в двух, а максимум составил 0,12 ПДК; в прошлом году содержание свинца и ртути было ниже DL. В целом, по меди, железу, никелю, марганцу и хрому наблюдается уменьшение средней концентрации, а по цинку, свинцу и ртути – повышение.

Содержание растворенного в воде кислорода менялось в диапазоне 7,03–15,24, составив в среднем 10,73. Это выше прошлогоднего значения (10,12), а кислородный режим в порту продолжил улучшение по сравнению с 2022 г. (7,79 мгО₂/дм³).

Несмотря на высокий фон содержания устойчиво приоритетных ЗВ - меди и железа, начиная с 2020 г. в качестве преобладающих загрязнителей выступают аммонийный азот и фосфаты, иногда БПК₅. Вероятно, такая замена является следствием бесконтрольного сброса загрязненных биогенными веществами вод на территорию Кандалакшского морского торгового порта, что резко ухудшает оценку качества вод. В 2024 г. для расчета индекса загрязненности вод использована средняя концентрация аммонийного азота (5,05), БПК₅ (1,72), фосфатов (1,43) и кислорода (0,59). В районе водпоста Кандалакша ИЗВ=2,20, что позволяет оценить качество вод V классом, «грязные».

Выводы

В Двинском заливе в 2024 г. была выполнена одна гидрохимическая съемка в июле, поэтому сравнительная межгодовая оценка качества вод может быть дана только ориентировочно. По сравнению с прошлым годом загрязнение НУ существенно снизилось, содержание биогенных веществ осталось на прежнем уровне или понизилось. Содержание

СПАВ в среднем повысилось по сравнению с прошлым годом в 1,8 раз, максимум составил 6 ПДК. С 2022 г. СПАВ являются преобладающим загрязнителем. Концентрация в воде залива меди и свинца снизилась. Экстремально высокого уровня загрязнения вод Двинского залива в период наблюдений не отмечалось. В 2024 г. продолжилась тенденция улучшения кислородного режима; содержание растворенного в воде кислорода менее установленного норматива не наблюдалось. Приоритетными загрязняющими веществами были СПАВ, медь и фосфаты. Значение ИЗВ=0,91 повысилось, воды залива могут быть охарактеризованы как «умеренно загрязненные», III класс.

В Кандалакшском заливе пробы отбирались 6 раз в год в районе порта. В последние годы даже при таком ограниченном мониторинге, начиная с 2020 г. наблюдаются многократные превышения ПДК по биогенным соединениям – аммонийному азоту и фосфатам. Эти случаи экстремального загрязнения рассматриваются как экологические нарушения. В 2024 г. приоритетными были биогенные загрязнения, с этим связано и высокое значение БПК₅. Содержание металлов оказалось сравнительно низким. Следствием сверхвысокого содержания аммонийного азота и фосфатов в точке расположения водпоста в марте стало повышение ИЗВ=2,20, что позволяет в целом оценить воды МТП V классом качества, «грязные».

Таблица 5.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Двинского и Кандалакшского заливов Белого моря в 2022-2024 гг.

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|-------------------------------------|-----------------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| Двинский залив (7 ст., 33 пробы) | НУ | 0,018 | 0,36 | 0,015 | 0,31 | 0,006 | 0,12 |
| | | 0,076 | 1,52 | 0,124 | 2,48 | 0,012 | 0,24 |
| | СПАВ | 169,1 | 1,69 | 155,6 | 1,56 | 277,1 | 2,77 |
| | | 326,0 | 3,26 | 630,0 | 6,30 | 600,0 | 6,00 |
| | Нитриты | 3,00 | 0,12 | 2,59 | 0,11 | 1,46 | 0,06 |
| | | 22,15 | 0,92 | 6,69 | 0,28 | 2,40 | 0,10 |
| | Аммонийный азот | 7,09 | 0,02 | 19,24 | 0,05 | 15,33 | 0,04 |
| | | 30,65 | 0,08 | 29,41 | 0,08 | 98,60 | 0,25 |
| | Медь | 1,08 | 0,22 | 0,70 | 0,14 | 1,01 | 0,20 |
| | | 10,97 | 2,19 | 2,33 | 0,47 | 5,07 | 1,01 |
| | Свинец | 1,173 | 0,12 | 0,611 | 0,06 | | |
| | | 10,66 | 1,07 | 6,30 | 0,63 | | |
| | Растворенный кислород | 9,60 | | 9,75 | | 11,52 | |
| | | 7,95 | | 8,04 | | 8,35 | |
| | % насыщения | 92,0 | | 89,5 | | 92,7 | |
| | | 78,6 | | 71,0 | | 72,0 | |
| Кандалак- | НУ | 0,026 | 0,52 | 0,053 | 1,07 | 0,019 | 0,37 |

| | | | | | | | |
|--|---|--------|-------------|--------|-------------|---------|--------------|
| Двинский залив: порт Кандалакша (6 проб) | | 0,070 | 1,40 | 0,217 | 4,34 | 0,051 | 1,02 |
| | СПАВ | 25,0 | 0,25 | 0 | | 0 | |
| | | 150,0 | 1,50 | 0 | | 0 | |
| | Медь | 3,88 | 0,78 | 4,62 | 0,92 | 3,98 | 0,80 |
| | | 11,80 | 2,36 | 7,20 | 1,44 | 8,30 | 1,66 |
| | Никель | 2,48 | 0,25 | 1,30 | 0,13 | 0,35 | 0,04 |
| | | 5,80 | 0,58 | 3,00 | 0,30 | 2,10 | 0,21 |
| | Свинец | 0,67 | 0,07 | | | 0,58 | 0,06 |
| | | 2,00 | 0,20 | | | 3,50 | 0,35 |
| | Марганец | 10,83 | 0,22 | 10,13 | 0,20 | 7,53 | 0,15 |
| | | 28,80 | 0,58 | 22,90 | 0,46 | 20,00 | 0,40 |
| | Железо | 36,50 | 0,73 | 52,17 | 1,04 | 25,50 | 0,51 |
| | | 100 | 2,00 | 86 | 1,72 | 38 | 0,76 |
| | Ртуть | 0,005 | 0,05 | | | 0,004 | 0,04 |
| | | 0,015 | 0,15 | | | 0,012 | 0,12 |
| | Аммонийный азот | 879,9 | 2,26 | 1829,5 | 4,70 | 1964,8 | 5,05 |
| | | 3428,0 | 8,81 | 3000,0 | 7,71 | 11664,0 | 29,98 |
| | БПК ₅ мгО ₂ /дм ³ | 0,37 | 0,17 | 1,32 | 0,63 | 3,62 | 1,72 |
| | | 1,10 | 0,52 | 2,10 | 1,00 | 18,90 | 9,00 |
| | Растворенный кислород | 7,79 | | 10,12 | | 10,73 | |
| | | 6,68 | | 7,27 | | 7,03 | |

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

Таблица 5.2. Качество вод в Двинском и Кандалакшском заливах Белого моря в 2022-2024 гг.

| Район моря | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | | Содержание ЗВ в 2024 г. (в ПДК) |
|------------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| Двинский залив | 0,77 | III | 0,69 | II | 0,91 | III | СПАВ 2,77; Cu 0,2; PO ₄ 0,13; O ₂ 0,52 |
| Торговый порт, г. Кандалакша | 1,42 | IV | 2,05 | V | 2,20 | V | NH ₄ 5,05; БПК ₅ 1,72; PO ₄ 1,43; O ₂ 0,56 |

Глава 6. БАРЕНЦЕВО МОРЕ

Чекменева Н.А., Красавина А.С., Чаус О.М., Устинова А.А.

6.1. Общая характеристика

Баренцево море относится к Северному Ледовитому океану. Оно ограничено северным берегом Европы и островами архипелагов Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и Новая Земля. В южной части сообщается с Карским морем проливом Карские ворота, а с Белым проливами Горло и Воронка. Берега преимущественно высокие и сильно изрезанные, фьордовые и скалистые; восточнее п-ова Канин низкие и слабо изрезанные. Площадь моря составляет 1424 млн.км², объем 316 тыс. км³, средняя глубина 222 м, наибольшая около 600 м. Годовой речной сток равен около 163 км³/год. Климат полярный морской. Море находится под сильным влиянием теплых вод течения Гольфстрим, поэтому южная и западная его части не замерзают. Температура воды на поверхности зимой составляет 0-5⁰С, летом на юге 8-9⁰С, в центральной части 3-5⁰С, на севере 0⁰С. Вертикальное распределение температуры зависит от рельефа дна, распределения атлантических вод и интенсивности зимнего охлаждения. В юго-западной части моря температура плавно понижается ко дну. На северо-востоке моря зимой температура понижается до горизонта 100-200 м, а затем снова повышается ко дну. Летом невысокая температура поверхностных вод понижается до глубины 25-50 м (до -1,5⁰С). В слое 50-100 м температура повышается до -1⁰С, а затем ко дну до +1⁰С. Между горизонтами 50 и 100 м располагается холодный промежуточный слой (ХПС). 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 незначительно. Глубина проникновения вертикальной зимней циркуляции составляет 50-75 м. В море выделяются 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 низкой соленостью, летом высокой температурой а зимой низкой. Общий характер поверхностной циркуляции циклонический. Полусуточные приливы вызываются главным образом атлантической приливной волной и достигают высоты 6,1 м. Хорошо выражены сгонно-нагонные колебания уровня моря: у Кольского побережья (до 3 м) и у Шпицбергена (порядка 1 м).

Водообмен с соседними морями имеет большое значение в водном балансе Баренцева моря. В течение года через проливы поступает и

столько же выходит из него примерно $\frac{1}{4}$ часть общего объема воды моря. Наибольшее количество воды несет теплое Нордкапское течение, оказывающее исключительно большое влияние на гидрометеорологический режим моря. Общий речной сток в море составляет в среднем 200 км^3 в год (Арктическая энциклопедия, 2017).

Баренцево море ледовитое, но никогда полностью не замерзает. 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. Толщина ледяного покрова не превышает 1 м. Припай в море развит слабо, преобладают плавающие 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). Наиболее крупные поселения на российском берегу моря расположены в Кольском заливе - города Мурманск (267 422 чел.) и Североморск (43 394).

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. Кольский залив характеризуется высоким уровнем загрязнения. В залив производят сброс производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод муниципальные организации и очистные сооружения, суда гражданского и военно-морского флота, а также расположенные на его берегах предприятия различных ведомств. Основной объем сточных вод поступает от ГОУП «Мурманскводоканал», МУП «Североморскводоканал», АО «Главное управление жилищно-коммунального хозяйства», ПАО «Мурманский морской торговый порт» и АО «Мурманский морской рыбный порт». Обычно в водах и донных отложениях залива постоянно отмечается повышенное содержание нефтепродуктов, фенолов и тяжелых металлов. Дополнительным источником поступления ЗВ является разработка месторождений полезных ископаемых, захоронение грунта (дампинг) и случайные аварийные ситуации. В настоящее время освоение нефтяных месторождений в Баренцевом и Карском морях может существенно увеличить поступление нефтепродуктов, как при эксплуатации месторождений, так и в процессе их транспортировки и перегрузки. Для северных морей разработка нефтяных месторождений представляет особую опасность, из-за низких темпов химического, биохимического и микробиологического окисления углеводородов вследствие низких температур воды и воздуха. С точки зрения радиационного загрязнения

особую опасность представляют собой корабли Северного флота и хранилища отходов ФГУП “Атомфлот”.

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 из поверхностного слоя только на водпосту в торговом порту г. Мурманска (рис. 6.1, ВПМ). В пробах были выполнены определения показателей: температура, соленость, pH, щелочность, концентрация растворенного кислорода, органических веществ по БПК₅, взвешенных веществ, фосфатов, соединений азота (аммонийный, нитритный и нитратный), силикатов, нефтяных углеводородов, детергентов, бензопирена и металлов (меди, никеля, марганца, свинца, хрома, железа, ртути и цинка). В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов и СПАВ используется единица мкг/дм³, абсолютного содержания кислорода и БПК₅ – мгО₂/дм³, нефтяных углеводородов – мг/дм³. Предел обнаружения (DL) фосфатов PO₄ составлял 2,0 мкг/дм³, силикатов SiO₃ 10 мкг/дм³, азота нитритов N-NO₂ 0,5 мкг/дм³, азота нитратов N-NO₃ 1,0 мкг/дм³, аммонийного азота N-NH₄ 5,0 мкг/дм³, нефтяных углеводородов 0,02 мг/дм³ (0,4 ПДК) и тяжелых металлов (мкг/дм³): медь 1,0, никель 0,2, марганец 2,0, свинец 0,1, хром 0,05, железо 2,0, ртуть 0,01 и цинк 2,0 мкг/дм³.

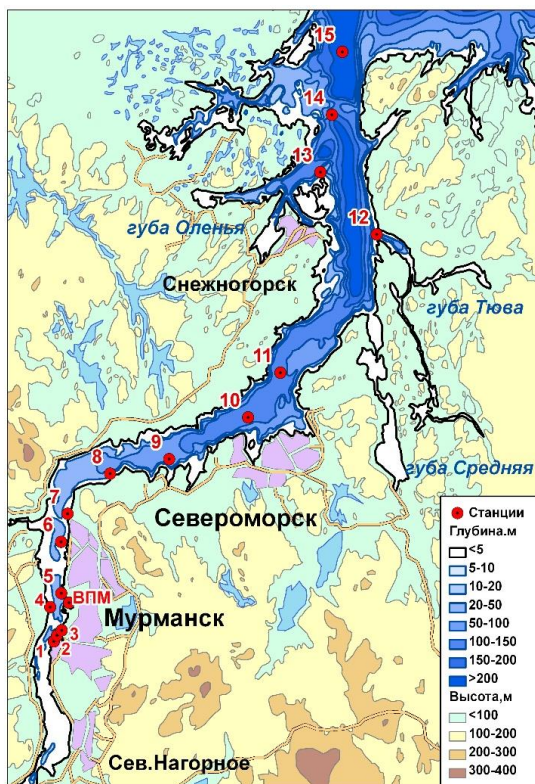


Рис. 6.1. Станции гидрохимического мониторинга в Кольском заливе Баренцева моря.

Температура воды за период наблюдений варьировала в пределах от 1,1 до 10,2⁰С (июль), что на градус выше прошлогоднего значения. Сохраняется тенденция повышения температуры воды с 2019 г, среднегодовое значение выше на 1,1⁰С по сравнению со среднегодовым значением 2023 г. Соленость вод в районе водпоста изменялась в диапазоне 13,1-32,5‰, минимум отмечен в марте, а максимум в июле. В сравнении с прошлым годом, значения солёности возросли в два раза. Величина водородного показателя была в диапазоне 7,14-8,22 ед.рН; максимум наблюдался в январе. Общая щелочность в водах водпоста в торговом порту изменялась в пределах от 0,824 до 2,140 мг-экв/дм³; среднегодовая составила 1,531 мг-экв/дм³. Количество легкоокисляемых органических веществ в воде по биохимическому потреблению кислорода БПК₅ во все месяцы было на уровне аналитического нуля, что может означать отсутствие или низкое содержание легкоразлагаемых органических загрязнителей.

Биогенные вещества (мкг/дм³). Концентрация аммонийного азота в течение года изменялась от 25,20 (в июне) до 177,0 (в марте), при среднем значении 67,7 (0,02 ПДК). Содержание нитритного азота изменялось в диапазоне 2,00-4,73 (0,19 ПДК), в среднем 3,60 (0,14 ПДК); нитраты – 9,90-69,00/31,27. Силикаты варьировали в пределах 694-2298,7 при среднем значении 1631,5. В 2024 г. содержание силикатов возросло впервые за последние четыре года наблюдений, начиная с 2020 г. Концентрация фосфатов была в пределах 14,90-38,40, в среднем 30,24 (0,20 ПДК). По сравнению с прошлым годом максимальная концентрация была на уровне прошлогоднего значения, а среднегодовое значение возросло (рис. 6.2). В целом, тенденция снижения содержания биогенных элементов в морской воде вблизи водпоста в торговом порту г. Мурманска сохраняется.

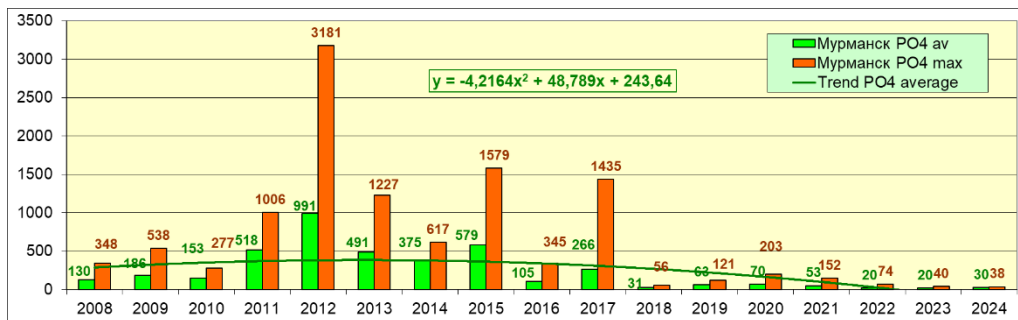


Рис. 6.2. Динамика средней и максимальной концентрации неорганического фосфора Р-Р_О₄ (мкг/дм³) в водах водпоста торгового порта г. Мурманска в 2008-2024 гг.

Содержание взвешенных веществ в воде вблизи поста ВПМ, как и синтетических поверхностно-активных веществ в 2024 г. не обнаружено. Концентрация бензапирена во всех пробах также была ниже предела обнаружения.

Содержание **нефтяных углеводородов** в торговом порту Мурманска в 2024 г. снова повысилось в сравнении с 2022-2023 гг., нарушая тенденцию уменьшения содержания НУ в водах Кольского залива вблизи поста ВПМ. Концентрация была в диапазоне от 0,02 до 0,16 (3,2 ПДК), при среднем значении 0,062 мг/дм³ (1,24 ПДК). Максимальное значение отмечено в июле. Начиная с 2023 г. нарушена тенденция уменьшения концентрации НУ в водах водпоста г. Мурманск, согласно анализу многолетней динамики, последние два года наблюдается повышение значений и превышение ПДК для максимального значения (рис. 6.3).

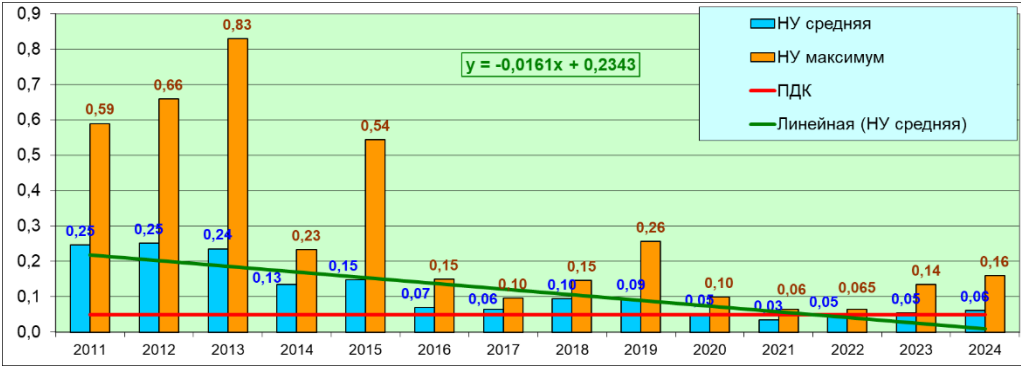


Рис. 6.3. Динамика среднегодового и максимального содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) в торговом порту Мурманска в 2011-2024 гг.

Загрязнение вод порта **тяжелыми металлами** (мкг/дм³) в 2024 г. осталось на уровне прошлого года (табл. 6.1). Содержание меди находилось в диапазоне от нуля до 3,0 (0,6 ПДК), при среднем содержании 1,6 (0,3 ПДК), (рис. 6.4). Максимальное значение отмечено в сентябре. Концентрация марганца находилась от нуля до 12,2, без превышений ПДК. Концентрация никеля, свинца и ртути в 2024 г. была ниже предела обнаружения методики анализа. Содержание железа, как и в прошлые годы, остаётся относительно высоким, среднее за год значение равно 30,8 (0,6 ПДК), максимальное – 102 (2,04 ПДК) (июнь). Зафиксировано повышение значений цинка, в сравнении с прошлым годом, но без превышения ПДК; диапазон значений был от 10,29 до 23,97, при среднегодовом значении – 17,89, что почти в 1,5 раза выше значений прошлого года.

Таблица 6.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах торгового порта г. Мурманска в Кольском заливе Баренцева моря в 2022-2024 гг.

| Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|--|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| НУ | 0,051 | 1,03 | 0,055 | 1,10 | 0,062 | 1,24 |
| | 0,065 | 1,30 | 0,135 | 2,70 | 0,16 | 3,20 |
| СПАВ | 18,3 | 0,18 | 0 | | 0 | |
| | 110 | 1,10 | 0 | | 0 | |
| Медь Cu | 3,10 | 0,62 | 1,58 | 0,32 | 1,6 | 0,31 |
| | 7,30 | 1,46 | 2,93 | 0,59 | 3 | 0,60 |
| Никель Ni | 1,15 | 0,12 | 0,50 | 0,05 | 0 | |
| | 2,4 | 0,24 | 3,0 | 0,30 | 0 | |
| Свинец Pb | 0,53 | 0,05 | 0 | | 0 | |
| | 3,2 | 0,32 | 0 | | 0 | |
| Ртуть Hg | 0 | | 0 | | 0 | |
| | 0 | | 0 | | 0 | |
| Кадмий Cd | 0 | | 0 | | 0 | |
| | 0 | | 0 | | 0 | |
| Марганец Mn | 5,55 | 0,11 | 5,65 | 0,11 | 5,15 | 0,10 |
| | 12,9 | 0,26 | 8,9 | 0,18 | 12,2 | 0,24 |
| Железо Fe | 36,5 | 0,73 | 48,5 | 0,97 | 30,8 | 0,62 |
| | 69 | 1,38 | 84 | 1,68 | 102 | 2,04 |
| Аммонийный азот N-NH ₄ | 161,5 | 0,06 | 72,0 | 0,02 | 67,7 | 0,02 |
| | 266 | 0,09 | 130 | 0,04 | 177 | 0,06 |
| Фосфатный фосфор P-PO ₄ | 19,93 | 0,13 | 19,58 | 0,13 | 30,24 | 0,20 |
| | 73,6 | 0,49 | 39,71 | 0,26 | 38,4 | 0,26 |
| БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³ | 0,17 | 0,08 | 0,25 | 0,12 | 0 | |
| | 1,0 | 0,48 | 1,50 | 0,71 | 0 | |
| Растворенный кислород O ₂ | 9,93 | | 9,73 | | 12,4 | |
| | 8,98 | | 8,40 | | 8,53 | |
| % насыщения O ₂ | 86,0 | | 87,7 | | 114,2 | |
| | 76,3 | | 75,7 | | 81,7 | |

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

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

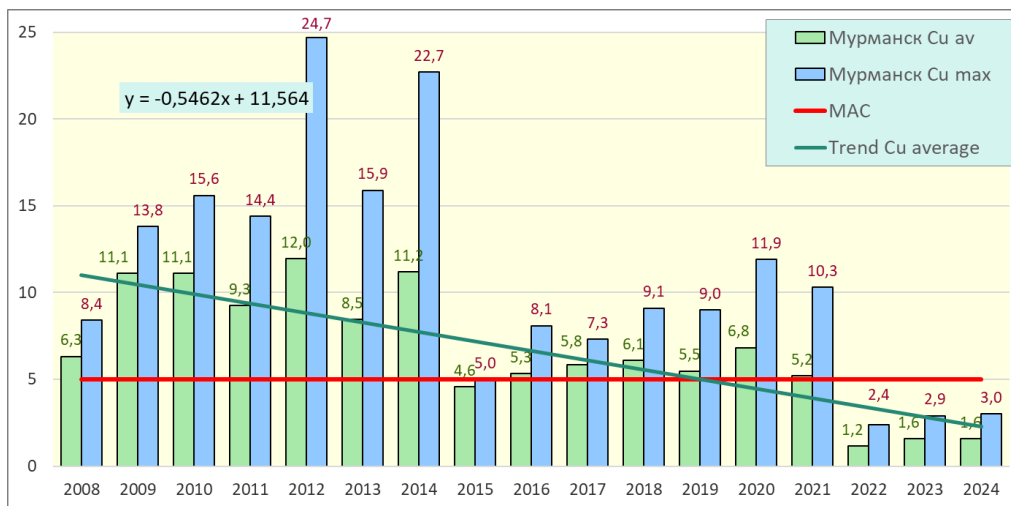


Рис. 6.4. Динамика средней и максимальной концентрации меди (мкг/дм³) в водах водпоста торгового порта г. Мурманска в 2008-2023 гг.

В районе расположения ВПМ среднегодовая концентрация **кислорода** составляла 12,4, а минимум (8,53 мгО₂/дм³) был существенно выше норматива, отмечен в сентябре. Процент насыщения вод кислородом варьировал в диапазоне 81,7-95,1%. Значения кислорода в 2024 г. были выше прошлогодних, и вернулись к уровню средней многолетней динамики. Согласно значению индекса загрязненности вод (ИЗВ), качество вод в Кольском заливе Баренцева моря в районе ВПМ в 2024 г. улучшилось, ИЗВ равен 0,67 – II класс, «чистые» (табл. 6.2, 6.3, рис. 6.5). Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в 2024 г. увеличилась и стала равной 0,062 мг/дм³ (1,24 ПДК), а максимальная – 0,16 (3,2 ПДК). Средняя концентрация меди осталась на уровне прошлогодних значений и не превышала норматив. Содержание кислорода по сравнению с 2023 г. немного повысилось.

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

| Показатель | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Нефтяные углеводороды | 1,4 | 1,2 | 1,9 | 1,9 | 1,00 | 0,68 | 1,03 | 1,10 | 1,24 |
| Железо | 0,76 | 0,65 | 0,59 | 0,84 | 0,70 | 0,46 | - | 0,97 | 0,62 |
| Медь | 5,3 | 5,8 | 6,1 | 5,5 | 1,36 | 1,02 | 0,23 | 0,32 | 0,31 |

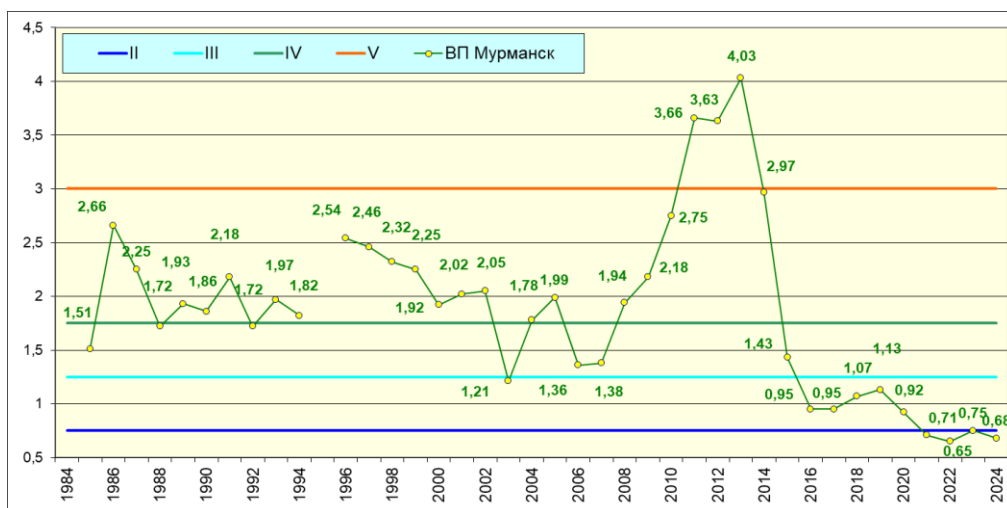


Рис. 6.5. Изменение индекса загрязнения вод ИЗВ в районе водпоста торгового порта г. Мурманска в период 1984-2024 гг.

Таблица 6.3. Оценка качества вод торгового порта Мурманск Кольского залива Баренцева моря в 2022-2024 гг.

| Район моря | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | | Содержание ЗВ в 2024 г. (в ПДК) |
|----------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| Торговый порт, г. Мурманск | 0,65 | II | 0,75 | III | 0,67 | II | НУ 1,24; Fe 0,62; Zn 0,36; O ₂ 0,48 |

Выводы

В районе ВПМ среднегодовая концентрация кислорода составила 12,4, а минимум (8,53 мгО₂/дм³) был существенно выше норматива, отмечен в сентябре. Процент насыщения вод кислородом варьировал в диапазоне 81,7-95,1%. Значения кислорода в 2024 г. были выше прошлогодних, и вернулись к уровню средней многолетней динамики. Согласно индексу загрязненности вод (ИЗВ), качество вод в Кольском заливе Баренцева моря в районе ВПМ в 2024 году улучшилось, и ИЗВ составил 0,67, что соответствует II классу, «чистые» воды. Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в 2024 г. увеличилась и достигла 0,062 мг/дм³ (1,24 ПДК), в то время как максимальная концентрация составила 0,16 мг/дм³ (3,2 ПДК). Среднее содержание меди осталось на уровне прошлого года и не превышало установленные нормы.

Глава 7. ГРЕНЛАНДСКОЕ МОРЕ (ШПИЦБЕРГЕН)

Демешкин А.С., Крутелев С.П., Пядушкин С.А., 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 $+25^{\circ}\text{C}$ у побережья Гренландии летом. Средние значения в самом холодном месяце (феврале) составляют -10°C на юге и -26°C на севере. 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‰. Обычно соленость зимой выше, что обусловлено образованием на море пресного льда. Средняя температура поверхностных вод составляет около -1°C и ниже на севере и $1-2^{\circ}\text{C}$ на юге; соответствующие летние температуры составляют около 0 и 6°C . 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 (Советская энциклопедия, 1972).

7.2. Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген

В августе 2024 г. в прибрежных водах архипелага Шпицберген (Гренландское море) Северо-Западным филиалом ФГБУ НПО «Тайфун» был выполнен отбор 21 пробы морской воды и 5 проб донных отложений. Одна проба воды была получена 15 августа на станции в

западной части акватории залива Биллефьорд у поселка Пирамида, остальные 26 августа из поверхностного и придонного горизонтов (до 100 м) на станциях в восточной части акватории залива Гренфьорд, прилегающей к территории пос. Баренцбург (рис. 7.1). В состав определений вошли основные гидролого-гидрохимические показатели (водородный показатель pH, электропроводность, общая щелочность, растворенный кислород, БПК₅), содержание в воде биогенных элементов (нитриты, нитраты, аммоний, общий азот, фосфаты, общий фосфор, кремниевая кислота), а также загрязняющие вещества – тяжелые металлы ТМ и мышьяк, ХОС (пестициды групп ДДТ и ГХЦГ, гептахлор, альдрин, октахлорстирен, гептахлорэпоксид, транс-хлордан, цис-хлордан, транс-нонахлор, цис-нонахлор, фотомирекс и мирекс; полихлорированные бифенилы ПХБ: 15 конгенов #28 - #187), углеводороды: нефтяные углеводороды НУ, полициклические ароматические углеводороды ПАУ, неполярные алифатические углеводороды ЛАУ и летучие ароматические углеводороды ЛАУ (бензол, толуол, сумма пара- и метаксилолов, орто-ксилол, изопропилбензол и триметилбензол), индивидуальные фенолы (алкилфенолы, хлорфенолы и нитрофенолы), синтетические поверхностно-активные вещества СПАВ. Каждая проба воды анализировалась на содержание примерно ста показателей. В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов, СПАВ и тяжелых металлов используется единица мкг/дм³; абсолютного содержания кислорода и БПК₅ – мгО₂/дм³; взвешенных веществ и НУ – мг/дм³; ПАУ, 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 P_{total} 5,0, силикатов SiO₂ 10, азота нитритов N-NO₂ 0,5, азота нитратов N-NO₃ 5,0, аммонийного азота N-NH₄ 20,0; взвешенных веществ 5,0 мг/дм³ (0,5 ПДК); НУ 0,005 (0,1 ПДК); органических ЗВ: СПАВ 10,0 (0,1 ПДК), фенолов 0,5 (0,5 ПДК), пестицидов, ПХБ, ЛАУ 0,01-0,1, ПАУ 1-20 нг/дм³; тяжелых металлов (мкг/дм³): ртуть 0,01, кадмий 0,1, медь, никель, кобальт, хром, цинк и марганец – 1,00, свинец 3,0, железо 50,0 и мышьяк 5,0.

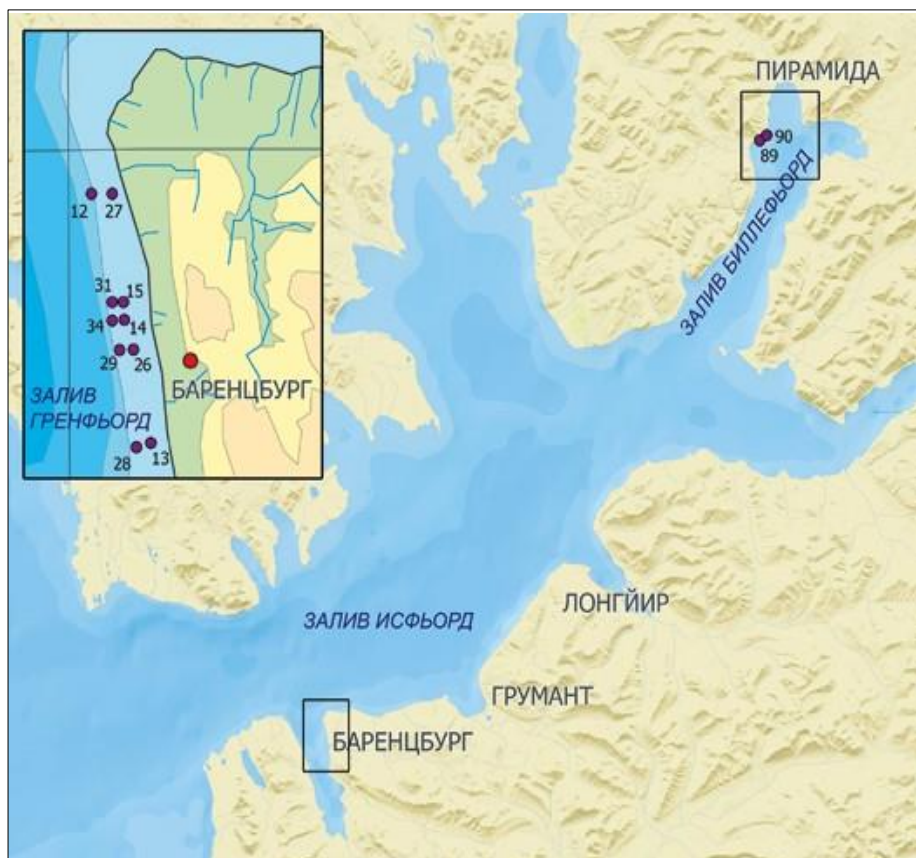


Рис. 7.1. Район мониторинга на акватории заливов Гренфьорд и Биллефьорд архипелага Шпицберген в августе 2023 г.

7.3. Гидрохимические показатели

Значения водородного показателя (pH) морских вод в заливе Гренфьорд находились в интервале 7,72–8,04, в среднем 7,89 ед. pH. Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) и электропроводность морских вод в 2024 г. не измерялись. Щелочность (Alk) в заливе Гренфьорд составляла 1,51–2,15/1,98, в заливе Биллефьорд – 1,84 мг-моль/дм³. Содержание взвешенных веществ в водах двух заливов намного превышало прошлогодние значения и варьировало в диапазоне 0–8,04, при среднем значении 3,50 мг/дм³, что во много раз превышает ПДК (14 ПДК).

Биогенные вещества (мкг/дм³). Значения концентрации общего и аммонийного азота в водах заливов Гренфьорд и Биллефьорд в августе 2024 г., как и в 2023 г. были ниже предела обнаружения используемых методик анализа. Содержание нитратного и нитритного форм азота было значительно ниже значений прошлого года: в заливе Гренфьорд концентрация нитратного азота была в пределах от 0 (в 12-ти пробах) до 8,74, в заливе Биллефьорд составила 4,97; нитритного азота в

первом заливе значения были от аналитического нуля в тринадцати пробах до 0,67, а в заливе Биллефьорд – 0,61. Содержание общего фосфора в водах у Баренцбурга было зафиксировано во всех пробах и составило от 6,48 до 20,63, в среднем 10,80; у поселка Пирамида значение было равным 73,35. Минеральный фосфор в заливе Гренфьорд в девяти пробах был равным аналитическому нулю, а в остальных значения доходили до 4,30; у пос. Пирамида также значение равно аналитическому нулю. Содержание фосфора, как и азота тоже понизилось по сравнению с прошлым годом. Силикаты в водах двух заливов были в диапазоне 57,65–194,18/114,42 мг/дм³.

Содержание растворенного **кислорода** на всех станциях было высоким и находилось в пределах 10,69–13,05 мгО₂/дм³. Разницы в содержании между придонным и поверхностным слоем в 2024 г. не выявлено. Значение биохимического потребления кислорода (БПК₅) морских вод в августе 2024 г. весьма сильно возросло по сравнению с прошлым годом, минимальное, максимальное и среднее значение в заливе Гренфьорд составляло 0-8,04/3,50 (3,8 ПДК и 1,6 ПДК), в заливе Биллефьорд – 4,86 (2,3 ПДК), (рис. 7.2).

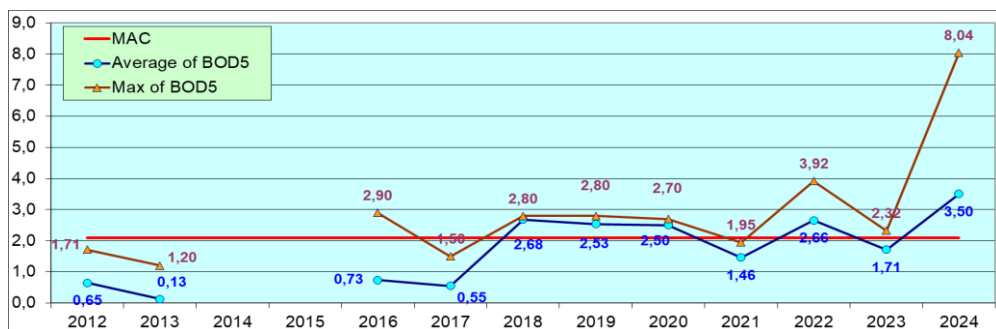


Рис. 7.2. Многолетняя динамика средней и максимальной концентрации органических веществ по БПК₅ (мгО₂/дм³) в водах заливов Гренфьорд и Биллефьорд в 2012–2024 гг.

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 и летучих ароматических углеводородов в водах обоих заливов была также ниже предела чувствительности используемых методов химического анализа.

Нефтяные углеводороды в воде были зафиксированы только в двух пробах из залива Гренфьорд (0,015 и 0,2) (4 ПДК), средняя величина 0,108 мг/дм³. Максимальная концентрация (4 ПДК), как и в прошлом году, была зафиксирована в поверхностном горизонте в центральной части залива, севернее пос. Баренцбург (ст. 26), второе значение было зафиксировано также в поверхностном горизонте, в северной части

залива (ст. 27). Содержание НУ в водах залива Биллефьорд находилось ниже предела обнаружения используемого метода анализа.

Содержание полициклических ароматических углеводородов (ПАУ, нг/дм³) в 2024 г. снова повысилось и вернулось к уровню значений до 2023 г. Из 16 полициклических ароматических углеводородов, которые подлежали анализу, в морских водах двух заливов не были обнаружены только три соединения: аценафтилен, аценафтен и индено(1,2,3cd)пирен. Из остальных ПАУ наибольшая концентрация была у флуорена – 0,14-0,94/0,43 и у фенантрена – 2,16-7,03/3,57. Содержание бенз(а)пирена находилось в диапазоне 0,01-0,16, и в большинстве проб было ниже предела обнаружения методики анализа. Среднее общее содержание ПАУ в восточной части залива Гренфьорд в летний период 2024 года составило 18,05, в то время как в заливе Биллефьорд оно достигло 19,92.

Как и в прошлом году, содержание пестицидов ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД; гексахлорбензола, других хлорорганических пестицидов (включая ГХЦГ и его конгенеров) и полихлорированных бифенилов было ниже предела обнаружения используемых для анализа методик. В предыдущий период наблюдений различные хлорорганические пестициды часто были отмечены в пробах воды в различной концентрации.

В 2024 году содержание **тяжелых металлов (ТМ)** в пробах морской воды у большинства металлов снизилось, и тенденция к уменьшению, начавшаяся в прошлом году, сохраняется. Уровни свинца, цинка и ртути оказались ниже пределов обнаружения. Единственным металлом, концентрация которого возросла по сравнению с прошлым годом, стал кобальт — его среднее значение составило 1,13 мкг/дм³ против 0,69 мкг/дм³ в 2023 году. Максимальные уровни основных контролируемых ТМ в пробах морской воды заливов составили (мкг/дм³): марганец — 11; медь — 4,59 (0,9 ПДК); никель — 7,44 (0,7 ПДК); кадмий — 0,35; хром — 0,53 и мышьяк — 6,06 (табл. 7.1, рис. 7.3).

Таблица 7.1. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в прибрежных водах Шпицбергена в 2013–2024 гг.

| | Cu | Pb | Cd | Co | Ni | Zn | Mn | Fe | Cr | Hg |
|---------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|--------|
| Средняя | 0,4 | 0,1 | 0,1 | 0,02 | 0,7 | 1,4 | 3,7 | 3,1 | 0,3 | 0 |
| | 1,4 | 0,002 | 0,07 | 0,08 | 0,3 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 0,05 | 0,008 |
| | 0,1 | 0,66 | 0,04 | 0,31 | 1,6 | 1,4 | 6,5 | 0,4 | 0 | 0,011 |
| | 3,9 | 0,08 | 6,49 | 0,13 | 2,7 | 20,1 | 6,6 | 16,8 | 2,77 | 0,006 |
| | 3,0 | 0 | 0,10 | 1,04 | 8,95 | 5,2 | 15,2 | 4,6 | 0 | 0,003 |
| | 3,7 | 0 | 2,9 | 0,2 | 4,84 | 12,4 | 10,0 | 2,3 | 1,7 | <0,01 |
| | 2,0 | 0 | 0,29 | 0,35 | 13 | 5 | 3 | 14 | 0 | 0,005 |
| | 0,88 | 0 | 0,25 | 0 | 1,16 | 0 | 5,37 | 0 | 0,11 | 0 |
| | | 0 | 0 | 1,49 | 7,5 | 33,6 | 5,60 | 12,3 | 0,22 | 0,003 |
| | 8,7 | | 0,28 | 1,81 | 3,4 | 85,3 | 5,85 | 7,2 | 0,1 | 0,0005 |
| | 3,5 | | 0,01 | 0,67 | 6,2 | 13,4 | 11,35 | 0,0 | 1,0 | 0 |
| | 0,7 | | 0,19 | 1,13 | 3,2 | 0,0 | 6,07 | 0,0 | 0,1 | 0 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|-------|-------|
| Максимальная | 1,7 | 0,8 | 0,3 | 0,1 | 2,4 | 5,6 | 14,0 | 6,4 | 1,2 | 0 |
| | 2,6 | 0,04 | 0,16 | 0,6 | 0,99 | 14,0 | 6,5 | 3,8 | 0,6 | 0,06 |
| | 0,55 | 2,22 | 0,16 | 0,44 | 2,9 | 4,7 | 14,6 | 1,4 | 0 | 0,016 |
| | 9,0 | 3,20 | 12,00 | 2,80 | 4,8 | 36,0 | 12,0 | 370,0 | 5,30 | 0,080 |
| | 11,0 | 0 | 0,36 | 2,50 | 18,0 | 28,0 | 44,0 | 17,0 | 0 | 0,023 |
| | 5,3 | 0,0 | 3,9 | 3,2 | 8,40 | 19,3 | 25,0 | 29,5 | 3,4 | <0,01 |
| | 4,2 | 0 | 0,42 | 1 | 16,0 | 102 | 5 | 72 | 0 | 0,008 |
| | 2,4 | 0 | 0,38 | 0 | 1,96 | 0 | 10,6 | 0 | 2,2 | 0 |
| | | 0 | 0 | 2,5 | 10,0 | 138 | 10,5 | 31,1 | 1,9 | 0,014 |
| | 44 | 0 | 1,1 | 5,8 | 13 | 300 | 16 | 12,13 | 1,7 | 0,013 |
| | 14,3 | 0 | 0,156 | 1,8 | 15,9 | 26,3 | 19,7 | 0 | 9,49 | 0 |
| | 4,59 | 0 | 0,349 | 3,4 | 7,44 | 0 | 11 | 0 | 0,534 | 0 |
| ПДК сред | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0 |
| | 0,3 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 |
| | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,16 | <0,1 | 0,13 | <0,1 | <0,1 | 0,11 |
| | 0,78 | <0,1 | 0,65 | <0,1 | 0,27 | 0,40 | 0,13 | 0,34 | 0,14 | <0,1 |
| | 0,60 | | <0,1 | 0,21 | 0,90 | 0,10 | 0,30 | <0,1 | | <0,1 |
| | 0,74 | | 0,29 | 0,04 | 0,48 | 0,25 | 0,20 | <0,1 | <0,1 | |
| | 0,4 | | 0,03 | 0,07 | 1,28 | <0,1 | 0,06 | 0,28 | | 0,05 |
| | 0,18 | | 0,02 | | 0,12 | | 0,10 | | <0,1 | |
| | | | | 0,30 | 0,75 | 0,67 | 0,11 | 0,25 | 0,01 | 0,03 |
| | 1,73 | | 0,03 | 0,36 | 0,34 | 1,71 | 0,12 | 0,14 | | <0,01 |
| | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0 |
| | 0,15 | | 0,02 | 0,23 | 0,32 | | 0,12 | | | |
| ПДК max | 0,34 | <0,1 | <0,1 | <0,1 | 0,24 | 0,11 | 0,28 | 0,11 | <0,1 | 0 |
| | 0,52 | <0,1 | <0,1 | 0,12 | <0,1 | 0,28 | 0,13 | <0,1 | <0,1 | 0,60 |
| | 0,11 | 0,22 | <0,1 | <0,1 | 0,29 | <0,1 | 0,29 | <0,1 | <0,1 | 0,16 |
| | 1,80 | | 1,20 | 0,56 | 0,48 | 0,72 | 0,24 | 7,40 | 0,27 | 0,80 |
| | 2,20 | 0,32 | <0,1 | 0,50 | 1,80 | 0,56 | 0,88 | 0,34 | | 0,23 |
| | 1,06 | | 0,39 | 0,64 | 0,84 | 0,39 | 0,50 | 0,59 | 0,17 | |
| | 0,84 | | 0,04 | 0,20 | 1,60 | 2,04 | 0,10 | 1,44 | | 0,08 |
| | 0,48 | | 0,04 | | 0,20 | | 0,21 | | 0,11 | |
| | | | | 0,50 | 1,00 | 2,76 | 0,21 | 0,62 | 0,10 | 0,14 |
| | 8,80 | | 0,11 | 1,16 | 1,30 | 6,00 | 0,32 | 0,24 | | 0,13 |
| | 2,86 | | 0,02 | 0,36 | 1,59 | 0,53 | 0,39 | | | |
| | 0,92 | | 0,03 | 0,68 | 0,74 | | 0,22 | | | |

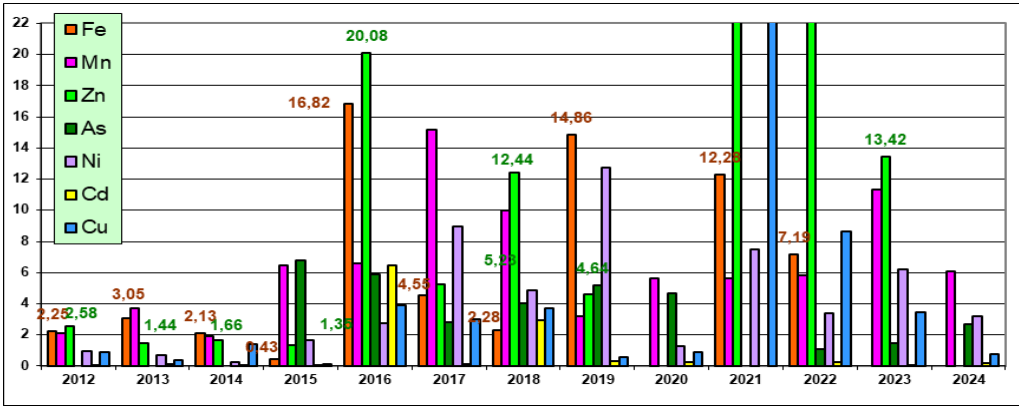


Рис. 7.3. Многолетняя динамика средней концентрации тяжелых металлов (мкг/дм³) в прибрежных водах о. Шпицберген. Концентрация цинка в 2021-2022 гг. достигала 33,6 и 85,3 мкг/дм³.

В расчет индекса загрязнения вод (ИЗВ) (0,68, II класс качества, «чистые») были включены никель (0,32), БПК₅ (1,67), нефтяные углеводороды (0,24) и кислород (0,50). Качество морских вод осталось на уровне прошлого года благодаря снижению содержания тяжелых металлов и низкому уровню НУ в большинстве проб, который оказался ниже предела обнаружения методики.

Таблица 7.2. Оценка качества вод в заливе Гренфьорд в 2022-2024 гг.

| Район моря | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | | Содержание ЗВ в 2024 г. (в ПДК) |
|-------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| Гренландское море | 1,29 | IV | 0,65 | II | 0,68 | II | БПК ₅ 1,67; Ni 0,32; НУ 0,24; O ₂ 0,5 |

Выводы

В 2024 г. содержание взвешенных веществ в водах двух заливов намного превышало прошлогодние значения и варьировало в диапазоне 0-8,04, при среднем значении 3,50 мг/дм³. Наблюдается снижение содержания биогенных элементов, а значение биохимического потребления кислорода (БПК₅) морских вод в августе 2024 г. весьма сильно возросло по сравнению с прошлым годом в водах двух заливов. Нефтяные углеводороды в воде были зафиксированы только в двух пробах из залива Гренфьорд (0,015 и 0,2) (4 ПДК), средняя величина 0,108 мг/дм³. Содержание полициклических ароматических углеводородов (ПАУ, нг/дм³) в 2024 г. снова повысилось и вернулось к уровню значений до 2023 г. В 2024 году содержание тяжелых металлов (ТМ) в пробах морской воды у большинства металлов снизилось, и тенденция к уменьшению, начавшаяся в прошлом году, сохраняется. Морских воды оцениваются как «чистые» (ИЗВ=0,68) благодаря снижению содержания тяжелых металлов и низкому уровню НУ в большинстве проб.

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 ХОС.

Суммарное содержание нефтяных углеводородов достигало 110 мкг/г при среднем значении 66 мкг/г для морских донных отложений залива Гренфьорд.

Концентрации неполярных алифатических углеводородов (НАУ) и фенолов в морских отложениях и донных отложениях суши находились ниже предела обнаружения применявшегося аналитического метода, что не позволяло их надежно идентифицировать.

Из контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в донных отложениях прибрежной части содержание всех 16 ПАУ незначительно возросло, оставшись в сравнимых с предыдущими годами концентрациях.

Максимальная концентрация тяжелых металлов в пробах морских донных отложений составляла (мкг/г): железа 25,9; марганца 165; цинка 64,6; меди 19,7; никеля 20,8; кобальта 8,4; свинца 10,1; кадмия 0,23; хрома 25,8; ртути 0,03 и мышьяка 12,1 мкг/г.

В донных отложениях залива Гренфьорд превышение ДК отмечено для суммарных нефтеуглеводородов (НУ) до 2,2 ДК и суммы ПАУ до 1,3 ДК. Остальные нормируемые показатели ЗВ не превышали ДК.

Глава 8. МОРЯ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

Гидрохимические наблюдения в морях Северного Ледовитого океана в 2023 г. не проводились, за исключением Баренцева (Кольский залив), Гренландского (о. Шпицберген) 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).



8.1. Карское море

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

Исследования проводились в августе 2023 г. Северо-Западным филиалом ФГБУ НПО «Тайфун» в южной части Карского моря. Была отобрана серия проб морских вод для определения основных гидрохимических показателей: водородного показателя (рН), электропроводности, окислительно-восстановительного потенциала (Еh), 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 пестицидов и полихлорированных бифенилов), ПАУ, НУ, НАУ, ЛАУ, фенолов и синтетических поверхностно-активных веществ.

Водородный показатель (рН) морских вод находился в пределах 7,78-8,45 ед.рН. Значения окислительно-восстановительного потенциала (Еh) морских вод обследованной акватории варьировали в пределах 184-244 мВ, составляя в среднем 206 мВ. Значения электропроводности морской воды летом были в диапазоне 44,1-52,8 мС/см при средней величине 46,4 мС/см. Концентрация растворенного кислорода в поверхностном слое вод летом варьировала от 9,35 до 11,69 мгО₂/дм³; насыщение вод кислородом 96-110%. Значения биохимического потребления кислорода (БПК₅) морских вод составляли от 0,65 до 1,95 мгО₂/дм³ (0,93 ПДК).

Биогенные элементы (мкг/дм³). Концентрация нитратного и аммонийного азота в водах обследованной акватории находилась ниже предела обнаружения. Содержание общего азота в водах района изменялось от 206 до 1056; нитритного азота достигало 3,82, а силикатного кремния 54. Концентрация фосфатного фосфора в водах района исследований находилась в пределах 4,5-15,7, 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. Суммарное содержание нефтяных углеводородов (НУ) в морских водах обследованной акватории достигало 78 мкг/дм³. Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) обнаружены 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). Значимых значений

полихлорбензолов обнаружено не было. Максимальная концентрация идентифицированных ХОС составляла (нг/дм³): для суммы ГХЦГ 0,4; для суммы ДДТ 0,31; для суммы ПХЦД 0,5; для суммы ПХБ 0,8 нг/дм³.

Содержание контролируемых тяжелых металлов в пробах морской воды достигало значений (мкг/дм³): железо 14, марганец 6,1, цинк 7,0, медь 3,1, никель 3,2, кобальт 1,0, кадмий 0,41 и мышьяк 1,48 мкг/дм³. Концентрация ртути, свинца, олова и хрома находилась ниже предела обнаружения.

Расчеты индекса ИЗВ для морских вод выполнялись с использованием значений концентрации растворенного кислорода и трех загрязняющих веществ с наибольшими средними величинами. 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

Омываемое водами Тихого океана юго-восточное побережье полуострова Камчатка сильно изрезано крупными заливами - Камчатским, Кроноцким, Авачинским, Карагинским и др. Далеко в море выступают скалистые полуострова (Шипунский, Кроноцкий, Камчатский, Озерной). Крупнейшей бухтой является Авачинская губа, которая представляет собой закрытую внутреннюю часть Авачинского залива (рис. 9.1). Длина бухты 24 километра, ширина у входа составляет три километра, общая площадь водного зеркала 215 км², максимальная глубина 26 метров. В бухту впадают реки Авача и Паратунка. На берегах бухты находится крупнейший город полуострова Петропавловск-Камчатский (примерно 162,5 тыс. жителей) и закрытое административно-территориальное образование город Вилучинск (около 21,8 тыс.), получивший название от расположенного в округе Вилучинского вулкана.



Рис. 9.1. Распределение глубин вокруг полуострова Камчатка.

9.2. Источники поступления загрязняющих веществ

Основными источниками загрязнения морских вод Авачинской губы являются реки, предприятия портовой инфраструктуры, 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 2024 г. в Авачинскую губу было сброшено 41,0 млн.м³ сточных вод (на 80,00 тыс.м³ меньше прошлого года), из которых загрязненных без очистки 4,2 млн.м³, недостаточно очищенных 7,3 млн.м³, нормативно очищенных 0,5 млн.м³ и нормативно чистых 29,0 млн.м³. В общем объеме поступивших в губу сточных вод увеличилось количество поступивших нефтепродуктов в 6 раз (в сравнении с прошлым годом), остальные сбрасываемые вещества, предоставленные Амурским БВУ, снизились или были отмечены впервые. По сравнению с прошлым годом расход воды рек Авача и Паратунка уменьшился на 10 и 4 м³/с соответственно. Отмечено уменьшение количества поступивших в море загрязняющих веществ: нефтепродуктов – в 6 раз; фенолов, взвешенных веществ и фосфатного фосфора – в 2 раза. На уровне прошлого года остался азот нитритный, нитратный и аммонийный (табл. 9.2).

Таблица 9.1. Объем сточных вод и основные загрязняющие вещества, поступившие от предприятий в Авачинскую губу в 2024 г.

| Предприятие | Отведено всего (тыс.м ³) | без очистки | недостаточно очищенной | нормативно чистой | нормативно- очищенной/ Всего | Аммоний-ион (т) | Взвешенные вещества (т) | СПАВ (кг) | Нефтепродукты (нефть), (т) | Сульфат-анион (сульфаты), (т) | Фосфаты по фосфору), (т) | Хлорид-анион (хлориды), (т) |
|--|---|-------------|---------------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------|----------------------------|-----------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| г. Петропавловск-Камчатский | | | | | | | | | | | | |
| АО "Петропавловск- Камчатский морской торговый порт" | 12,63 | 12,63 | 0 | 0 | 0 | 0,006 | 0,006 | 0,004 | | 0,003 | 0,126 | 0,208 |
| АО "ПСРЗ" | 3,24 | 0 | 0 | 3,24 | 0 | 0,027 | | 0,088 | | | | |
| ООО "Жестяно- баночная фабрика и Ко" | 114,8 | 0 | 0 | 0 | 114,8 | 0,586 | 0,348 | 5,258 | 23,007 | 9,599 | 2,042 | 1,287 |
| ООО "Петропавловск- Камчатский рыбоконсервный завод" | 81,26 | 0 | 0 | 0 | 81,26 | 0,267 | 0,136 | 15,772 | 1,972 | 0,004 | 11,451 | 6,081 |
| ООО "Экология" | 302,43 | 30,13 | 0 | 237,3 | 35 | 0,824 | 0,198 | 0,012 | 4,618 | 0,042 | 1,067 | 65,196 |
| ООО "Рем-Нова ДВ" | 129,71 | 0 | 0 | 0 | 129,71 | 2,071 | 1,84 | 0,019 | 25,19 | 0,205 | 3,634 | 5,023 |
| АО "Судоремсервис" | 591,09 | 0 | 591,09 | 0 | 0 | 6,774 | 5,775 | 0,11 | 75,064 | 0,729 | 5,546 | 12,725 |
| Рыболовецкий колхоз им. В.И.Ленина | 5,97 | 0 | 0,84 | 0 | 5,130 | 0,192 | 0,207 | | 6,427 | 0,068 | 0,382 | 1,994 |
| ООО "Аквафиш" | 9190,25 | 2549,26 | 6640,99 | | | 658,182 | 232,467 | 2,215 | 6790,741 | 80,673 | 329,356 | 531,586 |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|--------|----------|--------|---------|---------|
| Краевое ГУП "Камчатский водоканал" | 12,63 | 12,63 | 0 | 0 | 0 | 0,006 | 0,006 | 0,004 | | 0,003 | 0,126 | 0,208 |
| ООО "Терминал "Сероглазка" | 2,87 | 0 | 2,87 | 0 | 0 | 0,008 | | | | | | |
| ООО "УКР" | 254,4 | 0 | 0 | 254,4 | 0 | 0,28 | 0,006 | 0,002 | 1,272 | | | |
| ПАО "Камчатскэнерго" | 28303,98 | 71,52 | 42,46 | 28190 | 0 | 0,647 | 0,085 | 0,005 | | 0,014 | 32,897 | 184,254 |
| г. Вилючинск | | | | | | | | | | | | |
| "Вилючинский водоканал" | 1522,97 | 1514,34 | 0 | 0 | 8,63 | 31,557 | 16,825 | 0,457 | | 2,308 | 24,021 | 17,06 |
| АО "СВРЦ" | 512,17 | 1,52 | 0 | 352 | 158,65 | 2,046 | 0,357 | 0,013 | 2,716 | 0,013 | 2,25 | 2,727 |
| Отделение Вилючинск "ДальРАО" | 0,8 | 0 | 0,8 | 0 | 0 | 0,009 | 0,001 | | | | 0,007 | 0,004 |
| ИТОГО в 2024 г. | 41034,04 | 4179,4 | 7283,02 | 29036,94 | 534,68 | 703,476 | 258,251 | 23,955 | 6931,007 | 93,658 | 412,779 | 828,145 |
| в 2023 г. | 41768,80 | 4463,06 | 901,35 | 28732,0 | 7499,21 | 917,24 | 347,58 | 3,79 | 10269,38 | 128,83 | 520,40 | 880,53 |

Таблица 9.2. Поступление загрязняющих веществ в Авачинскую губу с речным стоком в 2024 г.

| Реки | р. Авача | | р. Паратунка | | Сумма |
|------------------------------------|--------------------|--------|--------------------|--------|--------|
| Расход воды (м ³ /с) | 152,0 | | 34 | | 186 |
| Наименование вещества | мг/дм ³ | тыс. т | мг/дм ³ | тыс. т | тыс. т |
| Фенолы | 0,004 | 0,019 | 0,001 | 0,001 | 0,020 |
| Нефтепродукты | 0,009 | 0,043 | 0,000 | 0,000 | 0,043 |
| Взвешенные вещества | 23,50 | 112,65 | 5,71 | 6,12 | 118,77 |
| Азот нитритный | 0,005 | 0,024 | 0,000 | 0,000 | 0,024 |
| Азот нитратный | 0,176 | 0,844 | 0,109 | 0,117 | 0,961 |
| Азот аммонийный | 0,024 | 0,115 | 0,027 | 0,029 | 0,144 |
| Фосфор минеральный | 0,012 | 0,058 | 0,005 | 0,005 | 0,063 |

9.3. Загрязнение вод Авачинской губы

В 2024 г. специалистами Центра по мониторингу загрязнения окружающей среды ФГБУ «Камчатское УГМС» было проведено 6 гидрохимических съемок с мая по октябрь на 11 станциях ГНС (рис. 9.2). В Авачинской губе наблюдения выполнены с борта арендованного маломерного 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. В состав наблюдений вошли стандартные гидрохимические параметры и загрязняющие вещества: температура, pH, взвешенные вещества, объемная концентрация растворенного кислорода (млО₂/дм³), щелочность, азот нитритный, нитратный и аммонийный, кремний, фосфор общий и фосфаты по фосфору (минеральный фосфор), АСПАВ, фенолы, нефтепродукты. Расчетным путем были получены массовая концентрация растворенного кислорода (мгО₂/дм³), насыщение вод кислородом (%), соленость и хлорность. На пяти морских береговых гидрометеорологических станциях проводились визуальные 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 мгО₂/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/дм³.

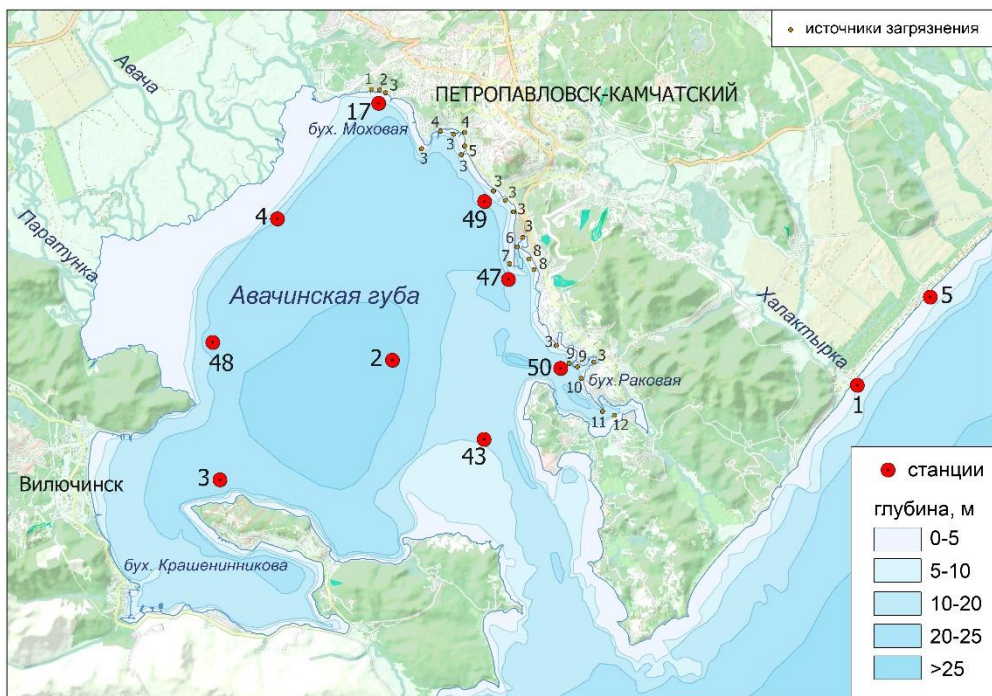


Рис. 9.2. Карта-схема расположения станций наблюдений за качеством вод в Авачинской губе.

Соленость в водах Авачинской губы изменялась в очень широком диапазоне от 2,77‰ в июле в Моховой бухте (ст.№17) до 32,87‰ в сентябре в центре Авачинской губы (ст.№2), составив в среднем для всей толщи вод губы 27,69‰. В придонном слое соленость не опускалась ниже 29,06‰. Средняя соленость за пять лет составила 27,961‰. Значения хлорности изменялись в диапазоне 1,53-20,48‰; средняя для поверхностного слоя 12,53‰, промежуточного 17,56‰, придонного 17,69‰; в среднем для всей толщи 15,39‰. Температура морской воды изменялась от 1,14°C в придонном слое на входе в бухту Крашенинникова (ст.№3) 22 мая до 15,87°C в поверхностном слое возле судоремонтного завода (ст.№49) 15 июля. В течение периода наблюдений показатели температуры в толще вод изменялись в диапазоне 2,08-7,95°C; на поверхности в пределах 4,70-15,87°C; в придонном слое 1,14-6,00°C. Значения pH были в диапазоне 7,67-9,25. Мутность воды варьировала от 16,7 мг/дм³ до 124,7 мг/дм³ в морском порту; среднегодовой показатель 65,12 мг/дм³ (6,5 ПДК).

Биогенные элементы. Концентрация минерального фосфора изменялась в широком диапазоне от аналитического нуля до 98,79, общего фосфора 0,00-100,32; средние значения 33,04 и 48,97 мкг/дм³ соответственно, что немного ниже прошлогодних значений. Максимальная концентрация общего фосфора была отмечена в июне в придонном слое в центре Авачинской губы. Повешенное содержание

минерального и общего фосфора фиксировалось в районе морского порта, а также в районе устья р.Паратунки. С глубиной величины возрастают, что связано с 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 уменьшилась с 5,8 до 2,5 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 47,42 мкг/дм³. Наибольшее значение было отмечено в поверхностном слое приустьевой зоны р.Авача (323,71). Среднее содержание аммонийного азота незначительно увеличилось с 38,9 до 57,44 мкг/дм³. В течение всего периода наблюдений количество аммонийного азота в придонном слое превышало величины на поверхности. В июле отмечалась и самая высокая разовая концентрация (911,11) на придонном горизонте центральной части губы.

В 2024 г. концентрация силикатов в водах Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива (район Халактырского пляжа) варьировала в широком диапазоне 43-9291 мкг/дм³. Поскольку основным источником поступления кремния в море 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 2024 г. такие высокие значения (более 3000 мкг/дм³ – 22 пробы) отмечались в поверхностном слое на входе в бухту Крашенинникова, в Моховой бухте, Морском порту и в эстуариях рек Авача и Паратунка. Максимальная разовая концентрация фиксировалась в мае в приустьевой зоне р.Авача (ст.№4), а минимальная в мае на Халактырском пляже (ст.№5). Сезонные изменения количества кремния зависят от интенсивности речного стока. В 2024 г., в период снеготаяния, в среднем по толще вод наблюдался рост содержания кремния, а в августе, в период межени, его концентрация пошла на спад. Концентрация в целом по толще вод была немного меньше прошлогодней составила 1854,9 мкг/дм³. В водах прибрежной части Авачинского залива (район Халактырского пляжа) кремния содержится значительно меньше (в среднем 302 мкг/дм³), максимум обнаружен в июне – 766 мкг/дм³.

В 2024 г. количество растворенных **нефтяных углеводородов** в двух пробах воды, отобранных в августе в прибрежной части Авачинского залива близ устья реки Халактырка (станция № 1) и на среднем горизонте приустьевой зоны реки Паратунка (станция № 17), превысило допустимое значение в 1,8 и 1,4 раза соответственно. В июле на среднем горизонте приустьевой зоны реки Паратунка

регистрировались нефтепродукты ниже нормы – 0,6 ПДК, во всех остальных образцах контроля – ниже предела обнаружения метода. За последние пять лет среднегодовая концентрация растворенных нефтяных углеводородов снизилась от 1,3 до 0,01 ПДК (рис. 9.3).

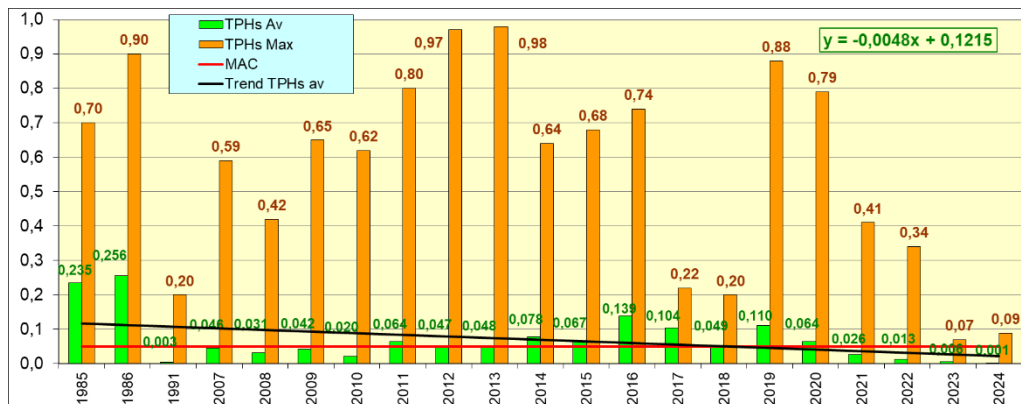


Рис. 9.3. Динамика среднегодового и максимального содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Авачинской губы в 1985–2024 гг.

В 2024 г. визуальные наблюдения за нефтяной пленкой на поверхности прилегающих морских акваторий проводились на 5 гидрометеорологических станциях ФГБУ «Камчатское УГМС». 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 февраля, марта и декабря) с повторяемостью от 1 до 12 дней отмечались небольшие нефтяные пятна слабой интенсивности. На МГ-II Петропавловский маяк (Авачинский залив) нефтяная пленка слабой интенсивности с покрытием 10% видимой акватории отмечалась с частотой 6-85% (в зависимости от количества наблюдаемых дней с хорошей видимостью), в феврале полностью отсутствовала. С апреля по сентябрь визуальные наблюдения за загрязненностью прибрежной части моря нефтепродуктами зачастую были невозможны из-за туманов и морозящих осадков, приводящих к существенному ухудшению видимости. Как и в предыдущие годы, наиболее загрязненной была Авачинская губа. При отсутствии льда на МГ-I Петропавловск-Камчатский ежедневно отмечалось покрытие 10% видимой части акватории губы нефтяной пленкой слабой интенсивности. На западном побережье Камчатки в районе поселка Озерновский (Охотское море) с марта по ноябрь пленка слабой интенсивности (1 балл), покрывавшая 10% видимой поверхности моря, регистрировалась с длительностью от 3 до 25 дней. Наибольшее количество дней (22-25) загрязненных нефтяной пленкой наблюдалось в летние месяцы (с июня по август). В январе, феврале и декабре загрязнение нефтепродуктами отсутствовало.

Детергенты входят в состав моющих/чистящих средств и поступают в Авачинскую губу с хозяйственно-бытовыми, промышленными стоками, а также с речной водой. В 2024 г. количество АСПАВ во всех отобранных образцах находилось ниже предела обнаружения метода. Загрязнение фенолами в среднем по толще вод Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива увеличилось с 0,6 до 1,3 ПДК. Концентрация выше норматива возросла с 2,8% до 22,5%. Чаще всего превышение ПДК фенолов наблюдалось в акватории морского порта (семь проб на ст.№47) и в центре губы (четыре пробы на ст.№2), однако повышенные значения были отмечены еще на семи станциях по всей акватории, включая эстуарную зону реки Халактырка (ст.№1). Максимальная разовая концентрация фенолов (27,7 ПДК) зафиксирована в сентябре на поверхности бухты Моховой (рис. 9.4).

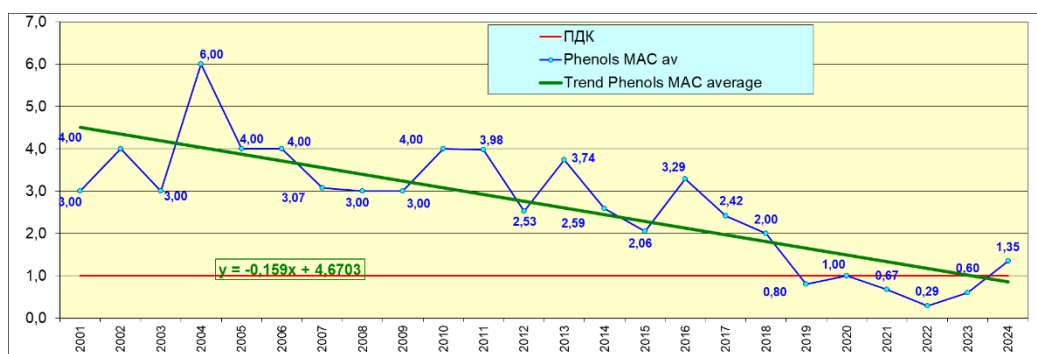


Рис. 9.4. Многолетняя динамика среднегодовой концентрации фенолов (ПДК) в Авачинской губе в 2001-2024 гг.

Кислородный режим вод Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива в районе Халактырского пляжа в 2024 г. в целом был удовлетворительным. Содержание растворенного в воде кислорода в период наблюдений изменялось в пределах 6,42-15,86 (61,7-159,7% насыщения), составив в среднем 11,03 мгО₂/дм³ (107,6% насыщения) (табл. 9.3). Минимальная концентрация растворенного кислорода зафиксирована в августе на дне у выхода из бухты Крашенинникова (норматив <6,0 мг/дм³) (ст.№3). По многолетним наблюдениям в теплый период года пониженные величины растворенного кислорода регистрируются здесь на придонном горизонте постоянно (рис. 9.5).

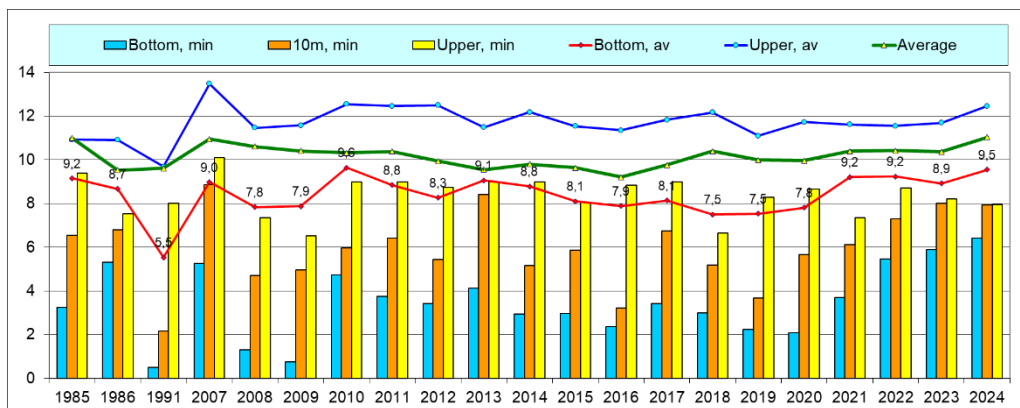


Рис. 9.5. Многолетняя динамика минимальных и средних значений растворенного кислорода ($\text{мгО}_2/\text{дм}^3$) в Авачинской губе в 1985-2024 гг. Примечания: Bottom, min – минимальное значение на придонном горизонте; 10 m, min – на глубине 10 м; Upper, min – в поверхностном слое; Bottom, av – среднее 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 2022-2024 гг.

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|-----------------|--------------------------------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|--------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| Авачинская губа | НУ | 0,013 | 0,26 | 0,006 | 0,12 | 0,001 | 0,02 |
| | | 0,34 | 6,80 | 0,070 | 1,40 | 0,089 | 1,77 |
| | Фенолы | 0,29 | 0,29 | 0,60 | 0,60 | 1,35 | 1,35 |
| | | 1,4 | 1,40 | 4,66 | 4,66 | 27,65 | 27,65 |
| | СПАВ | 0,93 | <0,01 | 15,77 | 0,16 | 0,0 | |
| | | 140 | 1,40 | 172 | 1,72 | 0 | |
| | Азот аммонийный N-NH ₄ | 42,89 | 0,02 | 38,9 | 0,01 | 33,4 | 0,01 |
| | | 313,40 | 0,14 | 311,1 | 0,11 | 911,11 | 0,31 |
| | Азот нитритный N-NO ₂ | 5,82 | 0,24 | 4,6 | 0,19 | 2,5 | 0,10 |
| | | 28,75 | 1,20 | 27,52 | 1,15 | 31,09 | 1,30 |
| | Фосфор фосфатов P-PO ₄ | 28,85 | 0,58 | 37,19 | 0,74 | 33,04 | 0,66 |
| | | 110,70 | 2,21 | 168,3 | 3,37 | 98,79 | 1,98 |
| | Растворенный кислород | 10,42 | | 10,37 | | 11,03 | |
| | | 5,47 | 0,91 | 5,94 | 0,99 | 6,42 | 1,07 |
| | % насыщения | 102,7 | | 102,6 | | 107,6 | |
| | | 50,5 | | 56,6 | | 61,7 | |

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в $\text{мг}/\text{дм}^3$; СПАВ, аммонийного и нитритного азота, фосфатов, фенолов - в $\text{мкг}/\text{дм}^3$.
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 2022-2024 гг.

| Район | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | | Среднее содержание ЗВ в 2024 г. (в ПДК) |
|--------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| Авачинская губа | 0,43 | II | 0,53 | II | 0,66 | II | Фенолы 1,35; PO ₄ 0,66; NO ₂ 0,1; O ₂ 0,54 |

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

Выводы

Основным загрязнителем вод Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива являются фенолы. Их среднегодовая концентрация в 2024 г. возросла с 0,6 ПДК до 1,3 ПДК. Количество проб с фенолами выше норматива увеличилось с 22,5% до 40%. В сентябре их содержание в морской воде было наибольшим и в среднем по толще вод достигало 2,4 ПДК, с максимумом 27,4 ПДК на поверхности бухты Моховой. В 2024 г. количество нефтяных углеводородов только в двух пробах воды в августе в прибрежной части Авачинского залива близ устья реки Халактырка и на среднем горизонте приустьевой зоны реки Паратунка превысило допустимое значение в 1,8 и 1,4 раза соответственно. В 98% проб содержание НУ было ниже предела обнаружения. За последние пять лет среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов снизилась с 1,3 ПДК до 0,01 ПДК. Количество АСПАВ во всех отобранных образцах в 2024 г. находилось ниже предела обнаружения метода. По сравнению с предыдущим годом средняя концентрация нитритного азота в водах Авачинской губы уменьшилась с 5,8 до 2,5 мкг/дм³. Повышенная концентрация нитритов отмечалась в августе на дне центральной части Авачинской губы (1,6 ПДК). Остальные биогенные элементы (соединения азота нитратного, аммонийного и фосфатов) находились в пределах установленных норм. Степень насыщения морских вод кислородом в среднем по всей толще составляла 11,03 мгО₂/дм³ (107,6% насыщения). Минимальная концентрация растворенного кислорода была в августе на дне у выхода из бухты Крашенинникова, значений ниже норматива (<6,0 мг/дм³) зафиксировано не было. Согласно расчету индекса загрязненности качества вод Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива в районе Халактырского пляжа по-прежнему остается во II классе, «чистые» (ИЗВ=0,66), (табл. 9.4). Расчет выполнен по средней концентрации нитритов, фосфатов и фенолов.

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 около 1316 тыс.км³, средняя глубина 821 м, наибольшая глубина 3521 м. Охотское море относится к окраинным морям смешанного материково-океанского типа. Берега обычно относительно пологие, но встречаются обрывистые участки и скалы. Протяженная береговая линия изрезана относительно слабо, но 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 -1,5⁰С-1,7⁰С. Летом прогревается только верхний слой толщиной в несколько десятков метров, под которым сохраняется холодный промежуточный слой с температурой -1,7⁰С. Толщина этого слоя составляет от нескольких десятков метров в юго-восточной части моря до 500-900 м в

северо-западной и западной частях. Сезонное изменение температуры охватывает слой до горизонта 200-300 м. В южной части моря высокая температура воды на поверхности наблюдается на пути движения тихоокеанских вод с юго-востока на северо-запад. Зимой в районе Курильских островов температура воды на поверхности в среднем составляет примерно $3,5^{\circ}\text{C}$, а летом - $7-14^{\circ}\text{C}$; с глубиной температура понижается до $1,5-2,5^{\circ}\text{C}$ на горизонте 400 м (Охотское море, 1992).

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

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

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

Приливы преимущественно неправильные суточные (до 12,9 м у мыса Астрономического), хотя наблюдаются и смешанные. Вдали от берега скорости приливных течений невелики - 5-10 см/с, в проливах, заливах и у берегов значительно больше. В Курильских проливах скорости течений доходят до 2-4 м/с. С октября по июнь море покрыто льдом, хотя в южной части моря лед держится не более трех месяцев в году, а крайняя южная часть никогда не замерзает. В зимнее время в Охотском море нет такого места, где полностью исключалось бы наличие льда. Осенью велика повторяемость штормов, сопровождающихся ветром, скорость которого достигает 30 м/с. Наблюдаются цунами, высота которых может достигать до 20 м при периоде 30-95 с, скорости распространения от 400 до 800 км/час и длине в несколько километров (Охотское море, 1992).



Рис. 10.1. Побережье Охотского моря в окрестностях г. Магадан. Скалы Три брата. Фото Щербакова К.А.

Растительность и животный мир отличаются большим разнообразием. По запасам промыслового краба море занимает первое место в мире. Большую ценность представляют лососевые рыбы: кета, горбуша, кижуч, чавыча, нерка — источники красной икры. Ведется интенсивный лов сельди, минтая, камбалы, трески, наваги, мойвы и других рыб. В море обитают киты, тюлени, сивучи, морские котики. Все

большой 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 выполняются ФГБУ «Сахалинское УГМС» в течение теплого времени года с мая по октябрь в трех прибрежных акваториях острова Сахалин. 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). В тексте и таблицах для концентрации биогенных элементов, СПАВ, фенолов и тяжелых металлов используется единица мкг/дм^3 ; абсолютного содержания кислорода и легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$; взвешенного вещества и нефтяных углеводородов мг/дм^3 . Предел обнаружения (DL, мкг/дм^3) аммонийного азота составил 20; нитритов 0,5; нитратов 5,0; фосфатов 5,0; фенолов 2,0 (2 ПДК); СПАВ 50 (0,5 ПДК); меди; цинка; свинца и кадмия 0,3 мкг/дм^3 ; органического вещества 1,0 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$; нефтяных углеводородов 0,02 мг/дм^3 в соответствии с возможностями измерительных средств, находящихся в распоряжении лаборатории организации.

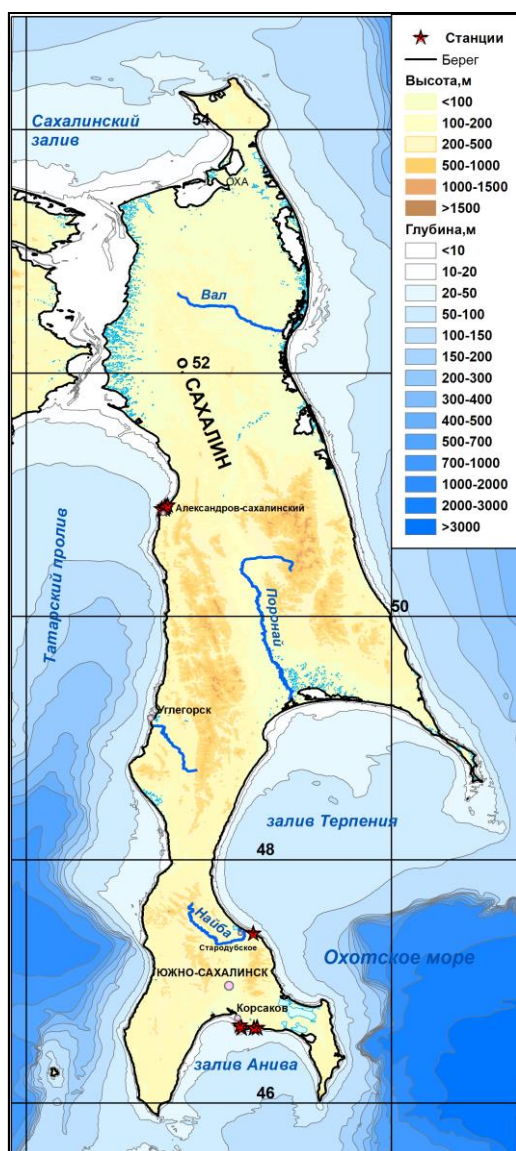


Рис. 10.2. Станции мониторинга состояния морской среды на шельфе о. Сахалин в 2024 г.

10.2.1. Район села Стародубское

На одной станции мониторинга в районе села Стародубское в мае-октябре 2024 г. с периодичностью раз в месяц было отобрано шесть проб воды с поверхности и шесть проб донных отложений. Температура поверхностного слоя воды находилась в пределах 10,1-15,3°C; соленость 28,96-32,23‰, в среднем 31,11‰; хлорность 16,03-17,84‰; концентрация ионов водорода менялась в диапазоне 7,98-8,08 ед.рН; значения щелочности составили 2,02-2,52 мг-экв/дм³; концентрация

твердых взвешенных веществ 15,2-477 мг/дм³, в среднем 138,58 мг/дм³. Концентрации легко окисляемого органического вещества по БПК₅ варьировали в пределах 1,7-5,4, средняя сопоставима с прошлогодней (3,52 мгО₂/дм³, 1,67 ПДК), (табл. 10.1). Содержание **фосфатов** в прибрежных водах изменялось в очень широком диапазоне от нулевых отметок до 64,7 мкг/дм³, наиболее высокие значения отмечены в мае; среднее значение составило 21,87 мкг/дм³. Концентрация кремния варьировала в пределах 13,1-1248, средняя 321,6 мкг/дм³ была вдвое меньше прошлогодней. Содержание соединений азота в целом находились в пределах естественных межгодовых колебаний: аммоний 0-82,6; нитриты 0,7-3,7 и нитраты 0-61,9 мкг/дм³. В июльских пробах аммонийный азот и нитраты не отмечены.

Нефтяные углеводороды (мг/дм³) были отмечены в одной пробе (0,021), а средняя концентрация составила 0,07 ПДК, максимальная значительно ниже по сравнению с прошлогодним значением (рис. 10.3). Прибрежные воды села Стародубское из всех районов мониторинга шельфовой зоны о. Сахалин были и остаются наименее загрязненными нефтяными углеводородами. Концентрация СПАВ (DL=50 мкг/дм³) только в двух пробах в августе и сентябре была выше предела обнаружения (50-69), средняя за период наблюдений 19,8 мкг/дм³. Фенолы в период наблюдений не обнаружены, а в предыдущие три года их содержание во всех пробах было ниже предела обнаружения при фотометрическом методе измерений (<2,0 мкг/дм³), за исключением одной пробы в 2023 г. Тяжелые металлы (мкг/дм³): содержание кадмия было выше предела обнаружения в одной пробе из шести (0,37), концентрация меди составила 2,4-11,7/4,88; цинка 3,7-6,5/5,12); свинец отмечен в одной пробе в мае 0,39 мкг/дм³.

Концентрация растворенного в воде **кислорода** (мгО₂/дм³) была выше норматива, среднее содержание составило 8,74. Уровень насыщения вод кислородом во все месяцы был на уровне нормы и составлял 76,49-122,07%, в среднем 100,4%. Уровень загрязненности морских вод района села Стародубское (ИЗВ=0,88) по сравнению с двумя предыдущими годами значительно улучшился. Класс качества вод повысился до класса «умеренно загрязненные воды» (табл. 10.3). Расчет индекса выполнен по средним значениям легко окисляемых органических веществ по БПК₅, меди, АПАВ и кислорода.

В **донных отложениях** в районе села Стародубское концентрация нефтяных углеводородов была на уровне 2023 г. (среднее значение 34,3 мкг/г, 0,69 ДК; максимальное 83,3 мкг/г, 1,67 ДК). Содержание фенолов во всех пробах было ниже предела обнаружения (DL=0,05 мкг/г), как и в предыдущем году. Концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в морских осадках района составила: медь (4,9-6,2/5,6),

кадмий (0,031-0,037/0,03), а цинка и свинца была ниже предела обнаружения, DL=50 и 4 соответственно (табл. 10.2).

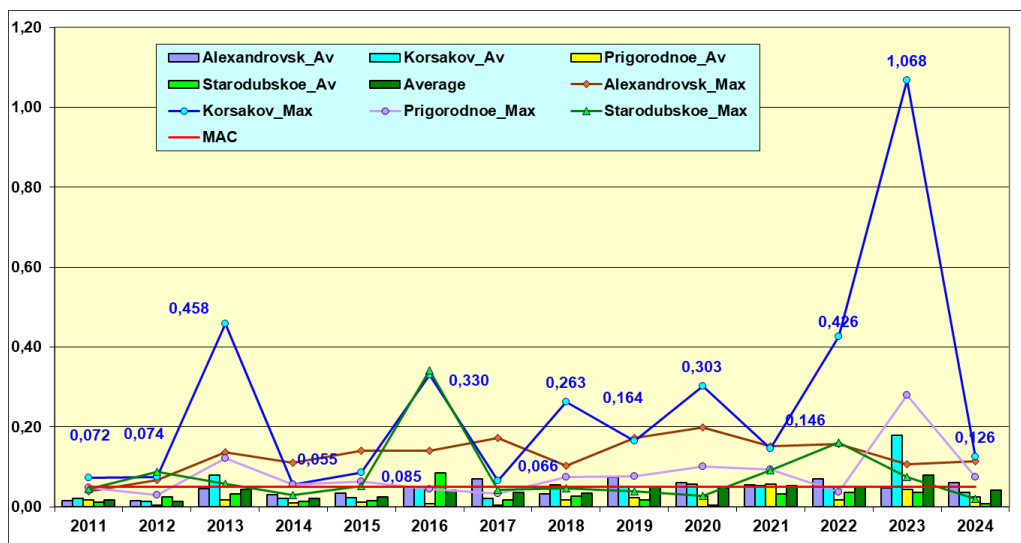


Рис. 10.3. Максимальная и средняя концентрация нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах шельфа о. Сахалин в 2011-2024 гг.

10.2.2. Залив Анива. Район порта г. Корсакова

На трех станциях мониторинга в порту Корсакова было отобрано восемнадцать проб воды, а на одной из них шесть проб донных отложений. Температура поверхностного слоя морских вод в период наблюдений в 2023 г. изменялась в диапазоне 11,2-19,8°C; соленость была в узком диапазоне 29,25-34,20/32,25‰; хлорность 16,14-18,81‰; водородный показатель 7,48-8,20/8,02 ед.рН; щелочность 2,144-2,520/2,286 мг-экв/дм³. Концентрация взвешенных веществ была выше предела обнаружения во всех пробах (DL=2,5) и изменялась в пределах 2,5-530,0/79,5 мг/дм³ с наибольшими значениями на ст.№104 в сентябре и октябре. Концентрация органического вещества по БПК₅ варьировала в течение периода мониторинга от 1,3 до 6,7, средняя и максимальная мало отличались от прошлогодних.

В 2023 г. концентрация различных форм азота (мкг/дм³) в районе порта Корсаков существенно снизилась до уровня примерно среднепогодных показателей. Только в пяти пробах значения аммонийного азота были выше предела обнаружения. Средняя концентрация вернулась до значений позапрошлого года, а максимальная достигала только тысячных долей норматива для морских вод. Средняя и максимальная концентрация нитритов существенно снизилась примерно до обычных величин менее норматива. Показатели

нитратов 4,9-530/81,8; фосфатов от аналитического нуля в одной пробе до 58,1, средняя (29,2) была в полтора раза ниже выше прошлогодней. Концентрация кремния варьировала в очень широком диапазоне 96-2893, в среднем 533 мкг/дм³.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в прибрежных водах залива у порта была ниже предела обнаружения в двух пробах и достигала 12 октября чрезвычайно высокой величины 1,07 мг/дм³ (21,40 ПДК). Следующие значения составили 13,6 ПДК и 14,6 ПДК. В целом содержание НУ около ст.№104 и №105 было очень высоким (0,357 и 0,153), тогда как у ст.№106 было существенно ниже норматива (0,029 мг/дм³). Как и в предыдущий год, и средняя, и максимальная концентрация выросла в 3,6 и 2,5 раз (рис. 10.2). Загрязнение акватории порта нефтяными углеводородами вызвано интенсивным использованием портовой инфраструктуры, прежде всего при операциях с транспортировкой топлива и нефтепродуктов, а также промышленными и коммунальными сточными водами. Фенолы были обнаружены в трех пробах. Средняя концентрация незначительно повысилась и составила 0,6 ПДК, при этом максимальная снизилась до 4,3 ПДК. Содержание меди несколько лет остается на высоком уровне, но в 2023 г. немного снизилось до 0,7 ПДК, а максимальное повысилось до 2,5 ПДК (рис. 10.3). Содержание цинка во всех пробах было выше аналитического нуля (4,8-13,1/8,1; в среднем 0,16 ПДК) и очень близким к уровню последних лет. Концентрация свинца в десяти пробах была ниже предела обнаружения, а в остальных достигала 1 ПДК; в среднем 0,12 ПДК. Кадмий был отмечен в шести пробах, а средняя вернулась примерно на уровень позапрошлого года. Как и в предыдущие годы, концентрация растворенного в воде **кислорода** была существенно пониженной. Ее значения ниже норматива были отмечены в восьми пробах; минимальная опускалась до 4,33 мгО₂/дм³, а средняя и максимальная были немного меньше уровня последних лет. Процент насыщения вод был в диапазоне 55,1-94,7%, в среднем 73,7%, в прошлом году 71,7%. По индексу загрязненности вод (ИЗВ=1,79) прибрежные воды залива Анива в районе порта Корсаков относятся к V классу, "грязные". За прошедший год класс вод сильно ухудшился, а снижение качества вод происходит последовательно на протяжении целого ряда лет. К приоритетным загрязняющим веществам в 2023 г. относились нефтяные углеводороды (средняя концентрация которых выросла более трех раз), немного увеличилось содержание органических веществ по БПК₅ и снизилось меди. Кислородный режим ухудшился.

В шести пробах **донных отложений** с одной станции №104 из прибрежной зоны залива Анива в районе устья реки Корсаковка в

2023 г. отмечено кратное повышение содержания нефтяных углеводородов: среднее значение составило 976 мкг/г, 19,5 ДК; максимальное 2513 мкг/г, 50,3 ДК, увеличение в 3,7 и 5,1 раза соответственно. Ранее концентрация НУ в донных отложениях на этом участке всегда превышала допустимую концентрацию и была значительно выше, чем в других точках мониторинга на юго-восточном побережье о. Сахалин. Начиная с 2,0 ДК в 2015 г. загрязнение осадков волнообразно повышалось до 14,3 ДК в 2020 г., затем спад до 5,3 ДК в прошлом году. Фенолы отмечены в половине проб ($DL=0,05$ мкг/г), максимальное содержание 0,08, а среднее составило 0,035, что в 2 раза ниже прошлогодней величины (0,068 мкг/дм³). Тяжелые металлы (мкг/г) были отмечены во всех пробах: содержание кадмия (0,033-0,070/0,058, средняя 0,07 ПДК) осталось на уровне последних трех лет и существенно снизилось после периода очень высоких средних величин 0,280-1,200 в 2016-2020 гг., в предыдущей пятилетке значения варьировали от 0 до 0,159; медь также осталась практически на прошлогоднем уровне (6,5-10,2/8,5, 0,24 ПДК); концентрация цинка соответствовала прошлогоднему уровню (91-115/103,8, 0,74 ДК); свинец (4,2-5,5/4,85 мкг/г, 0,06 ПДК). В целом содержание металлов в донных отложениях в устьевой зоне реки Корсаковка оставалось практически неизменным последние три года и не превышало условный норматив.

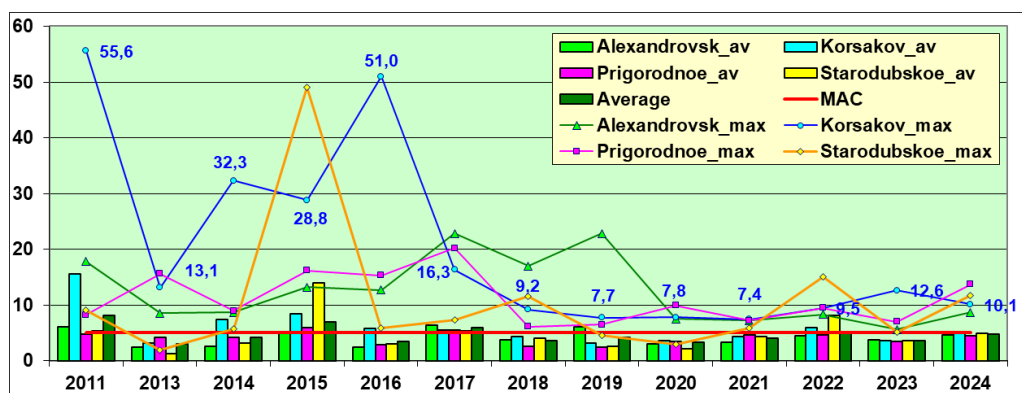


Рис. 10.4 Динамика средней и максимальной концентрации меди (мкг/дм³) в прибрежных водах Сахалина в 2011–2024 гг.

10.2.3. Залив Анива. Район порта Пригородное

На побережье залива Анива в окрестностях бывшего села Пригородное к юго-востоку от города Корсаков в феврале 2009 г. был запущен первый в России завод СПГ в рамках проекта Сахалин-2 с проектной производственной мощностью до 9,6 млн.т сжиженного природного газа. В комплекс построек завода входят портовые

сооружения для перевалки продукции в морские суда. В прибрежных водах акватории порта Пригородное в 2024 г. в соответствии с программой мониторинга было отобрано 18 проб воды и 18 проб донных отложений на трех станциях с мая по октябрь.

Температура поверхностного слоя морских вод в период наблюдений изменялась в диапазоне 8,3-16,3⁰С; соленость в теплый период варьировала в очень широком диапазоне в зависимости от интенсивности берегового стока 11,89-31,96/27,52‰; хлорность 6,58-17,69‰; водородный показатель был близок к прошлогоднему 7,52-8,17/8,02 ед.рН; щелочность 1,460-2,352/2,131 мг-экв/дм³. В отличие от прошлого года концентрация твердых взвешенных веществ была выше предела обнаружения (DL=2,5) и изменялась в пределах 4,1-46,9/20,0 мг/дм³ с максимумом в сентябре. Концентрация легко окисляемого органического вещества по БПК₅ изменялась от нуля в трех пробах (DL=1,0) до 6,8 (3,2 ПДК), средняя (2,5) практически не отличалась от прошлогодней 2,3 мгО₂/дм³.

Биогенные вещества (мкг/дм³). Концентрация аммонийного азота в водах залива в районе порта Пригородное была выше аналитического нуля в шести пробах из 18 (DL=20) и достигала 155,3 (0,40 ПДК) в июне, в среднем 20,6; нитриты были отмечены во всех пробах 1,00-78,6/10,1, максимум (3,28 ПДК) и средняя были примерно в два раза выше прошлогодних; нитраты (6,9-532,0/121,2) в 8,2 и 3,7 раз больше прошлого года соответственно. Концентрация неорганического фосфора варьировала в диапазоне 6,9-320,0/61,1 была примерно на треть ниже прошлогодней. Содержание силикатов изменялось в очень широком диапазоне 91-5112/889 мкг/дм³, среднее значение выросло в полтора раза.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в поверхностном слое у порта изменялась от значений ниже предела обнаружения в трех пробах до 0,279 (5,58 ПДК) в мае, а следующее по величине значение 0,077 зафиксировано в октябре. Средняя (0,044 мкг/дм³, 0,88 ПДК) была в 2,4 раза больше прошлогодней, однако в целом она была в пределах обычных межгодовых изменений (рис. 10.2). Последний раз фенолы в этом районе были зафиксированы в 2015 г. Содержание СПАВ было ниже уровня обнаружения во всех пробах.

В районе порта Пригородное отмечено незначительное снижение средней и максимальной концентрации меди (мкг/дм³): (2,3; 0,46 ПДК и 7,0; 1,40 ПДК). Содержание цинка во всех пробах было выше аналитического нуля (2,8-10,2/7,6, 0,15 ПДК) и очень близким к уровню последних лет. Концентрация свинца во всех пробах была ниже предела обнаружения. Кадмий был отмечен в трех пробах, а средняя вернулась примерно на уровень позапрошлого года.

Концентрация растворенного **кислорода** ниже норматива была отмечена в десяти пробах, минимальная опускалась до 3,99 мгО₂/дм³, а средняя была немного меньше уровня последних лет. Процент насыщения вод был в диапазоне 48,9-105,0%, в среднем 71,7%. По индексу загрязненности вод (ИЗВ=1,06) прибрежные воды залива Анива в районе порта Пригородное относятся к III классу, "умеренно загрязненные". За прошедший год класс качества вод немного ухудшился, но все равно был лучше позапрошлого года. К приоритетным загрязняющим веществам в 2023 г. относились нефтяные углеводороды, растворенные органические вещества по БПК₅ и фосфаты, заменившие в расчете индекса медь.

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. Концентрация фенолов была выше предела обнаружения (DL=0,05мкг/г) в шести пробах, а максимум доходил до 0,08 мкг/г.

Концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях участка составила: медь 2,2-4,4/3,0 (в 1,7 раза меньше прошлогоднего значения), а содержание кадмия (0,031-0,056/0,038) полностью соответствовало 2022 г.; цинка и свинца было ниже предела обнаружения, DL=50 и 4 мкг/г соответственно (табл. 10.2).

Таблица 10.1. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах шельфа о. Сахалин в 2022-2024 гг.

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|----------------------------|-----------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| село Стародубское (6 проб) | НУ | 0,036 | 0,72 | 0,036 | 0,73 | 0,004 | 0,07 |
| | | 0,161 | 3,22 | 0,074 | 1,48 | 0,021 | 0,42 |
| | Фенолы | 0 | | 0,37 | 0,37 | 0 | |
| | | 0 | | 2,2 | 2,20 | 0 | |
| | СПАВ | 19,7 | 0,20 | 18,0 | 0,18 | 19,8 | 0,20 |
| | | 62,0 | 0,62 | 55,0 | 0,55 | 69,0 | 0,69 |
| | Кадмий | 0,16 | 0,02 | 0,14 | 0,01 | 0,06 | 0,01 |
| | | 0,56 | 0,06 | 0,46 | 0,05 | 0,37 | 0,04 |
| | Медь | 8,07 | 1,61 | 3,53 | 0,71 | 4,88 | 0,98 |
| | | 15,1 | 3,02 | 5,1 | 1,02 | 11,7 | 2,34 |
| | Цинк | 7,7 | 0,15 | 7,6 | 0,15 | 5,12 | 0,10 |
| | | 11,2 | 0,22 | 10,1 | 0,20 | 6,5 | 0,13 |
| | Свинец | 0,75 | 0,08 | 0,18 | 0,02 | 0,07 | 0,01 |
| | | 4,5 | 0,45 | 0,58 | 0,06 | 0,39 | 0,04 |
| | Аммонийный азот | 43,6 | 0,02 | 213,5 | 0,07 | 32,7 | 0,01 |
| | | 90,0 | 0,03 | 650,0 | 0,22 | 82,6 | 0,03 |

| | | | | | | | |
|---|------------------------------------|-------|-------------|-------|--------------|-------|-------------|
| | Нитритный азот | 3,7 | 0,15 | 15,1 | 0,63 | 2,60 | 0,11 |
| | | 5,87 | 0,24 | 72,23 | 3,01 | 3,73 | 0,16 |
| | Фосфатный фосфор P-PO ₄ | 469,1 | 3,13 | 203,7 | 1,36 | 21,9 | 0,15 |
| | | 2469 | 16,46 | 366 | 2,44 | 64,7 | 0,43 |
| | БПК ₅ | 4,00 | 1,90 | 3,99 | 1,90 | 3,52 | 1,67 |
| | | 5,2 | 2,48 | 6,6 | 3,14 | 5,4 | 2,57 |
| | Кислород | 6,02 | | 5,44 | | 8,74 | |
| | | 4,69 | 0,78 | 4,61 | 0,77 | 6,93 | |
| Залив Анива: порт г. Корсакова (18 проб) | НУ | 0,050 | 1,00 | 0,180 | 3,59 | 0,036 | 0,72 |
| | | 0,426 | 8,52 | 1,07 | 21,40 | 0,126 | 2,52 |
| | Фенолы | 0,41 | 0,41 | 0,58 | 0,58 | 0 | |
| | | 5,2 | 5,20 | 4,3 | 4,30 | 0 | |
| | СПАВ | 14,4 | 0,14 | 0,0 | | 28,6 | 0,29 |
| | | 89,0 | 0,89 | 0,0 | | 65,0 | 0,65 |
| | Кадмий | 0,20 | 0,02 | 0,21 | 0,02 | 0,07 | 0,01 |
| | | 0,54 | 0,05 | 0,78 | 0,08 | 0,47 | 0,05 |
| | Медь | 6,01 | 1,20 | 3,64 | 0,73 | 5,19 | 1,04 |
| | | 9,5 | 1,90 | 12,6 | 2,52 | 10,1 | 2,02 |
| | Цинк | 6,9 | 0,14 | 8,1 | 0,16 | 10,24 | 0,20 |
| | | 10,8 | 0,22 | 13,1 | 0,26 | 17,5 | 0,35 |
| | Свинец | 0,2 | 0,02 | 1,2 | 0,12 | 0,14 | 0,01 |
| | | 2,2 | 0,22 | 10,9 | 1,09 | 1,9 | 0,19 |
| | Аммонийный азот | 58,1 | 0,03 | 11,8 | <0,01 | 53,3 | 0,02 |
| | | 299,0 | 0,13 | 70,2 | 0,03 | 326,0 | 0,11 |
| | Нитритный азот | 7,41 | 0,31 | 4,87 | 0,20 | 4,42 | 0,18 |
| | | 59,2 | 2,47 | 18,7 | 0,78 | 12,9 | 0,54 |
| | Фосфатный фосфор P-PO ₄ | 42,9 | 0,29 | 29,2 | 0,19 | 15,7 | 0,10 |
| | | 94,6 | 0,63 | 58,1 | 0,39 | 43,4 | 0,29 |
| | БПК ₅ | 3,51 | 1,67 | 3,97 | 1,89 | 3,30 | 1,57 |
| | | 6,2 | 2,95 | 6,7 | 3,19 | 7,5 | 3,57 |
| | Кислород | 6,74 | | 6,34 | | 8,51 | |
| | | 4,76 | 0,79 | 4,33 | 0,72 | 6,36 | |
| Залив Анива: порт Пригородное (18 проб) | НУ | 0,018 | 0,36 | 0,043 | 0,86 | 0,025 | 0,51 |
| | | 0,037 | 0,74 | 0,279 | 5,58 | 0,074 | 1,48 |
| | Фенолы | 0,0 | | 0,0 | | 0 | |
| | | 0,0 | | 0,0 | | 0 | |
| | СПАВ | 20,6 | 0,21 | 0,0 | | 35,3 | 0,35 |
| | | 72,0 | 0,72 | 0,0 | | 99,0 | 0,99 |
| | Кадмий | 0,06 | <0,01 | 0,18 | 0,02 | 0,03 | <0,01 |
| | | 0,41 | 0,04 | 0,71 | 0,07 | 0,53 | 0,05 |
| | Медь | 4,7 | 0,93 | 3,41 | 0,68 | 4,48 | 0,90 |
| | | 9,5 | 1,90 | 7,0 | 1,40 | 13,7 | 2,74 |

| | | | | | | | |
|--|------------------------------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|
| | Цинк | 7,6 | 0,15 | 7,3 | 0,15 | 7,27 | 0,15 |
| | | 10,2 | 0,20 | 12,5 | 0,25 | 13,5 | 0,27 |
| | Свинец | 0 | | 0,03 | <0,01 | 0,00 | 0,00 |
| | | 0 | | 0,62 | 0,06 | 0 | 0,00 |
| | Аммонийный азот | 52,2 | 0,02 | 20,6 | 0,01 | 32,6 | 0,01 |
| | | 365,0 | 0,13 | 155,3 | 0,05 | 326,0 | 0,11 |
| | Нитритный азот | 6,67 | 0,28 | 10,10 | 0,42 | 10,69 | 0,45 |
| | | 31,45 | 1,31 | 78,6 | 3,28 | 147 | 6,13 |
| | Фосфатный фосфор Р-Р _{О4} | 89,2 | 0,59 | 61,1 | 0,41 | 27,4 | 0,18 |
| | | 429 | 2,86 | 320 | 2,13 | 148 | 0,99 |
| | БПК ₅ | 2,29 | 1,09 | 2,51 | 1,20 | 2,63 | 1,25 |
| | | 5,3 | 2,52 | 6,8 | 3,24 | 8,6 | 4,10 |
| | Кислород | 6,63 | | 6,38 | | 8,41 | |
| | | 5,34 | 0,89 | 3,99 | 0,67 | 5,80 | 0,97 |

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

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

Таблица 10.2. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в донных отложениях шельфа о. Сахалин в 2022-2024 гг.

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023г. | | 2024 г. | |
|----------------------------|------------|---------|-------------|--------|--------------|---------|--------------|
| | | С* | ДК | С* | ДК | С* | ДК |
| село Стародубское (6 проб) | НУ | 32,4 | 0,65 | 31,2 | 0,62 | 34,3 | 0,69 |
| | | 84,9 | 1,70 | 83,0 | 1,66 | 83,3 | 1,67 |
| | Фенолы | 0,10 | | 0,0 | | 0,0 | |
| | | 0,23 | | 0,0 | | 0,0 | |
| | Медь | 5,43 | 0,16 | 4,95 | 0,14 | 5,60 | 0,16 |
| | | 7,9 | 0,23 | 5,7 | 0,16 | 6,2 | 0,18 |
| | Цинк | 0,0 | | 0,0 | | 0,0 | |
| | | 0,0 | | 0,0 | | 0,0 | |
| | Кадмий | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,04 |
| | | 0,05 | 0,06 | 0,046 | 0,06 | 0,037 | 0,05 |
| | Свинец | 0,0 | | 0,0 | | 0,0 | |
| | | 0,0 | | 0,0 | | 0,0 | |
| порт г. Корсакова (6 проб) | НУ | 263,0 | 5,26 | 975,5 | 19,51 | 380,0 | 7,60 |
| | | 488 | 9,76 | 2513 | 50,26 | 1438 | 28,76 |
| | Фенолы | 0,07 | | 0,05 | | 0,02 | |
| | | 0,12 | | 0,1 | | 0,1 | |

| | | | | | | | |
|--|--------------------------|------|------|-------|-------------|-------|-------------|
| | Медь | 7,55 | 0,22 | 8,50 | 0,24 | 7,94 | 0,23 |
| | | 8,8 | 0,25 | 10,2 | 0,29 | 9,7 | 0,28 |
| | Цинк | 98,2 | 0,70 | 103,8 | 0,74 | 106,0 | 0,76 |
| | | 115 | 0,82 | 115 | 0,82 | 111 | 0,79 |
| | Кадмий | 0,07 | 0,09 | 0,06 | 0,07 | 0,04 | 0,05 |
| | | 0,08 | 0,10 | 0,07 | 0,09 | 0,052 | 0,07 |
| | Свинец | 4,2 | 0,05 | 4,9 | 0,06 | 4,9 | 0,06 |
| | | 4,3 | 0,05 | 5,5 | 0,06 | 5,5 | 0,06 |
| | п. Пригородное (18 проб) | 9,4 | 0,19 | 23,9 | 0,48 | 13,5 | 0,27 |
| | | 27,9 | 0,56 | 53,1 | 1,06 | 52,1 | 1,04 |
| | Фенолы | 0,13 | | 0,02 | | 0,02 | |
| | | 0,67 | | 0,08 | | 0,1 | |
| | Медь | 2,62 | 0,07 | 2,95 | 0,08 | 3,32 | 0,09 |
| | | 3,2 | 0,09 | 4,4 | 0,13 | 4,5 | 0,13 |
| | Цинк | 0,0 | | 0,0 | | 0,0 | |
| | | 0,0 | | 0,0 | | 0,0 | |
| | Кадмий | 0,0 | | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,04 |
| | | 0,0 | | 0,056 | 0,07 | 0,044 | 0,06 |
| | Свинец | 0,0 | | 0,0 | | 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 2022-2024 гг.

| Район | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | | Содержание ЗВ в 2024 г. (в ПДК) |
|-------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------------------------------------|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| село Стародубское | 1,31 | IV | 1,95 | V | 0,88 | III | БПК5 1,67; Cu 0,98; АПАВ 0,2; O2 0,69 |
| порт Корсаков | 1,19 | III | 1,79 | V | 1,01 | III | БПК5 1,57; Cu 1,04; НУ 0,72; O2 0,71 |
| порт Пригородное | 0,82 | III | 1,06 | III | 0,84 | III | БПК5 1,25; Cu 0,9; НУ 0,51; O2 0,71 |

10.3. Выводы

По результатам гидрохимического мониторинга вод Охотского моря в 2024 г. уровень загрязнения вод в заливах Анива и Терпения на прибрежных участках шельфа острова Сахалин улучшился в двух местах контроля – у села Стародубское и в районе порта Корсаков и не изменился в районе порта Пригородное. Воды относятся к третьему классу качества «умеренно загрязненные». Основными загрязняющими

веществами в 2024 г. являлись: в акватории близ села Стародубское - легко окисляемое органическое вещество по БПК₅, медь, АПАВ; в районе порта Корсаков - легко окисляемое органическое вещество по БПК₅, медь, нефтяные углеводороды; в акватории порта Пригородное состав основных загрязнителей аналогичен акватории порта Корсаков. Основным загрязнителем донных отложений являются нефтяные углеводороды во всех местах мониторинга.

Глава 11. ЯПОНСКОЕ МОРЕ

Тихонова О.В., Онищук М.В., Артамонова Е.М., Матвейчук И.Г.,
Долгова А.О., Хмельницкая О.К.

11.1. Общая характеристика

Японское море проливами Татарским, Невельского и Лаперуза 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 дна к северу от 44°с.ш. представляет собой постепенно сужающийся широкий желоб. В центральной части находится глубокая замкнутая котловина. К югу от 40°с.ш. на подводном склоне Корейского п-ва между хребтами прослеживаются широкие подводные долины.

Температура воды на поверхности зимой изменяется от 0°С на севере до 12°С на юге, летом - от 17°С до 26°С соответственно. Вертикальная изменчивость температуры наиболее значительная в юго-восточной части моря, где летом разность может достигать 22°С, а зимой снижается до 10°С. В северной и в северо-западной частях моря зимой разность температур небольшая и обычно не превышает 1°С, а летом возрастает до 12°С. В северной части моря сезонные изменения температуры отсутствуют уже на глубине 100-150 м, в южной и восточной частях они прослеживаются до глубины 200-250 м. Соленость в западной части на поверхности составляет 32-33‰, а в центральной и восточной повышается до 34,0-34,8‰. Зимой в связи с охлаждением вод интенсивно развивается вертикальная циркуляция, глубина распространения которой достигает 3000 м. Около 97% общего годового количества поступающей в море воды приходится на Корейский пролив. Зимой устойчивый северо-западный муссон препятствует поступлению вод в море через этот пролив, вызывая ослабление вертикальной циркуляции.

В Японском море преобладает циклонический круговорот с центром в северо-западной части моря. Выделяют три водные массы: тихоокеанская, японская поверхностная и глубинная. По происхождению все они 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 достигают 2,3-2,8 м 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.

Климат в регионе муссонный, резко выражен зимний муссон. 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.

На севере моря лед образуется ежегодно начиная с октября. К югу от Татарского пролива устойчивое льдообразование наблюдается только в глубоко вдающихся в материк заливах и бухтах. Последний лед задерживается на севере моря иногда до середины июня. Припай развит незначительно. Толщина ледяного покрова в середине февраля достигает до 1 м (Добровольский, Залогин, 1982, Японское, 2003, Зонн, Костяной, 2015).

11.2. Источники загрязнения и программа мониторинга

Прибрежные районы залива Петра Великого Японского моря являются одним из самых густонаселенных мест Дальнего Востока. Основные источники загрязнения залива Петра Великого расположены в г. Владивосток (административный, политический, культурный, научно-образовательный и экономический центр Приморского края, крупный город и порт на юге Дальнего Востока, 597,3 тыс. жителей в 2023 г.), г. Находка (136,1), сухой порт Артем рядом с аэропортом Кневичи с железнодорожной, терминальной, складской и таможенной инфраструктурой, г. Уссурийск в 80 км от Владивостока на реках Комаровка и Раковка (180,0), горнорудный моногород Дальнегорск в восточных отрогах горной системы Сихотэ-Алинь в долине реки Рудная, в 35 км от побережья моря (33,0), г. Большой Камень на северном берегу Уссурийского залива с предприятием по ремонту и обслуживанию кораблей с ядерными энергетическими установками (40,4), база Тихоокеанского флота Фокино (19,4), шахтерский город Партизанск (Сучан, 33,2) и муниципальных районов Шкотовского, Хасанского и Надеждинского. Хозяйственная деятельность приводит к интенсивному антропогенному воздействию на акваторию залива и бухт вдоль береговой полосы. Основными загрязнителями морских вод являются промышленные предприятия электроэнергетики, судостроительной, химической и угольной промышленности, машиностроения и металлообработки, а также торговый, военный, рыболовецкий и маломерный флот. Существенное значение также

имеют бытовые муниципальные сточные воды (коммунальные сбросы жилых массивов), ливневый поверхностный сток с прилегающей загрязненной территории, сброс в море твердых отходов и мусора (Marine Litter). Нефтяное загрязнение прибрежной зоны моря происходит за счет сброса балластных и льяльных вод с судов в связи с отсутствием береговых нефтеочистных сооружений или недостаточной их мощностью. Поступающие в морскую среду загрязняющие вещества в значительной степени адсорбируются на мелкодисперсных иловых частицах и в основной массе оседают на дно в местах осадконакопления. Они могут полностью или на длительный срок выйти из оборота элементов в морской среде. Однако при сильном волнении и/или в половодье рек донные отложения на мелководье могут взмучиваться и становиться источником вторичного загрязнения морских вод. Такое же негативное влияние оказывают дноуглубительные, строительные, взрывные работы и дампинг грунта на шельфе и в портах. Отдельные районы залива Петра Великого испытывают неравномерную антропогенную нагрузку. Бухты Золотой Рог и Диомид, а также пролив Босфор Восточный наиболее интенсивно подвергаются влиянию городских стоков г. Владивостока. На их акваторию поступают сточные воды городской канализации; негативное воздействие оказывают городские порты и судоремонтные заводы, маломерный и крупнотоннажный флот.

Материалы о поступлении ЗВ в морскую воду залива Петра Великого предоставлены территориальным отделом Водных ресурсов по Приморскому краю на основании таблиц 2ТП-водхоз. В Приморском крае 292 организации отчитались в 2023 г. о сбросе в водные объекты загрязненных вод. Мощность очистных сооружений уменьшилась по сравнению с 2022 г. на 1,27% и составила 595,29 млн.м³. Объем сточных вод (млн.м³) уменьшился на 4,01% и составил 353,54, в том числе было сброшено без очистки 205,6; недостаточно очищенных 32,19; нормативно очищенных 88,96; нормативно чистых 25,61 млн.м³. Реками побережья Японского моря сбрасывается 306,09 сточных вод, имеющих загрязняющие вещества. Основной вклад в загрязнение побережья Японского моря вносит река Обь. Объяснения: Владивостокская ТЭЦ-2 - 197,02, КГУП "Приморский водоканал" - 65,15 млн.м³.

В воды бассейна Японского моря было сброшено (т): 14,29 АСПАВ, 9,29 т НСПАВ, 10,56 нефтепродуктов, 0,51 фенолов, 2585,76 БПК_{полное}, 2896,30 взвешенных веществ, 383,45 сухого остатка, 0,52 жиров природного происхождения, 8,54 таннидов, 445082,61 сульфатов, 3170294,99 хлоридов, 135,07 фосфатов по фосфору, 596,91 аммония, 2378,56 нитратов, 31,64 нитритов, 960,97 кальция, 11,11 бора, 47,08

железа, 3,70 алюминия, 2,48 марганца, 2,76 цинка; в кг: 0,11 кадмия, 932,29 меди, 273,23 никеля и 17,68 кг свинца.

Существенный вклад в загрязнение прибрежной зоны залива Петра Великого вносят реки Раздольная с притоками Комаровка и Раковка, а также реки Артёмовка, Партизанская, Рудная и Объяснения. В реку Раздольная с притоками с недостаточно-очищенными и загрязненными сточными водами города Уссурийска и Октябрьского муниципального района (МУП "Уссурийск-Водоканал", КГУП "Приморский водоканал", АО "ННК-Приморнефтепродукт", АО "Приморавтотранс") поступило (т): СПАВ 3,12, азот аммонийный 58,17, БПК_{полн} 244,04, железо 2,50, медь 0,32, взвешенные вещества 1000,78 т. Река Партизанская с притоками принимает недостаточно очищенных и загрязненных сточных вод города Партизанска. В водоток со сточными водами предприятий (АО "Восточный Порт", КГУП "Примтеплоэнерго", базы отдыха) поступило (т): СПАВ 0,75, аммонийный азот 0,028, БПК_{полн} 56,49, железо 11,67, взвешенные вещества 30,27 т.

В 2023 г. исследования гидрохимических параметров и уровня загрязнения морских вод и донных отложений прибрежной зоны Японского моря (за исключением Татарского пролива, см. раздел 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 216 проб вокруг г. Владивостока в бухтах Золотой Рог (5 станций), Диомид (1) и в проливе Босфор Восточный (3) проводился на катере Nimbus ФГБУ «Приморское УГМС» в мае, августе и октябре; а в крупных заливах Амурском (9) и Уссурийском (9) в июне и сентябре-октябре, в заливе Находка (12 станций) в июне, августе и октябре на э/с «Атлас» ДВНИГМИ. Загрязнение донных отложений исследовали в мае-июне и августе-октябре на 31 станции (108 проб), а анализ гранулометрического состава выполнен в сентябре и октябре. Программа наблюдений в морской воде включала мониторинг показателей естественного гидролого-гидрохимического режима (температура, соленость, прозрачность по диску Секки, водородный показатель pH), измерение концентрации взвешенных веществ, растворенного кислорода, органических веществ по БПК₅, биогенных веществ, а также загрязняющих веществ (ЗВ): нефтяных углеводородов (НУ), фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) и тяжелых металлов (ТМ). В донных отложениях контролировалось содержание НУ, фенолов, ТМ и хлорорганических соединений (ХОС): пестицидов групп ДДТ, ГХЦГ, альдрина и полихлорированных бифенилов (ПХБ). Обработка проб проводилась в соответствии со

стандартными методическими руководствами. Оценка степени загрязнения морских вод выполнена в соответствии с утвержденными нормативами ПДК-2016. Концентрация ЗВ в донных отложениях сравнивалась с критериями экологической оценки загрязнённости грунтов по Neue Niederlandische 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/дм^3 , абсолютного содержания кислорода и БПК₅ – $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$, нефтяных углеводородов и взвешенных частиц – мг/дм^3 . В донных отложениях для концентрации фенолов и тяжелых металлов – мкг/г сухого остатка, нефтяных углеводородов – мг/г сухого остатка.

11.3. Бухта Золотой Рог

Бухта Золотой Рог - длинная узкая бухта к северу от пролива Босфор Восточный, по берегам которой расположен город Владивосток. Здесь находятся торговый и рыбный порты, судоремонтные заводы и часть Тихоокеанского флота. Площадь поверхности бухты 4,44 км^2 . Золотой Рог защищен от волн и практически всех ветров, кроме штормовых. Северо-западный берег бухты холмистый, а южный - обрывистый и приглубый. Северный и восточный берега возвышенные, местами обрывистые и окаймленные узкой низкой прибрежной полосой, искусственно выровненной для портовых сооружений. Глубины на входе в бухту Золотой Рог составляют 20-27 м. По мере продвижения к вершине бухты глубина снижается. Грунты в бухте илистые. В вершине бухты находится устье реки Обьяснения.

Летом над акваторией преобладают южные и юго-восточные ветры, часты дожди и туманы, наблюдающиеся здесь с апреля по август. Наибольшей частоты туманы достигают в июне-июле. Осенью и зимой здесь дуют преимущественно северные и северо-западные ветры, скорость которых достигает 6-8 м/с и более. При этом холодные ветры сопровождаются сухой и ясной погодой, значительным понижением температуры и повышением атмосферного давления.

Приливы в бухте Золотой Рог неправильные полусуточные. Бухта не замерзает даже в сильные морозы, поскольку в нее, с одной стороны, осуществляется сброс теплых вод с ТЭЦ-2, с другой – сказывается интенсивность судоходства.

В 2024 г. гидролого-гидрохимические исследования за состоянием акватории бухты Золотой Рог осуществлялись 23 мая, 24 июля и 31 октября на пяти станциях ГНС – №№1,7,11,12 и 14 (рис.11.1). Температура воды весной изменялась от 6,2 $^{\circ}\text{C}$ в придонном горизонте на входе в бухту до 25,4 $^{\circ}\text{C}$ на поверхности в кутовой части, летом аналогично – 12,1-27,4 $^{\circ}\text{C}$, а осенью – 3,5-14,1 $^{\circ}\text{C}$. Соленость в течение

года изменялась в пределах 25,71-31,18%, средняя величина составила 29,74‰. Минимум отмечен в устье реки Обьяснения в летний период, максимум – на входе в бухту в придонном горизонте. Значения водородного показателя варьировали в пределах 7,75-8,4 ед.рН, в среднем 8,09 ед.рН. Минимум зафиксирован в устье реки, максимум – на ст.№12. Средняя концентрация взвешенных веществ составила 7,8 мг/дм³, что ниже норматива, но выше предыдущего года. При этом, разброс значений достаточно высок – от 2 мг/дм³ на входе в бухту до 18,2 мг/дм³ в месте впадения реки.



Рис. 11.1. Схема расположения станций мониторинга в бухтах Золотой Рог, Диомид, Улисс и проливе Босфор Восточный

Биогенные вещества (мкг/дм³). Содержание фосфатов $P-PO_4$ изменялось от 14,9 до 66,2, в среднем составляя 29,9, общего фосфора P_{total} – от 17,8 до 78,2, в среднем - 39,3. Минимальные значения всех форм фосфора зафиксированы в осеннюю съемку в устье реки Обьяснения, максимальные – в летнюю на ст.№11. Концентрация силикатов $Si-SiO_2$ варьировала в диапазоне 164-1206. И минимум, и максимум зафиксированы летом на ст.№12 (придонный горизонт) и №11 (поверхностный горизонт) соответственно. Содержание соединений азота находилось в следующих пределах: аммонийный азот $N-NH_4$ – от 11,3 до 486,6, в среднем 114,4, нитритный азот $N-NO_2$ – от 2,7 до 189,6, в среднем 18,0, нитратный азот $N-NO_3$ – от 4,3 до 85,2, в среднем 19,6, и общий азот N_{total} – от 315 до 2488, в среднем

705 мкг/дм³. Наибольшие концентрации всех форм азота зафиксированы в кутовой части бухты близ устья реки: максимум нитратов здесь отмечен весной, нитритов, аммонийного и общего азота – летом. Максимальная концентрация нитритов (в пересчете на азот) превысила ПДК в 7,9 раз. За исключением нитритов, основные гидролого-гидрохимические показатели в 2024 г. соответствовали средним многолетним значениям.

Органические загрязняющие вещества. В 2024 г. содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ колебалось в пределах от 1,9 летом до 4,0 весной, средняя находилась на уровне 2,88 мгО₂/дм³, превышая ПДК в 1,4 раза. Максимальные значения БПК₅, составляющие 1,9ПДК, зафиксированы в центральной части бухты (ст.№№ 7, 11 и 12). Среднее содержание нефтяных углеводородов сократилось по сравнению с предыдущим годом и составило 0,02 мг/дм³ (рис. 11.3). Превышение ПДК было зафиксировано только в одной пробе в вершине бухты – 0,1 мг/дм³ (или 2 ПДК). Концентрация фенолов варьировала от 1,0 до 2,0, среднее находилось на уровне 1,5 мг/дм³, что несколько ниже предыдущего года. В подавляющем большинстве проб было отмечено превышение ПДК по фенолам (рис. 11.4). Максимум был более 2 ПДК и отмечен весной на ст.№11. Содержание СПАВ (АПАВ) находилось в диапазоне 42-592, в среднем по бухте – 148 мкг/дм³. Это выше ПДК почти в полтора раза, но заметно ниже, чем годом ранее (рис. 11.5). Наибольшие значения СПАВ зафиксированы в кутовой и центральной частях бухты.

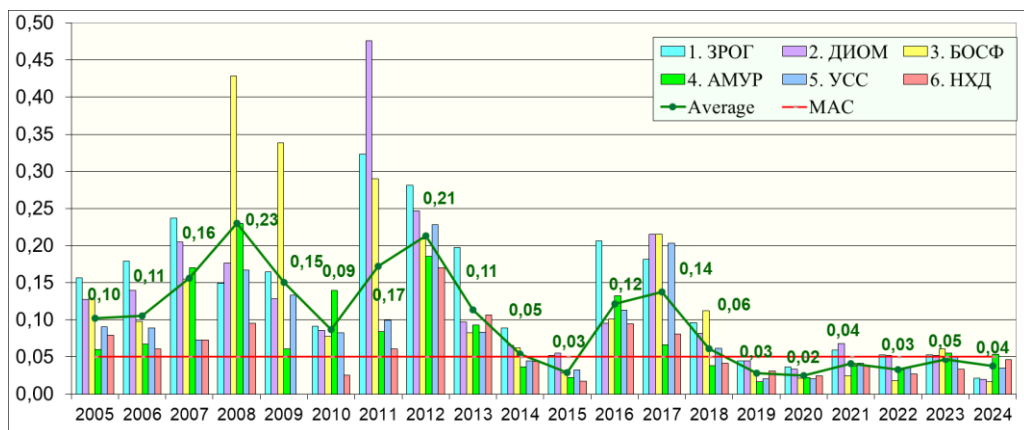


Рис. 11.3. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах различных районов залива Петра Великого Японского моря. 1 – бухта Золотой Рог, 2 – бухта Диомид, 3 – пролив Босфор Восточный, 4 – Амурский залив, 5 – Уссурийский залив, 6 – залив Находка.

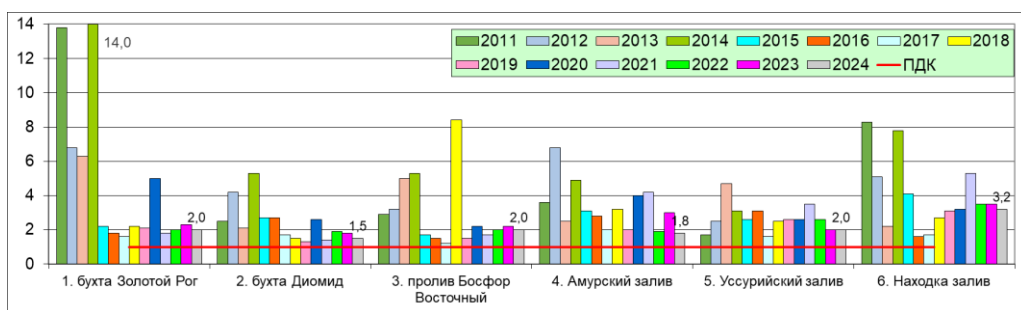


Рис. 11.4. Динамика максимальной концентрации фенолов (мкг/дм^3) в водах отдельных районов залива Петра Великого Японского моря в 2011–2024 гг.

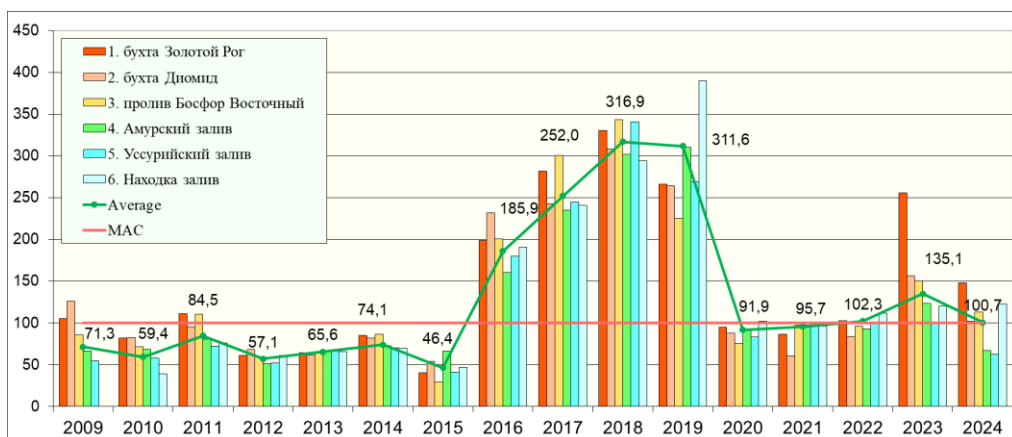


Рис. 11.5. Межгодовая динамика средней концентрации поверхностно-активных веществ (мкг/дм^3) в водах залива Петра Великого Японского моря в 2009–2024 гг.

Тяжелые металлы. Средние годовые концентрации всех тяжелых металлов в воде не превышали ПДК и заметно сократились по сравнению с прошлым годом (табл. 11.2). Отмечены единичные превышения ПДК: по ртути (4ПДК) в одной пробе на станции №12, а также цинку (3,01ПДК) и меди (1,02ПДК) на станции №1.

Таблица 11.2. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм^3) в водах бухты Золотой Рог в 2012–2024 гг.

| | Cu | Pb | Cd | Ni | Zn | Mn | Fe | Hg |
|---------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Средняя | 1,24 | 0,22 | 0,31 | 0,44 | 7,16 | 19,59 | 76,6 | 0,010 |
| | 0,80 | 0,21 | 0,23 | 0,37 | 6,03 | 5,77 | 28,23 | 0,001 |
| | 1,56 | 0,59 | 0,23 | 1,61 | 22,69 | 10,87 | 35,00 | 0,023 |
| | 1,60 | 0,24 | 0,19 | 0,78 | 19,12 | 5,67 | 33,90 | 0,026 |
| | 1,82 | 0,56 | 1,28 | 0,54 | 9,07 | 5,98 | 24,70 | 0,041 |

| | Cu | Pb | Cd | Ni | Zn | Mn | Fe | Hg |
|-----------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | 1,64 | 0,32 | 0,84 | 0,79 | 17,04 | 2,04 | 55,66 | 0,035 |
| | 1,58 | 2,18 | 0,29 | 0,62 | 13,94 | 0,92 | 36,56 | 0,034 |
| | 0,66 | 0,03 | 0,01 | 0,37 | 3,65 | 1,55 | 25,55 | 0,034 |
| | 1,90 | 0,08 | 0,04 | 1,19 | 11,41 | 6,22 | 22,6 | 0,015 |
| | 1,11 | 0,20 | 0,05 | 0,53 | 4,43 | 3,42 | - | 0,015 |
| | 2,42 | 1,44 | 0,19 | 3,29 | 52,12 | 3,64 | 35,59 | 0,058 |
| | 3,04 | 1,63 | 0,11 | 1,65 | 38,53 | 2,10 | 51,51 | 0,023 |
| | 1,87 | 0,07 | 0,03 | 0,45 | 20,53 | 0,39 | 2,54 | 0,081 |
| Максимальная | 6,3 | 1,2 | 5,5 | 1,4 | 31 | 73 | 624 | 0,12 |
| | 2,3 | 0,7 | 1,9 | 1 | 55 | 29 | 220 | 0,01 |
| | 4,9 | 7,9 | 2,2 | 7,3 | 100 | 103 | 181 | 0,34 |
| | 6,1 | 2,1 | 0,7 | 6 | 61 | 33 | 99 | 0,09 |
| | 4,7 | 2,3 | 16 | 2,3 | 23 | 36 | 47 | 0,16 |
| | 3,9 | 3,2 | 3,5 | 1,5 | 112 | 12 | 214 | 0,1 |
| | 4,2 | 9,9 | 0,8 | 1,7 | 37,5 | 3,3 | 193 | 0,09 |
| | 2,1 | 0,3 | 0,1 | 2 | 9,6 | 35,5 | 142,6 | 0,06 |
| | 5,6 | 0,4 | 0,5 | 5,5 | 27,2 | 59,6 | 221,6 | 0,04 |
| | 1,9 | 0,8 | 1,4 | 5,8 | 12,8 | 32,7 | - | 0,06 |
| | 4,8 | 5,1 | 0,7 | 24,6 | 158,7 | 23,5 | 262,5 | 0,44 |
| | 6,2 | 3,7 | 0,2 | 3,8 | 81,1 | 13,7 | 162,0 | 0,23 |
| | 5,1 | 0,2 | 0,2 | 2,6 | 150,6 | 1,9 | 7,7 | 0,40 |
| ПДК средняя | 0,25 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,14 | 0,39 | 1,53 | 0,10 |
| | 0,16 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,12 | 0,12 | 0,56 | 0,01 |
| | 0,31 | 0,06 | 0,02 | 0,16 | 0,45 | 0,22 | 0,70 | 0,23 |
| | 0,32 | 0,02 | 0,02 | 0,08 | 0,38 | 0,11 | 0,68 | 0,26 |
| | 0,36 | 0,06 | 0,13 | 0,05 | 0,18 | 0,12 | 0,49 | 0,41 |
| | 0,33 | 0,03 | 0,08 | 0,08 | 0,34 | 0,04 | 1,11 | 0,35 |
| | 0,32 | 0,22 | 0,03 | 0,06 | 0,28 | 0,02 | 0,73 | 0,34 |
| | 0,13 | 0,00 | <0,01 | 0,04 | 0,07 | 0,03 | 0,51 | 0,34 |
| | 0,38 | 0,01 | <0,01 | 0,12 | 0,23 | 0,12 | 0,45 | 0,15 |
| | 0,22 | 0,02 | 0,01 | 0,05 | 0,09 | 0,07 | - | 0,15 |
| | 0,48 | 0,14 | 0,02 | 0,33 | 1,04 | 0,07 | 0,71 | 0,58 |
| | 0,61 | 0,16 | 0,01 | 0,17 | 0,77 | 0,04 | 1,03 | 0,23 |
| | 0,37 | 0,01 | 0,00 | 0,04 | 0,41 | 0,01 | 0,05 | 0,81 |
| ПДК макси мальн | 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 |

| | Cu | Pb | Cd | Ni | Zn | Mn | Fe | Hg |
|--|-------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 0,98 | 0,79 | 0,22 | 0,73 | 2,00 | 2,06 | 3,62 | 3,40 |
| | 1,22 | 0,21 | 0,07 | 0,60 | 1,22 | 0,66 | 1,98 | 0,90 |
| | 0,94 | 0,23 | 1,60 | 0,23 | 0,46 | 0,72 | 0,94 | 1,60 |
| | 0,78 | 0,32 | 0,35 | 0,15 | 2,24 | 0,24 | 4,28 | 1,00 |
| | 0,84 | 0,99 | 0,08 | 0,17 | 0,75 | 0,07 | 3,86 | 0,90 |
| | 0,42 | 0,03 | 0,01 | 0,20 | 0,19 | 0,71 | 2,85 | 0,60 |
| | 1,12 | 0,04 | 0,05 | 0,55 | 0,54 | 1,19 | 4,43 | 0,40 |
| | 0,38 | 0,08 | 0,14 | 0,58 | 0,26 | 0,65 | - | 0,60 |
| | 0,96 | 0,51 | 0,07 | 2,46 | 3,17 | 0,47 | 5,25 | 4,40 |
| | 1,24 | 0,37 | 0,02 | 0,38 | 1,62 | 0,27 | 3,24 | 2,30 |
| | 1,02 | 0,02 | 0,02 | 0,26 | 3,01 | 0,04 | 0,15 | 4,00 |

Кислородный режим. Концентрация растворенного в воде кислорода изменялась в диапазоне 4,53-8,96 мг/дм³ или 65,1-121,8%. Среднее значение составило 7,65 мг/дм³ (88% насыщения). Наименьшее содержание кислорода наблюдалось близ устья реки, наибольшие – в центральной части бухты в летний период, что обусловлено цветением фитопланктона. Значение ниже ПДК (4,53 мг/дм³) отмечено в единственной пробе. По сравнению с несколькими предыдущими годами минимум растворенного кислорода понизился (табл. 11.1, рис. 11.2).

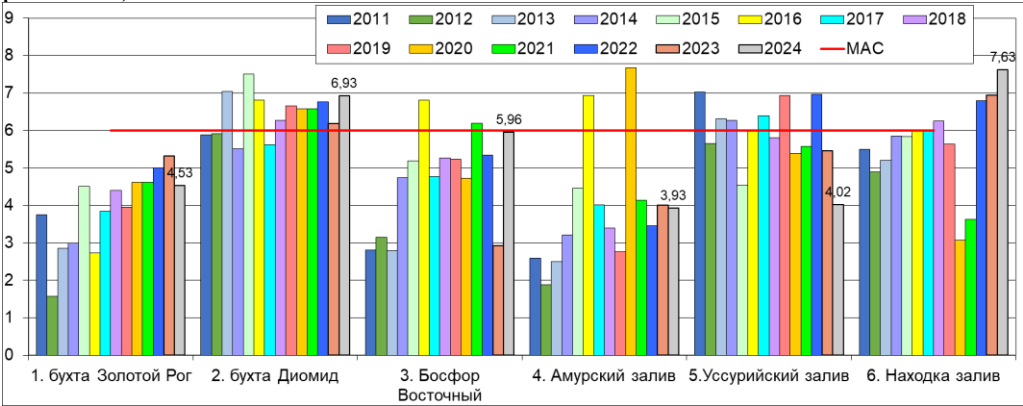


Рис. 11.2. Динамика минимальной концентрации растворенного в воде кислорода (мгО₂/дм³) в отдельных районах залива Петра Великого Японского моря в 2011–2024 гг.

В 2024 г. ИЗВ, рассчитанный по четырем показателям (фенолы, СПАВ, БПК₅ и растворенный в воде кислород), снизился по сравнению с предыдущим годом с 1,85 до 1,29 (табл. 11.3, рис. 11.6). Таким

образом, качество вод бухты Золотой Рог повысилось до IV класса «загрязненные».

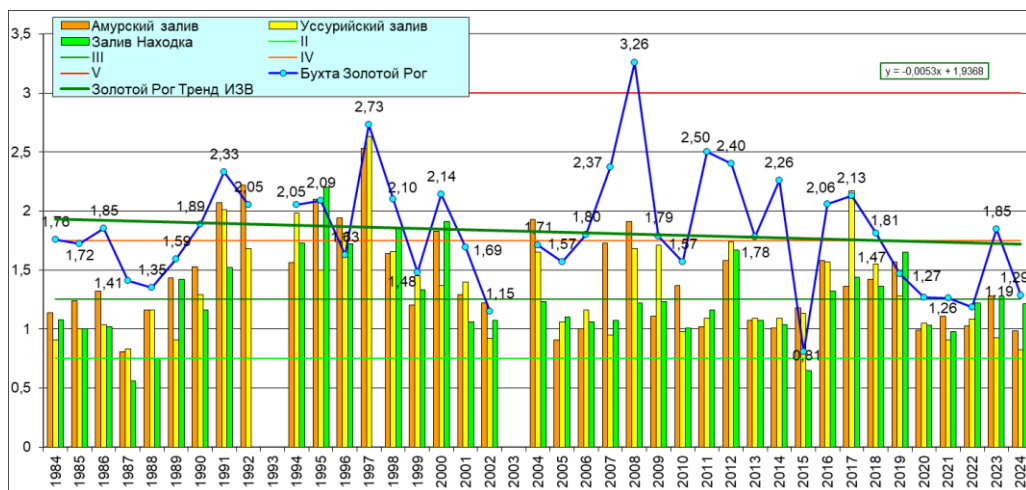


Рис. 11.6. Динамика индекса загрязненности вод (ИЗВ) в различных частях залива Петра Великого и бухты Золотой Рог в 1984–2024 годах

Донные отложения. Исследования донных отложений в 2024 г. проводились в мае и в конце октября. Пробоотбор осуществлялся на пяти станциях, всего было проанализировано 10 проб. Гранулометрический состав донных отложений весной был представлен частицами размером от 0,001 до 5,0, осенью - 0,001-2,0 мм. В обе съемки преобладали фракции 0,01-0,02 мм. Содержание нефтяных углеводородов находилось в диапазоне 0,36-7,94, в среднем – 4,15 мг/г сухого остатка, что согласно зарубежным нормам превышает ДК в 83 раза. Превышения ДК зафиксированы во всех пробах. Максимум отмечен на ст.№7 в центральной части бухты. Тем не менее, наблюдается тенденция снижения значений НУ в донных отложениях по сравнению с данными предыдущих лет (рис. 11.7). Концентрация фенолов варьировала от 3,1 до 11,0, средняя составила 6,96 мкг/г сухого остатка. Максимум фенолов зафиксирован на ст.№11.

| | Cu | Pb | Cd | Co | Ni | Zn | Mn | Fe | Cr | Hg |
|------------------|--------------|-------------|--------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-----------|-------------|--------------|
| | 108,00 | 129,73 | 1,91 | 4,57 | 14,77 | 272,69 | 127,59 | 20850 | 32,75 | 1,041 |
| | 113,64 | 130,85 | 1,86 | 3,70 | 10,62 | 266,35 | 129,30 | 14721 | 32,39 | 1,005 |
| | 131,75 | 100,31 | 1,58 | 4,01 | 11,58 | 301,54 | 165,00 | 16186 | 37,23 | 0,996 |
| | 147,51 | 156,26 | 1,91 | 3,49 | 9,48 | 334,84 | 162,30 | 22672 | 40,35 | 0,873 |
| Максимальная | 275,0 | 274,0 | 3,9 | 7,2 | 15,0 | 559,0 | 458,0 | 38760 | 59,0 | 1,32 |
| | 242,0 | 368,0 | 3,7 | 5,8 | 20,0 | 612,0 | 388,0 | 35957 | 68,0 | 1,84 |
| | 310,0 | 273,0 | 4,6 | 6,8 | 21,0 | 678,0 | 207,0 | 34982 | 59,0 | 1,50 |
| | 280,0 | 439,0 | 6,2 | 14,0 | 32,0 | 611,0 | 321,0 | 35161 | 130,0 | 5,27 |
| | 161,0 | 181,0 | 3,6 | 6,8 | 18,0 | 441,0 | 522,0 | 30735 | 87,0 | 1,84 |
| | 416,0 | 351,0 | 9,3 | 6,0 | 16,0 | 832,0 | 294,0 | 27690 | 25,0 | 2,07 |
| | 493,2 | 519,9 | 4,4 | 6,9 | 18,0 | 977,2 | 389,3 | 29162 | 74,0 | 2,69 |
| | 368,9 | 425,7 | 5,1 | 5,6 | 63,6 | 808,0 | 349,2 | 31555 | 48,4 | 0,60 |
| | 322,6 | 276,6 | 5,6 | 7,8 | 27,2 | 648,5 | 273,9 | 31985 | 62,0 | 2,90 |
| | 258,8 | 276,4 | 4,1 | 6,1 | 21,1 | 560,3 | 208,5 | 35708 | 50,9 | 2,23 |
| | 273,3 | 263,8 | 3,8 | 5,1 | 12,7 | 565,5 | 195,1 | 17226 | 51,3 | 2,85 |
| | 365,9 | 241,7 | 4,1 | 5,6 | 15,4 | 587,8 | 256,0 | 35540 | 194,5 | 1,81 |
| | 329,2 | 300,1 | 4,5 | 4,7 | 11,5 | 597,6 | 254,0 | 25346 | 58,6 | 1,61 |
| ПДК средняя | 3,80 | 1,57 | 2,01 | 0,24 | 0,38 | 2,33 | | | 0,39 | 2,42 |
| | 3,79 | 1,67 | 2,39 | 0,22 | 0,43 | 2,42 | | | 0,39 | 1,53 |
| | 3,47 | 1,42 | 2,58 | 0,20 | 0,40 | 2,09 | | | 0,38 | 2,62 |
| | 4,28 | 2,30 | 4,68 | 0,30 | 0,60 | 2,72 | | | 0,76 | 5,13 |
| | 2,57 | 1,09 | 2,38 | 0,21 | 0,33 | 2,04 | | | 0,38 | 2,26 |
| | 4,17 | 1,98 | 3,51 | 0,22 | 0,36 | 2,73 | | | 0,17 | 3,58 |
| | 5,48 | 2,35 | 2,78 | 0,25 | 0,38 | 3,39 | | | 0,45 | 3,76 |
| | 4,82 | 2,07 | 1,88 | 0,22 | 0,95 | 3,54 | | | 0,32 | 0,93 |
| | 3,78 | 1,73 | 3,09 | 0,26 | 0,40 | 2,46 | | | 0,37 | 4,33 |
| | 3,09 | 1,53 | 2,39 | 0,23 | 0,42 | 1,95 | | | 0,33 | 3,47 |
| | 3,25 | 1,54 | 2,33 | 0,19 | 0,30 | 1,90 | | | 0,32 | 3,35 |
| | 3,76 | 1,18 | 1,97 | 0,20 | 0,33 | 2,15 | | | 0,37 | 3,32 |
| ПДК максимальная | 4,21 | 1,84 | 2,39 | 0,17 | 0,27 | 2,39 | | | 0,40 | 2,91 |
| | 7,86 | 3,22 | 4,88 | 0,36 | 0,43 | 3,99 | | | 0,59 | 4,40 |
| | 6,91 | 4,33 | 4,63 | 0,29 | 0,57 | 4,37 | | | 0,68 | 6,13 |
| | 8,86 | 3,21 | 5,75 | 0,34 | 0,60 | 4,84 | | | 0,59 | 5,00 |
| | 8,00 | 5,16 | 7,75 | 0,70 | 0,91 | 4,36 | | | 1,30 | 17,57 |
| | 4,60 | 2,13 | 4,50 | 0,34 | 0,51 | 3,15 | | | 0,87 | 6,13 |
| | 11,89 | 4,13 | 11,63 | 0,30 | 0,46 | 5,94 | | | 0,25 | 6,90 |
| | 14,09 | 6,12 | 5,50 | 0,35 | 0,51 | 6,98 | | | 0,74 | 8,97 |
| | 10,54 | 5,01 | 6,38 | 0,28 | 1,82 | 5,77 | | | 0,48 | 2,00 |
| | 9,22 | 3,25 | 7,00 | 0,39 | 0,78 | 4,63 | | | 0,62 | 9,67 |
| | 7,39 | 3,25 | 5,13 | 0,31 | 0,60 | 4,00 | | | 0,51 | 7,43 |
| | 7,81 | 3,10 | 4,75 | 0,26 | 0,36 | 4,04 | | | 0,51 | 9,50 |
| | 10,45 | 2,84 | 5,13 | 0,28 | 0,44 | 4,20 | | | 1,95 | 6,03 |
| | 9,41 | 3,53 | 5,63 | 0,24 | 0,33 | 4,27 | | | 0,59 | 5,37 |

* выделенные значения выше ДК.

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

11.4. Бухта Диомид

Бухта Диомид расположена между мысами Голдобина и Абросимова полуострова Черкавского в северной части залива Петра Великого в черте города Владивостока. Бухта защищена от всех ветров, за исключением юго-западных. Глубины на входе в бухту составляют 22-26 м, близ юго-восточного берега находится отмель с глубинами менее 2 м. Грунт дна илистый. В зимний период бухта не замерзает, поскольку образующийся ледовый покров разрушается судами. В 2024 г. гидрохимические наблюдения за состоянием акватории бухты Диомид проводились 23 мая, 24 июля и 31 октября на одной ст. №22 (рис. 11.1). Всего отобрано шесть проб.

Минимальная температура ($4,8^{\circ}\text{C}$) была зафиксирована в придонном горизонте осенью, максимальная ($23,7^{\circ}\text{C}$) летом на поверхности. Экстремумы солёности, наоборот: минимум ($28,42\text{‰}$) зафиксирован летом на поверхности, максимум ($30,95\text{‰}$) осенью на дне. Величина водородного показателя варьировала в диапазоне $7,93\text{--}8,29$ ед.рН, в среднем составляя $8,07$ ед.рН. Минимум был отмечен в придонном слое весной, максимум – в поверхностном осенью. Содержание взвешенных веществ изменялось от $4,8$ до $9,2/6,95$ мг/дм³ ($0,7$ ПДК).

Биогенные вещества (мкг/дм³). Содержание фосфатов P-PO_4 изменялось от $22,8$ до $50,7$, в среднем составляя $40,9$, общего фосфора P_{total} – от $54,4$ до $62,2$, в среднем – $57,7$, силикатов Si-SiO_3 – от $275\text{--}1032$, в среднем – 545 , аммонийного азота N-NH_4 – от $20,9$ до $124,0$, в среднем $47,1$, нитритов N-NO_2 – от $2,8$ до $10,2$, в среднем $5,3$, нитратов N-NO_3 – от $8,5$ до $20,5$, в среднем $12,2$, и общего азота N_{total} – от 269 до 566 , в среднем 431 мкг/дм³. В целом, основные гидролого-гидрохимические показатели в 2024 г. соответствовали средним многолетним значениям.

Органические загрязняющие вещества. Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ изменялось в пределах от $4,0$ весной до $1,76$ осенью, среднегодовое значение $3,07$ мгО₂/дм³. За исключением одной пробы, везде наблюдалось превышение норматива. Тем не менее, по сравнению с предыдущим годом наметилась тенденция к его уменьшению. Концентрация нефтяных углеводородов варьировала в пределах $0,01\text{--}0,03$, средняя составила $0,02$ мг/дм³. По сравнению с предыдущими годами в 2024 г. содержание НУ в бухте сократилось, а превышение ПДК не отмечено (рис. 11.3). Концентрация фенолов также несколько сократились по сравнению с предыдущим периодом, изменяясь от $1,3$ до $1,5$ мг/дм³ и по-прежнему превышая ПДК (табл. 11.1, рис. 11.4). Содержание СПАВ было в диапазоне $45\text{--}172$, среднегодовое находилось на уровне норматива (102 мкг/дм³), (рис. 11.5). Превышения норматива до $1,72$ ПДК зафиксированы только в летнюю съемку.

Тяжелые металлы. Содержание в воде всех исследуемых тяжелых металлов (Pb, Cu, Cd, Ni, Hg, Zn, Fe и Mn) сократилось по сравнению с 2022 и 2023 годами и ни в одной из проб не превысило ПДК (табл. 11.1).

Кислородный режим. Среднегодовая концентрация растворенного в воде кислорода составила 7,97 мгО₂/дм³ или 90,3% насыщения. Абсолютный максимум (8,95) зафиксирован на придонном горизонте в осеннюю съемку, абсолютный минимум (6,93) – летом в придонном слое. При этом относительный максимум (104,5%), напротив, отмечен летом в поверхностном слое, а минимум (84,7%) – весной в придонном. Несмотря на имеющий место дефицит кислорода, значений ниже ПДК выявлено не было (рис. 11.2). В 2024 г. ИЗВ, рассчитанный по четырем показателям (БПК₅, фенолы, СПАВ и растворенный в воде кислород), составил 1,15. Это значение ниже, чем в 2023 (1,54) и 2022 (1,18) годах (табл. 11.3), что позволяет классифицировать состояние вод III классом, «умеренно загрязненные».

Донные отложения. Исследования донных отложений в 2024 г. проводились дважды – в мае и в конце октября. Пробоотбор осуществлялся на одной станции, всего было проанализировано 2 пробы. Гранулометрический состав донных отложений был представлен частицами размером от 0,005 до 2,0 мм, весной преобладали фракции 0,5-2,0 мм, осенью – 0,01-0,2 мм. Среднее содержание нефтяных углеводородов находилось на уровне предыдущего года и составило 3,46 мг/г (рис. 11.6). Данное значение в 69 раз превышает допустимую концентрацию, установленную зарубежными нормативами. Средняя концентрация фенолов увеличилась по сравнению с предыдущим годом и составила 11,9 мкг/г.

Содержание тяжелых металлов (мкг/г сухого остатка) в донных отложениях находилось в следующих пределах: медь Cu – от 669 до 771, в среднем – 720,3; свинец Pb 208-283/245,6; кадмий Cd 3,2-5,7/4,45; кобальт Co 5,1, никель Ni 21,0-21,8/21,4; цинк Zn 1088-1158/1123,2; марганец Mn 243-356/299,5; железо Fe 39 597-41 719/40 658; хром Cr 126-296/211,35 и ртуть Hg 0,61-1,47/1,04 мкг/г. За исключением кобальта и никеля, концентрация всех тяжелых металлов в 2024 г. была выше средних многолетних. Превышения ДК были отмечены для всех показателей (табл. 11.5).

Таблица 11.5. Средняя и максимальная концентрации тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях бухты Диомид в 2012-2024 гг.

| | Cu | Pb | Cd | Co | Ni | Zn | Mn | Fe | Cr | Hg |
|---------|--------|--------|------|------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|
| Средняя | 360,50 | 245,00 | 1,45 | 4,15 | 15,00 | 877,50 | 169,00 | 37401 | 194,50 | 0,320 |
| | 185,00 | 111,00 | 2,20 | 3,00 | 11,50 | 324,50 | 128,00 | 26080 | 76,00 | 0,150 |

| | Cu | Pb | Cd | Co | Ni | Zn | Mn | Fe | Cr | Hg |
|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------|-------|-------------|-------------|
| | 195,00 | 129,00 | 2,23 | 4,47 | 12,33 | 386,33 | 290,67 | 28869 | 54,00 | 0,433 |
| | 487,50 | 182,50 | 5,85 | 3,10 | 27,50 | 765,00 | 229,50 | 32195 | 313,00 | 1,120 |
| | 638,50 | 350,50 | 3,75 | 15,05 | 42,00 | 2202,00 | 860,00 | 37838 | 359,50 | 0,545 |
| | 1231,00 | 224,50 | 4,30 | 8,20 | 77,50 | 1367,50 | 337,00 | 35998 | 66,00 | 1,265 |
| | 546,20 | 323,95 | 4,90 | 5,65 | 19,70 | 1115,35 | 205,00 | 31535 | 27,35 | 1,225 |
| | 963,80 | 251,00 | 4,20 | 7,50 | 54,30 | 1543,75 | 392,70 | 42373 | 218,45 | 0,395 |
| | 461,55 | 260,90 | 5,05 | 5,15 | 20,30 | 638,50 | 185,10 | 40512 | 183,95 | 1,750 |
| | 446,40 | 249,45 | 3,90 | 6,10 | 20,75 | 334,95 | 165,35 | 32818 | 139,55 | 2,090 |
| | 511,05 | 214,40 | 3,30 | 4,75 | 19,35 | 776,20 | 205,00 | 14626 | 112,25 | 1,885 |
| | 104,65 | 112,70 | 1,40 | 3,30 | 9,80 | 270,95 | 117,50 | 17507 | 27,55 | 1,220 |
| | 720,25 | 245,60 | 4,45 | 5,10 | 21,40 | 1123,15 | 299,50 | 40658 | 211,35 | 1,040 |
| Максимальная | 504,0 | 369,0 | 2,7 | 5,2 | 19,0 | 1422,0 | 211,0 | 48487 | 309,0 | 0,36 |
| | 278,0 | 150,0 | 3,4 | 3,9 | 13,0 | 458,0 | 136,0 | 30579 | 111,0 | 0,17 |
| | 402,0 | 270,0 | 4,1 | 8,5 | 14,0 | 800,0 | 761,0 | 35324 | 84,0 | 0,94 |
| | 678,0 | 186,0 | 6,4 | 5,2 | 30,0 | 1088,0 | 279,0 | 32766 | 521,0 | 1,39 |
| | 1098,0 | 487,0 | 4,2 | 22,0 | 49,0 | 2633,0 | 1427,0 | 54941 | 468,0 | 0,57 |
| | 1473,0 | 249,0 | 4,8 | 11,0 | 135,0 | 1705,0 | 424,0 | 39079 | 68,0 | 1,31 |
| | 733,7 | 364,3 | 5,3 | 6,3 | 22,3 | 1703,8 | 233,7 | 32447 | 31,7 | 1,24 |
| | 1266,5 | 258,2 | 4,3 | 7,8 | 68,3 | 2056,8 | 445,4 | 42479 | 228,5 | 0,68 |
| | 604,1 | 299,7 | 5,1 | 6,0 | 26,1 | 837,8 | 202,3 | 48706 | 209,6 | 1,76 |
| | 457,5 | 282,8 | 4,3 | 6,4 | 24,4 | 646,4 | 172,2 | 35425 | 187,1 | 2,1 |
| | 560,3 | 216,1 | 3,9 | 4,8 | 20,1 | 1119,0 | 258,6 | 18595 | 126,3 | 2,01 |
| | 119,0 | 166,5 | 2,3 | 5,2 | 14,0 | 337,1 | 130,0 | 18880 | 40,4 | 1,8 |
| | 771,4 | 282,9 | 5,7 | 5,1 | 21,8 | 1158,4 | 356,0 | 41719 | 296,5 | 1,47 |
| ПДК средняя | 10,30 | 2,88 | 1,81 | 0,21 | 0,43 | 6,27 | | | 1,95 | 1,07 |
| | 5,29 | 1,31 | 2,75 | 0,15 | 0,33 | 2,32 | | | 0,76 | 0,50 |
| | 5,57 | 1,52 | 2,79 | 0,22 | 0,35 | 2,76 | | | 0,54 | 1,44 |
| | 13,93 | 2,15 | 7,31 | 0,16 | 0,79 | 5,46 | | | 3,13 | 3,73 |
| | 18,24 | 4,12 | 4,69 | 0,75 | 1,20 | 15,73 | | | 3,60 | 1,82 |
| | 35,17 | 2,64 | 5,38 | 0,41 | 2,21 | 9,77 | | | 0,66 | 4,22 |
| | 15,61 | 3,81 | 6,13 | 0,28 | 0,56 | 7,97 | | | 0,27 | 4,08 |
| | 27,54 | 2,95 | 5,25 | 0,38 | 1,55 | 11,03 | | | 2,18 | 1,32 |
| | 13,19 | 3,07 | 6,31 | 0,26 | 0,58 | 4,56 | | | 1,84 | 5,83 |
| | 12,75 | 2,93 | 4,88 | 0,31 | 0,59 | 2,39 | | | 1,40 | 6,97 |
| | 14,60 | 2,52 | 4,13 | 0,24 | 0,55 | 5,54 | | | 1,12 | 6,28 |
| | 2,99 | 1,33 | 1,75 | 0,17 | 0,28 | 1,94 | | | 0,28 | 4,07 |
| | 20,58 | 2,89 | 5,56 | 0,26 | 0,61 | 8,02 | | | 2,11 | 3,47 |

| | Cu | Pb | Cd | Co | Ni | Zn | Mn | Fe | Cr | Hg |
|------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| ПДК максимальная | 14,40 | 4,34 | 3,38 | 0,26 | 0,54 | 10,16 | | | 3,09 | 1,20 |
| | 7,94 | 1,76 | 4,25 | 0,20 | 0,37 | 3,27 | | | 1,11 | 0,57 |
| | 11,49 | 3,18 | 5,13 | 0,43 | 0,40 | 5,71 | | | 0,84 | 3,13 |
| | 19,37 | 2,19 | 8,00 | 0,26 | 0,86 | 7,77 | | | 5,21 | 4,63 |
| | 31,37 | 5,73 | 5,25 | 1,10 | 1,40 | 18,81 | | | 4,68 | 1,90 |
| | 42,09 | 2,93 | 6,00 | 0,55 | 3,86 | 12,18 | | | 0,68 | 4,37 |
| | 20,96 | 4,29 | 6,63 | 0,32 | 0,64 | 12,17 | | | 0,32 | 4,13 |
| | 36,19 | 3,04 | 5,38 | 0,39 | 1,95 | 14,69 | | | 2,29 | 2,27 |
| | 17,26 | 3,53 | 6,38 | 0,30 | 0,75 | 5,98 | | | 2,10 | 5,87 |
| | 13,07 | 3,33 | 5,38 | 0,32 | 0,70 | 4,62 | | | 1,87 | 7,00 |
| | 16,0 | 2,5 | 4,9 | 0,2 | 0,6 | 8,0 | | | 1,3 | 6,7 |
| | 3,40 | 2,0 | 2,9 | 0,3 | 0,4 | 2,4 | | | 0,4 | 6,0 |
| | 22,0 | 3,3 | 7,1 | 0,3 | 0,6 | 8,3 | | | 3,0 | 4,9 |

11.5. Пролив Босфор Восточный и бухта Улисс

Пролив Босфор Восточный в заливе Петра Великого отделяет полуостров Муравьёва-Амурского от островов Русского и Елены и соединяет Амурский залив с Уссурийским. Глубины в центральной части пролива составляют 26-38 м, в восточной увеличиваются до 42 м, а в западной - до 50 м. Бухта Улисс расположена на южном побережье города Владивосток. По форме она напоминает треугольник, с двумя концами, которые углубляются в сушу. Бухта выходит в пролив Босфор Восточный между мысами Острый и Назимова. В проливе Босфор Восточный наблюдаются постоянные поверхностные течения: вдоль южного берега из Амурского залива в Уссурийский, вдоль северного – в обратном направлении. Их средняя скорость в устьях пролива составляет 0,2-1,2 узла. Приливные течения здесь слабые. С конца декабря пролив Босфор Восточный и все вдающиеся в его берега бухты, за исключением Золотого Рога, покрываются льдом. Однако в восточной части пролива ледяной покров нестабилен из-за интенсивного движения судов и регулярной работы ледоколов.

В проливе Босфор Восточный в 2024 г. наблюдения проводились 23 мая, 24 июля и 31 октября на 3 станциях ГНС (рис. 11.1). Температура воды в проливе изменялась в пределах от 3,4 до 23,7 °С. Минимальные значения температуры отмечены осенью в придонном горизонте, максимальные – летом на поверхности. Соленость колебалась от 26,42 до 31,17‰, средняя составила 29,62‰. Минимальные значения солёности зафиксированы в летнюю съёмку на поверхностном горизонте, максимальные – в придонном во все три съёмки.

Водородный показатель был в пределах 7,96-8,33, среднегодовая составила 8,12 ед.рН. И максимум, и минимум были зафиксированы на ст.№18 – весной в придонном слое и осенью в поверхностном соответственно. Содержание взвешенных веществ находилось в пределах 2,4-18,0, в среднем – 5,92 мг/дм³. Превышение ПДК в 1,8 раз зафиксировано в одной пробе – на ст.№23 в придонном горизонте в осеннюю съемку.

Биогенные вещества (мкг/дм³). Содержание фосфатов $P-PO_4$ изменялось от 17,7 до 32,8 в среднем составляя 23,8, общего фосфора P_{total} – от 21,9 до 43,3, в среднем - 29,1. Минимальные значения всех форм фосфора зафиксированы в осеннюю съемку в придонном слое в бухте Улисс, максимальные – в придонном слое на станции №23 в летнюю и осеннюю съемки. Концентрация силикатов $Si-SiO_3$ варьировала в диапазоне 492-1511, в среднем – 947,2. И минимум, и максимум зафиксированы осенью в придонном горизонте на станциях №18 и №19 (бухта Улисс) соответственно. Содержание соединений азота находилось в следующих пределах: аммонийный азот $N-NH_4$ – от 16,4 до 133,0, в среднем 48,1, нитритный азот $N-NO_2$ – от 2,6 до 6,6, в среднем 4,7, нитратный азот $N-NO_3$ – от 3,2 до 72,0, в среднем 15,4, и общий азот N_{total} – от 294 до 1159, в среднем 539 мкг/дм³. Минимальные значения форм азота отмечены весной, максимальные – летом. Превышений ПДК зафиксировано не было. В 2024 г. все основные гидролого-гидрохимические показатели в проливе Босфор Восточный соответствовали средним многолетним значениям.

Органические загрязняющие вещества. В 2024 г. содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ варьировало от 1,85 до 4,04, среднегодовое составило 2,98 мгО₂/дм³. Минимальное значение было отмечено в поверхностном слое на станции №18 в осеннюю съемку, максимальное – в поверхностном слое на станции №23 в летнюю съемку. За исключением одной пробы, где был зафиксирован минимум БПК₅, везде наблюдалось превышение ПДК. Содержание нефтяных углеводородов в воде находилось в диапазоне от аналитического нуля до 0,04, среднее значение составило 0,02 мг/дм³, что ниже, чем в предшествующие годы (табл. 11.1, рис. 11.3). Превышений ПДК не наблюдалось. Концентрация фенолов варьировала от 1,0 до 2,0, среднее находилось на уровне 1,44 мг/дм³, что немного ниже, чем в предыдущем году. Тем не менее, в большинстве проб отмечено превышение ПДК по фенолам (рис. 11.4). Максимум, превышающий ПДК в 2 раза, отмечен весной в бухте Улисс (станция №19). Содержание СПАВ (АПАВ) колебалось в пределах 28-230, в среднем по акватории – 112,8 мкг/дм³, что несколько ниже, чем годом

ранее, но выше ПДК (рис. 11.5). Наибольшие значения СПАВ зафиксированы в осеннюю съемку.

Тяжелые металлы. Средние годовые концентрации всех исследуемых тяжелых металлов, за исключением цинка, в 2024 г. были ниже средних многолетних (табл. 11.6). Превышение ПДК до 1,5 раз зафиксировано только для ртути – в двух пробах (весной и летом) в поверхностном слое на ст.№23.

Таблица 11.6. Среднее и максимальное значение концентрации тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах пролива Босфор Восточный в 2012-2024 гг.

| | Cu | Pb | Cd | Ni | Zn | Mn | Fe | Hg |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|
| Средняя | 0,79 | 0,12 | 0,13 | 0,31 | 7,31 | 19,59 | 84,1 | 0,001 |
| | 0,63 | 0,17 | 0,25 | 0,31 | 5,67 | 4,41 | 27,61 | 0,000 |
| | 1,36 | 0,29 | 0,12 | 1,02 | 11,75 | 5,27 | 26,59 | 0,027 |
| | 3,12 | 0,10 | 0,16 | 0,69 | 26,73 | 3,83 | 27,00 | 0,022 |
| | 1,99 | 0,64 | 0,78 | 0,67 | 9,62 | 4,96 | 26,86 | 0,041 |
| | 1,71 | 0,29 | 0,96 | 1,10 | 18,21 | 4,62 | 62,30 | 0,037 |
| | 1,43 | 2,02 | 0,19 | 0,99 | 18,73 | 2,14 | 33,14 | 0,023 |
| | 0,73 | 0,19 | 0,04 | 0,49 | 6,57 | 2,59 | 29,73 | 0,017 |
| | 2,80 | 0,18 | 0,07 | 2,64 | 18,24 | 9,83 | 7,6 | 0,037 |
| | 1,02 | 0,21 | 0,03 | 0,40 | 4,27 | 2,04 | | 0,051 |
| | 3,66 | 1,85 | 0,12 | 2,28 | 36,16 | 2,50 | 29,90 | 0,045 |
| | 2,98 | 2,51 | 0,19 | 2,29 | 37,92 | 3,89 | 71,95 | 0,011 |
| | 1,37 | 0,09 | 0,01 | 0,58 | 17,48 | 1,14 | 4,55 | 0,052 |
| | | | | | | | | |
| Максимальная | 2,30 | 0,40 | 0,50 | 0,70 | 113,00 | 111,00 | 711,00 | 0,02 |
| | 1,40 | 0,80 | 5,60 | 0,50 | 118,00 | 46,00 | 302,00 | 0,00 |
| | 3,70 | 1,00 | 0,40 | 2,90 | 38,00 | 31,00 | 91,00 | 0,40 |
| | 55,00 | 0,50 | 0,40 | 6,50 | 301,00 | 13,00 | 45,00 | 0,05 |
| | 3,30 | 2,90 | 6,60 | 1,40 | 27,00 | 23,00 | 81,00 | 0,28 |
| | 5,20 | 0,80 | 3,80 | 2,80 | 89,00 | 43,00 | 155,00 | 0,10 |
| | 5,10 | 12,50 | 0,40 | 3,10 | 63,70 | 17,70 | 87,00 | 0,07 |
| | 3,70 | 1,60 | 0,50 | 2,00 | 42,10 | 20,30 | 187,80 | 0,04 |
| | 14,50 | 0,70 | 0,20 | 18,00 | 79,20 | 49,50 | 27,20 | 0,16 |
| | 3,40 | 0,90 | 0,60 | 0,80 | 10,50 | 10,60 | | 0,29 |
| | 20,6 | 5,3 | 0,4 | 12,8 | 123,5 | 14,6 | 273,9 | 0,32 |
| | 8,2 | 6,0 | 0,4 | 5,3 | 109,9 | 17,7 | 481,6 | 0,04 |
| | 4,3 | 0,5 | 0,1 | 4,0 | 40,2 | 8,5 | 18,0 | 0,15 |
| | | | | | | | | |
| ПДК средняя | 0,16 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,15 | 0,39 | 1,70 | 0,01 |
| | 0,13 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,11 | 0,09 | 0,55 | |
| | 0,27 | 0,03 | 0,01 | 0,10 | 0,24 | 0,11 | 0,53 | 0,27 |
| | 0,62 | 0,01 | 0,02 | 0,07 | 0,53 | 0,08 | 0,54 | 0,22 |

| | Cu | Pb | Cd | Ni | Zn | Mn | Fe | Hg |
|------------------|--------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | 0,40 | 0,06 | 0,08 | 0,07 | 0,19 | 0,10 | 0,54 | 0,41 |
| | 0,34 | 0,03 | 0,10 | 0,11 | 0,36 | 0,09 | 1,25 | 0,37 |
| | 0,29 | 0,20 | 0,02 | 0,10 | 0,37 | 0,04 | 0,66 | 0,23 |
| | 0,15 | 0,02 | <0,01 | 0,05 | 0,13 | 0,05 | 0,59 | 0,17 |
| | 0,56 | 0,02 | <0,01 | 0,26 | 0,36 | 0,20 | 0,15 | 0,37 |
| | 0,20 | 0,02 | <0,01 | 0,04 | 0,09 | 0,04 | | 0,51 |
| | 0,73 | 0,19 | 0,01 | 0,23 | 0,72 | 0,05 | 0,60 | 0,45 |
| | 0,60 | 0,25 | 0,02 | 0,23 | 0,76 | 0,08 | 1,44 | 0,11 |
| | 0,27 | 0,01 | 0,00 | 0,06 | 0,35 | 0,02 | 0,09 | 0,52 |
| ПДК максимальная | 0,46 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 2,26 | 2,22 | 14,20 | 0,20 |
| | 0,28 | 0,08 | 0,56 | 0,05 | 2,36 | 0,92 | 6,04 | |
| | 0,74 | 0,10 | 0,04 | 0,29 | 0,76 | 0,62 | 1,82 | 4,00 |
| | 11,00 | 0,05 | 0,04 | 0,65 | 6,02 | 0,26 | 0,90 | 0,50 |
| | 0,66 | 0,29 | 0,66 | 0,14 | 0,54 | 0,46 | 1,62 | 2,80 |
| | 1,04 | 0,08 | 0,38 | 0,28 | 1,78 | 0,86 | 3,10 | 1,00 |
| | 1,02 | 1,25 | 0,04 | 0,31 | 1,27 | 0,35 | 1,74 | 0,70 |
| | 0,74 | 0,16 | 0,05 | 0,20 | 0,84 | 0,41 | 3,76 | 0,40 |
| | 2,90 | 0,07 | 0,02 | 1,80 | 1,58 | 0,99 | 0,54 | 1,60 |
| | 0,68 | 0,09 | 0,06 | 0,08 | 0,21 | 0,21 | | 2,90 |
| | 4,12 | 0,53 | 0,04 | 1,28 | 2,47 | 0,29 | 5,48 | 3,20 |
| | 1,64 | 0,60 | 0,04 | 0,53 | 2,20 | 0,35 | 9,63 | 0,40 |
| | 0,86 | 0,05 | 0,01 | 0,40 | 0,80 | 0,17 | 0,36 | 1,50 |

Кислородный режим. Концентрация растворенного в воде кислорода изменялась в диапазоне 5,96-9,23 мгО₂/дм³ или 66,1-109,0%. Среднее значение составило 8,0 мгО₂/дм³ (88,5% насыщения), Абсолютный минимум кислорода был зафиксирован на ст.№23 в придонном горизонте в летний период, относительный – там же, но осенью. Максимум растворенного кислорода наблюдался на станции №19 в бухте Улисс: абсолютный осенью в придонном слое, относительный – летом на поверхности. Первый обусловлен низкой температурой воды, второй – цветением фитопланктона. Значение ниже ПДК (5,96 мг/дм³) отмечено в единственной пробе. По сравнению с предыдущими двумя годами минимум растворенного кислорода повысился (табл. 11.1, рис. 11.2). В 2024 г. ИЗВ, рассчитанный по четырем показателям (фенолы, БПК₅, СПАВ и растворенный в воде кислород), составил 1,18, что заметно ниже, чем в 2023 г., но несколько выше, чем в 2022 г. (табл. 11.3). Согласно ИЗВ качество вод пролива соответствует III классу, «умеренно загрязненные».

Донные отложения. Исследования донных отложений в 2024 г. проводились дважды – 23 мая и 31 октября. Отбор проб осуществлялся

на трех ст.№№ 18, 19 и 23. Всего было проанализировано 6 проб. Гранулометрический состав донных отложений весной был представлен частицами размером от 0,005 до 2,0, осенью - от 0,005 до 5,0 мм. В бухте Улисс преобладали более крупные фракции: весной – от 0,1 до 1, осенью – от 0,5 до 2 мм. Непосредственно в проливе весной преобладали фракции 0,05-0,5, осенью – 0,01-0,5 мм. Содержание нефтяных углеводородов варьировало в пределах 0,53-1,1, среднее составило 0,77 мг/г сухого остатка, что соответствует уровню предыдущего года (рис. 11.6). Среднее значение превышает зарубежный норматив ДК в 15,4 раза, максимальное – в 22 раза. Концентрация фенолов в пробах донных отложений изменялась от 4,3 до 7,8, в среднем составляя 5,65 мг/г с.о., что заметно выше значений предыдущего года. Максимум был зафиксирован весной на ст.№23.

Содержание **тяжелых металлов** (мкг/г сухого остатка) в донных отложениях находилось в следующих пределах: медь Cu – от 15,8 до 99,7, в среднем – 44,7; свинец Pb – от 25,1 до 112,2, в среднем – 67,0, кадмий Cd – от 0,2 до 1,0, в среднем – 0,52, кобальт Co – от 1,9 до 3,0, в среднем – 2,68, никель Ni – от 4,7 до 8,9, в среднем – 7,6, цинк Zn – от 54,5 до 218,3, в среднем – 113,2, марганец Mn – от 106 до 197, в среднем – 143,7, железо Fe – от 13 195 до 23 143, в среднем – 19 402, хром Cr – от 9,2 до 38,6, в среднем – 26,3, и ртуть Hg – от 0,1 до 0,85, в среднем – 0,36 мкг/г. Среднегодовая концентрация свинца и марганца в пробах донных отложений в 2024 г. были выше средних многолетних значений. Превышение допустимой концентрации (ДК) зафиксировано как для среднегодовых показателей (медь и ртуть), так и в отдельных пробах (свинец, кадмий и цинк), (табл. 11.7). В целом, качество донных отложений в проливе Босфор Восточный улучшилось по сравнению с предыдущим годом.

Таблица 11.7. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях пролива Босфор Восточный и бухты Улисс в 2012-2024 гг.

| | Cu | Pb | Cd | Co | Ni | Zn | Mn | Fe | Cr | Hg |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Средняя | 30,19 | 41,83 | 0,32 | 4,28 | 10,37 | 101,67 | 134,08 | 28593 | 23,67 | 0,940 |
| | 33,17 | 43,33 | 0,50 | 3,23 | 13,50 | 131,83 | 139,33 | 29525 | 27,67 | 0,182 |
| | 40,00 | 63,78 | 0,64 | 3,40 | 15,11 | 137,89 | 99,12 | 28094 | 29,22 | 0,296 |
| | 56,67 | 73,50 | 2,15 | 7,97 | 20,50 | 136,33 | 166,67 | 28822 | 67,17 | 0,697 |
| | 30,50 | 42,00 | 0,97 | 6,30 | 12,53 | 116,50 | 117,67 | 25852 | 27,83 | 0,233 |
| | 35,33 | 40,70 | 1,97 | 3,90 | 12,48 | 125,50 | 143,83 | 25229 | 12,83 | 0,475 |
| | 37,00 | 69,05 | 0,52 | 4,45 | 12,07 | 128,72 | 146,68 | 26767 | 28,43 | 0,425 |
| | 37,17 | 53,90 | 0,30 | 3,27 | 24,87 | 126,07 | 131,37 | 25213 | 22,17 | 0,185 |
| | 30,53 | 41,88 | 0,62 | 3,42 | 10,43 | 103,97 | 113,45 | 19018 | 21,97 | 0,287 |

| | Cu | Pb | Cd | Co | Ni | Zn | Mn | Fe | Cr | Hg |
|-----------------|---|---|---|--|--|--|---|---|---|--|
| | 33,78 29,93 161,98 44,70 | 64,23 51,40 136,25 66,98 | 0,37 0,23 1,13 0,52 | 3,65 3,27 4,86 2,68 | 10,62 7,90 13,93 7,62 | 79,05 93,83 271,04 113,15 | 91,60 109,38 187,88 143,67 | 12062 14274 24697 19402 | 20,47 19,93 59,93 26,25 | 0,668 0,430 0,411 0,363 |
| Максимальная | 64,0 54,0 54,0 79,0 51,0 51,0 59,1 56,9 46,1 52,1 35,7 795,9 99,7 | 71,0 55,0 167,0 125,0 65,0 57,0 114,5 87,8 62,3 128,5 61,8 472,3 112,2 | 0,8 0,8 0,8 3,4 1,3 7,4 0,8 0,6 1,1 0,7 0,4 3,8 1,0 | 5,2 3,7 6,0 14,0 11,0 4,8 4,9 3,7 4,9 4,6 3,6 6,9 3,0 | 14,0 17,0 20,0 27,0 17,0 16,0 14,0 49,5 13,1 12,0 9,8 21,7 8,9 | 179,0 224,0 231,0 200,0 170,0 146,0 169,4 160,0 136,1 113,5 124,1 915,4 218,3 | 177,0 174,0 184,0 194,0 161,0 183,0 174,0 163,7 134,0 113,2 135,3 288,0 197,0 | 34324 31887 49382 36457 29691 28060 34582 28187 23392 19086 16513 28560 23143 | 37,0 37,0 34,0 85,0 44,0 15,0 39,9 27,2 26,2 28,8 26,2 271,2 38,6 | 7,6 0,22 0,6 1,53 0,29 1,14 0,94 0,36 0,43 1,1 0,89 0,53 0,85 |
| ДК средняя | 0,86 0,95 1,14 1,62 0,87 1,01 1,06 1,06 0,87 0,97 0,86 4,63 1,28 | 0,49 0,51 0,75 0,86 0,49 0,48 0,81 0,63 0,49 0,76 0,60 1,60 0,79 | 0,40 0,63 0,81 2,69 1,21 2,46 0,65 0,38 0,77 0,46 0,29 1,41 0,65 | 0,21 0,16 0,17 0,40 0,32 0,20 0,22 0,16 0,17 0,18 0,16 0,24 0,13 | 0,30 0,39 0,43 0,59 0,36 0,36 0,34 0,71 0,30 0,30 0,23 0,40 0,22 | 0,73 0,94 0,98 0,97 0,83 0,90 0,92 0,90 0,74 0,56 0,67 1,94 0,81 | | | 0,24 0,28 0,29 0,67 0,28 0,13 0,28 0,22 0,22 0,20 0,20 0,60 0,26 | 3,13 0,61 0,99 2,32 0,78 1,58 1,42 0,62 0,96 2,23 1,43 1,37 1,21 |
| ДК максимальная | 1,83 1,54 1,54 2,26 1,46 1,46 1,69 1,63 1,32 1,49 | 0,84 0,65 1,96 1,47 0,76 0,67 1,35 1,03 0,73 1,51 | 1,00 1,00 1,00 4,25 1,63 9,25 1,00 1,38 1,38 0,88 | 0,26 0,19 0,30 0,70 0,55 0,24 0,25 0,19 0,25 0,23 | 0,40 0,49 0,57 0,77 0,49 0,46 0,40 1,41 0,37 0,34 | 1,28 1,60 1,65 1,43 1,21 1,04 1,21 1,14 0,97 0,81 | | | 0,37 0,37 0,34 0,85 0,44 0,15 0,40 0,27 0,26 0,29 | 25,33 0,73 2,00 5,10 0,97 3,80 3,13 1,20 1,43 3,67 |

| | Cu | Pb | Cd | Co | Ni | Zn | Mn | Fe | Cr | Hg |
|--|--------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-------------|-------------|
| | 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 |
| | 2,85 | 1,32 | 1,25 | 0,15 | 0,25 | 1,56 | | | 0,39 | 2,83 |

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 2024 г. гидрохимические наблюдения проводились в июне, сентябре и октябре на 12 станциях было отобрано 72 пробы воды и 36 донных отложений (рис. 11.13). Анализ полученных результатов загрязнения залива Находка проводился с использованием наблюдений в бухтах Находка и Врангеля.

В период наблюдений **температура** воды изменялась в пределах 4,00-20,53⁰С, в среднем 12,53⁰С. Соленость варьировала от 23,73 ‰ в бухте Находка на ст.№7 в августе в поверхностном слое до 33,63 ‰ в августе на ст.№15 (в центральной части залива) в придонном слое. Среднегодовое значение составило 30,18‰. Значения pH изменялись от 8,13 до 8,44; в среднем - 8,29 ед.рН. Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне 1,8-50,6 мг/дм³, максимум (5,06 ПДК) отмечен в октябре на ст.№18 в придонном слое. Средняя величина (7,41 мг/дм³) практически не изменилась по сравнению с прошлым годом (7,37 мг/дм³). Среднее значение биохимического потребления кислорода (2,61 мгО₂/дм³, 1,24 ПДК) практически не изменилось. Максимальное значение содержания органических веществ по БПК₅ составило 8,00 мгО₂/дм³ (3,81 ПДК) и было отмечено дважды в июне: на ст.№2 в бухте Находка в придонном слое и ст.№35 также в придонном 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 15,0-166,4, максимум был отмечен в августе на ст.№18 в зоне влияния стока реки Партизанская в поверхностном слое. Среднее значение повысилось по сравнению с 2023 г. в 1,27 раза – с 42,1 до 53,33.

Содержание нитритов изменялось в диапазоне 1,4-70,1 мкг/дм^3 ; максимальная величина снизилась в 2,4 раза, зафиксирована была в августе на ст.№1 (бухта Находка) в поверхностном слое. Среднее значение ($7,95 \text{ мкг/дм}^3$) по сравнению с прошлым годом снизилось в 2,87 раза (рис. 11.14).

В заливе Находка 2024 г. отмечено снижение содержания нитритов в морской воде по сравнению с 2022 и 2023 гг. В целом в заливе Петра Великого уровень загрязненности морских вод нитритами в последние 15 лет в среднем был невысоким. В 2024 году в исследуемый период среднегодовое значение нитритов в морских водах значительно превысило норматив в бухте Золотой Рог (с 5,65 до 7,90 ПДК). А в Уссурийском заливе было отмечено снижение норматива (с 2,35 до 1,35 ПДК).

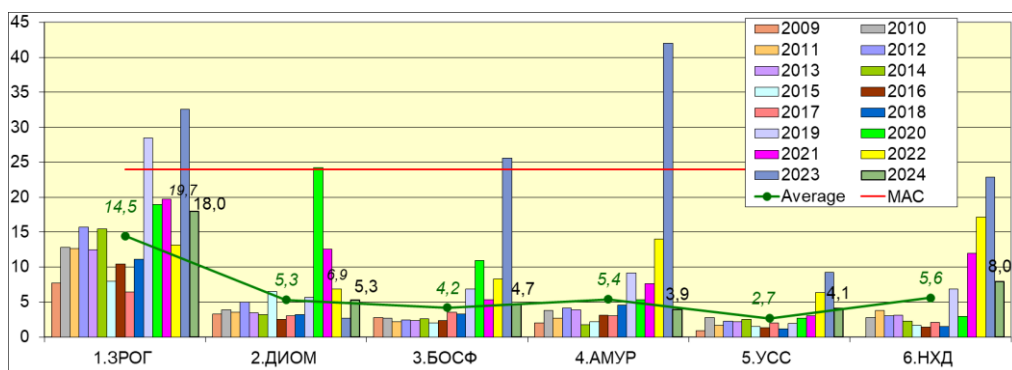


Рис. 11.14. Средние значения содержания нитритов (мкг/дм³) в районах залива Петра Великого Японского моря в 2009-2024 гг.

Концентрация нитратов (мкг/дм³) была в диапазоне 1,9-54,0, среднее содержание 12,23 снизилось в 2,6 раза (с 32,38 до 12,23). Максимум был зафиксирован в октябре на ст.№14 в центральной части залива в придонном слое. Среднее содержание общего азота незначительно снизилось: с 479,33 до 457,03; диапазон значений 257,0-828,0. Средняя концентрация органического азота в толще воды практически не изменилась и составила 368,0 (в 2023 г. - 374,0); диапазон значений 244,0-575,0 мкг/дм³.

Содержание **фосфатов** (мкг/дм³) в водах залива Находка изменялось в пределах 6,8-28,9, составив в среднем 16,59, т.е. практически не изменилось (в 2023 г. - 17,66). Максимальная концентрация была зарегистрирована в октябре на ст.№2 в бухте Находка в поверхностном слое. Наиболее загрязненным фосфатами районом залива остается бухта Находка – среднее содержание фосфатов здесь составило 17,4.

Значения общего фосфора изменялись в диапазоне 8,9-33,7; средняя величина снизилась в 1,15 раза с 24,58 до 21,22 мкг/дм³.

Среднее содержание кремния в водах залива Находка снизилось в 1,9 раза с 1111,04 до 594,53; диапазон концентраций составил 54,0-4629,0 мкг/дм³. Максимум был зафиксирован в июне на ст.№2 (бухта Находка) в поверхностном слое.

Таблица 11.12. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах залива Находка в 2012-2024 гг.

| | Cu | Pb | Cd | Ni | Zn | Mn | Fe | Hg |
|---------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| Средняя | 1,06 | 0,14 | 0,33 | 0,31 | 7,99 | 5,55 | 35,50 | 0,006 |
| | 0,53 | 0,12 | 0,09 | 0,33 | 5,73 | 3,47 | 18,05 | 0,000 |
| | 1,29 | 0,26 | 0,32 | 0,69 | 15,31 | 7,79 | 48,51 | 0,054 |
| | 0,63 | 0,09 | 0,19 | 0,42 | 9,67 | 3,71 | 24,20 | 0,043 |
| | 1,11 | 0,52 | 0,35 | 1,04 | 10,69 | 2,66 | 36,62 | 0,027 |

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 0,90 | 0,24 | 0,40 | 0,64 | 12,13 | 8,94 | 53,93 | 0,026 |
| | 0,87 | 0,94 | 0,18 | 0,44 | 9,90 | 2,31 | 21,46 | 0,033 |
| | 0,94 | 0,22 | 0,07 | 0,91 | 7,73 | 0,94 | 16,58 | 0,032 |
| | 1,06 | 0,10 | 0,06 | 1,03 | 8,18 | 5,31 | 18,20 | 0,025 |
| | 0,88 | 0,18 | 0,05 | 2,24 | 5,83 | 2,84 | | 0,014 |
| | 2,09 | 1,21 | 0,10 | 1,56 | 18,77 | 1,13 | 64,94 | 0,026 |
| | 2,60 | 2,11 | 0,11 | 3,17 | 14,94 | 0,95 | 63,76 | 0,020 |
| | 3,85 | 0,24 | 0,08 | 1,18 | 7,20 | 18,73 | 3,02 | 0,038 |
| Максимальная | 10,0 | 0,4 | 1,9 | 1,6 | 49,0 | 38,0 | 437,0 | 0,23 |
| | 1,4 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 109,0 | 23,0 | 43,0 | 0,00 |
| | 3,0 | 1,6 | 3,8 | 3,0 | 137,0 | 60,0 | 387,0 | 0,60 |
| | 1,8 | 0,6 | 1,1 | 2,3 | 53,0 | 19,0 | 170,0 | 0,15 |
| | 5,1 | 2,7 | 5,2 | 42,0 | 55,0 | 17,0 | 112,0 | 0,13 |
| | 6,3 | 2,8 | 1,6 | 3,2 | 52,0 | 122,0 | 176,0 | 0,09 |
| | 7,8 | 8,0 | 1,1 | 2,1 | 32,2 | 42,2 | 135,0 | 0,12 |
| | 5,5 | 2,1 | 0,3 | 17,1 | 20,5 | 13,9 | 117,3 | 0,12 |
| | 3,9 | 0,6 | 0,5 | 15,2 | 24,9 | 135,0 | 118,0 | 0,28 |
| | 2,0 | 0,5 | 0,6 | 29,8 | 20,1 | 17,7 | | 0,10 |
| | 6,3 | 6,7 | 1,2 | 20,8 | 146,5 | 6,4 | 854,8 | 0,23 |
| | 4,5 | 8,1 | 0,2 | 15,4 | 59,3 | 17,8 | 622,9 | 0,06 |
| | 6,9 | 2,3 | 0,8 | 6,7 | 29,8 | 478,0 | 13,1 | 0,26 |
| ПДК средняя | 0,21 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,16 | 0,11 | 0,70 | 0,06 |
| | 0,11 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,11 | 0,07 | 0,36 | |
| | 0,26 | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,31 | 0,16 | 0,97 | 0,54 |
| | 0,13 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,19 | 0,07 | 0,48 | 0,43 |
| | 0,22 | 0,05 | 0,04 | 0,10 | 0,21 | 0,05 | 0,73 | 0,27 |
| | 0,18 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,24 | 0,18 | 1,08 | 0,26 |
| | 0,17 | 0,09 | 0,02 | 0,04 | 0,20 | 0,05 | 0,43 | 0,33 |
| | 0,19 | 0,02 | <0,01 | 0,09 | 0,15 | 0,02 | 0,33 | 0,32 |
| | 0,21 | 0,01 | <0,01 | 0,10 | 0,16 | 0,11 | 0,36 | 0,25 |
| | 0,18 | 0,02 | <0,01 | 0,22 | 0,12 | 0,06 | | 0,14 |
| | 0,42 | 0,12 | 0,01 | 0,16 | 0,38 | 0,02 | 1,30 | 0,26 |
| | 0,52 | 0,21 | 0,01 | 0,32 | 0,30 | 0,02 | 1,28 | 0,20 |
| | 0,77 | 0,02 | 0,01 | 0,12 | 0,14 | 0,37 | 0,06 | 0,38 |
| ПДК максимальная | 2,00 | 0,04 | 0,19 | 0,16 | 0,98 | 0,76 | 8,70 | 2,30 |
| | 0,28 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 2,18 | 0,46 | 0,86 | |
| | 0,60 | 0,16 | 0,38 | 0,30 | 2,74 | 1,20 | 7,74 | 6,00 |
| | 0,36 | 0,06 | 0,11 | 0,23 | 1,06 | 0,38 | 3,40 | 1,50 |
| | 1,02 | 0,27 | 0,52 | 4,20 | 1,10 | 0,34 | 2,24 | 1,30 |
| | 1,26 | 0,28 | 0,16 | 0,32 | 1,04 | 2,44 | 3,52 | 0,90 |
| | 1,56 | 0,80 | 0,11 | 0,21 | 0,64 | 0,84 | 2,70 | 1,20 |
| | 1,10 | 0,21 | 0,03 | 1,71 | 0,41 | 0,28 | 2,35 | 1,20 |
| | 0,78 | 0,06 | 0,05 | 1,52 | 0,50 | 2,70 | 2,40 | 2,80 |
| | 0,40 | 0,05 | 0,06 | 2,98 | 0,40 | 0,35 | | 1,00 |

| | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | 1,26 | 0,67 | 0,12 | 2,08 | 2,93 | 0,13 | 17,10 | 2,30 |
| | 0,90 | 0,81 | 0,02 | 1,54 | 1,19 | 0,36 | 12,46 | 0,60 |
| | 1,38 | 0,23 | 0,08 | 0,67 | 0,60 | 9,56 | 0,26 | 2,60 |

Таблица 11.13. Минимальная, максимальная и средняя концентрация нефтяных углеводородов (мкг/г) в донных отложениях различных участков залива Находка в 2017-2024 гг.

| Акватория | Кол-во проб 2024 | Min | Max | Средняя |
|--------------------------------------|------------------|-------|-------|---------|
| Залив Находка (центральная часть) | 26 | 70/ | 490/ | 167/ |
| | | 110/ | 670/ | 245/ |
| | | 80/ | 380/ | 152,5/ |
| | | 70/ | 620/ | 170/ |
| | | 20 | 400 | 126,3 |
| | | 20 | 900 | 113,2 |
| | | 50 | 200 | 78 |
| | | 20 | 600 | 119 |
| 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 |
| | | 20 | 330 | 175 |
| 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 |
| | | 20 | 510 | 153 |
| Бухта Козьмина | 1 | 90/ | 120/ | 105/ |
| | | 90/ | 130/ | 110/ |
| | | 90/ | 120/ | 105/ |
| | | 70/ | 90/ | 80/ |
| | | 40 | 40 | 40 |
| | | 10 | 70 | 40,0 |
| | | 60 | 60 | 60 |
| | | - | - | - |

Таблица 11.14. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях залива Находка в 2012-2024 гг.

| | | | | | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | Cu | Pb | Cd | Co | Ni | Zn | Mn | Fe | Cr | Hg |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|-------------|--------------|------|-------|-------------|--------|-------|-------|-------------|
| Средняя | 24,31 | 18,60 | 0,24 | 4,14 | 9,63 | 83,42 | 145,21 | 26340 | 23,28 | 0,082 |
| | 15,65 | 18,68 | 0,79 | 2,75 | 13,43 | 72,32 | 139,75 | 20935 | 12,66 | 0,106 |
| | 19,08 | 20,05 | 0,43 | 4,22 | 11,26 | 75,53 | 122,06 | 22406 | 22,94 | 0,099 |
| | 17,42 | 10,18 | 1,29 | 3,18 | 14,36 | 70,21 | 153,92 | 22495 | 33,75 | 0,127 |
| | 19,05 | 16,65 | 2,13 | 4,84 | 15,33 | 71,96 | 125,71 | 19810 | 16,95 | 0,316 |
| | 20,25 | 14,84 | 0,33 | 5,36 | 8,73 | 84,12 | 116,60 | 21823 | 38,80 | 0,156 |
| | 19,65 | 21,60 | 0,23 | 4,74 | 11,11 | 84,74 | 147,49 | 24102 | 19,04 | 0,154 |
| | 20,08 | 20,71 | 0,06 | 4,48 | 21,34 | 108,70 | 126,31 | 20493 | 17,36 | 0,127 |
| | 19,27 | 15,63 | 0,19 | 4,10 | 20,58 | 76,28 | 104,93 | 17303 | 10,64 | 0,144 |
| | 27,07 | 24,41 | 0,33 | 6,34 | 18,02 | 99,80 | 172,50 | 31460 | 18,96 | 0,146 |
| | 24,25 | 32,62 | 0,13 | 3,90 | 9,20 | 77,95 | 122,83 | 15993 | 11,08 | 0,135 |
| | 12,76 | 15,89 | 0,20 | 5,60 | 11,41 | 61,36 | 116,46 | 14482 | 10,70 | 0,165 |
| | 21,15 | 17,42 | 0,24 | 3,44 | 7,99 | 71,49 | 127,88 | 17678 | 16,43 | 0,074 |
| Максимальная | 177,0 | 134,0 | 1,1 | 7,3 | 15,0 | 408,0 | 232,0 | 44018 | 43,0 | 0,39 |
| | 71,0 | 107,0 | 2,3 | 6,0 | 22,0 | 288,0 | 345,0 | 39423 | 36,0 | 0,53 |
| | 95,0 | 74,0 | 1,0 | 7,1 | 19,0 | 260,0 | 191,0 | 36024 | 37,0 | 0,47 |
| | 65,0 | 45,0 | 3,6 | 5,6 | 31,0 | 212,0 | 251,0 | 35049 | 62,0 | 0,57 |
| | 132,0 | 73,0 | 21,0 | 8,6 | 33,0 | 301,0 | 260,0 | 30611 | 44,0 | 2,25 |
| | 117,0 | 56,0 | 1,6 | 8,3 | 16,0 | 310,0 | 210,0 | 41188 | 88,0 | 0,55 |
| | 110,6 | 114,9 | 0,7 | 7,8 | 19,6 | 308,0 | 296,0 | 34422 | 33,3 | 1,23 |
| | 82,3 | 65,1 | 0,4 | 7,2 | 75,5 | 292,5 | 189,0 | 39708 | 33,5 | 1,59 |
| | 92,8 | 61,6 | 0,7 | 11,6 | 76,6 | 302,2 | 144,4 | 28017 | 23,4 | 0,65 |
| | 112,2 | 87,1 | 0,9 | 14,9 | 57,7 | 382,4 | 573,0 | 74945 | 33,4 | 0,52 |
| | 123,7 | 336,0 | 0,5 | 7,1 | 16,2 | 333,3 | 227,2 | 30073 | 27,9 | 0,39 |
| | 80,1 | 72,4 | 0,6 | 49,0 | 73,4 | 202,5 | 170,0 | 25068 | 28,8 | 0,42 |
| | 108,9 | 72,8 | 0,7 | 6,4 | 12,6 | 280,8 | 321,0 | 28621 | 39,8 | 0,26 |
| ДК средняя | 0,69 | 0,22 | 0,30 | 0,21 | 0,28 | 0,60 | | | 0,23 | 0,27 |
| | 0,45 | 0,22 | 0,98 | 0,14 | 0,38 | 0,52 | | | 0,13 | 0,35 |
| | 0,55 | 0,24 | 0,54 | 0,21 | 0,32 | 0,54 | | | 0,23 | 0,33 |
| | 0,50 | 0,12 | 1,61 | 0,16 | 0,41 | 0,50 | | | 0,34 | 0,42 |
| | 0,54 | 0,20 | 2,66 | 0,24 | 0,44 | 0,51 | | | 0,17 | 1,05 |
| | 0,58 | 0,17 | 0,42 | 0,27 | 0,25 | 0,60 | | | 0,39 | 0,52 |
| | 0,56 | 0,25 | 0,29 | 0,24 | 0,32 | 0,61 | | | 0,19 | 0,51 |
| | 0,57 | 0,24 | 0,07 | 0,22 | 0,61 | 0,78 | | | 0,17 | 0,42 |
| | 0,55 | 0,18 | 0,23 | 0,21 | 0,59 | 0,54 | | | 0,11 | 0,48 |
| | 0,77 | 0,29 | 0,41 | 0,32 | 0,51 | 0,71 | | | 0,19 | 0,49 |
| | 0,69 | 0,38 | 0,16 | 0,20 | 0,26 | 0,56 | | | 0,11 | 0,45 |
| | 0,36 | 0,19 | 0,25 | 0,28 | 0,33 | 0,44 | | | 0,11 | 0,55 |
| | 0,60 | 0,20 | 0,30 | 0,17 | 0,23 | 0,51 | | | 0,16 | 0,25 |
| ДК максимальная | 5,06 | 1,58 | 1,38 | 0,37 | 0,43 | 2,91 | | | 0,43 | 1,30 |
| | 2,03 | 1,26 | 2,88 | 0,30 | 0,63 | 2,06 | | | 0,36 | 1,77 |
| | 2,71 | 0,87 | 1,25 | 0,36 | 0,54 | 1,86 | | | 0,37 | 1,57 |
| | 1,86 | 0,53 | 4,50 | 0,28 | 0,89 | 1,51 | | | 0,62 | 1,90 |
| | 3,77 | 0,86 | 26,25 | 0,43 | 0,94 | 2,15 | | | 0,44 | 7,50 |

| | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|--|--|------|------|
| | 3,34 | 0,66 | 2,00 | 0,42 | 0,46 | 2,21 | | | 0,88 | 1,83 |
| | 3,16 | 1,35 | 0,88 | 0,39 | 0,56 | 2,20 | | | 0,33 | 4,10 |
| | 2,35 | 0,77 | 0,50 | 0,36 | 2,16 | 2,09 | | | 0,34 | 5,30 |
| | 2,65 | 0,72 | 0,88 | 0,58 | 2,19 | 2,16 | | | 0,23 | 2,17 |
| | 3,21 | 1,02 | 1,13 | 0,75 | 1,65 | 2,73 | | | 0,33 | 1,73 |
| | 3,53 | 3,95 | 0,63 | 0,36 | 0,46 | 2,38 | | | 0,28 | 1,30 |
| | 2,29 | 0,85 | 0,75 | 2,45 | 2,10 | 1,45 | | | 0,29 | 1,40 |
| | 3,11 | 0,86 | 0,88 | 0,32 | 0,36 | 2,01 | | | 0,40 | 0,87 |

Кислородный режим залива Находка в теплый период года в целом ухудшился. Средняя концентрация растворенного в воде **кислорода** изменилась с 12,44 до 8,86 мгО₂/дм³ (100,2% насыщения), диапазон составил 7,73-9,83 мгО₂/дм³. Случаи снижения содержания кислорода ниже допустимого норматива не отмечены.

По значению расчетного индекса (ИЗВ=1,21, IV класс, "загрязненные") в летне-осенний период наблюдений в 2024 г. качество вод в заливе Находка практически не изменилось (табл.11.3). В 2024 г. концентрация НУ, меди, ртути повысилась до 0,93, 0,77 и 0,38 ПДК соответственно. Снизилась средняя концентрация фенолов, нитритного азота, железа, цинка. Среднее содержание тяжелых металлов не превышали 1 ПДК. Средняя концентрация ртути повысилась с 0,20 до 0,38 ПДК, максимум был достаточно высоким: 2,60 ПДК.

В бухте Находка качество вод практически не изменилось по сравнению с прошлым годом и соответствовало IV классу. В бухте Врангеля и бухте Козьмина качество вод улучшилось до III класса: ИЗВ составил 1,09 против 1,28 в б. Врангеля и 1,23 против 1,27 в б. Козьмина.

Таблица 11.1. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах залива Петра Великого Японского моря в 2022-2024 гг.

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|--------------------------------------|-----------------|---------|------|---------|------|---------|------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| 1. бухта Золотой Рог (36 проб) | НУ | 0,05 | 1,05 | 0,053 | 1,05 | 0,021 | 0,43 |
| | | 0,4 | 8,00 | 0,120 | 2,40 | 0,100 | 2,00 |
| | Фенолы | 1,70 | 1,70 | 1,75 | 1,75 | 1,51 | 1,51 |
| | | 2,0 | 2,00 | 2,3 | 2,30 | 2 | 2,00 |
| | АПАВ | 103 | 1,03 | 256 | 2,56 | 148 | 1,48 |
| | | 198 | 1,98 | 782 | 7,82 | 592 | 5,92 |
| | Аммонийный азот | 124 | 0,04 | 192 | 0,09 | 114 | 0,05 |
| | | 523,6 | 0,18 | 939,5 | 0,42 | 486,6 | 0,22 |
| | Нитритный | 13,2 | 0,55 | 32,6 | 1,36 | 18,0 | 0,75 |
| | | | | | | | |

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|--------------------------------|------------------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| | азот | 37,2 | 1,55 | 135,6 | 5,65 | 189,6 | 7,90 |
| | Медь | 2,4 | 0,48 | 3,04 | 0,61 | 1,87 | 0,37 |
| | | 4,8 | 0,96 | 6,2 | 1,24 | 5,1 | 1,02 |
| | Железо | 35,6 | 0,71 | 51,5 | 1,03 | 2,5 | 0,05 |
| | | 262,5 | 5,25 | 162 | 3,24 | 7,70 | 0,15 |
| | Цинк | 52,1 | 1,04 | 38,53 | 0,77 | 20,53 | 0,41 |
| | | 158,7 | 3,17 | 81,1 | 1,62 | 150,6 | 3,01 |
| | Свинец | 1,4 | 0,14 | 1,63 | 0,16 | 0,07 | 0,01 |
| | | 5,1 | 0,51 | 3,7 | 0,37 | 0,2 | 0,02 |
| | Марганец | 3,6 | 0,07 | 2,10 | 0,04 | 0,39 | 0,01 |
| | | 23,5 | 0,47 | 13,7 | 0,27 | 1,9 | 0,04 |
| | Кадмий | 0,19 | <0,1 | 0,11 | 0,01 | 0,03 | <0,01 |
| | | 0,7 | <0,1 | 0,2 | 0,02 | 0,2 | 0,02 |
| | Ртуть | 0,058 | 0,58 | 0,023 | 0,23 | 0,081 | 0,81 |
| | | 0,44 | 4,40 | 0,23 | 2,30 | 0,4 | 4,00 |
| 2. бухта Диомид (6 проб) | БПК ₅ | 2,5 | 1,20 | 5,03 | 2,39 | 2,88 | 1,37 |
| | | 7 | 3,33 | 9,98 | 4,75 | 4,00 | 1,90 |
| | Взвешенные вещества | 7,4 | 0,74 | 7,15 | 0,71 | 7,80 | 0,78 |
| | | 18 | 1,80 | 15,40 | 1,54 | 18,20 | 1,82 |
| | Кислород | 7,56 | | 8,73 | | 7,65 | |
| | | 5,01 | 0,84 | 5,32 | 0,89 | 4,53 | 0,76 |
| | НУ | 0,05 | 1,03 | 0,052 | 1,03 | 0,020 | 0,40 |
| | | 0,1 | 2,00 | 0,090 | 1,80 | 0,030 | 0,60 |
| | Фенолы | 1,68 | 1,68 | 1,45 | 1,45 | 1,38 | 1,38 |
| | | 1,9 | 1,90 | 1,8 | 1,80 | 1,5 | 1,50 |
| | АПАВ | 84 | 0,84 | 156 | 1,56 | 102 | 1,02 |
| | | 143 | 1,43 | 276 | 2,76 | 172 | 1,72 |
| | Аммонийный азот | 41 | 0,01 | 67 | 0,03 | 47 | 0,02 |
| | | 69,7 | 0,02 | 172,8 | 0,08 | 124,0 | 0,05 |
| | Нитритный азот | 6,9 | 0,29 | 2,67 | 0,11 | 5,27 | 0,22 |
| | | 7,7 | 0,32 | 3,9 | 0,16 | 10,2 | 0,43 |
| | Медь | 2,57 | 0,51 | 2,58 | 0,52 | 1,60 | 0,32 |
| | | 3,9 | 0,78 | 6,0 | 1,20 | 1,80 | 0,36 |
| | Железо | 21,1 | 0,42 | 52,2 | 1,04 | 1,8 | 0,04 |
| | | 51,9 | 1,04 | 92,5 | 1,85 | 2,8 | 0,06 |
| | Цинк | 62,7 | 1,25 | 29,2 | 0,58 | 12,48 | 0,25 |
| | | 161,5 | 3,23 | 67,6 | 1,35 | 18,40 | 0,37 |
| | Свинец | 3,75 | 0,38 | 1,12 | 0,11 | 0,05 | 0,01 |
| | | 14,9 | 1,49 | 1,9 | 0,19 | 0,10 | 0,01 |

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|--|---------------------|---------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| | Марганец | 1,6 3,2 | 0,03 0,06 | 2,13 5,6 | 0,04 0,11 | 0,00 0,00 | |
| | Кадмий | 0,2 0,4 | 0,02 0,04 | 0,10 0,2 | 0,01 0,02 | 0,07 0,20 | 0,01 0,02 |
| | Ртуть | 0,077 0,38 | 0,77 3,80 | 0,008 0,01 | 0,08 0,10 | 0,047 0,05 | 0,47 0,50 |
| | БПК ₅ | 1,7 4 | 0,79 1,90 | 5,11 9,0 | 2,43 4,29 | 3,07 4,00 | 1,46 1,90 |
| | Взвешенные вещества | 7,3 12,4 | 0,73 1,24 | 5,08 9,4 | 0,51 0,94 | 6,95 9,20 | 0,70 0,92 |
| | Кислород | 7,98 6,76 | | 8,46 6,19 | | 7,97 6,93 | |
| | НУ | 0,018 0,05 | 0,36 1,00 | 0,060 0,270 | 1,21 5,40 | 0,016 0,040 | 0,32 0,80 |
| | Фенолы | 1,65 2 | 1,65 2,00 | 1,65 2,2 | 1,65 2,20 | 1,44 2 | 1,44 2,00 |
| 3. пролив Босфор Восточный и бухта Улисс (24 пробы) | АПАВ | 96 202 | 0,96 2,02 | 151 648 | 1,51 6,48 | 113 230 | 1,13 2,30 |
| | Аммонийный азот | 53,9 301,5 | 0,02 0,10 | 67 205,1 | 0,03 0,09 | 48 133 | 0,02 0,06 |
| | Нитритный азот | 8,3 16,0 | 0,35 0,67 | 25,59 181,1 | 1,07 7,55 | 4,70 6,60 | 0,20 0,28 |
| | Медь | 3,7 20,6 | 0,73 4,12 | 2,98 8,20 | 0,60 1,64 | 1,37 4,30 | 0,27 0,86 |
| | Железо | 29,9 273,9 | 0,60 5,48 | 71,95 481,6 | 1,44 9,63 | 4,55 18,00 | 0,09 0,36 |
| | Цинк | 36,2 123,5 | 0,72 2,47 | 37,92 109,9 | 0,76 2,20 | 17,48 40,20 | 0,35 0,80 |
| | Свинец | 1,9 5,3 | 0,19 0,53 | 2,51 6,0 | 0,25 0,60 | 0,09 0,50 | 0,01 0,05 |
| | Марганец | 2,5 14,6 | 0,05 0,29 | 3,89 17,7 | 0,08 0,35 | 1,14 8,50 | 0,02 0,17 |
| | Кадмий | 0,12 0,4 | 0,012 0,04 | 0,19 0,4 | 0,02 0,04 | 0,01 0,10 | <0,01 0,01 |
| | Ртуть | 0,045 0,32 | 0,45 3,20 | 0,011 0,04 | 0,11 0,40 | 0,052 0,15 | 0,52 1,50 |
| | БПК ₅ | 1,74 3,0 | 0,83 1,43 | 4,73 9,0 | 2,25 4,29 | 2,98 4,04 | 1,42 1,92 |

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|---|-------------------------|---------|-------------|---------|--------------|---------|------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| | Взвешенны е вещества | 6,04 | 0,60 | 6,08 | 0,61 | 5,92 | 0,59 |
| | | 15,0 | 1,50 | 11,2 | 1,12 | 18,00 | 1,80 |
| | Кислород | 8,09 | | 8,61 | | 8,04 | |
| | | 5,35 | 0,89 | 2,93 | 0,49 | 5,96 | 0,99 |
| 4. Амурский залив (36 проб) | НУ | 0,03 | 0,65 | 0,055 | 1,10 | 0,054 | 1,08 |
| | | 0,09 | 1,80 | 0,140 | 2,80 | 0,130 | 2,60 |
| | Фенолы | 1,63 | 1,63 | 1,56 | 1,56 | 1,05 | 1,05 |
| | | 1,9 | 1,90 | 3,0 | 3,00 | 1,8 | 1,80 |
| | АПАВ | 93 | 0,93 | 123 | 1,23 | 67 | 0,67 |
| | | 216 | 2,16 | 356 | 3,56 | 148 | 1,48 |
| | Аммонийный азот | 24 | 0,01 | 48 | 0,02 | 59 | 0,03 |
| | | 139 | 0,05 | 282 | 0,12 | 190 | 0,08 |
| | Нитритный азот | 14,0 | 0,59 | 41,98 | 1,75 | 3,94 | 0,16 |
| | | 146,4 | 6,10 | 375,2 | 15,63 | 11,00 | 0,46 |
| | Медь | 1,8 | 0,36 | 3,16 | 0,63 | 2,08 | 0,42 |
| | | 3,7 | 0,74 | 7,9 | 1,58 | 7,00 | 1,40 |
| | Железо | 18,2 | 0,36 | 29,33 | 0,59 | 2,79 | 0,06 |
| | | 115,3 | 2,31 | 95,2 | 1,90 | 6,60 | 0,13 |
| | Цинк | 33,6 | 0,67 | 42,64 | 0,85 | 27,11 | 0,54 |
| | | 115,2 | 2,30 | 128,6 | 2,57 | 196,10 | 3,92 |
| | Свинец | 0,9 | 0,09 | 2,41 | 0,24 | 0,57 | 0,06 |
| | | 7,0 | 0,70 | 18,8 | 1,88 | 5,80 | 0,58 |
| | Марганец | 2,9 | 0,06 | 2,88 | 0,06 | 3,58 | 0,07 |
| | | 12,8 | 0,26 | 15,6 | 0,31 | 74,00 | 1,48 |
| | Кадмий | 0,1 | 0,014 | 0,33 | 0,03 | 0,02 | 0,00 |
| | | 0,3 | 0,03 | 1,3 | 0,13 | 0,10 | 0,01 |
| | Ртуть | 0,055 | 0,55 | 0,024 | 0,24 | 0,036 | 0,36 |
| | | 0,45 | 4,50 | 0,09 | 0,90 | 0,140 | 1,40 |
| | БПК ₅ | 1,73 | 0,8 | 1,61 | 0,77 | 2,25 | 1,07 |
| | | 4,0 | 1,9 | 4,0 | 1,90 | 4,00 | 1,90 |
| | Взвешенные вещества | 9,1 | 0,9 | 5,10 | 0,51 | 6,04 | 0,60 |
| | | 20,8 | 2,1 | 12,0 | 1,20 | 15,50 | 1,55 |
| | Кислород | 9,6 | | 10,53 | | 8,22 | |
| | | 3,46 | 0,6 | 4,01 | 0,67 | 3,93 | 0,66 |
| 5. Уссурийски й залив (54 пробы) | НУ | 0,04 | 0,72 | 0,050 | 1,00 | 0,035 | 0,70 |
| | | 0,12 | 2,40 | 0,150 | 3,00 | 0,120 | 2,40 |
| | Фенолы | 1,96 | 1,96 | 1,18 | 1,18 | 1,05 | 1,05 |
| | | 2,6 | 2,60 | 2,0 | 2,00 | 2 | 2,00 |
| | АПАВ | 99 | 0,99 | 100 | 1,00 | 63 | 0,63 |

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|---|---------------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|-------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| | | 253 | 2,53 | 287 | 2,87 | 145 | 1,45 |
| | Аммонийный азот | 53 | 0,02 | 45 | 0,02 | 59 | 0,03 |
| | | 439 | 0,15 | 395 | 0,17 | 228,1 | 0,10 |
| | Нитритный азот | 6,3 | 0,26 | 9,20 | 0,38 | 4,08 | 0,17 |
| | | 50,8 | 2,12 | 56,5 | 2,35 | 32,40 | 1,35 |
| | Медь | 2,0 | 0,39 | 2,78 | 0,56 | 1,58 | 0,32 |
| | | 4,9 | 0,98 | 9,0 | 1,80 | 4,90 | 0,98 |
| | Железо | 34,4 | 0,69 | 33,85 | 0,68 | 3,46 | 0,07 |
| | | 170,7 | 3,41 | 90,2 | 1,80 | 14,50 | 0,29 |
| | Цинк | 20,0 | 0,40 | 43,01 | 0,86 | 12,36 | 0,25 |
| | | 109 | 2,18 | 83,9 | 1,68 | 36,50 | 0,73 |
| | Свинец | 1,3 | 0,13 | 2,5 | 0,25 | 0,18 | 0,02 |
| | | 12,4 | 1,24 | 5,8 | 0,58 | 0,60 | 0,06 |
| | Марганец | 1,4 | 0,03 | 1,71 | 0,03 | 3,67 | 0,07 |
| | | 5,7 | 0,11 | 13,0 | 0,26 | 43,70 | 0,87 |
| | Кадмий | 0,2 | 0,02 | 0,47 | 0,05 | 0,03 | <0,01 |
| | | 3,0 | 0,30 | 1,1 | 0,11 | 0,20 | 0,02 |
| | Ртуть | 0,054 | 0,54 | 0,020 | 0,20 | 0,032 | 0,32 |
| | | 0,26 | 2,60 | 0,08 | 0,80 | 0,070 | 0,70 |
| | БПК ₅ | 1,64 | 0,8 | 1,76 | 0,84 | 1,77 | 0,84 |
| | | 6,00 | 2,9 | 7,00 | 3,33 | 4,00 | 1,90 |
| | Взвешенные вещества | 6,48 | 0,6 | 4,26 | 0,43 | 5,52 | 0,55 |
| | | 20,5 | 2,1 | 10,5 | 1,05 | 29,50 | 2,95 |
| | Кислород | 9,64 | | 11,52 | | 8,60 | |
| | | 6,97 | | 5,46 | 0,91 | 4,02 | 0,67 |
| 6. залив Находка (с бухтами) (72 пробы) | НУ | 0,03 | 0,54 | 0,033 | 0,66 | 0,046 | 0,93 |
| | | 0,07 | 1,40 | 0,060 | 1,20 | 0,320 | 6,40 |
| | Фенолы | 1,91 | 1,91 | 2,09 | 2,09 | 1,71 | 1,71 |
| | | 3,5 | 3,50 | 3,5 | 3,50 | 3,2 | 3,20 |
| | АПАВ | 112 | 1,12 | 120 | 1,20 | 123 | 1,23 |
| | | 284 | 2,84 | 356 | 3,56 | 450 | 4,50 |
| | Аммонийный азот | 42,1 | 0,01 | 41,3 | 0,02 | 53 | 0,02 |
| | | 245,7 | 0,08 | 129,9 | 0,06 | 166,4 | 0,07 |
| | Нитритный азот | 17,2 | 0,71 | 22,90 | 0,95 | 7,95 | 0,33 |
| | | 153,1 | 6,38 | 170,7 | 7,11 | 70,10 | 2,92 |
| | Медь | 2,1 | 0,42 | 2,60 | 0,52 | 3,85 | 0,77 |
| | | 6,3 | 1,26 | 4,5 | 0,90 | 6,90 | 1,38 |
| | Железо | 64,9 | 1,30 | 63,76 | 1,28 | 3,02 | 0,06 |
| | | 854,8 | 17,10 | 622,9 | 12,46 | 13,10 | 0,26 |

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|-------|---------------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| | Цинк | 18,8 | 0,38 | 14,94 | 0,30 | 7,20 | 0,14 |
| | | 146,5 | 2,93 | 59,3 | 1,19 | 29,80 | 0,60 |
| | Свинец | 1,2 | 0,12 | 2,11 | 0,21 | 0,24 | 0,02 |
| | | 6,7 | 0,67 | 8,1 | 0,81 | 2,30 | 0,23 |
| | Марганец | 1,1 | 0,02 | 0,95 | 0,02 | 18,73 | 0,37 |
| | | 6,4 | 0,13 | 17,8 | 0,36 | 478,00 | 9,56 |
| | Кадмий | 0,1 | 0,01 | 0,11 | 0,01 | 0,08 | <0,01 |
| | | 1,2 | 0,12 | 0,2 | 0,02 | 0,80 | 0,08 |
| | Ртуть | 0,026 | 0,26 | 0,020 | 0,20 | 0,038 | 0,38 |
| | | 0,23 | 2,30 | 0,06 | 0,60 | 0,260 | 2,60 |
| | БПК ₅ | 2,2 | 1,07 | 2,67 | 1,27 | 2,61 | 1,24 |
| | | 8,0 | 3,81 | 9,0 | 4,29 | 8,00 | 3,81 |
| | Взвешенные вещества | 10,1 | 1,01 | 7,37 | 0,74 | 7,41 | 0,74 |
| | | 19,2 | 1,92 | 16,4 | 1,64 | 50,60 | 5,06 |
| | Кислород | 10,8 | | 12,44 | | 8,86 | |
| | | 6,79 | | 6,95 | | 7,63 | |

Таблица 11.3. Оценка качества прибрежных вод залива Петра Великого Японского моря в 2022-2024 гг.

| Район | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | | Содержание ЗВ в 2024 г. (в ПДК) |
|-------------------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| 1. бухта Золотой Рог | 1,19 | III | 1,85 | V | 1,29 | IV | Фенолы 1,51; СПАВ 1,48; БПК ₅ 1,37; O ₂ 0,78 |
| 2. бухта Диомид | 1,18 | III | 1,54 | IV | 1,15 | III | БПК ₅ 1,46; Фенолы 1,38; СПАВ 1,02; O ₂ 0,75 |
| 3. пролив Босфор Восточный | 1,04 | III | 1,53 | IV | 1,18 | III | Фенолы 1,44; БПК ₅ 1,42; СПАВ 1,13; O ₂ 0,75 |
| 4. Амурский залив | 1,00 | III | 1,28 | IV | 0,98 | III | НУ 1,08; БПК ₅ 1,07; Фенолы 1,05; O ₂ 0,73 |
| 5. Уссурийский залив | 1,09 | III | 0,92 | III | 0,82 | III | Фенолы 1,05; БПК ₅ 0,84; НУ 0,7; O ₂ 0,7 |
| 6. залив Находка (с бухтами) | 1,22 | III | 1,28 | IV | 1,21 | III | Фенолы 1,71; БПК ₅ 1,24; СПАВ 1,23; O ₂ 0,68 |
| 6.1. бухта Находка ст.1,2 (12 проб) | 1,41 | IV | 1,59 | IV | 1,44 | IV | Фенолы 2,07; СПАВ 1,6; БПК ₅ 1,39; O ₂ 0,68 |

| Район | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | | Содержание ЗВ в 2024 г. (в ПДК) |
|---|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| 6.2. бухта Врангеля ст.25 (9 проб) | 1,23 | III | 1,28 | IV | 1,09 | III | Фенолы 1,42; БПК ₅ 1,2; СПАВ 1,06; O ₂ 0,68 |
| 6.3. бухта Козьмина ст.33 (9 проб) | 1,15 | III | 1,27 | IV | 1,23 | III | Фенолы 2,5; СПАВ 1,16; НУ 0,6; O ₂ 0,68 |
| Татарский пролив: Александровск - Сахалинский | 0,98 | III | 0,79 | III | 0,88 | III | НУ 1,22; Cu 0,94; БПК ₅ 0,7; O ₂ 0,68 |

11.6. Амурский залив

Более других вдающийся в материк Амурский залив характеризуется сложной береговой линией. Длина Амурский залива около 65 км, ширина от 9 до 20 км, глубина до 50 м. Площадь поверхности 966 км². От открытого моря он отгорожен полуостровом Муравьёва-Амурского и протяжённой цепью островов архипелага Евгении. Вследствие относительно континентального климата в заливе наблюдается наиболее раннее образование льда. Ледяной покров в заливе Угловом и бухте Новик появляется уже в конце ноября, а сходит только в конце марта - начале апреля. Сильные северо-западные ветры обуславливают образование прибрежных и заприпайных разрежений у западных берегов Амурского залива. 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). В мае вода прогревается до +14°C.

Дно залива характеризуется относительно ровной поверхностью. От берегов вершины залива в северной части простираются обширные отмели. На юго-запад, в сторону выхода из залива глубины постепенно увеличиваются. К северу от линии мыс Песчаный - Вторая Речка средние глубины составляют 10-20 м. Напротив Владивостока и острова Русский глубины 15-30 м, у 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.

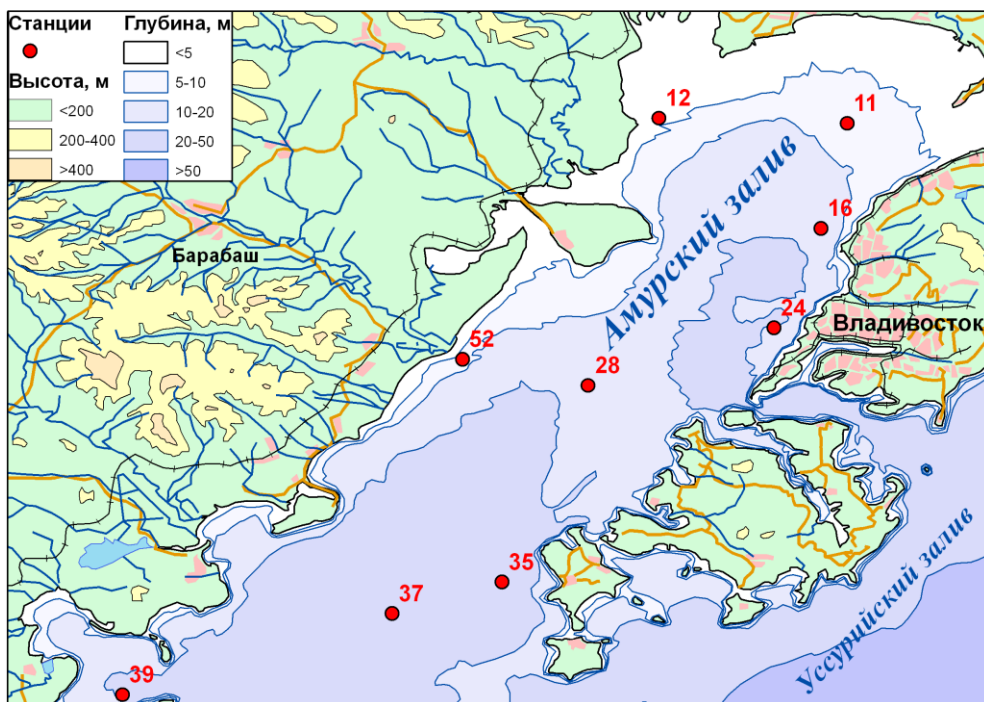


Рис. 11.8. Станции отбора проб в Амурском заливе в 2024 г.

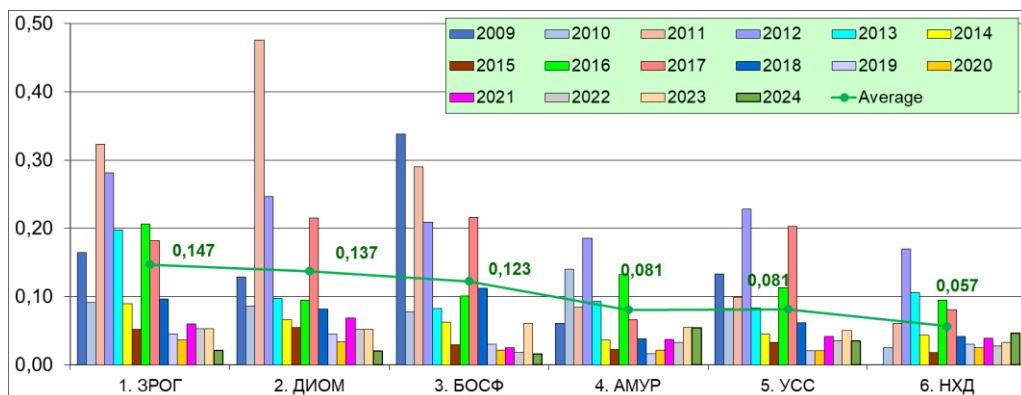


Рис. 11.9. Межгодовые изменения среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в водах залива Петра Великого Японского моря: 1.ЗРОГ — бухта Золотой Рог, 2.ДИОМ — бухта Диомид, 3.БОСФ — пролив Босфор Восточный, 4.АМУР — Амурский залив, 5.УСС — Уссурийский залив, 6.НХД — залив Находка.

Таблица 11.8. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм^3) в водах Амурского залива в 2012-2024 гг.

| | Cu | Pb | Cd | Ni | Zn | Mn | Fe | Hg |
|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| с д н | 0,90 | 0,15 | 1,01 | 0,53 | 8,41 | 3,84 | 80,70 | 0,001 |

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------|
| | 0,59 | 0,16 | 0,13 | 0,49 | 7,31 | 1,99 | 32,96 | 0,000 |
| | 1,87 | 0,29 | 0,30 | 2,20 | 15,01 | 3,97 | 31,81 | 0,014 |
| | 0,97 | 0,16 | 0,17 | 0,56 | 11,11 | 15,31 | 116,69 | 0,036 |
| | 1,34 | 2,30 | 1,22 | 0,79 | 15,76 | 10,96 | 74,95 | 0,030 |
| | 1,25 | 0,23 | 0,34 | 0,72 | 11,01 | 12,70 | 40,13 | 0,019 |
| | 1,30 | 1,55 | 0,19 | 1,01 | 19,57 | 5,17 | 43,91 | 0,032 |
| | 0,44 | 0,16 | 0,14 | 1,09 | 9,27 | 2,27 | 30,23 | 0,030 |
| | 1,21 | 0,35 | 0,05 | 0,81 | 7,75 | 3,13 | 18,4 | 0,032 |
| | 0,80 | 0,11 | 0,02 | 0,67 | 7,26 | 3,55 | | 0,021 |
| | 1,81 | 0,91 | 0,14 | 1,09 | 33,64 | 2,95 | 18,20 | 0,055 |
| | 3,16 | 2,41 | 0,33 | 2,43 | 42,64 | 2,88 | 29,33 | 0,024 |
| | 2,08 | 0,57 | 0,02 | 1,93 | 27,11 | 3,58 | 2,79 | 0,036 |
| Максимальная | 4,6 | 1,2 | 29,0 | 5,4 | 353,0 | 62,0 | 535,0 | 0,02 |
| | 1,5 | 0,6 | 1,2 | 1,0 | 160,0 | 14,0 | 1085,0 | 0,01 |
| | 6,1 | 2,0 | 1,0 | 43,0 | 61,0 | 25,0 | 216,0 | 0,06 |
| | 1,7 | 0,8 | 0,9 | 1,5 | 31,0 | 174,0 | 1870,0 | 0,08 |
| | 5,8 | 9,1 | 31,0 | 3,7 | 80,0 | 103,0 | 539,0 | 0,06 |
| | 3,6 | 1,0 | 1,5 | 1,6 | 33,0 | 160,0 | 119,0 | 0,04 |
| | 5,5 | 12,1 | 0,7 | 7,7 | 59,0 | 27,2 | 627,4 | 0,24 |
| | 3,3 | 1,7 | 1,2 | 14,6 | 48,0 | 26,2 | 200,5 | 0,11 |
| | 2,6 | 6,2 | 0,5 | 3,8 | 34,9 | 10,1 | 138,9 | 0,14 |
| | 1,2 | 0,4 | 0,2 | 6,8 | 17,3 | 32,7 | | 0,17 |
| | 3,7 | 7,0 | 0,3 | 4,1 | 115,2 | 12,8 | 115,3 | 0,45 |
| | 7,9 | 18,8 | 1,3 | 10,8 | 128,6 | 15,6 | 95,2 | 0,09 |
| | 7,0 | 5,8 | 0,1 | 41,7 | 196,1 | 74,0 | 6,6 | 0,14 |
| ПДК средняя | 0,18 | 0,01 | 0,10 | 0,05 | 0,17 | 0,08 | 1,60 | 0,01 |
| | 0,12 | 0,02 | 0,01 | 0,05 | 0,15 | 0,04 | 0,66 | 0,00 |
| | 0,37 | 0,03 | 0,03 | 0,22 | 0,30 | 0,08 | 0,64 | 0,14 |
| | 0,19 | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 0,22 | 0,31 | 2,33 | 0,36 |
| | 0,27 | 0,23 | 0,12 | 0,08 | 0,32 | 0,22 | 1,50 | 0,30 |
| | 0,25 | 0,02 | 0,03 | 0,07 | 0,22 | 0,25 | 0,80 | 0,19 |
| | 0,26 | 0,15 | 0,02 | 0,10 | 0,39 | 0,10 | 0,88 | 0,32 |
| | 0,09 | 0,02 | 0,01 | 0,11 | 0,19 | 0,05 | 0,60 | 0,30 |
| | 0,24 | 0,03 | <0,01 | 0,08 | 0,15 | 0,06 | 0,40 | 0,32 |
| | 0,16 | 0,01 | <0,01 | 0,07 | 0,15 | 0,07 | | 0,21 |
| | 0,36 | 0,09 | 0,01 | 0,11 | 0,67 | 0,06 | 0,36 | 0,55 |
| | 0,63 | 0,24 | 0,03 | 0,24 | 0,85 | 0,06 | 0,59 | 0,24 |
| | 0,42 | 0,06 | 0,00 | 0,19 | 0,54 | 0,07 | 0,06 | 0,36 |
| ПДК максимальная | 0,92 | 0,12 | 2,90 | 0,54 | 7,06 | 1,24 | 10,7 | 0,20 |
| | 0,30 | 0,06 | 0,12 | 0,10 | 3,20 | 0,28 | 21,70 | 0,10 |
| | 1,22 | 0,20 | 0,10 | 4,30 | 1,22 | 0,50 | 4,32 | 0,60 |
| | 0,34 | 0,08 | 0,09 | 0,15 | 0,62 | 3,48 | 37,40 | 0,80 |
| | 1,16 | 0,91 | 3,10 | 0,37 | 1,60 | 2,06 | 10,78 | 0,60 |
| | 0,72 | 0,10 | 0,15 | 0,16 | 0,66 | 3,20 | 2,38 | 0,40 |

| | | | | | | | | |
|--|-------------|-------------|------|-------------|-------------|------|--------------|-------------|
| | 1,10 | 1,21 | 0,07 | 0,77 | 1,18 | 0,54 | 12,55 | 2,40 |
| | 0,60 | 0,17 | 0,12 | 1,46 | 0,96 | 0,52 | 4,01 | 1,10 |
| | 0,52 | 0,62 | 0,05 | 0,38 | 0,70 | 0,20 | 2,8 | 1,40 |
| | 0,24 | 0,04 | 0,02 | 0,68 | 0,35 | 0,65 | | 1,70 |
| | 0,74 | 0,70 | 0,03 | 0,41 | 2,30 | 0,26 | 2,31 | 4,50 |
| | 1,58 | 1,88 | 0,13 | 1,08 | 2,57 | 0,31 | 1,90 | 0,90 |
| | 1,40 | 0,58 | 0,01 | 4,17 | 3,92 | 1,48 | 0,13 | 1,40 |

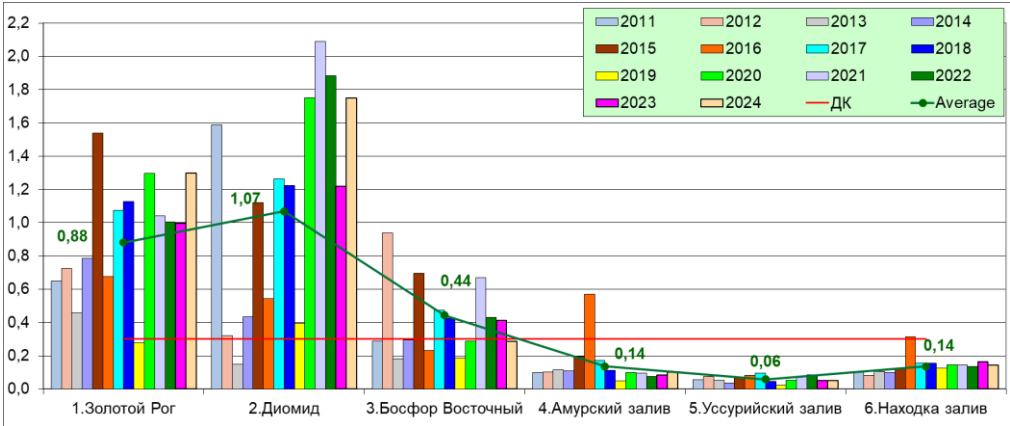


Рис. 11.10. Многолетние изменения средней концентрации ртути (мкг/г) в донных отложениях отдельных районов акватории залива Петра Великого в 2011–2024 гг. Значения в бухте Диомид в 2020-2022 гг. составили 1,75 и 2,09 мкг/г соответственно.

Таблица 11.9. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях Амурского залива в 2012-2024 гг.

| | Cu | Pb | Cd | Co | Ni | Zn | Mn | Fe | Cr | Hg |
|----------------|-------|-------|------|------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Средняя | 12,69 | 13,93 | 0,27 | 4,23 | 11,05 | 85,56 | 108,72 | 25763 | 21,62 | 0,102 |
| | 13,10 | 10,72 | 0,87 | 5,11 | 14,66 | 63,06 | 116,06 | 30441 | 18,31 | 0,117 |
| | 13,13 | 19,61 | 0,51 | 4,47 | 16,17 | 65,37 | 139,19 | 26509 | 29,26 | 0,109 |
| | 16,19 | 16,11 | 1,67 | 3,73 | 18,14 | 68,56 | 151,44 | 25825 | 54,06 | 0,196 |
| | 11,98 | 11,46 | 1,11 | 4,86 | 17,43 | 61,50 | 122,56 | 23076 | 22,91 | 0,571 |
| | 13,72 | 12,58 | 0,67 | 6,06 | 12,55 | 60,76 | 109,44 | 24935 | 16,13 | 0,172 |
| | 13,78 | 14,57 | 0,39 | 4,93 | 13,38 | 71,43 | 141,43 | 22989 | 22,54 | 0,112 |
| | 14,68 | 17,31 | 0,09 | 4,21 | 13,05 | 75,11 | 136,41 | 23816 | 20,72 | 0,049 |
| | 13,58 | 24,27 | 0,39 | 4,24 | 31,36 | 59,21 | 109,31 | 22434 | 23,32 | 0,099 |
| | 12,20 | 16,65 | 0,41 | 6,54 | 20,20 | 55,11 | 130,16 | 17700 | 19,79 | 0,097 |
| | 9,92 | 11,08 | 0,05 | 4,09 | 10,27 | 36,43 | 95,53 | 11463 | 13,32 | 0,074 |
| | 14,26 | 16,73 | 0,18 | 4,19 | 10,76 | 44,92 | 89,22 | 13779 | 20,65 | 0,086 |
| | 14,45 | 16,36 | 0,27 | 3,62 | 12,81 | 72,23 | 140,83 | 25957 | 23,66 | 0,053 |
| си ма ль | 27,0 | 28,0 | 0,7 | 6,4 | 18,0 | 437,0 | 179,0 | 39040 | 39,0 | 0,25 |
| | 42,0 | 24,0 | 1,6 | 8,3 | 24,0 | 140,0 | 177,0 | 54655 | 36,0 | 0,29 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|------|-------------|------|-------------|-------------|-------|-------|------|-------------|
| | 32,0 | 34,0 | 0,9 | 8,1 | 27,0 | 110,0 | 261,0 | 46272 | 37,0 | 0,42 |
| | 34,0 | 51,0 | 4,6 | 16,0 | 40,0 | 124,0 | 341,0 | 38839 | 71,0 | 0,93 |
| | 24,0 | 28,0 | 2,2 | 7,4 | 26,0 | 99,0 | 294,0 | 38331 | 42,0 | 2,32 |
| | 24,0 | 35,0 | 2,0 | 13,0 | 22,0 | 125,0 | 178,0 | 32390 | 26,0 | 0,78 |
| | 28,0 | 33,0 | 0,6 | 8,3 | 20,5 | 135,9 | 227,3 | 39882 | 33,8 | 0,32 |
| | 34,1 | 42,4 | 0,4 | 6,5 | 23,2 | 147,9 | 282,0 | 40964 | 35,6 | 0,15 |
| | 27,6 | 63,2 | 1,1 | 9,3 | 98,7 | 111,0 | 204,2 | 36617 | 36,8 | 0,38 |
| | 25,5 | 35,6 | 0,6 | 15,8 | 102,4 | 125,7 | 367,7 | 43211 | 35,1 | 0,31 |
| | 20,9 | 26,5 | 0,2 | 6,6 | 17,6 | 61,0 | 186,4 | 18172 | 22,5 | 0,21 |
| | 25,9 | 27,9 | 0,4 | 6,3 | 15,2 | 63,6 | 162,0 | 18020 | 35,7 | 0,22 |
| | 25,3 | 33,4 | 0,4 | 4,9 | 19,3 | 104,1 | 271,0 | 36377 | 40,2 | 0,14 |
| ДК средняя | 0,36 | 0,16 | 0,33 | 0,21 | 0,32 | 0,61 | | | 0,22 | 0,34 |
| | 0,37 | 0,13 | 1,09 | 0,26 | 0,42 | 0,45 | | | 0,18 | 0,39 |
| | 0,38 | 0,23 | 0,64 | 0,22 | 0,46 | 0,47 | | | 0,29 | 0,36 |
| | 0,46 | 0,19 | 2,08 | 0,19 | 0,52 | 0,49 | | | 0,54 | 0,65 |
| | 0,34 | 0,13 | 1,39 | 0,24 | 0,50 | 0,44 | | | 0,23 | 1,90 |
| | 0,39 | 0,15 | 0,84 | 0,30 | 0,36 | 0,43 | | | 0,16 | 0,57 |
| | 0,39 | 0,17 | 0,49 | 0,25 | 0,38 | 0,51 | | | 0,23 | 0,37 |
| | 0,42 | 0,20 | 0,11 | 0,21 | 0,37 | 0,54 | | | 0,21 | 0,16 |
| | 0,39 | 0,29 | 0,49 | 0,21 | 0,90 | 0,42 | | | 0,23 | 0,33 |
| | 0,35 | 0,20 | 0,51 | 0,33 | 0,58 | 0,39 | | | 0,20 | 0,32 |
| | 0,28 | 0,13 | 0,06 | 0,20 | 0,29 | 0,26 | | | 0,13 | 0,25 |
| | 0,41 | 0,20 | 0,22 | 0,21 | 0,31 | 0,32 | | | 0,21 | 0,29 |
| | 0,41 | 0,19 | 0,34 | 0,18 | 0,37 | 0,52 | | | 0,24 | 0,18 |
| ДК максимальная | 0,77 | 0,33 | 0,88 | 0,32 | 0,51 | 3,12 | | | 0,39 | 0,83 |
| | 1,20 | 0,28 | 2,00 | 0,42 | 0,69 | 1,00 | | | 0,36 | 0,97 |
| | 0,91 | 0,40 | 1,13 | 0,41 | 0,77 | 0,79 | | | 0,37 | 1,40 |
| | 0,97 | 0,60 | 5,75 | 0,80 | 1,14 | 0,89 | | | 0,71 | 3,10 |
| | 0,69 | 0,33 | 2,75 | 0,37 | 0,74 | 0,71 | | | 0,42 | 7,73 |
| | 0,69 | 0,41 | 2,50 | 0,65 | 0,63 | 0,89 | | | 0,26 | 2,60 |
| | 0,80 | 0,39 | 0,75 | 0,42 | 0,59 | 0,97 | | | 0,34 | 1,07 |
| | 0,97 | 0,50 | 0,50 | 0,33 | 0,66 | 1,06 | | | 0,36 | 0,50 |
| | 0,79 | 0,74 | 1,38 | 0,47 | 2,82 | 0,79 | | | 0,37 | 1,27 |
| | 0,73 | 0,42 | 0,75 | 0,79 | 2,93 | 0,90 | | | 0,35 | 1,03 |
| | 0,60 | 0,31 | 0,25 | 0,33 | 0,50 | 0,44 | | | 0,23 | 0,70 |
| | 0,74 | 0,33 | 0,50 | 0,32 | 0,43 | 0,45 | | | 0,36 | 0,73 |
| | 0,72 | 0,39 | 0,50 | 0,25 | 0,55 | 0,74 | | | 0,40 | 0,47 |

11.7. Уссурийский залив



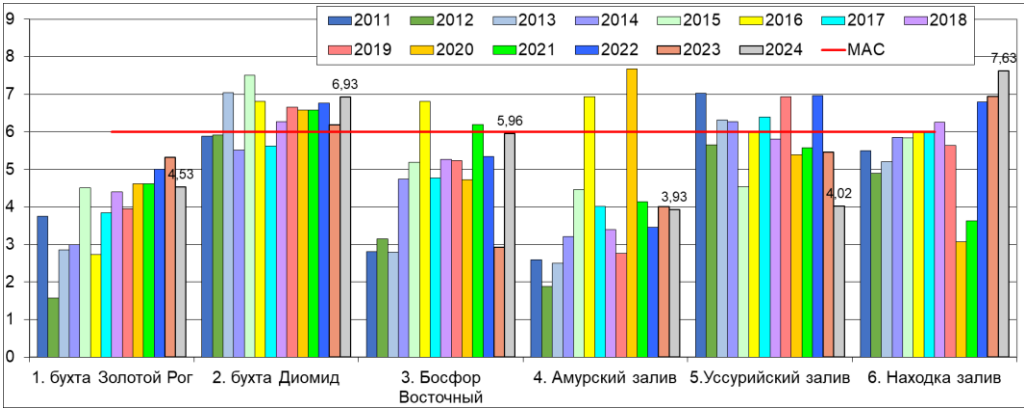
Рис. 11.11. Станции отбора проб в Уссурийском заливе.

Таблица 11.10. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Уссурийского залива в 2012-2024 гг.

| | Cu | Pb | Cd | Ni | Zn | Mn | Fe | Hg |
|---------|------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|
| Средняя | 0,96 | 0,21 | 0,21 | 0,34 | 8,10 | 6,74 | 43,3 | 0,003 |
| | 0,46 | 0,15 | 0,21 | 0,49 | 4,37 | 2,52 | 41,21 | 0,0001 |
| | 1,12 | 0,32 | 0,24 | 0,63 | 12,58 | 12,25 | 58,33 | 0,033 |
| | 0,85 | 0,13 | 0,21 | 1,07 | 10,36 | 8,08 | 112,72 | 0,034 |
| | 1,74 | 0,61 | 1,02 | 0,66 | 12,50 | 3,22 | 53,03 | 0,045 |
| | 0,93 | 0,32 | 0,27 | 0,70 | 9,13 | 3,70 | 78,32 | 0,023 |
| | 0,75 | 0,53 | 0,15 | 0,80 | 13,44 | 2,04 | 36,89 | 0,033 |
| | 0,49 | 0,17 | 0,17 | 0,30 | 7,89 | 0,45 | 16,69 | 0,027 |
| | 1,06 | 0,11 | 0,06 | 1,09 | 8,56 | 0,96 | 17,80 | 0,014 |
| | 0,95 | 0,13 | 0,02 | 0,76 | 5,83 | 2,73 | | 0,048 |

| | | | | | | | | |
|------------------|---|--|---|---|--|--|--|---|
| | 1,97 2,78 1,58 | 1,34 2,50 0,18 | 0,21 0,47 0,03 | 2,91 2,57 0,69 | 19,99 43,01 12,36 | 1,41 1,71 3,67 | 34,40 33,85 3,46 | 0,054 0,020 0,032 |
| Максимальная | 8,0 1,9 2,4 2,5 22,0 3,1 2,6 1,9 4,1 7,2 4,9 9,0 4,9 | 1,9 0,6 1,4 0,6 2,8 4,2 3,8 0,6 0,7 0,6 12,4 5,8 0,6 | 3,2 0,5 0,9 1,5 12,0 1,2 1,2 0,9 1,0 0,1 3,0 1,1 0,2 | 3,8 1,9 4,1 24,0 2,0 15,0 12,3 1,1 14,9 8,3 28,0 22,4 1,6 | 91,0 10,0 50,0 55,0 53,0 26,0 47,7 33,1 34,9 29,6 109,0 83,9 36,5 | 35,0 30,0 91,0 75,0 21,0 12,0 8,2 2,4 4,2 37,8 5,7 13,0 43,7 | 309,0 569,0 275,0 505,0 377,0 290,0 289,5 128,4 63,9 170,7 90,2 14,5 | 0,04 0,01 0,20 0,09 0,17 0,09 0,31 0,09 0,16 0,26 0,08 0,07 |
| ПДК средняя | 0,19 0,09 0,22 0,17 0,35 0,19 0,15 0,10 0,21 0,19 0,39 0,56 0,32 | 0,02 0,01 0,03 0,01 0,06 0,03 0,05 0,02 0,01 0,01 0,13 0,25 0,02 | 0,02 0,02 0,02 0,02 0,10 0,03 0,02 0,02 <0,01 <0,01 0,02 0,05 0,00 | 0,03 0,05 0,06 0,11 0,07 0,07 0,08 0,03 0,11 0,08 0,29 0,26 0,07 | 0,16 0,09 0,25 0,21 0,25 0,18 0,27 0,16 0,17 0,12 0,40 0,86 0,25 | 0,13 0,05 0,25 0,16 0,06 0,07 0,04 0,01 0,02 0,05 0,03 0,03 0,07 | 0,87 0,82 1,17 2,25 1,06 1,57 0,74 0,33 0,40 0,69 0,68 0,07 | 0,03 <0,01 0,33 0,34 0,45 0,23 0,33 0,27 0,14 0,48 0,54 0,20 0,32 |
| ПДК максимальная | 1,60 0,38 0,48 0,50 4,40 0,62 0,52 0,38 0,38 0,82 1,44 0,98 1,80 0,98 | 0,19 0,06 0,14 0,06 0,28 0,42 0,38 0,12 0,06 0,07 0,06 0,58 0,06 | 0,32 0,05 0,09 0,15 1,20 0,12 0,12 0,12 0,09 0,10 0,01 0,30 0,11 0,02 | 0,38 0,19 0,41 2,40 0,20 1,50 1,23 1,49 0,11 1,49 0,83 2,80 2,24 0,16 | 1,82 0,20 1,00 1,10 1,06 0,52 0,95 0,66 0,70 0,59 2,18 1,68 0,73 | 0,70 0,60 1,82 1,50 0,42 0,24 0,16 0,05 0,08 0,76 0,11 0,26 0,87 | 6,20 11,38 5,50 10,10 7,54 5,80 5,79 2,57 1,30 1,60 3,41 1,80 0,29 | 0,40 0,10 2,00 0,90 1,70 0,90 3,10 0,90 0,90 1,60 2,60 0,80 0,70 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------|------|-------------|
| | 12,9 | 19,8 | 0,3 | 4,6 | 15,0 | 87,5 | 148,0 | 29648 | 22,2 | 0,08 |
| ДК Средняя | 0,25 | 0,15 | 0,17 | 0,11 | 0,17 | 0,35 | | | 0,17 | 0,25 |
| | 0,23 | 0,15 | 0,77 | 0,17 | 0,31 | 0,30 | | | 0,13 | 0,17 |
| | 0,24 | 0,13 | 0,52 | 0,16 | 0,24 | 0,34 | | | 0,21 | 0,12 |
| | 0,33 | 0,14 | 1,87 | 0,23 | 0,25 | 0,27 | | | 0,38 | 0,22 |
| | 0,27 | 0,13 | 0,92 | 0,19 | 0,30 | 0,27 | | | 0,14 | 0,28 |
| | 0,36 | 0,14 | 0,76 | 0,19 | 0,22 | 0,13 | | | 0,09 | 0,32 |
| | 0,23 | 0,14 | 0,38 | 0,11 | 0,18 | 0,24 | | | 0,11 | 0,16 |
| | 0,21 | 0,14 | 0,24 | 0,13 | 0,36 | 0,23 | | | 0,11 | 0,08 |
| | 0,21 | 0,13 | 0,59 | 0,19 | 0,42 | 0,22 | | | 0,12 | 0,17 |
| | 0,28 | 0,21 | 0,42 | 0,26 | 0,48 | 0,34 | | | 0,17 | 0,24 |
| | 0,39 | 0,11 | 0,16 | 0,14 | 0,17 | 0,26 | | | 0,07 | 0,29 |
| | 0,43 | 0,17 | 0,28 | 0,16 | 0,31 | 0,30 | | | 0,16 | 0,18 |
| | 0,19 | 0,11 | 0,27 | 0,12 | 0,20 | 0,28 | | | 0,11 | 0,10 |
| ДК максимальная | 1,14 | 0,52 | 0,63 | 0,27 | 0,37 | 1,38 | | | 0,30 | 1,03 |
| | 0,66 | 0,32 | 1,38 | 0,45 | 0,60 | 0,78 | | | 0,38 | 0,53 |
| | 0,77 | 0,35 | 1,00 | 0,31 | 0,49 | 0,79 | | | 0,39 | 0,27 |
| | 1,14 | 0,53 | 3,00 | 1,20 | 0,77 | 0,72 | | | 0,64 | 1,13 |
| | 0,77 | 0,39 | 1,75 | 0,37 | 1,57 | 0,59 | | | 0,35 | 0,77 |
| | 1,66 | 0,69 | 2,63 | 0,35 | 0,34 | 0,37 | | | 0,18 | 1,60 |
| | 0,73 | 0,45 | 0,50 | 0,24 | 0,32 | 0,59 | | | 0,20 | 0,53 |
| | 0,57 | 0,41 | 0,88 | 0,29 | 1,61 | 0,55 | | | 0,21 | 0,23 |
| | 0,41 | 0,27 | 1,13 | 0,42 | 2,07 | 0,43 | | | 0,24 | 0,33 |
| | 0,66 | 0,65 | 0,75 | 0,79 | 2,93 | 0,90 | | | 0,35 | 0,63 |
| | 2,37 | 0,43 | 0,38 | 0,31 | 0,36 | 0,53 | | | 0,15 | 1,97 |
| | 2,58 | 0,43 | 2,63 | 0,46 | 0,99 | 0,52 | | | 0,54 | 0,33 |
| | 0,37 | 0,23 | 0,38 | 0,23 | 0,43 | 0,63 | | | 0,22 | 0,27 |



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 2024 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 использованием наблюдений в бухтах Находка и Врангеля.

В период наблюдений **температура** воды изменялась в пределах 4,00-20,53⁰С, в среднем 12,53⁰С. Соленость варьировала от 23,73‰ в бухте Находка на ст.№7 в августе в поверхностном слое до 33,63‰ в августе на ст.№15 (в центральной части залива) в придонном слое. Среднегодовое значение составило 30,18‰. Значения рН изменялись от 8,13 до 8,44; в среднем - 8,29 ед. рН. Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне 1,8-50,6 мг/дм³, максимум (5,06 ПДК) отмечен в октябре на ст.№18 в придонном слое. Средняя величина (7,41 мг/дм³) практически не изменилась по сравнению с прошлым годом (7,37 мг/дм³). Среднее значение биохимического потребления кислорода (2,61 мгО₂/дм³, 1,24 ПДК) практически не изменилось. Максимальное значение содержания органических веществ по БПК₅ составило 8,00 мгО₂/дм³ (3,81 ПДК) и было отмечено дважды в июне: на ст.№2 в бухте Находка в придонном слое и ст.№35 также в придонном 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 15,0-166,4, максимум был отмечен в августе на ст.№18 в зоне влияния стока реки Партизанская в поверхностном слое. Среднее значение повысилось по сравнению с 2023 г. в 1,27 раза – с 42,1 до 53,33.

Содержание нитритов изменялось в диапазоне 1,4-70,1 мкг/дм^3 ; максимальная величина снизилась в 2,4 раза, зафиксирована была в августе на ст.№1 (бухта Находка) в поверхностном слое. Среднее значение ($7,95 \text{ мкг/дм}^3$) по сравнению с прошлым годом снизилось в 2,87 раза (рис. 11.14). В заливе Находка 2024 г. отмечено снижение содержания нитритов в морской воде по сравнению с 2022 и 2023 гг. В целом в заливе Петра Великого уровень загрязненности морских вод нитритами в последние 15 лет в среднем был невысоким. В 2024 году в исследуемый период среднегодовое значение нитритов в морских водах значительно превысило норматив в бухте Золотой Рог (с 5,65 до 7,90 ПДК). А в Уссурийском заливе было отмечено снижение норматива (с 2,35 до 1,35 ПДК).

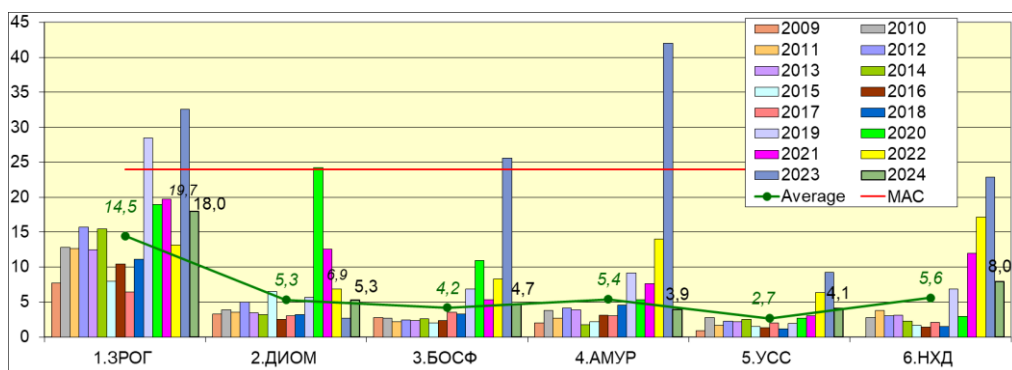


Рис. 11.14. Средние значения содержания нитритов (мкг/дм³) в районах залива Петра Великого Японского моря в 2009-2024 гг.

Концентрация нитратов (мкг/дм³) была в диапазоне 1,9-54,0, среднее содержание 12,23 снизилось в 2,6 раза (с 32,38 до 12,23). Максимум был зафиксирован в октябре на ст.№14 в центральной части залива в придонном слое. Среднее содержание общего азота незначительно снизилось: с 479,33 до 457,03; диапазон значений 257,0-828,0. Средняя концентрация органического азота в толще воды практически не изменилась и составила 368,0 (в 2023 г. - 374,0); диапазон значений 244,0-575,0 мкг/дм³.

Содержание **фосфатов** (мкг/дм³) в водах залива Находка изменялось в пределах 6,8-28,9, составив в среднем 16,59, т.е. практически не изменилось (в 2023 г. - 17,66). Максимальная концентрация была зарегистрирована в октябре на ст.№2 в бухте Находка в поверхностном слое. Наиболее загрязненным фосфатами районом залива остается бухта Находка – среднее содержание фосфатов здесь составило 17,4. Значения общего фосфора (мкг/дм³) изменялись в диапазоне 8,9-33,7; средняя величина снизилась в 1,15 раза с 24,58 до 21,22.

Среднее содержание кремния (мкг/дм³) в водах залива Находка снизилось в 1,9 раза с 1111,04 до 594,53; диапазон концентраций составил 54,0-4629,0. Максимум был зафиксирован в июне на ст. №2 (бухта Находка) в поверхностном слое.

Содержание **нефтяных углеводородов** в водах залива в 2024 г. в период проведения наблюдений изменялось в диапазоне от 0,01 до 0,32, в среднем - 0,046 мг/дм³ (0,93 ПДК). Уровень загрязненности вод залива НУ незначительно повысился (в пределах 1 ПДК) по сравнению с 2023 г. Максимальная концентрация была зафиксирована в июне на ст.№14 в придонном слое. В 3,3% случаев на разных участках акватории залива концентрация НУ была выше норматива. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод залива Находка

случаев покрытия более 51% видимой водной поверхности пятнами нефтепродуктов не наблюдалось.

Концентрация фенолов изменялась в пределах 0,5-3,2, среднегодовой показатель 1,70 мкг/дм³ был в 1,2 раза ниже прошлогоднего. Максимальная величина (3,2 ПДК) была зарегистрирована в бухте Находка трижды в августе на всех трех горизонтах. В 96,7% от всех отобранных проб концентрация фенолов была выше ПДК.

Среднее содержание АПАВ в водах залива Находка по сравнению с предыдущим годом практически не изменилось; диапазон значений составил 20,0-450,0, в среднем - 123,0 мкг/дм³. Максимальная концентрация (4,50 ПДК) была зарегистрирована в октябре на ст.№7 в придонном слое. В 56,7% проб концентрация детергентов была выше предельно допустимого значения.

Таблица 11.12. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах залива Находка в 2012-2024 гг.

| | Cu | Pb | Cd | Ni | Zn | Mn | Fe | Hg |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Средняя | 1,06 | 0,14 | 0,33 | 0,31 | 7,99 | 5,55 | 35,50 | 0,006 |
| | 0,53 | 0,12 | 0,09 | 0,33 | 5,73 | 3,47 | 18,05 | 0,000 |
| | 1,29 | 0,26 | 0,32 | 0,69 | 15,31 | 7,79 | 48,51 | 0,054 |
| | 0,63 | 0,09 | 0,19 | 0,42 | 9,67 | 3,71 | 24,20 | 0,043 |
| | 1,11 | 0,52 | 0,35 | 1,04 | 10,69 | 2,66 | 36,62 | 0,027 |
| | 0,90 | 0,24 | 0,40 | 0,64 | 12,13 | 8,94 | 53,93 | 0,026 |
| | 0,87 | 0,94 | 0,18 | 0,44 | 9,90 | 2,31 | 21,46 | 0,033 |
| | 0,94 | 0,22 | 0,07 | 0,91 | 7,73 | 0,94 | 16,58 | 0,032 |
| | 1,06 | 0,10 | 0,06 | 1,03 | 8,18 | 5,31 | 18,20 | 0,025 |
| | 0,88 | 0,18 | 0,05 | 2,24 | 5,83 | 2,84 | | 0,014 |
| | 2,09 | 1,21 | 0,10 | 1,56 | 18,77 | 1,13 | 64,94 | 0,026 |
| | 2,60 | 2,11 | 0,11 | 3,17 | 14,94 | 0,95 | 63,76 | 0,020 |
| | 3,85 | 0,24 | 0,08 | 1,18 | 7,20 | 18,73 | 3,02 | 0,038 |
| Максимальная | 10,0 | 0,4 | 1,9 | 1,6 | 49,0 | 38,0 | 437,0 | 0,23 |
| | 1,4 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 109,0 | 23,0 | 43,0 | 0,00 |
| | 3,0 | 1,6 | 3,8 | 3,0 | 137,0 | 60,0 | 387,0 | 0,60 |
| | 1,8 | 0,6 | 1,1 | 2,3 | 53,0 | 19,0 | 170,0 | 0,15 |
| | 5,1 | 2,7 | 5,2 | 42,0 | 55,0 | 17,0 | 112,0 | 0,13 |
| | 6,3 | 2,8 | 1,6 | 3,2 | 52,0 | 122,0 | 176,0 | 0,09 |
| | 7,8 | 8,0 | 1,1 | 2,1 | 32,2 | 42,2 | 135,0 | 0,12 |
| | 5,5 | 2,1 | 0,3 | 17,1 | 20,5 | 13,9 | 117,3 | 0,12 |
| | 3,9 | 0,6 | 0,5 | 15,2 | 24,9 | 135,0 | 118,0 | 0,28 |
| | 2,0 | 0,5 | 0,6 | 29,8 | 20,1 | 17,7 | | 0,10 |
| | 6,3 | 6,7 | 1,2 | 20,8 | 146,5 | 6,4 | 854,8 | 0,23 |
| | 4,5 | 8,1 | 0,2 | 15,4 | 59,3 | 17,8 | 622,9 | 0,06 |

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|------|-------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | 6,9 | 2,3 | 0,8 | 6,7 | 29,8 | 478,0 | 13,1 | 0,26 |
| ПДК средняя | 0,21 | 0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,16 | 0,11 | 0,70 | 0,06 |
| | 0,11 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,11 | 0,07 | 0,36 | |
| | 0,26 | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,31 | 0,16 | 0,97 | 0,54 |
| | 0,13 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,19 | 0,07 | 0,48 | 0,43 |
| | 0,22 | 0,05 | 0,04 | 0,10 | 0,21 | 0,05 | 0,73 | 0,27 |
| | 0,18 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,24 | 0,18 | 1,08 | 0,26 |
| | 0,17 | 0,09 | 0,02 | 0,04 | 0,20 | 0,05 | 0,43 | 0,33 |
| | 0,19 | 0,02 | <0,01 | 0,09 | 0,15 | 0,02 | 0,33 | 0,32 |
| | 0,21 | 0,01 | <0,01 | 0,10 | 0,16 | 0,11 | 0,36 | 0,25 |
| | 0,18 | 0,02 | <0,01 | 0,22 | 0,12 | 0,06 | | 0,14 |
| | 0,42 | 0,12 | 0,01 | 0,16 | 0,38 | 0,02 | 1,30 | 0,26 |
| | 0,52 | 0,21 | 0,01 | 0,32 | 0,30 | 0,02 | 1,28 | 0,20 |
| | 0,77 | 0,02 | 0,01 | 0,12 | 0,14 | 0,37 | 0,06 | 0,38 |
| ПДК максимальная | 2,00 | 0,04 | 0,19 | 0,16 | 0,98 | 0,76 | 8,70 | 2,30 |
| | 0,28 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 2,18 | 0,46 | 0,86 | |
| | 0,60 | 0,16 | 0,38 | 0,30 | 2,74 | 1,20 | 7,74 | 6,00 |
| | 0,36 | 0,06 | 0,11 | 0,23 | 1,06 | 0,38 | 3,40 | 1,50 |
| | 1,02 | 0,27 | 0,52 | 4,20 | 1,10 | 0,34 | 2,24 | 1,30 |
| | 1,26 | 0,28 | 0,16 | 0,32 | 1,04 | 2,44 | 3,52 | 0,90 |
| | 1,56 | 0,80 | 0,11 | 0,21 | 0,64 | 0,84 | 2,70 | 1,20 |
| | 1,10 | 0,21 | 0,03 | 1,71 | 0,41 | 0,28 | 2,35 | 1,20 |
| | 0,78 | 0,06 | 0,05 | 1,52 | 0,50 | 2,70 | 2,40 | 2,80 |
| | 0,40 | 0,05 | 0,06 | 2,98 | 0,40 | 0,35 | | 1,00 |
| | 1,26 | 0,67 | 0,12 | 2,08 | 2,93 | 0,13 | 17,10 | 2,30 |
| | 0,90 | 0,81 | 0,02 | 1,54 | 1,19 | 0,36 | 12,46 | 0,60 |
| | 1,38 | 0,23 | 0,08 | 0,67 | 0,60 | 9,56 | 0,26 | 2,60 |

В 2024 г. средняя концентрация определяемых тяжелых металлов в водах залива Находка не превысила норматива (табл. 11.12). В наибольшей степени в морских водах была представлена медь (0,77 ПДК), марганец (0,37 ПДК) и ртуть (0,38 ПДК). Максимум по меди (1,38 ПДК) был отмечен в июне на ст. №15 в придонном слое. Наибольшее значение ртути (2,60 ПДК) было в 4,3 раза выше прошлогоднего и отмечено в придонном слое на ст. № 152 в районе о. Лисий. Очень резко выросло максимальное значение марганца: с 0,36 до 9,56 ПДК. Оно было зафиксировано в июне на ст. №12 в центральной части залива в поверхностном слое.

В абсолютном выражении среднее содержание меди, марганца и ртути в морской воде повысилось (меди - в 1,5 раза, марганца почти в 20 раз, ртути в 1,9 раза). Снизилось среднегодовое содержание железа, цинка, свинца и кадмия: в 21 раз, в 2,0 раз, в 9 раз и в 1,4 раза соответственно.

Кислородный режим залива Находка в теплый период года в целом ухудшился. Средняя концентрация растворенного в воде кислорода изменилась с 12,44 до 8,86 мгО₂/дм³ (100,2% насыщения), диапазон составил 7,73-9,83 мгО₂/дм³. Случаи снижения содержания кислорода ниже допустимого норматива не отмечены.

По значению расчетного индекса (ИЗВ=1,21, III класс, "умеренно-загрязненные") в летне-осенний период наблюдений в 2024 г. качество вод в заливе Находка несколько улучшилось (табл.11.2). В 2024 г. концентрация НУ, меди, ртути повысилась до 0,93, 0,77 и 0,38 ПДК соответственно. Снизилась средняя концентрация фенолов, нитритного азота, железа, цинка. Среднее содержание тяжелых металлов не превышало 1 ПДК. Средняя концентрация ртути повысилась с 0,20 до 0,38 ПДК, максимум был достаточно высоким: 2,60 ПДК.

В бухте Находка качество вод практически не изменилось по сравнению с прошлым годом и соответствовало IV классу. В бухте Врангеля и бухте Козьмина качество вод улучшилось до III класса: ИЗВ составил 1,09 против 1,28 в б. Врангеля, в б. Козьмина - 1,23 против 1,27.

В заливе Находка в июне и октябре 2024 г. было отобрано 24 пробы **донных отложений**. Содержание нефтяных углеводородов в целом по заливу варьировало в диапазоне 20-600 мкг/г, составив в среднем 129,59 (2,59 ДК), что в 1,4 раза меньше прошлогодних 3,59 ДК. Максимальное значение (12 ДК) зарегистрировано в октябре на ст.№14 в центральной части залива Находка. Превышение допустимого уровня концентраций в соответствии с зарубежными нормативами наблюдалось в 44,4% проб.

Уровень загрязненности донных отложений залива Находка нефтяными углеводородами сильно различается в разных районах. В центральной части залива среднее содержание нефтяных углеводородов в 2024 г. составило 119,0 мкг/г; бухте Врангеля - 175,0 мкг/г, в бухте Находка – 157 мкг/г. (табл. 11.13). В 2024 г. уровень загрязненности донных отложений нефтяными углеводородами в центральном районе залива и в бухте Находка был ниже прошлогоднего, а в бухте Врангеля повысился в 2,5 раза.

Содержание фенолов в донных отложениях залива изменялось в пределах 1,7-6,0 мкг/г, среднее значение составило 3,54 мкг/г, что практически соответствует уровню прошлогоднего (3,74). Максимальная концентрация отмечена в октябре на ст.№25 в бухте Врангеля.

Таблица 11.13. Минимальная, максимальная и средняя концентрация нефтяных углеводородов (мкг/г) в донных отложениях различных участков залива Находка в 2017-2024 гг.

| Акватория | Кол-во проб 2024 | Min | Max | Средняя |
|---|------------------|-------|-------|---------|
| Залив Находка (центральная часть) | 26 | 70/ | 490/ | 167/ |
| | | 110/ | 670/ | 245/ |
| | | 80/ | 380/ | 152,5/ |
| | | 70/ | 620/ | 170/ |
| | | 20 | 400 | 126,3 |
| | | 20 | 900 | 113,2 |
| | | 50 | 200 | 78 |
| | | 20 | 600 | 119 |
| 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 |
| | | 20 | 330 | 175 |
| 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 |
| | | 20 | 510 | 157 |
| Бухта Козьмина | 1 | 90/ | 120/ | 105/ |
| | | 90/ | 130/ | 110/ |
| | | 90/ | 120/ | 105/ |
| | | 70/ | 90/ | 80/ |
| | | 40 | 40 | 40 |
| | | 10 | 70 | 40,0 |
| | | 60 | 60 | 60 |
| | | - | - | - |

Анализ содержания тяжелых металлов в донных отложениях в заливе Находка проводился включая бухту Находка и бухту Врангеля. В 2024 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 повысилось; содержание

кадмия практически не изменилось; среднегодовое содержание кобальта, никеля и ртути снизилось. Заметно повысилась средняя концентрация меди (в 1,65 раза) и хрома (в 1,5 раза). Самое значительное снижение среднегодового содержания отмечено по ртути (в 2,2 раза), несколько меньше снижение по кобальту (в 1,6 раза) и никелю (в 2,4 раза). Максимальная концентрация превысила условный норматив по меди (3,11 ДК) и цинку (2,01). Наибольшие значения остальных определяемых тяжелых металлов в донных отложениях залива Находка не превысили допустимого уровня. Средняя и максимальная величина содержания ртути снизилась по сравнению с 2023 годом в 2,2 и в 1,6 раза соответственно.

Таблица 11.14. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях залива Находка в 2012-2024 гг.

| | Cu | Pb | Cd | Co | Ni | Zn | Mn | Fe | Cr | Hg |
|---------------|-------|-------|------|------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Средняя | 24,31 | 18,60 | 0,24 | 4,14 | 9,63 | 83,42 | 145,21 | 26340 | 23,28 | 0,082 |
| | 15,65 | 18,68 | 0,79 | 2,75 | 13,43 | 72,32 | 139,75 | 20935 | 12,66 | 0,106 |
| | 19,08 | 20,05 | 0,43 | 4,22 | 11,26 | 75,53 | 122,06 | 22406 | 22,94 | 0,099 |
| | 17,42 | 10,18 | 1,29 | 3,18 | 14,36 | 70,21 | 153,92 | 22495 | 33,75 | 0,127 |
| | 19,05 | 16,65 | 2,13 | 4,84 | 15,33 | 71,96 | 125,71 | 19810 | 16,95 | 0,316 |
| | 20,25 | 14,84 | 0,33 | 5,36 | 8,73 | 84,12 | 116,60 | 21823 | 38,80 | 0,156 |
| | 19,65 | 21,60 | 0,23 | 4,74 | 11,11 | 84,74 | 147,49 | 24102 | 19,04 | 0,154 |
| | 20,08 | 20,71 | 0,06 | 4,48 | 21,34 | 108,70 | 126,31 | 20493 | 17,36 | 0,127 |
| | 19,27 | 15,63 | 0,19 | 4,10 | 20,58 | 76,28 | 104,93 | 17303 | 10,64 | 0,144 |
| | 27,07 | 24,41 | 0,33 | 6,34 | 18,02 | 99,80 | 172,50 | 31460 | 18,96 | 0,146 |
| | 24,25 | 32,62 | 0,13 | 3,90 | 9,20 | 77,95 | 122,83 | 15993 | 11,08 | 0,135 |
| | 12,76 | 15,89 | 0,20 | 5,60 | 11,41 | 61,36 | 116,46 | 14482 | 10,70 | 0,165 |
| | 21,15 | 17,42 | 0,24 | 3,44 | 7,99 | 71,49 | 127,88 | 17678 | 16,43 | 0,074 |
| | | | | | | | | | | |
| Максимальная | 177,0 | 134,0 | 1,1 | 7,3 | 15,0 | 408,0 | 232,0 | 44018 | 43,0 | 0,39 |
| | 71,0 | 107,0 | 2,3 | 6,0 | 22,0 | 288,0 | 345,0 | 39423 | 36,0 | 0,53 |
| | 95,0 | 74,0 | 1,0 | 7,1 | 19,0 | 260,0 | 191,0 | 36024 | 37,0 | 0,47 |
| | 65,0 | 45,0 | 3,6 | 5,6 | 31,0 | 212,0 | 251,0 | 35049 | 62,0 | 0,57 |
| | 132,0 | 73,0 | 21,0 | 8,6 | 33,0 | 301,0 | 260,0 | 30611 | 44,0 | 2,25 |
| | 117,0 | 56,0 | 1,6 | 8,3 | 16,0 | 310,0 | 210,0 | 41188 | 88,0 | 0,55 |
| | 110,6 | 114,9 | 0,7 | 7,8 | 19,6 | 308,0 | 296,0 | 34422 | 33,3 | 1,23 |
| | 82,3 | 65,1 | 0,4 | 7,2 | 75,5 | 292,5 | 189,0 | 39708 | 33,5 | 1,59 |
| | 92,8 | 61,6 | 0,7 | 11,6 | 76,6 | 302,2 | 144,4 | 28017 | 23,4 | 0,65 |
| | 112,2 | 87,1 | 0,9 | 14,9 | 57,7 | 382,4 | 573,0 | 74945 | 33,4 | 0,52 |
| | 123,7 | 336,0 | 0,5 | 7,1 | 16,2 | 333,3 | 227,2 | 30073 | 27,9 | 0,39 |
| | 80,1 | 72,4 | 0,6 | 49,0 | 73,4 | 202,5 | 170,0 | 25068 | 28,8 | 0,42 |
| | 108,9 | 72,8 | 0,7 | 6,4 | 12,6 | 280,8 | 321,0 | 28621 | 39,8 | 0,26 |
| | | | | | | | | | | |
| К ср ед | 0,69 | 0,22 | 0,30 | 0,21 | 0,28 | 0,60 | | | 0,23 | 0,27 |
| | 0,45 | 0,22 | 0,98 | 0,14 | 0,38 | 0,52 | | | 0,13 | 0,35 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--|--|------|-------------|
| | 0,55 | 0,24 | 0,54 | 0,21 | 0,32 | 0,54 | | | 0,23 | 0,33 |
| | 0,50 | 0,12 | 1,61 | 0,16 | 0,41 | 0,50 | | | 0,34 | 0,42 |
| | 0,54 | 0,20 | 2,66 | 0,24 | 0,44 | 0,51 | | | 0,17 | 1,05 |
| | 0,58 | 0,17 | 0,42 | 0,27 | 0,25 | 0,60 | | | 0,39 | 0,52 |
| | 0,56 | 0,25 | 0,29 | 0,24 | 0,32 | 0,61 | | | 0,19 | 0,51 |
| | 0,57 | 0,24 | 0,07 | 0,22 | 0,61 | 0,78 | | | 0,17 | 0,42 |
| | 0,55 | 0,18 | 0,23 | 0,21 | 0,59 | 0,54 | | | 0,11 | 0,48 |
| | 0,77 | 0,29 | 0,41 | 0,32 | 0,51 | 0,71 | | | 0,19 | 0,49 |
| | 0,69 | 0,38 | 0,16 | 0,20 | 0,26 | 0,56 | | | 0,11 | 0,45 |
| | 0,36 | 0,19 | 0,25 | 0,28 | 0,33 | 0,44 | | | 0,11 | 0,55 |
| | 0,60 | 0,20 | 0,30 | 0,17 | 0,23 | 0,51 | | | 0,16 | 0,25 |
| ДК максимальная | 5,06 | 1,58 | 1,38 | 0,37 | 0,43 | 2,91 | | | 0,43 | 1,30 |
| | 2,03 | 1,26 | 2,88 | 0,30 | 0,63 | 2,06 | | | 0,36 | 1,77 |
| | 2,71 | 0,87 | 1,25 | 0,36 | 0,54 | 1,86 | | | 0,37 | 1,57 |
| | 1,86 | 0,53 | 4,50 | 0,28 | 0,89 | 1,51 | | | 0,62 | 1,90 |
| | 3,77 | 0,86 | 26,25 | 0,43 | 0,94 | 2,15 | | | 0,44 | 7,50 |
| | 3,34 | 0,66 | 2,00 | 0,42 | 0,46 | 2,21 | | | 0,88 | 1,83 |
| | 3,16 | 1,35 | 0,88 | 0,39 | 0,56 | 2,20 | | | 0,33 | 4,10 |
| | 2,35 | 0,77 | 0,50 | 0,36 | 2,16 | 2,09 | | | 0,34 | 5,30 |
| | 2,65 | 0,72 | 0,88 | 0,58 | 2,19 | 2,16 | | | 0,23 | 2,17 |
| | 3,21 | 1,02 | 1,13 | 0,75 | 1,65 | 2,73 | | | 0,33 | 1,73 |
| | 3,53 | 3,95 | 0,63 | 0,36 | 0,46 | 2,38 | | | 0,28 | 1,30 |
| | 2,29 | 0,85 | 0,75 | 2,45 | 2,10 | 1,45 | | | 0,29 | 1,40 |
| | 3,11 | 0,86 | 0,88 | 0,32 | 0,36 | 2,01 | | | 0,40 | 0,87 |

Выводы

В 2024 году уровень загрязненности морских вод залива Находка нефтяными углеводородами повысился, фенолов – снизился, а АПАВ – практически не изменился. Повысился уровень загрязненности морских вод залива аммонийным азотом, средние показатели по нитритам и нитратам снизились. Средняя концентрация определяемых тяжелых металлов в водах залива Находка не превысила норматива. В наибольшей степени в морских водах была представлена медь (0,77 ПДК), марганец (0,37 ПДК) и ртуть (0,38 ПДК). Среднее содержание меди, марганца и ртути в морской воде повысилось, а железа, цинка, свинца и кадмия снизилось.

Кислородный режим залива Находка в теплый период года в целом ухудшился. Средняя концентрация растворенного в воде кислорода изменилась с 12,44 до 8,86 мгО₂/дм³ (100,2% насыщения). По значению расчетного индекса (ИЗВ=1,21, III класс, "умеренно-загрязненные") в летне-осенний период наблюдений в 2024 г. качество вод в заливе Находка несколько улучшилось (табл.11.3).

Уровень загрязненности донных отложений НУ и фенолами в заливе Находка в 2024 снизился. В 2024 г. средняя концентрация всех определяемых тяжелых металлов в пробах донных отложениях залива Находка не достигала условно допустимого уровня (табл.11.14). Заметно повысилась средняя концентрация меди (в 1,65 раза) и хрома (в 1,5 раза). В абсолютном выражении самое значительное снижение среднегодового содержания отмечено по ртути (в 2,2 раза), несколько меньше снижение по кобальту (в 1,6 раза) и никелю (в 2,4 раза).

11.9. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив

Основными источниками загрязнения прибрежной акватории Японского моря в районе г. Александровск-Сахалинский являются сбросы загрязненных хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. Основными загрязнителями являются предприятия коммунально-бытовых служб, нефтебаза и флот из-за неконтролируемого сброса льяльных вод и нефтесодержащего мусора с маломерных судов. В районе г. Александровска исследования состояния загрязнения морских вод и донных отложений проводились Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск). В 2024 г. в период с мая по октябрь на 5 станциях было отобрано и обработано 30 проб воды и 34 донных отложений.

В исследуемый теплый период времени года температура воды изменялась от 2,3⁰С в мае до наибольшего прогрева 19,20⁰С в сентябре; среднегодовое значение - 13,65⁰С. Соленость варьировала в пределах 20,04-32,01‰, составив в среднем 28,275‰. Хлорность была в диапазоне 11,12-17,72‰, средняя - 15,66‰. Значения водородного показателя составили 7,41-8,08, среднее 7,976 ед. рН; щелочности 1,595-2,363, среднее - 2,009 мг-экв/дм³.

Концентрация взвешенных частиц в морской воде изменялась в диапазоне 10-241 мг/дм³, в среднем 54,5 (5,5 ПДК), что соответствует прошлогоднему значению (5,49 ПДК). Максимум (24,1 ПДК) был зарегистрирован в мае в поверхностном слое. Концентрация легко окисляемых органических веществ по БПК₅ в среднем была 1,464 мгО₂/дм³ (0,70 ПДК), (в прошлом году - 0,75 ПДК). Максимальная величина 4,5 (2,1 ПДК) (2,43 ПДК) была зафиксирована в мае, что в 1,16 ниже прошлогоднего значения (2,43 ПДК).

Концентрация **биогенных** элементов (мкг/дм³) в исследуемый период была в пределах среднесезонных значений. Содержание аммонийного азота было выше предела обнаружения (DL=20) в двух пробах (90,0 и 53,0 мкг/дм³), среднее значение - 4,73 мкг/дм³. Максимальная концентрация была отмечена в июле. Содержание нитритов изменялось от нулевых значений до 2,0 мкг/дм³. Содержание

нитратов изменялось от нулевых значений (DL=5) до 38,0, среднее - 11,27 мкг/дм³. Максимум был зафиксирован в июльской пробе.

Фосфаты в 2024 г. в период проведения наблюдений не обнаружены.

Диапазон концентрации кремния составил 57,0-1106 мкг/дм³; средняя концентрация – 337,13, что практически не отличается от прошлогодней (331,2 мкг/дм³). Максимум был отмечен в июле.

В 2024 г. содержание **нефтяных углеводородов** в водах рейда порта г. Александровск изменялось от 0,0 до 0,114 мг/дм³ (2,28 ПДК). По сравнению с 2023 г. средняя концентрация НУ повысилась с 0,94 до 1,22 ПДК (табл. 11.15). Максимум был отмечен в июле в поверхностном слое. В период проведения наблюдений концентрация фенолов и СПАВ была ниже предела обнаружения.

Среднее содержание **меди** (4,68 мкг/дм³) повысилось в 2024 г. и составило 3,7 мкг/дм³ (0,94 ПДК). Максимум достигал 8,7 мкг/дм³ (1,74 ПДК) и был зафиксирован в августе в поверхностном слое. Средняя концентрация цинка практически не изменилась и составила 0,14 ПДК, максимальная – 0,22 ПДК. Соединения свинца в период проведения наблюдений не обнаружены. Значимое значение кадмия была обнаружено в одной пробе, в остальных оно было ниже предела обнаружения.

Кислородный режим в водах Татарского пролива в целом соответствовал многолетней норме: среднее содержание растворенного кислорода в воде составило 8,81 мгО₂/дм³. Диапазон концентрации составил 7,53-10,95 мгО₂/дм³.

По значению индекса ИЗВ (0,88) качество вод Татарского пролива в 2024 г. несколько ухудшилось, но по-прежнему соответствовало III классу, "умеренно загрязненные" (табл. 11.3). Приоритетными загрязнителями были нефтяные углеводороды, органические вещества по БПК₅ и медь. Кислородный режим в целом соответствовал среднемноголетней норме.

Таблица 11.15. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Татарского пролива Японского моря у г. Александровск-Сахалинский в 2022-2024 гг.

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|--|------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| Татарский пролив: Александровск Сахалинский (30 проб) | НУ | 0,070 | 1,39 | 0,047 | 0,94 | 0,061 | 1,22 |
| | | 0,158 | 3,16 | 0,107 | 2,14 | 0,114 | 2,28 |
| | СПАВ | 7,5 | 0,08 | 1,9 | <0,01 | 0,00 | |
| | | 68,0 | 0,68 | 56,0 | 0,56 | 0,00 | |
| | Кадмий | 0,04 | <0,01 | 0,08 | <0,01 | 0,01 | 0,00 |
| | | 0,6 | 0,06 | 0,52 | 0,05 | 0,33 | 0,03 |

| | | | | | | | |
|--|------------------|---------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|
| | Медь | 4,4 8,3 | 0,89 1,66 | 3,7 5,6 | 0,74 1,12 | 4,7 8,7 | 0,94 1,74 |
| | Цинк | 6,9 12,9 | 0,14 0,26 | 7,7 12,3 | 0,15 0,25 | 6,9 11,2 | 0,14 0,22 |
| | Свинец | 0,0 0,0 | | 0,12 0,96 | 0,01 0,10 | 0,0 0 | |
| | Аммонийный азот | 30,5 331,0 | 0,01 0,11 | 3,6 36,0 | <0,01 0,01 | 4,7 90,0 | 0,00 0,03 |
| | Нитритный азот | 1,5 27 | 0,06 1,13 | 0,40 2,0 | 0,02 0,08 | 0,5 2 | 0,02 0,08 |
| | БПК ₅ | 2,0 16,4 | 0,94 7,81 | 1,6 5,1 | 0,75 2,43 | 1,5 4,5 | 0,70 2,14 |
| | Кислород | 8,51 3,07 | 0,51 | 8,97 7,05 | | 8,81 7,53 | |

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 0,0-10,15 мкг/г, (0,63 ДК); среднее значение (13,40 мкг/г, 0,27 ДК) было в 1,75 раза ниже прошлогоднего (табл. 11.16). Содержание фенолов в донных отложениях изменялось в диапазоне 0,0–0,10 мкг/г.

Среднее содержание меди, цинка и кадмия в осадках этого побережья о. Сахалин практически не изменилось: 0,12; 0,44; 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 2022-2024 гг.

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|--|------------|--------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|--------------|
| | | С* | ДК | С* | ДК | С* | ДК |
| Татарский пролив: г. Александровск - Сахалинский | НУ | 9,9 32 | 0,20 0,64 | 23,4 64,1 | 0,47 1,28 | 13,4 31,5 | 0,27 0,63 |
| | Фенолы | 0,07 0,24 | | 0,01 0,08 | | <0,01 0,1 | |
| | Медь | 3,82 | 0,11 | 3,91 | 0,11 | 4,26 | 0,12 |

| | | | | | | | |
|--|--------|--------------|---------------|----------------|--------------|---------------|--------------|
| | | 4,9 | 0,14 | 5,6 | 0,16 | 5,5 | 0,16 |
| | Цинк | 64,9 105 | 0,46 0,75 | 59,0 89 | 0,42 0,64 | 61,7 84 | 0,44 0,60 |
| | Кадмий | 0,02 0,06 | 0,03 0,08 | 0,033 0,044 | 0,04 0,06 | 0,03 0,042 | 0,04 0,05 |
| | Свинец | 0,1 4,1 | <0,01 0,05 | 0,0 0,0 | | 0,0 0 | |

Таблица 11.1. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах залива Петра Великого Японского моря в 2022-2024 гг.

| Район | Ингредиент | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | |
|--------------------------------------|---------------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| 1. бухта Золотой Рог (36 проб) | НУ | 0,05 | 1,05 | 0,053 | 1,05 | 0,021 | 0,43 |
| | | 0,4 | 8,00 | 0,120 | 2,40 | 0,100 | 2,00 |
| | Фенолы | 1,70 | 1,70 | 1,75 | 1,75 | 1,51 | 1,51 |
| | | 2,0 | 2,00 | 2,3 | 2,30 | 2 | 2,00 |
| | АПАВ | 103 | 1,03 | 256 | 2,56 | 148 | 1,48 |
| | | 198 | 1,98 | 782 | 7,82 | 592 | 5,92 |
| | Аммонийный азот | 124 | 0,04 | 192 | 0,09 | 114 | 0,05 |
| | | 523,6 | 0,18 | 939,5 | 0,42 | 486,6 | 0,22 |
| | Нитритный азот | 13,2 | 0,55 | 32,6 | 1,36 | 18,0 | 0,75 |
| | | 37,2 | 1,55 | 135,6 | 5,65 | 189,6 | 7,90 |
| | Медь | 2,4 | 0,48 | 3,04 | 0,61 | 1,87 | 0,37 |
| | | 4,8 | 0,96 | 6,2 | 1,24 | 5,1 | 1,02 |
| | Железо | 35,6 | 0,71 | 51,5 | 1,03 | 2,5 | 0,05 |
| | | 262,5 | 5,25 | 162 | 3,24 | 7,70 | 0,15 |
| | Цинк | 52,1 | 1,04 | 38,53 | 0,77 | 20,53 | 0,41 |
| | | 158,7 | 3,17 | 81,1 | 1,62 | 150,6 | 3,01 |
| | Свинец | 1,4 | 0,14 | 1,63 | 0,16 | 0,07 | 0,01 |
| | | 5,1 | 0,51 | 3,7 | 0,37 | 0,2 | 0,02 |
| | Марганец | 3,6 | 0,07 | 2,10 | 0,04 | 0,39 | 0,01 |
| | | 23,5 | 0,47 | 13,7 | 0,27 | 1,9 | 0,04 |
| | Кадмий | 0,19 | <0,1 | 0,11 | 0,01 | 0,03 | <0,01 |
| | | 0,7 | <0,1 | 0,2 | 0,02 | 0,2 | 0,02 |
| | Ртуть | 0,058 | 0,58 | 0,023 | 0,23 | 0,081 | 0,81 |
| | | 0,44 | 4,40 | 0,23 | 2,30 | 0,4 | 4,00 |
| | БПК ₅ | 2,5 | 1,20 | 5,03 | 2,39 | 2,88 | 1,37 |
| | | 7 | 3,33 | 9,98 | 4,75 | 4,00 | 1,90 |
| | Взвешенные вещества | 7,4 | 0,74 | 7,15 | 0,71 | 7,80 | 0,78 |
| | | 18 | 1,80 | 15,40 | 1,54 | 18,20 | 1,82 |
| | Кислород | 7,56 | | 8,73 | | 7,65 | |

| | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|
| | | 5,01 | 0,84 | 5,32 | 0,89 | 4,53 | 0,76 |
| 2. бухта Диомид (6 проб) | НУ | 0,05 | 1,03 | 0,052 | 1,03 | 0,020 | 0,40 |
| | | 0,1 | 2,00 | 0,090 | 1,80 | 0,030 | 0,60 |
| | Фенолы | 1,68 | 1,68 | 1,45 | 1,45 | 1,38 | 1,38 |
| | | 1,9 | 1,90 | 1,8 | 1,80 | 1,5 | 1,50 |
| | АПАВ | 84 | 0,84 | 156 | 1,56 | 102 | 1,02 |
| | | 143 | 1,43 | 276 | 2,76 | 172 | 1,72 |
| | Аммонийный азот | 41 | 0,01 | 67 | 0,03 | 47 | 0,02 |
| | | 69,7 | 0,02 | 172,8 | 0,08 | 124,0 | 0,05 |
| | Нитритный азот | 6,9 | 0,29 | 2,67 | 0,11 | 5,27 | 0,22 |
| | | 7,7 | 0,32 | 3,9 | 0,16 | 10,2 | 0,43 |
| | Медь | 2,57 | 0,51 | 2,58 | 0,52 | 1,60 | 0,32 |
| | | 3,9 | 0,78 | 6,0 | 1,20 | 1,80 | 0,36 |
| | Железо | 21,1 | 0,42 | 52,2 | 1,04 | 1,8 | 0,04 |
| | | 51,9 | 1,04 | 92,5 | 1,85 | 2,8 | 0,06 |
| | Цинк | 62,7 | 1,25 | 29,2 | 0,58 | 12,48 | 0,25 |
| | | 161,5 | 3,23 | 67,6 | 1,35 | 18,40 | 0,37 |
| | Свинец | 3,75 | 0,38 | 1,12 | 0,11 | 0,05 | 0,01 |
| | | 14,9 | 1,49 | 1,9 | 0,19 | 0,10 | 0,01 |
| | Марганец | 1,6 | 0,03 | 2,13 | 0,04 | 0,00 | |
| | | 3,2 | 0,06 | 5,6 | 0,11 | 0,00 | |
| | Кадмий | 0,2 | 0,02 | 0,10 | 0,01 | 0,07 | 0,01 |
| | | 0,4 | 0,04 | 0,2 | 0,02 | 0,20 | 0,02 |
| | Ртуть | 0,077 | 0,77 | 0,008 | 0,08 | 0,047 | 0,47 |
| | | 0,38 | 3,80 | 0,01 | 0,10 | 0,05 | 0,50 |
| | БПК ₅ | 1,7 | 0,79 | 5,11 | 2,43 | 3,07 | 1,46 |
| | | 4 | 1,90 | 9,0 | 4,29 | 4,00 | 1,90 |
| | Взвешенны е вещества | 7,3 | 0,73 | 5,08 | 0,51 | 6,95 | 0,70 |
| | | 12,4 | 1,24 | 9,4 | 0,94 | 9,20 | 0,92 |
| | Кислород | 7,98 | | 8,46 | | 7,97 | |
| | | 6,76 | | 6,19 | | 6,93 | |
| 3. пролив Босфор Восточный и бухта Улисс (24 пробы) | НУ | 0,018 | 0,36 | 0,060 | 1,21 | 0,016 | 0,32 |
| | | 0,05 | 1,00 | 0,270 | 5,40 | 0,040 | 0,80 |
| | Фенолы | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,65 | 1,44 | 1,44 |
| | | 2 | 2,00 | 2,2 | 2,20 | 2 | 2,00 |
| | АПАВ | 96 | 0,96 | 151 | 1,51 | 113 | 1,13 |
| | | 202 | 2,02 | 648 | 6,48 | 230 | 2,30 |
| | Аммонийный азот | 53,9 | 0,02 | 67 | 0,03 | 48 | 0,02 |
| | | 301,5 | 0,10 | 205,1 | 0,09 | 133 | 0,06 |
| | Нитритный | 8,3 | 0,35 | 25,59 | 1,07 | 4,70 | 0,20 |

| | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------|-------|-------------|-------|--------------|--------|-------------|
| | азот | 16,0 | 0,67 | 181,1 | 7,55 | 6,60 | 0,28 |
| | Медь | 3,7 | 0,73 | 2,98 | 0,60 | 1,37 | 0,27 |
| | | 20,6 | 4,12 | 8,20 | 1,64 | 4,30 | 0,86 |
| | Железо | 29,9 | 0,60 | 71,95 | 1,44 | 4,55 | 0,09 |
| | | 273,9 | 5,48 | 481,6 | 9,63 | 18,00 | 0,36 |
| | Цинк | 36,2 | 0,72 | 37,92 | 0,76 | 17,48 | 0,35 |
| | | 123,5 | 2,47 | 109,9 | 2,20 | 40,20 | 0,80 |
| | Свинец | 1,9 | 0,19 | 2,51 | 0,25 | 0,09 | 0,01 |
| | | 5,3 | 0,53 | 6,0 | 0,60 | 0,50 | 0,05 |
| | Марганец | 2,5 | 0,05 | 3,89 | 0,08 | 1,14 | 0,02 |
| | | 14,6 | 0,29 | 17,7 | 0,35 | 8,50 | 0,17 |
| | Кадмий | 0,12 | 0,012 | 0,19 | 0,02 | 0,01 | <0,01 |
| | | 0,4 | 0,04 | 0,4 | 0,04 | 0,10 | 0,01 |
| 4. Амурский залив (36 проб) | Ртуть | 0,045 | 0,45 | 0,011 | 0,11 | 0,052 | 0,52 |
| | | 0,32 | 3,20 | 0,04 | 0,40 | 0,15 | 1,50 |
| | БПК ₅ | 1,74 | 0,83 | 4,73 | 2,25 | 2,98 | 1,42 |
| | | 3,0 | 1,43 | 9,0 | 4,29 | 4,04 | 1,92 |
| | Взвешенны е вещества | 6,04 | 0,60 | 6,08 | 0,61 | 5,92 | 0,59 |
| | | 15,0 | 1,50 | 11,2 | 1,12 | 18,00 | 1,80 |
| | Кислород | 8,09 | | 8,61 | | 8,04 | |
| | | 5,35 | 0,89 | 2,93 | 0,49 | 5,96 | 0,99 |
| | НУ | 0,03 | 0,65 | 0,055 | 1,10 | 0,054 | 1,08 |
| | | 0,09 | 1,80 | 0,140 | 2,80 | 0,130 | 2,60 |
| | Фенолы | 1,63 | 1,63 | 1,56 | 1,56 | 1,05 | 1,05 |
| | | 1,9 | 1,90 | 3,0 | 3,00 | 1,8 | 1,80 |
| | АПАВ | 93 | 0,93 | 123 | 1,23 | 67 | 0,67 |
| | | 216 | 2,16 | 356 | 3,56 | 148 | 1,48 |
| | Аммонийный азот | 24 | 0,01 | 48 | 0,02 | 59 | 0,03 |
| | | 139 | 0,05 | 282 | 0,12 | 190 | 0,08 |
| | Нитритный азот | 14,0 | 0,59 | 41,98 | 1,75 | 3,94 | 0,16 |
| | | 146,4 | 6,10 | 375,2 | 15,63 | 11,00 | 0,46 |
| | Медь | 1,8 | 0,36 | 3,16 | 0,63 | 2,08 | 0,42 |
| | | 3,7 | 0,74 | 7,9 | 1,58 | 7,00 | 1,40 |
| | Железо | 18,2 | 0,36 | 29,33 | 0,59 | 2,79 | 0,06 |
| | | 115,3 | 2,31 | 95,2 | 1,90 | 6,60 | 0,13 |
| | Цинк | 33,6 | 0,67 | 42,64 | 0,85 | 27,11 | 0,54 |
| | | 115,2 | 2,30 | 128,6 | 2,57 | 196,10 | 3,92 |
| | Свинец | 0,9 | 0,09 | 2,41 | 0,24 | 0,57 | 0,06 |
| | | 7,0 | 0,70 | 18,8 | 1,88 | 5,80 | 0,58 |
| | Марганец | 2,9 | 0,06 | 2,88 | 0,06 | 3,58 | 0,07 |

| | | | | | | | |
|--|---------------------|---------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|---------------|
| | | 12,8 | 0,26 | 15,6 | 0,31 | 74,00 | 1,48 |
| | Кадмий | 0,1 0,3 | 0,014 0,03 | 0,33 1,3 | 0,03 0,13 | 0,02 0,10 | 0,00 0,01 |
| | Ртуть | 0,055 0,45 | 0,55 4,50 | 0,024 0,09 | 0,24 0,90 | 0,036 0,140 | 0,36 1,40 |
| | БПК ₅ | 1,73 4,0 | 0,8 1,9 | 1,61 4,0 | 0,77 1,90 | 2,25 4,00 | 1,07 1,90 |
| | Взвешенные вещества | 9,1 20,8 | 0,9 2,1 | 5,10 12,0 | 0,51 1,20 | 6,04 15,50 | 0,60 1,55 |
| | Кислород | 9,6 3,46 | 0,6 | 10,53 4,01 | 0,67 | 8,22 3,93 | 0,66 |
| 5. Уссурийски й залив (54 пробы) | НУ | 0,04 0,12 | 0,72 2,40 | 0,050 0,150 | 1,00 3,00 | 0,035 0,120 | 0,70 2,40 |
| | Фенолы | 1,96 2,6 | 1,96 2,60 | 1,18 2,0 | 1,18 2,00 | 1,05 2 | 1,05 2,00 |
| | АПАВ | 99 253 | 0,99 2,53 | 100 287 | 1,00 2,87 | 63 145 | 0,63 1,45 |
| | Аммонийный азот | 53 439 | 0,02 0,15 | 45 395 | 0,02 0,17 | 59 228,1 | 0,03 0,10 |
| | Нитритный азот | 6,3 50,8 | 0,26 2,12 | 9,20 56,5 | 0,38 2,35 | 4,08 32,40 | 0,17 1,35 |
| | Медь | 2,0 4,9 | 0,39 0,98 | 2,78 9,0 | 0,56 1,80 | 1,58 4,90 | 0,32 0,98 |
| | Железо | 34,4 170,7 | 0,69 3,41 | 33,85 90,2 | 0,68 1,80 | 3,46 14,50 | 0,07 0,29 |
| | Цинк | 20,0 109 | 0,40 2,18 | 43,01 83,9 | 0,86 1,68 | 12,36 36,50 | 0,25 0,73 |
| | Свинец | 1,3 12,4 | 0,13 1,24 | 2,5 5,8 | 0,25 0,58 | 0,18 0,60 | 0,02 0,06 |
| | Марганец | 1,4 5,7 | 0,03 0,11 | 1,71 13,0 | 0,03 0,26 | 3,67 43,70 | 0,07 0,87 |
| | Кадмий | 0,2 3,0 | 0,02 0,30 | 0,47 1,1 | 0,05 0,11 | 0,03 0,20 | <0,01 0,02 |
| | Ртуть | 0,054 0,26 | 0,54 2,60 | 0,020 0,08 | 0,20 0,80 | 0,032 0,070 | 0,32 0,70 |
| | БПК ₅ | 1,64 6,00 | 0,8 2,9 | 1,76 7,00 | 0,84 3,33 | 1,77 4,00 | 0,84 1,90 |
| | Взвешенные вещества | 6,48 20,5 | 0,6 2,1 | 4,26 10,5 | 0,43 1,05 | 5,52 29,50 | 0,55 2,95 |
| | Кислород | 9,64 6,97 | | 11,52 5,46 | 0,91 | 8,60 4,02 | 0,67 |

| | | | | | | | |
|--|---------------------|---------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|
| 6. залив Находка (с бухтами) (72 пробы) | НУ | 0,03 0,07 | 0,54 1,40 | 0,033 0,060 | 0,66 1,20 | 0,046 0,320 | 0,93 6,40 |
| | Фенолы | 1,91 3,5 | 1,91 3,50 | 2,09 3,5 | 2,09 3,50 | 1,71 3,2 | 1,71 3,20 |
| | АПАВ | 112 284 | 1,12 2,84 | 120 356 | 1,20 3,56 | 123 450 | 1,23 4,50 |
| | Аммонийный азот | 42,1 245,7 | 0,01 0,08 | 41,3 129,9 | 0,02 0,06 | 53 166,4 | 0,02 0,07 |
| | Нитритный азот | 17,2 153,1 | 0,71 6,38 | 22,90 170,7 | 0,95 7,11 | 7,95 70,10 | 0,33 2,92 |
| | Медь | 2,1 6,3 | 0,42 1,26 | 2,60 4,5 | 0,52 0,90 | 3,85 6,90 | 0,77 1,38 |
| | Железо | 64,9 854,8 | 1,30 17,10 | 63,76 622,9 | 1,28 12,46 | 3,02 13,10 | 0,06 0,26 |
| | Цинк | 18,8 146,5 | 0,38 2,93 | 14,94 59,3 | 0,30 1,19 | 7,20 29,80 | 0,14 0,60 |
| | Свинец | 1,2 6,7 | 0,12 0,67 | 2,11 8,1 | 0,21 0,81 | 0,24 2,30 | 0,02 0,23 |
| | Марганец | 1,1 6,4 | 0,02 0,13 | 0,95 17,8 | 0,02 0,36 | 18,73 478,00 | 0,37 9,56 |
| | Кадмий | 0,1 1,2 | 0,01 0,12 | 0,11 0,2 | 0,01 0,02 | 0,08 0,80 | <0,01 0,08 |
| | Ртуть | 0,026 0,23 | 0,26 2,30 | 0,020 0,06 | 0,20 0,60 | 0,038 0,260 | 0,38 2,60 |
| | БПК ₅ | 2,2 8,0 | 1,07 3,81 | 2,67 9,0 | 1,27 4,29 | 2,61 8,00 | 1,24 3,81 |
| | Взвешенные вещества | 10,1 19,2 | 1,01 1,92 | 7,37 16,4 | 0,74 1,64 | 7,41 50,60 | 0,74 5,06 |
| | Кислород | 10,8 6,79 | | 12,44 6,95 | | 8,86 7,63 | |

Таблица 11.3. Оценка качества прибрежных вод залива Петра Великого Японского моря в 2022-2024 гг.

| Район | 2022 г. | | 2023 г. | | 2024 г. | | Содержание ЗВ в 2024 г. (в ПДК) |
|----------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| 1. бухта Золотой Рог | 1,19 | III | 1,85 | V | 1,29 | IV | Фенолы 1,51; СПАВ 1,48; БПК ₅ 1,37; О ₂ 0,78 |
| 2. бухта Диомид | 1,18 | III | 1,54 | IV | 1,15 | III | БПК ₅ 1,46; Фенолы 1,38; СПАВ 1,02; О ₂ 0,75 |

| | | | | | | | |
|--|------|-----|------|-----|------|-----|--|
| 3. пролив Босфор Восточный | 1,04 | III | 1,53 | IV | 1,18 | III | Фенолы 1,44; БПК ₅ 1,42; СПАВ 1,13; O ₂ 0,75 |
| 4. Амурский залив | 1,00 | III | 1,28 | IV | 0,98 | III | НУ 1,08; БПК ₅ 1,07; Фенолы 1,05; O ₂ 0,73 |
| 5. Уссурийский залив | 1,09 | III | 0,92 | III | 0,82 | III | Фенолы 1,05; БПК ₅ 0,84; НУ 0,7; O ₂ 0,7 |
| 6. залив Находка (с бухтами) | 1,22 | III | 1,28 | IV | 1,21 | III | Фенолы 1,71; БПК ₅ 1,24; СПАВ 1,23; O ₂ 0,68 |
| 6.1. бухта Находка ст.1,2 (12 проб) | 1,41 | IV | 1,59 | IV | 1,44 | IV | Фенолы 2,07; СПАВ 1,6; БПК ₅ 1,39; O ₂ 0,68 |
| 6.2. бухта Врангеля ст.25 (9 проб) | 1,23 | III | 1,28 | IV | 1,09 | III | Фенолы 1,42; БПК ₅ 1,2; СПАВ 1,06; O ₂ 0,68 |
| 6.3. бухта Козьмина ст.33 | 1,15 | III | 1,27 | IV | | | |
| Татарский пролив: Александровск - Сахалинский | 0,98 | III | 0,79 | III | 0,88 | III | НУ 1,22; Cu 0,94; БПК ₅ 0,7; O ₂ 0,68 |

Глава 12. Выводы

12.1. Каспийское море

12.2. Азовское море

Среднегодовая соленость вод в рукавах дельты реки Кубань составила 0,26‰, в канале порта Темрюк 13,77‰, а на остальной акватории средние значения варьировали в диапазоне 4,59-14,16‰. Концентрация ионов аммония во всех районах залива изменялась от предела обнаружения до 366, в среднем 163,6; нитритов 1,1-67,2/15,0 (наибольшая 2,80 ПДК); нитратов 12,4-750/201,4; общего азота 373-1300/647,4 мкг/дм³. Содержание фосфатов изменялось от аналитического нуля до 105,0 (2,10 ПДК), средняя равняется 14,1; общего фосфора 5,0-130,0/27,8; силикатов 138-3313/1182 мкг/дм³.

Содержание нефтяных углеводородов было наибольшим в рукавах реки Кубань, средняя 1,16 ПДК, максимальное 1,52 ПДК; в канале порта Темрюк 0-0,11/0,046; на остальной акватории Темрюкского залива 0-0,10 мг/дм³. Максимальное значение (2,2 ПДК) зафиксировано в конце июня в море в 600 м от устья р. Кубань напротив рукава Средний, а среднее по всем районам составило 0,039 мг/дм³. Концентрация СПАВ и хлорорганических пестицидов (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, 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 0,010-0,029 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 было в диапазоне 7,19-11,66/9,43 мгО₂/дм³. На акватории Темрюкского залива концентрация кислорода изменялась в диапазоне 5,53-12,7 и была ниже норматива всего в трех пробах; средняя составила 9,58 мгО₂/дм³. Процент насыщения вод кислородом был в диапазоне 72-125%. По ИЗВ (1,03) воды низовьев дельты реки Кубань, определенные по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, нитритов, фосфатов и кислорода относились к III классу качества, «умеренно загрязненные». В остальных районах на акватории Темрюкского залива ИЗВ был в пределах 0,34-0,65, что позволило отнести их ко II классу, «чистые». Приоритетными загрязняющими веществами являлись 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. В остальных районах также наблюдается ухудшение качества вод при незначительной флуктуации годовых значений ИЗВ.

По результатам расчета индекса загрязненности вод ИЗВ (0,62) качество вод северной уости Керченского пролива улучшилось по сравнению с прошлым годом. Приоритетными ЗВ были НУ, нитриты и СПАВ. Небольшое улучшение качества вод пролива обусловлено снижением нефтяного загрязнения. Стандартные гидрохимические показатели были в пределах естественной межгодовой изменчивости. Значение солености вод пролива стало максимальным за весь период систематических наблюдений, в среднем превысив отметку в 16,3‰. Максимальная концентрация биогенных веществ не превышала 0,5 ПДК. Значительно увеличилась доля проб с хлорорганическими пестицидами.

12.3. Черное море

В 2024 г. прибрежные воды Севастопольского района по индексу загрязненности вод (ИЗВ) характеризовались III-IV классами, «умеренно загрязненные» - «загрязненные». Максимальный вклад в величину ИЗВ вносили НУ и БПК₅. В водах Балаклавской бухты и отдельных районов Севастопольской бухты выявлено значительное содержание меди (до 0,88 ПДК), железа (до 0,38 ПДК), свинца (до 0,42 ПДК) и АПАВ (до 0,62 ПДК). Из биогенных элементов наибольшее значение имели фосфаты (до 0,32 ПДК) и нитриты (до 0,20 ПДК).

Воды акватории **порта Ялта** (ИЗВ=0,40, II класс) характеризовались как «чистые». Приоритетными ЗВ оставались нефтяные углеводороды и фосфаты. В значение индекса весомый вклад внес пестицид ГПХ, в отличие от предыдущего года заменивший в расчете ДДД. Значительное влияние на величину индекса оказывал недостаточный кислородный режим акватории со значением до 0,78. Дополнительную нагрузку на акваторию порта оказывали хлорорганические пестициды ДДД (0,07 ПДК), альдрин (0,06 ПДК) и ДДЭ (0,05 ПДК). Среднее за год содержание нитритов составило 0,17 ПДК, нитратов 0,03 ПДК и СПАВ 0,08 ПДК. На взморье Карадагского природного заповедника и в Коктебельской бухте в 2024 г., как и в предыдущие годы, воды характеризовались как «умеренно загрязненные», III класс качества вод. Величина ИЗВ снизилась до 0,81.

12.4. Балтийское море

12.5. Белое море

12.6. Баренцево море

Контроль качества вод Баренцева моря в 2024 г. по-прежнему проводился на одной станции в Кольском заливе на водпосту в торговом порту г. Мурманска (ВПМ) в период с января по ноябрь, один раз в два месяца. В течение наблюдаемого периода температура воды колебалась от 1,1°C до 10,2°C, что на 1°C выше прошлогоднего

значения, с продолжающейся тенденцией к повышению с 2019 г. Водородный показатель находился в диапазоне 7,14-8,22 ед.рН, а среднегодовая щелочность составила 1,531 мг-экв/дм³. Концентрация легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ была на уровне аналитического нуля, указывая на низкое содержание загрязнителей. Содержание аммонийного азота варьировало от 25,20 до 177,0 мкг/дм³, с тенденцией к снижению содержания биогенных элементов. В 2024 г. наблюдается рост содержания нефтяных углеводородов по сравнению с предыдущими годами, с максимальной концентрацией в июле и превышением ПДК: среднее значение равно 0,062 мг/дм³ (1,24 ПДК), максимальное – 0,16 мг/дм³ (3,2 ПДК). Уровень загрязнения тяжелыми металлами остался на уровне прошлого года, с высоким содержанием железа и увеличением содержания цинка без превышения ПДК.

12.7. Гренландское море (Шпицберген)

В 2024 г. значения водородного показателя (рН) морских вод в заливе Гренфьорд находились в диапазоне от 7,72 до 8,04, что указывает на умеренно щелочную среду с средним значением 7,89. Щелочность (Alk) в этом заливе варьировала от 1,51 до 2,15 мг-моль/дм³, в то время как в заливе Биллефьорд она составила 1,84 мг-моль/дм³. Однако содержание взвешенных веществ в водах обоих заливов значительно превышало допустимые нормы, достигнув среднего значения в 3,50 мг/дм³ (14 ПДК).

Концентрация биогенных веществ понизилась в сравнении с прошлогодними значениями: общий и аммонийный азот оставались ниже предела обнаружения, а уровни нитратного и нитритного азота значительно снизились по сравнению с предыдущим годом. В частности, в заливе Гренфьорд концентрация нитратного азота варьировала от 0 до 8,74 мкг/дм³, а в Биллефьорд составила 4,97 мкг/дм³. Содержание общего фосфора в водах у Баренцбурга колебалось от 6,48 до 20,63 мкг/дм³ (в среднем 10,80), а у поселка Пирамида достигло 73,35 мкг/дм³. Растворенный кислород в морских водах оставался на высоком уровне (10,69–13,05 мгО₂/дм³), при этом не наблюдалось значительных различий между придонным и поверхностным слоями. Однако значение биохимического потребления кислорода (БПК₅) заметно возросло по сравнению с предыдущим годом – в заливе Гренфьорд оно составило от 0 до 8,04 мгО₂/дм³ (что соответствует 3,8 ПДК), а в Биллефьорд – 4,86 (2,3 ПДК).

По данным анализа загрязняющих веществ, концентрация нефтяных углеводородов была зафиксирована только в двух пробах из залива Гренфьорд (0,015 и 0,2 мг/дм³), что соответствует 4 ПДК по максимальному значению. В то же время содержание полициклических

ароматических углеводородов (ПАУ) увеличилось по сравнению с предыдущим годом и вернулось к уровням до 2023 года. Из 16 исследуемых соединений не были обнаружены только три: аценафтилен, аценафтен и индено(1,2,3cd)пирен. Наибольшая концентрация среди оставшихся ПАУ была у флуорена (0,14-0,94 нг/дм³) и фенантрена (2,16-7,03 нг/дм³). Среднее общее содержание ПАУ в восточной части залива Гренфьорд составило 18,05 нг/дм³, в то время как в заливе Биллефьорд оно достигло 19,92 нг/дм³.

12.9. Шельф полуострова Камчатка (Тихий океан)

12.10. Охотское море

12.11. Японское море

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, Гидрометеиздат, Ленинград, 1976, 40 с.

3. **Ежегодник-2022.** Качество морских вод по гидрохимическим показателям: Ежегодник 2022 / Под общей ред. А.Н. Коршенко. – Ижевск: ООО «Принт», 2024, 232 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. - Гидрометеиздат, 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, Гидрометеиздат, 1993, 264 с.

8. **РД 52.10.556-95.** Методические указания. Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси / Под ред. С.Г. Орадовский, М, Гидрометеиздат, 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. **МУК 4.1.1262-03.** Методические указания. Методы контроля. Химические факторы. Измерение массовой концентрации нефтепродуктов флуориметрическим методом в пробах питьевой воды поверхностных и подземных источников водопользования. – Москва, 2003, с. 79-84.

13. **ГОСТ 17.1.4.01-80.** Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах. 1980, 3 с.

14. **РД-2013.** РД 52.10.779-2013 Массовая концентрация нефтяных углеводородов в пробах морской воды. Методика измерений методом инфракрасной спектроскопии. – Матвеева И.С., Игнатченко А.В., Москва, Росгидромет, 2014, 25 с.

15. **ПНД Ф 16.1:2.21-98.** Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02». – Москва, 1998, 24 с.

16. **РД-2021.** РД 52.24.454-2021 Массовая концентрация нефтяных углеводородов в водах. Методика измерений ИК-фотометрическим и люминесцентным методами с использованием тонкослойной хроматографии. – Москва, Росгидромет, 2022, 31 с.

17. **Моря 1996.** Проект «Моря». Гидрометеорология и гидрохимия морей. Том IV «Черное море». Выпуск 3 «Современное состояние загрязнения вод Черного моря». – Под. ред. А.И. Симонова, А.И. Рябикина. Севастополь, «ЭКОСИ-Гидрофизика», 1996, 231 с.

18. **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".

19. **МР-1988.** Методические Рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. - Москва, Госкомитет СССР по гидрометеорологии, 1988, 9 с.

20. Коршенко А.Н., Жохова Н.В., Кириянов В.С. Оценка загрязненности морских вод. – Метеорология и гидрология, 2023, №5, с. 75-85.

21. **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.

22. **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.

23. **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).

24. **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.

25. **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).

26. **СП6-1996.** «Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга» (1996).

27. **ПП-РФ 477.** Постановление Правительства РФ от 06.06.2013 № 477 "Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды".

28. Бухарицин П.П. Гидрологические процессы в Северном Каспии. - Москва, ИВП РАН, 1996, 62 с.

29. Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. – Москва, МГУ, 1975, 272 с.

30. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том V. Азовское море. – СПб: Гидрометеиздат, 1991, 236 с.

31. Ильин Ю.П., Фомин В.В., Дьяков Н.Н. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1. Азовское море. – Севастополь: "Экоси-гидрофизика", 2009, 402 с.

32. Бюллетень гидрометеорологического состояния Азовского моря в 2019 г. - Под ред. Дьякова Н.Н. – Москва: Из-во «Издательские технологии Т8», 2022, 94 с.

33. Геология Азовского моря. – К: «Наукова думка», 1974, 246 с.

34. Закономерности экосистемных процессов Азовского моря. – М: Наука, 2006, 304 с.

35. Дьяков Н.Н., Белогудов А.А. Водообмен залива Сиваш с Азовским морем через пролив Генический (Тонкий). - Труды ГОИН, 2015, Вып. 216, с. 240-253.

36. Гиперсолёные озера и заливы Крыма. Том II. Залив Сиваш. - Под ред. Н.Н. Дьякова, В.В. Фомина, Е.С. Ереминой, Росгидромет, ГОИН, Севастополь, 2023, 508 с.

37. Палеогеография Приазовья в голоцене. – Под ред. Г.Г. Матишова, Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019, 224 с.
38. Мамыкина В.А., Хрусталеv Ю.П. Береговая зона Азовского моря. – Издательство Ростовского университета, 1980, 172 с.
39. Бронфман А.М., Хлебников Е.П. Азовское море. Основы реконструкции. – Л: Гидрометеoиздат, 1985, 270 с.
40. Симов В.Г., Дьяков Н.Н., Шевела Л.А. Приток речных вод в Азовское море. - Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа, 2010, Вып. 23, с. 145–152.
41. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том IV. Черное море. – СПб: Гидрометеoиздат, 1991, 428 с.
42. Дьяков Н.Н., Фомин В.В., Цвевинский А.С. и др. Современные гидрометеорологические условия формирования ветро-волновых, ледовых и других опасных явлений в Керченском проливе. – Ижевск: ООО «Пpинт», 2020, 365 с.
43. Дьяков Н.Н., Тимошенко Т.Ю., Белогуdiv А.А. и др. Атлас льdiv Черного и Азовского морей. – Севастополь: Экоси-гидрофизика, 2016, 219 с.
44. 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.
45. 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.
46. Руководство по методам химического анализа морских вод. – Л: Гидрометеoиздат, 1977.
47. Иванов В.А., Белокопытов В.Н. Океанография Черного моря. – Севастополь, МГИ, 2011, 212 с.
48. Зубов Н.Н. Основы учения о проливах Мирового океана. – М.: Географгиз, 1956, 239 с.
49. 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.
50. BLACK SEA STATE OF ENVIRONMENT REPORT 2009-2014/5. – Istanbul: Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution, 2019, 795 с.
51. Джоашвили Ш. Реки Черного моря. – Европейское агентство по охране окружающей среды, Технический отчет №71, 2003, 58 с.

52. 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.

53. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 2. Черное море. – Севастополь: Экокси-гидрофизика, 2012, 421 с.

54. Фащук Д.Я. Черное море: географо-экологический «портрет». – М: ГЕОС, 2019, 310 с.

55. Суховой В.Ф. Моря Мирового океана. - Л.: Гидрометеиздат, 1986, 288 с.

56. Mee L., Jeftic L. AoA Region: Black Sea. - UNEP, 2010, 9 p.

57. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Проект «Моря СССР». Том III. Балтийское море. Выпуск I. Гидрометеорологические условия. – СПб: Гидрометеиздат, 1992, 451 с.

58. Лоция Белого моря. - СПб: Главное Управление Навигации и Океанографии Министерства Обороны Российской Федерации, 2006, 411 с.

59. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Белое море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. - Под ред. Б.Х. Глуховского. - Л: Гидрометеиздат, 1991, 240 с.

60. Филатов Н.Н., Тержевик А.Ю. Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов. - Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007, 349 с.

61. Арктическая энциклопедия. – М: «Паулсен», т. 1, 2017, 688 с.

62. Баренцево море. - Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР, т 1, вып. 1, 1990, 280 с.

63. Советская энциклопедия. - Большая советская энциклопедия в 30 т., гл. ред. А.М. Прохоров, 1969-1978, 1972, т. 7, 608 с.

64. Залогин Б.С., Косарев А.Н. Моря. – М: Мысль, 1999, 320 с.

65. Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. - Издательство Московского университета, 1982, 270 с.

66. Охотское море. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР (проект «Моря СССР»), Гидрометеорологические условия. – Терзиев Ф.С. (ред.), Том 9, Вып. 1, 1992, 318 с.

67. 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 с.

68. Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. – М: Изд-во МГУ, 1982, 192 с.

69. Зонн И.С., Костяной А.Г. Японское море. – Моря России, Международные оношения, 2015, 424 с.

70. Японское море. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Гидрометеорологические условия. - Ред. Васильев А.С., Терзиев Ф.С., Косарев А.Н., СПб: Гидрометеоиздат, Том 8, Вып. 1, 2003, 395 с.

СПИСОК

опубликованных Ежегодников

Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1966 г. – А.С.Пахомова, Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. - Москва, 1968, 161 с.

Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1967 г. – А.С.Пахомова, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. - Москва, 1969, 282 с.

Обзор состояния химического загрязнения прибрежных вод морей Советского Союза за 1968 год. – А.С.Пахомова, Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, Г.В.Лебедева, И.А.Акимова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. - Москва, 1969, 257 с.

Обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1969 г. – Т.А.Бакум, Е.П.Кириллова, Л.К.Лыкова, С.К.Ревина, Н.А.Соловьева, И.А.Акимова, В.В.Мошков, Т.Б.Хороших, А.С.Пахомова, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1970, 650 с.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1970 год – С.К.Ревина, Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, А.С.Пахомова, Н.А.Соловьева, Т.А.Бакум, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1971, 64 с.

Обзор состояния загрязнения южных морей СССР в 1970 г. - Под ред. д-ра.геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1971.

Обзор состояния загрязненности дальневосточных морей СССР в 1970 г. – А.С.Пахомова, С.К.Ревина, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1971, 87 с.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1972 г. - Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1973.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1973 г. - Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1974.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1974 г. - Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1975.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1975 г. - Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1976.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1976 год. – Н.А.Родионов, Н.А.Афанасьева,

Н.С.Езжалкина, Т.А.Бакум, А.Н.Зубакина, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1977, 120 с.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1977 г. - Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1978.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1978 г. - Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1979.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1979 г. - Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. - М., 1980.

Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1980 г. - Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Т.А.Иноземцева, Н.А.Казакова, И.Г.Матвейчук, Н.А.Родионов, Е.Г.Седова, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1981, 166 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1981 год. - Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, Н.А.Родионов, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1982, 149 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1982 год. - Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, Н.А.Родионов, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1983, 132 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1984 год. - Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Б.М.Затучная, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, В.М.Пищальник, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1985, 149 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1985 год. - Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Б.М.Затучная, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, В.М.Пищальник, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1986, 177 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1986 год. - Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1987, 132 с.

Обзор состояния химического загрязнения вод отдельных районов Мирового океана за период 1986 - 1988 гг. - В.А.Михайлов, В.И.Михайлов, И.Г.Орлова, И.А.Писарева, Е.А.Собченко, А.В.Ткалин, под ред. А.И.Симонова и И.Г.Орловой. - Москва, 1989, 143 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1987 год. - Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова,

Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1988, 179 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1988 год. – Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, под ред. А.И.Симонова. - Москва, 1989, 208 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1989 год. – Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, И.А.Писарева, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кириянова. - 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.Кириянова. - 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.Кириянова. - 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.Кириянова. - 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.Кириянова. - 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.Кириянова. - 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.Кириянова. - 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.Кириянова. - Москва, 1997, 110 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 1999. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, И.Г.Матвейчук, под ред. А.Н.Коршенко. - Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 2001, 80 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2000. – Н.А.Афанасьева, И.Г.Матвейчук, И.Я.Агарова, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, под ред. А.Н.Коршенко, Санкт-Петербург. - Гидрометеоиздат, 2002, 114 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2002. – И.Г.Матвейчук, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, под ред. А.Н.Коршенко. - Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат, 2005, 127 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2003. – А.Н.Коршенко, И.Г.Матвейчук, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков. – М, Метеоагенство Росгидромета, 2005, 111 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2004. – А.Н.Коршенко, И.Г.Матвейчук, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, В.С.Кириянов. – М, Метеоагенство Росгидромета, 2006, 200 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2005. – Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Удовенко А.В., Лучков В.П. – М, Метеоагенство Росгидромета, 2008, 166 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2006. – Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Удовенко А.В. - Москва, Обнинск, «Артифекс», 2008, 146 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2007. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., Кириянов В.С. – Обнинск, ОАО «ФОП», 2009, 200 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2008. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., Кириянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В., Ермаков В.Б. – Обнинск, ОАО «ФОП», 2009, 192 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2009. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Кириянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В. – Обнинск, «Артифекс», 2010, 174 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2010. – Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифекс», 2011, 196 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2011. – Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифекс», 2012, 196 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2012. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2013, 200 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2013. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2014, 208 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2014. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2015, 156 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2015. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2016, 184 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2016. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2017, 220 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2017. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2018, 220 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2018. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2019, 224 с. ISBN 978-5-9500646-6-1

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2019. – Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2020, 232 с. ISBN 978-5-9500646-7-8

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2020. / под ред. А.Н. Коршенко. – Иваново: ПресСто, 2022, 240 с. ISBN 978-5-6045347-0-0

Качество морских вод по гидрохимическим показателям: Ежегодник 2021 / Под общей ред. А.Н. Коршенко. – Москва: ФГБУ «ГОИН», 2023, 248 с. ISBN 978-5-6045347-2-4

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2022 / Под общей редакцией А.Н. Коршенко. – Ижевск: ООО «Принт», 2024, 232 с. ISBN 978-5-6045347-3-1

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2023 / Под общей редакцией А.Н. Коршенко. – Ижевск: ООО «Принт», 2025, 232 с. ISBN 978-5-6045347-5-5

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., Хухрина Т.В., Полубинская Е.М.

Черное море

- 1). Севастопольское отделение ФГБУ «ГОИН» (Крым, г. Севастополь): Мезенцева И.В., Мальченко Ю.А., Жидкова Л.Б., Дьяков Н.Н.
- 2). Лаборатория мониторинга загрязнения окружающей среды г. Ялта ФГБУ «Крымское УГМС» (ЛМЗС г. Ялта): Парфенова В.А., Брайко О.И., Зайцева О.И., Фурник Д.В.
- 3). Комплексная лаборатория мониторинга загрязнения окружающей среды (КЛМЗОС, г. Темрюк) Краснодарского ЦГМС: Кравцова Е.Г., Кобец С.В., Малявко Е.В., Воронова О.В.
- 4). Гидрометеобюро-1 Туапсе Краснодарского ЦГМС, Северо-Кавказское УГМС (г. Туапсе): Титов А.М., Лещенко М.К., Балакирева А.С.
- 6). Комплексная лаборатория мониторинга окружающей среды (КЛМОС) Специализированного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей (ФГБУ «СЦГМС ЧАМ», г. Сочи): Порхунова Ю.В., Калижникова Н.А., Борисов И.В., Сысоева А.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., Мишуловина Н.Ю., Макаренко А.П., Богдан М.И., Сазонова И.Л.

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.
- 2). ФГБУ «Мурманское УГМС», Центр мониторинга загрязнения окружающей среды, лаборатория ЛМВ (г. Мурманск): Чаус О.М., Устинова А.А., Нестерова А.А., Гущина А.С., Ледженко Е.Ю., Назмиева К.Р.

Баренцево море

- 1). ФГБУ «Мурманское УГМС», Центр мониторинга загрязнения окружающей среды, лаборатория ЛМВ (г. Мурманск): Чаус О.М., Устинова А.А., Нестерова А.А., Гущина А.С., Ледженко Е.Ю., Назмиева К.Р.

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 ФГБУ «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): Тихонова О.В., Онищук М.В., Иванов Р.С., Яхина Ю.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, Гидрометеиздат, 1993, 264 с.)
3. **РД 52.10.556-95.** Методические указания. Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси. (ред. С.Г.Орадовский, М, Гидрометеиздат, 1996, 50 с.)

Обновленные нормативные документы

http://ipk.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"). [Переиздан в 2023 г., №25]
5. **РД 52.10.739-2010.** Массовая концентрация общего фосфора в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия (взамен РД 52.10.243-92 в части раздела "Общий фосфор").
6. **РД 52.10.740–2010.** Массовая концентрация азота нитритного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса (взамен РД 52.10.243-92 в части раздела "Нитриты").
7. **РД 52.10.777-2012.** Внутренний контроль качества информации о состоянии и загрязнении морской среды.
8. **РД 52.10.772-2013.** Массовая концентрация азота аммонийного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом в виде индофенолового синего (взамен РД 52.10.243-92 в части раздела "Аммонийный азот").

9. **РД 52.10.773-2013.** Массовая концентрация азота аммонийного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Несслера.
10. **РД 52.10.774-2013.** Массовая доля ртути в донных отложениях. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
11. **РД 52.10.775-2013.** Массовая доля металлов в донных отложениях. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии (взамен РД 52.10.556-95 в части раздела "Следовые элементы (железо, марганец, хром, никель)").
12. **РД 52.10.778-2013.** Массовая концентрация растворенных форм железа, марганца и хрома в пробах морской воды. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
13. **РД 52.10.779-2013.** Массовая концентрация нефтяных углеводородов в пробах морской воды. Методика измерений методом инфракрасной спектроскопии.
14. **РД 52.10.803-2013.** Массовая доля нефтяных углеводородов в пробах морских донных отложений. Методика измерений методом инфракрасной спектроскопии (взамен РД 52.10.556-95 в части раздела 7).
15. **РД 52.10.804-2013.** Массовая доля анионных синтетических поверхностно-активных веществ в пробах морских донных отложений. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии в режиме электротермической атомизации (взамен РД 52.10.556-95 в части раздела 6). **Изменение №1 к РД 52.10.804-2013 (вводится в действие с 1 июля 2017 года).**
16. **РД 52.10.805-2013.** Массовая концентрация общего азота в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия.
17. **РД 52.10.806-2013.** Массовая концентрация хлоридов в пробах распресненных морских вод. Методика измерений аргентометрическим методом.
18. **РД 52.10.807-2013.** Массовая концентрация анионных синтетических поверхностно-активных веществ в морских водах. Методика измерений экстракционно-фотометрическим методом с метиленовым голубым (взамен РД 52.10.556-95 в части раздела 6).
19. **РД 52.10.735-2018.** Водородный показатель морских вод. Методика измерений потенциометрическим методом (взамен РД 52.10.243-92 в части раздела "Водородный показатель (pH)").
20. **РД 52.10.742-2018.** Объемная доля сероводорода в морской воде. Методика измерений йодометрическим методом (взамен РД 52.10.243-92 в части раздела "Сероводород").

21. **РД 52.10.743-2020.** Общая щелочность морской воды. Методика измерений титриметрическим методом (взамен РД 52.10.743-2020 Общая щелочность морской воды. Методика измерений титриметрическим методом).
22. **РД 52.10.744-2020.** Массовая концентрация кремния в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом в виде синей формы 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 спектроскопии 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

| | | |
|------------|--|--|
| | 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) | |
| | 1.4. Waters conditions of the Dagestan coastal area..... | |
| Chapter 2. | Azov Sea | |
| | 2.1. General information..... | |
| | 2.2. Estuarine part of Don River and Taganrog Bay... | |
| | 2.2.1. Estuarine part of Don River..... | |
| | 2.2.2. Taganrog Bay..... | |
| | 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. Western Crimea..... | |
| | 3.2.1. Karkinit Bay..... | |
| | 3.2.2. Kalamita Bay from Tarkhankut Cup till town Eupatoria..... | |
| | 3.3. Port Yalta..... | |
| | 3.4. Waters of the Southern Crimea Coast..... | |
| | 3.5. Karadag 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 | |
| | 4.1. General information..... | |
| | 4.2. Monitoring systems in the eastern part of the Gulf of Finland and Neva Bay..... | |
| | 4.3. Central part of the Neva Bay..... | |
| | 4.4. Northern and Southern resort areas..... | |
| | 4.5. Marine Trade Port (SPb)..... | |
| | 4.6. Northern WWT plant..... | |
| | 4.7. Resort area in the shallow-water Eastern part of the Finnish Gulf..... | |
| | 4.8. Shallow-water area in the Eastern part of the Finnish Gulf..... | |
| | 4.9. Deep-water area in the Eastern part of the Finnish Gulf..... | |
| | 4.10. Koporsky Bay..... | |
| | 4.11. Luzsky Bay..... | |
| Chapter 5. | White Sea | |
| | 5.1. General information..... | |
| | 5.2. Sources of pollution..... | |
| | 5.3. Dvina Bay..... | |
| | 5.4. Kandalaksha Bay..... | |
| Chapter 6. | Barents Sea | |
| | 6.1. General information..... | |
| | 6.2. Sources of pollution..... | |
| | 6.3. Water pollution of the Kolsky Bay..... | |
| Chapter 7. | Greenland Sea (Spitsbergen) | |
| | 7.1. General information..... | |
| | 7.2. Expeditions in Spitsbergen archipelago waters..... | |
| | 7.3. Hydrochemical parameters..... | |
| | 7.4. Pollution..... | |
| | 7.5. Bottom sediments pollution..... | |
| Chapter 8. | Arctic Seas | |
| | 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 Prigorodnoe..... | |
| | 10.2.3. Aniva Bay. Area near port Korsakov..... | |
| | 10.3. Conclusions | |
| Chapter 11 | Japan Sea | |
| | 11.1. General information..... | |
| | 11.2. Sources of pollution and monitoring programme... | |
| | 11.3. Golden Horn Bay..... | |
| | 11.4. Diomedede 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

| | | Стр. |
|----|--|------|
| | АННОТАЦИЯ | |
| | ABSTRACT | |
| | ВВЕДЕНИЕ | |
| A. | Характеристика системы наблюдений..... | |
| | A.1. Станции мониторинга..... | |
| | A.2. Методы обработки проб и результатов наблюдений... | |
| | A.3. Мониторинг морской среды в 2023 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)...... | |
| | 1.3.2 Южная граница Северного Каспия..... | |
| | 1.4. Состояние вод Дагестанского взморья..... | |
| 2. | Глава 2. Азовское море | |
| | 2.1. Общая характеристика..... | |
| | 2.2. Устьевая область реки Дон и Таганрогский залив..... | |
| | 2.2.1. Устьевая область реки Дон..... | |
| | 2.2.2. Таганрогский залив..... | |
| | 2.3. Устьевое взморье и дельта реки Кубань..... | |
| | 2.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань | |
| | 2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива | |
| | 2.4. Керченский пролив. Разрез порт Крым – порт Кавказ | |
| 3. | Глава 3. Черное море | |
| | 3.1. Общая характеристика..... | |
| | 3.2. Западный Крым..... | |
| | 3.2.1. Каркинитский залив..... | |
| | 3.2.2. Каламитский залив от м. Тарханкут до г. Евпатория | |
| | 3.3. Порт Ялта..... | |
| | 3.4. Прибрежные воды южного взморья Крыма..... | |
| | 3.5. Взморье Карадага..... | |
| | 3.6. Северное побережье 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. Центральная часть Невской губы | |
| | 4.4. Северный и Южный курортные районы..... | |
| | 4.5. Морской торговый порт СПб..... | |
| | 4.6. Северная станция аэрации..... | |
| | 4.7. Курортный район мелководной зоны..... | |
| | 4.8. Мелководная зона восточной части Финского залива..... | |
| | 4.9. Глубоководная зона восточной части Финского залива..... | |
| | 4.10. Копорская губа..... | |
| | 4.11. 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. Загрязнение морских донных отложений..... | |
| 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 Пригородное..... | |
| | 10.2.3. Залив Анива. Район порта г. Корсакова..... | |

| | | |
|-----|---|--|
| | 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.... | |
| 12. | Глава 12. Выводы | |
| | Литература | |
| | Приложение №1. Список опубликованных Ежегодников | |
| | Приложение №2. Авторы, владельцы материалов и организации, принимающие участие в подготовке Ежегодника-2023 | |
| | 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 2024.

Под редакцией А.Н. Коршенко

Рецензент к.х.н. И.С.Матвеева

ISBN 978-5-6045347-8-6

© Коршенко А.Н., 2026

© ФГБУ «Государственный океанографический институт имени
Н.Н. Зубова» (ФГБУ «ГОИН»), 2026

Подписано в печать
Формат 70х100 1/16. Условных п.л. 20,15.
Тираж 300 экз. Заказ №

ISBN 978-5-6045347-8-6



9 785604 534786