

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

имени Н.Н.ЗУБОВА

(ГОИН)



**FEDERAL SERVICE
ON HYDROMETEOROLOGY AND MONITORING
OF ENVIRONMENT
(ROSHYDROMET)**

STATE OCEANOGRAPHIC INSTITUTE

(SOI)



MARINE WATER POLLUTION

ANNUAL REPORT

2018

Editor Alexander Korshenko

**«Nauka»
Moscow 2019**

**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

2018

Редактор Коршенко А.Н.

**«Наука»
Москва 2019**

АННОТАЦИЯ

В Ежегоднике-2018 приведены усредненные и максимальные/минимальные значения стандартных гидрохимических характеристик, концентрации биогенных элементов и уровня загрязнения вод и донных отложений различными веществами в прибрежных районах морей Российской Федерации в 2018 г. Ежегодник содержит информацию о результатах наблюдений в рамках государственной программы мониторинга морской среды, проводимых 16 химическими лабораториями региональных подразделений Росгидромета, включая Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Санкт-Петербург), а также работ институтов Российской Академии Наук и других специализированных организаций. Подготовка Ежегодника-2018 выполнена в лаборатории мониторинга загрязнения морской среды Государственного океанографического института Росгидромета (ЛМЗ ГОИН, г. Москва, www.oceanography.ru, раздел «Загрязнение морей»).

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

Ежегодник-2018 предназначен для федеральных и региональных органов власти, администраторов практической природоохранной деятельности и участников хозяйственно-производственной деятельности на шельфе морей, для широкой российской и международной общественности, ученых-экологов. Оценка текущего гидрохимического состояния и уровня загрязнения акваторий, а также выявленные по данным многолетнего мониторинга тенденции могут быть использованы в научных исследованиях или при планировании хозяйственных и/или природоохранных мероприятий.

Ссылка для цитирования:

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2018. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2019, 224 с.

ISBN 978-5-9500646-6-1

© Коршенко А.Н.

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

ABSTRACT

The Annual Report 2018 reviews the hydrochemical state and pollution of marine coastal waters and bottom sediments in the Russian Seas. The Annual Report summarizes the data of routine observation on the quality of marine environment conducted by 16 regional chemical laboratories and North-Western Branch of NPO “Typhoon” (St.Petersburg) of the Roshydromet in the frame of the State monitoring programme. For some regions additional information used from different national and international sources.

The Report contains annual and/or seasonal/monthly averages and maximum values of individual hydrochemical including nutrients parameters of the seawaters at 2018. It also describes the level of pollution of waters and bottom sediments with a wide spectrum of natural and synthetic substances. Water quality assessments based on the concentration of individual pollutants compared with the established MAC-2016 and on the complex Index of Water Pollution (IWP). Interannual variations and long-term trends of parameters were identified where possible.

The Annual Report 2018 is intended for use by federal and regional administration bodies, environment protection and offshore industry managers, marine ecologists, Russian and international organizations and public. Assessments of the current state and of the long-term changes of the marine environmental pollution could be used in researches and for planning of environment protection activities.

This Annual Report 2018 was compiled at the Marine Pollution Monitoring Laboratory of the N.N.Zybov’s 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 2018. — Editor Alexander Korshenko, Moscow, «Nauka», 2019, 224 p.

ISBN 978-5-9500646-6-1

© Korshenko A.N.

© State Oceanographic Institute (SOI)

ВВЕДЕНИЕ

История регулярных государственных наблюдений на морях СССР началась в 1959 г., когда Главное управление гидрометеорологической службы при Совете Министров (ГУГМС) начало издавать серию приказов по организации постоянной (вековой) сети береговых гидрометеорологических станций и гидрологических разрезов в открытых частях морей. Итогом стало появление в 1961 г. сводного Положения про эти станции и разрезы, закрепленные для наблюдений над вековым ходом элементов гидрологического режима морей (Вековые разрезы 1961), которое в дальнейшем было переработано и уточнено (Вековые разрезы 1976). В Положении 1961 приводится перечень «вековых» станций, их положение на карте и перечисляются контролируемые элементы гидрологического режима, в число которых включены не только стандартные параметры (уровень моря и ледовый режим, $T^{\circ}C$, $S\%$, цвет и прозрачность воды, содержание кислорода, pH, щелочность), но также концентрация биогенных элементов и радиоактивность. Были установлены частота и горизонты отбора проб, а также определено опубликование раз в 5–10 лет серии материалов из 4 каталогов по уровню моря, температуре и солености, ледовом покрове и гидрохимия морей. Параллельно с гидрологическим направлением по определению климатических характеристик окраинных морей развивалась идея о необходимости контроля качества морской среды. Следствием этого стало Постановление Совета Министров СССР от 30 сентября 1963 г. с поручением Главному управлению гидрометеорологической службы организовать проведение систематических исследований химического состава загрязнителей морских вод, омывающих берега Советского Союза. В соответствии с этим в 1964–1965 гг. органами Гидрометслужбы под научно-методическим руководством Государственного океанографического института (ГОИН) были проведены рекогносцировочные обследования химического состава морских прибрежных вод, а с 1966 г. осуществляются систематические наблюдения за загрязнением морской среды. Начиная с этого года результаты наблюдений, полученные в ходе выполнения программы мониторинга гидрохимического состояния и загрязнения морских вод, публикуются в «Обзоре...», а потом в «Ежегоднике качества морских вод по гидрохимическим показателям» (Приложение 1). Со временем менялась и добавлялась научно-методическая база проведения наблюдений, оформленная в Руководящих Документах и Методиках по выполнению отбора, обработки и химическому анализу проб. Перед распадом СССР научно-исследовательский флот Госкомгидромета состоял из 47 судов неограниченного плавания и нескольких сотен маломерных судов. В 1993 г. количество станций постоянного мониторинга морской среды в рамках Общегосударственной системы наблюдения и контроля (ОГСНК) достигло 649. После этого происходило постепенное сокращение флота и программ наблюдений. Текущее состояние программы гидрохимических наблюдений на морях РФ подробно описано в разделе «Характеристика системы наблюдений». В настоящее время государственная наблюдательная сеть формируется на основании Положения о ГСН (2003) и опирается на региональные Управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС), а практическую работу по мониторингу выполняют их филиалы — Центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС), а также научно-исследовательские институты (<http://www.meteorf.ru/about/structure/>). Результаты работы морской сети Росгидромета представлены в обобщенном виде в «Ежегодниках качества морских вод по гидрохимическим показателям» с указанием источников полученной информации (Приложение 2). Кроме этого в это издание, по-возможности, включаются результаты исследований и наблюдений других организаций и научно-исследовательских институтов Росгидромета и Российской Академии Наук, данные международного обмена информацией, интернет-ресурсов, а также материалы

отдельных экспедиционных морских исследований государственных и негосударственных организаций.

В настоящем Ежегоднике приведена характеристика гидрохимического режима и уровня загрязненности открытых, прибрежных и эстуарных районов морей России в 2018 г. Основой для составления Ежегодника явились исходные постанционные данные и отчетные материалы 16 химических лабораторий территориальных управлений Росгидромета. Данные были получены в результате выполнения регулярных наблюдений в рамках государственной программы мониторинга морской среды, которые представляются в ГОИН на основании нормативных документов Росгидромета (Приказ № 156, 2000). К материалам сети относятся региональные выпуски «Ежегодника качества морских вод по гидрохимическим показателям», содержащие обобщенные результаты наблюдений в отдельных районах контроля, «Ежегодные гидрохимические данные о качестве морских вод» (ЕГД) с исходными постанционными гидрохимическими данными и концентрацией загрязняющих веществ (таблица в формате ТГМ-ЗМ или аналогичная по содержанию, но в электронной форме), а также обзоры организационно-технического состояния морских химических лабораторий Росгидромета. Дополнительно были использованы материалы исследований морской среды Северо-Западного филиала ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Санкт-Петербург). Ежегодник-2018 подготовлен в Лаборатории мониторинга загрязнения морской среды Государственного океанографического института Росгидромета (ЛМЗ ГОИН, г. Москва) под общей редакцией А.Н.Коршенко (адрес: 119034 Москва, Кропоткинский пер. 6, ГОИН, www.oceanography.ru; раздел «Загрязнение морей»).

А. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ

А.1. Станции мониторинга

Наблюдения за состоянием морских вод и донных отложений в прибрежных районах морей России регулярно проводятся на станциях государственной службы наблюдения и контроля загрязнения объектов природной среды (станции ГСН, Положение 2003). По составу и частоте наблюдений станции ГСН разделяются на три категории:

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

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

Станции III категории предназначены для получения систематической информации о фоновых уровнях загрязнения с целью изучения их сезонной и межгодовой изменчивости, а также для определения элементов баланса химических веществ. Они располагаются на акваториях моря, где отмечаются более низкие уровни загрязнения или в относительно чистых водах. Наблюдения выполняются один раз в сезон по полной программе. Фоновые наблю-

дения осуществляются в районах, куда загрязняющие вещества (ЗВ) могут попасть только вследствие их глобального распространения, а также в промежуточных районах, куда ЗВ поступают вследствие региональных миграционных процессов.

Категория и местоположение станций наблюдений могут корректироваться в зависимости от динамики уровня загрязнения морской среды, а также в связи с появлением новых объектов контроля.

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

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

Горизонты отбора проб определяются глубиной на станции: до 10 м — два горизонта (поверхность, дно); до 50 м — три горизонта (поверхность, 10 м, дно); более 50 м — четыре горизонта (поверхность, 10 м, 50 м, дно). При наличии скачка плотности отбор проб проводится на горизонте скачка. На глубоководных станциях пробы отбираются на стандартных гидрологических горизонтах. В экспедиционных исследованиях набор контролируемых параметров и горизонты отбора проб определяются программой работ.

А.2. Методы обработки проб и результатов наблюдений

Химический анализ проб воды и донных отложений производится в соответствии с методами, изложенными в разработанных в ГОИН руководящих документах: «Руководство по химическому анализу морских вод» (РД 52.10.243–92, 1993) и «Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси» (РД 52.10.556–95, 1996). Методические основы проведения химического анализа элементов и соединений в морской среде постоянно обновляются. В последние несколько лет в ФГБУ «ГОИН» был разработан, частично взамен устаревших, и одобрен к применению на сети комплект из 23 РД, включающий в себя методики измерения всех основных гидрохимических показателей морской воды и целого ряда загрязняющих веществ в морской воде и донных отложениях (Приложение 3). В комплект также входит РД, регламентирующий выполнение внутреннего лабораторного контроля сетевыми морскими подразделениями (2012) и РД, устанавливающий требования к компетентности осуществляющей мониторинг морской среды химической лаборатории (2010). Все методики измерений основаны на последних достижениях аналитической химии, предусматривают использование высокоточного современного оборудования, соответствуют новым требованиям к содержанию и представлению результатов, рассчитаны на специалистов с достаточно высокой степенью квалификации.

В тексте и таблицах настоящего Ежегодника уровень загрязненности морских вод и донных отложений характеризуется концентрацией отдельного химического соединения (ингре-

диента) в принятых для него единицах измерения, а также значением, кратным предельно допустимой концентрации (ПДК) этого загрязнителя в морской воде (табл. А.1). ПДК в качестве норматива качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения была установлена приказом министра сельского хозяйства Российской Федерации А.Н.Ткачева от 13 декабря 2016 г., №552: «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения», далее в ссылках «Перечень ПДК» (ПДК-2016). Разработка ПДК основывается на различных версиях токсикологических экспериментов и для пресноводных систем на территории РФ было найдено немало видов планктона и бентоса, которые успешно используются в качестве стандартных тест-объектов (МУ-2011). Однако для морей найти такой единый объект очень трудно и в Методических Указаниях рекомендуется использовать обычный для конкретного морского водоема вид, что автоматически предполагает региональный характер разработанного ПДК. Вероятно поэтому в сводке ПДК-2016 для морских вод утверждено очень мало ингредиентов. Для практических целей сравнения разных морей или участков их акватории в отдельных случаях допустимо использовать нормативы пресных вод для сравнительных оценочных характеристик многолетней динамики контролируемых параметров, однако такой расчет не будет юридически корректным документом. По сравнению с предыдущей версией списка ПДК (2010 г.) изменения коснулись характеристики допустимого уровня БПК₅ — 2,1 мгО₂/дм³ вместо ранее установленного 3,0 мгО₂/дм³. Целый ряд хлор- и фосфорорганических инсектицидов и акарицидов не были включены в список ПДК-2016 г.

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

Биогенные вещества				
Ингредиент (Класс опасности)	CAS	Обозначение	ПДК, мг/дм³	мкг/дм³
Аммиак (4)	7664-41-7	NH ₃ , nH ₂ O	для пресных вод — 0,05	50
Аммоний-ион (4)	14798-03-9	NH ₄ ⁺ NH ₄ ⁺	0,5 (0,4 в пересчете на N*) 2,9 при 13–34‰	500/389 2900/2256
Мочевина (карбамид)	57-13-6	CH ₄ N ₂ O	- для пресных вод — 80,0	
Нитрат-анион (4э)	231-554-3	NO ₃ ⁻	для пресных вод — 40,0; 9,0 в пересчете на азот нитратов	40000/ 9032
Нитрит-анион (4э)	10102-44-0	NO ₂ ⁻	для пресных вод — 0,08; 0,02 в пересчете на азот нитритов	80/ 24
Силикат калия (3)	1312-76-1	K ₂ SiO ₃	для пресных вод — 2,0 или 1,0 по SiO ₃ ²⁻	2000 (1000)/ 368
Фосфат-ион (4э) (по P)	- - -	PO ₄ ⁻ PO ₄ ⁻ PO ₄ ⁻	0,05 олиготрофные водоемы 0,15 мезотрофные 0,2 эвтрофные	50/17 150/50 200/67
Металлы				
Ингредиент (Класс опасности)	CAS	Обозначение	ПДК, мг/дм³	мкг/дм³
Алюминий (4), все растворимые в воде формы <1>*	7429-90-5	Al	0,04	40
Алюминия оксихлорид/ (гидрооксихлорид), (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 Ba	2,0 при 12–18‰ для пресных вод — 0,74	2000 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 Fe	0,05 для пресных вод — 0,1	50 100	
Кадмий (2) <1>*	7440-43-9	Cd Cd	0,01 для пресных вод — 0,005	10 5	
Кальций (4э) <1>*	7440-70-2	Ca Ca	610 при 12–18‰ для пресных вод — 180,0		
Кобальт (3) <1>*	7440-48-4	Co Co	0,005 для пресных вод — 0,01	5 10	
Литий (4) <1>*	7439-93-2	Li Li	0,08 для пресных вод — 0,08	80 80	
Магний (4) <1>*	7439-95-4	Mg Mg	940 при 13–18‰ для пресных вод — 40,0		
Марганец двухвалентный(4)	7439-96-5	Mn ²⁺ Mn ²⁺	0,05 для пресных вод — 0,01	50 10	
Медь (3) <1>*	7440-50-8	Cu Cu	0,005 для пресных вод — 0,001	5 1	
Молибден (2) <1>*	7439-98-7	Mo Mo	- для пресных вод — 0,001	1	
Мышьяк (3) <1>*	7440-38-2	As As	0,01 для пресных вод — 0,05	10 50	
Натрий (4)	7440-23-5	Na	7100 при 13–18‰ для пресных вод — 120,0		
Никель (3) <1>*	7440-02-0	Ni Ni	0,01 для пресных вод — 0,01	10 10	
Олово (4) <1>*	7440-31-5	Sn Sn	- для пресных вод — 0,112	112	
Ртуть (1) <1>*	7439-97-6	Hg Hg	0,0001 для пресных вод — 0,00001	0,1 0,01	
Свинец (3) <1>*	7439-92-1	Pb Pb	0,01 для пресных вод — 0,006	10 6	
Стронций (4) <1>*	7440-24-6	Sr	4,14 для пресных вод — 0,4	4140 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 Zn	0,05 для пресных вод — 0,01	50 10	
Сера элементарная	-	S	для пресных вод — 10,0		
Органические загрязняющие вещества					
Ингредиент/ Класс опасности	CAS	Обозначение	ПДК, мг/дм³	мкг/дм³	нг/дм³
Нафталин (3)	91-20-3	C ₁₀ H ₈	для пресных вод — 0,004	4	
Нефтепродукты (нефтяные углеводороды, НУ), (3)	-	Total Petroleum Hydrocarbons (TPHs)	морские воды — 0,05	50	
Родамин-Б (Краситель красный С-2108-Д), (4)	- -	C ₃₀ H ₃₄ N ₂ O ₅	0,05 для пресных вод — 0,05	50 50	
Соевое масло (3)	8001-22-7	C ₅₇ H ₉₈ O ₆	морские воды –1,0		
Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ)***	-	Detergents Detergents	0,1 для пресных вод — 0,5	100 500	

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 для пресных вод — 0,0001	100 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	
2,4-Дихлорфенол (1)	120-83-2	C ₆ H ₄ OCl ₂	для пресных вод — 0,0001	0,1	100
Додецилбензол (2)	123-01-3	C ₁₈ H ₃₀	для пресных вод — 0,0001	0,1	100
Каратан (1)	-		для пресных вод — 0,00007	0,07	70
Метатион/метилнитрофос/сумитион (1)	-	C ₉ H ₁₂ NO ₅ PS	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 (четырёххлористый углерод), (2)	56-23-5	CCl ₄	для пресных вод — 0,001	1	
Трибутиламин (1)	1120-24-7	C ₁₂ H ₂₇ N	для пресных вод — 0,00005	0,05	50
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	
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) для пресных вод — 0,25	100 250	
Фталевые кислоты (орто-, мета-, пара-), (4)	-	-	2,0 (морские воды)		
Хлорбензол (3)	108-90-7	C ₆ H ₅ Cl	для пресных вод — 0,001	1	
2-Хлорфенол (1)	95-57-8	C ₆ H ₅ OCl	для пресных вод — 0,0001	0,1	100
Циклогексан (3)	110-82-7	C ₆ H ₁₂	для пресных вод — 0,01	10	
Этиленгликоль (3)	107-21-1	C ₂ H ₆ O ₂	0,5 для пресных вод — 0,25		
Этиловый спирт (3)	64-17-5	C ₂ H ₆ O	для пресных вод — 0,01		

Показатели качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения высшей и первой категории		
Растворенный кислород O ₂	Dissolved oxygen O ₂	– Содержание растворенного кислорода не должно опускаться ниже 6,0 мг/дм ³ под влиянием хозяйственной деятельности (в том числе, при сбросе сточных вод). – Содержание растворенного кислорода в зимний (подледный) период не должно опускаться ниже (в зимний период подледный) 6,0 мг/дм ³ . – В летний (открытый) период во всех водных объектах должен быть не менее 6,0 мг/дм ³ .
Водородный показатель (рН)	рН	Должен соответствовать фоновому значению показателя для воды водного объекта рыбохозяйственного значения.
Биохимическое потребление кислорода за 5 суток БПК ₅	BOD ₅	При температуре 20 °С под влиянием хозяйственной деятельности (в том числе, при сбросе сточных вод) не должно превышать 2,1 мг/дм ³ .
Биохимическое потребление кислорода БПК _{полн}	BOD _{total}	При температуре 20 °С под влиянием хозяйственной деятельности (в том числе, при сбросе сточных вод) не должно превышать 3,0 мг/дм ³ .
Взвешенные вещества	Suspended solids	При сбросе возвратных (сточных) вод конкретным водопользователем, при производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на 0,25 мг/дм ³ (высшая и первая категории объекта рыбохозяйственного значения); 0,25 мг/дм ³ — вторая категория
Взвешенные вещества (4)	Suspended solids	Инертная природная минеральная взвесь, состоящая из неорганического осадочного материала (глинистые и обломочные минералы, горные породы, силикаты, карбонаты и др.) с дисперсностью частиц от 0,5 мкм. Для континентальной шельфовой зоны морей с глубинами более 8 м — 10,0 мг/дм ³
Плавающие примеси (вещества)		На поверхности воды водных объектов рыбохозяйственного значения в зоне антропогенного воздействия не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопления других примесей
В Перечне ПДК-2016 (приказ № 552) существуют колонки с характеристикой каждого вещества, элемента или смеси, некоторые из них (помечены звездочкой) приведены Таблице А.1.		
* В первой графе ПДК-2016 указывается название нормируемого вещества и его химическая формула, а также иногда стоит 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, рН; нарушение самоочищения воды водных объектов: БПК ₅ (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).		
В шестой графе — методы анализа и контролируемые вещества для смесевых препаратов.		

Используемые сокращения (методы анализа вещества):
 ААС — атомно-абсорбционная спектроскопия.
 ВЭЖХ — высокоэффективная жидкостная хроматография.
 ГХ — газовая хроматография.
 ТСХ — тонкослойная хроматография.
 ГХМС — хроматомасс-спектрометрия.
 ИК — инфракрасная спектроскопия.
 ИСП — метод индуктивно связанной плазмы.
 ЭМС — электроспрей масс-спектрометрия.

** Хлорорганические и фосфорорганические пестициды (ХОП, ФОП): 1) ДДТ и его метаболиты; 2) восемь стереоизомеров гексахлорциклогексана (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; полихлорбифенилы (ПХБ) и др. По степени токсичности разные формы пестицидов варьируют от группы чрезвычайно опасных сильнодействующих ядовитых веществ (например альдрин) до относительно малоопасных ФОП. В ПДК-2010 постулируется в качестве норматива отсутствие в воде особо опасных пестицидов. Однако в Приказе № 156 (2000) для практической оценки уровня загрязнения допускалось условно использовать в качестве норматива 10 нг/дм³. В ПДК-2016 этот уровень установлен в качестве Предельно Допустимой Концентрации.

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

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

В настоящем Ежегоднике основным методом для описания качества вод и сравнения по этому параметру различных акваторий является использование расчетных значений индекса загрязненности вод (ИЗВ), которые позволяют отнести воды исследуемого района к определенному классу чистоты (табл. А.2).

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

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

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

$$ИЗВ = \sum_{i=1}^4 \frac{C_i}{ПДК_i} \div 4$$

где C_i — концентрация трех наиболее значительных загрязнителей, среднее содержание которых за определенный период времени (год, сезон, месяц и т.д.) в воде исследуемой акватории в наибольшей степени превышало ПДК. Четвертым обязательным параметром является содержание растворенного в воде кислорода, для которого значение в формуле в соответствии с МР-1988 должно рассчитываться делением специально установленного искусственного норматива на реальное содержание. Поскольку утвержденная методика из-за повышенного внимания к гипоксическим условиям скорее описывает экологическую приемлемость морской

воды для обитающих в ней животных и растений, то представляется целесообразным в дальнейшем в этой книге отказаться от ранжирования нормативов содержания растворенного O_2 и установить для всех случаев один ПДК=6 мг O_2 /дм³. Это позволит более точно оценивать именно уровень загрязнения вод и использовать ИЗВ для сравнительного анализа разных акваторий или выявления долговременной динамики загрязнения.

Технология расчета индекса содержит несколько последовательных стадий: 1) выбор уровня осреднения 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 нормируемых параметров морских вод, перечисленных в списке предельно допустимых концентраций (см. выше ПДК-2016), рассчитывается концентрация в единицах ПДК; 3) из полученного списка средней концентрации веществ в ПДК выбираются три наиболее высоких значения для загрязняющих веществ, которые могут считаться «приоритетными» для рассматриваемой акватории в анализируемый период времени; значения складываются; 4) норматив для кислорода 6 мг O_2 /дм³ нужно разделить на среднее значение концентрации кислорода в мг O_2 /дм³; полученный результат добавить к сумме трех загрязнителей; 5) полученное значение разделить на четыре и оценить класс качества воды по полученному значению ИЗВ (табл. А.2).

Для катастрофических ситуаций с очень высоким содержанием загрязняющих веществ в воде были установлены дополнительные категории. Для случаев чрезвычайно высокой концентрации отдельных загрязнителей в морской воде были определены критерии **высокого (ВЗ)** и **экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ)** морской водной среды. 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. 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 мг/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 O_2 /л и менее;
- увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) свыше 40 мг O_2 /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 мг O_2 /л, снижение концентрации растворенного кислорода до значений от 3 до 2 мг O_2 /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 их концентрации, характеризующие ВЗ и ЭВЗ (табл. А.3).

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

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

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

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

и фосфора, фосфатов, СПАВ и ртути, часто необходимых для расчетов баланса биогенных элементов или являющимися характерными загрязнителями отдельных участков моря.

Кроме индекса ИЗВ для оценки уровня качества морских вод, по аналогии с расчетами показателей пресных вод (РД 2002), могут использоваться три дополнительных критерия загрязненности вод:

1) **комплексности** — отношение числа веществ, содержание которых превышает норму, к общему числу нормируемых ингредиентов, определяемых на исследуемой акватории; незначительная комплексность загрязненности воды водного объекта ($K < 10\%$) и более высокая комплексность ($K \geq 10\%$).

2) **устойчивости** (повторяемость случаев загрязненности по отдельным ингредиентам) — количество 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 экстремальный.

Методико-методологические основы организации и проведения наблюдений за состоянием **донных отложений** на основе изучения их химического загрязнения и токсичности изложены в Методических указаниях 2014 года (МУ-2014, Приложение №4). Они предназначены для использования территориальными органами Росгидромета, Росводресурсов и другими органами государственной власти, осуществляющими мониторинг состояния водных объектов, и определяют требования к организации и проведению наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов РФ. Хотя в качестве основного объекта исследований в МУ рассматриваются д.о. пресноводных водоемов, однако базовые положения применимы и к морским экосистемам. Практически все рекомендуемые методики оценки загрязненности опираются на наличие многолетних наблюдений в условиях постоянного антропогенного воздействия в конкретном водном объекте, по результатам которых и рассчитывают среднюю характерную концентрацию. Описанный в МУ коэффициент донной аккумуляции (КДА) показывающий кратность загрязнения д.о. по сравнению с водной толщей. В целом МУ поддерживают европейский подход, предлагающий для целей мониторинга долговременных тенденций рассматривать наиболее подходящими матрицами для многих веществ донные отложения, взвешенные вещества или организмы биоты, поскольку они интегрируют во времени и пространстве загрязнение в конкретном водном объекте, а изменение загрязнения в этих объектах происходит не так быстро, как в толще воды (Guidance 25, 2010).

Для морских донных отложений в российских территориальных водах в настоящее время не существует нормативно закреплённых характеристик их качества по уровню концентрации загрязняющих веществ аналогично ПДК в водной толще. Однако существует возможность оценивать степень загрязнения донных отложений в контролируемом районе моря на основе соответствия уровня содержания отдельных ЗВ критериям экологической оценки загрязненности грунтов по принятым в других странах нормативным показателям, например по «голландским листам» (табл. А.4). Полученные единицы превышения установленных верхних допустимых границ загрязнения («Допустимая Концентрация», ДК) не являются юридическим нормативным значением ни в европейских странах, ни в Российской Федерации. Эти величины только наглядно представляют насколько реальное содержание вещества в пробе превышает некий относительно разумный предел. Они могут быть использованы для

упрощенной сравнительной характеристики различных участков акватории, или для оценки межгодовой изменчивости. Кроме «Голландских листов» существуют и иные системы оценки качества донных отложений в различных странах мира.

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

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

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

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

Элемент	Кэф. пересчета мкМ в мкг/дм ³	Элемент	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 оценки состояния открытого моря и прибрежных вод, а также для выработки политики в области охраны окружающей среды и оценке эффективности мер, направленных на снижение поступающего с водосбора морей загрязнения, необходимы данные о поступлении загрязняющих веществ в морскую среду от наземных источников. Оценка поступающих с берега в море веществ (нагрузка) учитывает три потенциальных источника — нагрузки, поступающие с контролируемых реками, от неконтролируемых территорий и от точечных источников, осуществляющих прямой сброс сточных вод в море. В настоящем Ежегоднике по каждому контролируемому району моря приведены, по возможности, на основе таблиц статистической отчетности 2ТП-Водхоз сведения о точечных источниках, расположенных на водосборах рек; об объеме поступающих в море с берега сточных вод и степени их очистки; а также о поступлении отдельных видов ЗВ со сточными и речными водами. Данные о нагрузках от диффузных источников, расположенных на водосборах рек, о фоновых нагрузках с водотоком от неконтролируемых территорий и удержании загрязняющих веществ в эстуарных районах (дельтовый фильтр), как правило, отсутствуют. Дополнительными источниками

загрязнения морских акваторий является судоходство, инженерные работы на шельфе, атмосферный перенос и выпадение различных веществ (atmospheric deposition). Атмосферные выпадения на акваторию морей или на водосборную территорию могут быть весьма существенными. Существуют расчетные оценки концентрации осадков на территории Восточной Европы по тяжелым металлам и отдельным видам органических ЗВ (Метеорологический Синтезирующий Центр — Восток (МСЦ-В), <http://www.ru.msceast.org>).

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

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

А.3. Мониторинг морской среды в 2018 г.

В 2018 г. исследования гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды осуществлялись 16 химическими лабораториями региональных Управлений Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, а также НИИ и НПО Росгидромета на 284 станциях, расположенных на 9 морях Российской Федерации и на Шпицбергене (рис. А.1). Всего контроль состояния морской среды проводился в 50 локальных участках прибрежных районов, наиболее подверженных антропогенному воздействию. Основная часть станций расположена в заливах и бухтах, проливах, в эстуарных районах рек, вблизи крупных городов и на акватории портов. Только на Северном Каспии 12 станций было выполнено на трех стандартных гидрологических вековых разрезах, которые пересекают

устьевое взморье Волги и замыкают границу мелководья. Большинство станций относятся к постоянно действующей сети ГСН и обследуются ежегодно. Некоторая часть наблюдений на постоянных или временных станциях проводилась в рамках хозрасчетных работ региональных Управлений Росгидромета. Наибольшее количество станций по программе мониторинга было выполнено на Каспийском, Черном, Балтийском и Японском морях (рис. А.2).

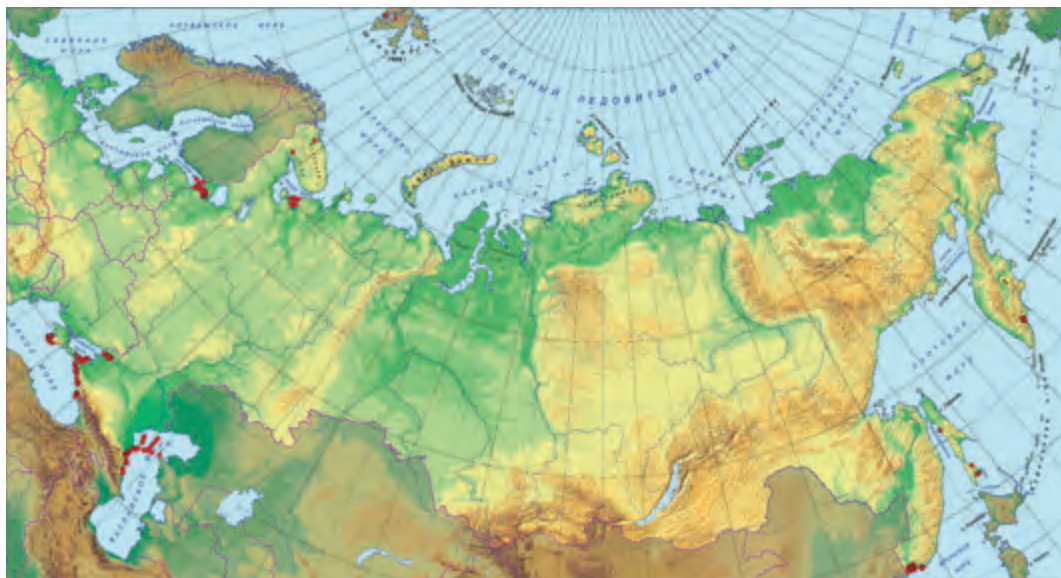


Рис. А1. Станции мониторинга гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды РФ в 2018 г.

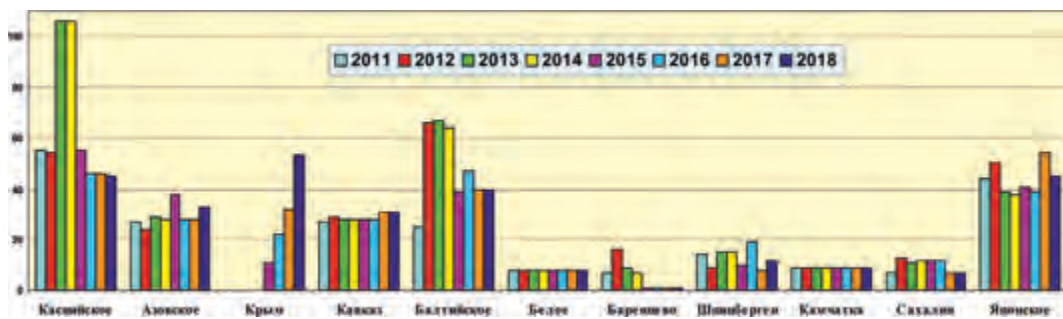


Рис. А.2. Количество станций мониторинга морской среды на контролируемых морях РФ в 2011–2018 гг.

В течение 2018 г. всеми лабораториями было отобрано и проанализировано 2125 проб воды и 157 проб донных отложений (21 на Азовском море, 60 у побережья о. Сахалин и 76 в заливе Петра Великого Японского моря). Суммарное количество выполненных химических анализов составило в морской воде 46343 измерений, а в донных отложениях 1201, из которых 1180 было выполнено на шельфе о. Сахалин и в заливе Петра Великого. Общее количество параметров контроля состояния морской среды в воде и донных отложениях включает 73 отдельных анализов и определений. Это гидрологические параметры морской воды,

стандартная гидрохимия, концентрация различных форм биогенных элементов (азот, фосфор и кремний) и 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 спектрометрии, фенолов, СПАВ, стойких органических загрязнителей (СОЗ), главным образом пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ, а также ПХБ, и тяжелых металлов (ТМ). Среди органических загрязняющих веществ отдельные ингредиенты ПАУ, хлорфенолов или конгенеры ПХБ не учитывались в общем количестве наблюдаемых параметров. В заливе Петра Великого выполнялся гранулометрический анализ осадков. Как правило, из общего набора контролируемых параметров наблюдения на контролируемом локальном участке акватории моря выполнялись только по очень ограниченному списку веществ, уровень концентрации которых может быть определен с достаточной точностью на оборудовании местной химической лаборатории. Обычно эти загрязнители являются приоритетными для акватории. Аналитические возможности региональных химических лабораторий сильно отличаются, поэтому количество выполненных анализов в 2018 г. было традиционно неодинаковым в разных морях (рис. А.3).

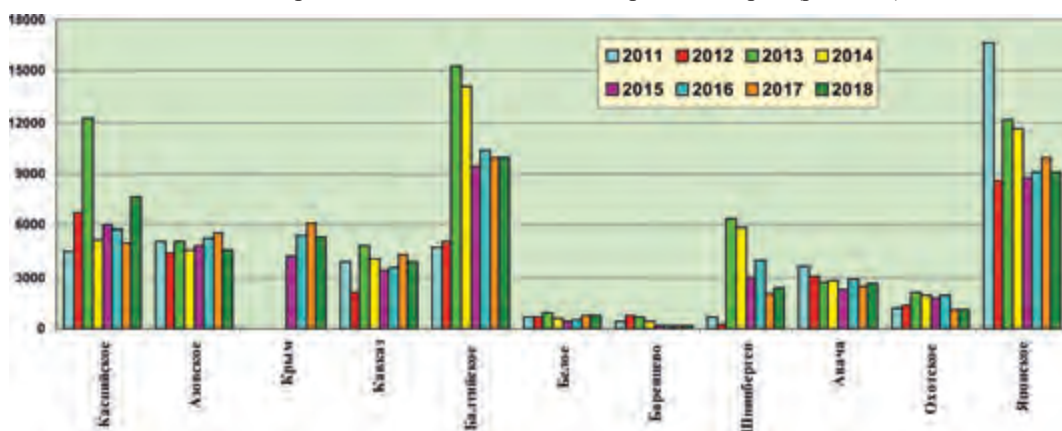
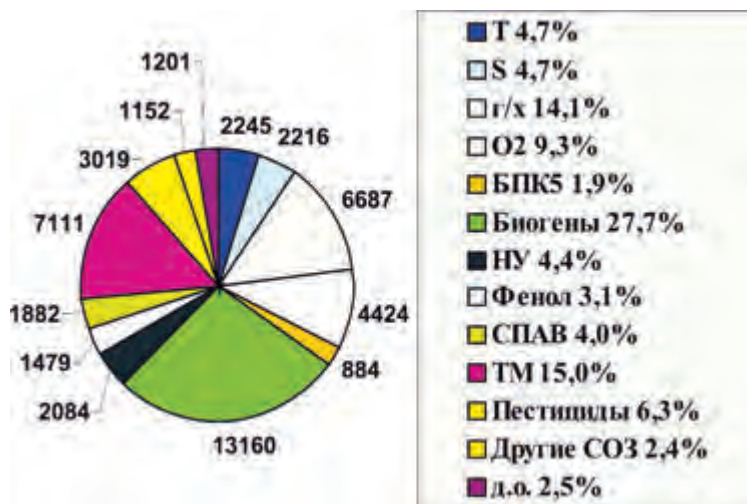


Рис. А.3. Количество выполненных анализов по гидрохимическим параметрам и загрязняющим веществам системы мониторинга морской среды морей РФ в 2011–2018 гг.

Государственный мониторинг состояния и уровня загрязнения морской среды вод в 2018 г. главным образом был ориентирован на исследование стандартных гидрохимических параметров (12 032 анализов из общего количества 47 544), а также измерение концентрации биогенных веществ (13 160 анализов) и растворенного в воде кислорода (4424), (рис. А.4). В структуре контролируемых загрязняющих веществ повышенным было количество выполненных химических анализов тяжелых металлов (7111) и стойких органических загрязнителей (4450 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 индивидуальных веществ. Вследствие этого общее количество выполненных анализов по металлам и СОЗ выглядит повышенным при сравнении с другими группами веществ. На всех контролируемых участках акватории морей обязательно выполнялось определение содержания в воде и донных отло-

жениях нефтяных углеводородов методом инфракрасной спектроскопии, была проанализирована 2241 проба.



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

Рис. А.4. Структура и количество анализов по гидрохимическим параметрам и загрязняющим веществам системы государственного мониторинга морской среды в 2018 г.

Глава 1. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

Постнов А.А., Доцахова Д.Г., Османова С.Ш.

1.1. Общая характеристика

Каспийское море является уникальным природным водоемом нашей планеты, расположенным на крайнем юго-востоке Европейской территории России на границе двух крупных частей единого материка Евразии. Каспий не имеет связи с Мировым океаном. Уровень моря подвержен резким колебаниям и в настоящее время находится примерно на 27–28 м ниже балтийского стандарта (уровня океана). Изменения уровня моря обусловлены определяемой климатом степенью увлажненности водосборного бассейна, площадь которого составляет 3,5 млн км². По размерам своей котловины Каспийское море является крупнейшим замкнутым водоемом. Его общая площадь равна 378,4 тыс. км², что составляет 18% общей площади всех озер земного шара и в 4,5 раза превышает площадь озера Верхнего в Северной Америке (84,1 тыс. км²). Акватория Каспийского моря соизмерима или превосходит площадь Балтийского (387,0 тыс. км²), Адриатического (139,0 тыс. км²) и Белого морей (87,0 тыс. км²). По морфометрическим характеристикам Каспийское море является глубоководным водоемом с сильно развитой шельфовой зоной на севере. Максимальная глубина южной впадины моря 1025 м, а рассчитанная по батиграфической кривой средняя равна 208 м. Исходя из особенностей морфологического строения и физико-географических условий, Каспийское море условно делится на три части: Северный (25% площади), Средний (36%) и Южный Каспий (39%). Условная граница между первыми проходит по линии о. Чечень — мыс Тюб-Караганский, между Средним и Южным Каспием — по линии о. Жилой — мыс Ган-Гулу. Протяжённость в основном низменной и гладкой береговой линии оценивается примерно в 6500–6700 км, а с островами до 7000 км. В северной части берега изрезаны водными протоками и островами дельты Волги и Урала, берега низкие и заболоченные, а водная поверхность во многих местах покрыта зарослями. Донный рельеф здесь осложнен наличием множества банок и островов, в число которых входит самый большой на Каспии о. Чечень. На восточном побережье преобладают известняковые берега, примыкающие к полупустыням и пустыням. Наиболее извилистые берега на западном побережье в районе Апшеронского полуострова, а на восточном побережье в районе Казахского залива и Кара-Богаз-Гола (Бухарицин, 1996).

С территории России в Каспий впадают реки Волга, Терек, Сулак и Самур; последняя является пограничной рекой с Азербайджанской Республикой. Сток р. Волги, в среднем равный 255 км³ в год, составляет примерно 80% поверхностного стока в море. Каспий является солоноватоводным водоемом. Соленость на большей части акватории моря составляет 12,6–13,2‰; средняя равна 12,66‰. На севере диапазон значительно шире и укладывается в границы 1–8‰. Прилегающая к территории России мелководная акватория значительно опреснена речным стоком. Даже на удалении от устья Волги у побережья Среднего Каспия в районе г. Махачкала средняя соленость равна 10,44‰. Распределение солености по вертикали относительно равномерное. Конвективное перемешивание хорошо развито осенью и зимой вследствие охлаждения поверхностных вод и их осолонения при ледообразовании. В Среднем Каспии глубина конвекции достигает 200 м, в южном Каспии — 80–100 м (Косарев, 1975).

Наибольшая протяжённость моря с севера на юг составляет 1030 км, с востока на запад — 435 км. В связи с этим в северной части моря сезонные колебания температуры воды выражены более резко, чем в южной части. Температура воды на поверхности моря летом достигает 24–27 °С, зимой изменяется от 0 °С на севере до 11 °С на юге. В суровые зимы акватория Се-

верного Каспия почти полностью покрывается льдом, толщина которого колеблется от 25–30 до 60 см. Глубоководные районы Среднего и Южного Каспия всегда свободны ото льда. Летом верхние слои хорошо и примерно одинаково прогреты в центральных и южных районах моря. На горизонтах порядка 20–35 м температура резко понижается с глубиной, что свидетельствует о формировании здесь летнего термоклина. Под ним температура плавно убывает с глубиной. В мелководной северной части моря круглый год наблюдается гомотермия, при этом часто в северо-западной части моря прослеживается вертикальная стратификация вод по солености. Горизонтальная динамика вод моря характеризуется преобладанием центральной циклонической циркуляции, охватывающей практически всю акваторию моря, и образованием отдельных местных круговоротов. Интенсивность вертикальной циркуляции в основном определяется многолетними изменениями температуры и солености воды, которая зависит от объема речного стока. В годы ослабленной вертикальной циркуляции вод, например вследствие образования мощного пикноклина, концентрация кислорода в придонном слое глубоководных котловин может снижаться до нуля. В летнее время при гидрометеорологических условиях, способствующих вертикальной стратификации вод, гипоксия формируется также в придонном слое северо-западной части моря. Прозрачность воды в море обычно не более 15 м. Море бесприливное. Хорошо выражены сгонно-нагонные явления (до 2–3 м) и сейшеобразные колебания, амплитуда которых доходит до 35 см, а период от 8–10 минут до нескольких часов (Крицкий, 1975).

На Каспийском море развита добыча нефти, а также рыболовство и судоходство. Ранее построенные порты (Астрахань — в 2010 г. работало 21 больших и малых портовых сооружений, 15 судостроительно-судоремонтных заводов; Махачкала, Баутино, Актау, Баку, Туркменбаши, Энзели) в настоящее время реконструируются и расширяются. Ведется или намечается строительство новых портов. С первой половины прошлого века на Южном Каспии ведется морской нефтяной промысел. К началу XXI века наиболее изученными оказались южные и средние районы Каспия у берегов Азербайджана и Туркменистана. Здесь добыча нефти оценивается уровнем более 320 млн. т в год. По последним геологическим данным можно говорить о паритетном соотношении распределения месторождений углеводородов между Северным и Южным Каспием. Кроме сырьевых запасов Каспийский регион богат биологическими ресурсами. Здесь находятся крупнейшие в мире нерестилища осетровых (всего здесь обитает около 130 видов и разновидностей рыб) и редчайшие поля лотоса. В водноболотистых 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 2,26 млн жителей. В Российской Федерации расположено несколько городов с численностью населения от 100 до 600 тыс. человек: Астрахань (крупнейший город Северного Каспия, 534 тыс. жителей в 2018 г.) расположен на 11 островах Прикаспийской низменности в верхней части дельты Волги на площади 209 км²; на Дагестанском побережье Махачкала (596 тыс.), Дербент (124 тыс.) и Каспийск (116 тыс.).

1.2. Поступление загрязняющих веществ

Более 85% поверхностного пресноводного стока воды в Каспийское море приходится на Северный Каспий — обширное мелководье, примерно ограниченное изобатой 20 м.

В многоводные годы объем речного стока составляет 75% объема воды северной части моря, которая является зоной активного перемешивания речных и морских вод. Загрязняющие вещества (ЗВ) поступают в Северный Каспий в основном с речным стоком или с морскими водами из Среднего Каспия. Практически 90% общего объема загрязняющих веществ поступает в Каспийское море с речным стоком.

Кроме речного стока имеет значение также эоловый вынос, атмосферные осадки, сбросы воды из оросительных систем, судовые сбросы, эксплуатация и разведка морских нефтепромыслов, предприятия нефтяной и нефтехимической промышленности, транспортировка нефти морским путем, коммунальные стоки городов и сброс вод с сельхозугодий, а также газовые и жидкие выделения со дна моря. В зависимости от уровня загрязнения речных и морских вод их вклад в загрязнение северной части моря меняется. Например, в связи с уменьшением поступления хлорорганических пестицидов (ХОП) с речным стоком, основным источником загрязнения ими акватории Северного Каспия в последние годы выступает адвекция морских вод. В связи с этим при уменьшении стока и увеличении водообмена уровень загрязнения Северного Каспия может повышаться. Хотя в морскую среду поступает более 1000 химических соединений, включая токсичные, однако сырая нефть и нефтепродукты остаются приоритетными загрязнителями моря. Основными источниками поступления углеводородных соединений в воды Северного Каспия является транспортировка нефти и водный транспорт (утечка топлива или сброс нефтесодержащих промывных и балластных вод), просачивание углеводородов со дна моря, промышленные сбросы и нефтеперерабатывающая индустрия, а также утечки с прибрежных нефтяных разработок и при эксплуатации нефтяных и газовых скважин у берегов России, Азербайджана и Туркменистана. Опыт освоения нефтегазоносных месторождений на морской акватории показывает, что даже при нормативном режиме добычи нефти каждая буровая установка является источником множества загрязнений, в которые входят твердые, жидкие и газообразные компоненты. В среднем при освоении морских месторождений в водную среду поступает от одной скважины от 30 до 120 тонн нефти в год (Тарасова Р.А. и др., 2008).

1.3. Состояние вод Северного Каспия

Наблюдения за гидрохимическим состоянием и уровнем загрязнения вод были проведены на 8 станциях вековых разрезов III и IIIa в западной и центральной частях мелководного Северного Каспия, а также на границе Северного и Среднего Каспия (разрез IV, 4 станции, рис. 1.1) в период с 25 марта по 2 сентября 2018 г. Всего было отобрано 63 пробы из водной толщи на станциях с глубинами 4,3–23,0 м. Пробы воды были отобраны из поверхностного и придонного слоев, а на разрезе IV также из промежуточного. В береговой стационарной лаборатории были определены стандартные гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ — нефтяных углеводородов (ИКС-метод), фенолов, СПАВ, биогенных веществ и ряда металлов. При оценке качества вод по биогенным веществам в водах района принималось, что они могут быть в целом охарактеризованы как мезотрофные.

1.3.1. Северо-западная мелководная часть Каспия (разрезы III и IIIa)

Соленость вод **Северного Каспия** в 2018 г. на разрезах III и IIIa изменялась в период с конца марта по сентябрь в диапазоне 5,52–18,15‰ (в среднем 13,05‰) и 1,89–8,18‰ (в среднем 4,39‰), соответственно (табл. 1.1). Столь существенное различие в средних значениях солености вызвано тем обстоятельством, что в силу своего географического положения

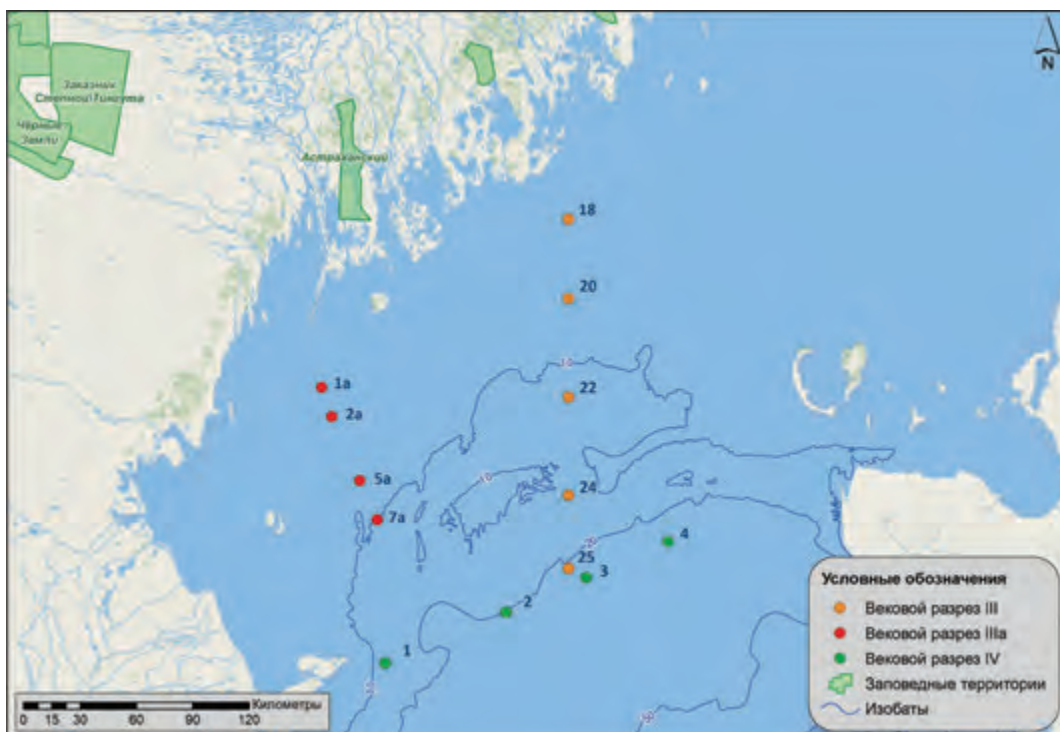


Рис. 1.1. Станции отбора проб на акватории Северного Каспия в 2018 г.

разрез IIIa в гораздо большей степени, чем разрез III, находился под влиянием стока р. Волга. Прозрачность вод изменялась в пределах от 1,2 до 6,0 м.

Таблица 1.1 Средние и максимальные значения гидрохимических параметров вод Северного Каспия в 2018 г.

Параметр	Разрез III			Разрез IIIa			Разрез IV		
	средн.	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.
Тем-ра, °С	15,4	5,1	27,0	14,5	5,8	27,1	17,0	8,8	27,3
Соленость, ‰	13,05	5,52	18,15	4,39	1,89	8,18	8,91	6,18	10,42
Прозрачность, м	3,7	1,5	6,0	1,2	1,2	1,2	-	-	-
O ₂ , мг/дм ³	11,39	8,49	13,94	8,13	6,17	10,78	9,14	7,10	10,70
pH	8,27	7,98	8,45	8,53	8,37	8,62	8,07	6,46	8,57
Фосфаты, мкг/дм ³	7,6	2,1	15,3	8,80	3,5	14,6	11,88	7,2	15,7
Общий фосфор, мкг/дм ³	-	-	-	-	-	-	15,34	9,4	23,4
Нитриты, мкг/дм ³	2,8	0,1	6,1	3,2	0,1	7,3	1,65	1,00	2,36
Нитраты, мкг/дм ³	4,8	1,0	13,1	7,5	1,2	25,7	13,28	9,0	17,2
Аммонийный азот, мкг/дм ³	6,6	0,0	13,9	8,5	1,8	15,0	179,9	86	286
Общий азот, мкг/дм ³	-	-	-	-	-	-	297,9	235	374
Кремний, мкг/дм ³	501,9	233,3	1350,0	1307,2	716,7	2100,0	324,0	158	475

Кислородный режим в водах Северного Каспия нарушен не был. Более того, за последние три года средняя годовая концентрация растворенного кислорода на разрезе III увеличилась на 10–15% (табл. 1.1). Вместе с тем, на расположенном в западной части Северного

Каспия вблизи устья р. Волги разрезе Ша средняя концентрация растворенного кислорода в 2018 г. оказалась ниже, чем в 2016–2017 гг. — 8,13 мгО₂/дм³ против 10,15–10,70 мгО₂/дм³ соответственно. Уменьшилась и средняя степень насыщения вод кислородом — 97,8% в 2018 г. против 105,3–109,5% в предыдущие годы.

Концентрация **фосфатов** (как средняя, так и максимальная) не превышала нескольких десятых единиц ПДК (табл. 1.1), что говорит об отсутствии в настоящее время угрозы эвтрофикации Северного Каспия. В 2018 г. содержание большинства биогенных веществ в разных частях акватории Северного Каспия различалось незначительно, за исключением кремния. Средняя концентрация силикатов на разрезе Ша в 2,5 раза превышала таковую на разрезе III и более 4 раз в водах на южной границе мелководья на разрезе IV. Возможно, что избыточный кремний был принесен в этот район с водами Волги, однако в предыдущие годы такого явления не наблюдалось.

Уровень загрязнения вод **нефтяными углеводородами** на разрезах III и Ша составил в среднем 1,0 и 1,4 ПДК, соответственно. Максимум 2,0 ПДК зафиксирован на разрезе Ша (табл. 1.2), что существенно ниже показателей 2017 г. и приблизительно соответствует уровню 2013 г. (рис. 1.2). Степень загрязнения фенолами составляла в среднем 1,7–1,8 ПДК на обоих разрезах при максимуме 4 ПДК на западе акватории и сохранялась на уровне 2013–2017 гг. Концентрация СПАВ также осталась на уровне предыдущих лет и в среднем составляла 0,25–0,28 ПДК.

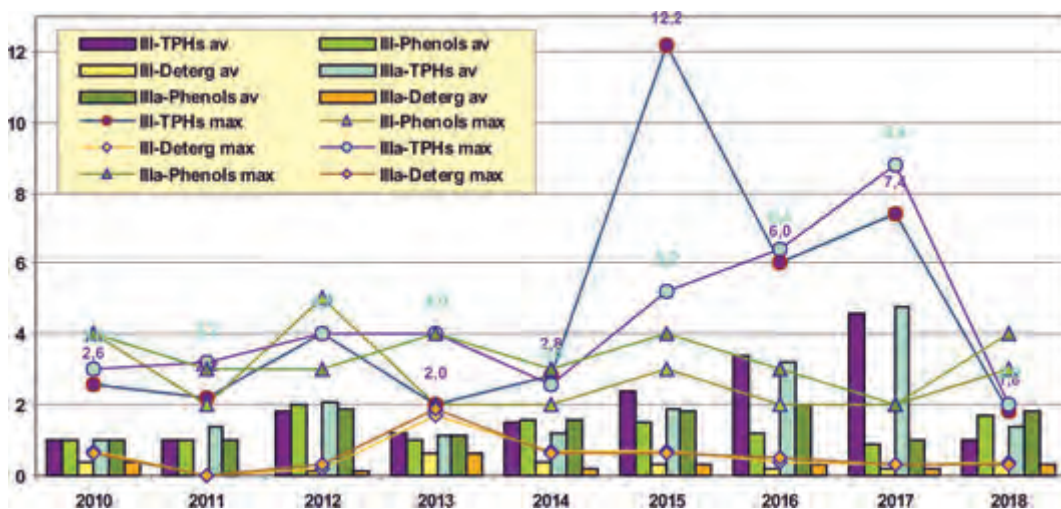


Рис. 1.2. Динамика содержания загрязняющих веществ (в ПДК) в водах Северного Каспия в период 2010–2018 гг.

Другими приоритетными загрязнителями вод Северного Каспия, как и в предыдущие годы, были металлы. В 2018 г. в восточной части акватории установленные нормативы превышала концентрация 6 металлов, а именно кобальта (средняя 5,8 ПДК/ максимальная 12,2 ПДК), никеля (4,0/16,3), железа (2,6/4,6), цинка (2,5/6,2), свинца (1,4/3,5), меди (1,2/4,0), (табл. 1.3). Средняя годовая концентрация железа с 2013 по 2017 г. выросла с 2,4 ПДК до 5,8 ПДК, то в 2018 г. она упала до 2,6 ПДК, т.е. вернулась к показателю пятилетней давности (табл. 1.4). Вместе с тем, изменения средней концентрации кобальта, никеля, цинка, свинца и меди в последнюю пятилетку не носили какого-либо систематического характера, хотя по абсолютной величине межгодовая изменчивость достигала двух и более раз.

Таблица 1.2. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Северного Каспия в 2016–2018 гг.

Район	Ингредиент	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Разрез III 4 ст. 16 проб	НУ	0,17 0,30	3,40 6,0	0,23 0,34	4,6 7,4	0,05 0,09	1,0 1,8
	Фенолы	1,2 2,0	1,2 2,0	0,9 2,0	0,9 2,0	1,7 3,0	1,7 3,0
	СПАВ	23,3 42	0,23 0,42	23,0 30	0,23 0,30	27,5 40	0,28 0,40
	Азот аммонийный	41,7 102	0,1 0,26	14,2 54	<0,1 0,1	6,6 13,9	<0,1 <0,1
	Fe	180 530	3,0 10,6	290 540	5,6 10,8	130 230	2,6 4,6
	Cu	8,31 23,6	1,7 4,7	7,1 15,3	1,4 3,1	5,9 20,0	1,18 4,0
	Zn	23,84 97,0	0,5 1,9	94,4 404,9	1,9 8,1	123,2 310,0	2,5 6,2
	Ni	16,1 39,5	1,6 3,95	41,0 85,2	4,1 8,5	40,3 163,4	4,0 16,3
	Кислород мг O ₂ /дм ³	10,47 7,32		10,77 7,13		11,39 8,49	
	Разрез IIIa 4 ст., 14 проб	НУ	0,16 0,32	3,20 6,40	0,24 0,44	4,8 8,8	0,06 0,10
Фенолы		2 3	2,0 3,0	1,0 2,0	1,0 2,0	1,8 4,0	1,8 4,0
СПАВ		29 47	0,29 0,47	24,1 30	0,24 0,3	25,1 30	0,25 0,3
Азот аммонийный		54,2 471	0,14 1,21	23,4 57,3	<0,1 0,1	8,5 15,0	<0,1 <0,1
Fe		170 260	3,4 5,2	220 450	4,4 8,2	120 170	2,4 3,4
Cu		8,0 41,4	1,60 8,28	6,8 12,8	1,36 2,5	4,0 5,9	0,8 1,2
Zn		20,2 86,8	0,40 1,74	100,3 432,9	2,0 8,7	37,2 135,2	0,74 2,7
Кислород мгO ₂ /дм ³		10,15 6,17		10,70 7,39		8,13 6,17	
Разрез IV 4 ст., 12 проб	НУ	0,038 0,06	0,76 1,2	0,049 0,07	0,98 1,4	0,040 0,06	0,8 1,2
	Фенолы	2,4 4,0	2,4 4,0	2,8 4,0	2,8 4,0	2,4 4,0	2,4 4,0
	Азот аммонийный	184,7 344	0,47 0,88	267,5 374	0,68 0,96	180 286	0,47 0,73
	Кислород мгO ₂ /дм ³	8,91 7,82		7,90 7,06		9,14 7,10	
Примечания:							
1. Концентрация С* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм ³ ; фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ, аммонийного азота, железа, меди, цинка и никеля — в мкг/дм ³ .							
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/дм ³ .							

На разрезе IIIa в 2018 г. концентрация только двух металлов превышала установленные нормативы — железа (2,4 ПДК/3,4 ПДК) и никеля (0,6 ПДК/2,4 ПДК). Многолетняя динамика

ка концентрации этих металлов в целом совпадала с таковой для восточного разреза (рис. 1.3). Важно, что содержание наиболее токсичных металлов — ртути и кадмия — в водах Северного Каспия оставалось существенно ниже их ПДК.

Таблица 1.3. Концентрация металлов (мкг/дм³ и единицы ПДК) в водах Северного Каспия в 2018 г.

Параметр	Вековой разрез III			Вековой разрез IIIa		
	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.
Fe	130 2,6 ПДК	60 1,2 ПДК	230 4,6 ПДК	120 2,4 ПДК	9 0,2 ПДК	170 3,4 ПДК
Cu	5,9 1,2 ПДК	1,0 0,2 ПДК	20,0 4,0 ПДК	4,0 0,8 ПДК	1,4 0,3 ПДК	5,9 1,2 ПДК
Zn	123,2 2,5 ПДК	11,7 0,2 ПДК	310,0 6,2 ПДК	37,4 0,7 ПДК	6,8 0,1 ПДК	135,2 2,7 ПДК
Ni	40,3 4,0 ПДК	8,0 0,8 ПДК	163,4 16,3 ПДК	16,3 1,6 ПДК	13,0 1,3 ПДК	24,2 2,4 ПДК
Co	28,8 5,8 ПДК	3,2 0,6 ПДК	60,8 12,2 ПДК	2,2 0,4 ПДК	0,9 0,2 ПДК	4,8 0,9 ПДК
Cd	2,47 0,2 ПДК	0,60 0,06 ПДК	6,90 0,7 ПДК	0,89 0,09 ПДК	0,2 0,02 ПДК	2,1 0,2 ПДК
Pb	13,9 1,4 ПДК	2,4 0,2 ПДК	34,8 3,5 ПДК	4,7 0,5 ПДК	0,7 0,07 ПДК	11,9 1,2 ПДК
Mn	11,8 0,2 ПДК	1,8 0,04 ПДК	19,8 0,4 ПДК	17,4 0,3 ПДК	2,6 0,05 ПДК	38,4 0,8 ПДК
Hg	0,01 0,1 ПДК	0,00	0,04 0,4 ПДК	0,01 0,1 ПДК	0,00	0,01 0,1 ПДК

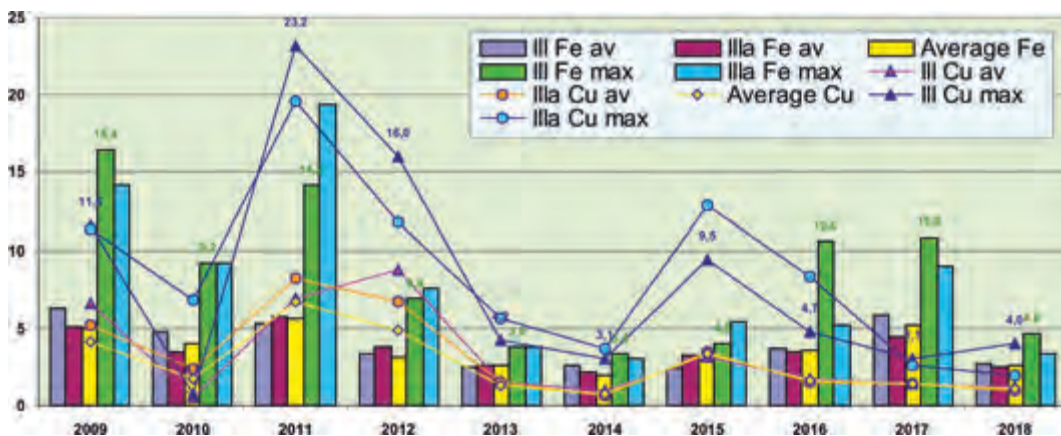


Рис. 1.3. Динамика содержания железа и меди (в ПДК) в водах Северного Каспия в период 2010–2018 гг.

Заметных тенденций (линейных трендов) многолетней изменчивости концентрации металлов в водах Северного Каспия в период 2013–2018 гг. отмечено не было (табл. 1.4). Исключение составляла концентрация цинка, которая во второй половине указанного периода была в 4–5 раз большей, чем в первой. Значимых различий между значениями средней годовой концентрации меди, никеля и железа на разрезах III и IIIa не было, тогда как средняя концентрация кобальта на разрезе III во все годы была выше, чем на разрезе IIIa. Возможно, это может свидетельствовать о нахождении источника кобальта в восточной части Северного Каспия.

Таблица 1.4. Динамика средней годовой концентрации металлов (мкг/дм³, единицы ПДК) на акватории Северного Каспия в 2013–2018 гг.

2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Разрез III					
<i>Кобальт</i>					
39,8 (8,0 ПДК)	39,3 (7,7 ПДК)	26,1 (5,2 ПДК)	14,2 (2,8 ПДК)	48,6 (9,7 ПДК)	28,8 (5,8 ПДК)
<i>Никель</i>					
41,7 (4,2 ПДК)	19,7 (2,0 ПДК)	50,7 (5,1 ПДК)	15,8 (1,6 ПДК)	41,0 (4,1 ПДК)	40,3 (4,0 ПДК)
<i>Железо</i>					
121,8 (2,4 ПДК)	131,0 (2,6 ПДК)	121,0 (2,4 ПДК)	185,2 (3,7 ПДК)	290,0 (5,8 ПДК)	130,0 (2,6 ПДК)
<i>Цинк</i>					
20,2 (0,4 ПДК)	19,4 (0,4 ПДК)	129,0 (2,6 ПДК)	25,3 (0,5 ПДК)	94,4 (1,9 ПДК)	123,2 (2,5 ПДК)
<i>Свинец</i>					
10,6 (1,1 ПДК)	9,5 (0,9 ПДК)	25,6 (2,6 ПДК)	11,4 (1,1 ПДК)	26,1 (2,6 ПДК)	13,9 (1,4 ПДК)
<i>Медь</i>					
7,5 (1,5 ПДК)	5,0 (1,0 ПДК)	15,9 (3,2 ПДК)	8,4 (1,7 ПДК)	7,1 (1,4 ПДК)	5,9 (1,2 ПДК)
Разрез IIIa					
<i>Железо</i>					
131,4 (2,6 ПДК)	106,0 (2,1 ПДК)	164,0 (3,3 ПДК)	172,1 (3,4 ПДК)	220,0 (4,4 ПДК)	120,0 (2,4 ПДК)
<i>Никель</i>					
39,7 (4,0 ПДК)	17,6 (1,8 ПДК)	50,3 (5,0 ПДК)	11,4 (1,1 ПДК)	35,7 (3,6 ПДК)	16,3 (1,6 ПДК)
<i>Медь</i>					
7,3 (1,5 ПДК)	3,4 (0,7 ПДК)	17,6 (3,5 ПДК)	7,5 (1,5 ПДК)	6,9 (1,4 ПДК)	4,0 (0,8 ПДК)
Примечание. В таблицу включены только те металлы, средняя годовая концентрация которых в 2018 г. почти достигала или превышала установленные ПДК.					

Как и ранее, в 2018 г. поля концентрации металлов в водах Северного Каспия носили пятнистый характер, а их пространственная неоднородность была высокой: размах колебаний концентрации в пределах одного разреза превышал ее средние значения в 1,5–9 раз. При этом, как показал анализ данных за многолетний период, максимумы и минимумы концентрации не были привязаны к каким-то определенным географическим районам. Следовательно, «пятна» повышенной концентрации металла свободно дрейфовали по акватории и в течение длительного времени не перемешивались с водами с невысоким содержанием этого элемента.

Для большинства загрязняющих веществ характерна высокая (0,82–0,99) степень корреляции между средними годовыми значениями их концентрации в водах на разрезах III и IIIa (табл. 1.5). Очевидно, формирование уровня загрязнения в западной и центральной частях Северного Каспия происходит под влиянием одинаковых или сходных процессов. Исключение составляет концентрация кобальта, которая демонстрирует отсутствие корреляционной связи между двумя районами наряду со значимым различием в средней концентрации кобальта на двух разрезах. Это может свидетельствовать об отличии процесса формирования поля концентрации кобальта от процессов пространственного распределения других загрязняющих веществ. Существо этих различий остается пока неясным.

Таблица 1.5. Коэффициент корреляции между рядами значений средней годовой концентрации приоритетных загрязняющих веществ в водах разрезов III и IIIa на Северном Каспии в 2013–2018 гг.

Параметр	Fe	Cu	Ni	Co	HУ	Фенолы	СПАВ	ИЗВ
Коэффициент корреляции	0,86	0,99	0,83	0,22	0,97	0,82	0,89	0,84
Уровень статистической значимости коэффициента корреляции	0,03	<0,01	0,04	0,67	<0,01	0,04	0,02	0,005

1.3.2 Южная граница Северного Каспия (разрез IV)

В морских водах на границе **Северного и Среднего Каспия** (разрез IV, табл. 1.1) соленость вод изменялась от 6,18‰ до 10,42‰. Кислородный режим, характеризующийся средним многолетним и минимальным значением концентрации растворенного кислорода, оставался в пределах установленного норматива. При этом отмеченная в 2015–2017 гг. тенденция к его ухудшению в последний год прекратилась и значения концентрации кислорода вернулись к уровню 2015 г. и даже несколько превысили его.

Средняя годовая и максимальная концентрация **аммонийного азота** оставались в пределах норматива (0,47 ПДК/0,73 ПДК) и приблизительно на уровне двух предыдущих лет. Вместе с тем, среднее годовое содержание аммония в водах на разрезе IV в 2018 г. оказалось в 10–15 раз выше, чем на более северных акваториях в водах разрезов III и IIIа. Ранее такая особенность не отмечалась.

Из загрязняющих веществ (табл. 1.2) превышение норматива было отмечено только для фенолов (2,4/4,0 ПДК). Значения средней концентрации нефтяных углеводородов не превышали норматива, а их максимальная концентрация составила 1,2 ПДК. Благодаря отмеченному выше уменьшению степени загрязненности акватории нефтяными углеводородами, состояние вод Северного Каспия в 2018 г., оцениваемое по комплексному индексу ИЗВ улучшилось (табл. 1.6). Из класса «загрязненные» в 2017 г. (ИЗВ 1,57–1,65) эти воды снова вернулись в класс «умеренно-загрязненные» (ИЗВ 0,87–1,05). Как и в предыдущие годы, с учетом характерного для Северного Каспия высокого природного геохимического фона по тяжелым металлам, при расчете уровня загрязнения морских вод по ИЗВ концентрация ТМ на станциях вековых разрезов III и IIIа не учитывалась.

Таблица 1.6. Оценка качества морских вод Северного Каспия по ИЗВ в 2016–2018 гг.

Район	2016 г.		2017 г.		2018 г.		Среднее содержание ЗВ в 2018 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Разрез III	1,35	IV	1,57	IV	0,87	III	Фенолы 1,70; НУ 1,00; СПАВ 0,28; О ₂ 0,52
Разрез IIIа	1,52	IV	1,65	IV	1,05	III	Фенолы 1,80; НУ 1,40; СПАВ 0,25; О ₂ 0,74
Разрез IV	1,07	III	1,31	IV	1,08	III	Фенолы 2,40; НУ 0,80; NH ₄ 0,47; О ₂ 0,66

1.4. Состояние вод Дагестанского побережья

Наблюдения за загрязнением морских вод Дагестанского взморья в 2018 г. были выполнены на 33 станциях в районе Лопатина, Махачкалы, Каспийска, Избербаша, Дербента и на устьевых взморьях рек Терек, Сулак и Самур (рис. 1.4). Всего обработано 343 пробы воды из поверхностного, промежуточного и придонного горизонтов. Станции расположены вблизи берега на мелководье, их глубина варьирует от 3,3 до 22,0 м. Наблюдения были выполнены Дагестанским ЦГМС (г. Махачкала) в период с конца марта по начало ноября.

Средняя годовая **соленость** прибрежных вод Дагестанского побережья в 2018 г. увеличивалась с севера на юг по мере удаления от устья Волги — источника пресных вод — от 8,30‰ у Лопатина до 10,64‰ на взморье р. Сулак (табл. 1.7). Кислородный режим исследуемого побережья был благоприятным. Средняя годовая концентрация растворенного кислорода изменялась вдоль Дагестанского побережья в узком диапазоне от 9,36 мг О₂/дм³ у Лопатина до 9,44 мг О₂/дм³ на взморье р. Сулак. Минимальное содержание кислорода отмечалось в придонных слоях, однако и здесь концентрация заметно превышала норматив и была в пределах 7,59–8,24 мг О₂/дм³.



Рис. 1.4. Станции отбора проб на Дагестанском взморье в 2018 г.

Таблица 1.7. Средние и максимальные значения гидрохимических параметров вод Дагестанского побережья в 2018 г.

Район	T	S	O ₂	pH	PO ₄	P _{tot}	NO ₂	NO ₃	NH ₄	N _{tot}	Si
Лопатин	15,6 27,6	8,30 10,70	9,36 8,08	8,06 8,64	10,3 17,6	17,5 26,4	1,60 2,48	13,7 16,4	195 361	316 384	328 478
Взморье р. Терек	15,6 29,2	8,41 10,90	9,55 7,81	8,07 8,68	11,4 18,3	19,7 38,1	1,62 2,45	13,6 17,4	202 351	319 396	355 576
Взморье р. Сулак	15,3 29,0	8,70 10,50	9,60 7,71	8,10 8,61	11,4 16,3	19,6 30,8	1,67 2,61	13,6 16,2	212 340	312 370	359 612
Махачкала	16,0 28,0	8,48 10,90	9,41 7,59	8,08 8,54	11,7 20,5	20,6 27,3	1,67 2,24	13,7 17,4	205 351	321 396	348 526
Каспийск	13,2 20,5	8,78 10,70	9,54 8,24	8,41 8,59	10,9 17,3	16,7 24,2	1,62 2,31	13,1 19,0	233 390	301 391	296 394
Избербаш	13,7 20,8	9,14 10,5	9,55 8,11	8,46 8,58	10,1 15,9	16,6 23/1	1,56 2,12	13,8 17,2	244 373	292 398	307 421
Дербент	13,7 19,8	9,37 9,80	9,53 8,05	8,51 8,64	11,5 17,8	17,2 22,3	1,64 2,68	14,8 22,4	247 361	307 387	280 394
Взморье р. Самур	13,3 19,2	10,64 10,90	9,44 8,19	8,34 8,68	12,2 18,4	17,9 23,9	1,59 2,44	13,4 16,3	219 317	304 391	302 428

Примечание. Температура (Т) и соленость (S) приведены в °С и промилле‰, соответственно; растворенный кислород (O₂) — в мгО₂/дм³, pH — в единицах pH, остальные параметры — в мкг/дм³. Для каждого параметра в верхней строке указано его среднее годовое значение, в нижней — максимальное (для растворенного кислорода — минимальное) значение.

Средняя годовая концентрация **фосфатов** изменялась от района к району в пределах 0,2–0,4 ПДК, а аммонийного азота — 0,5–0,8 ПДК, однако максимальные значения NH₄ повсеместно были либо близки к ПДК, либо превышали его. Приоритетным загрязняющим веществом в водах Дагестанского побережья оставались фенолы. Их средняя концентрация варьировала от 2,9 ПДК у Махачкалы и Избербаша до 3,6 ПДК у Каспийска, а максимальные значения всюду, кроме взморья р. Сулак, составляли 5–6 ПДК (табл. 1.8). Уровень загрязнения вод нефтяными углеводородами был в среднем ниже норматива, а максимальные значения их концентрации

в разных районах не превышали 1,4 ПДК и соответствовали уровню предыдущих лет. Концентрация СПАВ также осталась на прежнем уровне, а среднегодовая не превышала 0,1 ПДК.

Таблица 1.8. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Дагестанского побережья в 2016–2018 гг.

Район	Ингредиент	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Лопатин 3 ст., 24 пробы	НУ	0,041 0,07	0,84 1,4	0,05 0,07	1,0 1,4	0,046 0,07	0,92 1,40
	Фенолы	2,7 6,0	2,7 6,0	4,3 5,0	4,3 5,0	3,3 5,0	3,3 5,0
	СПАВ	-		-		3,2 7	<0,1 <0,1
	Азот аммонийный	318,2 799	0,82 2,05	316,1 398	0,81 1,02	195 361	0,48 0,93
	Кислород мгО ₂ /дм ³	8,78 7,17		8,71 6,81		9,36 8,08	
Взморье р. Терек 5 ст., 60 проб	НУ	0,048 0,08	0,96 1,6	0,046 0,07	0,92 1,4	0,049 0,07	1,0 1,4
	Фенолы	4,1 7	4,1 7,0	3,3 5	3,3 5,0	3,4 5	3,4 5,0
	СПАВ	-		-		3,2 7	<0,1 <0,1
	Азот аммонийный	239,8 378	0,61 0,97	275,4 389	0,71 1,0	202 351	0,52 0,90
	Кислород мгО ₂ /дм ³	8,81 7,37		8,72 7,00		9,95 7,81	
Взморье р. Сулак 5 ст., 60 проб	НУ	0,048 0,08	0,96 1,4	0,050 0,07	1,0 1,4	0,048 0,07	0,98 1,4
	Фенолы	3,5 8,0	3,5 8,0	2,97 5,0	2,97 5,0	2,8 5,0	2,8 5,0
	СПАВ	-		-		4 9	<0,1 <0,1
	Азот аммонийный	250,3 463	0,64 1,19	298,7 418	0,77 1,1	212 340	0,54 0,87
	Кислород мгО ₂ /дм ³	8,70 7,17		8,70 7,00		9,60 7,71	
Махачкала 9 ст., 64 пробы	НУ	0,048 0,09	0,96 1,8	0,048 0,08	0,96 1,6	0,045 0,07	0,88 1,4
	Фенолы	3,4 6,0	3,4 6,0	3,3 6,0	3,3 6,0	2,9 5,0	2,9 5,0
	СПАВ	-		-		5,8 9	<0,1 <0,1
	Азот аммонийный	212,4 428	0,54 1,10	329,0 392	0,85 1,0	205 351	0,52 0,90
	Кислород мгО ₂ /дм ³	8,91 7,11		8,88 7,07	0,68	9,41 7,59	
Каспийск 4 ст., 50 проб	НУ	0,037 0,07	0,74 1,4	0,048 0,07	0,96 1,4	0,044 0,06	0,88 1,20
	Фенолы	2,5 5,0	2,5 5,0	3,5 6,0	3,5 6,0	3,6 6,0	3,6 6,0
	СПАВ	-		-		9 80	<0,1 0,8
	Азот аммонийный	208,1 404	0,53 1,03	260,1 295	0,67 0,77	233 390	0,59 1,00

	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,17 7,51		8,07 7,13	0,74	9,54 8,24	
Избербаш 3 ст., 45 проб	НУ	0,037 0,06	0,74 1,2	0,046 0,08	0,92 1,6	0,039 0,06	0,78 1,40
	Фенолы	3,0 5,0	3,0 5,0	2,9 4,0	2,9 4,0	2,91 6,0	2,91 6,0
	СПАВ	- -		- -		11 18	0,11 0,18
	Азот аммонийный	218,0 396	0,74 1,01	230,1 291	0,59 0,75	244 373	0,62 0,96
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,57 7,53		8,19 7,43	0,73	9,55 8,11	
Дербент 2 ст., 20 проб	НУ	0,042 0,06	0,84 1,20	0,048 0,06	0,96 1,20	0,047 0,06	0,91 1,20
	Фенолы	3,0 4,0	3,0 4,0	3,7 5,0	3,7 5,0	3,0 5,0	3,0 5,0
	СПАВ	- -		- -		10 16	0,10 0,16
	Азот аммонийный	223,7 352	0,56 0,91	219,2 297	0,56 0,76	247 361	0,63 0,92
	Кислород мгО ₂ /дм ³	8,94 7,78		8,12 6,82		9,53 8,05	
Взморье р. Самур 2 ст., 20 проб	НУ	0,041 0,05	0,98 1,0	0,05 0,06	1,0 1,2	0,047 0,06	0,90 1,20
	Фенолы	2,7 4,0	2,7 4,0	3,2 5,0	3,2 5,0	3,0 4,0	3,0 4,0
	СПАВ	- -	- -			8 18	<0,1 0,18
	Азот аммонийный	223,3 351	0,57 0,90	217,8 297	0,56 0,76	219 317	0,56 0,81
	Кислород мгО ₂ /дм ³	8,91 7,29		8,23 7,41		9,44 8,19	
Примечания:							
1. Концентрация С* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм ³ ; фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ и аммонийного азота — в мкг/дм ³ .							
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней — максимальное (для кислорода минимальное) значение.							
3. Для распресненных вод Северного и Среднего Каспия для аммонийного азота ПДК принято 389 мкг/дм ³ .							

Таблица 1.9. Оценка качества морских вод Дагестанского побережья по ИЗВ в 2016–2018 гг.

Район	2016 г.		2017 г.		2018 г.		Среднее содержание ЗВ в 2018 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Лопатин	1,38	IV	1,69	IV	1,34	IV	Фенолы 3,33; НУ 0,92; NH ₄ 0,50; O ₂ 0,62
Взморье р. Терек	1,55	IV	1,41	IV	1,38	IV	Фенолы 3,33; НУ 1,02; NH ₄ 0,52; O ₂ 0,63
Взморье р. Сулак	1,43	IV	1,36	IV	1,24	III	Фенолы 2,80; НУ 0,98; NH ₄ 0,55; O ₂ 0,63
Махачкала	1,38	IV	1,45	IV	1,245	III	Фенолы 2,93; НУ 0,88; NH ₄ 0,53; O ₂ 0,64
Каспийск	1,04	III	1,48	IV	1,43	IV	Фенолы 3,60; НУ 0,88; NH ₄ 0,60; O ₂ 0,63
Избербаш	1,22	III	1,28	IV	1,26	IV	Фенолы 2,98; НУ 0,80; NH ₄ 0,63; O ₂ 0,63
Дербент	1,24	III	1,48	IV	1,34	IV	Фенолы 3,17; НУ 0,93; NH ₄ 0,63; O ₂ 0,63
Взморье р. Самур	1,19	III	1,39	IV	1,29	IV	Фенолы 3,00; НУ 0,96; NH ₄ 0,56; O ₂ 0,64

В 2018 г. по сравнению с предыдущим годом значения ИЗВ во всех контролируемых районах Дагестанского побережья понизились (табл. 1.9), в результате чего состояние вод в Махачкале, Избербаше и на взморье р. Сулак перешло из класса «загрязненные» в класс «умеренно загрязненные». В остальных 5 районах прибрежные воды по-прежнему относились к классу «загрязненные», хотя и при более низких значениях ИЗВ.

Выводы

В 2018 г. кислородный режим в водах **Северного Каспия** на вековых разрезах III и IIIa оставался благоприятным, причем за последние три года средняя годовая концентрация растворенного кислорода на восточном участке даже немного увеличилась. В западной части Северного Каспия вблизи устья Волги средняя концентрация растворенного кислорода оказалась ниже, чем в 2016–2017 гг. Уменьшилась на 7–12% и средняя степень насыщения вод кислородом по сравнению с предыдущими годами. Концентрация фосфатов не превышала нескольких десятых единиц ПДК, что говорит об отсутствии в настоящее время угрозы эвтрофикации Северного Каспия.

В морских водах на границе Северного и **Среднего Каспия** (разрез IV) ухудшавшийся в 2015–2017 гг. уровень насыщения вод кислородом вернулся к первоначальному уровню. Хотя средняя годовая и максимальная концентрация аммонийного азота оставалась в пределах норматива, она оказалась в 10–15 раз выше, чем в водах севернее на разрезах III и IIIa, причем ранее этого явления не отмечалось.

По сравнению с 2017 г. уровень **загрязнения** вод нефтяными углеводородами на разрезах III и IIIa существенно уменьшился и приблизился к уровню 2013 г. Степень загрязнения фенолами составляла в среднем 1,7–1,8 ПДК на обоих разрезах и сохранялась на уровне 2013–2017 гг. Концентрация большинства металлов, как и ранее, существенно превышала установленные нормативы, однако заметных линейных трендов их концентрации за последние шесть лет не отмечено. Исключение составляло содержание в водах цинка, концентрация которого во второй половине указанного периода была в 4–5 раз большей, чем в первой. Концентрация наиболее опасных металлов — ртути и кадмия — оставались существенно ниже ПДК. На разрезе IV превышение норматива среди загрязняющих веществ было отмечено только для фенолов, тогда как средняя концентрации нефтяных углеводородов не превышала 1 ПДК.

В водах **Дагестанского побережья** в 2018 г. кислородный режим был благоприятным, причем даже минимальные значения концентрации кислорода в придонных слоях заметно превышали норматив. Значения концентрации фосфатов и аммонийного азота повсеместно были близки к ПДК. Приоритетным загрязняющим веществом на Дагестанском побережье оставались фенолы (2,9–3,6 ПДК), тогда как уровень загрязнения вод нефтяными углеводородами сохранялся в среднем ниже норматива. Концентрация СПАВ также осталась на уровне предыдущих лет и среднегодовая величина не превышала 0,1 ПДК.

В целом, благодаря уменьшению степени загрязненности акватории нефтяными углеводородами, оцениваемое по комплексному индексу ИЗВ состояние вод Северного и Среднего Каспия в 2018 г. улучшилось: из класса «загрязненные» в 2017 г. они снова вернулись в класс «умеренно-загрязненные». В водах Дагестанского побережья в 2018 г. значения ИЗВ во всех контролируемых районах понизились, в результате чего состояние вод в Махачкале, Избербаше и на взморье р. Сулак перешло из класса «загрязненные» в класс «умеренно загрязненные». В остальных 5 районах прибрежные воды по-прежнему относились к классу «загрязненные».

Глава 2. АЗОВСКОЕ МОРЕ

*Хорошенькая Е. А., Сулименко Е. А., Дербичева Т. И., Кобец С. В., Крутов А. Н.,
Коршенико А. Н., Кочетков В. В., Дьяков Н. Н., Мезенцева И. В., Вареник А. В.*

2.1. Общая характеристика

Азовское море относится к системе Средиземного моря Атлантического океана, в южной части соединяется с Черным морем через неглубокий Керченский пролив. Географическая граница Азовского моря располагается между крайними точками: 47°17' с.ш. и 39°49' в.д. на северо-востоке в вершине Таганрогского залива, 39°18' в.д. на западе (Арабатский залив) и на юге Керченского пролива (45°17' с.ш.) между мысами Такиль и Панагия. Площадь поверхности моря без залива Сиваш и лиманов восточного побережья по разным оценкам составляет 37 802–39 100 км², объем воды 290 км³ при среднемноголетнем уровне. Средняя глубина моря 7,4 м, максимальная глубина в центре моря составляет 14,4 м. Наибольшая длина Азовского моря по линии коса Арабатская стрелка — дельта Дона составляет 380 км, наибольшая ширина по меридиану между вершинами Темрюкского и Белосарайского заливов — 200 км (Азовское море, 1962, 1974, 1986, 1991, Черное море, 1991).

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

В западной части моря песчано-ракушечная пересыпь Арабатская стрелка отделяет море от мелководного осолоненного залива Сиваш. Залив представляет собой ряд мелководных соленых водоемов, существенно различающихся между собой по гидрологическому и гидрохимическому режимам, разделенных большим числом островов и засух. Обычно его принято разделять на два больших района — Западный Сиваш и Восточный Сиваш — общей площадью 1110 и 1433 км² соответственно. Площадь непосредственно водного зеркала залива Сиваш составляет примерно 89–91%, а остальная площадь приходится на острова и засухи. Водообмен Азовского моря с заливом Сиваш играет незначительную роль в водном балансе моря и осуществляется через пролив Генический. Пролив в настоящее время состоит из двух рукавов — Тонкий и Промоина (Арабатский). Основной водообмен залива Сиваш с Азовским морем осуществляется через пролив Тонкий. Он имеет вид узкой речной дельты с обращенной к Азовскому морю вершиной, длина пролива 4 км, средняя ширина 100 м, максимальная глубина 4,7–5,0 м, площадь сечения на гидростворе вблизи мареографа морской гидрометеостанции Геническ при среднемноголетней величине уровня 482 см в этом пункте составляет 276 м². За многолетний период приток азовских вод в Сиваш составил 1,22 км³/год (60% от всего объема вод залива), а отток сивашских вод в Азовское море — 0,41 км³/год (25%). Через пролив Промоина (Арабатский) водообмен Сиваша с Азовским морем долгое время отсутствовал или осуществлялся в очень ограниченном объеме, но в настоящее время существует постоянный водообмен. Ширина пролива сейчас составляет в среднем 100–120 м. В районе впадения в Азовское море пролив расширяется до 170 м и очень мелководен, здесь расположен ряд мелких островков и отмелей (Ильин, 2009, Дьяков 2015, Семенова, 1962, Слатинский, 1986, Львова, 1982).

Юго-западная часть моря представляет собой обширные заливы Арабатский и Казантипский, разделенные мысом Казантип, площадью 0,74 и 0,24 тыс. км², при средней глу-

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

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

В Азовское море впадают две большие реки Дон и Кубань, поставляющие в море 95% суммарного речного стока, и 20 небольших речек в северной части моря — Берда, Кальмиус, Миус, Ея, Обиточная, Молочная и др. Средний годовой сток реки Дон составляет 23,7 км³, Кубани — 11,8 км³, малых рек северного Приазовья — 2,1 км³. По характеру внутригодового распределения стока Дон относится к рекам с весенним половодьем и низкой меженью в остальную часть года. Кубань имеет более сложное внутригодовое распределение стока с продолжительным весенне-летним половодьем и кратковременными мощными зимними паводками. В настоящее время сток обеих рек зарегулирован вследствие хозяйственной деятельности человека (сооружение водохранилищ, изъятие вод на орошение и др.). Общая площадь водосборного бассейна Дона составляет 422 тыс.км², а Кубани — 58–59 тыс.км² (Бронфман, 1985). При впадении в море реки образуют обширные многорукавные дельты площадью 540 км² и 4300 км² соответственно. В приморской части дельты Кубани по берегам двух основных рукавов (Петрушина и Протоки) расположены 240 лиманов общей площадью 1250 км². Морская граница устьевой области реки расположена на расстоянии 3–4 км от морского края дельты, а общая площадь устьевого взморья р. Кубани — 110 км². Протяженность устьевой области Дона составляет примерно 300 км, из которых 140 км приходится на Таганрогский залив. Средняя ширина Таганрогского залива составляет 37 км, ширина в самой узкой и широкой части соответственно 26 и 52 км, средняя глубина залива около 5 м, площадь 5240 км², объем вод 24,6 км³. Протяженность морской дельты около 55 км. Водообмен Таганрогского залива и собственно Азовского моря осуществляется через Должанский пролив, расположенный между косами Долгая и Белосарайская. Должанский пролив относится к поперечным двумерным проливам, его ширина составляет 30 км при средней глубине — 6,6 м, а площадь поперечного сечения — 0,191 км² (Азовское море, 1962, 1991, Симов, 1989).

Водообмен Азовского моря с Черным осуществляется через Керченский пролив. Географические границы пролива располагаются по линиям со стороны Азовского моря — между мысами Хрони и Ахиллеон, со стороны Черного моря — между мысом Такиль и мысом Панагия. В этих границах длина пролива составляет 43 км, общая площадь пролива — 805 км²,

а объем воды в проливе — 4,56 км³. Наибольшие глубины в проливе наблюдаются в южной его части (средняя глубина — 9,4 м, максимальная — 17,0 м); в середине пролива расположена область небольших глубин (в среднем глубина между мысами Камыш-бурун и Еникале составляет 3,5 м при максимальных значениях 7,4 м). В северном, примыкающем к Азовскому морю районе пролива, средняя глубина составляет 6,7 м, максимальная глубина — 10,5 м. Для западного побережья Керченского пролива характерны возвышенные и обрывистые приглубые берега. Берег относительно мало изрезан, в него вдаются Керченская и Камыш-Бурунская бухты. Восточный берег Керченского пролива невысокий и малоизрезанный, в него врежется обширный Таманский залив (площадь 313 км², глубины 3–5 м). Северная часть Таманского залива включает мелководную область — залив Динской с преобладающими глубинами 1–2 м (Азовское море, 1962, 2006, Мамыкина, 1980, Дьяков, 2020, Игнатов, 2003).

Азовское море расположено в южной части умеренного климатического пояса и его климат формируется под влиянием радиационного фактора и атмосферной циркуляции. Среднегодовая температура воздуха над Азовским морем возрастает от 9,3–9,5°C на севере-востоке моря до 11,3°C — на юге моря. Сезонные изменения погоды в Азовском регионе формируются под влиянием крупномасштабных синоптических процессов — Сибирского антициклона в осенне-зимнее время, средиземноморских циклонов в весенний сезон и Азорского антициклона с маловетренной, сухой и теплой погодой в июле-августе. Зимой и осенью преобладают ветры северо-восточных и восточных направлений, которые могут усиливаться до штормовых, часто сопровождающихся резким похолоданием. Весной и летом ветры неустойчивы по скоростям и направлениям, характеризуются незначительными скоростями, возможен полный штиль. В июле среднемесячная температура воздуха по всему морю равна 23–25°C (Азовское море, 1986, 1991, Ильин, 2009).

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

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

температурные градиенты практически отсутствуют. С мая по сентябрь формируется устойчивая температурная стратификация. Наибольшие вертикальные градиенты $0,14\text{--}0,16^\circ\text{C}/\text{м}$ отмечаются в мае-июне вблизи Керченского пролива (Ильин, 2009).

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

Развитие ветрового волнения на Азовском море определяется полем ветра над морем, разгоном и батиметрией. Существенно ограничивает волнение значительная площадь покрытия моря льдами в умеренные и суровые зимы. В мягкие зимы ледовый покров не оказывает существенного влияния на развитие волнения. Максимальная высота волн до $2,9\text{--}3,2$ м отмечалась в зимний сезон в южных и центральных районах моря при северо-восточных штормах со средней скоростью ветра $22\text{--}25$ 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 неперидические сгонно-нагонные колебания уровня, связанные с атмосферными процессами продолжительностью от 2–3 до 15 суток. Поскольку сгонно-нагонные изменения имеют вид сейши с одной узловой линией, проходящей примерно через центр моря, то наименьшие колебания уровня наблюдаются вблизи этой линии, т.е. в пунктах Бердянск и Опасное (размах колебаний $202\text{--}203$ см), а наибольшие — в отдаленных от узловой линии пунктах Геническ (412 см), Ейск (438 см) и Таганрог. В северо-восточной части Таганрогского залива, где существенное влияние оказывает сток реки Дон, амплитуда сгонно-нагонных колебаний максимальна и достигает 609 см. (Ильин, 2009).

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

2.2. Таганрогский залив

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

2.2.1. Система мониторинга устьевой области р. Дон и Таганрогского залива

В 2018 г. гидрохимические наблюдения выполнялись Донской устьевой станцией (ДУС) на трех станциях с глубинами от 2 до 7 м в устьях рукавов Мёртвый Донец (9р), Переволока (12р) и Песчаный (13р), а также на станциях №2–9 в восточной части (глубины 0,5–4,0 м) и на станциях № 10,13 (5 м) и № 14 (7 м) в центральной части Таганрогского залива (рис. 2.1). Всего в протоках Дона было отобрано 24 пробы воды из поверхностного и придонного слоев в апреле, мае, июне и октябре. Пробы отбирались батометром Молчанова ГР-18 с борта мотолодки «Русбот-47». На акватории Таганрогского залива с апреля по июль ежемесячно с борта НИС «Росгидромет-10» было отобрано 64 пробы воды из поверхностного и придонного слоев. В химической лаборатории на борту судна выполнены определения температуры, рН, растворенного кислорода и фиксация проб на аммонийный азот и ртуть, а также экстракция нефтепродуктов четырёххлористым углеродом и пестицидов — гексаном. Окончание определения нефтяных углеводородов (ИКС-метод), хлорорганических пестицидов (газо-жидкостная хроматография) и растворённой ртути (атомно-абсорбционный метод) производилось в группе МЗВП КЛМЗ ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС». В устьевой области реки и на трех станциях в восточной части залива дночерпателем ДЧ-0,025 была отобрана 21 проба донных отложений, в которых определена концентрация нефтяных углеводородов.

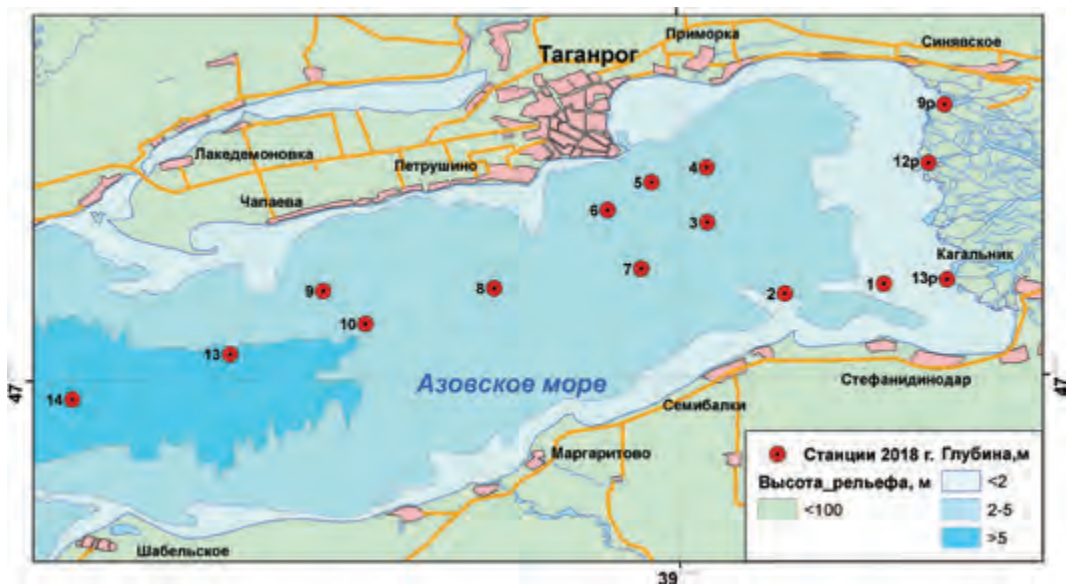


Рис. 2.1. Станции отбора проб в устьевой области р. Дон и Таганрогском заливе в 2018 г.

2.2.2. Загрязнение вод устьевой области р. Дон

Устьевая область реки Дон. Соленость речного стока в устьях рукавов р. Дон в течение всего года была характерной для пресных вод и изменялась в узком диапазоне 0,41–0,47‰. Среднегодовая соленость речного стока составила 0,43‰. Значения водородного показателя pH в устьях рукавов Дона изменялись в диапазоне от 7,77 до 8,59, среднегодовое значение показателя составило 8,26. Щелочность изменялась в пределах 3,173–5,968 мг-экв/дм³ и в среднем за год составила 4,032 мг-экв/дм³.

На протяжении последних 10 лет концентрация **нефтяных углеводородов** в водах р. Дон остается повышенной. В 2018 г. среднегодовая концентрация в устье рукавов Песчаный и Мертвый Донец в 1,8 раза превысила ПДК и составила 0,09 мг/дм³, а в устье рукава Переволока в 1,9 раза превысила ПДК (0,095 мг/дм³), (табл. 2.1). В 92% отобранных проб концентрация превышала норматив. Наибольшие значения концентрации нефтяных углеводородов отмечены в апреле в придонном слое протоки Мертвый Донец (5 ПДК) и в устье рукава Песчаный (более 4 ПДК). Среднегодовая концентрация СПАВ составила 15 мкг/дм³, а максимальная, зафиксированная в придонном слое рукавов Мертвый Донец и Песчаный и в поверхностном слое в устье рукава Переволока в июле, составила 46 мкг/дм³ или 0,5 ПДК.

Как и в предыдущие годы, во всех устьях рукавов дельты р. Дон обнаружена растворенная **ртуть** в концентрации от 0,01 мкг/дм³ (1,0 ПДК, норматив пресных вод) в устье рукава Переволока в мае и июле до 0,047 мкг/дм³ (4,7 ПДК) в устье рукава Мертвый Донец, среднее значение составило 0,021 мкг/дм³ (2,1 ПДК). Хлороорганические **пестициды** групп ГХЦГ и ДДТ в отобранных пробах воды обнаружены не были.

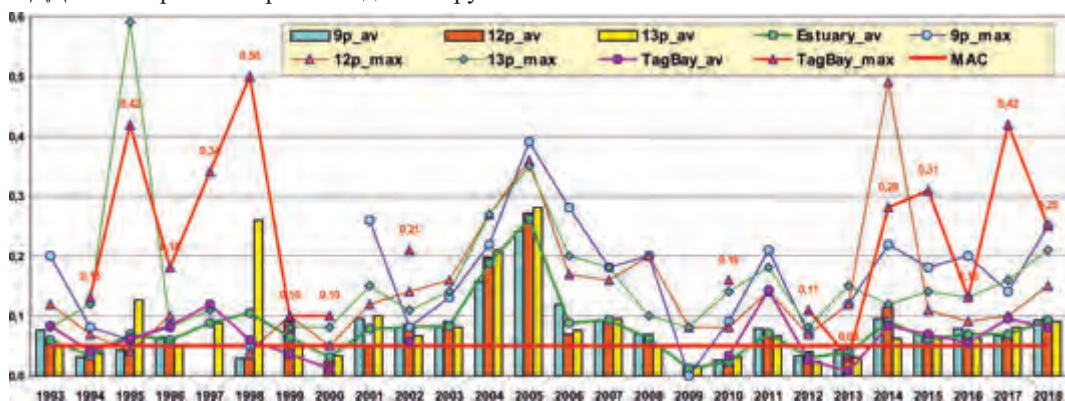


Рис. 2.2. Динамика средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах устьевой области р. Дон и Таганрогском заливе в 1993–2018 гг.

Биогенные элементы. Воды устьевой части р. Дон в 2018 г. характеризовались повышенным содержанием нитритного **азота**, среднегодовая концентрация которого превысила предельно допустимую на 15% и составила 27,3 мкг/дм³, а максимальная превысила установленный норматив в 2,4 раза и составила 57,9 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация аммонийного азота составила 0,4 ПДК (139,4 мкг/дм³); наибольшее значение достигало 327,8 мкг/дм³ или 0,8 ПДК в октябре на поверхности в устье рукава Переволока.

Концентрация **фосфатов** в устьевой области р. Дон изменялась в диапазоне от 50 мкгP/дм³ на поверхности в устье рукава Мертвый Донец в апреле до 127 мкгP/дм³ в устье рукава Песчаный на поверхности в июле. Среднегодовая концентрация составила 92 мкгP/дм³. Концентрация общего фосфора изменялась в пределах от 118 мкгP/дм³ у дна в устье рукава Мертвый

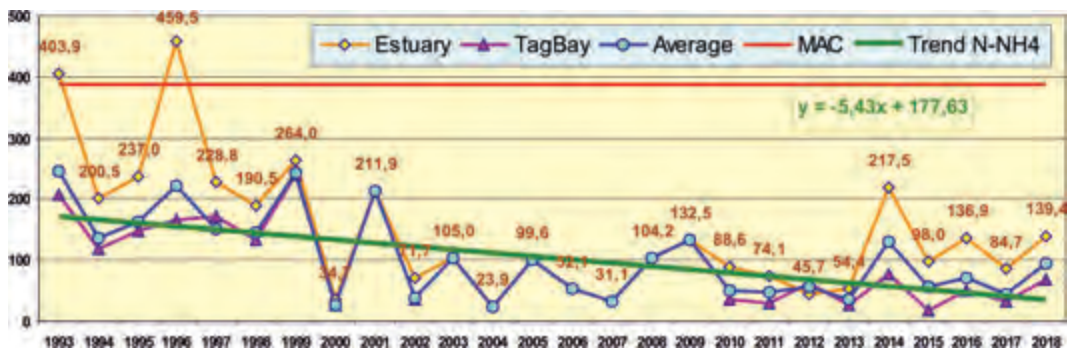


Рис. 2.3. Динамика средней концентрации аммонийного азота ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 1993–2018 гг.

Донец в апреле до $365 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ у дна в устье рукава Переволока в октябре. Среднегодовая концентрация составила $217 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Среднее содержание силикатов в водах устьевой области р. Дон составило $4277 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, а минимальное $3547 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Максимальная концентрация ($6199 \text{ мкг}/\text{дм}^3$) была зафиксирована у дна в устье рукава Переволока в октябре.

Кислородный режим в устьях протоков в 2018 г. был в пределах нормы. Среднегодовая концентрация растворенного **кислорода** в водах рукавов р. Дон составила $10,07 \text{ мг}\text{O}_2/\text{дм}^3$ и была в пределах от 92% насыщения в придонном слое рукава Мертвый Донец в апреле до 136% в поверхностном слое рукава Песчаный в октябре. Минимальное значение $8,08 \text{ мг}\text{O}_2/\text{дм}^3$ было существенно выше норматива, случаев недостатка кислорода не зафиксировано.

Индекс загрязненности (ИЗВ) был рассчитан по трем параметрам, внесшим наибольший вклад в загрязнение вод — нефтяным углеводородам, ртути и нитритам, плюс растворенный кислород. По индексу ИЗВ (1,46) качество вод устьевой зоны р. Дон оценивается как «загрязненные» (табл. 2.2).

Таганрогский залив. В 2018 г. температура вод залива в период наблюдений с апреля по июль изменялась в пределах $8,5\text{--}27,2^\circ\text{C}$. Соленость изменялась в очень широком диапазоне $0,40\text{--}9,75\%$, составив в среднем $2,38\%$. Значения меньше 1% фиксировались на станциях №№ 1–6, что очевидно было связано со значительным влиянием пресного речного стока Дона. Соленость больше 6% отмечалась на станциях № 10 и № 14, как на поверхности, так и у дна в апреле и июне. Хлорность в водах залива изменялась в диапазоне $0,08\text{--}5,31\%$ при средней за год $1,21\%$; щелочность варьировала в широких пределах от $2,20 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$ до $5,109 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$ и в среднем за год составила $3,580 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$; значения рН были в диапазоне $8,16\text{--}9,22$, в среднем $8,70$.

Нефтяные углеводороды (НУ) остаются одним из наиболее существенных загрязнителей вод Таганрогского залива. В апреле-мае и июле 2018 г. было отобрано и обработано 39 проб воды. Концентрация НУ изменялась от $0,03 \text{ мг}/\text{дм}^3$ до $0,25 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (5 ПДК), средняя по всем отобраным пробам была равной $0,082 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (1,6 ПДК), что немного меньше прошлогодней величины ($0,100 \text{ мг}/\text{дм}^3$). Повторяемость проб с превышением 1 ПДК составила 62%, что существенно выше прошлогоднего уровня — 53%.

Концентрация СПАВ не превышала ПДК и изменялась в пределах от аналитического нуля до $34 \text{ мкг}/\text{дм}^3$; средняя по всем отобраным пробам почти равнялась прошлогодней и составила $5 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Концентрация растворенной ртути была определена в девяти пробах воды и находилась в пределах от аналитического нуля до 4 ПДК, в среднем составил $0,01 \text{ мкг}/\text{дм}^3$

или 1 ПДК. Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ в отобранных пробах воды обнаружены не были, все значения были ниже предела обнаружения $DL=2-5$ нг/дм³.

Биогенные элементы. Максимальная зафиксированная концентрация аммонийного азота на акватории залива составила 186 мкгN/дм³ (0,5 ПДК), а средняя по всем отобранным была 68 мкгN/дм³. Оба значения в 2 раза больше прошлогодних — 78,1/33,9 мкгN/дм³. Концентрация нитритов в заливе изменялась в пределах 3,1–31,1 мкгN/дм³; максимальное значение снизилось по сравнению с прошлым годом (40,2 мкгN/дм³) почти на 30%. Средняя концентрация по всем отобранным пробам составила 15,1 мкгN/дм³, что несколько меньше прошлогодней (14,8 мкгN/дм³), и более чем в 2 раза меньше среднегодового уровня в устьевых протоках Дона (рис. 2.4).

В восточной части Таганрогского залива концентрация нитратов изменялась в пределах 10,6–262,8 мкгN/дм³. Максимальное значение зафиксировано 24 июля на ст. № 14 на поверхности. Средняя концентрация нитратов по всем отобранным пробам составила 73 мкгN/дм³ и оказалась почти в 3 раза больше прошлогодней (29,9 мкгN/дм³), и больше среднегодовой концентрации 2016 г. (60,3 мкгN/дм³). На акватории залива концентрация фосфора фосфатов изменялась в пределах 18,2–192,7 мкгP/дм³. Средняя концентрация по всем отобранным пробам составила 63,9 мкгP/дм³ (1,3 ПДК) и увеличилась в 3,6 раза по сравнению с прошлым годом (17,5 мкгP/дм³). Максимальная величина (192,7 мкгP/дм³) была почти в три раза больше прошлогодней (71,7 мкгP/дм³) и отмечена в апреле на поверхности в водах ст. № 2. Содержание общего фосфора изменялось от 14,6 мкгP/дм³ до 110,5 мкгP/дм³, составив в среднем 47,0 мкгP/дм³, что близко к прошлогоднему значению (48,1 мкгP/дм³). Максимальная концентрация зафиксирована в конце июля в поверхностном слое на ст. № 14. Концентрация силикатов в водах Таганрогского залива изменялась в пределах 545–3709 мкг/дм³, средняя концентрация по всем отобранным пробам составила 2415 мкг/дм³.

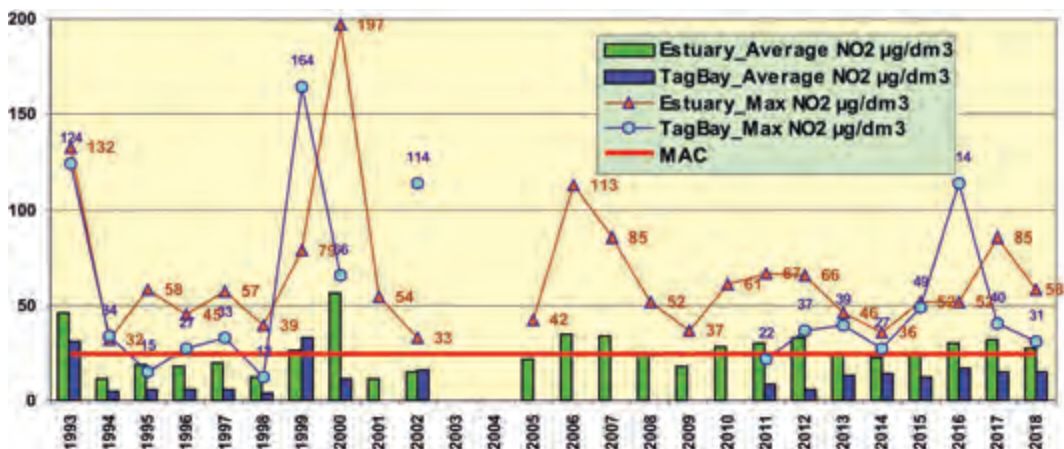


Рис. 2.4. Динамика средней и максимальной концентрации нитритного азота (мкг/дм³) в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 1993–2018 гг.

Концентрация растворенного **кислорода** в водах залива изменялась в диапазоне 5,99–16,86 мгO₂/дм³, составив в среднем 10,26 мгO₂/дм³. Минимальное значение было зафиксировано 24 сентября на самой западной станции на глубине 6 м, при этом насыщение воды кислородом составило 77%. Уровень содержания растворенного в воде кислорода был близок к своим многолетним значениям. Расчет **ИЗВ** производился по параметрам, внесшим наибольший вклад в загрязнение вод, а именно по нефтяным углеводородам, ртути и нитритам.

В целом по индексу ИЗВ (0,96) воды Таганрогского залива в 2018 г. можно отнести к категории «умеренно загрязненные».

Таблица 2.1. Среднегодовая и максимальная концентрации загрязняющих веществ в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 2016–2018 гг.

Ингредиент	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
	С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Устьевая область реки Дон						
НУ	0,07 0,2	1,4 4,0	0,07 0,16	1,4 3,2	0,093 0,25	1,86 5,0
СПАВ	9,25 39	<0,1 0,4	14 140	<0,1 1,4	15 46	0,2 0,5
Ртуть	0,004 0,018	0,4 1,8	0,004 0,029	0,4 2,9	0,021 0,047	2,1 4,7
Азот аммонийный	137 289	0,3 0,6	85 240	0,2 0,6	139 328	0,3 0,8
Нитриты	30,0 52,0	1,25 2,2	31,5 108,8	1,31 4,5	27,6 57,9	1,15 2,4
Фосфор общий	134 246		113 197		91,8 127,3	
Растворенный кислород	7,83 6,87		6,49 4,32	0,72	10,07 8,08	
% насыщения	112 75		101 77		110 92	
Таганрогский залив						
НУ	0,06 0,13	1,1 2,6	0,095 0,42	1,9 8,4	0,082 0,25	1,64 5,0
СПАВ	5,1 33	<0,1 0,3	7 38	<0,1 0,4	5,0 34	<0,1 0,3
Ртуть	0,005 0,02	<0,1 0,2	0,014 0,032	1,4 3,2	0,01 0,04	1,0 4,0
Азот аммонийный	50,5 156	0,1 0,4	33,9 78,1	<0,1 0,2	68 186	0,2 0,5
Нитриты	17,2 114	0,7 5	14,7 40,2	0,6 1,6	15,1 31,1	0,63 1,3
Фосфор общий	53,4 119		48,1 91,3		47 110	
Растворенный кислород	9,24 5,89	0,98	9,33 4,19	0,70	10,26 5,99	<1,0
% насыщения	107 68		104 50		119 77	
Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм ³ ; СПАВ и ртути в мкг/дм ³ ; аммонийного азота в мкгN/дм ³ , общего фосфора в мкгР/дм ³ . Концентрация α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ была ниже предела обнаружения во всех проанализированных пробах. 2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке — максимальное (для кислорода — минимальное) значение. 3. Для всех ингредиентов использованы значения ПДК для пресных вод.						

Таблица 2.2. Оценка качества вод устьевой области р. Дон и восточной части Таганрогского залива в 2016–2018 гг.

Район	2016 г.		2017 г.		2018 г.		Среднее содержание ЗВ в 2018 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Устье р. Дон	0,86	III	0,95	III	1,46	IV	НУ 1,86; NO ₂ 1,15; Hg 2,10; O ₂ 0,74
Таганрогский залив	0,66	II	1,13	III	0,96	III	НУ 1,64; NO ₂ 0,63; Hg 1,00; O ₂ 0,58

2.2.3. Загрязнение донных отложений

В устьевой области р. Дон с апреля по октябрь одновременно с отбором проб воды было отобрано 12 проб донных отложений. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась от 50 мкг/г до 130 мг/г. Максимум отмечен в июле в устье рукава Переволока. Среднегодовое содержание НУ составило 81 мкг/г (1,6 ДК).

В Таганрогском заливе на станциях №4, 5, 6 было отобрано 9 проб донных отложений, в которых было определено содержание НУ. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в диапазоне от 20 до 90 мкг/г (1,8 ДК), а средняя равнялась 55 мкг/г (1,1 ДК), что меньше значения прошлого года (71,7 мкг/г или 1,4 ДК).

2.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань

2.3.1. Система мониторинга устьевое взморья р. Кубань

В 2018 г. в дельте реки Кубань и на ее устьевом взморье в Темрюкском заливе мониторинг водной среды осуществлялся Устьевой ГМС Кубанская («У Кубанская», г. Темрюк) на 18 станциях. В порту Темрюка (ст. №1, глубина 5 м) наблюдения проводились в течение всего года, пробы воды отбирались еженедельно. В Темрюкском заливе на устьевом взморье рукавов Кубань (ст. №2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) и Протока (ст. №29, 31), в устьевой области Кубани в гирлях лиманов (ст. №8у, 9у, 10у, 11у, 17у, 18у) и в низовьях дельты Кубани у пос. Ачуево и в Петрушином рукаве (ст. №5у, 6у) — всего на 17 станциях с глубинами 2–11 м, пробы



Рис. 2.5. Станции отбора проб в Темрюкском заливе, в устьевой области и дельте р. Кубань в 2018 г. Районы: 1 — дельта Кубани; 2 — порт Темрюк; 3 — взморье Кубани; 4 — взморье Протоки; 5 — протоки лиманов.

отбирались один раз в месяц в апреле, июне, августе и октябре (рис. 2.5). Всего в 2018 г. было отобрано 188 проб. Обор проб воды производили с борта маломерных катеров из поверхностного и придонного слоев. Анализ морской воды на определение гидрохимических параметров, концентрации биогенных элементов и загрязняющих веществ выполнялся в Лаборатории мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ) «У Кубанская». Анализы производились в соответствии с «Руководством по химическому анализу морских вод» (РД 243). В пресных водах дельты Кубани определение концентрации веществ выполнялось согласно разработанным в ГХИ РД 52.24–95, 2005, 2006 и «Руководства по химическому анализу поверхностных вод суши», Л., Гидрометеоиздат, 1977 г. Определение содержания хлорорганических (группа ДДТ) и фосфорорганических пестицидов, а также растворенной ртути в отобранных пробах воды производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды.

2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива

Низовья дельты реки Кубань — район 1. Отбор 12 проб был произведен в двух точках, расположенных в устье рукава Протока у пос. Ачуево (ст. №5у) и 500 м выше по течению от устья Петрушина рукава (ст. №6у). В устьях обоих рукавов Кубани вода была практически пресная — соленость не превышала 0,32‰ во все месяцы, за исключением июня и августа, когда соленость составила 5,66‰ и 6,14‰ соответственно (табл. 2.3). Средняя многолетняя соленость за последние 10 лет составила 0,55‰, а за последние 5 лет — 0,71‰ при средней за весь с 1990 г. период наблюдений 0,56‰. В отличие от других районов залива в рукавах Кубани многолетний тренд повышения солености не наблюдается. Среднее значение хлорности за последние 10 лет составило 0,19‰, а за последние 5 лет составило 0,28‰, при средней за период наблюдений — 0,19‰. Водородный показатель pH, характеризующий кислотность вод, за последние 10 лет изменялся в пределах 7,40–8,70, составив в среднем 8,11, а щелочность соответственно от 1,422 мг-экв/дм³ до 2,781 мг-экв/дм³, при средней за период наблюдений 2,365 мг-экв/дм³; в 2018 г. — 2,251 мг-экв/дм³.

Концентрация биогенных веществ в устьях обоих рукавов Кубани в целом была в пределах естественных межгодовых изменений. Содержание фосфатов и общего фосфора снизилось примерно в 2 раза по сравнению с прошлым годом, а нитритов осталось на прежнем уровне. Если средняя концентрация нитратов увеличилась всего на 306 мкг/дм³, то максимальное значение выросло в 1,9 раза. Немного увеличилось и содержание аммонийного азота как среднее, так и экстремальное на 14 и 70 мкг/дм³ соответственно (рис. 2.8). Максимальное значение составило 0,8 ПДК и было зафиксировано в начале августа у пос. Ачуево. Среднегодовая и наибольшая концентрация силикатов в речных водах рукавов Кубани уменьшилась на 25% и 20% соответственно.

Концентрация нефтяных углеводородов на обеих станциях изменялась от значений ниже предела обнаружения применяемого метода ($DL=0,02$ мг/дм³) до максимальной 0,07 мг/дм³ (1,4 ПДК), зафиксированной дважды: 13 июня у дна Петрушина рукава и 2 августа у поверхности в рукаве Протока (табл. 2.4). Среднегодовая величина в Петрушином рукаве незначительно отличалась от прошлогодней (0,04 мг/дм³) и составила 0,045 мг/дм³ (0,9 ПДК); в рукаве Протока составила 0,058 мг/дм³ (1,2 ПДК), что в 2 раза выше прошлогодней (0,03 мг/дм³). В течение всего года во всех отобранных пробах концентрация СПАВ была ниже предела обнаружения ($DL=10$ мкг/дм³) за исключением пробы, взятой в Петрушином рукаве 13 июня (11 мкг/дм³). Хлорорганических пестицидов α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и его изомеров обнаружено не было. Содержание ртути не измерялось.

Таблица 2.3. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров и концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в прибрежных водах Темрюкского залива и в устьевой области р. Кубань в 2018 г.

Район	T°С	Sal. ‰	O ₂ * мг/дм ³	O ₂ %*	pH	PO ₄	P _{общ}	NO ₂	NO ₃	NH ₄	N _{общ}	Si
1. Низовья дельты р. Кубань (устьевая область) — район 1 (ст. 5у, 6у)	19,41	1,22	8,34	90	8,33	14,4	28,0	14,3	1468	207	-	1409
	28,1	6,14	6,06	76	8,60	37	41,0	46	3450	300	-	1760
2. Порт Темрюк — район 2 (ст. 1)	13,9	12,35	8,96	90	8,24	23,7	44	12,0	301	207	1132	560
	29,1	14,1	3,76	48	8,50	200	210	30	730	360	1730	910
3. Взморье р. Кубань — район 3 (ст. 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18)	18,2	11,7	8,46	96	8,31	4,0	19	5,93	294	177	921	605
	27,8	14,0	5,17	62	8,75	33	38	12	2050	230	2650	1550
4. Взморье рукава Протока — район 4 (ст. 29,31)	17,0	12,18	8,71	95	8,32	6,06	20,6	7,0	253	174	832	537
	26,6	13,9	6,24	83	8,50	17	32	11	800	220	1450	790
5. Гирла лиманов — район 5 (ст. 8у, 9у, 10у, 11у, 17у, 18у)	19,4	7,47	7,9	88	8,28	13,0	26,3	15,5	420	230	-	856
	29,1	14,2	4,16	48	8,80	42	52	80	1070	430	-	2150

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

Концентрация растворенного кислорода в обоих рукавах в период съемки превышала норматив и не опускалась ниже 6,06 мгO₂/дм³ (начало августа у пос. Ачуево при температуре 27,9°С), а средняя годовая составила 8,34 мгO₂/дм³. Насыщение речных вод кислородом немного снизилось и было в пределах 76–106%, в среднем 90,2%. По ИЗВ (0,71) воды низовьев дельты реки Кубань в устье Петрушина рукава и в рукаве Протока у пос. Ачуево относились ко II классу качества вод, «чистые» (табл. 2.5). Расчет был произведен по среднегодовому содержанию НУ, аммонийного азота и нитритов.

Порт Темрюк — район 2. В 2018 г. отбор проб осуществлялся на одной станции в середине канала порта напротив затона Чирчик ежемесячно с января по декабрь. Температура, соленость, pH, растворенный кислород и нефтяные углеводороды контролировались ежедневно. Измерение щелочности и анализы на содержание сероводорода, кремния, аммония, нитритов, нитратов и общего азота, фосфатов и общего фосфора, СПАВ и ртути производились один раз в месяц. Температура воды в течение 2018 года изменялась от 1,10°С в конце января до 29,1°С в середине июля и начале августа. Соленость воды в канале порта изменялась от 9,85‰ до 14,14‰. Среднегодовая величина солености составила 12,35‰, что близко к прошлогодней (12,49‰). Тенденция снижения солености, отмеченная в конце 90-х годов (в период 1990–1996 гг. средняя за период соленость составила 8,92‰) прошлого столетия — начала нового (2000–2006 гг. — средняя за период соленость составила 7,90‰), сменилась подъемом, начавшимся в период с 2007 г. (2007–2011 гг. — средняя за период соленость составила 9,58‰). За период 2014–2018 гг. средняя соленость составила 12,09‰ (рис. 2.6). Хлорность изменялась в диапазоне 5,37–7,76‰, среднегодовая составила 6,76‰; щелочность

была в пределах 2,421–2,879 мг-экв/дм³, а средняя за год составила 2,632 мг-экв/дм³. Водородный показатель рН: 7,90–8,50/8,24.

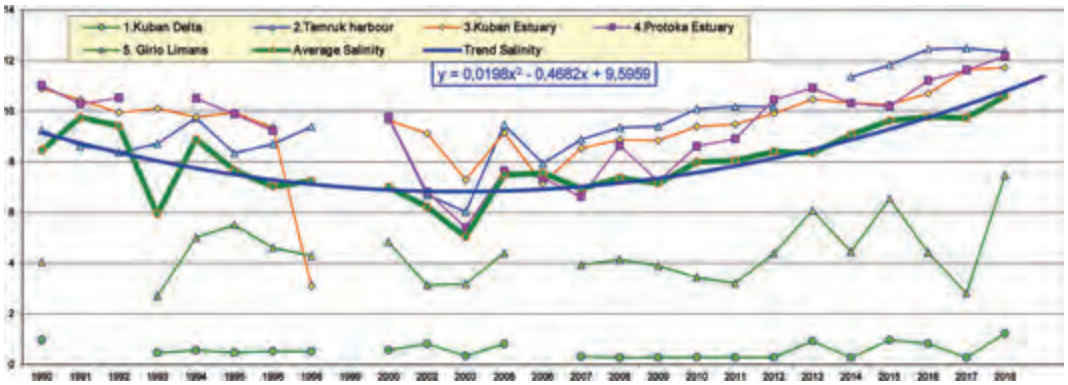


Рис. 2.6. Многолетние изменения среднегодовой солености (%) вод различных районов устьевой области Кубани в 1990–2018 гг.

Концентрация **биогенных веществ** в водах канала порта Темрюк в течение всего года в среднем не превышала норматив. Содержание аммонийного азота изменялось от 0,4 до 0,9 ПДК (160–360 мкг/дм³), а среднегодовая составила 208 мкг/дм³ (0,5 ПДК) и осталась на прошлогоднем уровне. Диапазон концентрации нитритов за последние три года изменяется незначительно. В 2016 г. концентрация нитритов изменялась в пределах 3–34 мкг/дм³ или 0,12–1,4 ПДК, в 2017 г. в пределах 1–37 мкг/дм³ или 0,1–1,5 ПДК и в 2018 г. в пределах 3–30 мкг/дм³ или 0,1–1,2 ПДК. Максимум отмечен 3 августа у поверхности. Средняя годовая концентрация составила 12 мкг/дм³ или 0,5 ПДК. Содержание нитратов изменялось в пределах 76–730 мкг/дм³, что ниже прошлогодних значений. Наибольшая величина (0,1 ПДК) зафиксирована 5 марта у дна. Средняя годовая концентрация нитратов составила 301 мкгN/дм³, что меньше прошлого года (352 мкг/дм³), но больше, чем в 2016 г. (226 мкг/дм³). Содержание общего азота в воде канала порта варьировало в пределах 560–1730 мкг/дм³; среднегодовая

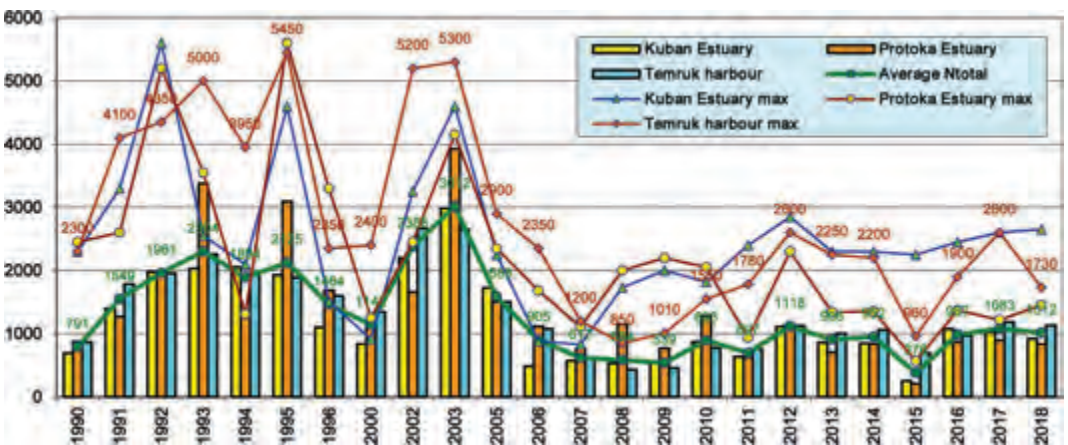


Рис. 2.7. Динамика среднегодовой концентрации общего азота (мкг/дм³) в водах различных районов устьевой области Кубани в 1990–2018 гг.

концентрация составила 1132 мкг/дм³, что незначительно отличается от показателей двух предыдущих лет — 1186 и 986 мкгN/дм³. Средняя многолетняя за последние 5 лет концентрация общего азота составила 1008 мкгN/дм³ (рис. 2.7). Наибольшее содержание фосфатов (200 мкг/дм³ или 4 ПДК) было отмечено 3 августа у поверхности. При этом средняя годовая концентрация составила только 23,7 мкг/дм³ (0,5 ПДК). Концентрация общего фосфора изменялась в пределах 18–210 мкг/дм³, а средняя составила 44,4 мкг/дм³, что очень близко к значениям двух предыдущих лет — 49,0 и 46,0 мкг/дм³. Концентрация силикатов изменялась от 75 мкг/дм³ в апреле до 910 мкг/дм³ в июне; средняя равнялась 560 мкг/дм³.

Концентрация **нефтяных углеводородов** изменялась от величины ниже предела обнаружения (0,02 мг/дм³) до 0,18 мг/дм³ (3,6 ПДК), что несколько ниже прошлого года (0,23 мг/дм³ или 4,6 ПДК). Максимальная концентрация была зафиксирована в поверхностном слое 15 марта. В 31 из 72 отобранных в течение года проб воды концентрация НУ была равна или выше ПДК. Средняя концентрация составила 0,047 мг/дм³ (0,94 ПДК), что примерно на уровне прошлого года (1,0 ПДК). Содержание СПАВ в воде канала порта оказалось незначительным. Из 24 проанализированных проб их концентрация была выше предела обнаружения применяемого метода (DL=10 мкг/дм³) в 14 случаях. Среднегодовая величина составила 8 мкг/дм³. Концентрация хлорорганических пестицидов (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганических соединений (метафос, карбофос, фозалон и рогор) в 2018 г. в водах канала порта Темрюк была ниже предела обнаружения применяемого метода во всех пробах. В 36 отобранных в течение года из поверхностного и придонного слоев пробах сероводород обнаружен не был. В 7 из 12 отобранных проб концентрация растворенной ртути превышала аналитический ноль и доходила до 0,047 мкг/дм³ (0,47 ПДК); среднегодовая составила 0,0097 мкг/дм³ (менее 0,1 ПДК).

Для определения содержания растворенного в воде **кислорода** было отобрано 72 пробы воды. В 5 придонных пробах и в двух приповерхностных, отобранных в июле, августе и сентябре, концентрация растворенного кислорода была ниже норматива (6,0 мгO₂/дм³). Наименьшее содержание (3,76 мгO₂/дм³, 48% насыщения) зафиксировано 6 сентября у дна при температуре воды 24,0°C. Среднегодовая концентрация составила 8,96 мгO₂/дм³. В течение года насыщение вод растворенным кислородом менялось в диапазоне 48–128%. В 2018 г. воды канала порта Темрюк по ИЗВ (0,66), рассчитанному по средней концентрации НУ, NO₂, NH₄ и растворенного кислорода, относились ко II классу качества, «чистые» (табл. 2.5). По сравнению с предыдущим годом (ИЗВ=0,69) качество вод незначительно улучшилось.

Взморье реки Кубань — район 3. Как и в прошлом году, в 2018 г. наблюдения проводились на 7 станциях в апреле, июне, августе и октябре. Соленость вод взморья Кубани изменялась в диапазоне 1,97–13,97‰. Минимальная величина была отмечена 4 апреля в поверхностном слое в море в 600 м от устья рукава Средний. Максимум зафиксирован также 4 апреля в море на траверзе гирла Пересыпское Ахтанизовского лимана в придонном слое. Средняя соленость воды на взморье р. Кубань составила 11,77‰. Хлорность вод взморья р. Кубань изменялась в широком диапазоне 1,01–7,66‰, среднегодовая величина составила 6,42‰. Температура воды на взморье изменялась от 7,7°C 11 апреля на ст. №2 у дна в море в 600 м от устья Пересыпского гирла до 27,8°C 6 августа у поверхности в море в 600 м от устья рукава Среднего. Показатель рН изменялся в диапазоне 8,0–8,75. Минимум был зарегистрирован у дна на ст. №2 в море в 600 м от устья Пересыпского гирла 13 июня. Щелочность изменялась от 2,212 на ст. №2 у дна в море в 600 м от устья Пересыпского гирла до 2,812 мг-экв/дм³ на ст. №12 в море в 600 м от устья р. Кубань у рукава Средний. Минимум был зафиксирован 11 апреля, а максимум — 13 июня.

Концентрация аммонийного азота на взморье Кубани изменялась в диапазоне от 150 мкг/дм³ до 230 мкг/дм³. Максимум был отмечен 6 августа у дна в море в 600 м от устья рукава Среднего. Средняя годовая концентрация составила 0,4 ПДК (177 мкг/дм³), что очень близко к прошлогоднему значению (171 мкг/дм³). Среднегодовое содержание аммония на всех участках акватории Темрюкского залива изменяется почти синхронно (рис. 2.8). Начиная с 1990 г. на фоне значительных межгодовых колебаний наблюдалось постепенное в целом снижение аммонийного азота, однако после 2009 г. тренд был противоположного направления. Различия между годами могут быть очень значительными — до 4–5 раз. Концентрация нитритов изменялась в пределах 1–12 мкг/дм³, что по своим значениям близко к прошлогодним; средняя составила 5,93 мкг/дм³ (0,25 ПДК), что также близко к величине 2017 г. (5,88 мкг/дм³). Содержание нитратов варьировало в очень широком диапазоне 32–2050 мкг/дм³ (0,20 ПДК); среднегодовая величина составила 294 мкг/дм³, что несколько меньше прошлогодней. В последние два года концентрация нитратов стабилизировалась. Содержание общего азота изменялось в пределах 530–2650 мкг/дм³; средняя 921 мкг/дм³, что совсем немного меньше прошлогодней (1023 мкг/дм³). Концентрация фосфора фосфатов в течение года изменялась от значений менее предела обнаружения использованного метода химического анализа (DL=2 мкг/дм³), зафиксированных в 12 пробах из 56, до 33 мкг/дм³ (0,66 ПДК для мезотрофных водоемов). Это близко к величине концентрации, зафиксированной в 2017 г. (38 мкг/дм³). Среднегодовая величина составила 4,04 мкг/дм³ (0,08 ПДК). Концентрация общего фосфора изменялась в пределах 7–38 мкг/дм³, а средняя равнялась 19,0 мкг/дм³ (в 2017 г. — 29,1 мкг/дм³). Концентрация силикатов в водах взморья Кубани изменялась в пределах от 95 мкг/дм³ до 1550 мкг/дм³. Максимум был зафиксирован 11 апреля в поверхностном слое в 600 м от устья рукава Средний. Средняя годовая концентрация (604 мкг/дм³) была несколько больше прошлогодней (548 мкг/дм³).

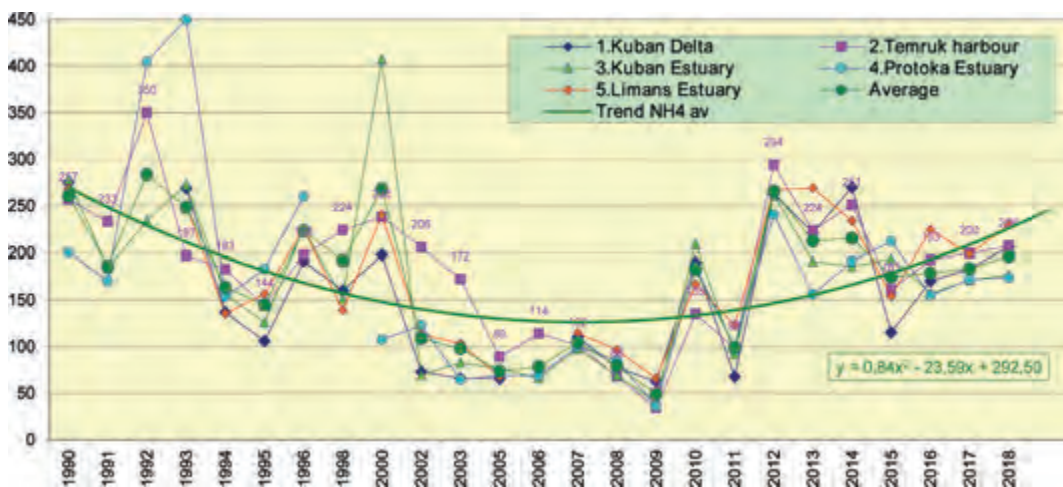


Рис. 2.8. Динамика среднегодовой концентрации аммонийного азота $N-NH_4$ (мкг/дм³) в водах устьевой области р. Кубань и Темрюкского залива в 1990–2018 гг.

За период наблюдений в 2018 г. концентрация **НУ** изменялась от значений ниже предела определения применяемого метода (DL=0,02 мг/дм³) в 21 пробе из 56 до 0,06 мг/дм³ (1,2 ПДК). Максимум был отмечен 13 июня на ст. № 2 в море в 600 м от устья Пересыпского гирла в поверхностном слое и 6 августа на ст. № 10 в 2 км от приемного буя п. Темрюк также

в поверхностном слое. Среднегодовая концентрация составила 0,020 мг/дм³ (0,4 ПДК), что несколько ниже прошлогодней (0,6 ПДК). В 2018 г. концентрация НУ превышала или равнялась ПДК только в пяти случаях из 56 (9%). Средняя годовая концентрация за последние 5 лет стабилизировалась около 0,030 мг/дм³ — 0,032; 0,034; 0,032; 0,031 и 0,020 мг/дм³. Содержание СПАВ в водах взморья Кубани в концентрации 100 мг/дм³ и более (1 ПДК) не наблюдалось за последние 20 лет с 1995 г. В 2018 г. всего в трех пробах содержание детергентов (11, 12 и 13 мкг/дм³) было выше предела обнаружения (DL=10 мкг/дм³). В 6 пробах из восьми проанализированных была обнаружена растворенная ртуть (DL=0,01 мкг/дм³). Ее концентрация достигала 0,014 мкг/дм³ (0,14 ПДК). Хлорорганические (γ -ГХЦГ, α -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганические (ФОС: метафос, карбофос, фозалон и рогор) пестициды в водах взморья обнаружены не были.

Концентрация растворенного **кислорода** изменялась от 5,17 до 11,02 мгО₂/дм³. Минимальное значение концентрации растворенного кислорода было зафиксировано 13 июня на ст. №2 в море в 600 м от устья гирло Пересыпское. Среднегодовая концентрация составила 8,46 мгО₂/дм³. Сероводород в 28 отобранных пробах не был обнаружен. Расчет индекса загрязненности выполнен по среднегодовой концентрации НУ, NH₄, NO₂ и растворенного кислорода. По индексу загрязненности **ИЗВ** (0,46) воды взморья Кубани в 2018 г. относятся ко II классу, «чистые», качество вод улучшилось по сравнению с 2017 г.

Взморье рукава Протока — район 4. В 2018 г. наблюдения на взморье рукава Протоки выполнялись 2 апреля, 5 июня, 2 августа и 10 октября на двух станциях с глубинами 6 и 10 м. Соленость вод взморья Протоки изменялась от 8,97‰ до 13,87‰, среднегодовая составила 12,18‰, а за последние 5 лет — 11,10‰. Хлорность изменялась в диапазоне 4,88–7,61‰, средняя 6,67‰. Температура воды за время исследований изменялась от 6,0°С в апреле на глубине 10 м у дна до 26,6°С на поверхности в августе. Показатель рН изменялся в пределах от 8,10 до 8,50; среднегодовая величина 8,32. Щелочность в водах взморья Протоки изменялась от 2,502 мг-экв/дм³ в августе в поверхностном слое до 2,778 мг-экв/дм³ в апреле в придонном слое; среднегодовое значение 2,641 мг-экв/дм³.

Концентрация аммонийного **азота** в водах взморья Протоки в 2018 г. изменялась в узком диапазоне 150–220 мкг/дм³. Максимальное значение (0,55 ПДК) зафиксировано 2 августа у дна, ст. №29. Средняя составила 174 мкг/дм³ (0,45 ПДК) и, в пределах точности определения, не изменилась по сравнению с прошлогодней. Средняя за последние 10 лет концентрация ионов аммония составила 162 мкг/дм³. Содержание нитритов изменялось в пределах 3–11 мкг/дм³ (0,12–0,46 ПДК). Среднегодовая концентрация составила 7,0 мкг/дм³ (0,3 ПДК) при средней за последние 10 лет 10,11 мкг/дм³. Концентрация нитратов была в диапазоне 86–800 мкг/дм³. Наибольшее значение (0,08 ПДК) зафиксировано 2 апреля на поверхности в 4,4 км от устья рукава Протока. Среднегодовая концентрация составила 253 мкг/дм³. Средняя за последние 10 лет концентрация нитратов составила 232 мкг/дм³. Содержание общего азота в 8 проанализированных пробах изменялось от 650 мкг/дм³ до 1450 мкг/дм³. Среднегодовое содержание общего азота в 2018 г. составило 832 мкг/дм³, а за последние 10 лет — 667 мкг/дм³. В целом в последние несколько лет наблюдается стабилизация содержания аммонийного и общего азота в водах района на уровне около 200 и 1000 мкг/дм³ соответственно (рис. 2.7, рис. 2.8). Концентрация **фосфатов** в 12 отобранных в 2018 г. пробах изменялась от предела обнаружения применяемого метода (DL=2,0 мкг/дм³) в 2 пробах до 17 мкг/дм³ (0,34 ПДК), средняя за год составила 6,1 мкг/дм³ (0,12 ПДК). Содержание общего фосфора изменялось от 16,0 мкг/дм³ до 23,0 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация составила 21 мкг/дм³. Концентрация кремния изменялась в диапазоне 130–790 мкг/дм³, максимум отмечен на ст. №29 дважды: в июне и ав-

густе в поверхностном слое в рукаве Протока в 4,4 км от устья. Среднегодовая концентрация составила 537 мкг/дм³, что в пределах точности определения совпадает с прошлогодним значением (540 мкг/дм³).

Содержание **нефтяных углеводородов** в 2018 г. было ниже предела обнаружения применяемого метода (DL=0,02 мг/дм³) в 3 пробах у дна на ст. №31 в апреле, июне и августе. Наибольшая концентрация 0,05 мг/дм³ (1,0 ПДК) зафиксирована 5 июня в 4,4 км от устья рукава Протока на поверхности залива. Средняя за год концентрация составила 0,025 мг/дм³ (0,5 ПДК). В последние годы взморье обоих рукавов Кубани было наименее загрязненным НУ, что особенно заметно на фоне высоких значений в речных водах дельты реки и входного канала порта Темрюк (рис. 2.9). Содержание СПАВ во всех отобранных пробах было ниже предела определения применяемого метода (DL=10 мкг/дм³). Хлорорганические (γ-ГХЦГ, α-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганические (метафос, карбофос, фозалон и рогор) пестициды в водах взморья Протоки обнаружены не были. Растворенная ртуть была отмечена в одной из четырех исследованных проб в концентрации 0,01 мкг/дм³ (0,1 ПДК).

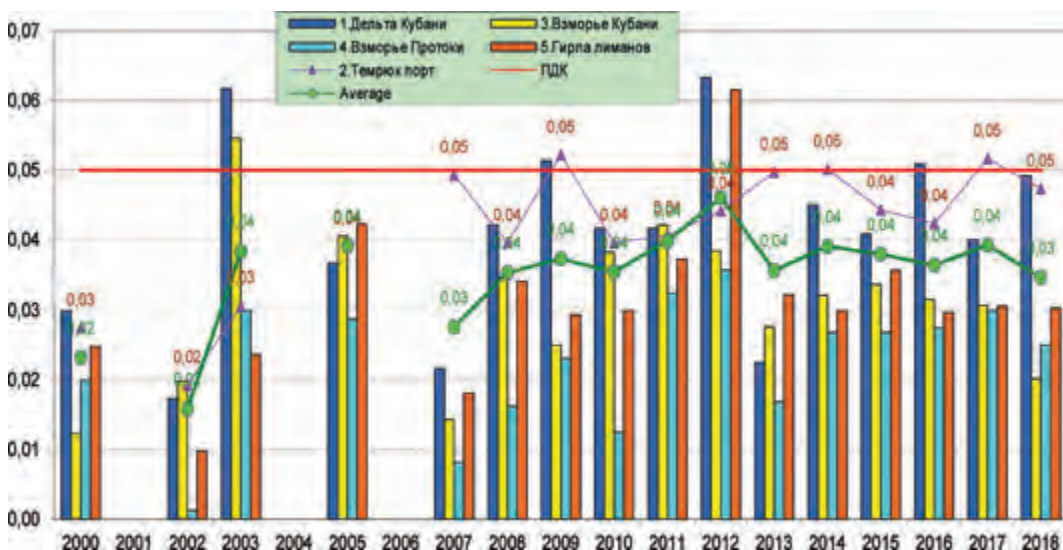


Рис. 2.9. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах устьевой области р. Кубань и Темрюкского залива в 2000–2018 гг.

Содержание растворенного в воде **кислорода** на взморье Протоки в 2018 г. всегда было выше норматива и изменялось от 6,24 мгО₂/дм³ до 11,27 мгО₂/дм³; среднегодовая концентрация составила 8,71 мгО₂/дм³. Минимальное содержание кислорода соответствовало 83% насыщения. Сероводород на взморье Протоки в 8 отобранных в марте и июне пробах обнаружен не был. По индексу загрязненности вод **ИЗВ** (0,48), рассчитанному по среднегодовым значениям НУ, NH₄, NO₂ и кислорода воды взморья рукава Протока в Темрюкском заливе относились ко II классу качества вод («чистые»). Состояние вод сохранилось на прошлогоднем уровне.

Устьевая область р. Кубань (гирла лиманов) — район 5. Наблюдения в устьевой области реки в 2018 г. были выполнены на 6 станциях, расположенных в море на расстоянии 500 м от гирл Пересыпское (Ахтанизовский лиман), Соловьевское (Курчанский лиман), Кули-

ковское (Куликовский лиман), Сладковское (Сладкий лиман), Зозулиевское (Зозулиевский лиман) и Горькое (Горький лиман). Пробы воды отбирались в апреле, июне, августе и октябре. Всего было отобрано 24 пробы воды из поверхностного слоя вследствие мелководности точек отбора проб с глубинами 2–4 м.

Соленость вод устьевой области изменялась в широком диапазоне от 0,25‰ до 14,17‰. Средняя за год соленость составила 7,47‰. Низкие значения солености характерны практически для всех станций во все периоды наблюдений. Хлорность вблизи гирл в устьевой области р. Кубань изменялась в диапазоне 0,20–7,78‰. Соленость и хлорность находятся в значительной зависимости от гидрохимических характеристик пресноводного стока р. Кубань. Температура воды в гирлах лиманов изменялась от 8,3 °С в апреле до 29,1 °С в августе. Показатель рН в течение отчетного года изменялся в пределах 7,95–8,80. Минимальное значение зафиксировано на ст. № 10у в 500 м от устья гирла Соловьевское в августе, а максимальное значение показателя отмечено также в августе на ст. № 17у в 500 м от устья гирла Зозулиевское. Среднегодовое значение показателя составило 8,28. Общая щелочность изменялась в пределах 1,775–6,418 мг-экв/дм³. Среднегодовая величина составила 2,792 мг-экв/дм³.

Концентрация аммонийного **азота** в устьевой области р. Кубань изменялась от 150 мкг/дм³ до 430 мкг/дм³, среднегодовая составила 230 мкг/дм³ (0,6 ПДК), что несколько больше, чем в прошлом году (201 мкг/дм³). Концентрация нитритов варьировала от аналитического нуля в одной пробе воды до 80 мкг/дм³, среднегодовая увеличилась до 15,5 мкг/дм³ (0,6 ПДК) по сравнению с 2017 г. (10,7 мкг/дм³, 0,4 ПДК). Концентрация нитратов в 2018 г. изменялась в очень широких пределах 34–3450 мкг/дм³, среднегодовая составила 706 мкг/дм³, что более двух раз превышает прошлогоднее значение (319 мкг/дм³).

Концентрация **фосфатов** в 44 отобранных в 2018 г. пробах изменялась от аналитического нуля до 42 мкг/дм³ (0,8 ПДК), что близко к прошлогоднему значению (49 мкг/дм³). Средняя за год концентрация составила 13,4 мкг/дм³ (0,09 ПДК) и была существенно выше прошлогодней. За последние три десятилетия хорошо выраженного тренда концентрации фосфатов в прибрежных водах Темрюкского залива выявлено не было, хотя межгодовые изменения, особенно в 2000-е, иногда были очень значительными (рис. 2.10). Содержание общего фосфора было в диапазоне 11,0–52,0 мкг/дм³; среднее значение (26,8 мкг/дм³) очень близко к прошлогоднему (28,2 мкг/дм³). Максимум содержания кремния (110–2150/1006 мкг/дм³) отмечен в августе на ст. № 10у в приповерхностном слое в 500 м от устья гирла Соловьевское.

Концентрация **НУ** была ниже предела обнаружения применяемого метода ($DL=0,02$ мг/дм³) в 6 из 44 отобранных проб. Максимум (0,09 мг/дм³ — 1,8 ПДК) был отмечен 2 августа на поверхности в 500 м от устья гирла Пересыпское Ахтанизовского лимана. Средняя величина в 2018 г. составила 0,032 мг/дм³ (0,64 ПДК). За последние 5 лет (2014–0,034; 2015–0,037; 2016–0,030; 2017–0,031; 2018–0,032) средняя за год концентрация НУ находится примерно на уровне чуть выше 0,03 мг/дм³ (рис. 2.9). В 9 из 44 отобранных пробах содержание СПАВ было выше предела обнаружения применяемого метода ($DL=10$ мкг/дм³) и достигало 12 мкг/дм³, среднегодовая величина составила 2,5 мкг/дм³ (0,03 ПДК). В 2018 г. хлорорганические пестициды γ -ГХЦГ, α -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ в водах взморья обнаружены не были.

Содержание растворенного в воде **кислорода** в прилегающих к устьям лиманов участкам устьевой области р. Кубань в 2018 г. изменялось в диапазоне 4,16–10,95 мгО₂/дм³, среднее значение составило 8,03 мгО₂/дм³. Минимальное содержание растворенного кислорода (56% насыщения) было зафиксировано в пробе, отобранной на ст. № 17у в августе в 500 м от устья гирла Зозулиевское. Относительное насыщение вод кислородом изменялось в пределах от 48% до 106%, а среднее составило 89%. Наличие сероводорода в 22 проанализированных пробах не обнаружено. В 2018 г. по ИЗВ (0,65) воды гирл лиманов относились ко II классу качества

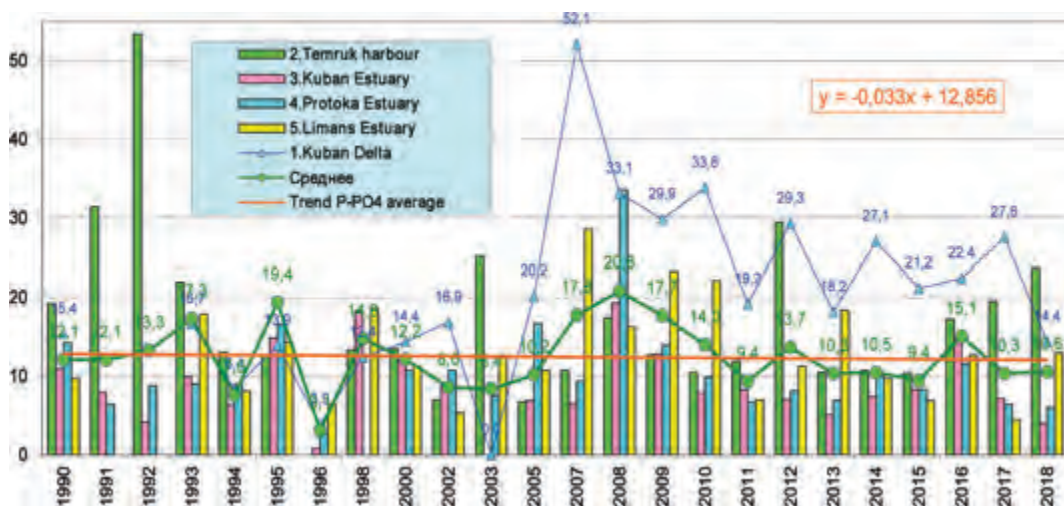


Рис. 2.10. Динамика среднегодовой концентрации фосфора фосфатов (мкг/дм³) в водах устьевой области р. Кубань и Темрюкского залива в 1990–2018 гг.

вод («чистые»). Расчет выполнен по средней концентрации NH_4 , NO_2 и растворенного кислорода. Состояние вод по сравнению с предыдущим годом незначительно ухудшилось.

Таблица 2.4. Среднегодовая и максимальная концентрация биогенных и загрязняющих веществ в водах Темрюкского залива Азовского моря, устьевой области и дельте р. Кубань в 2016–2018 гг.

Район	Ингредиент	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
1. Дельта реки Кубань — район 1 (станции №№5у, 6у)	НУ	0,05 0,08	1,0 1,6	0,04 0,07	0,8 1,4	0,049 0,07	0,98 1,4
	СПАВ	0 0		0 0		1,0 11	<0,1 0,1
	Аммоний	171 260	0,4 0,7	183 230	0,5 0,6	207 300	0,53 0,8
	NO_2	20 47	0,8 2,0	18 35	0,8 1,4	14,25 46	0,59 1,92
	Фосфаты	22,0 24,5	0,4 0,5	27,6 49	0,6 0,98	14,4 37	0,29 0,74
	Растворенный кислород	8,34 6,83		8,82 7,29		8,34 6,06	
	% насыщения	89 80		94 83		90 76	
2. Темрюкский залив: п. Темрюк — район 2 (станция № 1)	НУ	0,04 0,17	0,8 3,4	0,05 0,23	1,0 4,6	0,047 0,18	0,94 3,6
	СПАВ	11 33	0,1 0,3	7,6 19	<0,1 0,2	8,2 18	<0,1 0,2
	Ртуть	0,0044 0,02	<0,1 0,2	0,004 0,017	<0,1 0,2	0,0097 0,047	<0,1 0,47
	Фосфаты	17 81	0,3 1,6	20 48	0,4 1,0	24 200	0,48 4,0
	Аммоний	193 520	0,5 1,3	200 300	0,5 0,8	207 360	0,53 0,9
	NO_2	12 34	0,5 1,4	12 37	0,5 1,5	12 30	0,5 1,2

	Растворенный кислород	9,20 4,39	0,73	9,08 3,70	0,62	8,96 3,76	0,63
	% насыщения	92 49		90 47		90 48	
3. Темрюкский залив: взморье р. Кубань — район 3 (станции №№2, 4, 10, 12, 15, 16, 18)	НУ	0,032 0,09	0,6 1,8	0,031 0,08	0,6 1,6	0,02 0,06	0,40 1,2
	СПАВ	1,3 11	<0,1 0,1	1,2 12	<0,1 0,1	0,6 13	<0,1 0,1
	Ртуть	0,004 0,01	<0,1 0,1	0,002 0,01	<0,1 0,1	0,008 0,014	<0,1 0,14
	Аммоний	157 510	0,4 1,3	171 210	0,4 0,5	177 230	0,46 0,6
	NO ₂	14 38	0,6 1,6	6 18	0,2 0,8	6 12	0,25 0,5
	Растворенный кислород	8,19 1,71	0,3	8,62 5,80	0,97	8,46 5,17	0,86
	% насыщения	92 49		95 71		96 62	
	4. Темрюкский залив: взморье рукав Протока — район 4 (станции №№29, 31)	НУ	0,030 0,06	0,6 1,2	0,03 0,06	0,6 1,2	0,025 0,05
СПАВ		0 10	0,1	0 0		0 0	
Ртуть		0 0		0,0025 0,01	<0,1 0,1	0,0025 0,01	<0,1 0,1
Фосфаты		31 64	0,6 1,3	28 39	0,6 0,8	6 17	0,1 0,3
Аммоний		155 280	0,4 0,7	171 190	0,4 0,5	174 220	0,45 0,6
NO ₂		15 28	0,6 1,2	7 16	0,3 0,7	7 11	0,3 0,4
Растворенный кислород		8,21 3,50	0,58	8,78 7,10		8,71 6,24	
% насыщения		92 47		95 83		95 83	
5. Устьевая обл. р. Кубань: гирла лиманов — район 5 (станции №№8у, 9у, 10у, 11у, 17у, 18у)	НУ	0,030 0,08	0,6 1,6	0,031 0,07	0,61 1,4	0,03 0,09	0,60 1,8
	СПАВ	4,0 12,0	<0,1 0,1	2,1 12	<0,1 0,1	3 12	<0,1 0,1
	Аммоний	225 630	0,6 1,6	198 280	0,5 0,7	230 430	0,59 1,1
	NO ₂	14 40	0,6 1,7	10 81	0,4 3,4	15 80	0,63 3,3
	Растворенный кислород	8,26 5,22	0,87	8,58 4,94	0,82	7,91 4,16	0,69
	% насыщения	93 60		90 63		88 48	
Примечания: 1. Концентрация (С)* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм ³ ; СПАВ, аммонийного и нитритного азота, фосфора фосфатов и ртути — в мкг/дм ³ . 2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке — максимальное (для кислорода — минимальное) значение. 3. Для всех определяемых ингредиентов в водах дельты реки Кубани (район №1) использованы значения ПДК для пресных вод. 4. Концентрация всех определяемых в воде хлорорганических (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ), и фосфорорганических (метафос, карбофос, фозалон и рогор) пестицидов не превышала предела обнаружения использованного метода анализа.							

Таблица 2.5. Оценка качества вод Темрюкского залива Азовского моря, устьевой области и дельты реки Кубань по ИЗВ в 2016–2018 гг.

Район	2016 г.		2017 г.		2018 г.		Среднее содержание ЗВ в 2018 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
<i>Дельта реки Кубань</i>							
1. Дельта — район 1	0,78	III	0,70	II	0,71	II	НУ 0,98; NO ₂ 0,59; NH ₄ 0,53; O ₂ 0,72
<i>Темрюкский залив</i>							
2. Порт Темрюк — район 2	0,62	II	0,69	II	0,66	II	НУ 0,94; NO ₂ 0,48; NH ₄ 0,53; O ₂ 0,67
3. Взморье рукава Кубань — район 3	0,59	II	0,50	II	0,46	II	НУ 0,40; NH ₄ 0,46; NO ₂ 0,25; O ₂ 0,71
4. Взморье рукава Протока — район 4	0,57	II	0,50	II	0,49	II	НУ 0,50; NH ₄ 0,45; NO ₂ 0,3; O ₂ 0,69
<i>Устьевая область реки Кубань — гирла лиманов</i>							
5. Гирла лиманов — район 5	0,62	II	0,56	II	0,65	II	НУ 0,60; NH ₄ 0,59; NO ₂ 0,63; O ₂ 0,76

Выводы

Воды устьевой области р. Дон и восточной части Таганрогского залива, как и в предыдущие годы, характеризуются повышенным содержанием нефтяных углеводородов, аммонийного азота, нитритов и ртути. Основным источником поступления загрязняющих веществ является сток реки Дон. Качество вод устьевых протоков р. Дон в 2018 г. по комплексному индексу загрязненности вод ИЗВ (1,46) может быть оценено как «загрязненные», IV класс качества. Существенное снижение качества дельтовых участков было вызвано в первую очередь высокой средней концентрацией нефтяных углеводородов (1,9 ПДК), нитритов (1,2 ПДК) и растворенной в воде ртути (1,9 ПДК), а максимальная концентрация этих веществ составила 5,0; 2,4 и 4,0 ПДК соответственно. В восточной части Таганрогского залива (ИЗВ 0,96) воды, как и в прошлом году, оцениваются как «умеренно загрязненные», III класс качества. При этом значение индекса немного понизилось, хотя и осталось в том же классе. В течение долгого времени в водах дельты и залива не наблюдаются пестициды. Кислородный режим в 2018 г. был в пределах нормы, минимальные значения были выше норматива, случаев недостатка кислорода не зафиксировано.

Качество вод различных районов Темрюкского залива остается стабильным в последние годы на уровне II класса качества, «чистые». Основными загрязняющими веществами остаются нефтяные углеводороды, аммоний и нитриты. Средняя концентрация этих ингредиентов варьирует примерно в пределах от половины до 1,0 ПДК, а максимальная достигала 3,6; 1,1 и 3,3 ПДК соответственно. Хотя фосфаты не являются существенными загрязнителями устьевой области реки Кубань (средняя концентрация на уровне десятых долей норматива), однако в отдельных пробах их содержание достигает 200 мкг/дм³ (4,0 ПДК). Загрязнение вод СПАВ и хлорорганическими пестицидами можно считать несущественным во всех контролируемых районах Азовского моря. Начиная с 2007 г. соленость вод на всех участках Темрюкского залива, за исключением рукавов реки, имеет хорошо выраженную тенденцию к возрастанию. Средняя за период 2000–2006 гг. соленость составила 7,90‰, а в 2014–2018 гг. она выросла до 12,09‰.

2.4. Керченский пролив. Северная узость (разрез порт Крым — порт Кавказ)

В 2018 г. мониторинг состояния морских вод в северной узости Керченского пролива проводился Лабораторией мониторинга загрязнения окружающей среды г. Керчи (ЛМЗСО) в безледный период с мая по август и в октябре-ноябре на 4 станциях разреза между порта-

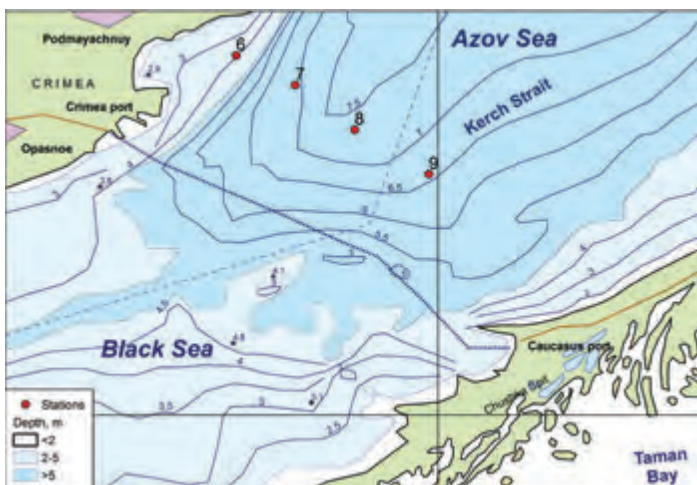


Рис. 2.11. Станции мониторинга в северной устьи Керченского пролива в 2018 г.

ми Крым и Кавказ с глубинами от 4 до 8 м (рис. 2.11). Всего была отобрана 101 проба воды из поверхностного и придонного слоев и выполнено 2384 измерения. Экспедиционные исследования проводились сотрудниками МГ «Опасное» с борта м/к «Обь». Анализы проб воды по всем параметрам, кроме ХОП, выполнены в ЛМЗОС г. Керчи, а экстракты на содержание пестицидов отправлялись для окончательного анализа в ЛМЗПС «Ялта».

Температура морской воды в исследуемом районе Керченского пролива в период наблюдений в 2018 г. изменялась от 11,4°C до 27,8°C. Значение солёности воды в проливе варьировало в пределах от 12,72‰ до 17,59‰ в зависимости от ветровой нагрузки и направления морских течений (в 2017 г. — 13,58–18,21‰), (рис. 2.12). За период наблюдений среднее в слое (поверхность-дно) значение солёности составило 14,59‰; на поверхностном горизонте эта величина равнялась 14,22‰, у дна — 15,10‰, все значения немного ниже прошлогодних. Хлорность была ниже прошлогодней и изменялась в диапазоне 7,06–9,73‰, в среднем 8,28‰; общая щёлочность составила 2,457–3,161/2,726 мг-экв/дм³; диапазон концентрации ионов водорода был примерно равен прошлогоднему — 7,28–8,34 ед. рН, в среднем 8,10.

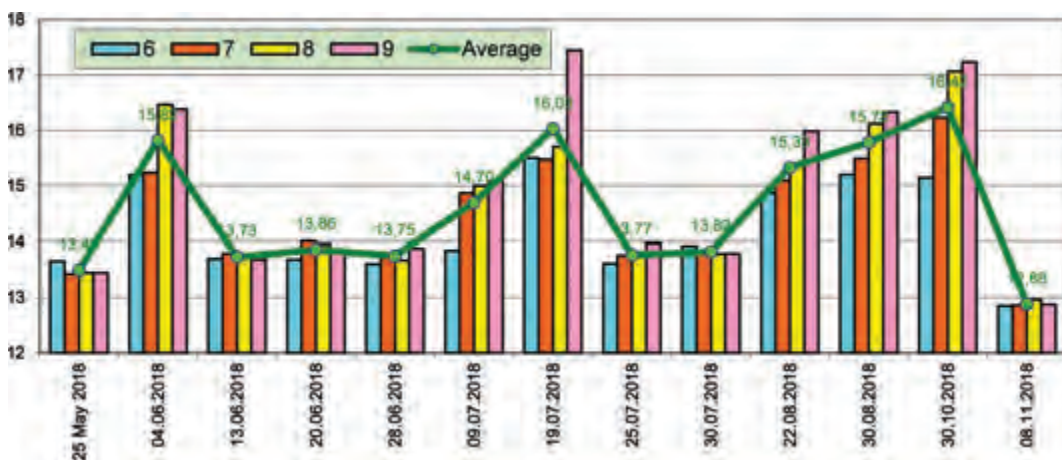


Рис. 2.12. Изменения солёности (‰) на четырех станциях мониторинга в северной устьи Керченского пролива в 2018 г.

Загрязнение вод пролива **НУ** было очень высоким в 2018 г. Превышение норматива фиксировалось во всех съемках в течение года (табл. 2.6). Повторяемость концентрации равной или превышающей ПДК возросла с 38,5% в прошлом году до 74,3% от общего количества определений. В одной пробе из придонного слоя, отобранной в конце июня, и в двух с поверхности, полученных 30 августа, концентрация НУ превышала 10 ПДК, а максимум достигал 0,78 мг/дм³ (15,6 ПДК). Среднемесячное содержание НУ изменялось от 0,06 до 0,30 мг/дм³ (6 ПДК), среднее за период наблюдений достигло 0,155 мг/дм³ (рис. 2.13). Впервые за много лет среднее значение превышало норматив и в 3 раза отличалось от обычного уровня в районе 1 ПДК. Экстремальные величины в течение всего периода наблюдений значительно превышали среднюю величину, а в последний год максимум был в 5 раз больше.

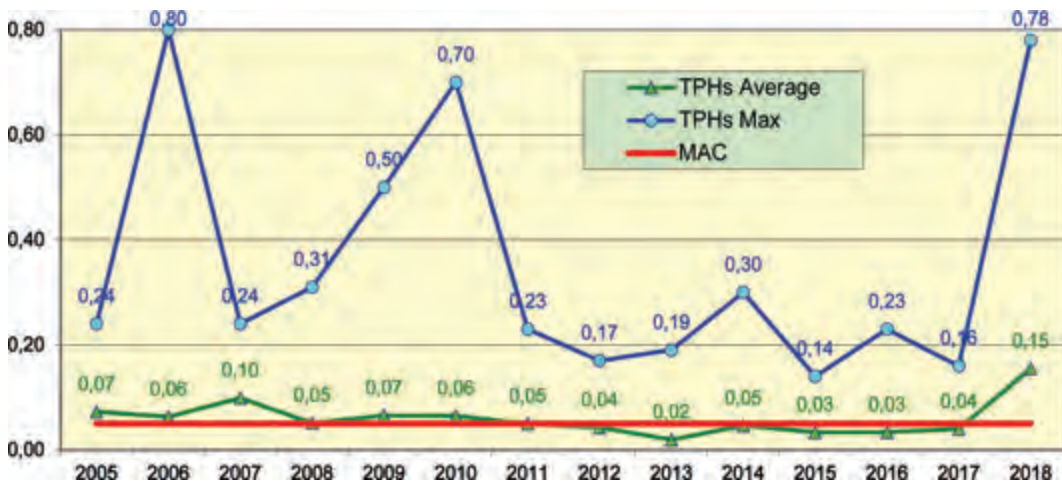


Рис. 2.13. Межгодовые изменения средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Керченского пролива в 2005–2018 гг.

Концентрация **СПАВ** в водах пролива варьировала в пределах 11–24 мкг/дм³, в среднем 19,1 мкг/дм³ (0,2 ПДК), что на 38% больше прошлогодней величины. Как и в предыдущий год фенолы, ПХБ и пестициды α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, альдрин и гептахлор не обнаружены. Из 96 проанализированных проб только в четырех концентрация ДДТ превышала предел обнаружения (DL=0,01 нг/дм³) и равнялась 0,64; 1,09; 1,14 и 1,20 нг/дм³. ДДЭ в пробах не найдены, а концентрация ДДД в шести пробах была выше аналитического нуля и варьировала в пределах 0,88–1,10 нг/дм³.

Концентрация аммонийного азота в водах пролива была примерно равной прошлогодней и изменялась в диапазоне 8–94 мкг/дм³, максимум отмечен в середине июля на глубине 6 м, а средняя за период наблюдений составила 27,3 мкг/дм³. Сезонные изменения содержания аммония в водах пролива были незначительными (рис. 2.14). Средняя концентрация других форм биогенных элементов была относительно стабильной. В течение теплого периода года постепенно увеличивалось содержание минерального фосфора. Концентрация нитритов была в пределах 5–27/9,8 мкг/дм³; нитратов 6–48/16,9 мкг/дм³; общего азота 50–700/419 мкг/дм³; фосфатов 0,1–5,6/2,9 мкг/дм³; общего фосфора 9–35/20,5 мкг/дм³ (продолжается тенденция к снижению). Концентрация кремния изменялась от 40 до 330 мкг/дм³. Среднее содержание в слое поверхность–дно составило 201 мкг/дм³ и было минимальным за последние годы. В целом концентрация биогенных элементов была близкой к прошлогодним значениям.

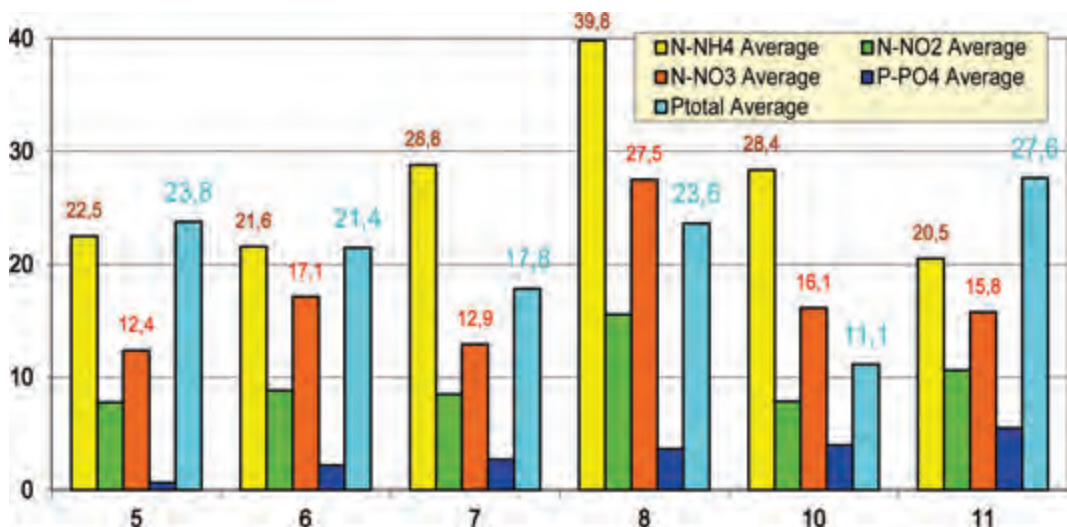


Рис. 2.14. Сезонные изменения средней концентрации биогенных веществ (мкг/дм³) в водах Керченского пролива в мае-ноябре 2018 г.

Аэрация вод пролива в слое поверхность-дно в целом была избыточной. Дефицит растворенного кислорода фиксировался только в мае-июле, достигая в поверхностных водах 35% насыщения (июнь), в придонных 13% (май). В одной поверхностной пробе, отобранной 28 июня, при температуре 25,2°C концентрация кислорода снизилась до 4,94 мгО₂/дм³ (65% насыщения), а в остальной период изменялась от 7,64 до 15,34 мгО₂/дм³. Среднее за период наблюдений содержание растворенного кислорода составило 9,86 мгО₂/дм³. Вследствие мелководности пролива и активном перемешивании вод процент насыщения вод кислородом в поверхностном и придонном слоях был почти одинаковым: 65–166/121% и 87–165/118% соответственно; средняя во всем столбе воды величина — 119,6%. В целом кислородный режим вод пролива в последние несколько лет в основном был не нарушенным, большая часть значений в обоих слоях превышала установленную норму в 6 мгО₂/дм³.

Таблица 2.6. Среднегодовое и максимальное значение гидрохимических параметров и концентрации загрязняющих веществ в водах Керченского пролива в 2016–2018 гг.

Район	Ингредиент	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Керченский пролив Азовского моря	НУ	0,034	0,68	0,040	0,80	0,155	3,10
		0,23	4,6	0,16	3,2	0,78	15,6
	СПАВ	0,69	<0,1	13,82	0,14	19,09	0,19
		7	<0,1	25	0,25	24	0,24
	ДДТ	0		0,54	<0,1	0,17	<0,1
		0		5,60	0,6	1,2	0,1
	Аммонийный азот	29,5	<0,1	32,0	<0,1	27,3	<0,1
92		<0,1	103	<0,1	94	<0,1	
Нитритный азот	2,9	0,12	4,4	0,18	9,8	0,41	
	7,0	0,29	17,0	0,71	27,0	1,13	
Фосфаты	12,80	0,26	6,04	0,12	2,88	0,06	
	36,0	0,72	9,0	0,18	5,6	0,11	
Растворенный кислород	8,18		8,21		9,86		
	6,39		5,66	0,94	4,94	0,82	

Воды Керченского пролива в 2018 г. по комплексному индексу загрязненности вод **ИЗВ** (1,03) могут быть оценены как «умеренно загрязненные», III класс качества (табл. 2.7). Для расчета индекса была использована среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов, СПАВ, нитритов и кислорода. Качество вод Керченского пролива в 2018 г. существенно ухудшилось в основном за счет многократного увеличения содержания в воде нефтяных углеводородов. Содержание СПАВ в водах пролива составляло десятые доли ПДК. Содержание фенолов и хлорорганических соединений — ПХБ и пестицидов, за исключением следовых величин концентрации ДДТ, было ниже предела обнаружения во всех пробах. Кислородный режим вод пролива в целом был в пределах нормы. Средняя за период наблюдений концентрация растворенного в воде кислорода увеличилась, а значение ниже норматива ($4,94 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$) было отмечено только один раз в июне на поверхности. Стандартные гидрохимические показатели и концентрация биогенных веществ были в пределах естественной межгодовой и сезонной изменчивости и составляли десятые-сотые ПДК.

Таблица 2.7. Оценка качества вод Керченского пролива в 2016–2018 гг.

Район	2016 г.		2017 г.		2018 г.		Среднее содержание ЗВ в 2018 г. (в ПДК)
	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	
Керченский пролив	0,45	II	0,46	II	1,03	III	НУ 3,10; N-NO ₂ 0,41; СПАВ 0,19; O ₂ 0,61

Глава 3. ЧЕРНОЕ МОРЕ

Коршенко А.Н., Костылева А.В., Орехова Н.А., Кондратьев С.И., Мезенцева И.В., Вареник А.В., Дьяков Н.Н., Мальченко Ю.А., Парфенова В.А., Протацук Л.А., Брайко О.И., Алексеенко А.И., Панченко А.В., Любимцев А.Л.

3.1. Общая характеристика

Черное море соединяется с Атлантическим океаном через Средиземное море проливами Босфор, Дарданеллы и Гибралтар. Географические границы Черного моря ограничены на севере входом в Березанский лиман, на юге г. Гиресун и г. Сюрмене в Турции, на западе Бургасским заливом и на востоке г. Кобулету в Грузии. Граница Черного моря с Мраморным морем проходит в северной части пролива Босфор по линии между мысами Румели и Анатолу. 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 406 680–423 000 км², объем воды 535 430–555 000 км³. Средняя глубина моря 1270–1315 м, максимальная глубина моря находится в пределах 2210–2258 м. Изрезанность береговой линии Черного моря незначительная. Самыми крупными формами рельефа суши являются Крымский полуостров и небольшие полуострова на Анатолийском побережье (Инджебурун, Ясун и др.). Наиболее крупные заливы Черного моря: Одесский, Каркинитский, Каламитский, Феодосийский, Синопский, Бургасский и Варненский. Из бухт наибольшие Самсун, Севастопольская, Новороссийская и Геленджикская. В Черном море отсутствуют крупные острова. Самым значительным является о. Змеиный (площадь 1,5 км²), расположенный в 35 км от края дельты Дуная. Меньшими по размерам являются о. Березань у входа в одноименный лиман и о. Кефкен в 93 км восточнее пролива Босфор. Несколько небольших островов находятся в Бургасском заливе. По отношению объема моря к сумме площадей наименьших поперечных сечений его проливов (0,04 км² для Босфора и 0,02 км² для Керченского пролива) Черное море является самым обособленным морем Мирового океана. Шельф (материковая отмель до изобаты 200 м) занимает 25% акватории моря (112 140 км²) и 1,5% объема вод (8190 км³). Наибольшая часть шельфа приходится на северо-западную часть моря — 16% акватории моря, 0,7% объема вод при максимальной ширине шельфа 220 км. В Керченско-Таманской области, на побережье Болгарии и западной Турции ширина шельфа находится в пределах 50 км. Вдоль Анатолийского побережья и ЮБК (Ялта — м. Меганом) ширина шельфа Черного моря уменьшается до нескольких километров. В районе Кавказского побережья рельеф дна характеризуется узким шельфом (в среднем 8 км) и сильно расчлененным каньонами материковым склоном. Граница шельфа редко превышает глубину 110 м. Переход к материковому склону резкий, уклон составляет 15–20°. Континентальный (материковый) склон ограничен изобатами 200–2000 м и занимает около 40% акватории моря. Ложе глубоководной котловины с глубинами 2000–2200 м занимает около 35% акватории моря и представляет собой плоскую аккумулятивную равнину на разнородных и разновозрастных в геологическом плане структур; оно 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, СоЕ, 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).

Основными элементами вертикальной термической структуры деятельного слоя Черного моря являются верхний квазиоднородный слой от 5 до 130 м, сезонный термоклин с максимумом вертикального градиента летом на глубине 15–20 м (значения до $-5^{\circ}\text{C}/\text{м}$, средняя величина $-1^{\circ}\text{C}/\text{м}$), а также холодный промежуточный слой (ХПС), т.е. слой подповерхностного минимума температур с глубиной залегания минимума 30–100 м. Ниже температура с глубиной очень медленно повышается из-за геотермического притока тепла от дна и на глубине 2 км достигает $9,2^{\circ}\text{C}$. Сезонные колебания температуры быстро затухают с глубиной. На глубине 75 м, близкой к глубине максимума вертикального градиента плотности, размах сезонных изменений температуры в сравнении с поверхностью уменьшается в 30 раз. Основным отличием прибрежной зоны от районов открытого моря является опережающий характер годового хода гидрологической структуры вод. Если минимум температуры воды у берега наступает в феврале, то в зоне с глубинами 70–100 м — только в марте (Иванов, 2011, Гидрометеорология, 1991).

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

В Черном море выделяют несколько крупномасштабных структур циркуляции поверхностных вод: Общечерноморское течение (ОЧТ) в зоне континентального склона; два крупномасштабных циклонических круговорота в восточной и западной частях моря, скорость течения увеличивается от 10 см/с в центре до 25 см/с на периферии этих круговоротов. С глубиной скорости течений быстро затухают до глубин порядка 100 м; квазистационарные антициклонические вихри в прибрежной зоне — Батумский, Севастопольский, Кавказский, Сакарья, Синопский и др. Основные циклонические круговороты и квазистационарные антициклонические вихри просле-

живаются до больших глубин. Ветер и пространственно-временные изменения атмосферного давления обуславливают короткопериодные колебания уровня Черного моря синоптического (с периодами от 2–3 суток до полугода) и мезомасштабного (сейши с периодом менее 2 суток) диапазона частот. Влияние плотностных изменений уровня на большей части акватории Черного моря незначительно и не превышает 1–5 см в месяц. Наибольшие плотностные повышения уровня приходятся на август и связаны с нагревом воды, наибольшие понижения наблюдаются в феврале-марте и связаны с охлаждением воды в этот период. Вклад атмосферного давления в сезонные изменения уровня моря еще меньше, чем плотностные изменения уровня, и не превышает 1–3 см. Колебания уровня главным образом проявляются в виде сгонно-нагонных явлений, максимальная амплитуда которых отмечается в СЗЧ моря. Штормовые ветры восточной и южной четверти вызывают нагонные подъемы уровня амплитудой 30–60 см, а при жестоких штормах северо-западных и юго-западных направлений падение уровня может достигать 20–34 см. У Кавказского побережья величины максимальных нагонов невелики и не превышают 10–20 см в районе Новороссийска и до 31–54 см в районе Туапсе. Здесь нагоны отмечаются в течение всего года в основном при западных ветрах. Наибольшее число случаев сгонов приходится на осенне-зимний период, чаще всего при восточных и северо-восточных ветрах. Осенне-зимние штормовые ветра могут развивать волны высотой до 6–8 м. Стоячие колебания уровня моря (сейши) развиваются в бухтах с периодами от нескольких минут до 2 ч и амплитудой в 40–50 см (Суховой В. Ф., 1986, Мее L., Jeftic L., 2010, Иванов, 2011, Гидрометеорология, 1991).

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

3.2. Экспедиционные исследования открытой части моря

В течение 2018 г. сотрудниками Отдела Биогеохимии моря (ОБМ МГИ РАН, г. Севастополь) в пределах экономической зоны России в Черном море на НИС «Профессор Водяницкий» было выполнено три экспедиции: рейс № 102 в период 09.06–02.07, выполнено 59 станций; рейс № 103 в период 28.08–20.09, выполнена 131 станция; рейс № 105 в период 18.11–10.12, выполнено 49 станций (рис. 3.1).

Непосредственно на борту НИС «Профессор Водяницкий» выполнялись определения содержания растворенного кислорода и сероводорода, величин pH и общей щелочности (Alk), содержания общего неорганического углерода (TCO_2), парциального давления диоксида углерода (pCO_2), концентрации ионов аммония и нитритов. В береговой лаборатории выполнялось определение концентрации суммы нитритов и нитратов, кремнекислоты, фосфатов.

Кислород и сероводород

Концентрация кислорода в поверхностных водах исследованного полигона в июне изменялась в пределах 245–255 мкМ (105–106% насыщения), в августе-сентябре — 235–245 мкМ (100–103%), в ноябре-декабре — 265–304 мкМ (93–100%), что согласуется с данными многолетних наблюдений. Положение верхней (изооксигены 10 мкМ) и нижней (изосульфиды

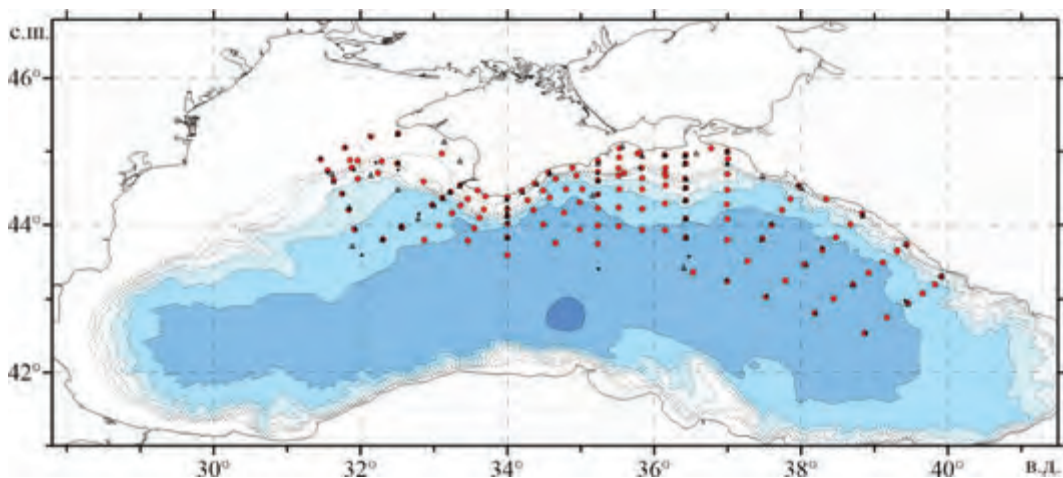


Рис. 3.1. Схема расположения гидрохимических станций, выполненных в ходе 102 (черные точки), 103 (красные точки) и 105 (черные треугольники) рейсов НИС «Профессор Водяницкий» в 2018 г.

3 мкМ) границ субкислородной зоны для двух выполненных в 102-м и 103-м рейсах разрезам: по 36,5° в.д. под Керченским проливом и южном глубоководном разрезе, параллельном материковой части России (рис. 3.2). На всех разрезах положение нижней границы субкислородной зоны практически одинаково, она проходит в пределах изопикн $\sigma_t=16,10-16,15$ кг/м³ (разница между ними в шкале глубин составляет около 5 метров). Положение верхней грани-

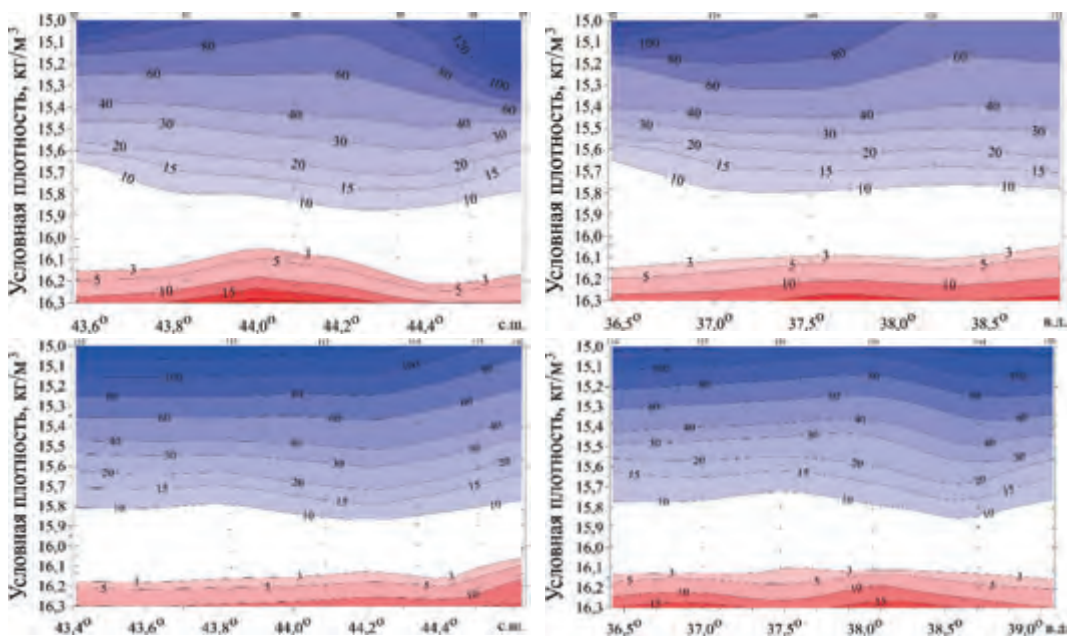


Рис. 3.2. Вертикальное распределение кислорода и сероводорода в мкМ в шкале условной плотности σ_t на разрезах по меридиану 36,5° в.д. (вверху) и параллельно материковой части России (внизу) в июне (слева) и августе-сентябре (справа) 2018 г.

цы субкислородной зоны изменялось в больших пределах, от изопикны $\sigma_t=15,65$ кг/м³ до изопикны $\sigma_t=15,80$ кг/м³. Эти границы находятся в пределах данных многолетних исследований 1960–2015 гг. Как и в предыдущих экспедициях 2015–2017 гг., для некоторых расположенных над кромкой шельфа станций было зафиксировано поднятие границы появления сероводорода по сравнению с водами глубоководной части моря.

Элементы карбонатной системы

Вертикальное распределение компонентов карбонатной системы (рН и общей щелочности) в исследованных районах Черного моря обычно представляется относительно шкалы глубин и условной плотности (рис. 3.3, рис. 3.4). На вертикальных профилях выделяются три зоны: аэробная от поверхности до изопикны $\sigma_t=15,8$ кг/м³, анаэробная ниже изопикны $\sigma_t=16,3$ кг/м³ и переходная между изопикнами $\sigma_t=15,8$ и $16,3$ кг/м³.

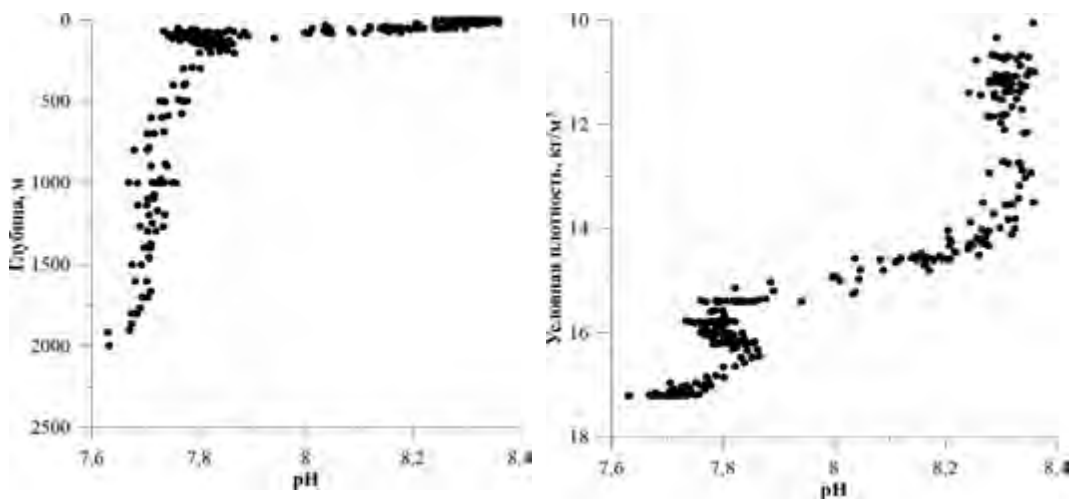


Рис. 3.3. Изменение величины рН с глубиной (м) и относительно условной плотности (кг/м³) в 102-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» в период 09.06–02.07.2018.

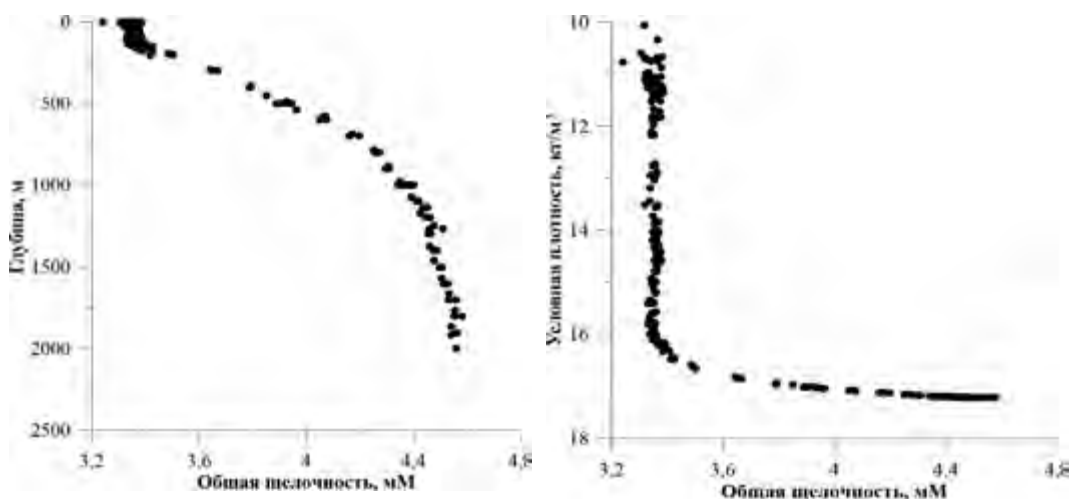


Рис. 3.4. Изменение величины общей щелочности с глубиной (м) и условной плотностью (кг/м³) в 102-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» в период 09.06–02.07.2018.

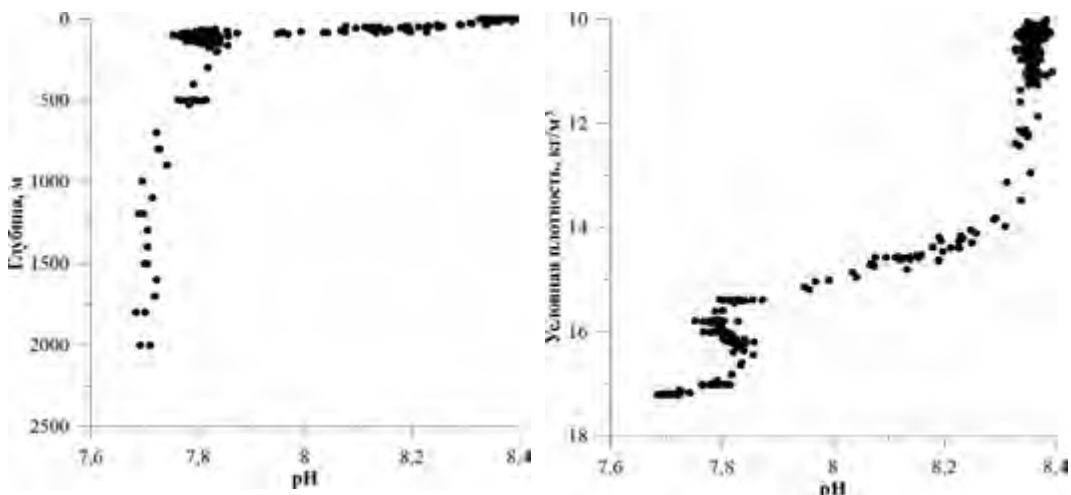


Рис. 3.5. Изменение величины pH с глубиной (м) и относительно условной плотности (кг/м³) в 103-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» в период 28.08–20.09.2018.

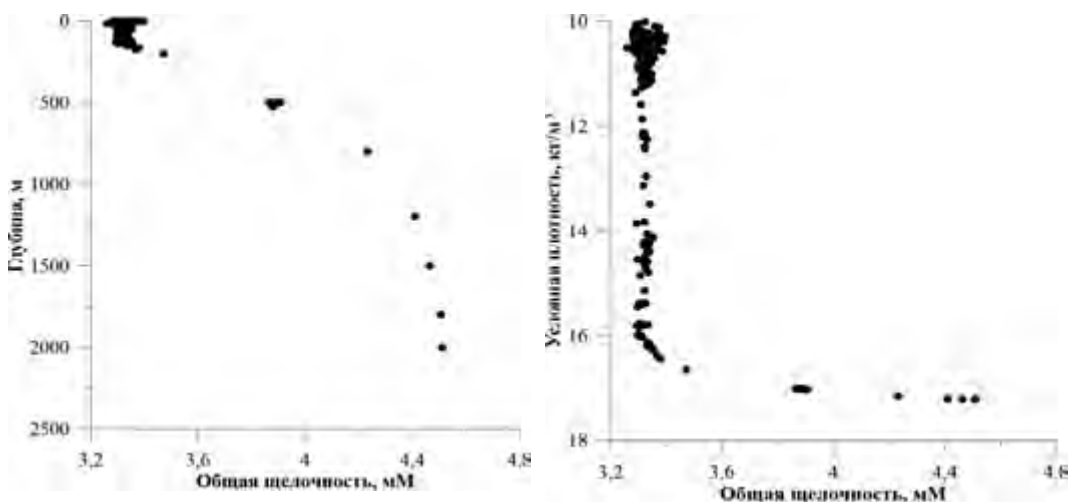


Рис. 3.6. Изменение величины общей щелочности с глубиной (м) и условной плотностью (кг/м³) в 103-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» в период 28.08–20.09.2018.

В ходе проведенных наблюдений было подтверждено, что значения параметров карбонатной системы во всех выделяемых слоях вод, кроме верхнего квазиоднородного слоя, характеризуются малой изменчивостью. Различия между измерениями в рейсах незначительны и значительно меньше различий между значениями из разных слоев, измеренных в рамках одного рейса. Это обусловлено продолжительностью водообмена и равновесием карбонатной системы в глубоководной части Черного моря. В то же время в верхнем квазиоднородном слое, динамика которого существенно выше, изменения pH и общей щелочности были гораздо более значительными. Это обусловлено высокой сезонной изменчивостью физических и биологических характеристик, влияющих на карбонатную систему, а также изменчивостью состояния водной поверхности и, как следствие, интенсивностью газообмена между водой и атмосферой.

Биогенные элементы

В трех экспедициях второй половины 2018 г. были получены подробные данные по пространственному и вертикальному распределению биогенных элементов (табл. 3.1). Вертикальный профиль нитратов характеризовался наличием пика на $\sigma_t=15,2-15,5$ кг/м³ (рис. 3.7), что примерно соответствует данным многолетних исследований. В отличие от зимнего периода, летом 2018 г. в период 102 рейса наблюдался существенный разброс величин концентрации при значениях условной плотности в интервале $\sigma_t=14,0-15,8$ кг/м³, т.е. верхней части слоя максимума концентрации нитратов. Одновременно сумма концентрации нитратов и нитритов в летний период были в 4 раза выше зимнего, что обусловлено интенсивностью биолого-химических процессов и динамикой вод.

Таблица 3.1. Концентрация биогенных элементов (мкМ) в поверхностном слое вод Черного моря в июне-декабре 2018 г.

Рейс/ Период	$\Sigma\text{NO}_2 + \text{NO}_3$		NH_4^+		PO_4^{3-}		SiO_3^{2-}	
	диапазон	медиана	диапазон	медиана	диапазон	медиана	диапазон	медиана
№ 102/06.18	0,27–1,72	1,18±0,28	0,00–0,62	0,14±0,18	0,01–0,36	0,07±0,03	1,62–9,56	4,08±1,83
№ 103/09.18	0,00–1,74	1,02±0,39	0,00–0,73	0,11±0,08	0,00–0,81	0,08±0,13	0,00–5,82	1,04±0,79
№ 105/ 11–12.18	0,00–1,50	0,28±0,45	0,00–0,50	0,17±0,11	0,00–0,80	0,10±0,17	0,30–4,80	1,30±0,79

Вертикальное распределение ионов аммония в водах Черного моря в июне-декабре 2018 г. характеризовалось минимальными величинами его концентрации в аэробной зоне моря, редко достигающими 1 мкМ. С приближением к сероводородной зоне начиная с глубин, соответствующих $\sigma_t \sim 16,0$ кг/м³, наблюдается существенное увеличение содержания ионов аммония (рис. 3.7).

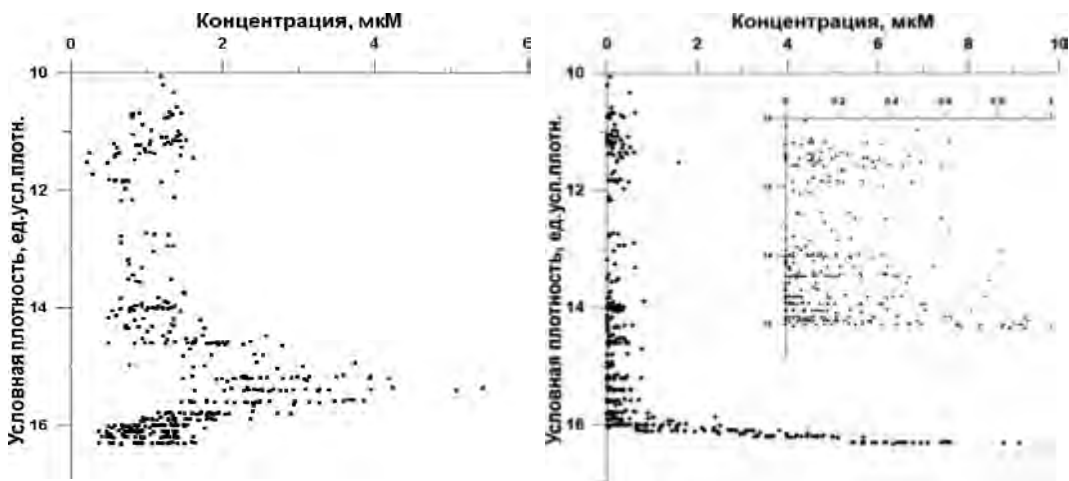


Рис. 3.7. Вертикальный профиль нитратов (мкМ) и ионов аммония (мкМ) относительно условной плотности (кг/м³) в июне-декабре 2018 г.

Вертикальное распределение фосфатов и кремнекислоты во второй половине 2018 г., проанализированное в зависимости от условной плотности, в целом соответствует многолетним наблюдениям (рис. 3.8). Концентрация фосфатов в верхнем слое вод незначительная, в среднем 0,13 мкМ. С глубиной до изопикны $\sigma_t=14,8$ кг/м³ она изменялась в узком диапазоне от менее 0,1 до 1,1 мкМ, а среднее значение составляло 0,2 мкМ. Первый максимум концентрации фосфатов

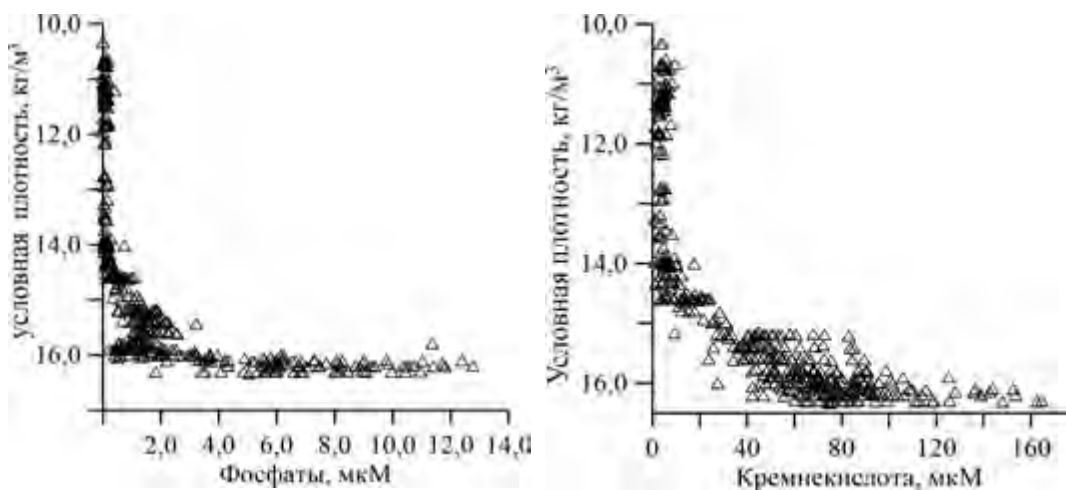


Рис. 3.8. Вертикальный профиль распределения фосфатов (мкМ) и кремнекислоты (мкМ) относительно условной плотности (кг/м³) в июне-декабре 2018 г.

в морской воде находился между изопикнами $\sigma_t=14,8$ и $15,5$ кг/м³; у его нижней границы их содержание достигало 2,5 мкМ. Снижение концентрации фосфатов до 1,1 мкМ соответствовало условной плотности $\sigma_t=15,8$ кг/м³. Резкий перегиб хода графика отмечался на изопикне $\sigma_t=16,0$ кг/м³. Концентрация фосфатов при условной плотности от $\sigma_t=16,0$ до $\sigma_t=16,3$ кг/м³ изменялась в широком диапазоне от 0,4 до 12,8 мкМ, а среднее значение составляло 5,8 мкМ. Общий характер вертикального изменения концентрации фосфатов согласуется с результатами предыдущих наблюдений, проводившихся в том числе во время 101-го рейса НИС «Профессор Водяницкий». Однако наибольшие значения концентрации фосфатов, зафиксированные по результатам 102-го рейса, превышали значения предыдущего зимнего рейса: в 25 пробах концентрация фосфатов была выше 8,5 мкМ, чего ранее не отмечалось по литературным данным.

Вертикальное распределение растворимых соединений кремния отличалось рядом особенностей, не наблюдавшихся в ходе экспедиционных исследований прошлых лет. В верхнем слое вод от поверхности до изопикны $\sigma_t=14,8$ кг/м³, содержание кремнекислоты изменялось в диапазоне от 0,9 до 28,2 мкМ. В большинстве случаев оно не превышало 9,6 мкМ. Среднее значение концентрации кремнекислоты составляло 6,9 мкМ. Ниже изопикнической поверхности $\sigma_t=14,8$ кг/м³ наблюдалось увеличение концентрации: интервал значений содержания кремнекислоты составлял 9,3–162,5 мкМ, а средняя достигала 69,6 мкМ. Таким образом, для вертикального распределения силикатов в этом случае отмечен перегиб хода графика в области условной плотности $\sigma_t=14,8$ кг/м³, чего ранее не наблюдалось. Полученные в результате 102-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» результаты пространственного распределения фосфатов и силикатов в целом согласуются с ранее полученными данными. Близкая к нулю концентрация фосфатов, характерная для поверхностного слоя, обусловлена их активным потреблением в ходе первично-продукционных процессов.

3.3. Загрязнение морских вод у Крымских берегов Чёрного моря

В 2018 г. мониторинг гидрохимического режима и загрязнения вод у Крымских берегов Чёрного моря проводился на акватории Севастопольской бухты отделением ФГБУ «ГОИН» (СО ГОИН) в апреле и августе, а также сотрудниками отдела биогеохимии моря ФГБУН Мор-

ского гидрофизического института (МГИ РАН) в апреле, августе и декабре; на акватории порта Ялта (МГ «Ялта») с января по декабрь; в северной уости Керченского пролива с мая по ноябрь.

3.3.1. Евпаторийский район (озеро Донузлав)

Гидрохимическая съемка в озере Донузлав была выполнена на шести станциях 7 июня 2018 г. (12 проб). Соленость и температура во всем столбе воды были практически одинаковыми и изменялись в узком диапазоне 18,471–18,598‰ и 20,02–21,67°C. Среднее значение водородного показателя составило 8,29 ед.рН. при диапазоне зафиксированных величин 8,23–8,33 ед.рН. Концентрация минерального фосфора во всех пробах была ниже предела обнаружения ($DL=5$ мкг/дм³), а общего не превышала 11,7 мкг/дм³, в среднем 9,1 мкг/дм³. Нитриты в водах залива обнаружены не были. Максимальное содержание нитратного азота составило 42,3 мкг/дм³, в среднем 37,0 мкг/дм³; аммонийного азота — 52,6 мкг/дм³, за единственным исключением, когда его концентрация в поверхностных водах оз. Донузлав достигла 155,1 мкг/дм³. Аэрация вод была достаточной (100–107% насыщения), по абсолютным значениям концентрация растворенного кислорода изменялась от 7,11 до 8,51 мкг/дм³. Дефицит растворенного кислорода (13% насыщения) в водах о. Донузлав был отмечен в одной пробе из придонного слоя на глубине 22 м. Биологическое потребление кислорода (БПК₅) изменялось в диапазоне 0,31–2,05 мкгО₂/дм³. Нефтяные углеводороды обнаружены в двух пробах из шести в концентрации 0,05 мг/дм³.

3.3.2. Севастопольская бухта (МГИ)

Сотрудниками отдела биогеохимии моря Морского гидрофизического института были проведены три гидролого-гидрохимические съемки Севастопольской бухты на маломерных судах в апреле, августе и декабре 2018 г. Пробы морской воды были отобраны из поверхностного (0–0,5 м) и придонного (0,5–1,0 м от дна) слоев (рис. 3.9). В пробах определяли содержание кислорода, величины рН и общей щелочности (Alk), общий неорганический углерод (ТСО₂), концентрацию биогенных элементов, БПК₅ и общее взвешенное вещество (TSM). Полученные величины гидрохимических параметров во время всех съемок находятся в пределах характерного интервала значений многолетних исследований (табл. 3.2).



Рис. 3.9. Станции отбора проб в Севастопольской бухте в 2018 г.

Для всех проведенных съемок сохранялись следующие особенности распределения гидрохимических характеристик:

- в поверхностных водах районов, подверженных влиянию пресного стока (Инкерманский ковш, кут Южной бухты, кут Артиллерийской бухты) наблюдалось повышенное содержание биогенных элементов — фосфатов, кремниевой кислоты, нитритов, нитратов, аммония, а так же TCO_2 ;

- по содержанию кремниевой кислоты в водах бухты прослеживается сезонный ход — увеличение от осеннего (3,6 мкМ) к зимнему (5,5 мкМ) периоду. Это обусловлено динамикой пресноводного стока в кутовой части Южной бухты и в устье р.Черной;

- в поверхностных водах Южной бухты концентрация биогенных элементов была 1–2 порядка выше по сравнению с остальной частью Севастопольской бухты;

- придонные воды ст.№8, расположенной возле судоремонтного дока в глубине Севастопольской бухты в августе, как и в 2017 г., находились в состоянии близком к гипоксии. Насыщение вод кислородом было менее 40%. В этом месте отмечено повышенное содержание нитритов, фосфатов, ионов аммония, минимальной величиной рН и высокой щелочностью, что заметно отличалось от вод других участков бухты. Здесь в летний период сохраняется потенциальная опасность сероводородного заражения в придонных водах вблизи и под судоремонтным доком;

- во время весеннего прогрева вод концентрация TCO_2 была несколько выше в придонном слое вод; диапазон был сравнительно узким и не превышал 100 мкмоль/дм³.

Таблица 3.2. Диапазон изменения концентрации основных гидрохимических характеристик в поверхностном и придонном слоях вод Севастопольской бухты в 2018 г.

Дата съемки элемент	23–24 апреля		20–21 августа		18–19 декабря	
	пределы	среднее	пределы	среднее	пределы	среднее
O ₂ , мл/л	5,31–7,56	6,82	1,27–5,45	4,84	6,09–6,94	6,54
O ₂ , % нас.	77,1–113,5	104,3	20,8–106,4	92,9	86,4–97,0	92,3
P _{общ} , мкМ	0,03–0,30	0,12	0,04–1,04	0,22	0,12–0,71	0,21
PO ₄ ³⁻ , мкМ	0,00–0,07	0,01	0,00–0,81	0,06	0,02–0,46	0,10
P _{орг} , мкМ	0,00–0,29	0,11	0,00–0,61	0,16	0,00–0,25	0,11
SiO ₃ ²⁻ , мкМ	0,09–8,73	3,60	0,70–19,34	4,89	2,04–24,34	5,54
NO ₂ ⁻ , мкМ	0,00–0,35	0,08	0,00–0,48	0,08	0,06–0,93	0,25
NO ₃ ⁻ , мкМ	0,00–21,05	1,33	0,96–15,06	2,04	1,37–99,05	7,57
NH ₄ ⁺ , мкМ	0,00–6,94	0,65	0,00–21,29	1,28	0,00–4,35	0,71
pH	8,21–8,39	8,34	8,09–8,32	8,24	8,21–8,41	8,36
Alk, мг-экв/кг	3,347–3,422	3,384	3,302–3,538	3,352	3,331–3,637	3,381
TCO ₂ , мкмоль/дм ³	2,950–3,057	2,975	–	–	–	–
TSM, мг/л	0,42–5,41	2,60	0,42–5,16	1,52	0,09–5,38	0,72

3.3.3. Севастопольская бухта и взморье (СО ГОИН)

В 2018 г. Севастопольским отделением ФГБУ «ГОИН» в бухте и на взморье района с борта НИС «Пеленг» на 33 станциях из поверхностного и придонного слоев в период с 2 февраля по 9 ноября было отобрано 133 пробы воды, из них 104 на взморье (ежемесячно) и 29 в бухте в апреле и августе. В бухте пробы получены на станциях с глубинами 3–19 м; на взморье — 1–90 м. В состав наблюдений вошло определение стандартных гидрологических параметров, концентрации взвешенных веществ, биогенных элементов и нефтяных углеводородов.

Температура воды в период наблюдений была в диапазоне 7,20–27,80°C: соленость в бухте в апреле и августе 17,822–18,385/18,106‰, а на взморье 17,213–19,910/18,311‰; ми-

нимум отмечен на поверхности 7 августа вблизи оголовка трубы очистных сооружений в Балаклавке; хлорность 9,49–10,99‰; общая щелочность 2,382–3,630 мг-экв/дм³; концентрация ионов водорода рН 7,93–8,49. Концентрация взвешенных веществ на взморье изменялась от 0,54 до 4,89 мг/дм³ (0,5 ПДК); в водах Севастопольской бухты 0,99–8,46 мг/дм³, больших различий среднего содержания ВВ весной (3,4) и в августе (2,7 мг/дм³) не было. Прозрачность вод по диску Секки в северной части Севастопольского взморья в июне составила 7–13 м, в среднем 9,3 м. Содержание легко окисляемых органических веществ, которое определяется по биологическому потреблению кислорода (БПК₅), в водах бухты было очень близким к прошлогоднему и варьировало от 0,43 до 4,26 мгО₂/дм³ (2,0 ПДК), и почти таким же на взморье 0,54–4,89 мгО₂/дм³ (2,3 ПДК), где наиболее загрязненным участком акватории был район сброса вод с КОС Южный.

Концентрация **нефтяных углеводов** в Севастопольской бухте в 8 пробах из 27 достигала предел обнаружения DL=0,05 мг/дм³ (1,0 ПДК) и в одной пробе из района ГРЭС составила 1,6 ПДК. Средняя величина составила 0,016 мг/дм³. В бухтах южнее Севастопольской и на взморье района концентрация НУ была ниже предела обнаружения в 57 пробах из 83, а в 26 остальных достигала 0,21 мг/дм³ (4,2 ПДК). Наибольшие значения (0,20 и 0,21 мг/дм³) были отмечены 20 августа около оголовка и прорана трубы Южных очистных сооружений города на глубине 87 м и 42 м, а следующее значение (0,12 мг/дм³, 2,4 ПДК) было отмечено в разных районах и в разные месяцы в Южной бухте, Василевой балке и у поселка Николаевка. Среднее значение по всему взморью составило 0,023 мг/дм³. В Севастопольской бухте и на взморье концентрация НУ равнялась или превышала ПДК в 31% проб и в среднем составляла 0,021 мг/дм³ (табл. 3.3).

Концентрация **фосфатов** в водах Севастопольской бухты в апреле изменялась от аналитического нуля в двух пробах (DL=5,0 мкг/дм³) до 11,3 мкг/дм³ (0,23 ПДК) на поверхности в глубине бухты у ГРЭС, в среднем 6,37 мкг/дм³; а в августе только в двух пробах превышала предел обнаружения — 5,1 и 5,6 мкг/дм³. Содержание общего фосфора в Севастопольской бухте в апреле в 2,1 раза превышало среднюю по бухте величину минеральной растворенной формы (9–18/13,28 мкг/дм³). В августе преобладание общего фосфора над минеральным было уже тотальным — в 16,9 раз, почти весь запас элемента фосфора был усвоен и находился в органической форме (7,5–27,6/11,29 мкг/дм³).

На взморье района содержание фосфатов в 103 обработанных пробах было зафиксировано в очень широком диапазоне от нуля в 78 пробах до очень высокого значения 41,4 мкг/дм³ (0,83 ПДК) в районе разрыва трубы Южных очистных сооружений в Голубой бухте. Две другие пробы с концентрацией фосфатов более половины норматива (38,9 и 36,7 мкг/дм³) были отобраны на поверхности и у дна здесь же и немного западнее у мыса Херсонес. Средняя величина (3,30 мкг/дм³) примерно в два раза была ниже уровня фосфатов Севастопольской бухты в апреле, а общего фосфора (11,64 мкг/дм³) была практически постоянной во всем районе в течение года. Из восьми проб с содержанием общего фосфора более 25 мкг/дм³ шесть были отобраны с поверхности и из придонного слоя в районе КОС Южный. Максимальное значение (47,52 мкг/дм³) зафиксировано здесь 7 февраля на поверхности.

В Севастопольской бухте среднее содержание всех минеральных форм **азота** было ниже соответствующих ПДК. Концентрация нитритного азота была ниже предела количественного определения в 19 пробах из 30, в остальных изменялась в диапазоне до 6,5 мкг/дм³, а в южной части Севастопольской бухты (бухта Южная) в поверхностном слое вод 23 апреля достигала 23,94 мкг/дм³ (1,0 ПДК). Содержание аммонийного азота было ниже предела обнаружения в четырех пробах и варьировало в пределах до 28,3 мкг/дм³ в остальных, за исключением очень высоких значений (65,0/0,17 ПДК и 298,2 мкг/дм³/0,77 ПДК) из придонного слоя в Юж-

ной бухте и у ГРЭС в августе. За счет этих двух значений средняя величина в апреле (8,21) была существенно ниже зафиксированной в августе (28,3 мг/дм³). Концентрация нитратов весной достигала 1473,9 мг/дм³ (0,17 ПДК) в поверхностном слое вод Южной бухты. Средняя величина в апреле (118,7) многократно превышала значение августа (14–146,6/30,6 мг/дм³, максимум в Южной бухте).

На станциях Севастопольского взморья концентрация нитритного азота была ниже предела количественного определения в 64 пробах из 103, а в остальных варьировала в диапазоне до 17,3 мг/дм³ (0,7 ПДК); максимум составил 67,5 мг/дм³ (2,8 ПДК) у оголовка трубы КОС «Южные» на глубине 69 м в начале августа. За счет большого количества нулевых значений среднее для всего района было невысоким — 2,6 мг/дм³. Содержание аммонийного азота было ниже предела обнаружения в 13 пробах и достигало 222,6 мг/дм³ (0,57 ПДК) на поверхности в месте разрыва трубы КОС «Южный» в конце марта. Здесь же в феврале было отмечено второе по уровню значение (199,5 мг/дм³), а третье (186,7 мг/дм³) у мыса Фиолент в конце сентября. Среднее по взморью — 23,3 мг/дм³. Концентрация нитратов изменялась в пределах 0–73,3 мг/дм³, в среднем 20,3 мг/дм³. В целом значения были довольно равномерно распределены в течение года по району. Хотя максимум нитратов отмечен 6 июля у оголовка трубы КОС «Южные» на глубине 85 м, однако средняя величина в этом районе (20,9 мг/дм³) не отличалась от общей для всего взморья.

В Севастопольской бухте весной и летом концентрация растворенного в воде кислорода изменялась в диапазоне 6,66–12,50 мгО₂/дм³, в среднем 9,15 мгО₂/дм³. Больших различий между поверхностным (9,37) и придонным слоями (8,93) отмечено не было, а вот весной аэрация вод (10,66) была намного выше летней (7,84). Процент насыщения вод кислородом варьировал в диапазоне 88–137%, средняя на поверхности — 113,3%, в придонных водах — 105,0%. На мелководном взморье Севастопольского района абсолютное содержание растворенного кислорода в одной пробе, отобранной 6 июля на глубине 85 м у оголовка трубы КОС «Южные», снижалось до очень низкого значения 1,86 мгО₂/дм³ (16% насыщения), которое соответствует уровню Экстремально Высокого Загрязнения (ЭВЗ). Еще одно значение ниже норматива (5,34 мгО₂/дм³) зафиксировано здесь же 24 мая. Во всех остальных пробах концентрация кислорода изменялось в диапазоне 6,49–11,86 мгО₂/дм³, в среднем в водах взморья 9,32 мгО₂/дм³.

3.3.4. Загрязнение атмосферных выпадений (г. Севастополь)

В 2018 г. проводилось аналитическое определение содержания неорганического азота в атмосферных осадках. Отбор проб выполнялся на МГС «Севастополь» (Павловский мыс) в два осадкосборника — закрытый (открывался только во время выпадения осадков) и постоянно открытый. Диапазон содержания азота в осадках составил 0,31–4,04 мгN/дм³, средневзвешенная 0,98 мгN/дм³ для закрытого осадкосборника. Минимальная концентрация неорганического азота отличалась незначительно от наблюдавшейся в 2017 г. (0,29 мгN/дм³), при этом максимальная (5,98) и средневзвешенная (1,30 мгN/дм³) в 2017 г. были почти в 1,5 раза выше. Диапазон значений для открытого осадкосборника составлял 0,33–7,38 мгN/дм³ в 2018 г.

По результатам обработки проб, отобранных в течение всего 2018 года, поток неорганического азота с атмосферными осадками в районе г. Севастополя составил 298 мг/м²-год для закрытого осадкосборника и 382 мг/м²-год для открытого. По сравнению с сопоставимым периодом прошлого года поток неорганического азота уменьшился в 1,4 раза, что вызвано снижением его концентрации в осадках при примерно равной величине количества выпавших дождей в 2017–2018 гг.

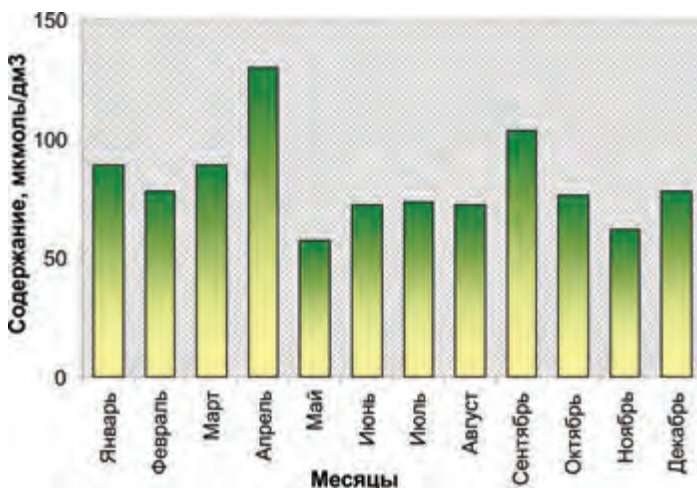


Рис. 3.10. Внутригодовое изменение содержания неорганического азота в пробах атмосферных осадков в районе Севастополя в 2018 г.

Четкие сезонные изменения концентрации неорганического азота в атмосферных осадках не прослеживались. Пики концентрации были зафиксированы в пробах, отобранных в апреле и сентябре 2018 г. (рис. 3.10).

3.3.5. Порт Ялта

В 2018 г. исследования гидрохимического режима и загрязнения вод на акватории порта Ялта проводились лабораторией мониторинга загрязнения окружающей среды г. Ялта (ЛМЗОС г. Ялта, ФГБУ «Крымское УГМС») в течение года ежедекадно на одной станции. Всего отобрано и обработано 72 пробы из поверхностного и придонного (5 м) слоев воды. **Температура** морской воды варьировала от 7,5 до 26,4°C. Среднегодовая составила 16,4°C и была на два градуса выше средней многолетней (14,5°C) за период наблюдений 1923–2015 гг. Резких колебаний температуры морской воды в поверхностном слое из-за сгонно-нагонных явления в 2018 г. не было зафиксировано. Изменение солёности на акватории морского пассажирского порта зависит от объема пресной воды, поступающей со стоком реки Деревкойка. Значения солёности в поверхностном слое варьировали от 7,041‰ до 18,304‰, в среднем 15,091‰, в придонном — 17,691–18,988/18,291‰, минимум отмечен 13 декабря, а максимум 22 августа. Среднегодовое значение солёности во всем столбе воды 16,691‰, что немного больше среднего за последние 5 лет (16,45‰). Хлорность воды изменялась в пределах 3,87–10,56‰, средняя за год 9,274‰. Общая щелочность изменялась в диапазоне 3,136–3,534 мг-моль/дм³; среднегодовая в столбе воды 3,287 мг-моль/дм³. Величина pH изменялась от 8,00 до 8,62, минимальная отмечена на поверхности 1 августа. Средняя величина pH за год в столбе воды от дна до поверхности составила 8,36. Превышение допустимого диапазона (6,5–8,5 ед.pH) наблюдалось в марте и апреле.

Нефтяные углеводороды в водах порта Ялта были обнаружены в течение всего года во всех 72 пробах, однако их содержание оставалось очень невысоким. В 33 пробах их концентрация составила 0,01 мг/дм³, а в трех — 0,02 мг/дм³. Средняя составила 0,005 мг/дм³ (0,1 ПДК) и более двух раз ниже прошлогодней (табл. 3.3, рис. 3.11). Содержание СПАВ превышало предел обнаружения (DL=10 мкг/дм³) только в 7 пробах из 24 и достигало 11 сентября на поверхности 42 мкг/дм³, в среднем 8,5 мкг/дм³. Загрязнение вод порта фенолами не отмечено, их содержание было ниже предела количественного определения.

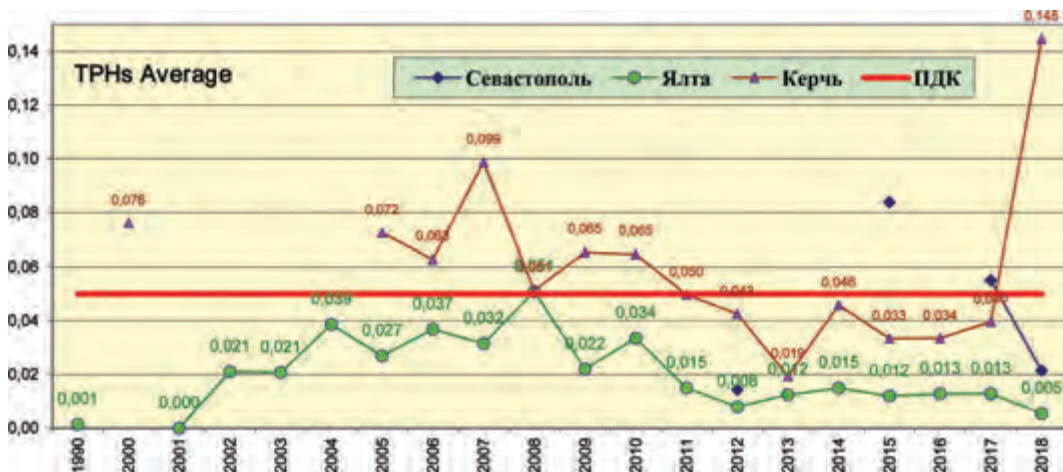


Рис. 3.11. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Крыма.

Как и в предыдущие годы, в водах акватории порта Ялта было обнаружено присутствие ХОП (γ-ГХЦГ, альдрин, ДДТ, ДДД и ГПХ). Линдан (γ-ГХЦГ) был обнаружен в 54% из 24 отобранных проб, его концентрация была в диапазоне 0,67–5,82 нг/дм³ (0,6 ПДК), максимум полностью повторял прошлогодний, средняя 0,91 нг/дм³. Альдрин был найден в двух пробах — 0,50 и 3,16 нг/дм³. Гептахлор присутствовал в 75% проб (в 2017 г. — 25%) и его концентрация достигала 3,84 нг/дм³ (0,4 ПДК), в среднем 0,88 нг/дм³. Концентрация ДДТ в двух пробах составила 0,51 и 0,94 нг/дм³, а ДДД — 0,63 и 1,00 нг/дм³. Присутствие α-ГХЦГ, ДДЭ и ПХБ в водах порта Ялты не зафиксировано.

Концентрация аммонийного азота изменялась в пределах 3–27, в среднем 15,1 мкгN/дм³, что на 4,5 мкгN/дм³ ниже прошлогоднего значения. Максимум наблюдался 13 ноября у дна и был немного меньше прошлогодней величины (32 мкгN/дм³). В течение последних лет наблюдается последовательное снижение уровня содержания аммония в водах порта. Нитриты были обнаружены в водах порта во всех 24 пробах в диапазоне 0,5–6,0/2,35 мкгN/дм³; среднее значение в столбе воды было немного меньше прошлогоднего (2,90), но почти равнялось позапрошлогоднему (2,4 мкгN/дм³). Концентрация нитратного азота изменялась в поверхностных водах в диапазоне от 18 до 307 мкг/дм³ (середина декабря), у дна 4–27 мкг/дм³. Среднегодовое содержание нитратов (50,5 мкг/дм³) немного повысилось (2017 г. — 38 мкг/дм³). Концентрация общего азота в поверхностных водах акватории пассажирского порта была очень близкой к прошлогодней и изменялась в пределах 1036–3246/1604 мкг/дм³, в придонных водах — от 155 до 493 мкг/дм³, в среднем 352 мкг/дм³. Наибольшие значения достигали 2500 и 3250 мкг/дм³ и были зафиксированы в августе и декабре (рис. 3.12). Среднегодовое содержание в слое поверхность–дно снизилось до 978 мкг/дм³ и практически равнялось уровню 2016 г. В целом поверхностные воды порта содержали азота значительно больше, чем придонные. И если для аммонийного и нитритного азота в среднем превышение составило 1,5 раза, то для общего и нитратного азота — в 4,6 и 6,8 раза соответственно.

Концентрация фосфатного фосфора в течение года на акватории морского пассажирского порта на поверхности варьировала от 4 до 16, в среднем 8,9 мкгP/дм³, в придонном слое 2–12/4,0 мкгP/дм³; в слое поверхность–дно 6,5 мкгP/дм³. Это немного ниже среднего значения за пятилетку (8,1 мкгP/дм³), а максимум (0,67 ПДК) был вдвое ниже абсолютного экс-

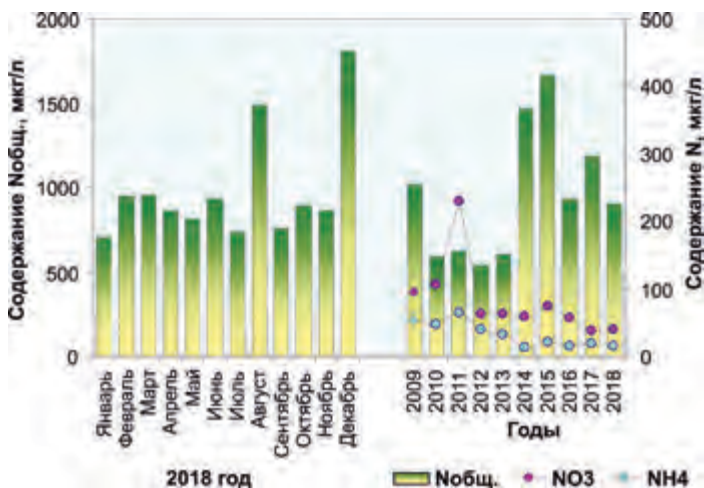


Рис. 3.12. Сезонные и межгодовые изменения содержания азота ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) в водах акватории порта Ялта.

тремума ($31 \text{ мкгР}/\text{дм}^3$) за период наблюдений. Многолетняя динамика содержания фосфатов в водах Ялты показывает постепенное снижение их среднегодовой концентрации (рис. 3.13). Без учета экстремума в апреле 2002 г. ($260 \text{ мкгР}/\text{дм}^3$) многолетняя динамика неорганического фосфора демонстрирует долговременную стабилизацию примерно на уровне $9 \text{ мкгР}/\text{дм}^3$. Концентрация общего фосфора в водах порта в 2018 г. была очень близкой к прошлогодним значениям и изменялась от 6 до $43 \text{ мкгР}/\text{дм}^3$; максимум наблюдался в придонном слое 18 сентября; среднегодовое значение составило $15,9 \text{ мкгР}/\text{дм}^3$, что полностью соответствует предыдущему году и немного больше средней за пятилетку ($13,6 \text{ мкг}/\text{дм}^3$).

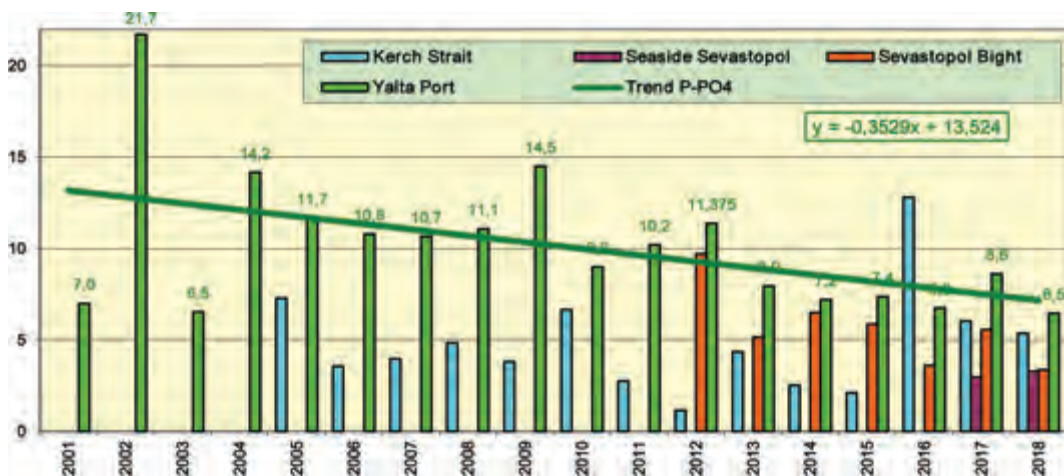


Рис. 3.13. Среднегодовая концентрация неорганического фосфора P-PO_4 ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) в прибрежных водах Крыма.

Концентрация **кремния** изменялась от 35 до 1698, в среднем $296 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Среднегодовое содержание, снизившись, вернулось к уровню 2010–2014 гг. (рис. 3.14).

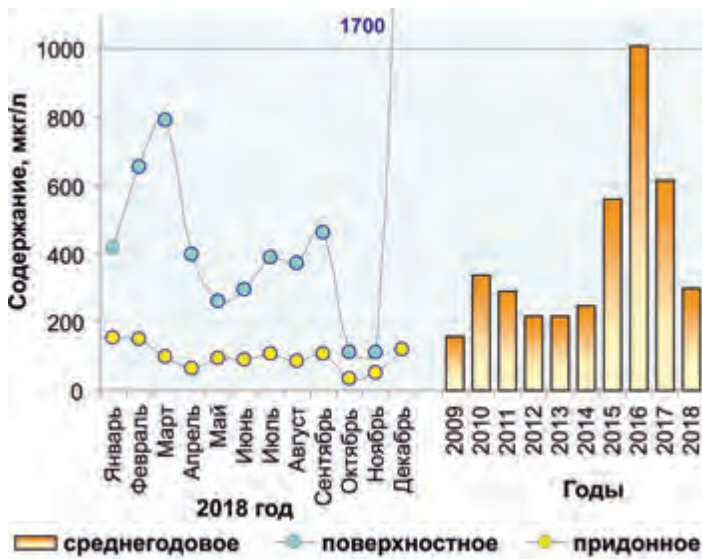


Рис. 3.14. Сезонные и меж-годовые изменения содержания кремния (мкг/дм³) в водах акватории порта Ялта.

По абсолютным значениям содержание растворенного кислорода варьировало в пределах 5,60–10,99 мгО₂/дм³ на поверхности и 6,22–9,97 мгО₂/дм³ у дна. Среднегодовое содержание растворенного кислорода (8,33 мгО₂/дм³ или 92,3% насыщения) было минимальным за последние годы. Насыщение вод растворенным кислородом даже по максимальным значениям достигало или незначительно превышало 100% рубеж только в марте, апреле, июне и июле. По среднemesячным значениям дефицит растворенного кислорода достигал 17% насыщения.

Таблица 3.3. Среднегодовое и максимальное значение гидрохимических параметров и концентрации загрязняющих веществ в прибрежных водах Крыма в 2016–2018 гг.

Район	Ингредиент	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Акватория п. Ялта	НУ	0,013	0,3	0,013	0,3	0,005	0,10
		0,050	1,0	0,030	0,6	0,02	0,40
	СПАВ	7,3	<0,1	11,0	0,1	8,5	<0,1
		45	0,5	43	0,4	42	0,4
	Фенол	0		0		0	
		0		0		0	
	γ-ГХЦГ (линдан)	0,27	<0,1	4,25	0,4	0,91	<0,1
		2,33	0,2	13,88	1,4	5,82	0,58
	α-ГХЦГ	0,24	<0,1	0,04	<0,1	0	
		1,64	0,2	0,59	<0,1	0	
	ДДТ	0		0		0,06	<0,1
		0		0		0,94	<0,1
	ДДЭ	0,04	<0,1	0		0	
0,56		<0,1	0		0		
ДДД	0,05	<0,1	0,03	<0,1	0,07	<0,1	
	0,71	<0,1	0,81	<0,1	1,00	0,10	
Альдрин	0		0,07	<0,1	0,15	<0,1	
	0		0,99	<0,1	3,16	0,32	
Гептахлор	0		0,44	<0,1	0,88	<0,1	
	0		2,57	0,3	3,84	0,38	
ПХБ	0		0		0		
	0		0		0		

	Аммонийный азот	14,9 42	<0,1 <0,1	19,6 32	<0,1 <0,1	15,1 27	<0,1 <0,1
	Нитритный азот	2,4 6,9	0,1 0,3	2,9 13,5	0,1 0,6	2,4 6,0	0,1 0,25
	Фосфатный фосфор	6,75 19,0	0,14 0,38	8,63 35,0	0,17 0,70	6,46 16,0	0,13 0,32
	Растворенный кислород	8,59 5,74	0,96	8,88 6,19		8,33 5,60	0,93
Севастопольская бухта и взморье	НУ	-		0,066 0,39	1,3 7,8	0,021 0,21	0,42 6,20
	Аммонийный азот	28,0 131	<0,1 <0,1	13,1 134,0	<0,1 <0,1	22,3 298,2	0,06 0,13
	Нитритный азот	0,68 2,7	<0,1 0,1	1,61 4,2	<0,1 0,2	2,4 67,5	0,10 2,81
	Фосфатный фосфор	3,60 8,00	0,07 0,16	4,78 29,88	0,10 0,60	3,30 41,4	0,07 0,83
	Растворенный кислород	8,00 5,88	0,98	9,30 7,25		9,28 1,62	0,27

3.3.6. Качество черноморских вод у берегов Крыма

Результаты расчета индекса загрязненности вод (ИЗВ), полученные на основе осредненных за сопоставимые периоды наблюдений и приведенных к ПДК величин концентрации приоритетных для каждого из районов мониторинга загрязняющих веществ и растворенного в воде кислорода, позволяют сравнить качество вод различных участков побережья Крыма. В 2018 г. воды Севастопольского района и порта Ялты по индексу ИЗВ классифицировались как «чистые», в отличие от Керченского пролива (см. Глава «Азовское море»), (табл. 3.4).

Таблица 3.4. Оценка качества черноморских вод у берегов Крыма в 2015–2017 гг. по индексу загрязненности вод ИЗВ.

Район	2016 г.		2017 г.		2018 г.		Среднее содержание ЗВ в 2018 г. (в ПДК)
	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	ИЗВ	Класс	
Севастопольская бухта	-	-	0,51	II	0,31	II	НУ 0,42; PO ₄ 0,07; NO ₂ 0,10; O ₂ 0,65
Акватория п. Ялта	0,24	I	0,37	II	0,26	II	НУ 0,10; PO ₄ 0,13; NO ₂ 0,10; O ₂ 0,72
Керченский пролив	0,45	II	0,46	II	1,03	III	НУ 3,10; NO ₂ 0,41; СПАВ 0,19; O ₂ 0,61

3.4. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе

В рамках программы государственной службы наблюдений и контроля (ГСН) мониторинг водной среды на прибрежных участках шельфа в районе Анапы, Новороссийска, Геленджика и Туапсе осуществлялся Устьевой ГМС Кубанская («У Кубанская», г. Темрюк) (рис. 3.15). Всего в период с января по октябрь было выполнено 7 съемок и отобрано 88 проб. Дополнительно на станции штормовой информации №2 в порту Туапсе было отобрано 36 проб каждые десять дней в течение всего года. 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 рН, растворенный кислород O₂ методом Винклера, щелочность Alk), концентрация биогенных элементов (фосфатов PO₄, аммонийного азота, нитритов

NO₂ и силикатов SiO₃) и загрязняющих веществ — НУ, СПАВ, пестицидов и растворенной в воде ртути. Экстракция нефтяных углеводородов производилась четырёххлористым углеродом. Нефтяные углеводороды определялись ИКС-методом на приборе КН-2 (концентра-томер). Определение концентрации ртути производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды.

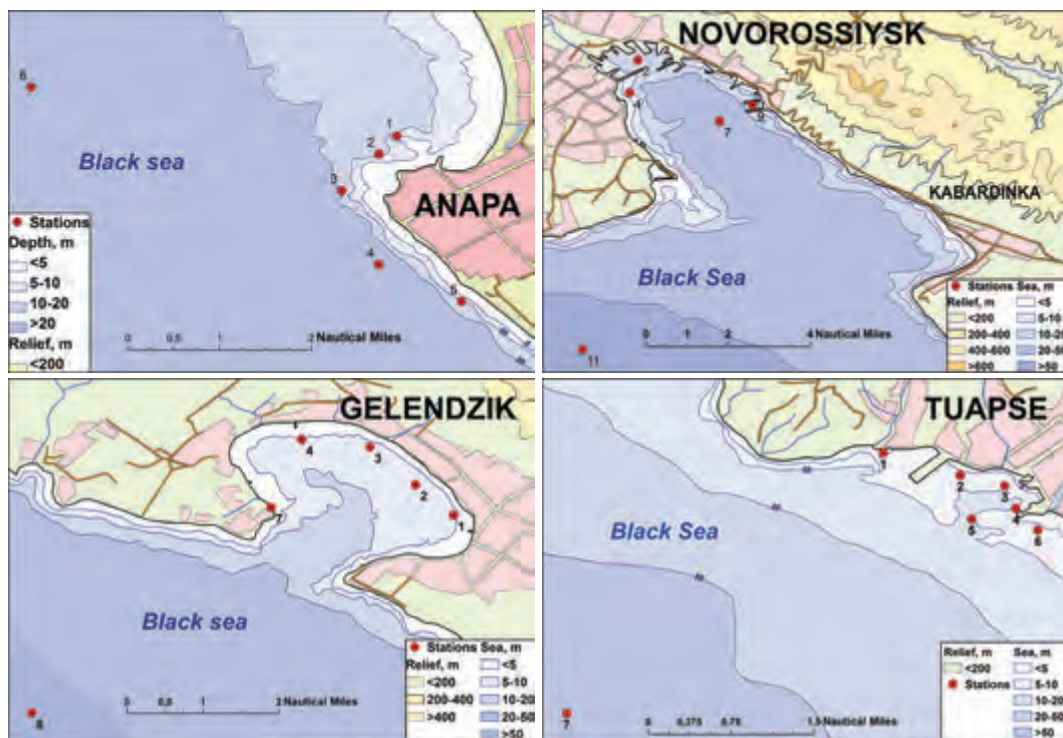


Рис. 3.15. Схема расположения станций отбора проб на акватории портов российской части Черного моря в 2018 г. (У Кубанская).

Анапа. В 2018 г. в районе г. Анапа исследования проводилась на 6 станциях с глубинами 6–30 м. Всего в период с января по октябрь было отобрано и проанализировано из поверхностного слоя 24 пробы воды. В период наблюдений соленость изменялась от 16,33 до 18,72‰. Максимальная соленость была отмечена в феврале, минимальная — в октябре. Средняя за год величина была несколько выше прошлогодней и составила 17,90‰ (17,34‰ — в 2017 г.); хлорность изменялась в пределах 9,04–10,36‰. Температура воды варьировала от 9,3 °C в январе до 27,1 °C в середине июля. Значение водородного показателя pH изменялось в диапазоне 8,00–8,85, общей щелочности — 2,938–3,350 мг-экв/дм³. В целом гидролого-гидрохимические параметры находились в пределах естественных межгодовых колебаний (табл. 3.5).

В течение года содержание минерального **фосфора** варьировало от аналитического нуля до 20,27 мкг/дм³. Для прибрежной акватории г. Анапы среднегодовая концентрация неорганического фосфора осталась практически на прошлогоднем уровне, в то время как для других районах северной части Кавказского побережья она оказалась несколько ниже (рис. 3.16). Больше всего средняя концентрация фосфатов уменьшилась в районах Туапсе и Новороссийска — с 19,7 до 15,8 мкг/дм³ для Новороссийска и с 23,0 до 20,1 мкг/дм³ для Туапсе. Анализ

многолетних данных позволяет выявить тенденцию повышения среднего содержания фосфатов в прибрежных водах. До некоторой степени это обусловлено значительным (в 3–4 раза) скачком значений у Анапы, Новороссийска и Геленджика в 2015 г. Спад в следующем году продолжился увеличением среднегодовой и максимальной концентрации в 2017–2018 гг., что соответствует многолетней тенденции накопления минерального фосфора в прибрежной акватории северной части Кавказского побережья.

Таблица 3.5. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья России в 2018 г.

Район	S,‰	Щелочность, мг-экв/дм ³	O ₂ , мг/дм ³	pH	PO ₄ , мкг/дм ³	SiO ₃ , мкг/дм ³	NH ₄ , мкг/дм ³	NO ₂ , мкг/дм ³
Анапа	17,895/ 18,720	3,113/3,350	8,56/ 5,93	8,53/ 8,85	9,9/ 20,3	34/ 127	57,06/ 472,50	0,70/ 3,37
Новороссийск	17,685/ 18,440	3,244/3,490	8,46/ 7,13	8,44/ 8,81	15,8/ 187,1	15/ 70	49,42/ 457,30	0,67/ 4,49
Геленджик	17,740/ 18,160	3,284/3,600	8,30/ 7,10	8,43/ 8,69	9,7/ 20,3	41/ 93	45,5/ 244,5	1,41/ 4,54
Туапсе	16,240/ 18,250	3,219/3,470	8,46/ 7,14	8,38/ 8,93	20,1/ 90,7	43/ 194	16,26/ 142,80	1,35/ 5,01

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

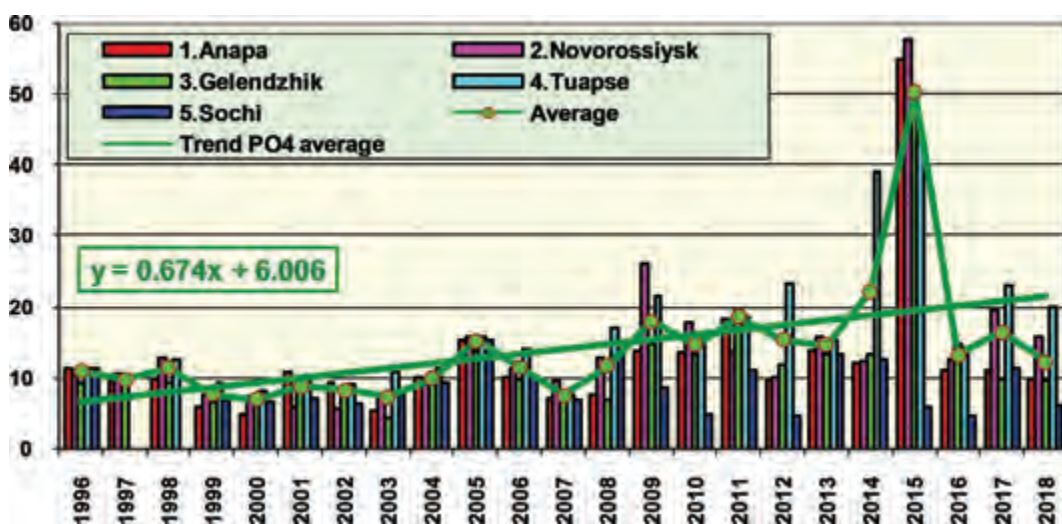


Рис. 3.16. Средняя концентрация неорганического фосфора P-PO₄ (фосфаты, мкг/дм³) в прибрежных водах Кавказского побережья в 1996–2018 гг.

Максимальная концентрация фосфатов в районе г. Анапы оказалась ниже прошлогодней и составила 20,3 мкг/дм³, что ниже величины ПДК (рис. 3.17). Также ниже уровня ПДК оказалась величина максимальной концентрации фосфатов в прибрежной акватории Сочи и Геленджика — 42,7 и 20,3 мкг/дм³ соответственно. По сравнению с 2017 г. существенно, примерно до 3,7 ПДК, выросла максимальная концентрация минерального фосфора в прибрежных районах у Новороссийска — с 48,0 до 187,1 мкг/дм³. В районе Туапсе максимальное содержание фосфатов уменьшилось с 128,7 до 90,7 мкг/дм³. В целом можно отметить экспоненциальный рост максимального содержания минерального фосфора на Кавказском побережье Черного моря за последние десять лет.

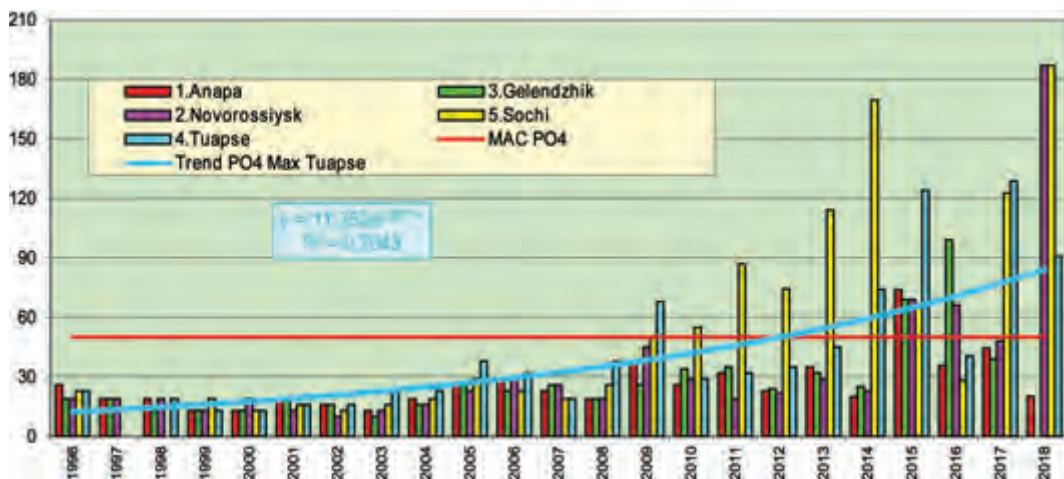


Рис. 3.17. Максимальная концентрация неорганического фосфора $P-PO_4$ (фосфаты, $мг/дм^3$) в прибрежных водах Кавказского побережья в 1996–2018 гг.

Содержание других биогенных элементов было в пределах естественных межгодовых изменений. Концентрация кремния изменялась от аналитического нуля в пяти пробах в октябре до $127,1 \text{ мг}/дм^3$ в феврале. Содержание аммонийного азота в течение года не превышало ПДК (ПДК= $2256 \text{ мг}/дм^3$) и варьировало от аналитического нуля до $472,5 \text{ мг}/дм^3$. Величина содержания нитритного азота изменялась от аналитического нуля до $3,37 \text{ мг}/дм^3$ и в среднем составляла $0,70 \text{ мг}/дм^3$.

В исследуемой акватории вблизи г. Анапа **нефтяные углеводороды** были обнаружены во всех 24 пробах ($DL=0,02 \text{ мг}/дм^3$). Концентрация НУ не превышала ПДК ни в одной из проб. Среднегодовая величина уменьшилась почти вдвое по сравнению с предыдущим годом и составила $0,008 \text{ мг}/дм^3$. Содержание детергентов во всех 24 проанализированных пробах было ниже предела обнаружения ($DL=100 \text{ мг}/дм^3$). В одной из трех проанализированных проб содержание ртути составило $0,031 \text{ мг}/дм^3$ ($0,31 \text{ ПДК}$), а в двух других пробах концентрация была ниже предела обнаружения ($DL=1 \text{ нг}/дм^3$). Содержание в воде пестицидов α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЕ было ниже предела обнаружения ($0,002$ – $0,02 \text{ нг}/дм^3$) во всех пробах.

Кислородный режим в целом был в пределах нормы, дефицит растворенного кислорода был обнаружен только в одной пробе, отобранной в конце октября ($5,93 \text{ мг}O_2/дм^3$). Концентрация кислорода в среднем составила $8,56 \text{ мг}O_2/дм^3$, максимум $12,56 \text{ мг}O_2/дм^3$. Относительное содержание растворенного в воде кислорода было в пределах $75,3$ – $177,0\%$ от насыщения и в среднем было ниже, чем в трех предыдущих годах ($107,20\%$ — 2015, $107,42\%$ — 2016, $102,09\%$ — 2017 и $85,63\%$ — в 2018 г.). Индекс ИЗВ ($0,29$, II класс, «чистые») уменьшился по сравнению с прошлым и позапрошлым годом в 1,7 раза (табл. 3.6). В расчет индекса, в отличие от прошлого года, вошла величина ртути и фосфатов. Содержание двух других параметров расчета — нефтяных углеводородов и кислорода — изменилось незначительно.

Новоросси́йск. В 2018 г. на 4 станциях в Цемесской бухте с глубинами от 7 до 13 м и одной в открытом море на изобате 55 м в течение года было отобрано 20 проб воды из поверхностного слоя. Температура варьировала $9,8$ – $25,7^\circ\text{C}$ и в среднем составила $17,3^\circ\text{C}$, что на $1,3^\circ\text{C}$ выше прошлого года. Соленость изменялась в диапазоне $16,60$ – $18,44\%$, среднегодовая величина составила $17,63\%$ (на $0,14\%$ меньше 2017 г.). Наименьшая соленость

была отмечена 24 октября, наибольшая — 21 февраля. Водородный показатель pH варьировал в пределах 8,10–8,81 и в среднем составил 8,44 ед.рН. Значения общей щелочности (3,040–3,490 мг-экв/дм³) были в пределах обычной сезонной и межгодовой изменчивости. Концентрация минерального фосфора варьировала от аналитического нуля до 187,09 мкг/дм³ и в среднем составила 15,78 мкг/дм³, что в 1,25 раза ниже прошлогоднего значения (табл. 3.5).

Содержание аммонийного азота изменялось в пределах от аналитического нуля до 457,30 мкг/дм³. По сравнению с прошлым годом средняя и максимальная величины аммонийного азота увеличились практически в два раза: средняя величина — с 26,50 мкг/дм³ до 49,42 мкг/дм³ в 2018 г.), а максимальная величина — с 218,50 мкг/дм³ до 457,30 мкг/дм³ (рис. 3.18). В 2017 г. средние значения аммония в водах Цемесской бухты, Геленджикской бухты и в районе Туапсе были ниже, чем в районе Адлера и Сочи, что было впервые за все время наблюдений. Подобная ситуация сохранилась и в 2018 г.

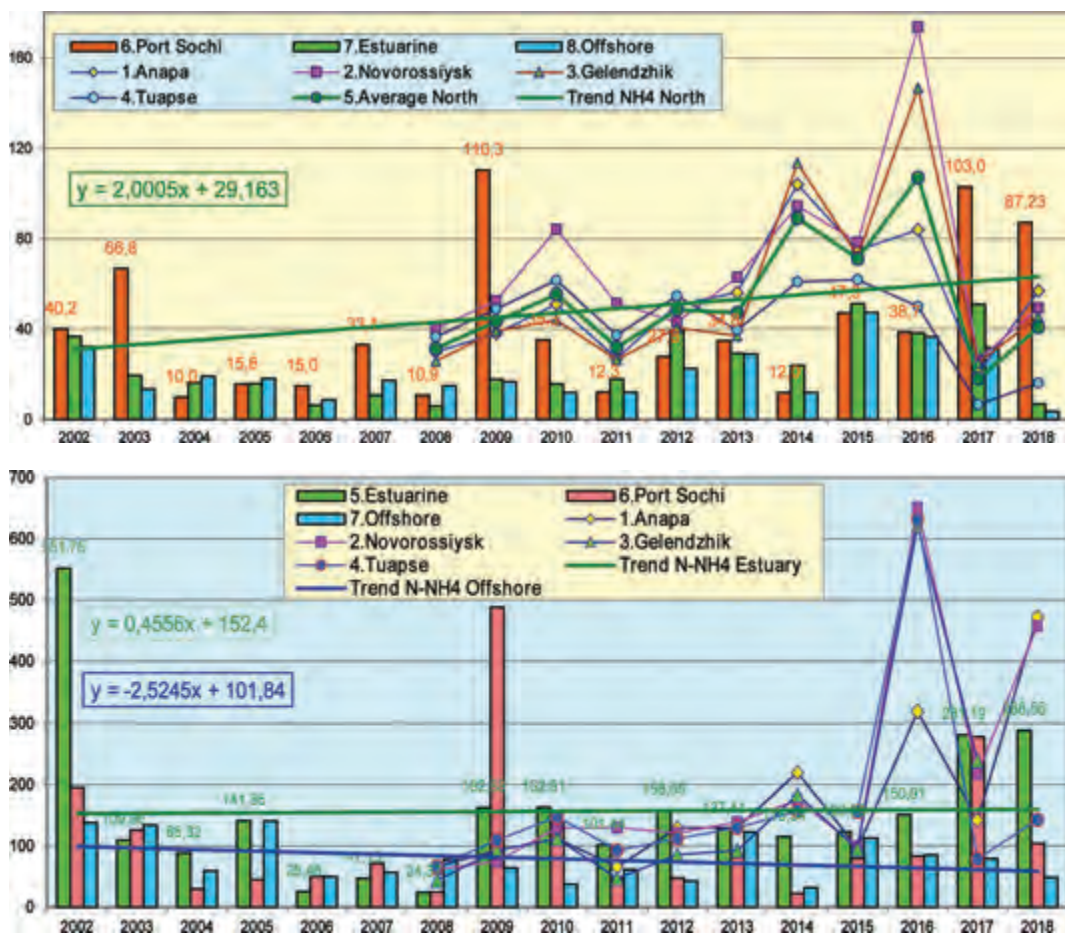


Рис. 3.18. Средняя (вверху) и максимальная (внизу) концентрация аммонийного азота N-NH₄ (мкг/дм³) в прибрежных водах Кавказского побережья в 2002–2018 гг.

Концентрация нитритов варьировала в диапазоне от аналитического нуля (DL=0,5 мкг/дм³, 13 проб) до 4,5 мкг/дм³; в среднем 0,7 мкг/дм³, что почти в два раза меньше прошлогодне-

го среднего значения. В течение последних двух десятилетий среднее содержание нитритов постепенно снижалось на всех контролируемых участках Кавказского побережья (рис. 3.19). И хотя в 2017 г. среднегодовая величина нитритного азота была выше, чем в 2016 году, общая тенденция осталась прежней. Максимальные значения в северной части побережья снижались в последние десятилетия даже быстрее, чем средняя концентрация, хотя и наблюдается значительная межгодовая изменчивость. На юге в районе Сочи-Адлер максимальное содержание нитритов, наоборот, очень резко возросло за период с 2014 по 2016 гг. до абсолютного максимума 40,6 мкг/дм³ (1,7 ПДК), который был зафиксирован 14 августа 2016 г. в устье реки Сочи на поверхности. В 2017 г. и в 2018 г. максимальная концентрация в районе Сочи снизилась до 12,1 мкг/дм³ и до 6,18 мкг/дм³ соответственно, но тем не менее осталась выше, чем в других районах Кавказского побережья. Диапазон значений силикатов в Цемесской бухте составил 0,0–69,7 мкг/дм³, максимум отмечен зимой 21 февраля в точке, удаленной на пять миль от берега. Средняя за год концентрация кремния резко упала по сравнению с прошлым годом с 173,7 до 13,1 мкг/дм³.

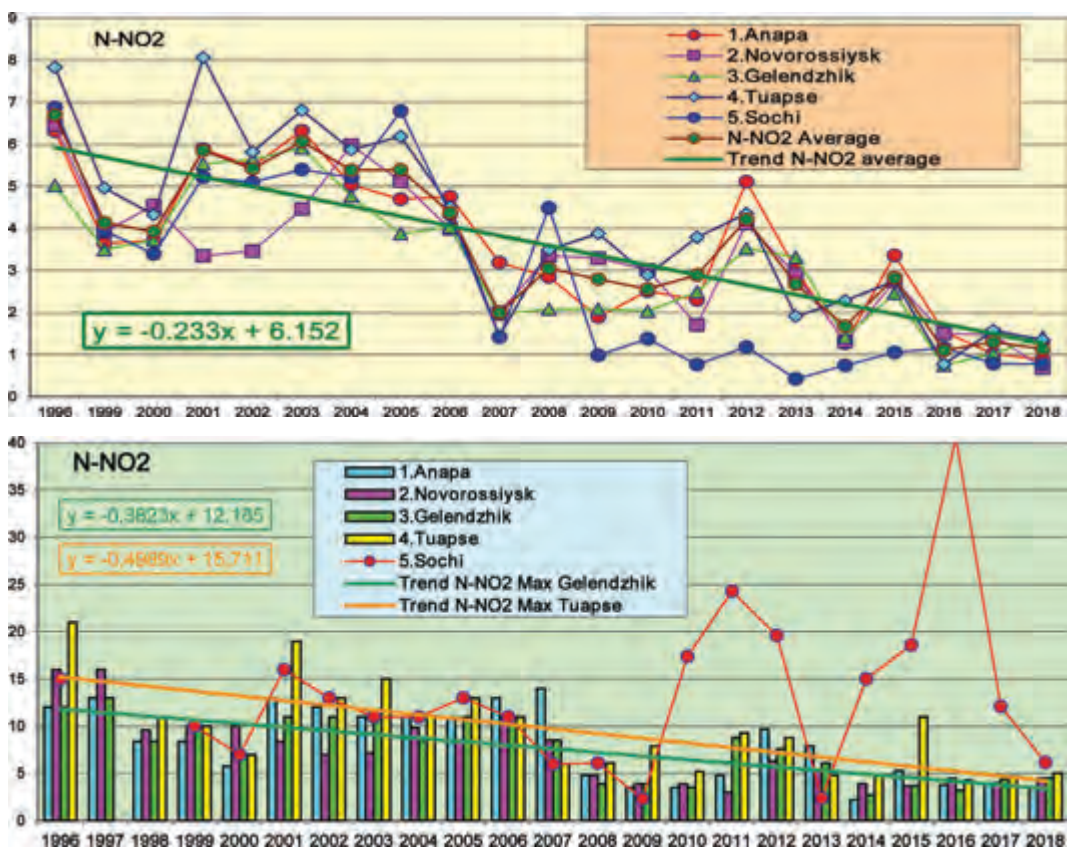


Рис. 3.19. Средняя (вверху) и максимальная (внизу) концентрация нитритного азота $N-NO_2$ (мкг/дм³) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996–2018 гг.

Загрязнение вод Цемесской бухты **нефтяными углеводородами** было невысоким и на протяжении четырех лет наблюдается тенденция уменьшения их содержания. Среднего-

довая концентрация составила 0,011 мг/дм³ и уменьшилась по сравнению с 2017 г. в 1,3 раза, по сравнению с 2016 г. — в 1,7 раза, а по сравнению с 2015 г. — в 3,3 раза. Максимальная составила 0,022 мг/дм³, что в 1,3 раза меньше 2017 г., в 2,9 раза меньше 2016 г. и в 4 раза меньше 2015 г. Содержание детергентов во всех 23 проанализированных пробах было ниже предела обнаружения (DL=100 мкг/дм³). Концентрация растворенной ртути в одной из четырех проанализированных проб составила 0,01 мкг/дм³, а в остальных была ниже предела обнаружения (DL=0,01 мкг/дм³). Содержание в воде пестицидов α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЕ было ниже предела обнаружения (0,002–0,02 нг/дм³) во всех пробах. Кислородный режим вод района во все сезоны был в пределах нормы, диапазон концентрации растворенного в воде кислорода составил 7,13–10,10 мгО₂/дм³, в среднем 8,46 мгО₂/дм³. Индекс ИЗВ (0,33, II класс, «чистые») уменьшился по сравнению с прошлым годом в 1,3 раза (табл. 3.6). В расчет индекса, в отличие от прошлого года, вошла величина ртути и фосфатов. Содержание двух других параметров расчета — нефтяных углеводородов и кислорода — изменилось несущественно.

Геленджик. В Геленджикской бухте на 5 станциях с глубинами 3–6 м и одной с глубиной 60 м (ст. №8) в течение всего года было отобрано 24 пробы воды из приповерхностного слоя. Минимальная соленость (16,60‰) была отмечена 24 октября на ст. №2, расположенной внутри бухты, а максимальная — 21 февраля на ст. №8, удаленной от берега на пять миль (18,16‰). Значения pH изменялись в диапазоне 8,07–8,69 ед. pH. Наименьшая величина pH была зафиксирована 12 июля на ст. №2, наибольшие — 3 октября во время единовременной съемки на станциях внутри Геленджикской бухты. Величина общей щелочности варьировала от 3,040 до 3,600 мг-экв/дм³, наименьшая величина была зафиксирована 21 февраля, наибольшая — 1 июня. Максимальная концентрация нитритов, аммонийного азота и минерального фосфора была значительно ниже ПДК (табл. 3.5). Концентрация силикатов изменялась от 13,2 до 92,6 мкг/дм³. Содержание фосфатов варьировало от аналитического нуля (DL=5,0 мкг/дм³) в пяти пробах до 20,27 мкг/дм³, в среднем — 9,70 мкг/дм³. Содержание аммонийного азота было ниже предела обнаружения в 15 пробах, наиболее высокие значения (до 244,5 мкг/дм³) были отмечены в октябре, среднее содержание за год — 45,5 мкг/дм³, что в 1,8 раз больше 2017 г. Концентрация нитритов была в диапазоне 0 (10 проб) — 4,54 мкг/дм³, среднее — 1,41 мкг/дм³. Максимальное значение было зафиксировано 21 февраля на ст. №4.

В 24 отобранных пробах содержание **НУ** изменялось от 0,003 до 0,013 мг/дм³. Минимальное содержание было отмечено на ст. №2 24 октября, а максимальная величина была зафиксирована 21 февраля на ст. №3. Среднее содержание НУ за год составило 0,007 мг/дм³, что в 1,4 раза меньше прошлогоднего значения (рис. 3.20). Хотя в среднем за весь период наблюдений средняя концентрация НУ показывает незначительный тренд снижения уровня нефтяного загрязнения вод, однако значения практически во всех районах существенно изменялись от года к году. В целом на акватории всего Кавказского побережья наблюдается значительная вариабельность среднегодовых величин и существенный уровень различия между районами контроля. Среднегодовая величина превышала ПДК только в районе Большого Сочи в середине первой декады столетия, а в остальных районах контроля обычно была в пределах 0,4–0,7 ПДК. Максимальная среднегодовая величина за весь период наблюдения поднималась существенно выше ПДК преимущественно в районе прибрежных вод Туапсе и Сочи (до 8,2 ПДК в 2014 г. в Туапсе и до 7,4 ПДК в 2007 г. в Сочи). С 2014 г. можно отметить снижение средней и максимальной величины НУ на акватории Кавказского побережья в большей степени за счет вклада прибрежных вод Туапсе. В этот период среднегодовая концентрация в акватории Туапсе уменьшилась в три раза, а максимальная — в 15,2 раза.

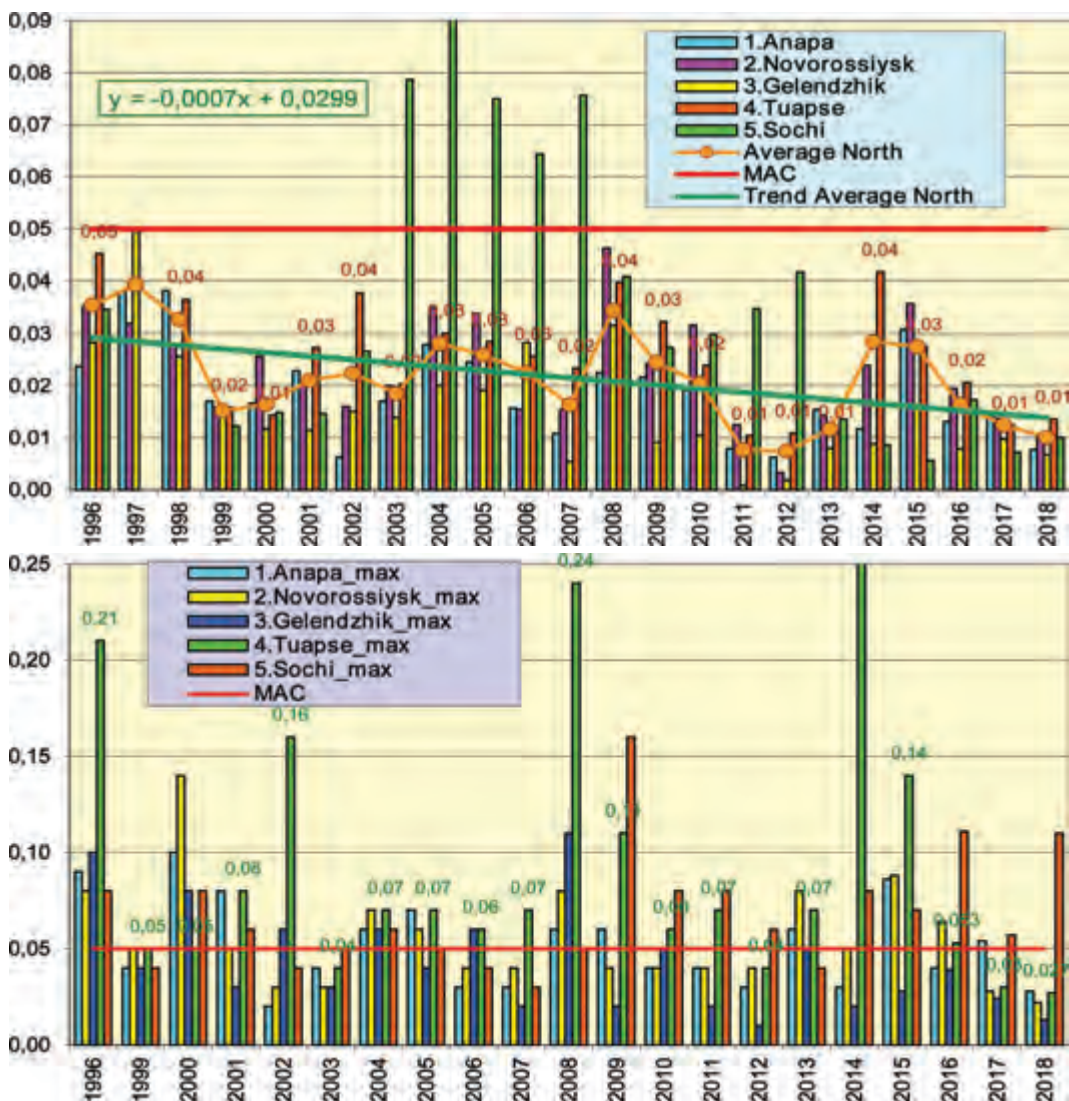


Рис. 3.20. Средняя (вверху) и максимальная (внизу) концентрация нефтяных углеводородов ($\text{мг}/\text{дм}^3$) в поверхностном слое вод российской части Кавказского побережья Черного моря в 1996–2018 гг.

Сокращения: Average North — средняя величина в северной части Кавказского побережья; MAC — предельно допустимая концентрация; Trend Average North — тренд концентрации НУ в северной части побережья.

Концентрация СПАВ во всех пробах была ниже предела обнаружения ($\text{DL}=0,10 \text{ мкг}/\text{дм}^3$). Содержание в воде пестицидов α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ (линдан), ДДТ и ДДЕ было ниже предела обнаружения ($0,002\text{--}0,02 \text{ нг}/\text{дм}^3$) во всех пробах. Концентрация растворенной ртути в четырех проанализированных пробах была ниже предела обнаружения ($\text{DL}=0,010 \text{ мкг}/\text{дм}^3$). Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в пределах $7,10\text{--}10,16 \text{ мг}/\text{дм}^3$, средняя — $8,30 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Процентное содержание растворенного кислорода изменялось от 88,5%

до 104,7%. Низкое значение индекса ИЗВ (0,28) позволяет отнести воды района к II классу, «чистые». Расчет производился по среднегодовой концентрации аммонийного азота, минерального фосфора, нефтяных углеводородов и средней концентрации растворенного в воде кислорода.

Туапсе. Кроме четырех стандартных гидрохимических съемок в феврале, июне, сентябре и октябре на четырех прибрежных станциях с глубинами 5–12 м (20 проб), наблюдения также проводились ежедневно на штормовой ст.№2 с глубиной 6 м у основания волнолома (36 проб). Все пробы отобраны из поверхностного слоя вод. Температура воды за время наблюдений изменялась в интервале 8,8–27,6°С. Минимальная температура была зафиксирована 16 января на ст.№2, максимальная температура — 16 июля на этой же станции. Соленость изменялась от 16,240 до 18,250‰ с максимумом 5 июля и минимумом 15 марта на штормовой станции. Значения рН и общей щелочности в водах вблизи Туапсе были в пределах обычных межгодовых и сезонных изменений и находились в узком диапазоне 7,09–8,93 ед.рН и 2,760–3,470 мг-экв/дм³.

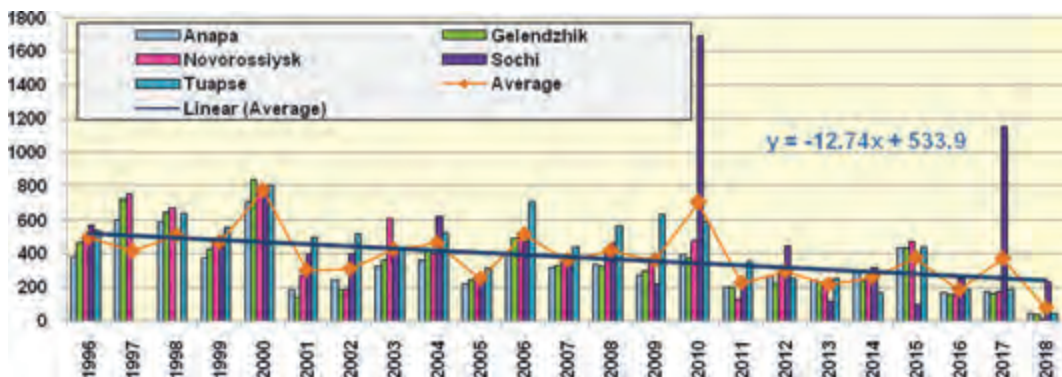


Рис. 3.21а. Средняя концентрация кремния ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) в поверхностном слое вод российской части Кавказского побережья Черного моря в 1996–2018 гг.

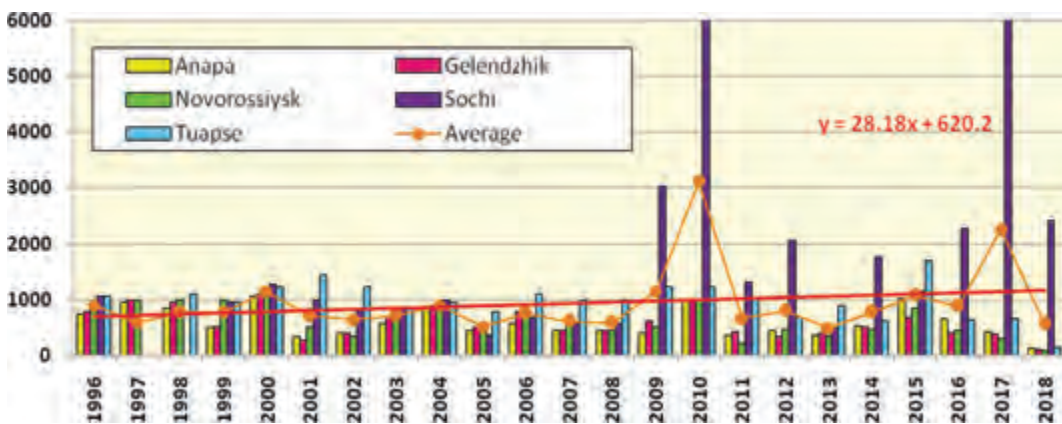


Рис. 3.21б. Максимальная концентрация кремния ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) в поверхностном слое вод российской части Кавказского побережья Черного моря в 1996–2018 гг.

Содержание всех анализируемых форм биогенных элементов в исследуемом прибрежном районе было в диапазоне естественной изменчивости (табл. 3.5). Концентрация **фосфатов** варьировала от аналитического нуля ($\text{DL}=5,0 \text{ мкг}/\text{дм}^3$) в трех пробах до $90,7 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, в среднем

23,1 мкг/дм³. Концентрация кремния была в пределах от аналитического нуля до 194,2 мкг/дм³ в январе. На протяжении всего периода исследований наблюдалась тенденция уменьшения среднего содержания кремния на акватории Кавказского побережья (рис. 3.21а). В 2010 г. и в 2017 г. было отмечено довольно сильное увеличение средней концентрации кремния в районе Сочи, что может быть вызвано особенностями материкового стока. Максимальная концентрация, напротив, демонстрирует некоторое увеличение на протяжении всего периода, главным образом за счет вклада вод акватории Большого Сочи в водный бассейн района исследования (рис. 3.21б). Содержание аммонийного азота в течение года варьировало от аналитического нуля до 142,8 мкг/дм³. Величина содержания нитритного азота изменялась от аналитического нуля до 5,0 мкг/дм³ и в среднем составляла 1,4 мкг/дм³.

Содержание **нефтяных углеводородов** в поверхностном слое вод района изменялось от 0,005 до 0,027 мг/дм³ (0,54 ПДК). Средняя за год величина составила 0,014 мг/дм³, что почти совпадает с прошлогодним значением (0,012 мг/дм³). Содержание СПАВ было ниже предела обнаружения (DL=10 мкг/дм³) во всех 56 пробах. В десяти пробах из 16 проанализированных содержание ртути было ниже предела обнаружения (DL=0,01 мкг/дм³). Среднее содержание растворенной ртути составило 0,006 мкг/дм³ (0,06 ПДК), максимум составил 0,02 мкг/дм³, что совпадает с результатами прошлого года. Содержание в воде пестицидов α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЕ было ниже предела обнаружения (0,002–0,02 нг/дм³) во всех пробах. Кислородный режим поверхностного слоя вод в районе Туапсе во все месяца года был в пределах нормы. Минимальное значение растворенного кислорода (7,14 мгО₂/дм³) было практически идентично прошлогоднему (7,17 мгО₂/дм³), оно было зафиксировано 16 июля при температуре воды 27,6 °С и соответствовало 99,89% насыщения; среднее значение было ниже прошлогоднего и составило 8,46 мгО₂/дм³ (9,41 мгО₂/дм³ — в 2017 г.). Индекс ИЗВ (0,36) позволяет отнести воды района к II классу, «чистые». Расчет производился по средней годовой концентрации нефтяных углеводородов, ртути, фосфатов и кислорода.

3.5. Прибрежный район Сочи — Адлер

В 2018 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 Сочи — Адлер были проведены 4 гидрохимические съемки в марте, мае, августе и октябре. Наблюдения проводились с борта арендованного малого 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. 3.22). В районе г. Сочи одна станция находится в центральной части акватории порта (I), вторая в устье реки Сочи и загрязняется ее стоком (II), третья расположена на траверзе реки, но удалена от берега на 2 морские мили и поэтому может считаться условно чистой зоной (III). Южнее две прибрежные станции в устье ручья Малый (IV) и устье реки Хоста (V) позволяют контролировать загрязнение прибрежной зоны, а фоновой служит станция в 2 милях от берега на траверзе устья р. Хоста (VI). В районе Адлера одна станция (VII) также расположена на мелководье (глубина 6 м) немного южнее устья реки Мзымта, а вторая (VIII) в 2 милях от берега в условно чистой зоне (глубина 370 м).

Пробы воды отбирались батометрами на мелководных станциях из поверхностного и придонного слоев, на глубоких станциях — со стандартных гидрологических горизонтов 0, 10, 25 и 50 м. Максимальная глубина отбора проб составила 58 м. В комплекс гидрохимических наблюдений вошло определение следующих параметров: температура, соленость, хлорность, щелочность, pH, окислительно-восстановительный потенциал морской воды, электропрово-

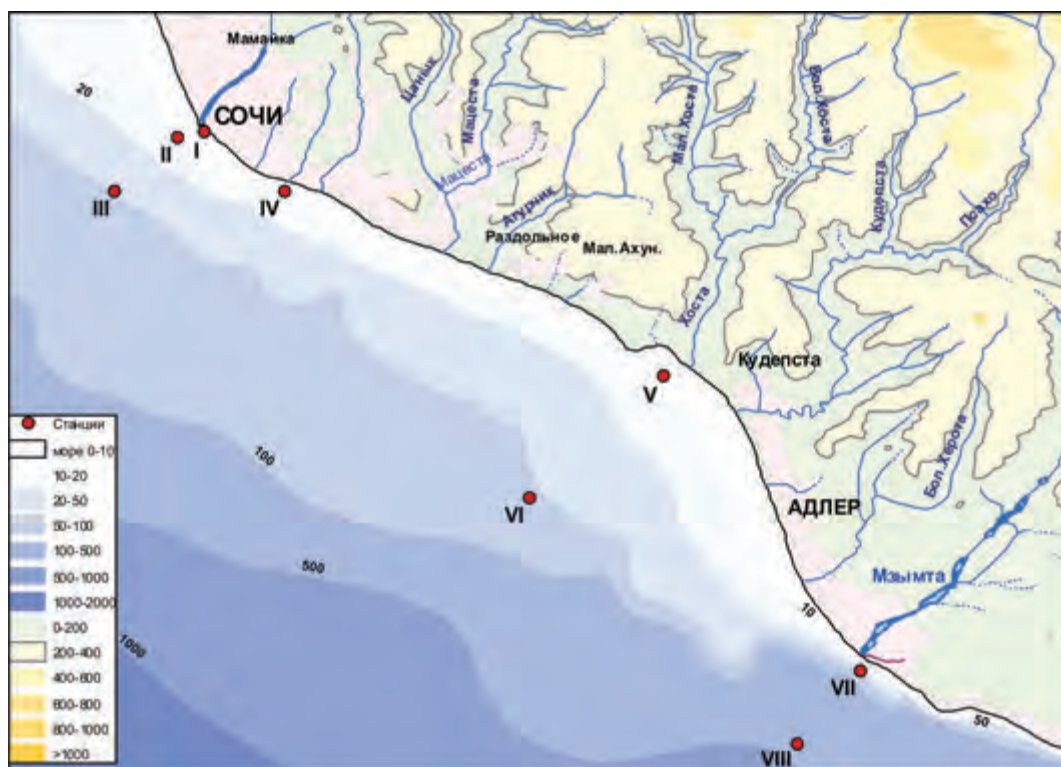


Рис. 3.22. Расположение станций отбора проб в прибрежной зоне района Сочи — Adler в 2018 г. Станция VIII расположена на траверзе р. Мзымта в 2 морских милях от берега.

дность, концентрация взвешенных веществ, растворенного в воде кислорода, аммонийного, нитритного, нитратного и общего азота, фосфатов и общего фосфора, силикатов. На борту судна производилась экстракция нефтяных углеводородов четырёххлористым углеродом и СПАВ хлороформом, консервация проб на определение металлов — свинца, ртути, железа. Последующий химический анализ отобранных проб проводился в стационарной лаборатории ЛМЗС СЦГМС ЧАМ. Всего в 2018 г. было отобрано 88 проб воды: в районе Адлера — 24 пробы, у Хосты (24) и Сочи (40); было выполнено 1712 анализов.

Температура воды в исследуемом прибрежном районе изменялась в пределах от 10,0°С на горизонте 6,7 м в устье реки Сочи 26 марта и до 27,4°С на морской станции на траверзе устья реки Мзымты 23 августа. Средняя температура по району за исследуемый период года составила 19,09°С. Среднее значение солёности на 0,716‰ было ниже прошлогоднего и составило 17,649‰; минимальное значение (7,283‰) было зафиксировано весной 26 марта в устье реки Сочи; еще в четырех пробах в эстуарном районе рек Хоста, Мзымта и Сочи, значение солёности было ниже 13‰. Максимальная солёность (19,453‰) была отмечена на глубине 25 м на траверзе Сочи 26 марта; еще в 69 пробах она была выше 17‰ (табл. 3.7). Диапазон значений рН (8,00–8,43 ед.рН) был уже прошлогоднего (7,72–8,47 ед.рН), а среднее (8,27 ед.рН) было выше прошлогоднего (8,16 ед.рН). Значения щёлочности изменялись в пределах 2,124–3,398 мг-экв/дм³, средняя величина составила 3,070 мг-экв/дм³. Диапазон значений электропроводности — 11,34–30,30 мСм/см. Содержание взвешенных веществ в водах района изменялось в течение года в пределах 0,1–70,1 мг/дм³ (в 2017 г. — 0,0–22,9 мг/дм³; 2016 — 0,4–21,4; 2015 —

0,1–15,8; 2014 — 0–5,9; 2013 — 0,1–7,7; 2012 — 0,14–14,3; 2011 — 0,5–37,9 мг/дм³), наибольшее значение (7,01 ПДК) было отмечено 26 марта в устье Мзымты в поверхностном слое; средняя концентрация ВВ — 2,9 мг/дм³ несколько выше прошлогоднего уровня — 2,2 мг/дм³.

Таблица 3.7. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья в районе Сочи-Адлер в 2018 г.

Район	S,‰	Alk	O ₂ *	pH	Ptotal	PO ₄	SiO ₃	NH ₄	NO ₂	NO ₃	N _{total}
порт Сочи	18,183/ 18,968	3,146/ 3,355	8,60/ 7,14	8,12/ 8,25	42,3/ 81,5	12,3/ 34,3	124/ 248	87,2/ 288,6	1,1/ 2,0	5,4/ 16,0	185/ 323
Эстуарии рек	16,481/ 18,890	3,035/ 3,355	9,00/ 7,50	8,25/ 8,40	28,8/ 107,3	12,3/ 42,7	341/ 2398	7,0/ 104,1	0,8/ 6,2	11,9/ 122,9	181/ 363
Открытые воды	18,338/ 19,453	3,081/ 3,398	9,60/ 7,63	8,30/ 8,43	24,8/ 107,8	6,9/ 27,4	126/ 491	3,6/ 48,5	0,6/ 2,2	3,2/ 16,4	163/ 422
Суммарно район	17,649/ 19,453	3,070/ 3,398	9,60/ 7,54	8,27/ 8,43	29,0/ 107,8	10,3/ 42,7	233/ 2398	15,7/ 288,6	0,8/ 6,2	7,8/ 122,9	175/ 422

Alk — мг-экв/дм³; O₂ — мгO₂/дм³; биогенные элементы — мкг/дм³.
O₂* — средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода.

Концентрация аммонийного азота в водах района Адлер-Сочи изменялась в пределах 0,0–288,6 мкг/дм³ (0,74 ПДК), три значения, превышающие 100 мкг/дм³ (0,26 ПДК) были отмечены в эстуарных районах и в акватории порта Сочи в весенне-летний период (табл. 3.8). Содержание аммонийного азота, равное аналитическому нулю, было зафиксировано в 46 пробах из 64 обработанных. Средняя по всем станциям составила 15,7 мкг/дм³, что в 3,2 раза меньше прошлогодней (50,3 мкг/дм³), и в 2,4 раза меньше позапрошлогодней (37,7 мкг/дм³). Средняя концентрация аммония в поверхностном и придонном слоях отличалась незначительно — 17,1 и 15,1 мкг/дм³ соответственно. Также очень незначительно различалось содержание аммонийного азота в эстуариях рек (средняя величина составила 4,7 мкг/дм³) и в мористой зоне исследуемого района (3,6 мкг/дм³), в то время как содержание аммония в порту Сочи было значительно выше (87,2 мкг/дм³).

Концентрация нитритного азота изменялась от значений ниже предела обнаружения DL=0,1 мкг/дм³ в 28 пробах из 64 до 6,2 мкг/дм³ (0,3 ПДК) на поверхности в устьевой области реки Сочи 26 марта; остальные значимые величины были меньше 3,69 мкг/дм³. Средняя концентрация по всем станциям составила 0,77 мкг/дм³, что практически равно прошлогодней (0,78 мкг/дм³); в поверхностном слое составила 0,75, а в подповерхностном столбе воды до дна — 0,78 мкг/дм³. Средняя концентрация нитритного азота в последние восемь лет устойчиво держится в районе 1 мкг/дм³ после многократного снижения в 2006 г. (рис. 3.19). Наибольшие величины показывают очень большие межгодовые колебания, а максимум в нынешнем столетии был отмечен в 2016 г.

Концентрация нитратов изменялась от аналитического нуля (32 пробы) до 122,9 мкг/дм³ на поверхности в приустьевом районе реки Сочи 26 марта; в среднем 7,8 мкг/дм³ (0,001 ПДК), что в 3,6 раза меньше прошлогоднего. В последние полтора десятилетия на всех участках акватории Большого Сочи среднегодовое содержание нитратов резко и почти синхронно изменялось в основном в пределах 10–25 мкг/дм³; при этом различается общий незначительный тренд на понижение (рис. 3.23). Содержание общего азота изменялось от 81,6 мкг/дм³ на горизонте 45 м в двух милях на траверзе устья р. Сочи до 422,0 мкг/дм³ 23 августа в открытом море на траверзе устья Мзымты в двух милях от берега, составив в среднем 174,6 мкг/дм³ (уменьшение на 51%); максимальная концентрация на 39,8% ниже прошлогодней (701,1 мкг/дм³). В поверхностном слое среднегодовая концентрация по всем станциям составила 198,5 мкг/дм³; а в подстиляющих водах — 150,7 мкг/дм³. Среднее содержание суммарного азота в порту Сочи 185 мкг/дм³

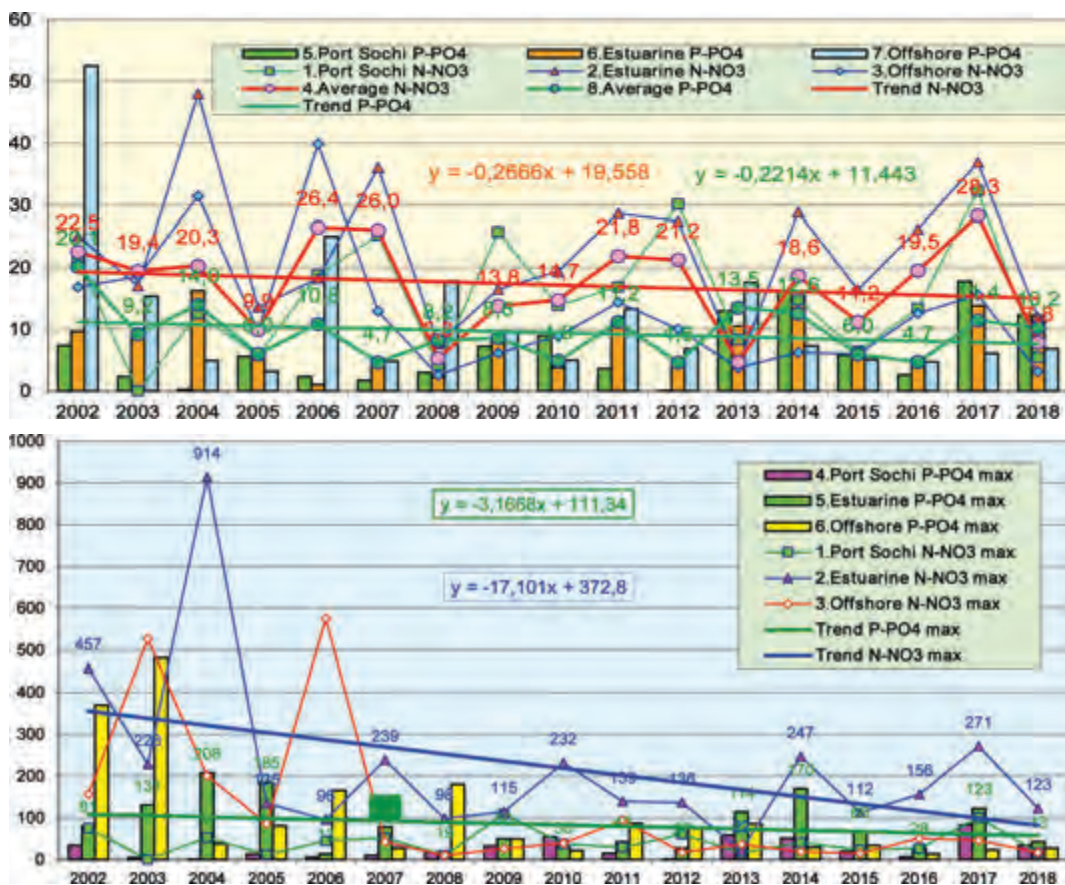


Рис. 3.23. Средняя (вверху) и максимальная (внизу) концентрация нитратов $N-NO_3$ и $P-PO_4$ (мкг/дм³) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2002–2018 гг.

(2017 — 382 мкг/дм³; 2016 — 241; 2015 — 466; 2014 — 345; 2013 — 220), в эстуариях рек 180 мкг/дм³ (378, 221, 157, 286; 192) и в открытом море 163 мкг/дм³ (325, 163, 193, 198; 225).

Концентрация **фосфатов** изменялась от аналитического нуля в 26 пробах из 64 проанализированных до максимума 42,7 мкг/дм³, зафиксированного 15 мая на придонном горизонте эстуарного района Сочи (Малый ручей). Средняя за год концентрация по всем станциям составила 10,4 мкг/дм³ (2017 — 11,4; 2016 — 4,7; 2015 — 6,0; 2014 — 12,6; 2013 — 13,5); различия между слоями (у поверхности 5,3 мкг/дм³, глубже — 15,2 мкг/дм³) могут быть обусловлены большим потреблением фосфатов клетками фитопланктона на поверхности. Средняя концентрация фосфатов наименьшей была в открытом море (6,9 мкг/дм³), в акватории порта Сочи и в эстуарных районах рек она была одинаковой и составила 12,3 мкг/дм³. Содержание общего фосфора (64 пробы) изменялось от 4,2 до 107,8 мкг/дм³. Минимальная величина была зафиксирована на горизонте 50 м в открытом море на траверзе устья р. Мзымты в конце августа, максимальная — в этой же точке 26 марта на глубине 50 м. Среднее значение составило 29,0 мкг/дм³, что практически совпадает с прошлогодним значением (29,2 мкг/дм³) и соответствует уровню 2013–2015 гг. В поверхностном слое вод района среднее значение составило 20,2 мкг/дм³, а в подстилающих водах — почти в два раза больше (37,8 мкг/дм³).

Концентрация **силикатов** в пересчете на кремний варьировала в диапазоне от аналитического нуля до 2398 мкг/дм³, максимум был в 4 раза ниже прошлогоднего и зафиксирован 26 марта в эстуарии реки Хосты. Следующее по величине значение (1448 мкг/дм³) отмечено в устье реки Сочи того же числа на поверхности. Среднегодовая концентрация во всем районе составила 233 мкг/дм³, что в 5 раз ниже прошлогодней. Поскольку важнейшим источником силикатов является речной сток, их содержание в эстуарной области рек района Большого Сочи было наибольшим (341 мкг/дм³). Содержание кремния в удаленных от берега открытых водах и в порту Сочи было практически одинаковым (126 и 124 мкг/дм³, соответственно). В приповерхностном слое вод района исследования содержание кремниевой кислоты (347 мкг/дм³) было в 2,9 раз выше, чем в промежуточных и придонных водах до глубины 58 м (119 мкг/дм³).

В 2018 г. в прибрежных водах между Адлером и Сочи уровень содержания **нефтяных углеводов** изменялся в диапазоне от аналитического нуля (75% — 48 пробы из 64) до 131 мкг/дм³ (2,62 ПДК), (табл. 3.8). В прошлом году 69% проб имели содержание нефтяных углеводов, равное аналитическому нулю, в отличие от позапрошлого года, когда всего лишь три пробы из 64 имели содержание, равное аналитическому нулю. Среднегодовая величина составила 13 мкг/дм³, что в 1,3 раза выше 2017 г. Максимальная величина была в 2,3 раза больше прошлогодней и была зафиксирована 10 октября в придонном слое на глубине 9,8 м в акватории порта Сочи. Средняя концентрация НУ в поверхностных и глубинных водах всего района отличалась незначительно (14 и 12 мкг/дм³ соответственно). Воды акватории порта Сочи в периоды наблюдений были наиболее загрязненными НУ (в среднем 19 мкг/дм³), немного меньше было отмечено в открытом море на удалении 2 морские мили от берега (18), а наименьшим было их содержание в эстуарном районе (8). В целом на всей акватории прибрежного района Большого Сочи содержание нефтяных углеводов постепенно снижается за последние полтора десятилетия до уровня, предшествовавшего 2003 г.

Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ (**СПАВ**) была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа ($DL=25$ мкг/дм³) во всех 64 проанализированных пробах. В прошлом году СПАВ присутствовали в незначительном количестве в восьми пробах из 64 исследованных. После относительно высоких значений содержания СПАВ в 2005–2007 гг. их концентрация стабилизировалась около 0,1 ПДК.

Концентрация определяемых по **БПК₅** легко окисляемых органических веществ составила 0,06–2,80 мгО₂/дм³; максимум (1,33 ПДК) был отмечен 26 марта в двух милях от берега на траверсе реки Мзымта на глубине 50 м при температуре воды 10,8°С и солености 19,4‰; среднее значение по всему району составило 1,58 мгО₂/дм³ (0,75 ПДК). Различия между мористыми участками, эстуарными и акваторией порта Сочи незначительны — средние 1,73; 1,52 и 1,43 мгО₂/дм³ соответственно. Распределение органических веществ в столбе воды было относительно равномерным — в среднем 1,51 мгО₂/дм³ в поверхностном слое и 1,66 мгО₂/дм³ глубже.

Hg. Концентрация растворенной в морской воде ртути была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа ($DL=0,01$ мкг/дм³) во всех 64 проанализированных пробах. В последние годы растворенная в воде ртуть в прибрежных водах Большого Сочи была обнаружена только в апреле 2013 г.

Pb. Содержание свинца в прибрежных водах района Сочи-Адлер было в диапазоне 0,0–3,1 мкг/дм³; аналитический ноль зафиксирован в 10 пробах; среднегодовая концентрация значительно уменьшилась по сравнению с предыдущим годом до 1,69 мкг/дм³ (в 2017 г. — 9,06 мкг/дм³). Максимальное значение (0,3 ПДК) уменьшилось в десять раз по сравнению

с прошлым годом и было зафиксировано 10 октября в акватории порта Сочи у дна. Ни в одной пробе из 64 измеренных содержание свинца не превышало норматива. В прошлом году в 18 пробах из 64 (28%) концентрация свинца была выше норматива, что на 13% ниже, чем в позапрошлом году. В целом в последние полтора десятилетия наблюдается повышение и средних, и экстремальных значений содержания свинца в водах района (рис. 3.24). В 2015–2016 гг. средняя концентрация превышала ПДК, в 2017 г. составила 0,9 ПДК, в 2018–0,2 ПДК.

Fe. Концентрация железа в прибрежных водах между устьями рек Мзымта и Сочи изменялась в диапазоне 1,0–31,0 мкг/дм³; средняя величина 9,2 мкг/дм³ (в 2017 г. — 38,6 мкг/дм³). Ни в одной пробе из 64 измеренных содержание железа не превышало норматива. В прошлом году в 18 пробах из 64 (28%) концентрация железа превышала ПДК, преимущественно за счет съемки, проведенной 22 марта по всей исследуемой акватории. В 2018 г. максимум (0,6 ПДК) был зафиксирован в акватории порта Сочи на поверхности 15 мая. Среднегодовая концентрация железа в акватории порта Сочи составила 11,3; в эстуарных районах 9,5, а мористее 8,0 мкг/дм³. Средние значения в поверхностном и придонном слоях воды равнялись 9,7 и 8,7 мкг/дм³ соответственно. В последние 13 лет был зафиксирован четырехлетний период 2008–2011 гг. очень высоких максимальных значений концентрации железа (281–869 мкг/дм³), до и после которого экстремум обычно был в пределах 1–2,5 ПДК. В 2018 году наблюдалось значительное уменьшение содержание железа по сравнению с предыдущим годом.

В 2018 г. **кислородный** режим вод исследуемого района между устьями рек Мзымта и Сочи немного отличался от предыдущего года. Минимальная концентрация кислорода понизилась на 0,40 мгО₂/дм³ до 5,60 мгО₂/дм³ (68% насыщения, 0,93 ПДК) и была отмечена в акватории порта Сочи 23 августа на горизонте 0 м при температуре воды 26,8 °С. Средняя

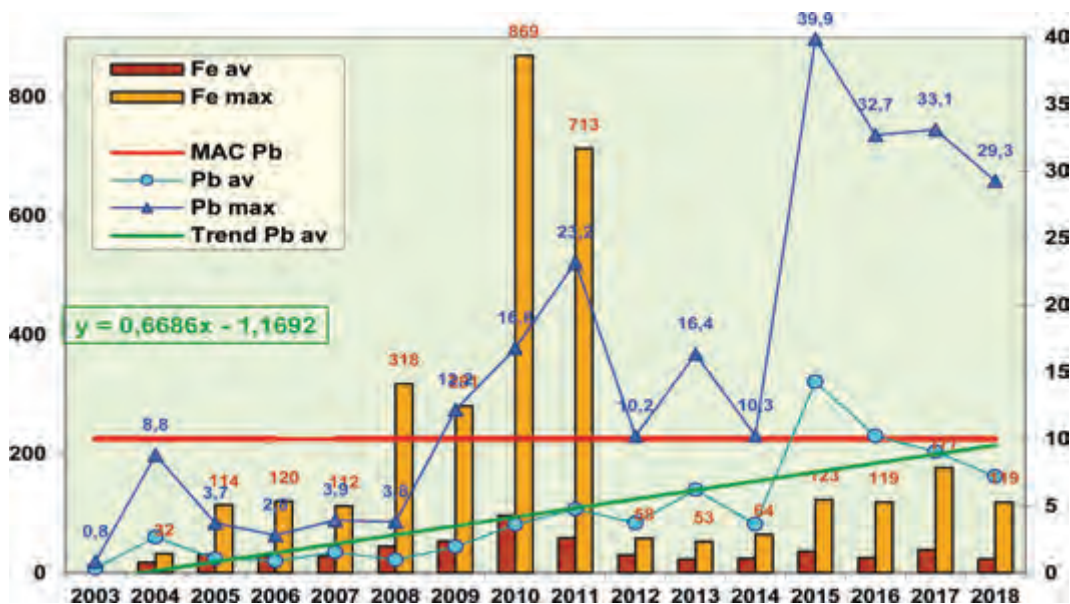


Рис. 3.24. Средняя и максимальная концентрация железа и свинца (мкг/дм³) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2003–2018 гг.

величина по всем пробам уменьшилась и составила $7,54 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ ($8,22 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ в 2017 г.). Вертикальное перемешивание вод до дна или до нижнего горизонта отбора проб на мористых станциях (57 м) было достаточным, чтобы различий между поверхностным и подстилающими слоями не наблюдалось: средняя на поверхности — $7,52 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, а в более глубоких слоях — $7,55 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, в 2017 г. — $8,28$ и $8,18 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ соответственно. В отличие от абсолютных значений среднее насыщение воды кислородом по всем станциям и горизонтам в 2018 г. повысилось на 10,8% и составило 81,2%, диапазон 68–101%.

Уровень загрязнения прибрежных вод района Большого Сочи между эстуариями рек Мзымта и Сочи несколько уменьшился по сравнению с предыдущим годом. Средняя годовая концентрация всех нормируемых загрязняющих веществ была ниже установленных для морских вод нормативов. Максимальная концентрация в 2018 г. в отдельных пробах превышала ПДК для нефтяных углеводородов (до 2,6 ПДК), взвешенных веществ (7,1 ПДК) и легко окисляемых органических веществ, определяемых по БПК₅ (1,3 ПДК). Как и в прошлом году, индекс комплексности загрязненности вод всей акватории от Мзымты до Сочи был высоким: 33%, поскольку 4 параметра из 12 нормируемых превышали ПДК (БПК₅, O₂, НУ и ВВ). Воды района характеризуются единичной повторяемостью превышения ПДК (менее 10%) по нефтяным углеводородам (9,4%, шесть проб из 64), взвешенным веществам (3,4%, три пробы из 88) и кислороду (1,1%, одна проба из 88), а также неустойчивой повторяемостью по БПК₅ (10,9%, семь проб из 64). Уровень кратности превышения ПДК максимальным значением взвешенных веществ и нефтяных углеводородов был средним (2–10 раз), а для органических веществ и кислорода (минимальное значение) — низким (1–2 раз). Средняя концентрация железа в районе между реками Сочи и Мзымта понизилась по сравнению с прошлым годом с 0,77 ПДК до 0,18 ПДК, а средняя концентрация свинца — с 0,91 ПДК до 0,17 ПДК. Как и в предыдущие годы, растворенная ртуть в водах района выявлена не была. В 2018 г. кислородный режим вод исследуемого района между устьями рек Мзымта и Сочи ухудшился, а средняя концентрация по всем пробам уменьшилась и составила $7,54 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Минимальное содержание кислорода ($5,60 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, 0,93 ПДК, 68% насыщения) зафиксировано 23 августа в поверхностном слое вод порта Сочи при температуре $26,8^\circ\text{C}$. Вертикальное перемешивание вод до дна на мелководных станциях или до нижнего горизонта отбора проб (57 м) на мористых станциях было достаточным, поэтому средняя величина в поверхностном и подстилающем слоях была одинаковой — $7,52$ и $7,55 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$.

Комплексный индекс загрязненности вод ИЗВ (0,47), рассчитанный для разных участков акватории Большого Сочи по средней концентрации НУ, ВВ, БПК₅, железа, свинца и кислорода (табл. 3.6), в 2018 г. был в полтора раза ниже прошлогоднего (0,73), хотя в 2017–2018 гг. воды акватории также относились к классу «чистые». С 2015 г. можно отметить положительную динамику качества вод района Большого Сочи, связанную преимущественно с уменьшением содержания в водах акватории тяжелых металлов и нефтяных углеводородов. Уровень загрязнения по отдельно взятым районам исследуемой акватории (эстуарный район, район порта Сочи, открытое море) был равномерным в 2018 г., в то время как в 2015–2017 гг. некоторые локальные районы имели отличительно высокий индекс загрязненности вод. Например, в 2015 г. ИЗВ акватории порта Сочи составлял 0,96, а ИЗВ в районе речного стока — 0,82, что в обоих случаях относится к III классу загрязненности вод — «умеренно загрязненные». В 2018 г. все локальные районы исследуемой акватории относились к уровню «чистые». В многолетней динамике состояние вод района оценивается как стабильное.

Таблица 3.8. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах акватории Черного моря в районе Сочи–Адлер в 2016–2018 гг.

Район	Ингредиент	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Сочи — Адлер	НУ	0,017	0,3	0,010	0,2	0,013	0,26
		0,11	2,2	0,057	1,1	0,131	2,62
	СПАВ	8,0	<0,1	0,02	<0,1	0,0	
		25,3	0,3	0,54	<0,1	0,0	
	Аммонийный азот*	37,7	<0,1	50,3	<0,1	15,7	<0,1
		150,9	<0,1	281,2	0,1	288,6	0,1
	Нитритный азот	1,16	<0,1	0,78	<0,1	0,77	<0,1
		40,6	1,7	12,06	0,5	6,18	0,26
	Железо	25,8	0,5	38,6	0,8	9,2	0,18
		118,5	2,4	177,0	4	31,0	0,62
Свинец	10,2	1,0	9,06	0,9	1,69	0,17	
	32,7	3	33,1	3	3,1	0,31	
БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	1,26	0,4	1,54	0,5	1,58	0,75	
	2,58	0,9	3,2	1,1	2,80	1,33	
Взвешенные вещества	2,65	0,3	2,18	0,2	2,87	0,29	
	21,4	2,1	23,0	2,3	70,1	7,01	
Кислород	8,25		8,22		7,54		
	6,68		6,0		5,60	0,93	

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

Таблица 3.6. Оценка качества вод Кавказского побережья Черного моря в 2016–2018 гг.

Районы и подрайоны	2016 г.		2017 г.		2018 г.		Среднее содержание ЗВ в 2018 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
1. Анапа	0,37	II	0,50	II	0,29	II	НУ 0,16; Hg 0,10; PO ₄ 0,20; O ₂ 0,70
2. Новороссийск	0,39	II	0,46	II	0,33	II	НУ 0,22; Hg 0,03; PO ₄ 0,31; O ₂ 0,71
3. Геленджик	0,32	II	0,41	II	0,28	II	НУ 0,14; PO ₄ 0,19; NO ₂ 0,06; O ₂ 0,72
4. Туапсе	0,47	II	0,44	II	0,36	II	НУ 0,28; Hg 0,06; PO ₄ 0,40; O ₂ 0,71
5. Район Сочи — Адлер	0,67	II	0,73	II	0,47	II	НУ 0,26; ВВ 0,29; БПК ₅ 0,53; O ₂ 0,80
5.1. Акватория порта Сочи	0,93	III	0,79	III	0,51	II	НУ 0,39; ВВ 0,33; БПК ₅ 0,48; O ₂ 0,84
5.2. Устья рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый	0,65	II	0,73	II	0,51	II	Fe 0,19; ВВ 0,55; БПК ₅ 0,51; O ₂ 0,80
5.3. Открытое море	0,62	II	0,71	II	0,48	II	НУ 0,36; Pb 0,18; O ₂ 0,79; БПК ₅ 0,58

4. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ

Ипатова С.В., Луковская А.А., Аляутдинов А.Р., Жохова Н.В., Чекменева Н.А.

4.1. Общая характеристика

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

4.2. Мониторинг восточной части Финского залива и Невской губы

В 2018 г. наблюдения в восточной части Финского залива и Невской губе были выполнены ФГБУ «Северо-Западное УГМС» (г. Санкт-Петербург) на 47 станциях: на акватории Невской губы к востоку от Комплекса Защитных Сооружений (КЗС) от наводнений до устья реки Нева работы проводились на акватории Морского Торгового Порто (МТП) на 1 станции в течение всего года; в открытой части губы на 17 станциях; в южном курортном районе губы на 3 станциях; в северном курортном районе на 2 станциях, а также в районе пос. Ольгино на 1 станции рядом с выходом сбросовой трубы Северной станции аэрации. В восточной части Финского залива за пределами КЗС отбор проб был выполнен в мелководной зоне на 6 станциях 15 августа, в Лужской губе и Копорской губах на 4 станциях 17 августа, в глубоководном районе на 5 станциях 15–16 августа (рис. 4.1). Качество воды определялось по следующим показателям: соленость, рН, щелочность, кислород (абсолютный, относительный), БПК₅, фосфор фосфатный, фосфор общий, кремний, азот нитритный, азот нитратный, азот аммонийный, азот общий, тяжелые металлы (Pb, Cu, Cd, Mn, Zn, Ni, Co, Cr, Hg, Fe и Al), нефтяные углеводороды, фенолы, СПАВ и хлорорганические пестициды групп ДДТ и ГХЦГ. Наблюдения осуществлялись с использованием маломерного экспедиционного судна, в зимний период со льда, на курортных станциях — с берега.

Вышеперечисленные показатели определялись в соответствии с современными утвержденными методиками. Биохимическое потребление кислорода за пять суток (БПК₅) определялось по «Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после пяти дней инкубации (БПК_{полн}) в поверхностных, пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных вод» (РД 52.24.420–2006). Химические анализы выполнялись в Аналитической лаборатории ФГБУ «Северо-Западное УГМС», аккредитованной на техническую компетентность Росстандартом и зарегистрированной в государственном реестре за номером РОСС RU.0007.510422. Содержание нефтепродуктов определялось ИК-спектрометрическим



Рис. 4.1. Схема расположения станций мониторинга морской среды в Невской губе в 2018 г.

методом; фенола — хроматография; СПАВ — (для Невской губы) методом экстракционно-фотометрическим; хлорорганических пестицидов — газохроматографическим методом; металлов — методом атомно-абсорбционной спектроскопии фильтрованных проб воды.

4.3. Характеристика гидрометеорологических условий

Климатической особенностью 2018 года явилось преобладание антициклонической атмосферной циркуляции. Наиболее продолжительное влияние антициклонов отмечено в феврале, мае, во второй половине лета и в последние два месяца года. Температура воздуха в течение всего года превышала норму на 1–5 °С, и только в феврале и марте средняя месячная температура воздуха была ниже нормы. Годовое количество осадков на всей акватории восточной части Финского залива не превысило нормы, а в некоторые месяцы даже наблюдался значительный дефицит осадков. В мае, июне, октябре и ноябре месячное количество осадков составляло всего 30–45% от многолетних значений. Больше всего осадков ливневого характера на акватории Невской губы выпало в июле, на севере восточной части Финского залива — в августе и сентябре. По характеру ветрового режима 2018 год в целом можно отметить как спокойный. Максимальный за весь год ветер наблюдался 26–27 сентября.

Гидрология. В среднем за 2018 г. воды Невы была выше нормы на 19%. Наибольшее превышение средних месячных расходов над средними многолетними было отмечено в январе и апреле 2018 г. — 41 и 39% соответственно. Наибольший средний месячный расход реки отмечен в мае и составил 3770 м³/с, наименьший — в декабре — 2010 м³/с, что соответствует норме для этого месяца. Средний годовой уровень моря в 2018 г. по всей рассматриваемой акватории был ниже средних многолетних значений на 4–8 см, а в вершине Невской губы — выше на 4 см. У Кронштадта средний годовой уровень моря составил +2 см БС, что 4 см ниже среднего многолетнего значения. Наибольшие положительные отклонения средних месячных значений уровня от средних многолетних отмечались в сентябре и октябре 2018 г. (15–20 см). Наибольшие отрицательные отклонения средних месячных значений

уровня от средних многолетних отмечались в марте и в декабре 2018 г., что связано с преобладающим влиянием полей повышенного атмосферного давления.

В восточной части Финского залива во время выполнения августовской гидролого-гидрохимической съемки (14–16.08.2018) самая низкая прозрачность воды наблюдалась в мелководных районах к северу и югу от о. Котлин и составляла 1,1–1,6 м, цвет воды был от зеленовато-желтого до желтого. В глубоководном районе восточной части Финского залива прозрачность воды увеличивалась в широтном направлении от 2,1 м на ст. № 1 до 3,1 м на ст. № 4. В Лужской губе прозрачность на входе составляла 2,2 м, а в вершине губы 1,6 м; а в Копорской губе — 2,2–2,3 м. В Невской губе и створах КЗС во время летних гидролого-гидрохимических съемок 2018 г. прозрачность была низкой, 1,0–1,2 м. У северного берега Невской губы самая низкая прозрачность (0,7 м) отмечалась в районах выпусков Северных очистных сооружений в июле, а у южного берега Невской губы также 0,7 м в августе.

Процессы ледообразования зимой 2017–2018 г. происходили в первой половине зимы по типу мягкой, во второй половине, начиная с марта, по типу умеренной зимы. Характерной особенностью минувшей зимы было позднее появление льда на акватории Финского залива. Сумма градусо-дней мороза составила 457,1 °С (при норме 775 °С), что характеризует зиму как мягкую.

4.4. Центральная часть Невской губы

В Невской губе в 2018 г. гидрохимические съемки проводились в феврале со льда и в период с мая по октябрь (навигационный период) ежемесячно. Отбор проб осуществлялся с поверхностного, промежуточного и придонного горизонтов. За весь период наблюдений на 17 станциях было отобрано 229 проб. Оценка качества вод Невской губы проводилась по 32 показателям, при этом использовались применяемые к поверхностным водам суши нормативы (ПДК). Значения солёности в слое поверхность–дно изменялись в пределах от 0,05‰ до 0,31‰ (табл. 4.1). Величина водородного показателя рН была в диапазоне 6,67–7,68, в среднем — 7,14. Значения показателя щёлочности варьировали в интервале от 0,411 ммоль/дм³ до 1,013 ммоль/дм³ в начале февраля в придонном слое на глубине 3 м. Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ превышало установленный норматив (2,1 мгО₂/дм³) в 24 пробах. Диапазон концентрации в поверхностном слое составлял 0,6–3,5 мгО₂/дм³; в придонном слое — 0,6–3,7 мгО₂/дм³. Среднее значение за год — 1,3 мгО₂/дм³. Кислородный режим в Невской губе был в пределах нормы, случаев дефицита кислорода отмечено не было. Содержание кислорода изменялось в пределах от 7,99 до 14,08 мгО₂/дм³ в поверхностном слое и 7,96–13,49 мгО₂/дм³ в придонном слое. Насыщение вод кислородом было выше нормы (70%) во всех отобранных пробах.

Таблица 4.1. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Центральной части Невской губы в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Температура (°С)	13,15/20,93	11,67/21,12	12,68/20,77	14,1/22,23	12,97/19,42	12,91/20,82
Солёность (‰)	НД	НД	НД	0,09/2,07	0,08/2,10	0,06/0,31
Кислород* (мгО ₂ /дм ³)	10,13/7,92	10,43/6,96	10,08/7,90	9,83/7,43	9,99/6,67	10,08/7,96
Кислород (%)	94,70/113,30	94,50/119,40	91,30/124,0	94,10/120,30	93,56/117,50	94,06/113,4
рН	7,54/8,50	7,44/8,32	7,41/7,99	7,44/7,98	7,20/7,96	7,14/7,68
Щёлочность (ммоль/дм ³)	0,56/0,95	0,55/0,99	0,52/0,78	0,54/0,98	0,55/1,47	0,52/1,01
БПК ₅ (мгО ₂ /дм ³)	1,47/ 4,97	1,71/ 7,20	1,51/ 3,20	1,49/ 4,20	1,40/ 3,60	1,37/ 3,70
Кислород* — здесь и далее приведены средние и минимальные значения растворенного в воде кислорода.						

Биогенные вещества. Концентрация аммонийного азота не превышала предел обнаружения ($DL=10$ мкгN/дм³) в 92 пробах из 229, а в остальных варьировала от 20 до 485 мкгN/дм³ в поверхностном слое и до 468 мкгN/дм³ в придонном (табл. 4.2). Максимальное содержание аммонийного азота наблюдалось в июле на ст. № 12 в северной части губы, расположенной очень близко к району сброса сточных вод с комплекса Северных очистных сооружений. Средняя концентрация аммонийного азота была минимальной за последние шесть лет. Значения концентрации нитритов изменялись в диапазоне 2,3–54,0 мкгN/дм³. В 14 пробах из 229 было отмечено превышение ПДК (24 мкгN/дм³). В 2018 г. концентрация азота нитратов в водах Невской губы изменялась в пределах 24–619 мкгN/дм³. Среднее значение концентрации азота нитратов стало минимальным за шесть лет. Содержание общего азота была в диапазоне 636–1232 мкгN/дм³, что приблизительно соответствуют уровню предыдущих лет. Максимальное значение концентрации общего азота стало минимальным за шесть лет. Концентрация фосфора фосфатов была ниже предела обнаружения ($DL=5,0$ мкг/дм³) в 76 пробах из 229; максимум достигал 1,08 ПДК. Средняя величина была на уровне значений предыдущей пятилетки (рис. 4.2). Содержание общего фосфора варьировало в диапазоне от аналитического нуля до 63 мкгP/дм³. Средняя величина была на уровне значений прошлых лет. Максимальные значения и фосфатов и общего фосфора были зафиксированы в июле в придонном слое на ст. № 12.

Таблица 4.2. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Центральной части Невской губы в 2013–2018 г.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	60,63/ 320,0	78,87/ 870,0	71,60/ 580,0	78,35/ 550,0	55,94/ 556,0	44,97/ 485,0	389
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	6,30/ 77,30	7,10/ 80,0	9,06/ 80,50	10,89/ 64,00	10,40/ 41,00	9,16/ 54,0	24
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	238,46/ 550,0	215,85/ 690,0	216,26/ 710,0	245,75/ 916,0	259,45/ 820,0	215,15/ 619,0	9032
Общий азот N _{total} мкгP/дм ³	692,43/ 1490,0	699,69/ 1950,0	612,39/ 1300,0	661,89/ 1315,0	689,45/ 1499,0	636,02/ 1232,0	
Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгP/дм ³	3,86/ 49,0	2,88/ 64,0	2,50/ 28,0	5,30/ 35,0	4,48/ 41,0	3,75/ 54,0	50
Общий фосфор P _{total} мкгP/дм ³	9,01/ 66,0	7,16/ 79,0	6,56/ 43,1	11,47/ 58,0	9,82/ 52,0	9,64/ 63,0	

Органические загрязняющие вещества. Из 224 проб только в пяти было отмечено присутствие нефтяных углеводородов в концентрации выше уровня чувствительности метода химического анализа ($DL=0,04$ мкг/дм³) и в трех — превышение ПДК. Очевидно, воды Центральной части Невской губы не являются загрязненными нефтяными углеводородами. Во всех отобранных пробах воды из центральной части Невской губы значения концентрации СПАВ, фенолов, хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) были ниже предела обнаружения.

Металлы. В 2018 г. в водах Центральной части Невской губы концентрация меди превышала ПДК (1 мкг/дм³) в 99% проб (табл. 4.3). Наибольшие значения концентрации были зафиксированы на ст. № 25 в поверхностном слое в июне (10,6 мкг/дм³) и в придонном слое 9,7 мкг/дм³. Предельно допустимый уровень по содержанию цинка (10 мкг/дм³) был превышен в 26% проб. Наибольшая концентрация (88 мкг/дм³, 8,8 ПДК) наблюдалась в поверхностном слое в мае на ст. № 10. Средняя и максимальная концентрация цинка стали наибольшими по сравнению с предыдущей пятилеткой. Концентрация марганца превышала норматив в 32% проб. На поверхностном горизонте содержание марганца находилось в диапазоне от минимально опреде-

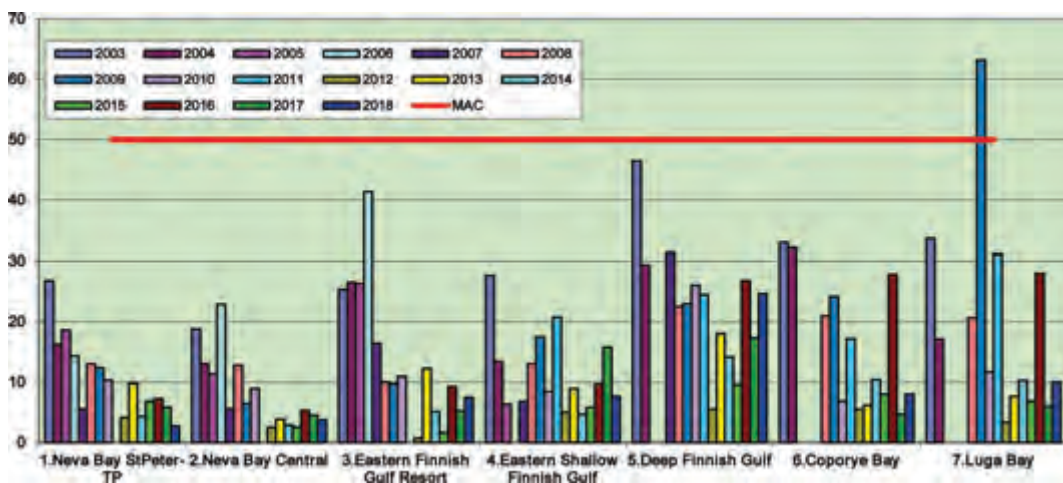


Рис. 4.2. Динамика средней концентрации фосфора фосфатов (мкг/дм³) в различных районах восточной части Финского залива в 2003–2018 гг.

ляемых величин до 59 мкг/дм³ (5,9 ПДК, ст. № 1, май), а в придонном — до 140 мкг/дм³ (14 ПДК, ст. № 39, июль). Предельно допустимый уровень по содержанию общего железа (100 мкг/дм³) был превышен в 47% проб. Наибольшая концентрация наблюдалась в поверхностном горизонте в мае на ст. № 13–210 мкг/дм³, что соответствует уровню 2,1 ПДК. Содержание свинца в водах Невской губы в 2018 г. было ниже предела обнаружения (DL=3 мкг/дм³) во всех отобранных пробах. Содержание никеля и кобальта не превышало установленной ПДК.

Таблица 4.3. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Центральной части Невской губы в 2013–2018 гг.

Металлы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Сu, мкг/дм ³	2,49/12,7	2,39/10,0	3,59/28,0	4,24/40,0	2,83/9,5	3,73/10,6	1
Zn, мкг/дм ³	11,97/84,0	9,77/62,0	11,09/65,0	11,04/59,0	8,33/30,8	21,38/88,0	10
Mn, мкг/дм ³	7,57/75,0	6,37/37,0	12,32/189,0	7,56/53,3	6,54/212,0	9,6/140,0	10
Fe, мкг/дм ³	Н/Д	Н/Д	46,56/330,0	103,66/303,0	68,85/358,0	99,0/210,0	100
Al, мкг/дм ³	Н/Д	Н/Д	20,71/78,0	16,31/58,0	23,25/47,0	25,68/54,0	40
Pb, мкг/дм ³	2,17/9,70	0,97/4,60	0,66/4,20	0,86/8,90	0,43/2,20	0,0/0,0	6

Основной вклад в загрязнение вод центральной части Невской губы вносили медь (средняя годовая концентрация составила 3,73 ПДК, максимальная 10,6 ПДК), цинк (2,14/8,8 ПДК) и железо (0,99/2,1 ПДК). В отдельных случаях установленные нормативы были превышены максимальной концентрацией следующих веществ: марганец (0,96/14 ПДК в придонном слое в июле), алюминий (0,64/1,35 ПДК), азот аммонийный (0,12/1,25 ПДК), азот нитритов (0,38/2,25 ПДК), фосфатный фосфор (0,08/1,08 ПДК). Индекс загрязнения вод (ИЗВ) Центральной части Невской губы в 2018 году составил 1,87, что относится к V классу, и определяет воды как «грязные» (табл. 4.1). Качество вод ухудшилось по сравнению с предыдущим годом, когда индекс загрязнения ИЗВ составил 1,24, «умеренно загрязненные».

4.5. Северный курортный район Невской губы

В 2018 г. наблюдения в Северном курортном районе выполнялись на ст. № 12а в полном объеме ежемесячно в период с мая по октябрь. При оценке качества вод использовались нор-

мативы (ПДК), применяемые к поверхностным водам суши. Отбор всех шести проб осуществлялся с поверхностного горизонта. Средняя и максимальная температура воды превысили значения прошлых пяти лет (табл. 4.4). Значения солености изменялись в пределах от 0,06‰ до 0,07‰. Величина водородного показателя рН в 2018 г. снизилась и стала минимальной за пятилетний период (6,81–7,37, в среднем–7,04). Значения показателя щелочности варьировали в интервале от 0,50 ммоль/дм³ до 0,71 ммоль/дм³ в середине мая на поверхности. Концентрация легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ превышала установленную норму во всех пробах, отобранных на этой станции; максимум (3,8 мгО₂/дм³) наблюдался в июне. Кислородный режим в районе в течение периода наблюдений был в пределах нормы и изменялся в диапазоне 8,39–11,93 мгО₂/дм³. Случаев дефицита кислорода (<70%) отмечено не было. Перенасыщение вод кислородом (>100%) было зафиксировано в 4 пробах из 6. Максимум был отмечен в мае — 140%, что является максимальным значением за последние пять лет.

Таблица 4.4. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Северного курортного района Невской губы в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Температура (°С)	16,23/20,70	14,97/25,2	14,27/19,30	14,73/19,80	14,65/20,6	16,33/23,5
Соленость (‰)	НД	НД	НД	0,08/0,11	0,06/0,07	0,06/0,07
Кислород (мгО ₂ /дм ³)	10,21/6,46	11,06/8,06	10,66/9,86	11,43/8,82	11,00/9,16	10,23/8,39
Кислород (%)	103,18/129,0	108,67/134,8	103,62/122,7	112,73/153,9	108,18/132,2	104,08/140,7
рН	7,93/9,40	8,07/9,38	7,53/8,35	7,52/8,69	7,34/8,17	7,05/7,37
Щелочность (ммоль/дм ³)	0,66/0,79	0,63/0,71	0,57/0,61	0,71/1,05	0,67/0,77	0,61/0,71
БПК ₅ (мгО ₂ /дм ³)	3,06/7,72	2,55/3,1	2,95/5,9	4,12/7,6	2,88/4,2	2,93/3,8

Биогенные вещества. В водах района содержание аммонийного азота в двух пробах из шести было ниже предела обнаружения (DL=10 мкгN/дм³), а в остальных изменялось в диапазоне 25–140 мкгN/дм³. Все значения были ниже ПДК. Средняя концентрация аммония немного превысила минимум 2016 г., но была ниже всех остальных величин за последний шестилетний период (табл. 4.5, рис. 4.3).

Таблица 4.5. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Северного курортного района Невской губы в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	66,0/ 210,0	117,67/ 420,0	55,0/ 180,0	42,33/ 135,0	45,33/ 178,0	45,5/ 138,0	389
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	12,95/ 65,0	11,92/ 32,0	5,88/ 16,0	15,9/ 55,0	22,43/ 60,0	9,17/ 22,0	24
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	100,67/ 440,0	118,33/ 290,0	161,5/ 440,0	245,5/ 740,0	313,83/ 592,0	96,17/ 358,0	9032
Общий азот N _{total} мкгP/дм ³	961,67/ 2010,0	736,67/ 1050,0	613,33/ 750,0	873,0/ 1099,0	887,33/ 1172,0	618,83/ 1101,0	
Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгP/дм ³	14,62/ 53,0	3,07/ 12,0	2,47/ 9,2	14,88/ 22,0	4,71/ 9,7	8,68/ 16,0	50
Общий фосфор P _{total} мкгP/дм ³	27,12/ 74,0	9,85/ 19,0	8,12/ 15,0	26,0/ 36,0	15,65/ 23,0	24,5/ 33,0	

Концентрация нитритного азота изменялась в пределах 5,4–22 мкгN/дм³ (0,92 ПДК). Максимальная концентрация нитратного азота наблюдалась в октябре и также не превышала ПДК. Среднее и максимальное значения стали минимальными за шестилетний период. Концентрация фосфатов варьировала от аналитического нуля до 16 мкгP/дм³ (сентябрь), а максимум общего фосфора отмечен в июне.

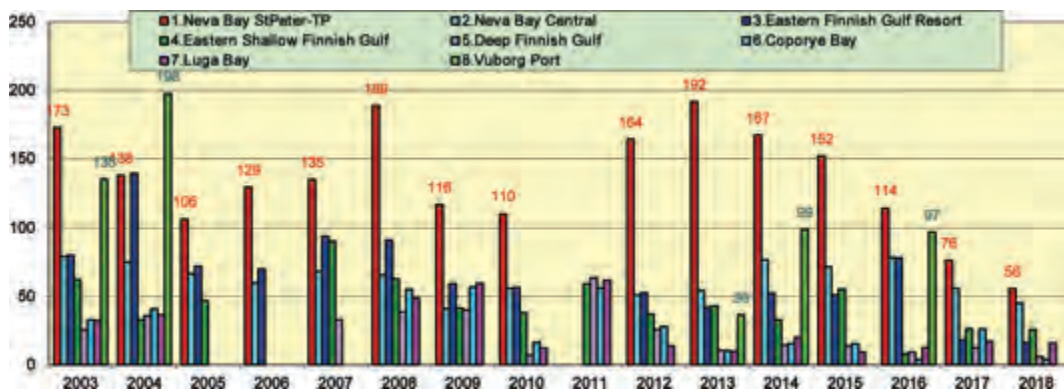


Рис. 4.3. Динамика средней концентрации аммонийного азота $N-NH_4$ (мкг/дм³) в водах Невской губы и восточной части Финского залива в 2003–2018 гг.

Органические загрязняющие вещества. Во всех отобранных пробах концентрация нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЕ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) была ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. В 2018 г. концентрация меди в водах Северного курортного района Невской губы превышала ПДК в 5 из шести отобранных проб; максимум составил 11,3 ПДК и был зафиксирован в сентябре (табл. 4.6). Содержание цинка также было ниже ПДК только в одной пробе, максимум (1,9 ПДК) наблюдался в сентябре, а средняя уступала только уровню 2016 г. Экстремальная величина марганца также достигала в мае 1,9 ПДК. В трех пробах содержание общего железа превысило норматив, а диапазон составил от аналитического нуля до 3,4 ПДК в сентябре, средняя 1,4 ПДК. Содержание алюминия превысило ПДК в трех пробах из шести и стало максимальным за последние 3 года. Содержание кадмия, никеля и кобальта не превышало установленной ПДК, а свинец не был обнаружен.

Таблица 4.6. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Северного курортного района Невской губы в 2013–2018 гг.

Металлы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Сu, мкг/дм ³	4,42/7,80	3,25/4,20	7,32/12,0	6,42/9,30	4,97/8,40	6,37/11,3	1
Zn, мкг/дм ³	8,22/12,0	7,2/11,0	15,32/24,0	32,38/94,3	12,98/28,7	16,11/59,0	10
Mn, мкг/дм ³	13,33/55,0	6,87/18,0	13,40/57,0	5,27/12,80	5,08/16,90	6,37/19,0	10
Fe, мкг/дм ³	Н/Д	Н/Д	78,60/162,0	231,50/648,0	100,67/201,0	168,0/340,0	100
Al, мкг/дм ³	Н/Д	Н/Д	28,67/39,0	39,17/108,0	32,50/64,0	53,0/120,0	40
Pb, мкг/дм ³	1,73/4,30	1,0/2,0	1,00/2,0	1,58/4,60	1,0/2,0	0/0	6

Приоритетными загрязняющими веществами в водах Северного курортного района Невской губы были металлы медь (6,37 ПДК), цинк (1,61 ПДК) и железо (1,68 ПДК). В отдельных случаях установленные нормативы были превышены максимальной концентрацией марганца и алюминия. Большая часть проб с концентрацией металлов и биогенных элементов ниже уровня определения была отобрана в июне. Содержание всех органических ЗВ было ниже предела обнаружения. Значение индекса загрязненности вод (2,56, V класс качества) Северного курортного района в 2018 г. существенно возросло за счет всех металлов. Как и в прошлом году воды района характеризуются как «грязные».

4.6. Южный Курортный район Невской губы

В 2018 г. наблюдения в Южном курортном районе выполнялись на ст. № 11а, 14а, 17а в полном объеме ежемесячно с мая по октябрь. Отбор всех 18 проб осуществлялся только на поверхности. При оценке качества вод использовались нормативы (ПДК), применяемые к поверхностным водам суши. Значения солености изменялись в пределах от 0,06‰ до 0,35‰ (табл. 4.7). Средняя соленость в период наблюдения составила 0,11‰, что соответствует показателям прошлых лет. Величина водородного показателя рН была в диапазоне 6,74–7,85, в среднем — 7,20. Значения показателя щелочности варьировали в интервале от 0,53 ммоль/дм³ до максимального значения 2,21 ммоль/дм³, зафиксированного на ст. № 14а в начале августа. Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ превышало установленный норматив в 12 пробах из 18. Диапазон значений 1,1–4,4 мгО₂/дм³ (1,47 ПДК), в среднем 2,56 мгО₂/дм³. Диапазон концентрации кислорода находился в пределах от 7,46 до 12,35 мгО₂/дм³, в среднем 10,24 мгО₂/дм³. Насыщение вод кислородом меньше допустимо-го предела (70%) в 2018 г. в водах южного курортного района зафиксировано не было.

Таблица 4.7. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Южного курортного района Невской губы в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Температура (°С)	15,03/21,1	14,56/24,1	14,96/19,0	15,30/21,0	15,54/19,6	15,91/23,1
Соленость (‰)	Н/Д	Н/Д	Н/Д	0,11/0,41	0,08/0,11	0,11/0,35
Кислород (мгО ₂ /дм ³)	9,93/7,16	10,24/5,19	10,21/9,33	9,74/7,80	10,27/8,25	10,24/7,45
Кислород (%)	97,12/157,6	99,55/148,1	100,70/112,4	96,70/119,0	102,82/143,0	103,05/129,9
рН	7,76/8,49	7,71/9,67	7,48/8,38	7,64/8,68	7,50/8,23	7,20/7,85
Щелочность (ммоль/дм ³)	1,21/2,46	1,06/1,52	0,87/1,57	1,18/2,90	1,34/3,20	0,93/2,21
БПК ₅ (мгО ₂ /дм ³)	2,47/5,10	2,97/5,20	2,78/5,00	2,37/6,40	2,76/6,0	2,56/4,40

Таблица 4.8. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Южного курортного района Невской губы в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	67,70/ 220,0	232,80/ 850,0	74,90/ 350,0	60,0/ 292,0	78,72/ 265,0	54,72/ 188,0	389
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	9,93/ 33,0	15,99/ 66,0	10,59/ 43,0	12,49/ 42,0	12,09/ 21,0	10,38/ 21,0	24
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	258,30/ 610,0	194,60/ 530,0	113,90/ 490,0	229,40/ 587,0	189,56/ 467,0	91,28/ 323,0	9032
Общий азот N _{total} мкгP/дм ³	870,0/ 1450,0	885,60/ 1670,0	570,60/ 900,0	850,60/ 1134,0	848,17/ 1322,0	649,05/ 1180,0	
Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгP/дм ³	19,40/ 130,0	21,10/ 190,0	3,70/ 11,0	20,20/ 65,0	11,68/ 57,0	13,33/ 40,0	50
Общий фосфор P _{total} мкгP/дм ³	26,50/ 130,0	31,20/ 190,0	6,60/ 16,0	33,20/ 99,0	24,17/ 89,0	23,21/ 66,0	

Биогенные вещества. Диапазон концентрации аммонийного азота изменялся в пределах от минимально определяемой величины до максимального значения 188 мкгN/дм³, зафиксированного в июне на ст. № 11а в октябре (табл. 4.8). Средняя концентрация азота аммонийного 55 мкгN/дм³ стала минимальной за последние 10 лет. Концентрация нитритного азота была в обычном диапазоне, однако наибольшая величина была наименьшей за последние годы. Зафиксированные значения концентрации нитратного азота стали минимальными за последние шесть лет. Содержание общего азота приблизительно соответствовало уровню преды-

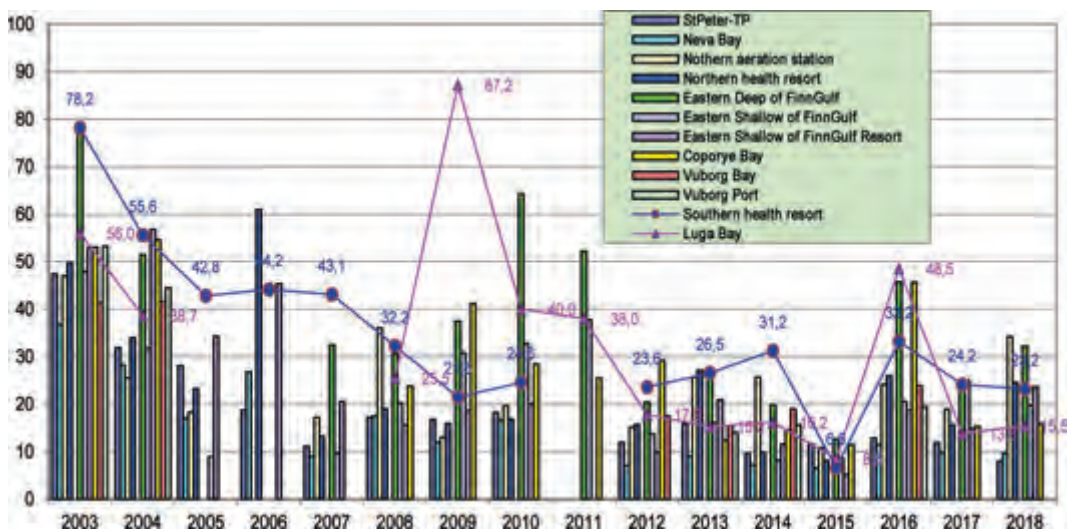


Рис. 4.4. Динамика средней концентрации общего фосфора (мкг/дм³) в водах Невской губы и восточной части Финского залива в 2003–2018 гг.

дущих лет. Диапазон концентрации фосфатов находился в пределах от аналитического нуля до 40 мкгР/дм³ (июнь, ст. № 11а). Средняя концентрация общего фосфора была примерно на уровне двух предыдущих лет, а в целом наблюдается тенденция снижения содержания фосфора в водах района за последние 15 лет (рис. 4.4).

Органические загрязняющие вещества. Во всех отобранных пробах концентрация нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЕ, ДДД, а также α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) была ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. В 2018 г. концентрация меди в водах Южного курортного района Невской губы превышали норматив во всех отобранных пробах, минимальное значение составило 2,4 мкг/дм³. Среднее и максимальное (ст. № 11а, октябрь) содержание меди показали наибольшие значения за последние пять лет. Предельно допустимый уровень по содержанию цинка в водах района был превышен в 11 пробах, а максимальная величина (14 ПДК) зафиксирована на станции ст. 17а. Среднее и максимальное содержание цинка показали наибольшие значения за последние пять лет. Марганец превышал ПДК в двух пробах, железо в шести, а алюминий в 4 пробах. Содержание хрома и кобальта было выше предела обнаружения в одной пробе в одинаковой концентрации 1,1 мкг/дм³, а свинца было ниже предела обнаружения во всех пробах.

Таблица 4.9. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Южного Курортного района Невской губы в 2013–2018 гг.

Металлы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Сu, мкг/дм ³	2,72/3,60	3,06/5,20	4,21/9,40	4,59/9,80	3,92/8,10	5,62/12,3	1
Zn, мкг/дм ³	7,79/32,0	9,03/20,0	10,60/29,0	14,33/26,20	8,40/18,70	31,8/140,0	10
Mn, мкг/дм ³	6,46/14,0	5,66/20,0	6,25/33,0	5,33/18,0	10,67/146,0	3,57/17,9	10
Fe, мкг/дм ³	Н/Д	Н/Д	45,3/93,0	154,5/604,0	52,78/159,0	74,5/150,0	100
Al, мкг/дм ³	Н/Д	Н/Д	34,0/106,0	34,69/87,0	18,94/35,0	25,89/52,0	40
Pb, мкг/дм ³	2,12/8,4	0,44/2,0	0,78/2,0	0,95/4,3	0,11/2,0	0/0	6

Основной вклад в загрязнение вод Южного курортного района Невской губы вносили металлы медь (5,62 ПДК), цинк (3,16 ПДК) и железо (0,75 ПДК). Среднее и максимальное содержание меди и цинка были наибольшими за последние пять лет. В отдельных случаях установленные нормативы были превышены максимальной концентрацией марганца и алюминия, а содержание аммонийного азота и нитритного азота стало минимальным за последние годы. Содержание всех органических ЗВ было ниже предела обнаружения. Значение индекса загрязненности вод (2,53, V класс качества) Южного курортного района в 2018 г. существенно возросло за счет всех металлов. Воды района характеризуются как «грязные», в том время как в 2017 г. индекс ИЗВ равнялся 1,60 (IV класс, «загрязненные»).

4.7. Морской торговый порт (МТП)

В 2018 г. наблюдения в районе Морского торгового порта Санкт-Петербурга выполнялись на ст. № 5 в полном объеме ежемесячно в течение всего года. Отбор всех 18 проб осуществлялся с поверхностного и придонного горизонтов (глубина 11–12 м.). Средняя температура воды превысила значения прошлых пяти лет (10,14 °С). Значения солености изменялись в пределах от 0,06‰ до максимального 0,20‰ (придонный горизонт, июнь), при среднем 0,08‰, что соответствует прошлогодним значениям (табл. 4.10). Величина водородного показателя pH в водах порта немного повысилась относительно минимального значения 2017 г., но осталась ниже средних пятилетних значений. Значения показателя щелочности варьировали в интервале от 0,45 ммоль/дм³ до максимального 0,68 ммоль/дм³, зафиксированного в августе на придонном горизонте. Максимальное содержание органических веществ по БПК₅ в водах Морского торгового порта наблюдалось в феврале на поверхности и, как и во все предыдущие годы, превышало норматив. Содержание кислорода превышало минимальную установленную норму и изменялось в течение всего года в пределах от 8,02 до 13,89 мгО₂/дм³ в поверхностном слое и 7,87–9,87 мгО₂/дм³ в придонном. Случаев дефицита кислорода (<70% насыщения) в 2018 г. на акватории Морского торгового порта зафиксировано не было. Максимальное насыщение вод кислородом наблюдалось в мае на поверхностном горизонте (110%).

Таблица 4.10. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Морского торгового порта в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Температура (°С)	8,25/20,66	7,44/18,16	8,69/18,49	9,27/21,32	9,77/18,95	10,14/19,94
Соленость (‰)	Н/Д	Н/Д	Н/Д	0,08/0,15	0,07/0,10	0,08/0,2
Кислород (мгО ₂ /дм ³)	10,79/7,08	11,06/7,91	10,62/7,66	10,59/6,60	10,52/8,07	10,59/7,87
Кислород (%)	88,52/100,40	89,47/95,70	88,20/101,0	88,46/106,50	89,94/98,60	90,67/110,30
pH	7,50/7,79	7,48/7,76	7,43/7,79	7,42/7,86	7,11/7,42	7,12/7,49
Щелочность (ммоль/дм ³)	0,64/0,92	0,59/0,71	0,57/0,70	0,61/0,72	0,61/0,78	0,55/0,68
БПК ₅ (мгО ₂ /дм ³)	1,96/4,19	1,61/3,30	1,47/3,40	1,79/3,80	1,52/2,90	1,29/2,40

Биогенные вещества. В 2018 г. по данным наблюдений в водах Морского торгового порта наибольшая концентрация аммонийного азота на поверхностном горизонте составила 77 мкгN/дм³, в придонном слое — 102 мкгN/дм³ (октябрь), (табл. 4.11). Максимальная концентрация нитратного азота составила на поверхностном горизонте 449 мкгN/дм³ (январь), а у дна — 344 мкгN/дм³ (сентябрь). На поверхности значения нитритного азота изменялись в диапазоне 2,7–12,0, при среднем 6,94 мкгN/дм³; в придонном слое — 10,78–16/10,78 мкгN/дм³. В 2018 г. и средние, и максимальные величины содержания разных форм азота в водах торгового порта не превышали допустимых нормативов и показали минимальные значения по сравнению с пре-

дыдущими пятилетним периодом. Содержание фосфатов изменялось в пределах от значений ниже предела обнаружения в 11 пробах до 9,3 мкгР/дм³ (сентябрь) на поверхности и 7,5 мкгР/дм³ (июль) у дна. Максимальная концентрация общего фосфора составила 15,0 мкгР/дм³ в мае на поверхности. Все значения были наименьшими за последние шесть лет. Минимальные значения концентрации азото- и фосфоросодержащих ингредиентов свидетельствует о незначительном уровне загрязнения вод Морского торгового порта биогенными элементами.

Таблица 4.11. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Морского торгового порта в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	191,70/ 520,0	167,13/ 490,0	151,91/ 390,0	114,43/ 305,0	76,47/ 120,0	55,67/ 102,0	389
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	11,20/ 42,0	13,14/ 78,0	13,81/ 46,0	11,28/ 53,0	13,85/ 45,0	8,22/ 16,0	24
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	303,04/ 570,0	287,39/ 420,0	273,64/ 770,0	300,29/ 460,0	271,29/ 449,0	205,56/ 330,0	9032
Общий азот N _{total} мкгР/дм ³	957,83/ 2000,0	793,04/ 1140,0	740,91/ 1370,0	730,33/ 1149,0	686,18/ 865,0	648,83/ 842,0	
Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгР/дм ³	9,80/ 40,0	4,31/ 14,0	6,77/ 13,0	7,27/ 15,0	5,84/ 13,0	2,71/ 9,3	50
Общий фосфор P _{total} мкгР/дм ³	15,90/ 56,0	9,57/ 19,0	11,72/ 22,0	12,91/ 29,0	11,92/ 25,0	8,06/ 15,0	

Органические загрязняющие вещества. В 2018 г. нефтяные углеводороды были обнаружены в двух пробах из 18 в концентрации равной уровню чувствительности использованного метода химического анализа (DL=0,04 мкг/дм³). Фенол также найден в двух пробах — 0,7 и 0,9 мг/дм³. СПАВ найден в одной пробе из акватории МТП (11 мкг/дм³) в марте на поверхности. Во всех отобранных пробах концентрация всех хлорорганических пестицидов была ниже предела чувствительности метода определения.

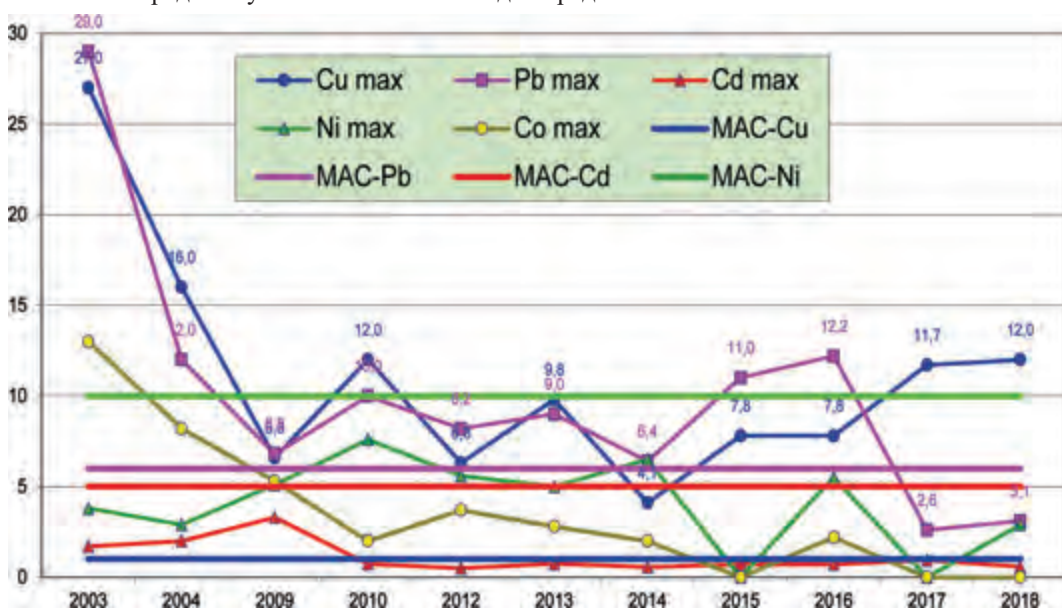


Рис. 4.5. Многолетняя динамика максимальной концентрации отдельных металлов (мкг/дм³) в водах Морского Торгового Порты СПб в 2003–2018 гг.

Металлы. На акватории Морского торгового порта превышение допустимых значений наблюдалось для железа, меди, цинка, алюминия и марганца (табл. 4.12). Содержание меди превышало норматив ПДК во всех отобранных в МТП пробах и стало максимальным за последние пять лет (рис. 4.5). Диапазон концентрации 1,8–12,0 мкг/дм³ (12 ПДК, январь, поверхность). Предельно допустимый уровень по содержанию цинка был превышен в 85% проб. Максимум наблюдался в январе на поверхностном горизонте, а средняя за весь период наблюдений превышала ПДК в 2,5 раза и стала максимальной за последние годы. Концентрация марганца превышала норматив в 7 пробах из 18. Диапазон значений от аналитического нуля в трех пробах до 4,7 ПДК в мае у поверхности. Содержание железа превышало допустимую норму в 13 пробах из 18; максимум 2,6 ПДК в декабре. Концентрация алюминия превышала ПДК в 6 пробах, а наибольшая наблюдалась в сентябре в придонном слое. В 2018 г. средняя концентрация железа и алюминия в водах МТП стала максимальной за последние четыре года. Никель и кадмий обнаружены в десяти пробах, средняя концентрация составила 1,05/0,13, а максимальная 2,9/0,58 мкг/дм³ соответственно. Свинец (3,1) и хром (3,5 мкг/дм³) были найдены в одной пробе, а содержание кобальта было ниже уровня аналитического определения во всех пробах.

Таблица 4.12. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Морского торгового порта в 2013–2018 гг.

Металлы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Cu, мкг/дм ³	3,38/9,80	3,08/4,10	3,70/7,80	3,83/7,80	3,68/11,7	4,77/12,0	1
Zn, мкг/дм ³	17,75/78,0	11,62/25,0	11,57/37,0	11,66/37,0	16,85/51,9	24,79/54,0	10
Mn, мкг/дм ³	13,60/60,0	10,83/30,0	11,20/61,0	10,60/61,0	14,01/107,0	13,76/47,0	10
Fe, мкг/дм ³	Н/Д	Н/Д	96,27/460,0	112,09/238,0	117,59/452,0	129,33/260,0	100
Al, мкг/дм ³	Н/Д	Н/Д	25,7/77,0	27,7/68,0	33,11/59,0	35,33/58,0	40
Pb, мкг/дм ³	4,18/9,0	2,04/6,4	1,71/11,0	1,79/12,2	0,86/2,6	0,17/3,1	6

Металлы были наиболее важными загрязняющими веществами акватории Морского торгового порта: медь (средняя годовая 4,77 ПДК, максимальная 12,0 ПДК), цинк (2,48/5,4 ПДК) и марганец (1,38/4,7 ПДК). Их средняя концентрация превысила значения за последние пять лет. В отдельных случаях установленные нормативы превышала максимальная концентрация железа и алюминия. Воды МТП в очень незначительной степени загрязнены органическими веществами. В 2018 г. и средние, и максимальные величины содержания разных форм азота и фосфора в водах порта не превышали допустимых нормативов и показали минимальные значения по сравнению с предыдущими пятилетним периодом. Кислородный режим был в пределах нормы, среднее (10,59) и минимальное (7,87 мгО₂/дм³) существенно превышали установленный норматив. Индекс загрязненности вод (ИЗВ) Морского торгового порта в 2018 г. составил 2,30, что позволяет отнести район к V классу качества, «грязные». Ухудшение ситуации по сравнению с прошлым годом (ИЗВ=1,83) было определено ростом средней концентрации меди и цинка.

4.8. Северная станция аэрации

В 2018 г. на Северной станции аэрации (С2) наблюдения проводились в феврале и с мая по октябрь. Четырнадцать проб воды было отобрано на поверхности и у дна на глубине 4 метра. Значения солёности в слое поверхность-дно изменялись в пределах от 0,06‰ до 0,07‰ (табл. 4.13). Величина водородного показателя рН была в диапазоне 6,59–7,36, в среднем — 7,10. Значения показателя щёлочности варьировали в интервале 0,430–0,622 ммоль/дм³ в начале сентября на поверхности. Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅

превышало установленный норматив ($2,1 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) в 30% проб. Диапазон концентрации в поверхностном слое составлял $1,4\text{--}2,5 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$; в придонном слое — $1,4\text{--}2,6 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Среднее значение во всем столбе воды — $1,92 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. В 2018 г. содержание растворенного кислорода во всех пробах воды, отобранных в районе северной станции аэрации с поверхностного и придонного горизонта, было в пределах нормы. Диапазон значений составил $8,09\text{--}13,09 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ на поверхности и $8,23\text{--}12,71 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ у дна. Максимальные значения в поверхностном и придонном слоях наблюдались в феврале.

Таблица 4.13. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Северной станции аэрации в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Температура (°С)	12,84/20,60	11,61/19,99	12,39/17,96	14,14/21,76	12,30/18,69	12,52/19,23
Соленость (‰)	Н/Д	Н/Д	Н/Д	0,06/0,07	0,06/0,07	0,06/0,07
Кислород ($\text{мгO}_2/\text{дм}^3$)	9,99/7,63	10,14/8,45	10,16/8,35	9,73/7,56	9,84/8,46	10,008/0,9
Кислород (%)	92,09/112,10	91,39/100,9	92,97/102,70	92,33/105,50	90,21/96,40	91,80/103,52
pH	7,29/7,54	7,42/7,72	7,35/7,65	7,42/7,70	7,23/7,58	7,34/7,64
Щелочность (ммоль/дм ³)	0,57/0,61	0,53/0,69	0,54/0,61	0,55/0,64	0,56/0,61	0,55/0,63
БПК ₅ ($\text{мгO}_2/\text{дм}^3$)	2,19/4,33	2,57/4,80	2,11/2,70	2,44/5,40	2,14/3,9	2,29/4,23

Таблица 4.14. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) в водах Северной станции аэрации в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Азот аммонийный N-NH_4 $\text{мкгN}/\text{дм}^3$	135,07/ 330,0	424,93/ 890,0	216,0/ 720,0	278,64/ 708,0	374,0/ 688,0	329,71/ 775,0	389
Азот нитритов N-NO_2 $\text{мкгN}/\text{дм}^3$	33,56/ 73,0	40,99/ 110,0	31,19/ 95,6	15,67/ 28,0	29,92/ 68,0	24,32 47,0	24
Азот нитратов N-NO_3 $\text{мкгN}/\text{дм}^3$	401,43/ 760,0	470,0/ 860,0	250,71/ 470,0	365,14/ 581,0	437,43/ 841,0	283,57 513,0	9032
Общий азот N_{total} $\text{мкгP}/\text{дм}^3$	988,57/ 1400,0	1370,0/ 2230,0	837,14/ 1140,0	1003,3/ 1836,0	1208,93/ 1987,0	1116,71/ 1835,0	
Фосфатный фосфор P-PO_4 $\text{мкгP}/\text{дм}^3$	15,69/ 40,0	15,62/ 47,0	5,74/ 12,0	12,69/ 34,0	11,51/ 25,0	20,54/ 60,0	50
Общий фосфор P_{total} $\text{мкгP}/\text{дм}^3$	25,64/ 57,0	25,71/ 59,0	10,86/ 17,0	24,18/ 80,0	18,96/ 32,0	34,23/ 94,0	

Биогенные вещества. В 2018 г. диапазон значений содержания аммонийного азота изменялся в интервале от аналитического нуля до $775 \text{ мкгN}/\text{дм}^3$ в поверхностном слое и $0\text{--}775 \text{ мкгN}/\text{дм}^3$ в придонном слое (табл. 4.14). Аммоний отсутствовал в двух пробах в начале июня, а максимум (1,9 ПДК) наблюдался в начале июля. Концентрация нитритов изменялась в диапазоне $4,3\text{--}36,0 \text{ мкгN}/\text{дм}^3$ на поверхности и $5,3\text{--}47,0 \text{ мкгN}/\text{дм}^3$ у дна. Среднее значение за год ($24,32 \text{ мкгN}/\text{дм}^3$) составляет 1,0 ПДК. В 2018 г. средняя концентрация нитритного азота превысила минимум 2016 г., но была меньше всех остальных величин за пятилетний период, как в поверхностном, так и в придонном слоях воды. В 2018 г. концентрация в воде нитратного азота (в слое поверхность — дно) изменялась в диапазоне $129\text{--}513 \text{ мкгN}/\text{дм}^3$; наибольшее содержание на поверхностном горизонте ($343 \text{ мкгN}/\text{дм}^3$) отмечалось в октябре, а у дна в феврале ($513 \text{ мкгN}/\text{дм}^3$). Средняя концентрация превысила минимум 2015 г., но была меньше всех остальных величин за пятилетний период. Максимальная концентрация общего азота была зафиксирована в июле на поверхности, а минимум ($505 \text{ мкгN}/\text{дм}^3$) отмечен в начале февраля. В районе Северной станции аэрации во всем столбе воды концентрация фосфатного фосфора изменялась

в диапазоне от минимально определяемого значения ($DL=5 \text{ мкгР/дм}^3$) до 60 мкгР/дм^3 . Наибольшие значения в поверхностном слое (1,1 ПДК) были зафиксированы в сентябре, а у дна в мае (1,3 ПДК). И средняя, и максимальная концентрация фосфатов была наибольшей за последние пять лет. Годовой ход общего фосфора практически идентичен динамике фосфатов.

Органические загрязняющие вещества. В 2018 г. только в двух отобранных на ст. № С2 пробах воды концентрация НУ была на пределе чувствительности метода определения ($DL=0,04 \text{ мг/дм}^3$) — в феврале у дна и в июне на поверхности. Во всех пробах воды из района Северной станции аэрации содержание СПАВ, фенолов и хлорорганических пестицидов было ниже предела обнаружения.

Металлы. В 2018 г. концентрация меди в водах Северной станции аэрации была ниже ПДК только в одной пробе из 14; максимум достигал $9,6 \text{ мкг/дм}^3$ в феврале на дне. Среднее значение во всем столбе воды составило $4,08 \text{ мкг/дм}^3$ (4,08 ПДК). Оно было близко к максимальному за последнее десятилетие в 2016 г., однако существенно ниже предыдущего (рис. 4.6). Во всех пробах содержание цинка было выше предела чувствительности метода определения и изменялось в диапазоне $6,2\text{--}62 \text{ мкг/дм}^3$. В 11 пробах из 14 концентрация превысила ПДК, а максимум (6,2 ПДК) зафиксирован в мае на поверхности. Концентрация марганца изменялась в диапазоне $1,7\text{--}37,0 \text{ мкг/дм}^3$ и превышала норматив в 9 пробах. Максимальная концентрация ингредиента (3,7 ПДК) была зафиксирована в мае в поверхностном слое. В 10 пробах из 14 содержание железа превышало норматив и изменялось в диапазоне $83\text{--}180 \text{ мкг/дм}^3$ (1,8 ПДК, сентябрь, поверхность). Средняя концентрация цинка, марганца и железа показала максимальное значение за последние 4 года. Хотя концентрация алюминия во всех отобранных пробах ($18\text{--}36 \text{ мкг/дм}^3$) была ниже ПДК, средняя годовая концентрация показала максимальное значение за последние пять лет. Никель обнаружен в двенадцати пробах, средняя концентрация составила 1,52, а максимальная $2,3 \text{ мкг/дм}^3$. Кобальт ($1,3 \text{ мкг/дм}^3$) был найден в одной пробе, а содержание свинца, хрома было ниже уровня аналитического определения во всех пробах. Кадмий обнаружен в шести пробах, средняя составила $0,12 \text{ мкг/дм}^3$, а максимум равнялся $0,46 \text{ мкг/дм}^3$ (0,1 ПДК).

Таблица 4.15. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм^3) в водах Северной станции аэрации в 2013–2018 гг.

Металлы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Cu, мкг/дм^3	2,31/5,7	3,38/7,1	3,36/10,0	5,75/22,9	2,71/4,3	4,08/9,6	1
Zn, мкг/дм^3	12,23/25,0	18,04/52,0	9,61/15,0	15,81/30,50	9,44/14,20	25,16/62,0	10
Mn, мкг/дм^3	10,53/36,0	5,62/21,0	10,04/37,0	2,51/12,0	10,66/41,60	18,37/37,0	10
Fe, мкг/дм^3	Н/Д	Н/Д	50,57/72,0	117,5/247,0	85,64/145,0	125,79/180,0	100
Al, мкг/дм^3	Н/Д	Н/Д	17,21/27,0	13,0/39,0	21,43/28,0	27,78/36,0	40
Pb, мкг/дм^3	2,43/8,50	0,81/2,90	1,22/2,60	0,77/4,90	0,57/2,0	0/0	6

Индекс загрязненности вод (2,26, V класс, «грязные») в районе Северной станции аэрации в 2018 г. был рассчитан по среднегодовым значениям концентрации меди (4,08 ПДК), цинка (2,52 ПДК), марганца (1,84 ПДК) и кислорода (0,60). Зафиксированная концентрация меди, цинка, марганца, железа и алюминия стала максимальной за последние пять лет. В ряде случаев установленные нормативы также превышала максимальная концентрация аммонийного и нитритного азота, а также минерального фосфора. Нефтяные углеводороды присутствовали на пределе определения, другие органические загрязняющие вещества не обнаружены. Кислородный режим был в пределах нормы, среднее ($10,00$) и минимальное ($8,09 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) существенно превышали установленный норматив. Качество вод ухудшилось по сравнению с предыдущим годом, когда индекс загрязнения ИЗВ составил 1,41, «загрязненные». Снижение качества вод было определено ростом среднегодовой концентрации меди и цинка.

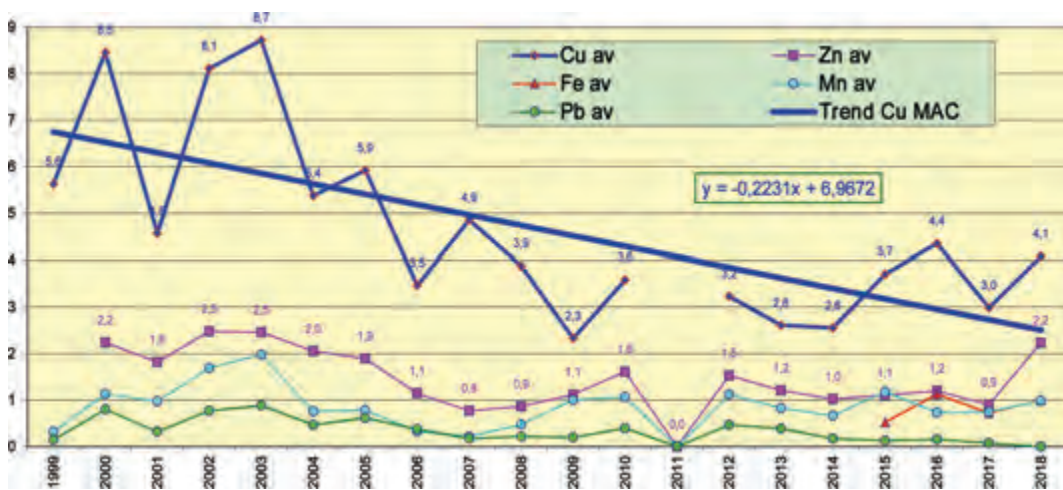


Рис. 4.6. Многолетняя динамика средней концентрации отдельных металлов (ПДК) в водах Невской губы в 1999–2018 гг.

4.9. Курортный район мелководной зоны восточной части Финского залива

В 2018 г. гидрохимическая съемка курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива проводилась в полном объеме ежемесячно с мая по октябрь на станциях 19а и 20а (рис. 4.7). Отбор проб осуществлялся с поверхностного горизонта. Всего было отобрано 12 проб. Значения солености изменялись в пределах 0,07–0,88‰ (табл. 4.16). Величина водородного показателя рН была в диапазоне 6,83–7,35, в среднем — 7,11, что является минимальным значением за последние пять лет. Значения показателя щелочности варьировали в интервале от 0,520 ммоль/дм³ до максимального 0,711 ммоль/дм³, зафиксированного в начале августа на ст. № 19а. Диапазон концентрации легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ составил от 1,2 мгО₂/дм³ (середина мая, ст. № 20а) до 3,8 мгО₂/дм³ (начало сентября, ст. № 19а); в среднем 2,0 мгО₂/дм³ (0,95 ПДК), что является минимальным значением за последние пять лет. Кислородный режим в течение всего года был удовлетворительным. Во всех отобранных пробах значения кислорода соответствовали установленным нормам и изменялись в пределах от 8,55 (август, ст. № 20а) до 12,29 мгО₂/дм³ (май, ст. № 19а) при среднем 10,0 мгО₂/дм³.

Таблица 4.16. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Температура (°С)	16,30/22,0	14,76/20,60	14,93/18,20	14,57/21,8	15,39/20,5	16,04/21,7
Соленость (‰)	Н/Д	Н/Д	Н/Д	1,19/3,26	0,32/0,71	0,43/0,88
Кислород (мгО ₂ /дм ³)	10,46/8,20	10,70/8,95	10,0/8,87	9,62/8,33	10,15/8,92	10,01/8,55
Кислород (%)	105,70/130,5	105,34/130,2	98,61/110,5	94,63/113,8	101,29/121,5	102,26/135,7
рН	7,38/8,12	7,53/8,53	7,49/8,58	7,37/7,61	7,19/7,70	7,11/7,35
Щелочность (ммоль/дм ³)	0,62/0,70	0,63/0,78	0,60/0,70	0,72/1,08	0,60/0,68	0,60/0,71
БПК ₅ (мгО ₂ /дм ³)	2,46/6,8	2,23/4,0	2,21/3,3	2,27/4,0	2,26/4,5	2,0/3,8

Биогенные вещества. В 2018 г. диапазон значений содержания аммонийного азота изменялся в интервале от минимально определяемого значения до 59,0 мкгN/дм³ (май, ст. № 19а) при среднем 16,08 мкгN/дм³. Содержание аммонийного азота стало минимальным за послед-



Рис. 4.7. Станции мониторинга морской среды в восточной части Финского залива в 2018 г.

ние пять лет. Значения концентрации нитритов изменялись в диапазоне 4,3–20,0 мкгN/дм³. Максимальное значение было зафиксировано в мае на ст. № 19а. Среднее значение за период наблюдений — 8,27 мкгN/дм³, что существенно ниже ПДК (24 мкгN/дм³). Значения двух последних лет были максимальными за весь период наблюдений (рис. 4.8). В 2018 г. концентрация в воде нитратного азота изменялась в диапазоне 14–315 мкгN/дм³. В курортном районе мелководной зоны концентрация общего азота менялась в пределах 355–1015 мкгN/дм³, максимум зарегистрирован в мае. Концентрация минерального фосфатного фосфора изменялась в диапазоне от минимально определяемого значения (DL=5 мкгP/дм³) до 23 мкгP/дм³. Максимальная концентрация общего фосфора составила 61 мкгP/дм³ и была отмечена на ст. № 19а в сентябре.

Таблица 4.17. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	42,0/ 90,0	52,17/ 180,0	50,92/ 230,0	78,17/ 214,0	18,17/ 100,0	16,08/ 59,0	389
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	6,44/ 18,0	7,92/ 15,0	3,69/ 14,3	7,03/ 17,0	8,9/ 15,0	8,28/ 20,0	24
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	134,0/ 390,0	198,67/ 390,0	106,08/ 320,0	218,5/ 420,0	222,5/ 521,0	175,95/ 408,20	9032
Общий азот N _{total} мкгP/дм ³	854,17/ 1720,0	791,67/ 1290,0	590,83/ 790,0	736,83/ 1073,0	736,42/ 1436,0	741,98/ 1261,80	
Фосфатный фосфор P-PO ₄ мкгP/дм ³	12,26/ 98,0	5,11/ 20,0	1,61/ 7,3	9,23/ 22,0	5,22/ 18,0	6,69/ 33,06	50
Общий фосфор P _{total} мкгP/дм ³	20,93/ 120,0	11,63/ 26,0	5,2/ 12,0	18,72/ 31,0	14,86/ 30,0	14,27/ 43,80	

Органические загрязняющие вещества. Во всех отобранных пробах концентрация нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов была ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. В 2018 г. в 11 пробах из 12 отобранных было зафиксировано превышение ПДК (5 мкг/дм³) по содержанию меди. Диапазон концентрации составил 4,9–30 мкг/дм³ (табл. 4.18). Максимальное значение 6 ПДК (для морских вод) зафиксировано на ст. № 20а в августе. Среднее значение содержания меди за период наблюдений — 11,38 мкг/дм³ (2,28 ПДК) стало максимальным за последние пять лет. Концентрация цинка изменялась

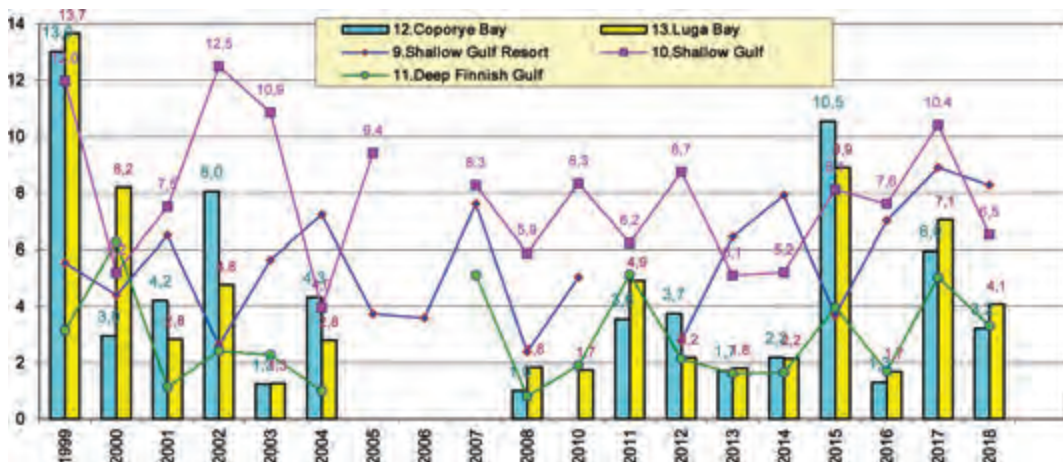


Рис. 4.8. Динамика средней концентрации азота нитритов (мкг/дм³) в водах восточной части Финского залива в 1999–2018 гг.

в диапазоне 5,1–74 мкг/дм³, при среднем 24,7 мкг/дм³. Максимальное значение (1,48 ПДК) зафиксировано на ст. № 19а в сентябре. Диапазон концентрации марганца изменялся в интервале 1–36 мкг/дм³ (0,72 ПДК), при среднем 11,9 мкг/дм³. Только в одной пробе концентрация железа была ниже предела обнаружения, а в остальных случаях диапазон значений составил 62–400 мкг/дм³, при среднем 146,3 мкг/дм³. Максимальное содержание железа (8 ПДК) было зафиксировано на ст. № 20а в июне. Концентрация алюминия выше допустимого уровня была зафиксирована в 2 пробах, максимум отмечен в октябре. Во всех отобранных пробах концентрация свинца была ниже предела обнаружения методики.

Таблица 4.18. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива в 2013–2018 гг.

Металлы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Cu, мкг/дм³	3,07/4,8	3,28/5,9	5,22/9,4	6,58/21,2	6,68/13,3	11,38/30,0	5
Zn, мкг/дм³	9,58/23,0	6,91/19,0	9,23/18,0	35,03/ 88,0	9,47/16,5	24,68/ 74,0	50
Mn, мкг/дм³	7,85/22,0	6,54/27,0	15,28/ 57,0	36,49/ 147,0	10,66/33,0	11,93/36,0	50
Fe, мкг/дм³	Н/Д	Н/Д	108,42/258,0	284,67/1279,0	305,08/1190,0	146,3/400,0	50
Al, мкг/дм³	Н/Д	Н/Д	25,67/ 57,0	46,4/105,0	29,25/ 69,0	28,7/ 51,0	40
Pb, мкг/дм³	3,32/8,5	0,64/5,7	1,17/2,0	3,6/ 19,0	0,86/2,3	0/0	10

Индекс загрязненности вод (ИЗВ) курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива в 2018 г. составил 1,63 (IV класс, «загрязненные») и был рассчитан по среднегодовым значениям концентрации меди (2,28 ПДК), железа (2,93 ПДК), алюминия (0,72 ПДК) и кислорода (0,60). Содержание меди стало максимальным за последние 5 лет. Признаков эвтрофикации вод района не обнаружено, а максимальная концентрация аммонийного и нитритного азота, а также минерального фосфора не превышала нормативы. Присутствие органических загрязняющих веществ (нефтяных углеводородов, пестицидов, фенола и СПАВ) не отмечено. Кислородный режим был в пределах нормы, среднее (10,00) и минимальное (8,55 мгО₂/дм³) существенно превышали установленный норматив. По сравнению с 2017 г. отмечено улучшение гидрохимического состояния вод в первую очередь за счет значительного уменьшения содержания железа в водах района.

4.10. Мелководная зона восточной части Финского залива

В 2018 г. гидрохимическая съемка мелководной зоны восточной части Финского залива проводилась в августе на ст. № 19, 20, 21, 22, 24 и 26. Отбор проб осуществлялся с разных горизонтов. Всего было отобрано 20 проб. Средняя температура воды по всем станциям показала 19,82 °С — максимальное значение за последние пять лет (табл. 4.19). В поверхностном слое соленость вод изменялась в диапазоне от 0,24‰ до 2,2‰, в придонном слое — 0,41–2,58‰. Среднее значение во всем столбе воды (1,28‰) было на уровне прошлых лет. Величина водородного показателя рН была в диапазоне 6,3–7,41, в среднем — 6,85, что является минимальным показателем за последние пять лет. Значения щелочности воды варьировали в интервале от 0,58 ммоль/дм³ до максимального 1,03 ммоль/дм³, зафиксированного на ст. № 24 на дне. Кислородный режим в данном районе в течение всего года был удовлетворительным. Во всех пробах, за исключением одной, значения кислорода соответствовали установленным нормам и изменялись на поверхности в пределах 8,02–9,96 мгО₂/дм³, в придонном слое от 5,72 (ст. № 22) до 8,69 мгО₂/дм³ (ст. № 26). Диапазон значений насыщения вод кислородом изменялся в пределах 88,3–111,2% на поверхности и 62,3–94,9% у дна.

Таблица 4.19. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах мелководной зоны восточной части Финского залива в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Температура (°С)	14,22/23,60	13,57/24,9	13,71/19,8	5,97/7,99	18,75/19,67	19,82/20,24
Соленость (‰)	Н/Д	Н/Д	Н/Д	2,0/3,56	0,59/2,88	1,28/2,58
Кислород (мгО ₂ /дм ³)	9,11/ 5,72	8,63/ 4,69	9,08/ 3,76	10,58/8,23	8,62/ 5,69	8,31/ 5,72
Кислород (%)	89,43/116,8	83,27/119,4	85,63/115,5	86,03/99,8	92,53/113,2	91,55/111,2
рН	7,76/8,64	7,36/7,82	7,55/7,86	7,56/7,66	7,76/8,32	6,85/7,41
Щелочность (ммоль/дм ³)	0,84/1,41	0,86/1,41	0,74/1,23	0,87/1,11	0,63/1,10	0,79/1,03
БПК ₅ (мгО ₂ /дм ³)	Н/Д	Н/Д	2,37/ 3,9	1,33/1,5	Н/Д	Н/Д

Таблица 4.20. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах мелководной зоны восточной части Финского залива в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	42,86/ 160,0	33,73/ 67,0	55,15/ 260,0	8,07/ 39,0	26,27/ 148,0	25,8/ 113,0
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	5,10/ 13,0	5,20/ 15,0	8,11/ 18,0	7,61/ 15,0	10,41/ 20,0	6,52/ 14,0
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	103,65/ 260,0	88,94/ 290,0	141,95/ 430,0	204,6/ 258,0	110,4/ 218,0	46,6/ 140,0
Общий азот N _{total}	559,55/ 890,0	485,56/ 790,0	548,10/ 960,0	576,27/ 684,0	526,2/ 639,0	525,73/ 730,0
Фосфатный фосфор P-PO ₄	8,91/ 32,0	4,68/ 22,0	5,8/ 27,0	9,7/ 20,0	15,74/ 59,0	7,61/ 33,00
Общий фосфор P _{total}	16,15/ 46,0	8,24/ 25,0	8,64/ 33,0	20,55/ 39,0	25,03/ 83,0	19,67/ 54,0

Биогенные вещества. В 2018 г. содержание аммонийного азота было ниже предела обнаружения (DL=20,0 мкгN/дм³) в семи пробах из 15 и достигало 113 мкг/дм³, зафиксированного в придонном горизонте на ст. № 22 (табл. 4.20). Средняя величина (25,8 мкг/дм³) осталась на уровне 2017 г. (26,3 мкг/дм³). Концентрация нитритного азота была выше предела обнаружения во всех пробах. Диапазон значений составил 2,5–14 мкгN/дм³ (0,6 ПДК) при среднем 6,52 мкгN/дм³. Содержание нитратного азота изменялось в диапазоне 10–140 мкгN/дм³

и стало минимальным за последние пять лет. Содержание фосфатного фосфора изменялось в пределах от минимально определяемой величины в восьми пробах ($DL=5,0 \text{ мкг/дм}^3$) до 33 мкгР/дм^3 (0,7 ПДК, ст. №22) на поверхностном горизонте, и до 29 мкгР/дм^3 в придонном слое. Максимальная концентрация общего фосфора в мелководном районе была зафиксирована на ст. №22 на поверхности.

Органические загрязняющие вещества. Во всех отобранных пробах концентрация нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов была ниже предела чувствительности метода определения.

Таблица 4.21. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм^3) в водах мелководной зоны восточной части Финского залива в 2013–2018 гг.

Металлы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Cu, мкг/дм^3	3,79/ 9,0	2,87/ 8,2	3,36/ 8,3	1,6/2,3	3,69/ 7,4	8,74/23,5	5
Zn, мкг/дм^3	5,24/12,0	4,98/14,9	9,18/19,0	10,16/12,7	11,3/29,8	12,63/21,6	50
Mn, мкг/дм^3	3,33/22,0	3,22/15,0	72,29/343,0	7,98/14,9	17,03/ 81,7	35,96/ 190,0	50
Fe, мкг/дм^3	Н/Д	Н/Д	24,25/ 85,0	33,58/ 106,0	7,0/26,0	0/0	50
Al, мкг/дм^3	Н/Д	Н/Д	19,0/ 56,0	2,1/13,0	6,5/15,0	4,58/17,0	40
Pb, мкг/дм^3	3,88/7,8	0,58/2,6	0,0/0,0	0,67/2,0	0,0/0,0	0,0/0,0	10

Металлы. В 2018 г. основными загрязняющими ингредиентами среди металлов стали медь, марганец и цинк. Концентрация меди превышала уровень ПДК в восьми пробах из двенадцати отобранных. Диапазон значений в поверхностном слое находился в пределах $2,5$ – $23,5 \text{ мкг/дм}^3$, в придонном — от менее $1,0$ до $12,7 \text{ мкг/дм}^3$ (табл. 4.21). Средняя концентрация меди показала максимальное значение за последние пять лет (рис. 4.9). Концентрация цинка в поверхностном горизонте изменялась от $9,2$ до $20,1 \text{ мкг/дм}^3$, в придонном горизонте — от менее $5,0$ до $21,6 \text{ мкг/дм}^3$; средняя концентрация стала максимальной за последние пять лет. Содержание марганца в одной пробе, отобранной на придонном горизонте ст. №22, превышало уровень ПДК в 3,8 раз, а в остальных достигало только $46,0 \text{ мкг/дм}^3$. Во всех отобранных в районе пробах концентрация железа, свинца, кобальта, хрома и ртути была ниже предела обнаружения методики, $50,0$; $3,0$; $1,0$; $1,0$ и $0,01 \text{ мкг/дм}^3$ соответственно. Только в четырех из 12 отобранных проб было зафиксировано присутствие алюминия в концентрациях 11 – 17 мкг/дм^3 ,

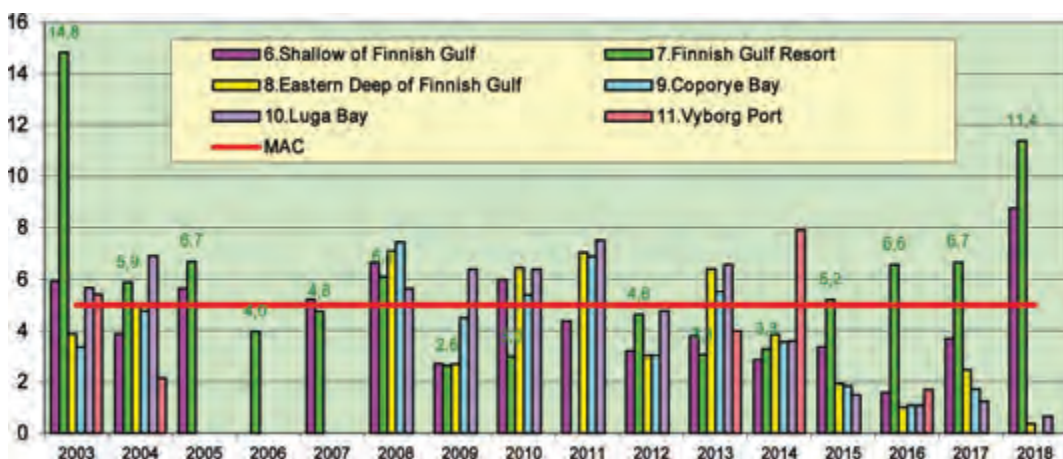


Рис. 4.9. Динамика средней концентрации меди (мкг/дм^3) в водах восточной части Финского залива в 2003–2018 гг.

поэтому среднее составило только 4,58 мкг/дм³. Содержание кадмия было ниже предела обнаружения (DL=0,10 мкг/дм³) в двух пробах, а максимальное достигало только 0,05 ПДК (0,48 мкг/дм³) в придонном слое на ст. № 19. Концентрация никеля только в двух пробах была ниже DL=1,0 мкг/дм³, в остальных варьировала до 3,8 мкг/дм³ (0,4 ПДК).

Индекс загрязненности вод (ИЗВ) мелководной зоны восточной части Финского залива в 2018 г., который был рассчитан по среднегодовым значениям концентрации меди (1,75 ПДК), марганца (0,72 ПДК), цинка (0,25 ПДК) и кислорода (0,72), составил 0,86 (IV класс, «умеренно-загрязненные»). Среднегодовая концентрация меди и цинка показала максимальные значения за последние пять лет. Содержание меди стало максимальным за последние 5 лет. Признаков эвтрофикации вод района не обнаружено, а максимальная концентрация аммонийного и нитритного азота, а также минерального фосфора не превышала нормативы. Присутствие органических загрязняющих веществ (нефтяных углеводородов, пестицидов, фенола и СПАВ) не отмечено. Кислородный режим был в пределах нормы, среднее (8,31) существенно превышало установленный норматив. Минимальное содержание (5,72 мгО₂/дм³) только в одной пробе было ниже норматива. Качество вод ухудшилось по сравнению с предыдущим годом, когда ИЗВ составил 0,55 (II класс, «чистые воды»).

4.11. Глубоководная зона восточной части Финского залива

В 2018 г. гидрохимическая съемка глубоководной зоны восточной части Финского залива проводилась 14–15 августа на ст. № 1,2,3,4 и ст. № А. Всего было отобрано 40 проб с разных горизонтов. На поверхностном горизонте диапазон значений солености составил 2,37–3,63‰, в придонном слое 4,61–7,08‰ (табл. 4.22). Очевидно, максимальные значения были зафиксированы на самой западной станции № 4. С увеличением глубины значение солености возрастало, что объясняется притоком солоноватых вод из центральной части залива. Величина водородного показателя рН была в диапазоне 7,3–7,88 на поверхности, в придонном горизонте 7,3–7,66, в среднем, во всем столбе воды — 7,39, что является минимальным показателем за последние пять лет. Значения показателя щелочности варьировали в интервале 1,0–1,28 ммоль/дм³ на поверхности, 1,44–1,71 ммоль/дм³ на дне. Кислородный режим вод глубоководного района восточной части Финского залива в целом был удовлетворительным. На всех станциях района на поверхностном горизонте значения кислорода не выходили за пределы норматива. Диапазон значений на поверхности составил 8,79–9,38 мгО₂/дм³. На придонном горизонте все значения концентрации кислорода были ниже допустимой нормы, диапазон составил 3,01–4,56 мгО₂/дм³. Дефицит кислорода наблюдался также на промежуточных горизонтах почти всех станций. Среднее значение содержания кислорода (6,72 мгО₂/дм³) стало минимальным за последние пять лет

Таблица 4.22. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах глубоководной зоны восточной части Финского залива в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Температура (°С)	11,12/22,80	9,98/23,10	12,67/19,0	7,35/9,10	12,12/19,24	12,23/20,24
Соленость (‰)	Н/Д	Н/Д	Н/Д	4,65/8,27	3,71/6,53	4,17/7,08
Кислород (мгО ₂ /дм ³)	7,65/2,73	7,99/1,86	7,99/4,92	8,78/3,40	7,33/3,86	6,72/3,02
Кислород (%)	71,78/111,9	71,65/102,4	66,03/102,9	75,69/97,1	70,93/104,0	65,14/104,1
рН	7,86/8,75	7,56/8,64	7,58/7,82	7,60/7,78	7,75/8,34	7,39/7,9
Щелочность (ммоль/дм ³)	1,33/1,70	1,31/1,65	1,20/1,46	1,28/1,61	1,24/1,62	1,36/1,71

Биогенные вещества. В поверхностном слое и большинстве промежуточных вод концентрация аммонийного азота была ниже предела обнаружения ($DL=20 \text{ мкг/дм}^3$) и только в шести пробах была выше и достигала 38 мкгN/дм^3 (табл. 4.23). Среднее значение содержания аммонийного азота стало минимальным за последние пять лет. Диапазон содержания нитритного азота на поверхностном горизонте составил $2,1\text{--}3,4 \text{ мкгN/дм}^3$ (ст. №3), а в придонном слое $2,1\text{--}8,2 \text{ мкг/дм}^3$ (ст. №А). Концентрация нитратного азота составила на поверхности $8\text{--}47 \text{ мкг/дм}^3$ (ст. №3), у дна — $73\text{--}120 \text{ мкг/дм}^3$ (ст. №1). В поверхностном слое концентрация фосфатов была ниже предела обнаружения ($DL=5 \text{ мкг/дм}^3$), а у дна значения находились в диапазоне $29\text{--}95 \text{ мкг/дм}^3$ (1,9 ПДК). Содержание общего фосфора на поверхности менялось от минимально определяемой величины до 12 мкгP/дм^3 , у дна — $42\text{--}108 \text{ мкгP/дм}^3$.

Таблица 4.23. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм^3) в водах глубоководной зоны Восточной части Финского залива в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Азот аммонийный $\text{N-NH}_4 \text{ мкгN/дм}^3$	10,41/ 45,0	14,45/ 48,0	13,58/ 63,0	9,15/ 41,0	12,42/ 51,0	5,85/ 38,0	389
Азот нитритов $\text{N-NO}_2 \text{ мкгN/дм}^3$	1,62/ 8,3	1,64/ 7,3	3,96/ 8,8	1,7/ 12,0	5,03/ 28,00	3,31/ 11,0	24
Азот нитратов $\text{N-NO}_3 \text{ мкгN/дм}^3$	59,14/ 170,0	51,30/ 170,0	54,73/ 220,0	99,0/ 164,0	55,04/ 153,0	55,69/ 127,0	9032
Общий азот N_{total}	490,90/ 640,0	431,54/ 870,0	436,54/ 620,0	458,35/ 553,0	427,08/ 679,0	457,27/ 579,0	
Фосфатный фосфор P-PO_4	18,01/ 82,0	14,14/ 73,0	9,55/ 36,0	26,75/ 93,0	17,319/ 86,0	24,62/ 95,0	50
Общий фосфор P_{total}	25,88/ 92,0	19,83/ 85,0	12,70/ 44,0	45,81/ 131,0	23,10/ 100,0	32,20/ 108,0	

Органические загрязняющие вещества. В 2018 г. на всех станциях глубоководного района восточной части Финского залива содержание нефтяных углеводородов ($DL=0,04 \text{ мг/дм}^3$), фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. Концентрация меди в глубоководном районе восточной части Финского залива в период проведения гидрохимической съемки в августе превышала предел обнаружения в двух пробах ($1,1$ и $2,6 \text{ мкг/дм}^3$) из десяти отобранных (табл. 4.24). Среднее содержание меди было близким к минимальной за последние пять лет. За все время наблюдений средняя концентрация во всей восточной части Финского залива к западу от КЗС постепенно уменьшалась (рис. 4.10). В поверхностном слое концентрация цинка изменялась в пределах от $10,9$ до $24,1 \text{ мкг/дм}^3$ ($0,5$ ПДК, ст. №1), в придонном слое — $6,8\text{--}15,1 \text{ мкг/дм}^3$. В 2018 г. содержание цинка показало максимальное значение за последние пять лет. Содержание марганца в глубоководном районе превысило уровень ПДК в 50% проб. Диапазон значений составил $30,1\text{--}70,0 \text{ мкг/дм}^3$ (ст. №2) на поверхности и $6,4\text{--}360 \text{ мкг/дм}^3$ (ст. №4) — на дне. Марганец стал основным загрязняющим веществом в 2018 г., его концентрация стала максимальной за последние пять лет, за исключением 2015 г. Концентрация никеля в шести пробах была ниже $DL=1,0 \text{ мкг/дм}^3$, в остальных четырех варьировала до $2,7 \text{ мкг/дм}^3$ ($0,3$ ПДК). Содержание кадмия было ниже $DL=0,10 \text{ мкг/дм}^3$ в половине проб, а в остальных достигала $0,37 \text{ мкг/дм}^3$ (ст. №1). Во всех отобранных в районе пробах концентрация железа, алюминия, свинца, кобальта, хрома и ртути была ниже предела обнаружения методики, $50,0$; $10,0$; $3,0$; $1,0$; $1,0$ и $0,01 \text{ мкг/дм}^3$ соответственно.

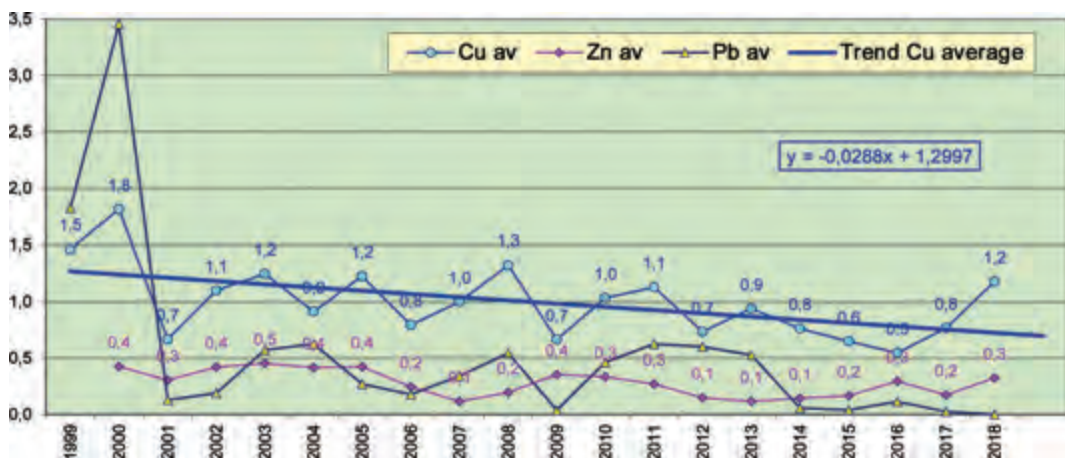


Рис. 4.10. Многолетняя динамика средней концентрации отдельных металлов (ПДК) в водах восточной части Финского залива в 1999–2018 гг.

Таблица 4.24. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах глубоководной зоны Восточной части Финского залива в 2013–2018 гг.

Металлы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Cu, мкг/дм ³	6,41/12,0	3,85/9,20	1,94/3,40	1,01/1,10	2,47/3,7	0,37/2,6	5
Zn, мкг/дм ³	6,5/13,00	6,61/21,60	6,56/7,80	7,87/12,20	6,4/9,70	12,84/24,1	50
Mn, мкг/дм ³	4,92/39,0	5,06/55,0	106,9/239,0	7,03/21,0	45,31/232,0	105,36/360,0	50
Fe, мкг/дм ³	Н/Д	Н/Д	2,2/10,0	0,0/0,0	Н/Д	0,0/0,0	50
Al, мкг/дм ³	Н/Д	Н/Д	3,88,0	0,0/0,0	Н/Д	0,0/0,0	40
Pb, мкг/дм ³	7,59/13,0	0,50/3,20	0,0/0,0	0,2/2,0	Н/Д	0,0/0,0	10

Индекс загрязненности вод (ИЗВ) глубоководной зоны восточной части Финского залива в 2018 г., который был рассчитан по среднегодовым значениям концентрации фосфатов (0,49 ПДК), марганца (2,11 ПДК), цинка (0,26 ПДК) и кислорода (0,89), составил 0,94 (III класс, «умеренно-загрязненные»). По сравнению с предыдущим годом, когда ИЗВ составил 0,59 (II класс, «чистые воды»), отмечается ухудшение качества вод в первую очередь за счет роста содержания марганца. Концентрация марганца и цинка в водах залива была наибольшей за последние пять лет. Содержание меди стало минимальным за последние 5 лет. Признаков эвтрофикации вод района не обнаружено, а максимальная концентрация аммонийного и нитритного азота, а также минерального фосфора на поверхности не превышала нормативы. Высокое содержание фосфатов в придонных водах определяется притоком глубинных морских вод из центральной Балтики. Присутствие органических загрязняющих веществ (нефтяных углеводородов, пестицидов, фенола и СПАВ) не отмечено. Кислородный режим в поверхностном слое вод был в пределах нормы (8,79–9,38 мгО₂/дм³), а на придонном и промежуточных горизонтах наблюдается существенный дефицит растворенного кислорода, диапазон значений составил 3,01–4,56 мгО₂/дм³. Среднее значение содержания кислорода (6,72 мгО₂/дм³) стало минимальным за последние пять лет.

4.12. Копорская губа

В 2018 г. гидрохимическая съемка Копорской губы была выполнена 16 августа на двух станциях на разных горизонтах. Всего было отобрано 10 проб. На станции с глубиной 26 м значение солёности изменялось от 2,27‰ на поверхности до 4,97‰ у дна, а на станции с глу-

биной 13 м — 2,29–2,58‰ (табл. 4.25). Кислородный режим вод района был удовлетворительным. Диапазон содержания кислорода в слое поверхность-дно составил 4,57–8,93 мгО₂/дм³. Значение кислорода ниже установленного норматива было зафиксировано на ст. № 6к на придонном горизонте, процент насыщения составил 36,5%. Небольшое перенасыщение вод кислородом 102,4% было только в одной пробе, в остальных случаях было меньше 100%. Во всех пробах величина водородного показателя (7,46–7,95) не выходила за рамки нормативной величины (6,5 < рН < 8,5), вертикальные различия от поверхности до дна на обеих станциях были незначительными. Значения показателя щелочности варьировали в интервале 0,989–1,067 ммоль/дм³ на ст. № 3к, 1,000–1,478 ммоль/дм³ на ст. № 6к.

Таблица 4.25. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Копорской губы в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Температура (°С)	13,82/19,40	11,22/21,6	15,68/17,90	7,94/8,42	17,10/19,4	15,55/21,0
Соленость (‰)	Н/Д	Н/Д	Н/Д	4,12/4,93	2,89/3,71	3,21/4,97
Кислород (мгО ₂ /дм ³)	8,94/7,20	8,21/6,27	7,31/3,46	9,46/6,66	7,95/6,22	7,55/4,57
Кислород (%)	87,53/103,0	74,94/100,0	74,93/103,6	81,7/95,7	84,05/98,0	81,05/102,4
рН	8,02/8,66	7,56/8,21	7,40/7,58	7,50/7,6	7,92/8,17	7,72/7,95
Щелочность (ммоль/дм ³)	1,20/1,43	1,20/1,44	1,12/1,33	1,22/1,33	1,14/1,29	1,14/1,48

Биогенные вещества. Только в одной пробе на глубоководной станции у дна зафиксировано содержание аммонийного азота выше уровня определения — 22 мкгN/дм³ (табл. 4.26). Случаев нарушения норматива по содержанию азота нитритного в водах губы зафиксировано не было. Концентрация нитритов в слое поверхность-дно находилась в пределах 2,1–4,5 мкгN/дм³. Во всех пробах содержание нитратного азота было значительно меньше ПДК. Концентрация менялась в диапазоне от 6 до 10 мкгN/дм³ на поверхности, у дна — в интервале 7–118 мкгN/дм³. На станции в глубине губы содержание фосфатов во всех пробах было ниже уровня определения ингредиента DL=5 мкгP/дм³. На выходе из залива было зафиксировано 7,2 мкгP/дм³ на горизонте 20 м и 41 мкгP/дм³ в придонном слое, что и определило общее среднее значение 8,0 мкгP/дм³ (0,16 ПДК). Обычно в разные годы в периоды проведения наблюдений содержание фосфатов в водах губы было очень невысоким, однако иногда доходило до половины норматива (рис. 4.11). Содержание общего фосфора на двух станциях в слое поверхность-дно менялось от 5,9 до 47 мкгP/дм³, максимум был зафиксирован на ст. № 6к на придонном горизонте. Концентрация силикатов была в диапазоне 91–797 мкг/дм³, в среднем 236,8 мкг/дм³.

Таблица 4.26. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Копорской губы в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	10,11/ 33,0	15,44/ 47,0	15,33/ 39,0	3,67/ 22,0	26,0/ 45,0	3,67/ 22,0
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	1,71/ 8,5	2,18/ 6,7	10,53/ 21,0	1,3/ 1,9	5,95/ 27,0	3,22/ 4,5
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	44,22/ 100,0	55,33/ 120,0	64,83/ 160,0	107,67/ 125,0	17,33/ 49,0	25,83/ 118,0
Общий азот N _{total}	458,89/ 650,0	437,78/ 560,0	386,67/ 560,0	489,83/ 513,0	511,83/ 558,0	479,33/ 576,0
Фосфатный фосфор P-PO ₄	6,14/ 25,0	10,42/ 27,0	8,0/ 27,0	27,83/ 42,0	4,68/ 23,0	8,03/ 41,0
Общий фосфор P _{total}	12,39/ 30,0	14,64/ 33,0	11,45/ 33,0	45,67/ 59,0	15,25/ 33,0	15,95/ 47,0

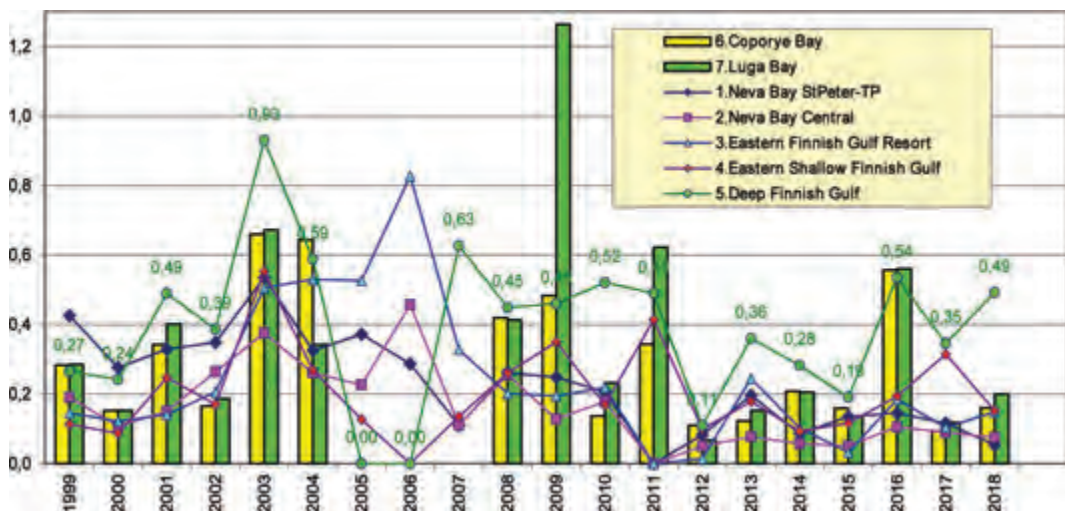


Рис. 4.11. Среднее содержание фосфатов P-PO₄ (в долях ПДК) в водах различных районов восточной части Финского залива в 1999–2018 гг.

Органические загрязняющие вещества. Во всех пробах содержание нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов было ниже предела чувствительности использованных методов химического анализа.

Металлы. Концентрация марганца в четырех пробах воды из Копорской губы превысила уровень ПДК в двух пробах воды, отобранных на ст. №6к: в поверхностном слое 57 мкг/дм³ (1,1 ПДК), в придонном — 250 мкг/дм³ (5,0 ПДК), (табл. 4.27). Содержание марганца повышается в последние 3 года, хотя и не достигало максимума 2015 г., и в целом очень сильно меняется год от года. Концентрация цинка на поверхности изменялась в диапазоне аналитического нуля в одной пробе (DL=5,0 мкг/дм³) до 16,1 мкг/дм³ во второй, а у дна — 11,1 и 26,4 мкг/дм³; за последние пять лет и среднее, и максимальное значение стало выше. Концентрация кадмия на поверхности составила 0,12 и 0,22 мкг/дм³, а у дна была ниже предела обнаружения (DL=0,1 мкг/дм³). Содержание меди, железа, свинца, никеля, кобальта, хрома и ртути во всех пробах было ниже предела определения. Алюминий в количестве 13 мкг/дм³ зафиксирован в одной пробе из четырех.

Таблица 4.27. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Копорской губы в 2013–2018 гг.

Металлы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Cu, мкг/дм ³	5,53/9,0	3,57/7,9	1,85/2,4	1,1/1,4	1,73/2,9	0,0/0,0	5
Zn, мкг/дм ³	6,09/11,0	4,11/7,5	6,63/7,7	5,7/8,4	8,45/16,0	13,4/26,4	50
Mn, мкг/дм ³	2,38/9,1	0,94/4,4	212,0/682,0	3,08/3,8	62,53/209,0	92,93/250,0	50
Fe, мкг/дм ³	Н/Д	Н/Д	3,25/11,0	0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/0,0	50
Al, мкг/дм ³	Н/Д	Н/Д	3,75/5,0	0,0/0,0	0,0/0,0	3,25/13,0	40
Pb, мкг/дм ³	7,02/9,8	2,05/2,1	0,5/2,0	0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/0,0	10

Индекс загрязненности вод Копорской губы в 2018 г., рассчитанный по средней концентрации фосфатов (0,16 ПДК), марганца (1,86 ПДК), цинка (0,27 ПДК) и кислорода (0,79), составил 0,77 (III класс, «умеренно-загрязненные», но на самой границе с «чистыми» водами). По сравнению с предыдущим годом (ИЗВ=0,63, II класс, «чистые») отмечается небольшое ухудшение качества вод в первую очередь за счет роста содержания марганца. В последние

два года его значения были очень высокими. Признаков эвтрофикации вод района не обнаружено, а содержание всех форм биогенных элементов было стабильным последние годы. Отсутствие органических загрязняющих веществ (нефтяных углеводородов, пестицидов, фенола и СПАВ) не отмечено. Небольшой дефицит кислорода наблюдался только в придонном слое глубокой станции. Среднее значение содержания кислорода было немного пониженным.

4.13. Лужская губа

Гидрохимическая съемка Лужской губы проводилась 16 августа на ст. № бл с глубиной 28 м и на ст. № 18л (10 м) на разных горизонтах. Всего было отобрано 9 проб. Значения солености вод изменялись на глубокой станции в диапазоне 2,69–5,23‰, а на мелководье 2,14–2,88‰ (табл. 4.28). Содержание кислорода у дна на глубине 27 м было существенно сниженным (4,69 мгО₂/дм³), а в остальных пробах изменялось в пределах 6,27–9,13 мгО₂/дм³. Диапазон величин показателя рН 7,25–7,69; щелочности 1,089–1,533 ммоль/дм³.

Таблица 4.28. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров в водах Лужской губы в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Температура (°С)	13,05/20,40	11,64/21,10	15,14/17,8	7,38/7,94	16,68/18,8	14,82/20,0
Соленость (‰)	Н/Д	Н/Д	Н/Д	4,43/4,80	3,44/4,0	3,38/5,23
Кислород (мгО ₂ /дм ³)	8,61/ 4,84	8,36/ 5,91	6,91/ 4,27	9,65/8,76	7,49/6,13	7,24/ 4,69
Кислород (%)	83,58/108,7	74,91/94,7	69,8/97,1	82,2/86,2	78,45/92,4	76,27/101,8
рН	7,91/8,66	7,52/8,35	7,43/7,49	7,52/7,58	7,91/8,28	7,587,80
Щелочность (ммоль/дм ³)	1,27/1,46	1,30/1,80	1,25/1,33	1,33/1,65	1,37/1,64	1,271,53

Биогенные вещества. Концентрация аммонийного азота была выше предела обнаружения в трех пробах из шести: 21; 30 и 45 мкгN/дм³ (табл. 4.29). На поверхности значения нитратного азота менялись в диапазоне 6–7 мкгN/дм³, у дна — 16–75 мкгN/дм³. Средние и максимальные значения соединений азота оказались одними из наименьших за весь период наблюдений (рис. 4.12). Диапазон концентрации нитритного азота во всем столбе воды 2,5–5,5 мкгN/дм³ (0,23 ПДК). Фосфаты отмечены в трех пробах — 5,3; 9,8 и 45 мкг/дм³ на глубине 27 м. Содержание общего фосфора было ниже предела обнаружения DL=5,0 мкгP/дм³ в поверхностной пробе из кутовой части губы вблизи устья реки и достигало наибольшего значения, равного максимуму фосфатов в придонном слое. Концентрация силикатов находилась в диапазоне 132–781 мкг/дм³, среднее значение составило 311 мкг/дм³.

Таблица 4.29. Средняя и максимальная концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в водах Лужской губы в 2013–2018 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Азот аммонийный N-NH ₄ мкгN/дм ³	9,83/ 37,0	20,11/ 65,0	9,17/ 28,0	12,67/ 54,0	17,0/ 45,0	16,0/ 45,0	389
Азот нитритов N-NO ₂ мкгN/дм ³	1,81/ 5,6	2,15/ 7,5	8,9/ 16,0	1,68/ 6,5	7,05/ 28,0	4,08/ 5,5	24
Азот нитратов N-NO ₃ мкгN/дм ³	40,5/ 95,0	71,5/ 140,0	58,0/ 150,0	108,5/ 128,0	27,33/ 59,0	21,67/ 75,0	9032
Общий азот N _{total}	495,0/ 630,0	493,89/ 1000,0	381,67/ 480,0	505,0/ 679,0	521,33/ 604,0	520,0/ 576,0	
Фосфатный фосфор P-PO ₄	7,63/ 33,0	10,26/ 25,0	6,8/ 31,0	28,0/ 36,0	5,92/ 22,0	10,02/ 45,0	50
Общий фосфор P _{total}	15,29/ 40,0	16,19/ 28,0	8,5/ 38,0	48,5/ 57,0	13,82/ 32,0	18,56/ 45,00	

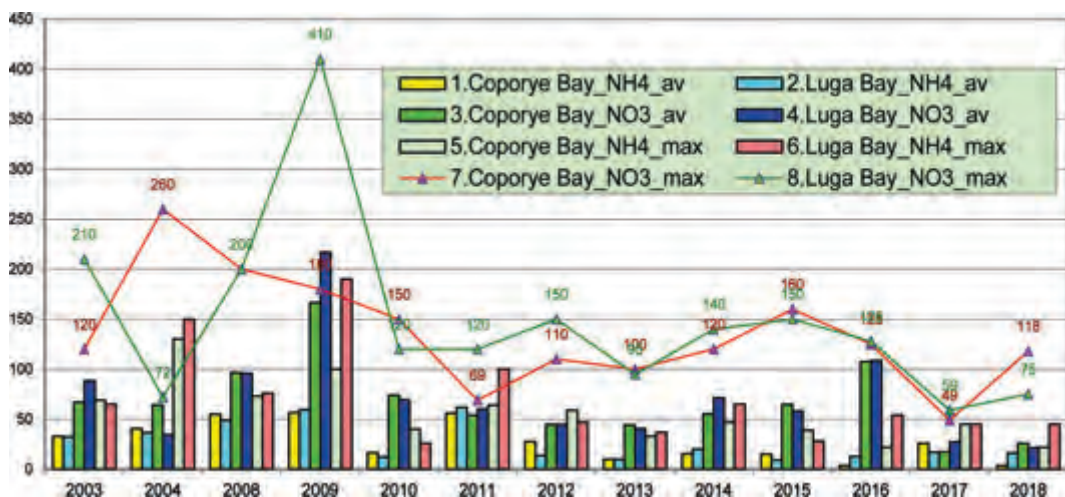


Рис. 4.12. Среднее и максимальное содержание аммонийного азота и нитратов (мкг/дм³) в водах Копорьской и Лужской губ в восточной части Финского залива в 2003–2018 гг.

Органические загрязняющие вещества. Во всех пробах содержание нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов было ниже предела чувствительности использованных методов химического анализа.

Металлы. Из четырех обработанных проб воды медь была обнаружена в одной поверхностной из кута губы (2,6 мкг/дм³, 0,5 ПДК), поэтому средняя стала минимальной за последние пять лет (табл. 4.30). Диапазон концентрации цинка в обоих слоях составил 7,5–17,4 мкг/дм³. Концентрация марганца превысила уровень ПДК в двух придонных пробах — глубокой (280 мкг/дм³, 5,6 ПДК) и мелкой (59 мкг/дм³, 1,2 ПДК). Содержание кадмия в пределах от менее 0,10 в одной пробе до 0,24 мкг/дм³, в среднем 0,12 мкг/дм³. В 2018 г. концентрация железа, алюминия, свинца, кобальта, хрома и ртути во всех пробах была ниже предела обнаружения. В одной поверхностной пробе из кута губы зафиксирован никель в концентрации 1,5 мкг/дм³.

Таблица 4.30. Средняя и максимальная концентрация металлов (мкг/дм³) в водах Лужской губы в 2013–2018 гг.

Металлы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	ПДК
Cu, мкг/дм ³	6,59/10,0	3,6/8,7	1,5/1,7	1,1/1,4	1,25/2,0	0,65/2,6	5
Zn, мкг/дм ³	6,53/13,0	15,06/76,0	7,3/8,1	7,53/10,1	4,28/4,9	12,68/17,4	50
Mn, мкг/дм ³	2,73/10,0	3,48/21,0	109,25/296,0	9,1/25,1	45,2/121,0	94,23/280,0	50
Fe, мкг/дм ³	Н/Д	Н/Д	1,0/3,0	46,3/172,0	46,0/46,0	0,0/0,0	50
Al, мкг/дм ³	Н/Д	Н/Д	1,3/2,0	0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/0,0	40
Pb, мкг/дм ³	7,1/11,0	2,1/2,2	0,53/2,1	0,0/0,0	0,0/0,0	0,0/0,0	10

Индекс загрязненности вод Лужской губы, рассчитанный по средней концентрации фосфатов (0,20 ПДК), марганца (1,88 ПДК), цинка (0,25 ПДК) и кислорода (0,83), составил 0,79 (III класс, «умеренно-загрязненные», но на самой границе с «чистыми» водами). По сравнению с предыдущим годом (ИЗВ=0,55, II класс, «чистые») отмечается небольшое ухудшение качества вод в первую очередь за счет роста содержания марганца в 2 раза. Признаков эвтрофикации вод района не обнаружено, а содержание некоторых форм биогенных элементов было минимальным за последние годы. Присутствие органических за-

грязняющих веществ (нефтяных углеводородов, пестицидов, фенола и СПАВ) не отмечено. Небольшой дефицит кислорода наблюдался только в придонном слое глубокой станции. Содержание кислорода было существенно сниженным ($4,69 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) только у дна на глубине 27 м.

Таблица 4.1. Оценка качества вод Невской губы и восточной части Финского залива Балтийского моря в 2016–2018 гг.

Район	2017 г.		2018 г.		Содержание ЗВ в 2018 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Невская губа					
1. Невская губа	1,24	III	1,87	V	Cu 3,73; Zn 2,14; Fe 0,99; O ₂ 0,60
2. Северный курортный р-н	1,96	V	2,49	V	Cu 6,37; Zn 1,61; Fe 1,40; O ₂ 0,59
3. Южный курортный р-н	1,60	IV	2,54	V	Cu 5,62; Zn 3,18; Fe 0,75; O ₂ 0,59
4. Морской торговый порт	1,83	V	2,30	V	Cu 4,77; Zn 2,48; Mn 1,38; O ₂ 0,57
5. Северная станция аэрации	1,41	IV	2,26	V	Cu 4,08; Zn 2,52; Mn 1,84; O ₂ 0,60
Финский залив					
6. Курортный р-н	2,19	V	1,63	IV	Fe 2,93; Cu 2,28; Al 0,72; O ₂ 0,60
7. Мелководная зона	0,55	II	0,86	III	Cu 1,75; Mn 0,72; Zn 0,25; O ₂ 0,72
8. Глубоководная зона	0,59	II	0,94	III	Mn 2,11; PO ₄ 0,49; Zn 0,26; O ₂ 0,89
9. Копорская губа	0,63	II	0,77	III	Mn 1,86; PO ₄ 0,16; Zn 0,27; O ₂ 0,79
10. Лужская губа	0,55	II	0,79	III	Mn 1,88; PO ₄ 0,20; Zn 0,25; O ₂ 0,83

Основной вклад в загрязнение вод **Невской губы** вносили металлы: медь — средние значения от 3,73 ПДК до 6,37 ПДК, при максимальных величинах до 10–12 ПДК в разных районах, цинк от 1,61 до 3,18 ПДК, марганец от 1,38 до 1,84 ПДК и железо от 0,75 до 1,4 ПДК (для Невской губы установлены нормативы для пресных поверхностных вод). Максимальные значения содержания алюминия также иногда превышали ПДК. В большинстве случаев содержание металлов в 2018 г. было максимальным за последние 5 лет. Воды Невской губы в целом не загрязнены нефтяными углеводородами, фенолами и детергентами, они присутствуют в незначительной концентрации в небольшой части отобранных проб. Содержание хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа. Воды Невской губы в очень незначительной степени загрязнены биогенными веществами, а средние величины содержания разных форм азота и фосфора не превышали допустимых нормативов. Лишь в центральной части губы аммонийный азот достигал 1,25 ПДК, азот нитритов 2,25 ПДК, фосфатный фосфор 1,08 ПДК. Кислородный режим в целом был в пределах нормы, даже минимальные значения были выше допустимого уровня. По индексу ИЗВ все районы Невской губы в 2018 г. отнесены к V классу — «грязные» из-за повышенного содержания металлов, во всех районах произошло ухудшение качества вод.

Воды **Финского залива** также были загрязнены металлами. При использовании нормативов для морских вод превышение ПДК было существенным для марганца (среднее до 2,1 ПДК, максимальное — 6 ПДК), железа (2,93 ПДК/8 ПДК), меди (2,28 ПДК/6 ПДК). Для всех районов залива среднегодовая концентрация этих металлов показала максимальные значения за последние 5 лет. Значимого количества никеля, кобальта, хрома и ртути не было ни в одном районе, а по алюминию зафиксировано превышение ПДК максимального значения в 1,3 раза в курортном районе залива. Признаков эвтрофикации вод восточной части Финского залива за пределами КЗС не обнаружено, концентрация аммонийного и нитритного азота, а также минерального фосфора не превышала нормативы.

Отмеченное высокое содержание фосфатов в придонных водах глубоководной части залива определяется притоком глубинных морских вод из центральной Балтики. Присутствие органических загрязняющих веществ (нефтяных углеводородов, хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ, фенола и СПАВ) не отмечено. Кислородный режим был в основном в пределах нормы, однако на придонном и промежуточных горизонтах в глубоководной части залива и губах наблюдался существенный дефицит растворенного кислорода ($3,01\text{--}4,56 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$) и понижение среднего значения за последние годы. ИЗВ увеличился в четырех районах из пяти (кроме курортного), качество вод в которых несколько ухудшилось по сравнению с 2017 г. с II класса «чистые» до III класса «умеренно загрязненные». В курортном районе ИЗВ уменьшился из-за снижения содержания железа и меди, и качество вод относительно улучшилось с V до IV класса — «загрязненные».

Глава 5. БЕЛОЕ МОРЕ

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

5.1. Общая характеристика

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

Климатический режим региона Белого моря можно охарактеризовать как переходный от морского к континентальному; по условиям образования он принадлежит к атлантико-арктической зоне умеренного пояса. В летний период поверхностные воды заливов и центральной части моря прогреваются до 15–16°C, а в Онежском заливе и Горле не выше 9°C. Зимой температура поверхностных вод понижается до –1,3... –1,7°C в центре и на севере моря, а в заливах — до –0,5... –0,7°C. Горизонтальное распределение температуры воды на поверхности моря характеризуется большим разнообразием и значительной сезонной изменчивостью. Зимой близкая к поверхностной температура наблюдается в слое до 30–45 м глубины. Глубже, в образовавшемся вследствие летнего прогрева теплом промежуточном слое, температура несколько повышается до горизонта 75–100 м, а затем снова понижается. С глубины около 130–140 м и до дна она постоянная в течение всего года и составляет +1,4°C.

Весной поверхность моря прогревается до глубин примерно 20 м, а далее следует резкое понижение температуры до 0°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 (Белое море, вып. 1, 1991, Филатов, 2007).

Средняя соленость вод моря составляет 29‰. Опреснение распространяется до глубины 10–20 м. Глубже соленость сначала резко, а далее плавно увеличивается до дна. Горизонтальное распределение значений солености крайне неравномерное, минимумы (около 10–12‰) приурочены к заливам, а максимумы (34,5‰) обычно фиксируются в Бассейне. Устойчивая вертикальная стратификация исключает развитие конвекции на большей части моря ниже горизонтов 50–60 м. Несколько глубже (до 80–100 м) вертикальная зимняя циркуляция проникает вблизи Горла, где этому способствует связанная с приливами интенсивная турбулентность. Ограниченная глубина распространения вертикальной зимней циркуляции является характерной особенностью Белого моря. В море обычно выделяют несколько водных масс: баренцевоморские воды, опресненные воды вершин заливов, глубинные воды Бассейна и воды Горла (Белое море, вып. 2, 1991).

Общий характер горизонтальной циркуляции вод моря — циклонический. Вдоль западных берегов в Белое море поступают более солёные баренцевоморские воды, а вдоль восточных берегов моря опреснённые поверхностные воды продвигаются и поступают в Горло и далее на север. Скорости течений составляет 10–15 см/с. Хорошо выражены приливы, которые имеют правильный полусуточный характер. Средняя высота сизигийных приливов колеблется от 0,6 (Зимняя Золотица) до 3 метров, в некоторых узких заливах достигает 7 метров (7,7 метров в Мезенской губе, устье реки Семжа). Приливная волна проникает вверх по течению впадающих в море рек, например на Северной Двине, на расстояние до 120 километров. Несмотря на небольшую площадь поверхности моря на нём развита штормовая деятельность, особенно осенью, когда во время штормов высота волн достигает 6 метров. Сгонно-нагонные явления в холодное время года достигают на море величины 75–90 сантиметров.

Акватория Белого моря ежегодно покрывается льдом. Обычно лед наблюдается с ноября по май, но иногда он появляется в начале октября и исчезает в первой половине июля. Раньше всего лед образуется в районах устьев рек, далее появляется у отмелей берегов. В начале ноября ледообразование начинается в вершинах Двинского, Онежского и Кандалакшского заливов. Центральная часть моря обычно покрыта плавучими льдами (до 90% ледового покрова), достигающими толщины 35–40 сантиметров, а в суровые зимы до полутора метров. В Белое море впадают реки Северная Двина, Мезень, Поной, Онега и Кемь; годовой речной сток в среднем оценивается в 215 км³ (Лоция, 1995).

Основные города и порты на берегах Белого моря: Архангельск (351 226 человек, расположен на обоих берегах Северной Двины и островах дельты в 30–35 км от места впадения реки в Белое море, основан по указу Ивана Грозного в 1584 г. вблизи Михайло-Архангельского монастыря; грузооборот — 4,4 млн.т (<http://www.ascr.ru/>), Северодвинск (185 075 человек), Онега (19 706), Беломорск (10 052), Кандалакша (32 592), нефтяной порт Витино в нескольких км к югу от Кандалакши (грузооборот — 2,3 млн.т), Кемь (11 775 чел.) и Мезень — город (3325 чел.) и порт (27 тыс. тонн), расположенный на берегах реки Мезени в 45 км от ее впадения в Мезенскую губу (<https://ru.wikipedia.org/wiki>).

5.2. Источники поступления загрязняющих веществ

Речной сток является главным источником загрязнения Белого моря. Реки выносят в прибрежные акватории загрязняющие вещества, поступающие от предприятий целлюлозно-

бумажной промышленности, Минэнерго, жилищно-коммунального хозяйства, судов речного и морского флота. Значительным источником загрязнения вод Белого моря является сброс сточных вод предприятиями городов и поселков, расположенных в прибрежных районах и устьевых областях рек.

В Кандалакшский залив Белого моря производят сброс сточных вод семь предприятий. Наиболее крупные из них — ООО «Кандалакшаводоканал-3», Князегубский рыболовный завод ФГБУ «Мурманрыбвод», АО «Апатитыводоканал». В 2018 г. в залив сброшено 7,0 млн.м³ сточных вод, что на 1,2 млн.м³ больше прошлогоднего (5,8 млн.м³). Объем загрязненных сточных вод без очистки составил 3,1 млн.м³ (44%). С этими водами в Кандалакшский залив поступило легкоокисляемых органических веществ по БПК_{полн} — 51,1 т, взвешенных веществ — 47,7 т, а также 0,5 т нефтепродуктов, 1,2 т железа и других загрязняющих веществ.

5.3. Двинский залив

В Двинском заливе Белого моря в 2018 г. Северным УГМС на НИС «Профессор Молчанов» были проведены две гидрохимические съёмки 31 июля–1 августа и 20 октября в центральной части залива на семи стандартных станциях мониторинга с глубинами 9–80 м (рис. 5.1). Пробы воды были отобраны из поверхностного и придонного слоев на мелководных станциях и дополнительно со стандартных гидрологических горизонтов на глубоководных. Всего отобрано и проанализировано 54 пробы. 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,

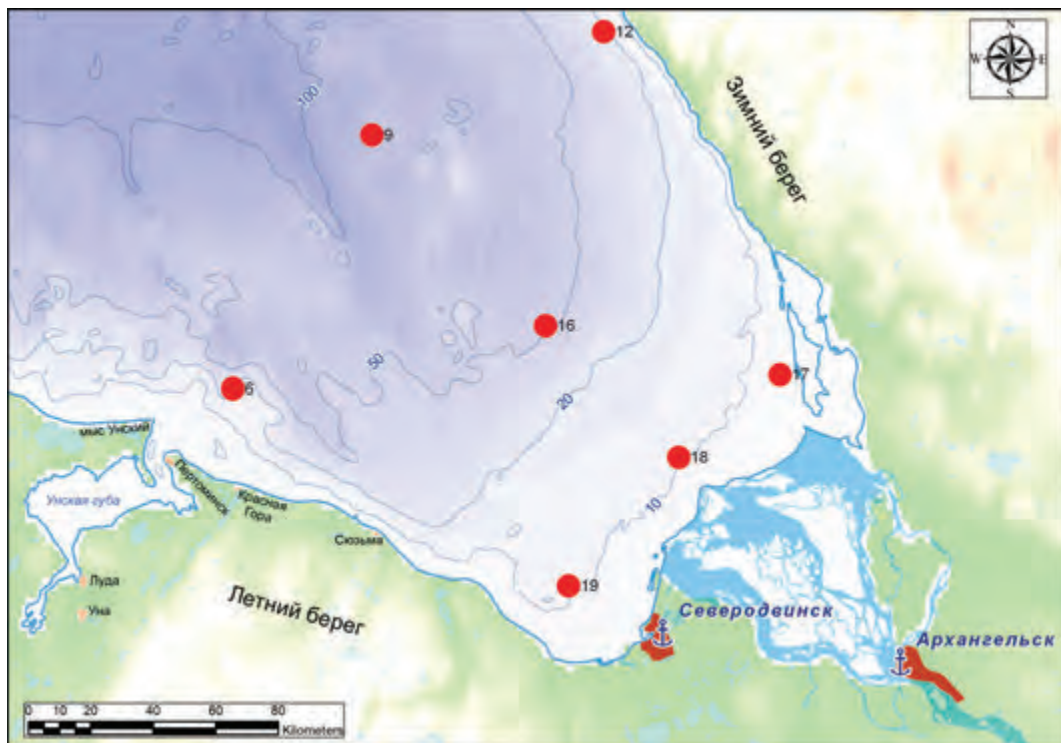


Рис. 5.1. Станции отбора проб в Двинском заливе Белого моря в 2018 г.

пестицидов ДДТ, ДДЭ, α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ. Пробы отбирались и обрабатывались в судовой лаборатории океанологом и гидрохимиком на солёность, рН и кислород; в рейсе проводилось определение прозрачности водной толщи по диску Секки. Определение остальных показателей проводилось в лаборатории мониторинга за загрязнением поверхностных вод ЦМС.

Температура воды в заливе во время съёмок варьировала от $-0,2$ до $19,6^{\circ}\text{C}$, средняя $7,96^{\circ}\text{C}$. Минимум наблюдался в придонном слое на ст. №9. Солёность на исследованной акватории в среднем составила $23,52\%$ с наибольшими значениями в придонном слое, диапазон значений $13,22$ – $29,08\%$. Значения рН изменялись в узком диапазоне $7,68$ – $7,97$, в среднем $7,81$. Содержание нефтяных углеводородов и СПАВ ни в одной пробе воды из залива не превышало предел обнаружения. В последние годы загрязнение вод залива органическими ЗВ было очень незначительным. Хлорорганические пестициды в водах Двинского залива в 2018 г. не определялись.

Содержание аммонийного азота в среднем по всем пробам составило $2,88$ $\text{мкг}/\text{дм}^3$; изменяясь в пределах от аналитического нуля до $12,26$ $\text{мкг}/\text{дм}^3$. Содержание аммония было ниже предела обнаружения ($\text{DL}=0,10$ $\text{мкг}/\text{дм}^3$) в 13 пробах. Концентрация нитратного азота была в диапазоне $3,84$ – $74,96$ $\text{мкг}/\text{дм}^3$, в среднем $23,42$ $\text{мкг}/\text{дм}^3$. В последние годы концентрация нитратов постепенно уменьшалась в водах залива и опустилась до уровня 1980-х годов (рис. 5.2).

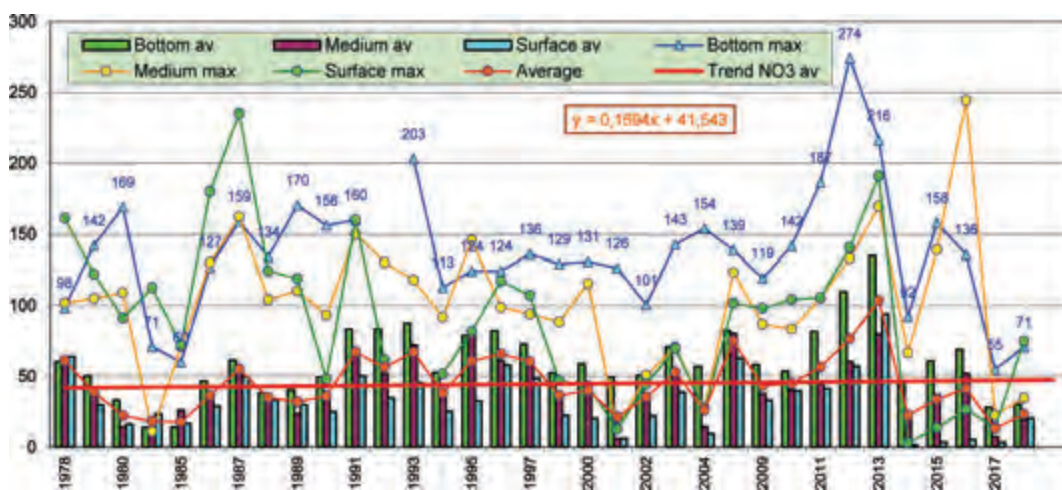


Рис. 5.2. Многолетняя динамика средней и максимальной концентрации нитратного азота ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) на станциях мониторинга в Двинском заливе Белого моря в 1978–2018 гг.

Диапазон концентрации и средняя величина нитритного азота составляла $0,93$ – $6,23/3,28$ $\text{мкг}/\text{дм}^3$, максимум составлял $0,14$ ПДК; общего фосфора $9,74$ – $45,2/20,1$ $\text{мкг}/\text{дм}^3$, фосфатов $2,74$ – $33,45/13,2$ $\text{мкг}/\text{дм}^3$. Содержание силикатов во все годы наблюдений варьировало в очень широких пределах примерно в $1,0$ – $1,5$ порядка. В 2018 г. диапазон составил 123 – 1217 $\text{мкг}/\text{дм}^3$, в среднем 431 $\text{мкг}/\text{дм}^3$ (рис. 5.3). Большие межгодовые перепады средней концентрации содержания кремния, которые несколько раз наблюдались за весь период наблюдений, возможно, были обусловлены различиями в интенсивности речного стока во время проведения наблюдений, которые не всегда были выполнены в одинаковые месяцы или сезоны. Кислородный режим вод Двинского залива был в пределах среднесуточной нормы; среднее содержание растворенного кислорода составило $8,33$ $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, а диапазон его изменений составил $7,60$ – $9,58$ $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$. Процент насыщения в среднем составил $82,05\%$, изменяясь в пределах $69,3$ – $96,7\%$. Уровень аэрации вод остался примерно на уровне 2017 г.

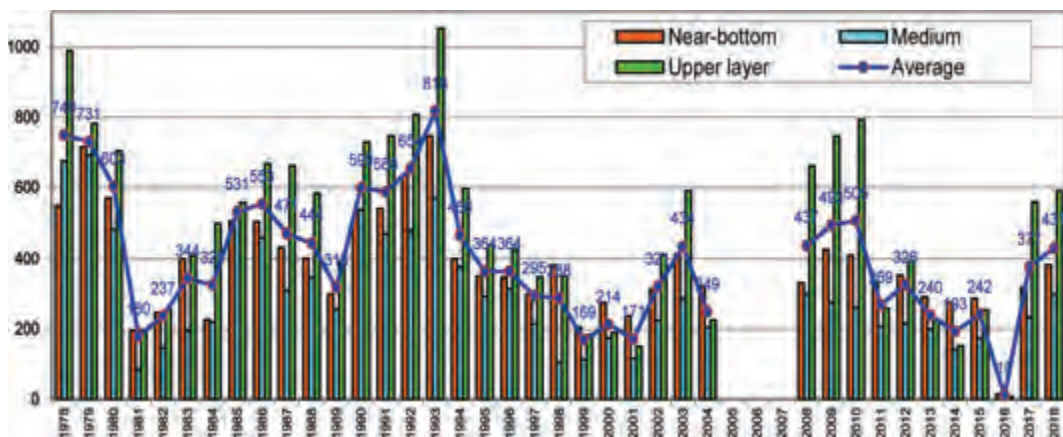


Рис. 5.3. Многолетняя динамика средней концентрации силикатов ($\mu\text{кг}/\text{дм}^3$) на станциях мониторинга в Двинском заливе Белого моря в 1978–2018 гг.

5.4. Кандалакшский залив

На водопосту «Кандалакша» (глубина 9,5 м), расположенном на территории Кандалакшского морского торгового порта (рис. 5.4), регулярные наблюдения проводились Мурманским УГМС 6 раз в год с марта по октябрь. Анализ проб морской воды, отобранных из подповерхностного слоя, выполнялся по 30 показателям.

Значения температуры варьировали в диапазоне от $0,4^\circ\text{C}$ до $21,3^\circ\text{C}$ при среднем значении теплового периода года $9,6^\circ\text{C}$. Соленость воды в пробах за период наблюдений изменялась от 1,90‰ до 21,50‰ при среднем значении 8,48‰. Водородный показатель pH в пробах воды варьировал в пределах 7,00–8,09, при среднем значении 7,44. Среднее значение щелочности составило 1,1800 мг-экв/дм³. Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов составило $0,014 \text{ мг}/\text{дм}^3$, изменяясь от $0,009 \text{ мг}/\text{дм}^3$ до $0,018 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (0,4 ПДК), (табл. 5.1). В 2018 г. в водах порта СПАВ и хлорорганические пестициды обнаружены не были.



Рис. 5.4. Схема расположения станции мониторинга на водопосту «Кандалакша» на территории морского торгового порта в Кандалакшском заливе Белого моря.

Концентрация растворенных форм тяжелых **металлов** в водах водпоста г. Кандалакша изменялась в следующих пределах: медь 4,5–8,5 мкг/дм³, среднее 6,58 мкг/дм³ (1,3 ПДК); содержание меди превышало ПДК в четырех пробах из 6, максимальное значение (1,7 ПДК) отмечалось в июне и августе; железо 11–73 мкг/дм³, среднее 33,17 мкг/дм³, максимум отмечен в мае и составляет около 1,5 ПДК; никель 0–8,0 мкг/дм³, среднее 4,43 мкг/дм³, в двух пробах из шести был ниже предела обнаружения; марганец 4–19,3 мкг/дм³, среднее 8,93 мкг/дм³; кадмий обнаружен в двух пробах (0,1 мкг/дм³) в мае и июне; ртуть (0,028 мкг/дм³) обнаружена в одной майской пробе. Концентрация свинца и хрома была ниже предела обнаружения.

Содержание **биогенных** элементов, за исключением фосфатов, было ниже ПДК. Диапазон изменения содержания аммонийного азота 0–42,2 мкг/дм³, среднее 17,1 мкг/дм³, нитритов 0–1,35 мкг/дм³, среднее 0,82 мкг/дм³, нитратов 0–392,3 мкг/дм³, среднее 77,025 мкг/дм³, силикатов 1273,2–2945 мкг/дм³, среднее 1992 мкг/дм³. Содержание фосфатов изменялось в диапазоне 2,33–112,76 мкг/дм³, максимум отмечен в октябре и составляет около 2,3 ПДК, среднегодовое значение 24,9 мкг/дм³ (0,5 ПДК). В целом содержание биогенных веществ было в пределах естественных межгодовых колебаний.

Кислородный режим в районе расположения водпоста был удовлетворительным. Содержание растворенного кислорода в воде в течение года изменялось от 9,59 до 12,09 мгО₂/дм³, среднегодовое значение 11,23 мгО₂/дм³. Процент насыщения изменялся от 73,2% в марте до 119,4% в августе, в среднем составил 101,4%.

Таблица 5.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Двинского и Кандалакшского заливов Белого моря в 2016–2018 гг.

Район	Ингредиент	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Двинский залив	НУ	0 0		0,002 0,03	0,04 0,6	0 0	
	Нитриты	2,206 4,93	<0,1 <0,1	2,21 6,19	<0,1 <0,1	3,28 6,23	<0,1 <0,1
	Аммонийный азот	5,40 20,89	<0,1 <0,1	6,33 48,44	<0,1 <0,1	2,88 12,26	<0,1 <0,1
	α-ГХЦГ	0,0 0,0		0,0 0,0			
	γ-ГХЦГ (линдан)	0,0 0,0		0,0 0,0			
	ГХЦГ (сумма)	0,0 0,0		0,2 1,0	<0,1 0,1		
	ДДТ	0,05 0,5	<0,1 <0,1	0,1 1,0	<0,1 0,1		
	Растворенный кислород	8,04 6,08		8,97 7,33		8,33 7,6	
	% насыщения	80,55 70		82,9 73,8		82,05 69,3	
Кандалакшский залив: порт Кандалакша	НУ	0,018 0,039	0,36 0,78	0,012 0,024	0,24 0,5	0,014 0,018	0,28 0,36
	СПАВ	0,0		0,0		0,0	
		0,0		0,0		0,0	
	Медь	4,5	0,90	5,23	1,05	6,58	1,32
		5,2	1,04	5,9	1,18	8,5	1,70
	Никель	3,6	0,4	0		4,43	0,44
		6,4	0,6	0		8,0	0,80

Свинец	0 0		0 0		0 0	
Марганец	9,4 20,4	0,2 0,4	9,35 16	0,2 0,3	8,93 19,3	0,18 0,39
Железо	20,0 36	0,4 0,7	41,3 175	0,8 3,5	33,2 73	0,67 1,46
Ртуть	0,002 0,014	<0,1 0,1	0,005 0,014	<0,1 0,1	0,005 0,028	<0,1 0,28
γ-ГХЦГ (линдан)	0,4 0,9	<0,1 <0,1	0 0		0 0	
α-ГХЦГ	1,07 1,9	0,1 0,2	0 0		0 0	
ДДТ	5,08 8,8	0,5 0,9	0 0		0 0	
Азот аммонийный	17,4 47,7	<0,1 <0,1	0 0		17,1 42,2	<0,1 <0,1
БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	0 0		0 0		0 0	
Растворенный кислород	11,56 9,25		9,94 5,81	0,96	11,22 9,59	

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, пестицидов — в нг/дм³.
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке — максимальное (для кислорода — минимальное) значение.

В Двинском заливе в 2018 г. было выполнено только две гидрохимических съемки в июле/августе и октябре, поэтому оценка качества вод может быть дана только ориентировочная. Низкие значения приоритетных загрязняющих веществ, полное отсутствие нефтяного загрязнения и низкие показатели биогенных веществ позволяют оценить воды залива как «чистые» без расчета ИЗВ из-за небольшого количества параметров. Высоких и экстремально высоких уровней загрязнения вод Двинского залива в период наблюдений не отмечалось.

Воды Кандалакшского залива (ИЗВ=0,76) можно отнести к III классу качества вод «умеренно загрязненные» (табл. 5.2). Превышение ПДК было зафиксировано по меди (в большинстве проб) и по железу (в одной пробе было 1,5 ПДК). Приоритетными загрязняющими веществами являются медь, железо и фосфаты. Среднегодовое содержание фосфатов в 2018 г. увеличилось по сравнению с прошлым годом в 3 раза, поскольку максимум (2,3 ПДК) при малом количестве данных внес значительный вклад. СПАВ и легкоокисляемые органические вещества не обнаружены. Аэрация вод поверхностного слоя достаточная, концентрация О₂ во всех пробах была выше установленного норматива. Несмотря на некоторое ухудшение качества вод, которое можно отнести к недостаточности наблюдений, в последние годы состояние вод в районе водпоста порта Кандалакша стабилизировалось.

Таблица 5.2. Оценка качества вод порта Кандалакша в Кандалакшском заливе Белого моря в 2016–2018 гг.

Район моря	2016 г.		2017 г.		2018 г.		Содержание ЗВ в 2018 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Торговый порт, г. Кандалакша	0,57	II	0,68	II	0,76	III	Cu 1,32; Fe 0,67; PO ₄ 0,5; O ₂ 0,53

Глава 6. БАРЕНЦЕВО МОРЕ

Устинова А. А., Украинская К. В., Жохова Н. В.

6.1. Общая характеристика

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

Море находится под сильным влиянием теплых вод течения Гольфстрим, поэтому южная и западная его части не замерзают. Температура воды на поверхности зимой составляет 0–5°C, летом на юге 8–9°C, в центральной части 3–5°C, на севере 0°C. Вертикальное распределение температуры зависит от распределения атлантических вод, интенсивности зимнего охлаждения и рельефа дна. В юго-западной части моря температура плавно понижается ко дну. На северо-востоке моря зимой температура понижается до горизонта 100–200 м, а затем снова повышается ко дну. Летом невысокая температура поверхностных вод понижается до глубины 25–50 м (до –1,5°C). В слое 50–100 м температура повышается до –1°C, а затем ко дну — до +1°C. Между горизонтами 50 и 100 м располагается холодный промежуточный слой. В результате обтекания глубинными атлантическими водами подводных возвышенностей над ними образуются «шапки холода», характерные для банок Баренцева моря.

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

Общий характер поверхностной циркуляции циклонический. Приливы полусуточные, достигают высоты 6,1 м и вызываются главным образом атлантической приливной волной. Хорошо выражены 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 в море через проливы поступает (и столько же выходит из него) примерно ¼ часть общего объема воды моря. Наибольшее количество воды несет теплое Нордкапское течение, оказывающее исключительно большое влияние на гидрометеорологический режим моря. Общий речной сток в море составляет в среднем 200 км³ в год (Арктическая энциклопедия, 2017).

Баренцево море ледовитое, но никогда полностью не замерзает. Наблюдаются льды местного происхождения. Ледообразование начинается в сентябре, а к концу лета ото льда очищается все море за исключением районов, прилегающих к Новой Земле, Земле Франца-Иосифа и Шпицбергену. Мощность ледяного покрова не превышает 1 м. Припай в море развит слабо,

преобладают плавучие льды, в том числе айсберги. Ледовитость Баренцева моря изменяется от года к году, что связано с различной интенсивностью Нордкапского течения, характером крупномасштабной атмосферной циркуляции, общим потеплением или похолоданием Арктики в целом (Баренцево море, 1990).

6.2. Источники поступления загрязняющих веществ

Антропогенное загрязнение Баренцева моря в основном происходит вследствие выноса загрязняющих веществ в результате водообмена из губ и заливов, куда производят сброс промышленных и муниципальных сточных вод предприятия и коммунальные организации Мурманской области. Имеет значение также перенос ЗВ морскими течениями из сопредельных морей. В Кольский залив осуществляется сброс производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод муниципальными организациями, флотами и береговыми предприятиями различных ведомств, расположенными на его берегах. Основными сбрасывающими сточные воды предприятиями являются: ГОУП «Мурманскводоканал», МУП «Североморскводоканал», АО «Главное управление жилищно-коммунального хозяйства, ПАО «Мурманский морской торговый порт», ОАО «Мурманский морской рыбный порт». В 2018 г. в Кольский залив сброшено 42,3 млн.м³ сточных вод, что на 4,2 млн.м³ больше прошлого года (38,2 млн.м³). Объем загрязненных сточных вод без очистки составил 36,9 млн.м³ (87%). Со сточными водами в Кольский залив поступило 259,6 т легкоокисляемых органических веществ по БПК_{полн}, 319,1 т взвешенных веществ, 11,0 т нефтепродуктов, 18,7 т железа, 12,8 т СПАВ и другие загрязняющие вещества.

Кольский залив, рыбохозяйственный водоем высшей категории, характеризуется высоким уровнем загрязнения. Это закономерный результат непрекращающегося сброса в залив неочищенных сточных вод. В водах и донных отложениях залива постоянно отмечается повышенное содержание нефтепродуктов, фенолов и тяжелых металлов. С точки зрения радиационного загрязнения особую опасность представляют собой суда и хранилища отходов ФГУП «Атомфлот» и Северного флота. Дополнительным источником поступления ЗВ является индустриальная деятельность непосредственно на морских акваториях, включая морской транспорт, разработку месторождений, захоронение (дампинг), прямой сброс, аварийные ситуации. В настоящее время вследствие предполагаемого освоения нефтяных месторождений в Баренцевом и Карском морях может существенно увеличиться поступление нефтепродуктов, как при эксплуатации месторождений, так и в процессе их транспортировки и перегрузки. Для северных морей разработка нефтяных месторождений представляет особую опасность, что связано с низкими темпами химического, биохимического и микробиологического окисления нефтепродуктов вследствие низких температур воды и воздуха.

6.3. Загрязнение вод Кольского залива

В период с января по ноябрь 2018 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). На остальной акватории Кольского залива пробы не отбирались из-за отсутствия плавсредств. В пробах были выполнены определения следующих показателей: температура, соленость, рН, щелочность, концентрация растворенного кислорода, органических веществ по БПК₅, взвешенных веществ, фосфатов, соединений азота (аммонийный, нитритный и нитратный азот), силикатов, нефтяных углеводородов, детергентов, металлов (меди, никеля, марганца, свинца, хрома, железа, кадмия и ртути) и хлорорга-

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

нических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ.

Температура воды за весь период наблюдений варьировала в пределах от $-0,4$ до 12°C . Соленость вод в районе водпоста изменялась в диапазоне $8,45$ – $25,53\%$, минимум отмечен в июле, а максимум в ноябре. Величина pH была в диапазоне $7,8$ – $8,1$; максимум наблюдался в июле. Общая щелочность в водах водпоста в торговом порту изменялась в пределах $0,964$ – $1,344$ мг-экв/дм³; среднегодовая $1,145$ мг-экв/дм³. Количество легкоокисляемых органических веществ в воде по биохимическому потреблению кислорода БПК₅ было в пяти пробах из 6 на уровне аналитического нуля и лишь в январской пробе составило $1,8$ мгО₂/дм³ ($0,6$ ПДК); в среднем показатель БПК₅ составил $0,3$ мгО₂/дм³. Содержание взвешенных частиц и АПАВ в воде было ниже предела обнаружения использованного метода определения во всех пробах. В 2018 г. пестициды ГХЦГ и ДДТ не были обнаружены, фенолы не определялись.



Содержание **нефтяных углеводородов** в торговом порту г. Мурманск в течение 2018 г. изменялось в диапазоне от $0,022$ до $0,146$ мг/дм³. Максимальное значение отмечено в июле и составляет $2,9$ ПДК, что в $1,5$ раза выше прошлогоднего максимума. Среднее за год содержание НУ составило $0,095$ мг/дм³, что также выше прошлогоднего в $1,5$ раза и составляет $1,9$ ПДК. Анализ многолетней изменчивости показал, что средняя и максимальная концентрация нефтяных углеводородов в водах порта повысилась по сравнению с 2017 г. (рис. 6.2).

Загрязнение тяжелыми **металлами** в 2018 г. осталось примерно на уровне прошлого года (табл. 6.1). Содержание меди повысилось незначительно: $1,22$ ПДК против $1,17$ ПДК в 2017 г. Содержание кадмия, марганца и железа в среднем снизилось. Превышение ПДК и по средним, и по максимальным значениям отмечено для меди, по максимальным — для железа

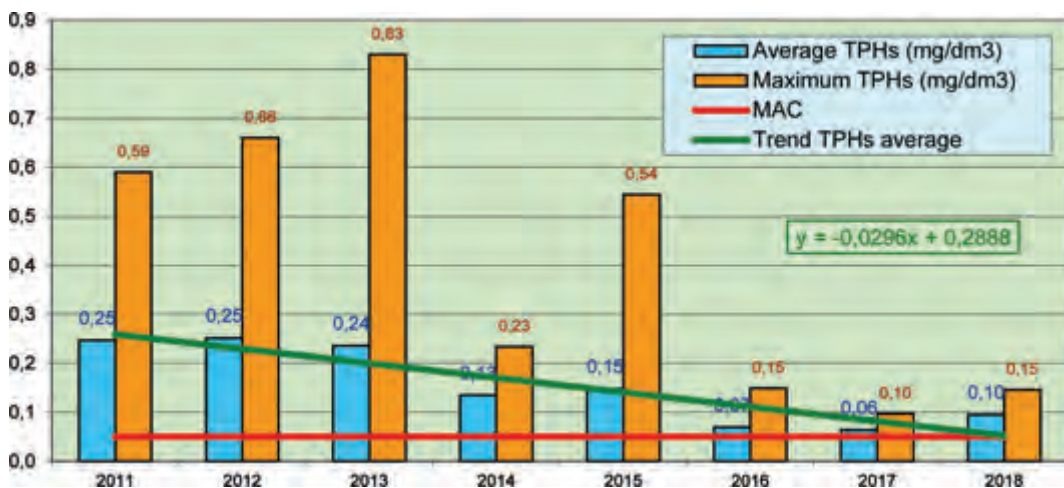


Рис. 6.2. Динамика среднегодового и максимального содержания нефтяных углеводородов в торговом порту Мурманска в 2011–2018 гг.

(1,2 ПДК). В целом в период 2012–2018 гг. содержание железа уменьшилось в 10–15 раз (табл. 6.2). В пробах 2018 г. не был обнаружен никель, но был отмечен свинец в одной пробе в концентрации 2,1 мкг/дм³. Содержание в воде растворенной ртути (0,017 мкг/дм³) было отмечено, как и в 2017 г. — 0,012 мкг/дм³, лишь в одной январской пробе.

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

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Нефтяные углеводороды	5,0	5,0	2,7	3,0	1,4	1,2	1,9
Железо	7,0	9,0	6,0	1,2	0,76	0,65	0,59
Медь	2,4	1,7	2,2	0,9	1,07	1,17	1,22

Концентрация аммонийного азота в течение года изменялась от 43,7 до 113,1 мкг/дм³ (максимум зафиксирован в мае), в среднем 74,9 мкг/дм³ (0,04 ПДК); нитритный азот находился в пределах 0–61,59 мкг/дм³, в среднем 11,9 мкг/дм³ (0,5 ПДК); нитраты определялись в диапазоне 27,81–143,61 мкг/дм³, среднее значение составило 66,3 мкг/дм³; силикаты варьировали в пределах 1645,6–2152,3 мкг/дм³ при среднем значении 1896 мкг/дм³.

Содержание фосфатов в водах вблизи водпоста в течение всего года изменялось в узком диапазоне от 11,65 до 55,91 мкг/дм³ (0,2–1,1 ПДК), в среднем 30,75 мкг/дм³ (0,6 ПДК). Высоких значений в 2018 г. зафиксировано не было (рис. 6.3). И среднее, и максимальное значения концентрации фосфатов существенно снизились на фоне многолетнего периода 2008–2018 гг.

В районе расположения ВПМ среднегодовая концентрация **кислорода** составляла 10,4 мгО₂/дм³, минимум (8,0 мгО₂/дм³) был существенно выше норматива. Процент насыщения вод кислородом варьировал в диапазоне 78,4–101,1%. По индексу загрязненности вод ИЗВ (1,07) качество вод в районе водпоста в торговом порту г. Мурманск несколько ухудшилось по сравнению с прошлогодним уровнем (0,95) и оценивается III классом, «умеренно загрязненные» (табл. 6.3). Концентрация нефтяных углеводородов в 2018 г. в среднегодовом значении составила 1,9 ПДК и стала в 1,6 раз больше, чем в 2017 г. Средняя концентрация меди превысила норматив в 1,22 раза, оставаясь примерно на уровне прошлогоднего зна-

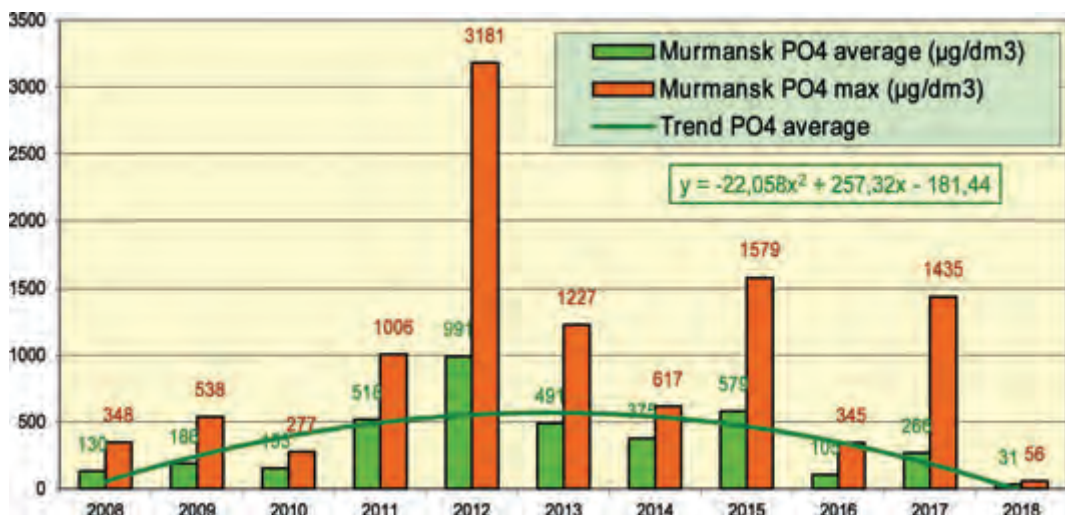


Рис. 6.3. Динамика средней и максимальной концентрации неорганического фосфора P-PO₄ (мкг/дм³) в водах водпоста торгового порта г. Мурманска в 2008–2018 гг.

чения, а содержание железа немного уменьшилось по сравнению с прошлым годом и также не превысило ПДК (0,59 ПДК). Содержание кислорода по сравнению с 2017 г. повысилось: 10,4 против 8,4 мгО₂/дм³. Но, несмотря на улучшение кислородного режима, повышение содержания НУ привело к увеличению ИЗВ по сравнению с прошлым годом.

Таблица 6.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Кольского залива Баренцева моря в 2016–2018 гг. Торговый порт г. Мурманска.

Ингредиент	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
	С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
НУ	0,07 0,15	1,4 3	0,064 0,097	1,2 1,9	0,095 0,146	1,90 2,92
СПАВ	0 0		0 0		0 0	
Медь	5,3 8,1	1,1 1,6	5,8 7,3	1,2 1,5	6,1 9,1	1,22 1,82
Никель	1,4 8,4	0,1 0,8	0 0		0 0	
Свинец	0 0		1,57 5,0	0,2 0,5	0,35 2,1	0,04 0,21
Ртуть	0 0,01	0,1	0 0,012	0,12	0,003 0,017	0,03 0,17
Кадмий	0,3 0,6	<0,1 <0,1	0,09 0,15	<0,1 <0,1	0,07 0,1	<0,1 <0,1
Марганец	10,8 15,3	0,2 0,3	5,45 7,9	0,1 0,16	6,13 7,0	0,12 0,14
Железо	38 65	0,76 1,3	32,5 55,0	0,65 1,1	29,3 60	0,59 1,20
γ-ГХЦГ (линдан)	0,3 0,6	<0,1 <0,1	0 0			
α-ГХЦГ	0,5 1,3	<0,1 0,1	0 0			

β-ГХЦГ	0 0	0 0	0 0			
ДДТ	4,1 7,0	0,4 0,7	0 0			
ДДД	0 0		0 0			
ДДЭ	0 0		0 0			
Азот аммонийный	374 1115	0,2 0,5	246,8 1010	0,1 0,45	74,9 113,1	0,04 0,05
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	0,8 2,3	0,3 0,8	0,63 2,8	0,2 0,9	0,3 1,8	0,1 0,6
Растворенный кислород	10,12		8,44		10,4	
	9,34		5,10	0,85	8,0	
Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм ³ ; СПАВ, аммонийного азота и металлов — в мкг/дм ³ , пестицидов — в нг/дм ³ . 2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке — максимальное (для кислорода — минимальное) значение.						

Таблица 6.3. Оценка качества вод торгового порта Мурманск Кольского залива Баренцева моря в 2016–2018 гг.

Район моря	2016 г.		2017 г.		2018 г.		Содержание ЗВ в 2018 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Торговый порт, г. Мурманск	0,95	III	0,95	III	1,07	III	НУ 1,90; Cu 1,22; Fe 0,59; O ₂ 0,58

7. ГРЕНЛАНДСКОЕ МОРЕ (ШПИЦБЕРГЕН)

Демин Б. Н., Демешкин А. С., Сторожилова А. В., Чекменева Н. А., Коршенко А. Н.

7.1 Общая характеристика

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

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

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

7.2. Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген

В 2018 г. в июле в прибрежных водах поселка Баренцбург на акватории залива Гренфьорд (архипелаг Шпицберген, Гренландское море) Северо-Западным филиалом ФГБУ НПО «Гайфун» был выполнен отбор 24 проб морской воды из поверхностного и придонного горизонтов и 6 проб морских донных отложений (рис. 7.1). В состав определенных вошли основные гидролого-гидрохимические показатели (водородный показатель (рН), электропроводность, окислительно-восстановительный потенциал (Еh), общая щелочность, растворенный кислород, БПК₅, концентрация биогенных элементов — нитритов, нитратов, аммония, общего азота, фосфатов, общего фосфора, кремниеслоты, концентрации взвешенных в воде веществ, а также уровень содержания в воде суммарных нефтяных углеводородов (НУ), СПАВ, ин-

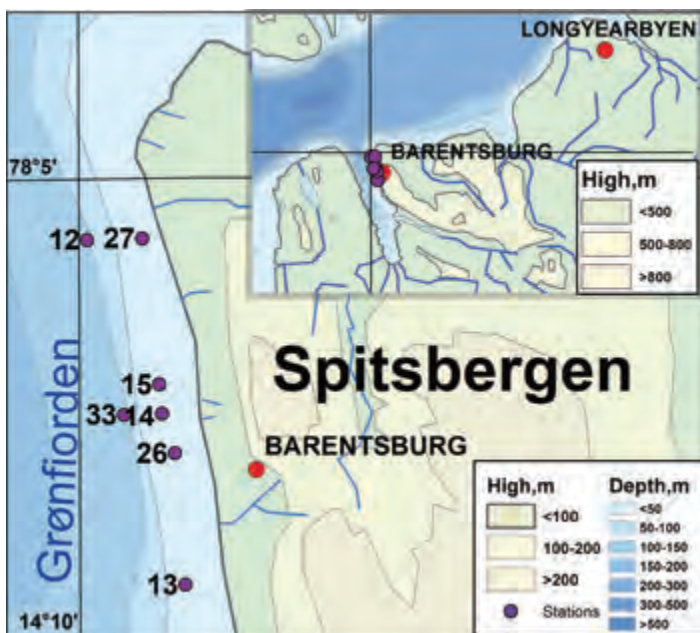


Рис. 7.1. Район наблюдений на акватории залива Гренфьорд архипелага Шпицберген в 2018 г.

дивидуальных фенолов (алкил-, хлор- и нитрофенолов), неполярных алифатических углеводородов (НАУ), летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), полициклических ароматических угле-

водородов (ПАУ), 10 тяжелых металлов и мышьяка, хлорорганических соединений (ХОС) и ПХБ. Каждая проба воды анализировалась на содержание примерно ста показателей.

7.3. Гидрохимические показатели

Температура морских вод в районе поселка Баренцбург в период проведения исследований была в пределах 1,3–2,6 °С. Водородный показатель (рН) морских вод находился в узком интервале 7,88–7,99 ед. рН. Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) морских вод обследованной акватории варьировал в диапазоне от 324 до 468 мВ, составляя в среднем 350 мВ. Щелочность морских вод в районе проведения работ изменялась от 1,41 до 1,68 мг-экв/дм³ (среднее 1,53 мг-экв/дм³). Значение электропроводности морской воды восточной части залива Гренфьорд в июле 2018 г. изменялось от 42,7 до 45,8 мС/см при средней величине 44,4 мС/см.

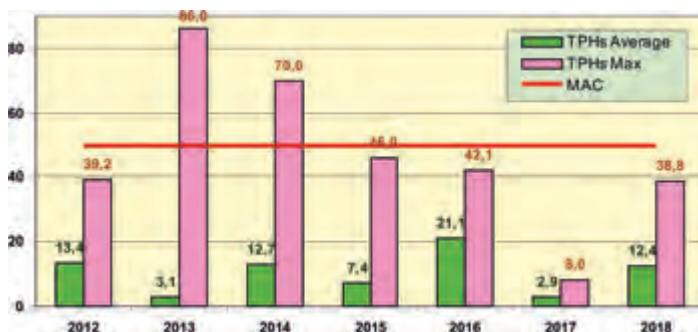
Значения концентрации общего **азота** в водах Гренфьорда изменялись от <100 до 409 мкг/дм³. Содержание минерального фосфора в водах района исследований было в пределах значений от менее <33 до 60,0 мкг/дм³. Концентрация силикатов была в пределах 52,0–112 мкг/дм³, при среднем значении 73,9 мкгSi/дм³.

Содержание растворенного **кислорода** в поверхностном слое вод находилось в пределах от 10,2 до 11,4 мг/дм³ (97,6–101% насыщения). Значения биохимического потребления кислорода (БПК₅) морских вод используемого метода анализа в июле варьировали в узком диапазоне 2,60–2,80 мгО₂/дм³ (1,24–1,33 ПДК).

7.4. Загрязняющие вещества

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (**НУ**) в водах обследованной акватории в летний период находилось в пределах 6,10–38,8 мкг/дм³ (0,8 ПДК), при среднем значении 12,4 мкг/дм³. Максимальное содержание НУ было зафиксировано в придонном слое морских

Рис. 7.2. Многолетняя динамика средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мкг/дм³) в прибрежных водах на акватории залива Гренфьорд у поселка Баренцбург.



вод на глубине 20 м в Гренландском море севернее п. Баренцбург, ближе к мысу Линней (ст. №27). Уровень содержания нефтяных углеводородов в морской воде в районе Баренцбурга снова возрос по сравнению с 2017 г. (рис. 7.2).

Концентрация СПАВ изменялась от <10,0 до 72,0 мкг/дм³ (0,7 ПДК), по сравнению с прошлым годом содержание СПАВ возросло. Концентрация фенолов, неполярных алифатических углеводородов (НАУ) и летучих ароматических углеводородов (ЛАУ, бензол, толуол, сумма пара- и мета-килолов, орто-килол и др.) в водах залива Гренфьорд в 2018 г. была ниже предела чувствительности используемого метода химического анализа.

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в водах залива Гренфьорд было зафиксировано наличие всех соединений, кроме аценафтилена, дибенз(а)антрацена и индено(123cd)пирена. Максимальная концентрация соединений ПАУ составила (нг/дм³): для нафталина — 136, флуорена — 0,83, аценафтена — 0,47, фенантрена — 4,60, антрацена — 0,11, флуорантена — 0,91, пирена — 2,01, бенз(а)антрацена — 0,06, хризена — 0,08, бенз(б)флуорантена + перилена — 0,05, бенз(к)флуорантена — 0,01, бенз(а)пирена — 0,02 и бенз(ghi)перилена — 0,03 нг/дм³. Среднее суммарное содержание приоритетных соединений группы ПАУ в водах восточной акватории залива Гренфьорд в летний период составило 55,9 нг/дм³, максимальное — 140 нг/дм³. В морской взвеси сумма идентифицированных ПАУ находилась в пределах от 0,15 до 15,3 нг/мг.

Из анализируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах морской воды в летний период полихлорбензолы, пестициды групп ГХЦГ и ДДТ, а также соединения из группы ПХЦД в морских водах обнаружены не были, однако полихлорбензолы и ДДТ удалось идентифицировать в водных взвесах. Из 15 контролируемых индивидуальных полихлорированных бифенилов (ПХБ) в морской воде в летне-осенний период регулярно фиксировались конгенеры #52, #101 и #118. Максимальная концентрация всех идентифицированных ХОС составляла: для суммы полихлорбензолов — 0,003 нг/мг в морской взвеси; для суммы ДДТ — 0,02 нг/мг в морской взвеси; для суммы ПХБ — 1,06 нг/дм³ в морской воде и 0,71 нг/мг в морской взвеси.

В 2018 г. содержание тяжелых металлов в пробах морской воды оставалось примерно на прошлогоднем уровне: незначительно снизилась средняя концентрация кобальта, никеля, марганца и железа, а возросла меди, кадмия, цинка и хрома (табл. 7.1, рис. 7.3). Вариация максимальных величин закономерно больше, однако и они были в пределах наблюдаемых межгодовых изменений. Концентрация свинца в воде фьорда второй год ниже предела обнаружения (DL=3,0 мкг/дм³), а содержание ртути во всех пробах было ниже DL=0,01 мкг/дм³. В целом средние значения составляли десятые-сотые доли норматива, кроме меди и никеля, концентрация которых достигала и превышала половину ПДК, а максимальные значения (плюс кобальт) достигали уровня 1,06; 0,84 и 0,64 ПДК соответственно.

Таблица 7.1. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах залива Гренфьорд в 2012–2018 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
сред	0,9/ 0,4/ 1,4 0,1 3,9 3,0 3,7	0,1/ 0,1/ 0,002 0,66 0,08 0 0,0	0,01/ 0,1/ 0,07 0,04 6,49 0,10 2,9	0,4/ 0,02/ 0,08 0,31 0,13 1,04 0,2	0,9/ 0,7/ 0,3 1,6 2,7 8,95 4,84	2,6/ 1,4/ 1,7 1,4 20,1 5,2 12,4	2,1/ 3,7/ 1,9 6,5 6,6 15,2 10,0	2,3/ 3,1/ 2,1 0,4 16,8 4,6 2,3	0,3/ 0,3/ 0,05 0 2,77 0 1,7	0/ 0/ 0,008 0,011 0,006 0,003 <0,01
макс	2,7/ 1,7/ 2,6 0,55 9,00 11,00 5,3	0,5/ 0,8/ 0,04 2,22 3,20 0 0,0	0,11/ 0,3/ 0,16 0,16 12,00 0,36 3,9	1,2/ 0,1/ 0,6 0,44 2,80 2,50 3,2	1,7/ 2,4 0,99 2,9 4,8 18,0 8,40	5,5/ 5,6/ 14,0 4,7 36,0 28,0 19,3	8,2/ 14,0/ 6,5 14,6 12,0 44,0 25,0	5,7/ 6,4/ 3,8 1,4 370,0 17,0 29,5	1,0/ 1,2/ 0,6 0 5,30 0 3,4	0/ 0/ 0,06 0,016 0,080 0,023 <0,01
ПДК сред	0,2/ <0,1/ 0,3 <0,1 0,8 0,6 0,7	<0,1/ <0,1/ <0,1 <0,1 <0,1 - -	<0,1/ <0,1/ <0,1 <0,1 0,65 <0,1 0,2	<0,1/ <0,1/ <0,1 <0,1 <0,1 0,2 0,04	<0,1/ <0,1/ <0,1 <0,1 0,3 0,9 0,5	<0,1/ <0,1/ <0,1 <0,1 0,4 0,1 0,2	<0,1/ <0,1/ <0,1 <0,1 0,1 0,3 0,2	<0,1/ <0,1/ <0,1 <0,1 0,3 <0,1 <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1 <0,1 0,14 - <0,1	0/ 0/ <0,1 0,1 <0,1 <0,1 -
ПДК max	0,5/ 0,3/ 0,5 0,1 1,8 2,2 1,06	<0,1/ <0,1/ <0,1 0,2 0,3 - -	<0,1/ <0,1/ <0,1 <0,1 1,20 <0,1 0,4	0,2/ <0,1/ 0,1 <0,1 0,6 0,5 0,64	0,2/ 0,2/ <0,1 0,3 0,5 1,8 0,84	0,1/ 0,1/ 0,3 <0,1 0,7 0,6 0,4	0,2/ 0,3/ 0,1 0,3 0,24 0,9 0,5	0,1/ 0,1/ <0,1 <0,1 7,4 0,3 0,6	<0,1/ <0,1/ <0,1 <0,1 0,27 - 0,2	0/ 0/ 0,6 0,2 0,80 0,2 -

Суммарное содержание нефтяных углеводородов в **донных отложениях** прибрежной части залива Гренфьорд достигало очень высокой величины 296 мкг/г (5,9 ДК) при среднем значении 137 мкг/г. Среднее содержание синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) составило 10,1 мг/кг, изменяясь в пределах от 7,1 до 16,8 мкг/г. Содержание фенолов и неполярных алифатических углеводородов (НАУ) в морских отложениях не превышало предела обнаружения.

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов в донных отложениях были обнаружены 15 соединений кроме флуорена. Максимальное содержание ПАУ в морских донных отложениях достигало (нг/г): нафталина 866; аценафтилена 44,7; аценафтена 132; фенантрена 1038; антрацена 37,4; флуорантена 222; пирена 252; бенз(а)антрацена 111; хризена 208; бенз(б)флуорантена 136; бенз(к)флуорантена 35,6; дибенз(а,н)антрацена 4,36; бенз(ghi)перилена 36,6 и индено(1,2,3-с,д)пирена 83,2 нг/г. Концентрация самого опасного соединения этой группы — бенз(а)пирена, существенно превышала норматив и достигала 65,3 нг/г (2,6 ДК). Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ было очень высоким (2457 нг/г) и превышало условный норматив ДК в 2,5 раза. Такие высокие значения концентрации соединений группы ПАУ в донных отложениях залива Гренфьорд свидетельствует о значительном загрязнении морской среды продуктами неполного сгорания топлива.

Из контролируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах донных отложений зафиксировано наличие полихлорбензолов и полихлорированных бифенилов. Из контролируемых индивидуальных ПХБ фиксировались все 15 конгенов. Повышенные значения суммы соединений ПХБ (39,1 нг/г, 2,0 ДК), которые широко используются как диэлектрики и охлаждающая жидкость в электрических аппаратах, таких как трансформаторы и кон-

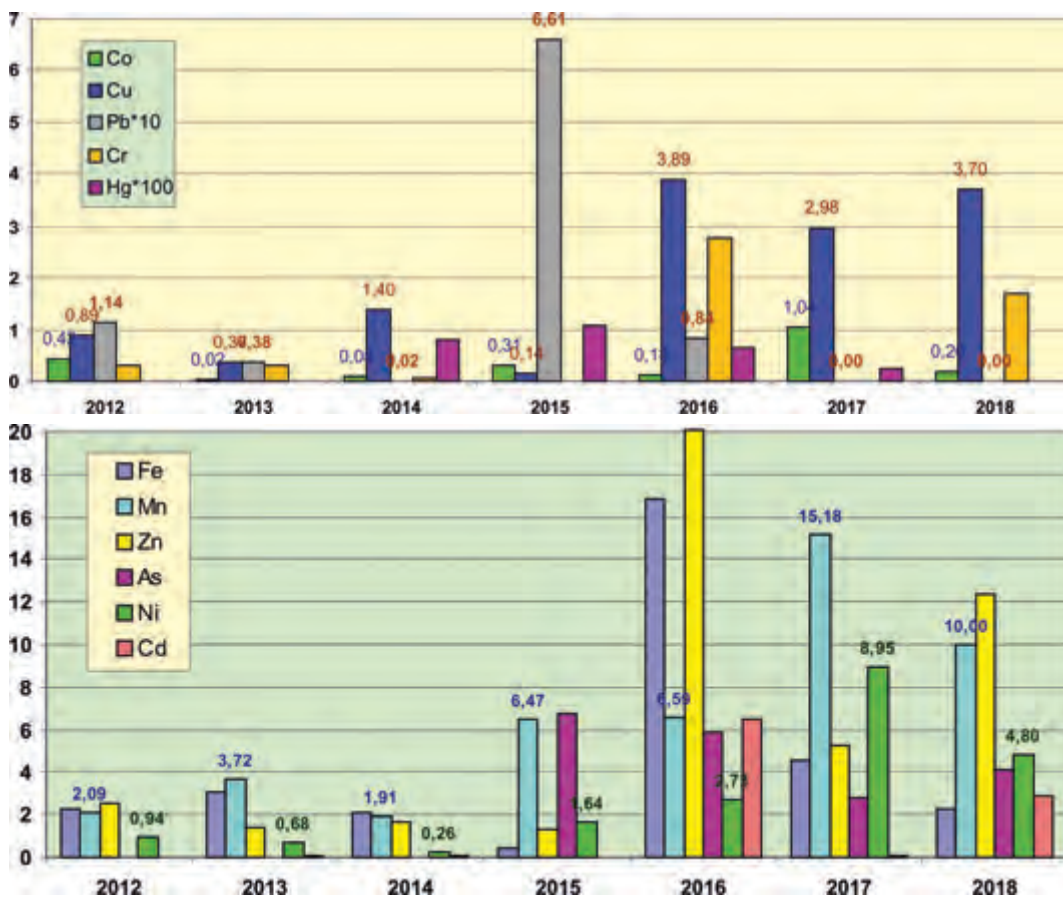


Рис. 7.3. Многолетняя динамика средней концентрации тяжелых металлов (мкг/дм³) в прибрежных водах на акватории залива Гренфьорд у поселка Баренцбург.

денсаторы, отражают загрязнение акватории фьорда продуктами утилизации отработанных агрегатов электроэнергетики и других технических средств. Максимальная концентрация суммы полихлорбензолов составила 0,64 нг/г. Содержание полихлорциклодиенов и пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ в морских донных отложениях не превышало предела обнаружения (DL=0,05 нг/г).

Максимальная концентрация **тяжелых металлов** в пробах морских донных отложений составляла (мкг/г): для железа 35000, марганца 288; цинка 77,6 (0,6 ДК); меди 27,3 (0,8 ДК); никеля 28,3 (0,8 ДК); кобальта 11,8 (0,6 ДК); свинца 14,0 (0,2 ДК); кадмия 0,09 (0,1 ДК); хрома 28,1 (0,3 ДК); ртути 0,07 (0,2 ДК) и мышьяка 16,0 мкг/г (0,6 ДК). Хотя экстремальные значения не превышали норматива, однако концентрация некоторых была весьма высокой и превышала половину ДК.

Выводы. По результатам исследований 2018 г. на акватории залива Гренфьорд в районе пос. Баренцбург значения большинства гидрохимических показателей были в пределах естественных межгодовых изменений. Концентрация загрязняющих веществ в морских водах не выходила за рамки установленных ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов. В целом

содержание загрязняющих веществ по сравнению с 2017 г. снизилось. Исключение составили нефтяные углеводороды, концентрация которых возросла в 4 раза и достигала 0,8 ПДК. В 2018 г. содержание тяжелых металлов в пробах морской воды фьорда оставалось примерно на прошлогоднем уровне, несущественно снизилась или возросла. В целом средняя концентрация составляла десятые-сотые доли норматива, кроме меди, никеля и кобальта содержание которых достигало и превышало половину ПДК, а максимальные значения достигали уровня 1,06; 0,84 и 0,64 ПДК соответственно.

Содержание нефтяных углеводородов в донных отложениях прибрежной части залива Гренфьорд в среднем составило 2,7 ДК, а максимальное достигало очень высокой величины 5,9 ДК. Также был отмечен очень высокий уровень загрязнения донных отложений продуктами неполного сгорания топлива. Суммарное содержание ПАУ превышало норматив в 2,5 раза, а концентрация самого опасного вещества — бенз(а)пирена, достигала 2,6 ДК. Среди хлорорганических соединений высоким было содержание в донных отложениях полихлорбифенилов, являющихся продуктами утилизации отработанных агрегатов электроэнергетики и других технических средств. Сумма соединений ПХБ достигала 2,0 ДК. Содержание СПАВ, фенолов, неполярных алифатических углеводородов, полихлорциклодиенов, полихлорбензолов и пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ было на фоновом или очень невысоком уровне.

По расчетному индексу загрязненности вод **ИЗВ** (0,51), выполненному с использованием отношения средней концентрации к ПДК для нефтяных углеводородов (0,25), никеля (0,48), меди (0,75) и норматива растворенного кислорода ($6/10,76=0,56$), качество вод залива Гренфьорд у поселка Баренцбург в 2018 г. оценивается II классом, «чистые». Качество вод практически не изменилось по сравнению с предыдущим годом (ИЗВ=0,59), хотя в расчете индекса НУ заменили марганец. Кислородный режим во время проведения съемки был в пределах нормы и случаев дефицита не отмечено во всем столбе воды.

Глава 8. МОРЯ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

Наблюдения на станциях ГСН в морях Северного Ледовитого океана, за исключением Баренцева и Гренландского морей, в 2018 г. в рамках системы государственного мониторинга не проводились. К морям этого океана относят Гренландское, Норвежское, Баренцево, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское, Бофорта и Линкольна; внутренние моря: Белое и Баффина; самым крупным заливом является Гудзонов залив (рис. 8.1).



Рис. 8.1. Моря Северного Ледовитого океана.

Глава 9. ШЕЛЬФ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА (Тихий океан)

Корчуганова Н.В., Копаница М.В., Погожева М.П., Коршенко А.Н.

9.1. Общая характеристика

Юго-восточные берега полуострова Камчатка омываются водами Тихого океана. Побережье здесь значительно изрезано, есть несколько крупных заливов (Камчатский, Кроноцкий, Авачинский). Далеко выступают в море скалистые полуострова (Шипунский, Кроноцкий, Камчатский, Озерной). Крупнейшей бухтой является Авачинская губа, которая представляет собой внутреннюю и закрытую часть Авачинского залива. Длина бухты 24 километра, ширина у входа 3 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 (181,2 тыс. жителей) и город-порт Вилючинск (21973 чел.), являющиеся наиболее значительными источниками антропогенного загрязнения.

9.2. Источники поступления загрязняющих веществ

Основными источниками загрязнения Авачинской губы являются предприятия судоремонтной и рыбообрабатывающей промышленности, суда рыбного промыслового и транспортного флотов, а также хозяйственно-бытовые стоки города Петропавловска-Камчатского и других населенных пунктов. Впадающие в губу реки приносят в своих водах загрязняющие вещества с полей, ферм и от расположенных по их берегам населенных пунктов. Сведения о количественном и качественном составе сточных вод, сбрасываемыми промышленными предприятиями и коммунальными службами в прибрежные морские воды Камчатского полуострова, предоставляются От-



Рис. 9.1. Распределение глубин вокруг полуострова Камчатка

Таблица 9.1. Объем сточных вод и основные загрязняющие вещества, поступившие от отдельных предприятий в Авачинскую губу в 2018 г.

Предприятие	Отведено всего (тыс.м ³)	Без очистки (тыс.м ³)	Недостаточно очищенные (тыс.м ³)		Нормативно чистые (тыс.м ³)	Нормативно очищенные (тыс.м ³)	Взвешенные вещества (т)	Азот общий (т)	Нефть и неф- тепродукты (т)	СПАВ, (кг)	Фосфаты (по Р) (т)	Сульфаты (SO ₄) (т)	Хлориды (Cl) (т)
Всего в 2016 г.	40983,58	5966,37	901,81		28715,00	5399,430	764,29	157,53	6,28	9,28	51,54	286,35	973,57
Всего в 2017 г.	38393,59	5688,24	866,01		26842,00	4960,70	983,51	264,80	5,47	10,35	99,87	228,76	636,30
Всего в 2018 г.	41418,23	7975,55	836,05		27410,00	5184,90	1382,46	341,71	12,94	19,31	124,95	286,35	973,57
г. Петропавловск-Камчатский													
АО «ПСРЭ»	175,20		4,20	0,00	171,00	0,00	0,14	0,014	0	0,000334	0,005	0,071	0,14
ООО «Жестяно-баночная фабрика и К»	117,88		0,00	117,88	0,00	0,00		0,266	0,012	0,017198	0,02	1,486	1,605
ООО «Петропавловск-Камчатский рыбоконсервный завод»	78,03		0,00	78,30			1,832	0,097	0,002	0,008042	0,206	0,858	0,43
ООО «Экология»	2,00			2,00			0,005	0,007	0,001	0,00138	0,002	2,31	-
ЗАО «Судоремсервис»	463,65		0	263,65	200	0	4,866	2,09	0,026	0,042712	0,27	6,433	9,8
Рыболовецкий колхоз им. В.И.Ле- нина	164,08		0,00	164,08			1,893	0,125	0,03	0,00682	0,121	3,839	2,098
	22,02			22,02			0,121	0,019	0	0,000135	0,016	0,43	0,096
ООО «Аквафиш»	9,32		0,00	0,89	0,00	8,43	0,288	0,112	0	0,001204	0,099	0,731	4,626
Краевое ГУП «Камчатский водо- канал»	5153,94					5153,94	207,31	120	1,41	3,25425	41,6	209,6	237,5
	5930,52		5930,52				1087,15	186	11,39	15,8753	78,37	299,3	358,8
ООО «УКР»	254,40		254,40				1,393	0,024	0,002	0,011766	0,002		
ООО «Камчаттралфлот»	20,93		0	0	0	20,93	0,133			0,000637	0,033	0,701	0,933
ОАО Камчатэжнерго»	26794,58		71,56	36,02	26687,00		0,63	0,34		0,00483	0,05	5,19	35,8
ООО «Терминал «Сероглазка»	0,5		0,5				0,022		0,001	0			
г. Виллючинск													
АО «Камчатэнергосервис»	1711,87	1711,87					74,91	32,23	0,052	0,000562	4,155	98,97	64,63
ОАО «СВРЦ»	150,98			150,98			1,269	0,323	0,011	0,000253	0,004	2,229	2,086
	1,60					1,60	0,007	0,003		0		0,022	0,022
	192,00						0,192	0,001	0	0,000192			
	2,50	2,50					0,054	0,003		0,000009		0,026	0,032
	12,00					0,00	0,124	0,032		0,000253		0	
	160,00						0,12	0,001		0,08			
ДВЦ «ДальРАО» — филиал ФГУП «РосРАО»	0,23			0,23			0	0	0	0,00006	0	0,017	

делом водных ресурсов по Камчатскому краю Амурского БВУ по результатам обобщения материалов статистической отчетности по форме 2ТП-Водхоз за 2018 г. (табл. 9.1). В 2018 г. в Авачинскую губу предприятиями было сброшено 41,4 млн.м³ сточных вод. Из них без очистки 8,0 млн.м³, недостаточно очищенных 0,8 млн.м³, нормативно очищенных 5,2 млн.м³, нормативно чистых 26,8 млн.м³. Общий объем производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод по сравнению с 2017 г. вырос на 8%. Увеличилось количество всех сбрасываемых веществ: СПАВ, взвешенные вещества, общий азот, фосфаты (по фосфору), сульфаты и хлориды, нефть и нефтепродукты. Особенно следует отметить нефтепродукты и сульфаты, количество которых возросло в 2,4 и 2,8 раза соответственно (табл. 9.1).

В 2018 г. с водой рек Авача и Паратунка в Авачинскую губу поступило: фенолов 0,027 тыс. т, нефтепродуктов 0,539 тыс. т, детергентов 0,016 тыс. т, взвешенных веществ 68,8 тыс. т, неорганических соединений азота и фосфора 2,758 тыс. тонн. По сравнению с многолетними данными расход воды в реке Авача увеличился на 23%, а в реке Паратунка остался без изменений. В сравнении с 2017 г. количество поступающих в бухту с речным стоком загрязняющих веществ изменилось следующим образом: снизилось содержание детергентов и нефтепродуктов на 20%, содержание взвешенных веществ и биогенных элементов осталось на прежнем уровне, а поступление фенолов увеличилось на 70% (табл. 9.2).

Таблица 9.2. Поступление загрязняющих веществ в Авачинскую губу с речным стоком в 2018 г.

Реки	р. Авача		р. Паратунка		Сумма
Расход воды (м ³ /с)	167,0		35,5		202,5
Наименование вещества	мг/дм ³	тыс. т	мг/дм ³	тыс. т	тыс. т
Детергенты	0,003	0,016	0,000	0,000	0,016
Фенолы	0,004	0,021	0,005	0,006	0,027
Нефтепродукты	0,084	0,442	0,086	0,096	0,539
Взвешенные вещества	11,3	59,5	8,3	9,3	68,8
Азот нитритный	0,006	0,032	0,000	0,000	0,032
Азот нитратный	0,304	1,601	0,337	0,377	1,978
Азот аммонийный	0,120	0,632	0,001	0,001	0,633
Фосфор минеральный	0,020	0,105	0,009	0,010	0,115

9.3. Загрязнение вод Авачинской губы

В 2018 г. специалистами Центра по мониторингу загрязнения окружающей среды ФГБУ «Камчатское УГМС» было проведено 6 гидрохимических съемок на арендуемом судне (катер «РУМ 45–63») с мая по октябрь на 9 станциях в Авачинской губе (рис. 9.2). Отбор проб морской воды выполнялся с горизонтов 0 м, 10 м и из придонного слоя на глубинах от 11 до 26 м. Всего было обработано 138 проб морской воды. Были определены стандартные гидрохимические показатели (рН, растворенный кислород, щелочность, кремний, фосфор минеральный и общий, нитриты, нитраты и аммонийный азот), концентрация загрязняющих веществ (фенолы, детергенты и нефтяные углеводороды) и элементы гидрометеорологического режима (хлорность, соленость, концентрация взвешенных веществ, температура воды и воздуха, скорость и направление ветра, атмосферное давление, облачность и волнение). На пяти морских гидрометеорологических станциях проводились визуальные наблюдения за загрязнением водной поверхности прилегающих районов моря нефтяной пленкой.

Соленость в водах Авачинской губы изменялась в очень широком диапазоне от 2,38‰ до 32,73‰; минимальное значение зафиксировано в поверхностном слое в приустьевой зоне реки Авача на ст. №4. Значения ниже 10‰ были зафиксированы в 7 пробах, отобранных из по-



Рис. 9.2. Схема расположения станций мониторинга морских вод в Авачинской губе в 2018 г.

судоремонтного завода. В подповерхностных водах на глубине 10 м соленость не опускалась ниже 29,45‰. В придонном слое она изменялась в диапазоне 29,84–32,61‰. Значения хлорности изменялись в диапазоне 1,32–18,12‰, составив в среднем для всей толщи 15,36‰. Средняя для поверхностного слоя — 11,8‰; промежуточного — 17,38‰ и придонного — 17,77‰. Температура морской воды изменялась от 1,69°C в придонном слое в приустьевой зоне реки Авача (ст. № 4, 18 мая) до 16,42°C на поверхности в районе Раковой бухты (ст. № 50, 12 июля). Значения pH были в диапазоне 7,55–8,89. Мутность воды варьировала в диапазоне от 4,0 (в устьевой зоне реки Авача) до 134,0 мг/дм³ (бухта Крашенинникова); среднегодовой показатель — 70,9 мг/дм³.

Наибольшее количество растворенных **нефтяных углеводов**, как правило, наблюдалось в районах сброса сточных вод судоремонтных заводов, транспортных предприятий и в местах стоянки судов. Распространению НУ на всю акваторию губы способствовали приливо-отливные, сгонно-нагонные явления и течения, поэтому их повышенная концен-

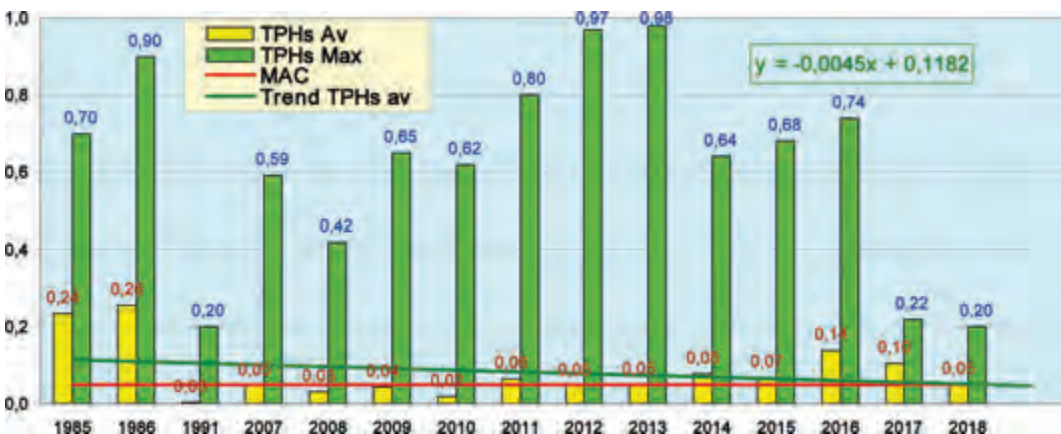


Рис. 9.3. Динамика максимальной и средней концентрации нефтяных углеводов (мг/дм³) в водах Авачинской губы в 1985–2018 гг.

трация фиксировалась практически повсеместно на различных горизонтах. Поступив в морскую среду, часть нефтяных углеводородов распределялась в виде пленки, отдельные пятна которой ежедневно при отсутствии льда фиксировались наблюдателями на станции МГ-1 Петропавловск-Камчатский. Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов в водах Авачинской губы составило 1,0 ПДК против 2,0 ПДК, зарегистрированных в 2017 г. (рис. 9.3). Годовой максимум определен 19 мая на придонном горизонте акватории Морского порта (ст. №47) — 4,0 ПДК. В 60 пробах содержание НУ было выше ПДК, а превышение норматива более чем в 2 раза было отмечено в 27 пробах из 138 проанализированных. В предыдущие три года наблюдалось незначительное повышение максимальной величины, которое сменилось резким падением в 3,4 раза в 2017 г., в 2018 г. снова повысилось.

В 2018 г. визуальные наблюдения за нефтяной пленкой на поверхности прилегающих морских акваторий проводились на 5 гидрометеорологических станциях ФГБУ «Камчатское УГМС»: МГ-1 Петропавловск-Камчатский, ОГМС Никольское, МГ-2 Озерная, МГ-2 Петропавловский Маяк, МГ-2 Оссора. В бухте Оссора (побережье Берингова моря) нефтяная пленка отсутствовала. На ОГМС Никольское (Алеутские острова, Тихий океан) у пирса, в районе стоянки и швартовки рыбопромысловых и транспортных судов с марта по декабрь (с максимальной повторяемостью до 11 дней в декабре) отмечались небольшие нефтяные пятна слабой интенсивности. На ГМС Петропавловский маяк (Авачинский залив) нефтяная пленка слабой интенсивности, с покрытием 10% видимой акватории, наблюдалась с апреля по декабрь. В апреле отмечено наибольшее количество дней с загрязнением — 20, в сентябре и октябре — 16 и 13 дней соответственно. В остальное время пятна нефтепродуктов фиксировались в течение 3–10 дней ежемесячно. С июня по август визуальные наблюдения за загрязненностью прибрежной части моря нефтепродуктами зачастую были невозможны из-за туманов и морозящих осадков, приводящих к существенному ухудшению видимости. Наиболее загрязнена нефтепродуктами, как и в предшествующие годы, Авачинская губа. Ежедневно, при отсутствии льда, на МГ-1 Петропавловск-Камчатский отмечалось покрытие 10% видимой части акватории губы нефтяной пленкой слабой интенсивности (1 балл).

На западном побережье Камчатки (район поселка Озерная, Охотское море) с марта по ноябрь отмечалась нефтяная пленка слабой интенсивности (1 балл) с покрытием 10% видимой части морской акватории. С мая по сентябрь нефтяная пленка регистрировалась с наибольшей повторяемостью в количестве 18–27 дней в месяц, а в остальные месяцы наблюдений 1–11 дней. С марта по сентябрь визуальные наблюдения за загрязненностью прибрежной части моря нефтепродуктами зачастую были невозможны из-за туманов и морозящих осадков, приводящих к существенному ухудшению видимости (до 8 дней в июле).

Фенолы образуются при биохимическом распаде органического вещества и поступают в морскую среду с речными водами, стоками промышленных предприятий и коммунальных объектов. Участки наиболее высокой концентрации фенолов сосредоточены в устьях рек Авача и Паратунка, а также в восточной части губы в местах выпуска сточных вод города Петропавловска-Камчатского. Концентрация изменялась от аналитического нуля в 13 пробах из 108 до 20 мкг/дм³ (июль, поверхностный горизонт, приустьевая зона р. Авача). Среднегодовое значение фенолов в 2018 г. составило 2,0 мкг/дм³ (2,0 ПДК). Ежемесячно в целом в толще вод концентрация фенолов регистрировались в диапазоне 1–4 ПДК. Наиболее загрязненными были воды Морского порта, бухты Крашенинникова, у выхода из Авачинской губы и в бухте Раковая — 3 ПДК. На протяжении последних пяти лет концентрация фенолов оставалась стабильно повышенной на уровне 2–4 ПДК. Дeterгенты, поступающие в морскую среду с хозяйственно-бытовыми и промышленными стоками в составе моющих и чистящих средств, в 2018 г. в водах Авачинской губы были представлены незначительно. Концентрация

АПАВ почти во всех пробах была равна пределу обнаружения ($DL=50 \text{ мкг/дм}^3$) и лишь в одной из придонного слоя приустьевой зоны р. Авача в июне составила 100 мкг/дм^3 (1 ПДК).

Биогенные элементы. Концентрация минерального фосфора изменялась в широком диапазоне $1,32\text{--}261,00 \text{ мкг/дм}^3$; общего фосфора — $9,23\text{--}276,33 \text{ мкг/дм}^3$. Средние значения составили $46,52$ и $70,26 \text{ мкг/дм}^3$ соответственно, что немного выше прошлогодних значений. Среднемесячная концентрация фосфатов в целом по толще вод губы изменялась от $19,8 \text{ мкг/дм}^3$ до $75,51 \text{ мкг/дм}^3$, а общего фосфора — от $38,26 \text{ мкг/дм}^3$ до $101,52 \text{ мкг/дм}^3$ в июне и октябре соответственно. Летом в период активного фотосинтеза содержание фосфора в морской воде снижается за счет его потребления фитопланктоном. Осенью процессы регенерации преобладают над потреблением, а концентрация соединений фосфора в морской воде достигает наибольших значений. На поверхности и в придонном слое Авачинской губы наибольшее количество фосфатов фиксировалось в центральной части губы — в среднем за год $12,64$ и $87,17 \text{ мкг/дм}^3$. В придонном слое бухты Крашенинникова (ст. №3) отмечена наибольшая разовая концентрация общего фосфора ($261,00 \text{ мкг/дм}^3$) и средняя по толще вод ($54,11 \text{ мкг/дм}^3$).

Концентрация **нитритов** в водах Авачинской губы во всех пробах превышала предел обнаружения и варьировала от $0,25$ до $160,6 \text{ мкг/дм}^3$ ($6,4$ ПДК), максимум зафиксирован в бухте Крашенинникова у дна. Среднегодовое содержание по сравнению с прошлым годом по всей толще вод увеличилось незначительно и составило $11,4 \text{ мкг/дм}^3$ ($0,5$ ПДК). Нитриты являются неустойчивыми соединениями и при наличии кислорода окисляются до нитратов, которые преобладают в морской воде как конечный продукт минерализации. Концентрация нитратов в водах Авачинской губы была в пределах $2,5\text{--}546,4 \text{ мкг/дм}^3$ (июнь, ст. №17 Моховая бухта, на поверхности); средняя в целом по толще увеличилась в $1,6$ раза и составила $132,6 \text{ мкг/дм}^3$ ($0,01$ ПДК). Ни в одной из отобранных проб превышения ПДК не выявлено. Содержание аммонийного азота в период отбора проб с мая по октябрь изменялось в диапазоне $10\text{--}865 \text{ мкг/дм}^3$; среднегодовое значение ($110,1 \text{ мкг/дм}^3$, $0,05$ ПДК) немного превышало прошлогоднее ($87,2 \text{ мкг/дм}^3$). Наибольшее среднемесячное значение было отмечено в июле ($240,6 \text{ мкг/дм}^3$), наименьшее — в мае, июне и августе ($62,1$; $60,6$ и $68,6 \text{ мкг/дм}^3$), в сентябре и октябре отмечено снижение в сравнении с июлем ($111,6$ и $117,3 \text{ мкг/дм}^3$). Максимальная концентрация зафиксирована в июле на поверхности в Моховой бухте на ст. №17.

В 2018 г. концентрация **силикатов** в водах губы варьировала в широком диапазоне $112\text{--}4631 \text{ мкг/дм}^3$; среднегодовая величина незначительно увеличилась до 1436 мкг/дм^3 . Поскольку основным источником поступления кремния в Авачинскую губу является речной

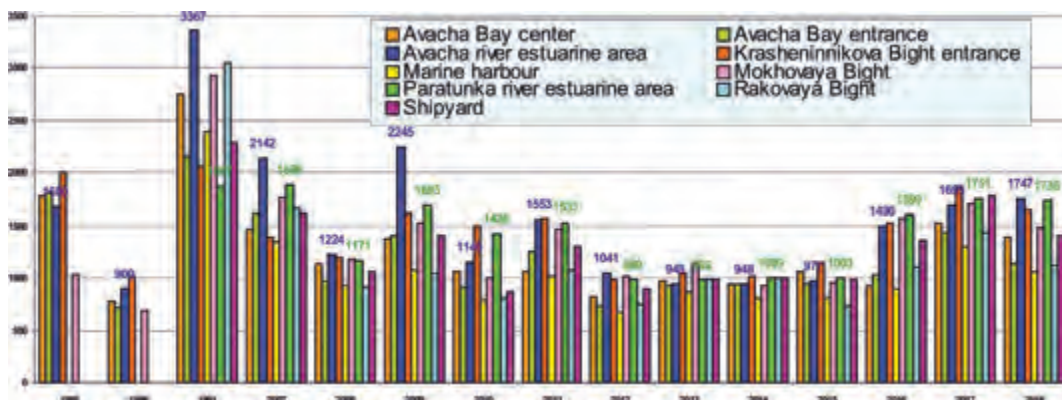


Рис. 9.4. Многолетняя динамика средней концентрации силикатов (мкг/дм^3) в водах различных участков Авачинской губы в 1985–2018 гг.

и термальный сток, поэтому среднее содержание кремния на поверхности обычно в несколько раз превышает его концентрацию у дна. Среднегодовое значение для поверхностного слоя составило 2310 мкг/дм³, для придонного — 1018 мкг/дм³, а для промежуточной водной толщи — 616 мкг/дм³. Сезонные изменения количества кремния в морских водах в значительной степени зависят от интенсивности речного стока. По данным многолетних наблюдений повышенная концентрация силикатов отмечается в периоды половодья и дождевых паводков в начале лета и зимы в зонах влияния рек Авача и Паратунка. В 2018 г. высокие величины концентрации силикатов (более 3000 мкг/дм³ — 19 проб) были отмечены только в поверхностном слое по всей акватории Авачинской губы и составили в июне в среднем 3821 мкг/дм³, в июле 3790 мкг/дм³, а в августе 4266 мкг/дм³; в приустьевых зонах рек Авача и Паратунка повышенные значения отмечены 9 раз (рис. 9.4).

Кислородный режим Авачинской губы характеризуется постоянным перенасыщением кислородом поверхностного горизонта и дефицитом его в придонном слое в теплый период года. Содержание растворенного в воде кислорода в период наблюдений изменялось в пределах 2,10–11,21 мгО₂/дм³ (29,10–173,30% насыщения), составив в среднем 6,72 мгО₂/дм³ (94,25% насыщения), (табл. 9.3, рис. 9.5). В поверхностном слое его концентрация варьировала в диапазоне 3,37–11,21 мгО₂/дм³ (в среднем за год 8,46); в придонном слое — 2,10–8,69 мгО₂/дм³ (5,25). С прогревом водных масс увеличивается потребление кислорода на процессы биохимического окисления, содержание растворенного кислорода уменьшается. В августе практически на каждой станции в глубинных слоях фиксировался дефицит кислорода, а в районе морского порта (ст. №47) недонасыщение отмечалось на всех горизонтах. В этом же месяце зафиксировано и минимальное его содержание на дне в приустьевой зоне р. Паратунка — 2,10 мгО₂/дм³. В глубинных водах низкая концентрация кислорода на некоторых станциях фиксировалась и в сентябре. Общее количество проб с содержанием кислорода ниже нормы составляло 11% от общего их числа.

Таблица 9.3. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Авачинской губы п-ова Камчатка в 2016–2018 гг.

Район	Ингредиент	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Авачинская губа	НУ	0,14	2,8	0,10	2,0	0,05	1,0
		0,74	15	0,22	4,4	0,20	4,0
	Фенолы	3,3	3,3	2,4	2,4	2,0	2,0
		21	21	22	22	20	20
	СПАВ	88	0,9	60	0,6	50	0,5
		370	3,7	300	3,0	100	1,0
	Азот аммонийный	61,0	<0,1	62	<0,1	110	<0,1
		372	0,2	261	0,1	865	0,3
	Растворенный кислород	9,55		9,81		9,64	
		2,37	0,40	3,42	0,57	2,10	0,35

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

Расчет индекса загрязненности вод (ИЗВ) выполнен на основе осредненной концентрации приоритетных для морских вод загрязняющих веществ (фенолы, детергенты и нефтяные углеводороды) и растворенного в воде кислорода. Динамика индекса показывает в 2014–2015 годах включительно тенденцию к улучшению качества вод Авачинской губы.

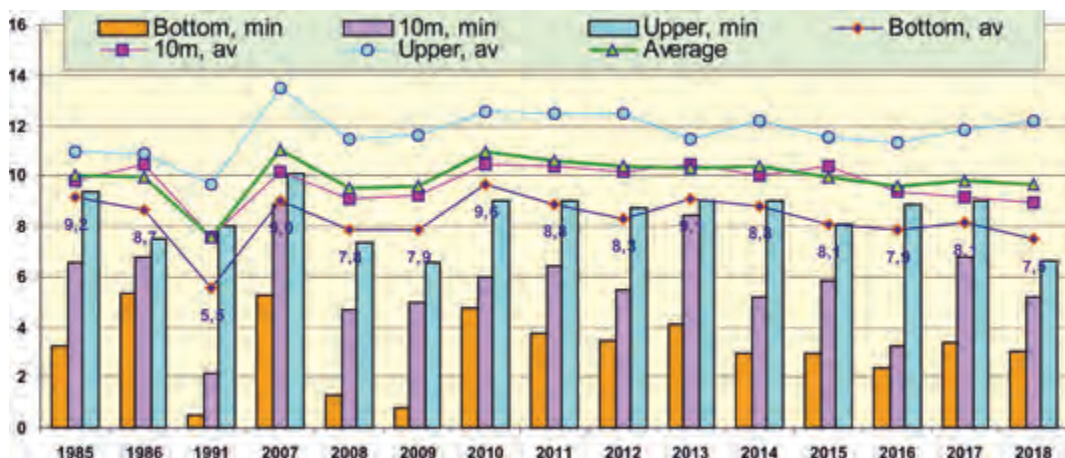


Рис. 9.5. Многолетняя динамика средней и минимальной концентрации кислорода (mgO_2/dm^3) в поверхностном и придонном слоях воды Авачинской губы в 1985–2018 гг.

В 2016 г. произошел рост содержания в ней загрязняющих веществ, особенно нефтяных углеводородов с 1,4 до 2,8 ПДК, ИЗВ увеличился на 50%, и воде был присвоен V класс качества — «грязные». В 2017 г. ИЗВ составил 1,43 — категория «загрязненные воды», а в текущем году произошло улучшение и воде присвоен III класс качества (ИЗВ 1,04) — «умеренно загрязненные» (рис. 9.6).

Таблица 9.4. Оценка качества вод Авачинской губы п-ова Камчатка в 2016–2018 гг.

Район	2016 г.		2017 г.		2018 г.		Среднее содержание ЗВ в 2018 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Авачинская губа	1,90	V	1,43	IV	1,04	III	НУ 1,00; СПАВ 0,50; фенолы 2,04; O_2 0,62

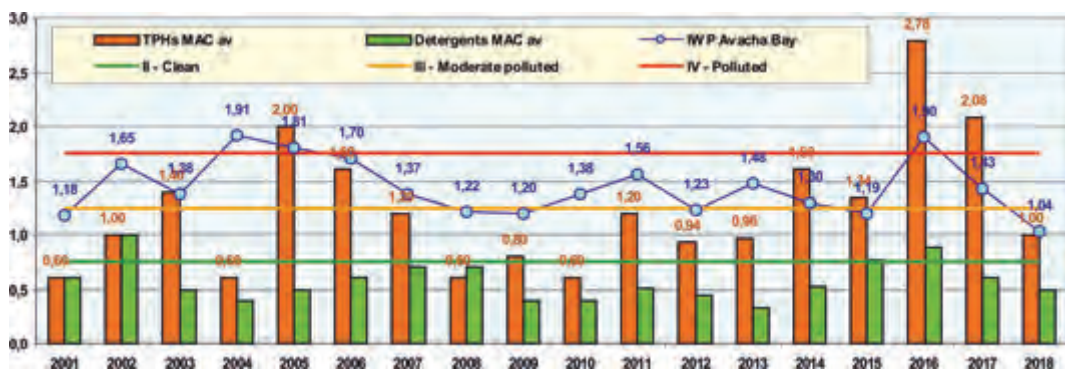


Рис. 9.6. Динамика Индекса Загрязненности Вод (IWP) и ПДК нефтяных углеводородов (TPHs MAC) и СПАВ (Detergents MAC) в водах Авачинской губы Камчатки в 2001–2018 гг.

Глава 10. ОХОТСКОЕ МОРЕ

Артамонова Е. М., Щербаков К. А., Коршенко А. Н., Чекменева Н. А.

10.1. Общая характеристика

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

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

По своему расположению Охотское море находится 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 (Добровольский, 1982).

Зимой в северной части моря температура воды составляет $-1,5$ – $-1,7^{\circ}\text{C}$. Летом прогревается только верхний слой толщиной в несколько десятков метров, под которым сохраняется холодный промежуточный слой с температурой $-1,7^{\circ}\text{C}$. Толщина этого слоя составляет от нескольких десятков метров в юго-восточной части моря до 500–900 м в северо-западной и западной частях. Сезонное изменение температуры охватывает слой до горизонта 200–300 м. В южной части моря высокая температура воды на поверхности наблюдается на пути движения тихоокеанских вод с юго-востока на северо-запад. Зимой в районе Курильских островов температура воды на поверхности в среднем составляет примерно $3,5^{\circ}\text{C}$, а летом — 7 – 14°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). В северо-западной части моря, вследствие опреснения, соленость на поверхности равна 25‰ и менее, а толщина опресненного слоя — около 30–40 м. С глубиной в Охотском море происходит увеличение солености. На горизонтах 300–400 м в западной части моря соленость равна 33,5‰, а в восточной — около 33,8‰. На горизонте 1000 м соленость

равна 34‰ и далее к дну возрастает незначительно, всего на 0,5–0,6‰. В отдельных заливах и проливах величина солености, ее стратификация могут значительно отличаться от вод открытого моря в зависимости от местных условий (Охотское море, 1998, Залогин, 1999).

В Охотское море впадает довольно много преимущественно небольших рек, поэтому при столь значительном объеме его вод материковый сток относительно невелик. Он равен примерно 600 км³/год, при этом около 65% дает Амур. Другие сравнительно крупные реки — Пенжина, Охота, Уда, Большая (на Камчатке) — приносят в море значительно меньше пресной воды. Она поступает главным образом весной и в начале лета. В это время наиболее ощутимо влияние материкового стока, в основном в прибрежной зоне, вблизи устьевых областей крупных рек (Добровольский, 1982).

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

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

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

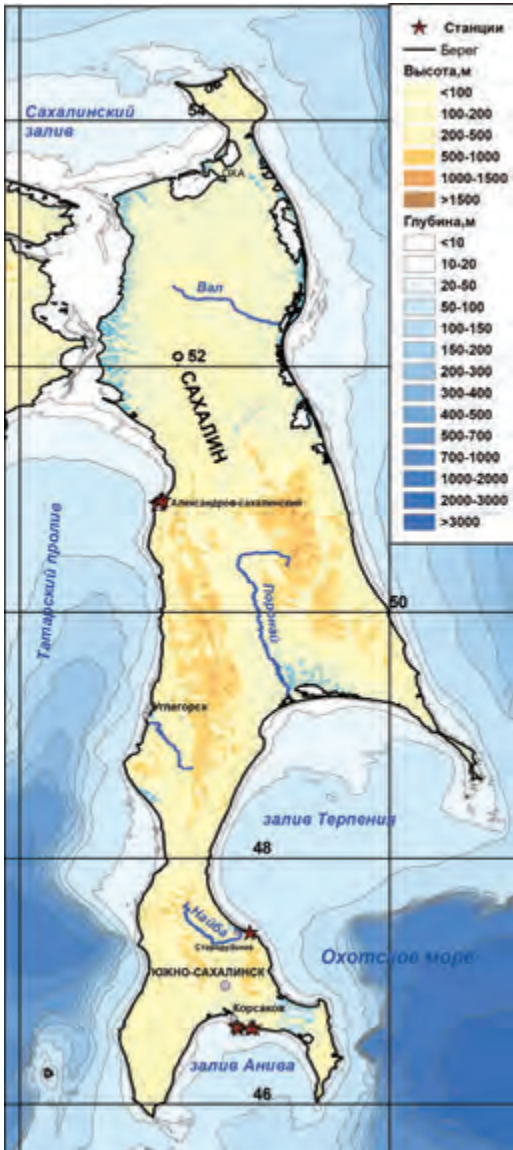
10.2. Загрязнение шельфа о. Сахалин

На шельфе о. Сахалин в 2018 г. Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск) ежемесячно в безледовый период с мая по октябрь выполнялись наблюдения в районе поселка Стародубское на одной фоновой станции; в заливе Анива в районе поселка Пригородное и города Корсаков наблюдения проводились в прибрежной зоне на шести станциях, а также на акватории Японского моря в районе г. Александровск-Сахалинский на 5 станциях (рис. 10.1). Шельфовая зона острова традиционно загрязняется добывающими предприятиями, муниципальными сточными водами

коммунально-бытовых объектов, рыбопромысловыми и перерабатывающими судами и предприятиями. Значительную роль в загрязнении морских вод играет речной сток. В последние годы стремительно возросла нагрузка на этот район, связанная с разведкой и разработкой нефтегазовых месторождений. Она сопровождается интенсивным строительством трубопроводов, нефте- и газоналивных терминалов, портов, платформ для бурения скважин и прочей обеспечивающей широкое развитие данной отрасли инфраструктуры.

10.2.1. Район поселка Стародубское

Температура поверхностного слоя воды в 2018 г. была в диапазоне от 0,9°C до 18,5°C, соленость 26,30–31,31‰, хлорность морской воды в среднем составила 16,14‰ (значения



менялись от 14,56 до 17,53‰), концентрация ионов водорода (рН) менялась в диапазоне 7,54–8,20, значения щелочности варьировали от 1,731 до 2,416 мг-экв/дм³. Концентрация твердых взвешенных веществ изменялась от 9 мг/дм³ (сентябрь и октябрь) до 383 мг/дм³ (май), в среднем 87,3 мг/дм³ (8,7 ПДК), а легко окисляемого органического вещества по БПК₅ от 2,9 мгО₂/дм³ до 4,0 мгО₂/дм³ (1,9 ПДК).

Концентрация **нефтяных углеводов** в 2018 году в шести обработанных пробах воды изменялась от значений ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (<0,020 мг/дм³, 1 проба) до 0,046 мг/дм³, 0,9 ПДК (табл. 10.2, рис. 10.2). СПАВ в поверхностном слое морских вод были отмечены почти во всех пробах, их содержание варьировало в пределах от <10 мкг/дм³ в одной майской пробе до 21 мкг/дм³ в августе; среднее значение синтетических поверхностно-активных веществ составило 15,8 мкг/дм³. Отмечено сни-

Рис. 10.1. Станции мониторинга состояния морской среды на шельфе о. Сахалин в 2018 г.

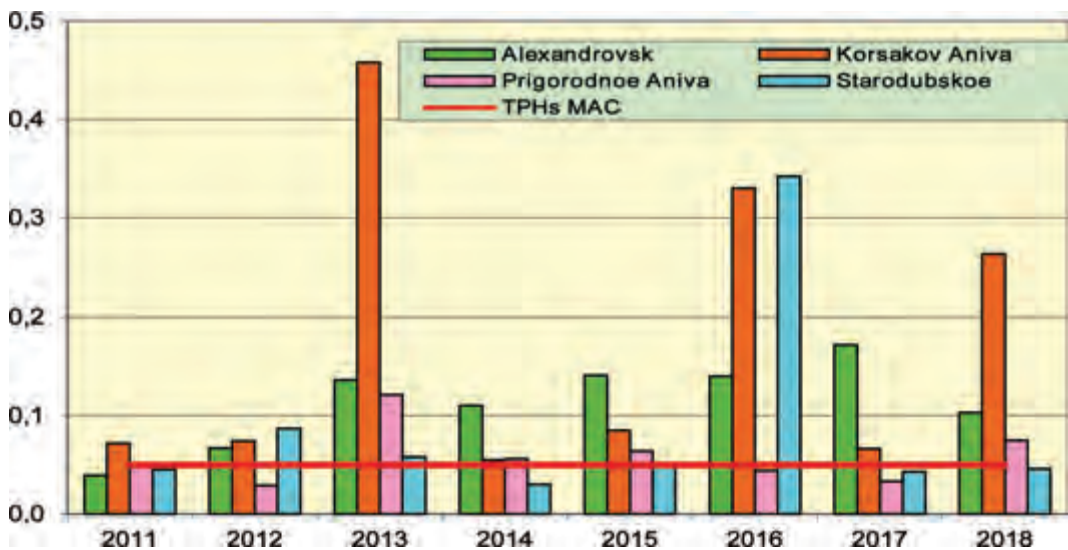


Рис. 10.2. Максимальная концентрация нефтяных углеводородов ($\text{мг}/\text{дм}^3$) в водах шельфа о. Сахалин в 2011–2018 гг.

жение концентрации СПАВ по сравнению с 2017 г. Содержание фенолов во всех прибрежных пробах из поверхностного слоя воды было ниже уровня предела обнаружения используемой методики ($<2,0 \text{ мкг}/\text{дм}^3$).

Содержание **тяжелых металлов** в поверхностном слое вод составляло: медь 1,1–11,6 $\text{мкг}/\text{дм}^3$ (2,3 ПДК), концентрация меди выросла по сравнению с прошлым годом; цинк — средняя концентрация составила 2,4 $\text{мкг}/\text{дм}^3$; содержание свинца в двух пробах было ниже предела обнаружения $<0,03 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, максимум достигал 0,9 $\text{мкг}/\text{дм}^3$. Отмечено значительное снижение концентрации свинца в сравнении с прошлым годом. Содержание кадмия в пяти пробах воды из шести было ниже предела обнаружения ($\text{DL}=0,3 \text{ мкг}/\text{дм}^3$) и только в одной пробе в октябре составило 0,5 $\text{мкг}/\text{дм}^3$.

Концентрация аммонийного **азота** и нитритов понизилась в сравнении с 2017 г., а содержание нитратов наоборот возросло в 1,4 раза. Наибольшие величины для всех форм азота наблюдались в сентябре и октябре. Средняя и максимальная концентрация аммонийного азота составила 52,8 $\text{мкгN}/\text{дм}^3$ и 235 $\text{мкгN}/\text{дм}^3$ соответственно, что в 1,5 раза ниже, чем в 2017 г. Содержание нитритов было на уровне прошлого года, среднее 3,1 $\text{мкгN}/\text{дм}^3$ (в 2017 г. — 3,9 $\text{мкгN}/\text{дм}^3$), максимальное 5,8 $\text{мкгN}/\text{дм}^3$ (5,9 $\text{мкгN}/\text{дм}^3$); содержание нитратов повысилось до 15,9 $\text{мкгN}/\text{дм}^3$ (среднее) и до 27,9 $\text{мкгN}/\text{дм}^3$ (максимальное). Среднегодовое содержание фосфатов понизилось в 2 раза и составило 152 $\text{мкгP}/\text{дм}^3$, диапазон 37,9–405 $\text{мкгP}/\text{дм}^3$. Концентрация силикатов варьировала от 131 до 874 $\text{мкгSi}/\text{дм}^3$; среднее значение составило 427,7 $\text{мкгSi}/\text{дм}^3$, что в 2 раза выше прошлогоднего.

Концентрация растворенного в воде **кислорода** в 2018 г. была в диапазоне 6,33–10,9 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, средняя за период наблюдений составила 8,87 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$. Уровень загрязненности морских вод района у пос. Стародубское по ИЗВ (0,88) в сравнении с 2017 г. несколько повысился и находился на границе классов «чистые» и «умеренно загрязненные» (табл. 10.3). В целом в 2018 г. отмечено заметное снижение содержания нефтяных углеводородов, СПАВ и фенолов в поверхностных водах. Среди тяжелых металлов снова возросла концентрация меди и отмечено значительное снижение свинца. Среди биогенных элементов существенно

возросло содержание нитратов и силикатов, а по остальным показателям наблюдается уменьшение в 1,5–2 раза.

Загрязнение **донных отложений** нефтяными углеводородами в шельфовой зоне о. Сахалин в районе пос. Стародубское понизилось по сравнению с предыдущими годами, максимум достигал 1,7 ДК (в 2017 г. — 4,6 ДК). По фенолам сложилась обратная ситуация. Их среднегодовая концентрация (0,33 мкг/г) выросла почти на порядок по сравнению с 2017 г. и вернулась на уровень 2016 г. Содержание тяжелых металлов осталось примерно на уровне прошлого года, иногда с заметной тенденцией на уменьшение. Концентрация меди немного понизилась, среднее значение составило 3,7 мкг/г, максимальное — 5,8 мкг/г. Содержание кадмия немного снизилось, а цинка и свинца было ниже предела обнаружения использованных методик (табл. 10.2).

10.2.2. Залив Анива. Район порта г. Корсакова

В районе порта г. Корсакова в 2018 г. мониторинг состояния морской среды проводился с мая по октябрь на трех станциях. Температура морской воды изменялась от 3,8°C до 19,6°C, в среднем 12°C. Соленость была в пределах 13,9–32,8‰, в среднем 29,4‰; минимум отмечен 6 августа, максимум — 6 июля. Хлорность изменялась в диапазоне 7,67–17,76‰, в среднем 16,27‰; рН 7,18–8,27, в среднем 7,9; щелочность 1,14–2,34 мг-экв/дм³, в среднем 2,09 мг-экв/дм³. Концентрация твердых взвешенных веществ изменялась от аналитического нуля (предел обнаружения 5 мг/дм³) до 99 мг/дм³, в среднем 26 мг/дм³, а легко окисляемого органического вещества по БПК₅ от 1,2 до 6,4 мгО₂/дм³ (3 ПДК), в среднем 3,2 мгО₂/дм³ (1,5 ПДК).

Концентрация **НУ** в прибрежных водах залива в районе порта Корсаков изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,02 мг/дм³, в 5 пробах из 18) до 0,263 мг/дм³ (5,3 ПДК, 24 октября). Средняя за год величина составила 0,055 мг/дм³ (1,1 ПДК), что почти в 3 раза выше уровня предыдущего года. Содержание фенолов в водах залива было ниже предела обнаружения (DL=2,0 мкг/дм³) во всех пробах. Концентрация СПАВ в десяти пробах была ниже предела обнаружения (DL=10 мкг/дм³), а в остальных достигала 88 мкг/дм³; в среднем 16,9 мкг/дм³.

В 2018 г. концентрация **меди** в морской воде в районе порта Корсаков изменялась в диапазоне 1,2–9,2 мкг/дм³; среднее значение (4,3 мкг/дм³) было меньше прошлогоднего (табл. 10.3, рис. 10.3). Уровень содержания свинца в морских водах практически не изменился за послед-

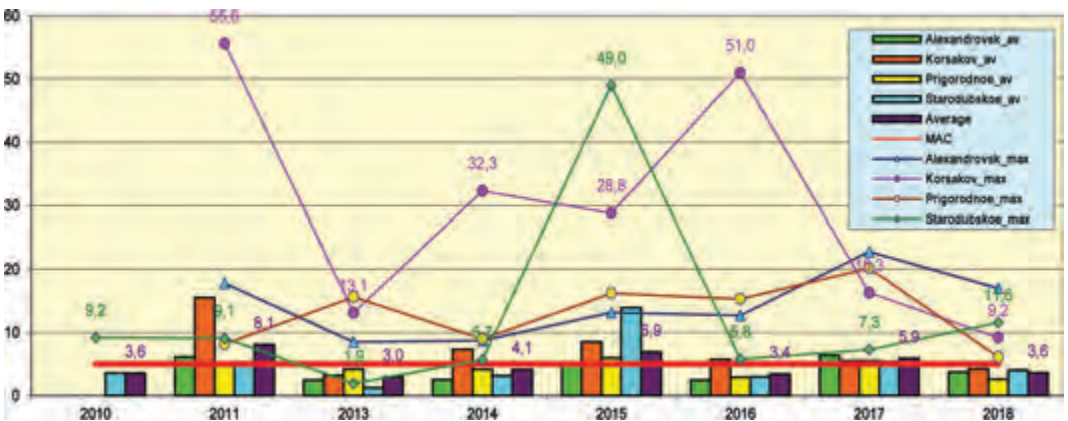


Рис. 10.3. Средняя и максимальная концентрация меди (мкг/дм³) в водах шельфа о. Сахалин в 2010–2018 гг.

ние годы, а цинка уменьшился по сравнению с прошлым годом. Концентрация кадмия была ниже предела обнаружения во всех пробах, за исключением одной.

Таблица 10.3. Концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах залива Анива в районе п. Корсаков в 2013–2018 гг.

	Cu	Cd
сред	3,2/7,3/8,5/5,7/5,5/4,3	0/0,025/0,3/0,57/0/0
макс	13,1/32,3/28,8/51,0/16,3/9,2	<0,3/<0,3/0,3/1,9/5,0/<0,3/0,5
мин	1,0/0,7/0,9/<0,3/0,8/1,2	<0,3/<0,3/<0,3/<0,3/<0,3/<0,3
ПДК сред	0,6/1,5/1,7/1,1/1,1/0,8	<0,1/<0,1/<0,1/<0,1/<0,1/<0,1
ПДК max	2,6/6,5/5,8/10,2/3,3/1,8	<0,1/<0,1/<0,1/0,5/<0,1/<0,1

	Pb	Zn
сред	0,94/2,4/1,2/0,8/0,9/0,9	5,5/10,5/13,0/13,3/5,2/4,7
макс	3,4/7,3/4,4/3,2/3,5/3,2	27,5/45,9/69,0/56,7/21,2/12,2
мин	<0,3/<0,3/<0,3/<0,3/<0,3/<0,3	1,4/<0,3/1,1/2,1/2,0/1,9
ПДК сред	<0,1/0,2/0,1/<0,1/<0,1/<0,1	0,1/0,2/0,3/0,3/0,1/0,1
ПДК max	0,3/0,7/0,4/0,3/0,4/0,3	0,6/0,9/1,4/1,1/0,4/0,2

Концентрация различных форм азота в водах залива в районе п. Корсаков была в пределах естественной межгодовой изменчивости: средняя концентрация аммонийного азота составила 45 мкг/дм³, максимальная — 293 мкг/дм³, при этом в 8 пробах из 18 значения были ниже предела обнаружения DL=20 мкг/дм³; нитритов — 4 и 14,7 мкг/дм³, максимум 6 августа; нитратов — 124 и 881 мкг/дм³. Концентрация фосфатов изменялась в пределах 0–62,3 мкг/дм³, в среднем 25,3 мкг/дм³ (в прошлом году — 57,9 мкг/дм³). Содержание силикатов в водах района изменялось в диапазоне 112–2676 мкг/дм³, составив в среднем 431 мкг/дм³. Начиная с 2016 г. среднее содержание кремния в морских водах у Корсакова сохраняет тенденцию к уменьшению.

Кислородный режим в водах порта Корсаков в целом был удовлетворительным. Среднее содержание растворенного кислорода в период проведения наблюдений составило 8,1 мгО₂/дм³ (близко к прошлогоднему) при диапазоне концентрации 6,19–11,5 мгО₂/дм³. Процент насыщения находился в пределах 81,8–134,1%, в среднем 106,6%, что выше прошлогоднего значения. По ИЗВ (1,06) воды залива Анива в районе порта Корсаков в 2018 г. по-прежнему могут быть отнесены к III классу, «умеренно-загрязненные» (табл. 10.2). По сравнению с предыдущим годом качество вод в районе порта немного ухудшилось. Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, растворенные органические вещества (по БПК₅) и медь.

В шести пробах **донных отложений** из прибрежной зоны залива Анива в районе порта Корсаков содержание нефтяных углеводородов изменялось в диапазоне 66–236 мкг/г с максимумом в июле, в среднем 149 мкг/г (3 ДК), в 2017 г. — 3,8 ДК, в 2016 г. — 3 ДК, в 2015 г. — 2 ДК. Средняя и максимальная концентрация немного понизились. Значения концентрации фенолов варьировали от аналитического нуля в трех пробах до 0,34 мкг/г, в среднем 0,1 мкг/г, что примерно на прошлогоднем уровне. Содержание тяжелых металлов в осадках у порта Корсаков изменялось в следующих диапазонах: медь 10,3–30,5 мкг/г (среднее 23,2 мкг/г, 0,7 ДК, что в 2 раза ниже прошлогоднего); цинк 0–65 мкг/г (среднее 39 мкг/г, 0,3 ДК, меньше прошлогоднего). Концентрация кадмия варьировала в пределах 0,05–0,89 мкг/г, в среднем 0,28 мкг/г, понизилась по сравнению с прошлогодним (0,39 мкг/г). Содержание свинца изменялось в диапазоне 4,2–6,2 мкг/г, среднее составило 5,63 мкг/г, что меньше прошлогоднего (8,3 мкг/г).

10.2.3. Залив Анива. Район пос. Пригородное

В 2018 г. вблизи пос. Пригородное было отобрано 18 проб воды и 18 проб донных отложений на трех станциях с мая по октябрь. Температура поверхностного слоя вод изменялась в диапазоне 4,9–19,2°C, среднее значение 11,8°C; соленость 10,3–32,16/29,6‰; хлорность 5,7–17,8/16,4‰; pH 7,37–8,29/8,05; щелочность изменялась в диапазоне 0,976–2,364/2,076 мг-экв/дм³. Концентрация твердых взвешенных веществ изменялась от 0 до 109 мг/дм³ в конце мая, средняя 39 мг/дм³, а легко окисляемого органического вещества по БПК₅ от значений <1,0 мгО₂/дм³ до 3,8 мгО₂/дм³, в среднем 2,1 мгО₂/дм³ (1,0 ПДК); в прошлом году было 0,7 ПДК. Стандартные параметры морских вод в районе Пригородного в целом были в пределах естественных межгодовых колебаний. В период наблюдений был отмечен случай сильно-го (ниже 10,3‰) распреснения поверхностных вод района на ст. № 101.

Концентрация **НУ** в поверхностном слое вод изменялась от значений ниже предела обнаружения (DL=0,02 мг/дм³) в 11 пробах из 18, а в остальных достигала 0,075 мг/дм³, составив в среднем 0,017 мг/дм³ (0,34 ПДК). Уровень загрязнения НУ вод повысился по сравнению с прошлогодними значениями; и средняя, и максимальная величины увеличились в 2–4 раза (рис. 10.2). Содержание фенолов было ниже предела обнаружения (DL=2 мкг/дм³) во всех пробах; а СПАВ — ниже DL в 12 пробах, а в остальных достигало 51 мкг/дм³ (0,5 ПДК), в среднем 9,8 мкг/дм³. Концентрация меди в морской воде в районе пос. Пригородное изменялась в диапазоне 1,3–6,1 мкг/дм³, составив в среднем 2,6 мкг/дм³ (0,5 ПДК), что почти в два раза ниже прошлогоднего значения (табл. 10.1). Средние значения в разных районах шельфа о. Сахалин в 2018 г. не превышали ПДК, а максимальные были выше норматива только в районе Корсакова. Содержание цинка 1,2–8,8 мкг/дм³, в среднем 2,9 мкг/дм³ (0,06 ПДК). Концентрация свинца в восьми пробах была ниже предела обнаружения DL=0,3 мкг/дм³, а максимальная достигала 1,4 мкг/дм³ (0,14 ПДК). Кадмий был обнаружен в одной пробе в концентрации 0,7 мкг/дм³, что меньше 0,1 ПДК.

Концентрация аммонийного **азота** в водах залива в районе пос. Пригородное изменялась от аналитического нуля в 8 пробах до 70,0 мкг/дм³, среднее значение составило 16,8 мкг/дм³ (более чем в 3 раза ниже прошлогоднего); азот нитритов 0–2,98 мкг/дм³, в среднем 1,48 мкг/дм³; нитратов 7,2–75,6 мкг/дм³, в среднем 28,35 мкг/дм³, что более двух раз ниже прошлогоднего. В целом содержание соединений азота в морской воде у пос. Пригородное было в пределах естественных межгодовых изменений. Концентрация неорганического фосфора варьировала от аналитического нуля до 91,8 мкг/дм³, средняя величина уменьшилась в 2 раза и составила 35,9 мкг/дм³. Содержание силикатов изменялось в очень широком диапазоне 155–5312 мкг/дм³, максимум зафиксирован 6 июля, а среднее значение (1080 мкг/дм³) несколько увеличилось по сравнению с 2017 г.

В течение всего периода мониторинга в 2018 г. концентрация растворенного **кислорода** в основном оставалась в норме. Наибольшие значения наблюдались в августе и сентябре — 10,70 мг/дм³ и 10,87 мг/дм³ соответственно. Самое низкое содержание кислорода 5,58 мг/дм³ зафиксировано 6 июля. По ИЗВ (0,65) воды залива Анива вблизи пос. Пригородное в 2018 г. по-прежнему могут быть отнесены ко II классу, «чистые» (табл. 10.2). Приоритетными загрязняющими веществами остаются нефтяные углеводороды, растворенные органические вещества (по БПК₅) и медь.

Донные отложения. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в диапазоне 0–30 мкг/г, а среднегодовое значение (17,9 мкг/г) немного увеличилось. Концентрация фенолов в донных отложениях варьировала в пределах от аналитического нуля до 0,59 мкг/г, максимум зафиксирован в октябре; среднегодовое значение составило 0,10 мкг/г. В 2018 г. наблюдалось незначительное снижение концентрации меди и кадмия в донных отложениях: среднегодовая концентрация меди (4,3 мкг/г) была в 1,3 раза ниже значения 2017 г. (5,8 мкг/г),

а кадмия — в 1,2 раза ниже (0,04 против 0,06 мкг/г). Цинк и свинец были ниже предела обнаружения используемой методики анализа. В целом содержание тяжелых металлов в донных отложениях исследуемой акватории понижается в период 2016–2018 гг.

10.3. Визуальные наблюдения

В 2018 г. визуальные наблюдения за состоянием прибрежной морской акватории были выполнены на 21 станции. Результаты визуальных наблюдений оценивались по 3-х бальной шкале, в соответствии с которой максимальное загрязнение оценивалось в 3 балла. По данным визуальных наблюдений высокий уровень поверхностного загрязнения нефтепродуктами стабильно сохранялся в припортовых акваториях. Среднегодовой балл загрязнения нефтепродуктами у п. Корсаков составил 1,4; у п. Холмск — 1,7; у п. Южно-Курильск — 1,8. Причиной высокого уровня загрязнения припортовых акваторий является попадание в морскую среду хозяйственно-бытовых и промышленных отходов, бесконтрольного сброса льяльных вод и нефтесодержащего мусора с маломерных судов. В остальных пунктах наблюдений уровень содержания нефтепродуктов на поверхности моря по визуальной шкале оценок не превысил в среднем 1 балла.

Таблица 10.1. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах и донных отложениях шельфа о. Сахалин в 2016–2018 гг.

Район	Ингредиент	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
пос. Стародубское (6 проб в 2018 г.)	НУ	0,086	1,7	0,018	0,4	0,027	0,54
		0,342	6,8	0,043	0,9	0,046	0,92
	Фенолы	0,4	0,4	0		0	
		2,4	2,4	0		0	
	СПАВ	0		28	0,3	13	0,13
		0		46	0,5	21	0,21
	Кадмий	0		0,07	<0,1	0,1	<0,1
		0		0,4	<0,1	0,5	<0,1
	Медь	3,0	0,6	5,4	1,1	4,0	0,80
		5,8	1,2	7,3	1,5	11,6	2,3
Цинк	2,9	<0,1	2,7	<0,1	2,4	<0,1	
	8,4	0,2	10,3	0,2	3,4	<0,1	
Свинец	1,87	0,20	1,6	0,2	0,5	<0,1	
	9,7	1,0	3,4	0,3	1,1	<0,1	
Аммонийный азот	103	<0,1	82	<0,1	53	<0,1	
	328	0,15	348	0,15	235	0,1	
БПК ₅	4,2	1,4	1,7	0,8	3,2	1,52	
	6,8	2,3	5,1	2,4	4,0	1,9	
Кислород	8,59		9,58		8,9		
	7,70		7,90		6,3		
Залив Анива: порт г. Корсакова (18 проб в 2018 г.)	НУ	0,047	0,9	0,02	0,4	0,055	1,1
		0,330	6,6	0,07	1,4	0,263	5,3
	Фенолы	0,12	0,1	0,2	0,2	0	
		2,1	2,1	2,3	2,3	0	
	СПАВ	0		21	0,2	16,9	0,2
		0		60	0,6	88	0,9
	Кадмий	0,57	<0,1	0		0,03	<0,1
5,0		0,5	0		0,5	<0,1	
Медь	5,7	1,1	5,5	1,1	4,3	0,86	
	51,0	10,2	16,3	3,3	9,2	1,8	
Цинк	13,3	0,3	5,2	0,1	4,7	0,1	
	56,7	1,1	21,2	0,4	12,2	0,2	

	Свинец	0,8 3,2	<0,1 0,3	0,9 3,5	0,1 0,4	0,9 3,2	0,1 0,3
	Аммонийный азот	118 315	<0,1 0,1	74 408	<0,1 0,18	45 293	<0,1 0,1
	БПК ₅	3,7 7,2	1,2 2,4	2,5 8,1	1,2 3,9	3,2 6,4	1,52 3,0
	Кислород	8,79 7,15		8,12 6,53		8,10 6,19	
Залив Анива: район пос. Пригородное (18 проб в 2018 г.)	НУ	0,007 0,044	0,1 0,9	0,004 0,03	0,08 0,6	0,017 0,075	0,34 1,5
	Фенолы	0 0		0 0		0 0	
	СПАВ	0 0		12 30	0,1 0,3	9,8 51	0,1 0,5
	Кадмий	0,17 1,0	<0,1 0,1	0,07 0,7	<0,1 <0,1	0,04 0,7	<0,1 <0,1
	Медь	2,92 15,3	0,6 3	5,5 20,2	1,1 4,0	2,6 6,1	0,52 1,2
	Цинк	13,2 56,2	0,3 1,1	3,7 7,8	<0,1 0,2	2,9 8,8	0,1 0,2
	Свинец	0,16 1,1	<0,1 0,1	0,7 2,3	<0,1 0,2	0,4 1,4	<0,1 0,1
	Аммонийный азот	62 335	<0,1 0,1	52 310	<0,1 0,14	16,8 70	<0,1 <0,1
	БПК ₅	3,9 9,5	1,3 3	1,6 4,3	0,8 2,0	2,1 3,8	1,0 1,8
	Кислород	8,82 7,29		7,86 5,03	0,84	8,34 5,58	0,93

Донные отложения

пос. Стародубское (6 проб в 2018 г.)	НУ	48,8 106	1,0 2,1	98,8 228	2,0 4,6	84 204	1,7 4,1
	Фенолы	0,27 1,08		0,035 0,14		0,33 1,46	
	Медь	2,2 4,8	<0,1 0,1	4,05 5,9	0,1 0,2	3,7 5,8	0,1 0,16
	Цинк	0 0		10,5 17,9	<0,1 0,1	0 0	
	Кадмий	0 0		0,1 0,37	0,1 0,5	0,07 0,1	0,08 0,1
	Свинец	1,6 5,0	<0,1 <0,1	1,5 2,4	<0,1 <0,1	0 0	
порт г. Корсакова (6 проб в 2018 г.)	НУ	158,3 346	3,2 6,9	190,8 324	3,8 6,5	149 236	2,98 4,7
	Фенолы	0,29 0,91		0,06 0,17		0,1 0,34	
	Медь	11,5 40,6	0,3 1,2	45,1 105,6	1,3 3,0	23,2 30,5	0,7 0,9
	Цинк	55,1 167,0	0,4 1,2	62,5 109,4	0,4 0,8	39 65	0,3 0,5
	Кадмий	1,20 6,80	1,5 8,5	0,39 1,17	0,5 1,5	0,28 0,89	0,3 1,1
	Свинец	5,1 13,3	<0,1 0,2	8,3 17,9	0,1 0,2	5,6 6,2	<0,1 <0,1

пос. Пригородное (18 проб в 2018 г.)	НУ	6,5 34	0,1 0,6	14,9 61	0,3 1,2	17,9 30	0,4 0,6
	Фенолы	0,16 0,86		0,08 0,40		0,1 0,59	
	Медь	2,5 18,0	<0,1 0,5	5,8 10,2	0,2 0,3	4,3 5,8	0,1 0,2
	Цинк	0 0		11,9 19,5	0,1 0,1	0 0	0 0
	Кадмий	0 0		0,06 0,11	0,1 0,1	0,04 0,07	0,05 0,06
	Свинец	0,7 8,2	<0,1 0,1	2,1 3,3	<0,1 <0,1	0 0	0 0

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

Таблица 10.2. Оценка качества морских вод Охотского моря в шельфовой зоне о. Сахалин в 2016–2018 гг.

Район	2016 г.		2017 г.		2018 г.		Содержание ЗВ в 2018 г. (ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
пос. Стародубское	1,11	III	0,59	II	0,88	III	НУ 0,54; БПК ₅ 1,52; Cu 0,8; O ₂ 0,67
порт Корсаков	1,00	III	0,85	III	1,06	III	НУ 1,10; БПК ₅ 1,52; Cu 0,86; O ₂ 0,74
пос. Пригородное	0,70	II	0,68	II	0,65	II	НУ 0,34; БПК ₅ 1,00; Cu 0,52; O ₂ 0,72

10.4. Выводы

По данным мониторинга в прибрежных водах трех контролируемых районах шельфа острова Сахалин уровень загрязнения оставался незначительным. Приоритетными загрязнителями являлись нефтяные углеводороды, медь, легко окисляемые органические вещества по БПК₅, по которым зафиксировано превышение 1,5 ПДК в районах пос. Стародубское и порта Корсаков. Нефтяные углеводороды превышали норматив только в районе порта Корсаков на уровне 1,1 ПДК. По данным визуальных наблюдений в порту Корсаков нефтяная пленка была в среднем 1,4 балла из 3, что меньше значений 2017 г. Из тяжелых металлов наибольшей концентрации в воде достигала медь, но и она в среднем не превышала ПДК, а максимальное значение составило 2,3 ПДК. Средние значения концентрации меди в 2018 г. по сравнению с 2017 г. снизились, динамика изменений за последние 7 лет незначительная. В 2018 г. в районе пос. Пригородное морские воды оценивались как чистые (ИЗВ 0,65), с продолжением тенденции на улучшение качества за последние годы, а в районах порта Корсаков и пос. Стародубское (ИЗВ 1,06 и 0,88 соответственно) — умеренно загрязненные, с ухудшением качества вод по сравнению с 2017 г.

В донных отложениях контролируемых районов шельфа Сахалина среднегодовое содержание меди, цинка, кадмия и свинца в 2018 г. составляло доли ДК, лишь максимальное значение кадмия превысило норматив (1,1 ДК) в районе порта Корсаков. Концентрация нефтяных углеводородов в южной части шельфа острова у порта Корсаков (в среднем около 3 ДК) и поселка Стародубское (в среднем 1,7 ДК) продолжает превышать ДК, но снизилось по сравнению с прошлогодними значениями в 1,3 и 1,2 раза соответственно. Из трех районов наиболее загрязнены воды и донные отложения близ порта Корсаков.

Глава 11. ЯПОНСКОЕ МОРЕ

*Подкопаева В. В., Наумец А. Е., Артамонова Е. М., Матвейчук И. Г., Жохова Н. В.,
Коршенко А. Н.*

11.1. Общая характеристика

Японское море — полузамкнутое море Тихого океана. Проливами Татарским, Невельского и Лаперуза оно соединяется с Охотским морем, проливом Цугару (Сангарским) — с Тихим океаном, а Корейским проливом — с Восточно-Китайским и Желтым морями. Площадь моря составляет 1062 тыс.км², объем воды — 1715 тыс.км³, средняя глубина — 1750 м, наибольшая — 3720 м. Берега преимущественно гористые. Рельеф северной части (к северу от 44° с.ш.) представляет собой широкий желоб, постепенно сужающийся к северу. Центральная часть (между 40° и 44° с.ш.) находится в пределах глубокой замкнутой котловины. В южной части моря (к югу от 40° с.ш.) на подводном склоне Корейского п-ва между хребтами прослеживаются широкие подводные долины. Климат муссонный, резко выражен зимний муссон.

Температура воды на поверхности зимой изменяется от 0°С на севере до 12°С на юге, летом — от 17°С до 26°С соответственно. Изменчивость температуры по вертикали наиболее значительна в юго-восточной части моря, разность в среднем составляет 22°С. Зимой разность уменьшается до 10°С. В северной и в северо-западной частях моря зимой разность температур невелика (не превышает 1°С), а летом возрастает с северо-запада на юго-восток от 12°С до 22°С. В северной части моря сезонные изменения температуры отсутствуют уже на глубине 100–150 м, в южной и восточной частях они прослеживаются до глубины 200–250 м.

Соленость в западной части на поверхности составляет 32–33‰, а в центральной и восточной — 34,0–34,8‰. Зимой в связи с интенсивным охлаждением вод северо-западной части моря и района побережья Приморья интенсивно развивается вертикальная циркуляция, глубина распространения которой достигает 3000 м. Основной приток вод происходит через Корейский пролив — около 97% общего годового количества поступающей воды. Зимой устойчивый северо-западный муссон препятствует поступлению вод в море через пролив, вызывая ослабление циркуляции вод.

В Японском море наблюдается циклонический круговорот с центром в северо-западной части моря. Выделяют три водные массы: тихоокеанская и японская в поверхностной зоне и японская в глубинной. По происхождению все водные массы представляют собой результат трансформации поступающих в море тихоокеанских вод. Для моря характерны приливы всех основных видов: полусуточные, суточные и смешанные. Максимальные приливные колебания уровня моря (до 2,3–2,8 м) наблюдаются в Татарском проливе. Во время зимнего муссона в результате сгонно-нагонных колебаний у западных берегов Японии уровень может повышаться на 20–25 см, а у материкового берега на столько же понижаться. Летом наблюдается обратное явление.

Ледообразование начинается уже в октябре, а последний лед задерживается на севере иногда до середины июня. На севере моря лед образуется ежегодно, а к югу от Татарского пролива устойчивое ледообразование ежегодно наблюдается только в глубоко вдающихся в материк заливах и бухтах. Припай развит незначительно. Толщина ледяного покрова в середине февраля доходит до 1 м.

Циклоны в Японском море можно подразделить на два вида: тропические циклоны океанического происхождения (тайфуны), которые обычно наблюдаются в теплое время года,

и континентальные циклоны в холодный период. Циклоны первого вида наблюдаются обычно в теплое время года, а циклоны второго вида — в холодное. Повторяемость континентальных циклонов составляет 50–55 случаев в год, а океанических тайфунов — около 25 случаев. Однако сила ветра и вызываемое волнение при тайфунах намного больше.

11.2. Источники загрязнения

Прибрежные районы залива Петра Великого Японского моря являются одним из самых густонаселенных мест Дальнего Востока. Хозяйственная деятельность приводит к интенсивному антропогенному воздействию на акваторию залива и бухты вдоль береговой полосы. Основными загрязнителями морских вод являются промышленные (предприятия электроэнергетики, судостроительной, химической и угольной промышленности, машиностроения и металлообработки, а также торговый, военный, рыболовецкий и маломерный флот) и муниципальные (коммунальные сбросы жилых массивов) сточные воды, ливневый поверхностный сток с прилегающей загрязненной территории, сброс твердых отходов и мусора в море (Marine Litter), проведение строительных, дноуглубительных, взрывных и других работ на водных объектах. Основные источники загрязнения залива Петра Великого расположены в городах Владивосток, Находка, Уссурийск, Дальнегорск и Большой Камень. Нефтяное загрязнение прибрежной зоны моря происходит за счет сброса балластных и льяльных вод с судов в связи с отсутствием береговых нефтеочистных сооружений или недостаточной их мощностью. Существенный вклад в загрязнение прибрежной зоны залива вносят реки Раздольная с притоками р. Комаровка и р. Раковка, Артёмовка, Партизанская, Рудная и Объяснение. Дополнительную нагрузку на морскую среду оказывает масштабное строительство различных объектов и трубопроводных систем сибирско-тихоокеанского региона. Поступающие в морскую среду загрязняющие вещества антропогенного происхождения, адсорбируясь на мелкодисперсных иловых частицах, в основной массе оседают на дно в местах осадконакопления и могут полностью или на длительный срок выйти из оборота элементов в морской среде. Однако при определенных гидрометеорологических условиях загрязненные донные отложения могут взмучиваться и становиться источником вторичного загрязнения морских вод. Такое же негативное влияние оказывают дноуглубительные, строительные, взрывные работы и дампинг грунта.

Отдельные районы залива Петра Великого испытывают неравномерную антропогенную нагрузку. Бухты Золотой Рог и Диомид 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. В течение последних 50 лет в бухту Золотой Рог сливались стоки с различными нефтепродуктами, вследствие чего на дне бухты образовался осадочный «нефтебитумный» слой, который местами достигает толщины 0,7–1,5 м.

В Амурском заливе основными источниками загрязнения являются города Владивосток и Уссурийск: значительная часть стоков западной части первого сбрасывается непосредственно в залив, а сточные воды второго выносятся р. Раздольной. В Уссурийский залив сбрасываются сточные воды г. Владивостока (северо-западное побережье залива), г. Артема — в бухту Муравьиную (через реки Шкотовка и Артемовка). Сточные воды населенных пунктов восточного побережья залива поступают в бухту Суходол (через реки Суходол, Петровка, Смолянинка), а также в бухты Андреева и Большой Камень. Кроме того, к источникам загрязнения морской среды Уссурийского залива относятся районы возможного паводкового смыва, сельскохозяйственные угодья, а также сточные воды и поверхностный сток с территорий военных

ведомств. Основным источником загрязнения залива Находка являются городские и промышленные стоки города и порта Находка, а также сток р. Партизанская.

По состоянию на 1 января 2018 года в Приморском крае учтено 297 водопользователей, которые сбрасывают сточные воды в поверхностные водные объекты края. Общий объем поступивших сточных вод увеличился на 4,1% и составил 417,6 млн.м³ против 401,3 млн.м³ прошлого года. Из суммарного объема загрязненные сточные воды составили 265,95 млн.м³ (уменьшение на 0,86% против 268,25 млн.м³ прошлого года), из них сброшенные без очистки занимали 232,2 млн.м³ против 235,04 млн.м³; недостаточно очищенные — 33,76 млн.м³ против 33,21 млн.м³; нормативно очищенные — 75,79 млн.м³ против 69,39 млн.м³; нормативно чистые — 75,86 млн.м³ против 63,66 млн.м³. Мощность очистных сооружений перед сбросом сточных вод в водные объекты составила 539,01 млн.м³ против 540,56 млн.м³ в 2017 г.

По данным ЗТТ-Водхоз непосредственно в воды бассейна Японского моря поступило 12,126 т нефтепродуктов, 320 кг фенолов, 25,910 т СПАВ, 4,202 т жиров, 1,691 тыс. т органических веществ по БПК_{полное}, 1,261 тыс. т взвешенных веществ, 3,110 млн.т хлоридов, 1044,4 т сульфатов, 85,395 т фосфатов, 301,586 т азота аммонийного, 1443 т нитратов, 30,438 т нитритов, 12,018 т железа, 1,456 т цинка, 263 кг кадмия, 740 кг марганца, 463 кг меди, 378,5 кг никеля, 215 кг свинца, 123,562 кг хрома 3+ и 260,2 кг хрома 6+.

По материалам о поступлении загрязняющих веществ в морскую воду залива Петра Великого, предоставленным региональным отделом Водных ресурсов по Приморскому краю на основании таблиц ЗТТ-Водхоз, наибольший вклад в загрязнение вод бухты Золотой Рог (7,380 млн.м³/год загрязненных сточных вод) вносили: КГУП «Приморский водоканал» (2569,65 тыс.м³); ОАО «Владивостокский морской рыбный порт» (2148,05 тыс.м³), ОАО «Дальневосточный коммерческий холодильник» (1484,93 тыс.м³) и ОАО «Центр судоремонта Дальзавод» (882,05 тыс.м³).

В 2018 г. гидрохимические исследования Японского моря проводились лабораторией мониторинга загрязнения вод и почв Приморского Центра по мониторингу окружающей среды Приморского УГМС (г. Владивосток) с апреля по октябрь в прибрежных акваториях (в шести районах) залива Петра Великого на 39 стандартных станциях. Пробы донных отложений на загрязнение и анализ гранулометрического состава отбирались два раза в год — весной и осенью. Работы осуществлялись в рамках программы Государственной системы наблюдений (ГСН). Оценка степени загрязнения донных отложений выполняется на основе соответствия уровней содержания загрязняющих веществ по критериям экологической оценки загрязнённости грунтов по Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95 (таблица А.5). Всего в 2018 г. отобрано 288 проб воды и 78 проб донных отложений. Выполнено 7488 определений в воде и 954 определений в донных отложениях на 45 (26+19 соответственно) ингредиентов.

11.3. Бухта Золотой Рог

Бухта Золотой Рог — длинная узкая бухта к северу от пролива Босфор Восточный Японского моря. Она защищена от всех ветров, кроме штормовых и волнения, вдаётся в северный берег пролива Босфор Восточный между мысом Тигровый (43°06' с.ш. 131°53' в.д.) и находящимся в 1,2 морской мили к востоку-северо-востоку от него мысом Голдобина. Глубины во входе в бухту 20–27 м и далее к вершине они постепенно уменьшаются. Берег вершины бухты низкий; к нему выходит долина, по которой протекает чрезвычайно загрязненная речка Объяснения. С северо-запада бухта Золотой Рог ограничена полуостровом Шкота с холми-



Рис. 11.1. Схема расположения станций мониторинга в бухтах Золотой Рог и Диомид в 2018 г.

стыми берегами, а в южной части они обрывистые и на всем протяжении приглубые. Северный, южный и восточный берега возвышенные, кое-где обрывистые и окаймлены узкой низкой прибрежной полосой, искусственно выровненной и местами расширенной для портовых сооружений. Они почти на всем протяжении укреплены стенками, оборудованы причалами и пирсами. На берегах бухты Золотой Рог расположен город Владивосток (605 тыс. жителей) с торговым и рыбным портами, судоремонтными предприятиями, а также частями Тихоокеанского флота. Через бухту проложен вантовый Золотой мост. Площадь поверхности бухты — 4,44 км². Грунт в бухте илистый. Летом в бухте Золотой Рог преобладают южные и юго-восточные ветра, часты дожди и туманы. Осенью и зимой дуют преимущественно северные и северо-западные ветра, сопровождающиеся сухой и ясной погодой, значительным понижением температуры и повышением атмосферного давления. Зимние и осенние ветра бывают продолжительными и достигают скорости 6–8 м/с и более. Весной и летом скорость ветра несколько меньше. Туманы в бухте Золотой Рог наблюдаются с апреля по август и наиболее часто они бывают в июне-июле. Обычно туманы появляются при юго-восточных ветрах, которые приносят их со стороны Уссурийского залива, а при штиле туманы бывают реже. Приливы в бухте Золотой Рог неправильные полусуточные. Даже в сильные морозы бухта остаётся незамёрзшей, так как ТЭЦ-2 сбрасывает в нее теплые воды.

В 2018 г. гидрохимические наблюдения за состоянием акватории бухты Золотой Рог проводились в мае, августе и октябре на 5 постоянных станциях мониторинга (рис. 11.1). В 39 пробах воды из бухты Золотой Рог значения **температуры** морской воды изменялись в пе-

риод наблюдений от 3,20°C (на ст. № 14 на выходе из бухты) до 30,80°C (в августе в вершине бухты на ст. № 1). Соленость изменялась в поверхностном слое от 28,04‰ в августе на ст. № 1 до 32,97‰ в октябре на ст. № 14; в придонном слое — от 30,02‰ в августе на ст. № 1 до 34,11‰ в октябре на ст. № 12. Среднегодовой показатель составил 31,53‰. Значения водородного показателя pH в поверхностном горизонте изменялись от 7,29 (ст. № 1 в августе) до 8,23 (ст. № 14 в мае); в придонном горизонте — от 7,59 (ст. № 14 в августе) до 8,31 (ст. № 7 в мае); среднегодовое значение составило 8,08. Средняя концентрация взвешенных частиц составила 9,04 мг/дм³ (в 2016 г. — 6,4 мг/дм³, в 2017 г. — 6,9 мг/дм³), максимум — 27,9 мг/дм³ (2,8 ПДК), был зафиксирован в мае на ст. № 1 в поверхностном слое. Значение биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) в толще воды бухты изменялось в диапазоне 0,50–6,0 мгО₂/дм³; максимум (2,9 ПДК) отмечен в августе в средней части бухты (ст. № 11) на поверхности. Среднегодовое значение БПК₅ составило 2,10 мгО₂/дм³, что меньше прошлогоднего в 1,3 раза. Прозрачность вод бухты не превышала 3 м.

В 2018 г. средний уровень загрязненности вод бухты Золотой Рог **нефтяными углеводородами** (НУ) существенно снизился с 3,6 ПДК до 1,9 ПДК (табл. 11.1, рис. 11.2). Концентрация НУ превысила норматив в 77,8% проб, что немного меньше по сравнению с 2017 г. — 79,5%. В период проведения наблюдений содержание НУ изменялось в диапазоне 0,02–0,25 мг/дм³. Максимальное значение (5 ПДК) зарегистрировано в августе в придонном слое на ст. № 7. Среди всех контролируемых районов залива Петра Великого наибольшее значение средней концентрации нефтяных углеводородов (2,2 ПДК) было зафиксировано не в бухте Золотой Рог, а в проливе Босфор Восточный. Максимальные значения концентрации НУ в морской воде были зафиксированы в Уссурийском заливе (около 17 ПДК), в заливе Находка (10 ПДК), в Амурском заливе (7 ПДК) и в проливе Босфор Восточный (8 ПДК).

По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод бухты Золотой Рог местами наблюдался плавающий мусор и нефтяная плёнка интенсивностью 1–4 балла и густотой 6–10 баллов. В мае плёнка покрытием в 91–100%, густотой 10 баллов и интенсивностью 4 балла наблюдалась в районе ст. № 12. Также в мае плёнка покрытием в 71–80%, густотой 8 баллов и интенсивностью 1 балл наблюдалась в районе ст. № 1 и № 7. Плёнка покрытием 51–60% интенсивностью 1 балл и густотой 6 баллов наблюдалась на ст. № 1 в октябре.

Концентрация **фенолов** в бухте Золотой Рог в течение безлёдного периода изменялась в диапазоне 0,6–2,2 мкг/дм³; максимальное значение (2,2 ПДК) зарегистрировано на поверхностном горизонте в августе на ст. № 1. Среднегодовая концентрация фенолов составила 1,2 ПДК; по сравнению с 2016–2017 гг. (0,8–0,9 ПДК) она повысилась в 1,3 раза. Содержание фенолов превышало норматив в 56,4% проб воды, а в 2017 г. этот показатель составил 25,7%.

Среднегодовое содержание **АПАВ** в водах бухты повысилось с 2,8 до 3,3 ПДК. Диапазон концентрации составил 62,0–949 мкг/дм³. Максимальное значение было отмечено в октябре на ст. № 14 в придонном слое. В течение последних трех лет уровень загрязненности вод бухты СПАВ постоянно повышался. До 2015 г. их среднее содержание не превышало 1 ПДК, а в 2016 г. произошло резкое в 5 раз повышение уровня загрязненности морских вод СПАВ с 0,4 до 2 ПДК. В 2017 г. оно составило уже 2,8 ПДК, а в 2018 г. — 3,3 ПДК.

В 2018 г. среднегодовая концентрация всех определяемых тяжелых **металлов** в водах бухты Золотой Рог не превышала норматива (табл. 11.2). Максимальная концентрация железа превысила ПДК в 3,9 раза и была отмечена в мае на ст. № 7 на горизонте 11 м. Максимальная концентрация свинца (1 ПДК) была зафиксирована в августе на ст. № 12 на горизонте 10 м, ртути (0,9 ПДК) — дважды в мае: на ст. № 7 и на ст. № 1 в поверхностном слое.

Таблица 11.2. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах бухты Золотой Рог в 2012–2018 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	1,2/ 0,8/ 1,5/ 1,6/ 1,8/ 1,6/ 1,9	0,2/ 0,2/ 0,5/ 0,2/ 0,6/ 0,3/ 2,2	0,3/ 0,2/ 0,2/ 0,2/ 1,3/ 0,8/ 0,3	-/ 0/ 0/ -/ -/ -/ -	0,3/ 0,3/ 1,6/ 0,7/ 0,5/ 0,8/ 0,6	7,1/ 6,0/ 21,4/ 19,1/ 9,1/ 17,0/ 13,9	19,0/ 5,4/ 10,5/ 5,7/ 6,0/ 2,0/ 0,9	76,6/ 27,7/ 32,6/ 33,9/ 24,7/ 55,6/ 36,5	0,3/ 0,3/ 0,6/ -/ -/ -/ -	0,01/ 0,00/ 0,023/ 0,026/ 0,041/ 0,04/ 0,03
Макс.	6,3/ 2,3/ 4,9/ 6,1/ 4,7/ 3,9/ 4,2	1,2/ 0,7/ 7,9/ 2,1/ 2,3/ 3,2/ 9,9	5,5/ 1,9/ 2,2/ 0,7/ 16,0/ 3,5/ 0,8	0,1/ 0/ 0/ -/ -/ -/ -	0,9/ 0,5/ 7,3/ 6,0/ 2,3/ 1,5/ 1,7	31/ 55/ 100/ 61,0/ 23,0/ 112/ 37,5	73,0/ 29,0/ 103,/ 33,0/ 36,0/ 12,0/ 3,3	624/ 220/ 181/ 99,0/ 47,0/ 214/ 193	1,5/ 1,2/ 4,3/ -/ -/ -/ -	0,12/ 0,01/ 0,34/ 0,09/ 0,16/ 0,10/ 0,09
ПДК сред.	0,24/ 0,16/ 0,3/ 0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,4	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,2	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ -/ -/ -/ -	<0,1/ <0,1/ <0,16/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1	0,14/ 0,12/ 0,4/ 0,4/ 0,2/ 0,3/ 0,28	0,38/ 0,1/ 0,2/ 0,1/ 0,1/ 0,1/ 0,28	1,5/ 0,5/ 0,65/ 0,7/ 0,5/ 1,1/ 0,7	<0,1/ <0,1/ <0,1/ -/ -/ -/ -	0,1/ <0,1/ 0,2/ 0,3/ 0,4/ 0,4/ 0,3
ПДК max.	1,26/ 0,46/ 1,0/ 1,2/ 0,9/ 0,8/ 0,8	0,12/ <0,1/ 0,8/ 0,2/ 0,2/ 0,3/ 1,0	0,55/ 0,2/ 0,2/ 0,1/ 0,1/ 0,35/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ -/ -/ -/ -	<0,1/ <0,1/ 0,7/ 0,6/ 0,2/ 0,15/ 0,17	0,6/ 1,1/ 2,0/ 1,2/ 0,5/ 2,2/ 0,75	1,46/ 0,6/ 2,0/ 0,7/ 0,7/ 0,2/ <0,1	12,5/ 4,4/ 3,6/ 2,0/ 0,9/ 4,3/ 3,9	<0,1/ <0,1/ <0,1/ -/ -/ -/ -	1,2/ 0,1/ 3,4/ 0,9/ 1,6/ 1,0/ 0,9

Концентрация аммонийного азота в толще вод бухты Золотой Рог изменялась в диапазоне 42–1065 мкг/дм³; максимум был зафиксирован в поверхностном слое в октябре в вершине бухты вблизи устья реки Обьянение на ст. №1. По сравнению с 2017 г. среднегодовое содержание аммонийного азота повысилось в 1,3 раза и составило 213 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация нитритного азота в толще воды повысилась в 1,8 раза: с 6,3 до 11,15 мкг/дм³; максимальная составила 65,7 (3,3 ПДК) и была зафиксирована в октябре на ст. №1 в поверхностном слое. Среднее содержание нитратов осталось практически на уровне 2017 г. и составило 32,11 мкг/дм³ (в 2017 г. — 32,09 мкг/дм³); максимум — 145,2 мкг/дм³. Значения общего азота в бухте Золотой Рог изменялись в пределах 466–2125 мкг/дм³; среднегодовая концентрация повысилась с 1090,4 до 1209 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация органического азота составила 972 мкг/дм³, значения варьировали в диапазоне 382–1703 мкг/дм³.

В 2018 г. среднегодовая концентрация минерального (фосфатов) и общего фосфора в бухте Золотой Рог составила 39,31 и 46,62 мкг/дм³ соответственно; максимальные величины — 146 и 156 мкг/дм³ — были отмечены в мае на ст. №1 в вершине бухты. Среднегодовое содержание минерального и общего фосфора осталось практически на уровне 2017 г. Средняя концентрация кремния снизилась с 500,4 до 436,13 мкг/дм³; значения изменялись в течение периода наблюдений в диапазоне 58–1262 мкг/дм³. Максимальная концентрация была зафиксирована в октябре в придонном слое дважды на ст. №12, 14.

Содержание растворенного в воде кислорода во время наблюдений изменялось в пределах 4,40–11,79 мгО₂/дм³ (55,9–142,8% насыщения), а в среднем за год составило 7,44 мгО₂/дм³ (89,73% насыщения). В период проведения работ (в мае, августе и октябре) было отмечено 12 случаев, когда концентрация растворенного кислорода была ниже 6 мгО₂/дм³. Абсолютный минимум ниже норматива в 1,4 раза был зафиксирован в октябре на ст. №1 в устье реки

Объяснения в придонном слое. В целом насыщение вод кислородом было почти во всех районах залива повышенным по сравнению с предыдущими годами (рис. 11.2). Минимальные величины почти во все годы последнего десятилетия были зафиксированы в бухте Золотой Рог или в Амурском заливе вблизи Владивостока.

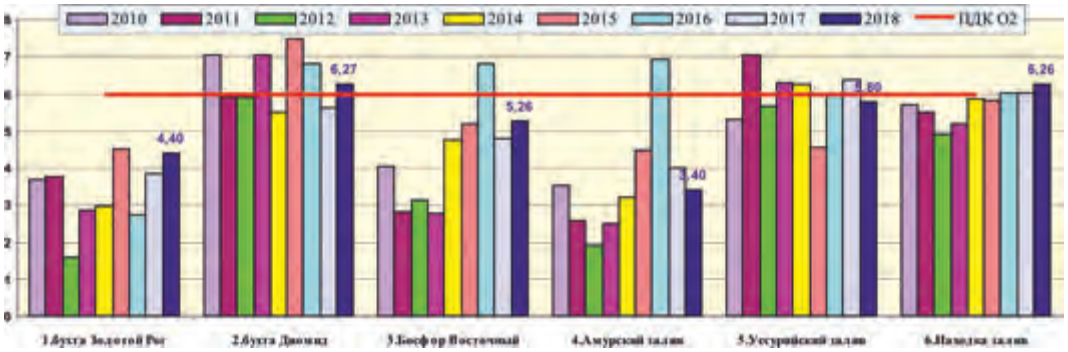


Рис. 11.2. Динамика минимальной концентрации растворенного в воде кислорода ($\text{мг O}_2/\text{дм}^3$) в отдельных районах залива Петра Великого Японского моря в 2010–2018 гг.

В 2018 г. качество вод бухты Золотой Рог по ИЗВ осталось на прошлогоднем уровне — V класс («грязные»), (рис. 11.3). В абсолютном выражении внутри V класса индекс снизился с 2,13 до 1,81. Приоритетными загрязняющими веществами являются нефтяные углеводороды, детергенты, растворенное органическое вещество по БПК₅, железо, медь, цинк и ртуть. Воды бухты также весьма мутные с высокой концентрацией взвешенных веществ. Содержание растворенного в воде кислорода в целом пониженное, а в период с мая по октябрь двенадцать раз было ниже норматива.

В 2018 г. в бухте Золотой Рог наблюдения за **донными отложениями** проводились в весенний период в мае и осенью в октябре; было отобрано 10 проб. Грунты в бухте почти на всех станциях илистые, с сильным запахом и маслянистыми вкраплениями нефтепродуктов. Гранулометрический состав донных отложений был представлен частицами с диаметром от 0,005 мм до 2,0 мм. Среднее содержание частиц размером 0,005–0,01 мм составило 5,3%; 0,01–0,05 —

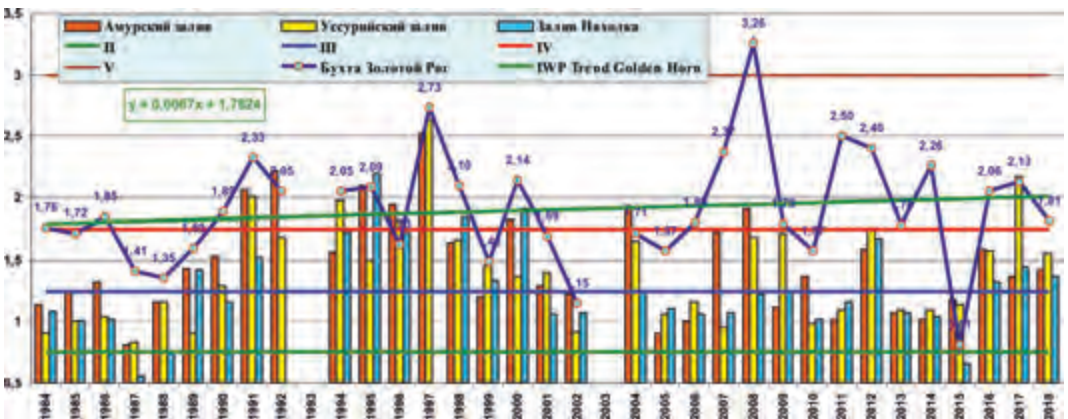


Рис. 11.3. Динамика индекса загрязненности вод в различных частях залива Петра Великого и многолетний тренд значений ИЗВ в бухте Золотой Рог в 1984–2018 годах.

21,3%; 0,05–0,1 — 19,3%; 0,1–0,2 — 26,8%; 0,2–0,5 — 13,3%; 0,5–1,0 — 8,8% и размером 1,0–2,0 мм составило 5,1%. На всех станциях преобладает фракция с размером частиц 0,1–0,2 мм. Содержание НУ в пробах изменялось в пределах 6200–34120 мкг/г, составив в среднем 16728 мкг/г, что в 1,3 раза выше прошлогодней величины. В 2005 г. — 1440 мкг/г; 2006 — 12850; 2007 — 15830; 2008 — 4900; 2009 — 8150; 2010 — 8350; 2011 — 8930; 2012 — 6966; 2013 — 6136; 2014 — 10524; 2015 — 13089; 2016 — 10080, 2017 — 12860 мкг/г. Средняя величина превышала допустимый уровень концентрации нефтяных углеводородов (ДК) в 335,6 раз (табл. А.4). Максимальное значение (**682 ДК**) было отмечено в мае в районе ст. №7 (центральный район бухты вблизи строящейся гостиницы). Грунты в этом месте из года в год являются самыми загрязнёнными нефтяными углеводородами в бухте, хотя при относительно небольшой глубине 12 м и пониженной по сравнению с другими станциями доли мелких фракций (0,1–0,2 мм — 22,1%) донные отложения должны быть более чистыми. В 2018 г. в районе этой станции средняя концентрация нефтяных углеводородов в донных отложениях превысила 654 ДК (32700 мкг/г сухого остатка). Превышение допустимого уровня отмечалось в 100% проб. Содержание фенолов изменялось в пределах 2,3–3,7 мкг/г; в среднем — 2,9 мкг/г; в 2017 г. этот показатель составил 4,6 мкг/г. Максимум отмечен в октябре на ст. №11 в центральной части бухты Золотой Рог.

В 2018 г. наблюдения за состоянием загрязнения донных отложений бухты Золотой Рог **пестицидами** проводились только в мае. В ходе исследования было обнаружено, что концентрация α -ГХЦГ в пробах изменялась в диапазоне от 0,5 до 1,8 нг/г сухого вещества; в среднем — 0,96 нг/г, что в три раза меньше прошлого года (2,8 нг/г). Концентрация γ -ГХЦГ была в диапазоне 0,1–0,4 нг/г (8 ДК), а в среднем составила 0,24 (4,8 ДК). По сравнению с 2017 г. (3,8 нг/г или 76 ДК) среднее содержание линдана снизилось почти в 15 раз. Максимальная концентрация как α -ГХЦГ, так и γ -ГХЦГ была зафиксирована в центральной части бухты на ст. №7.

Средняя и максимальная концентрация ХОП группы ДДТ в донных отложениях бухты Золотой Рог составила: ДДТ — 5,04 и 15,6 нг/г; ДДЭ — 24,14/57,7 нг/г; ДДД — 102,5/224,7 нг/г. Среднее содержание ДДТ снизилось почти в 5 раз по сравнению с 2017 г., а ДДЭ и ДДД повысилось в 1,5 и 6 раз соответственно. Средняя и максимальная суммарная концентрация пестицидов группы ДДТ повысилась по сравнению с 2017 г. (45,0 нг/г, 18 ДК; 196 нг/г, 78 ДК) и составила 131,7 нг/г/52,7 ДК и 298 нг/г/119,2 ДК соответственно (рис. 11.4). Средняя концентрация альдрина составила 5,2 нг/г сухого остатка, что практически соответствует уровню прошлого года — 5,9 нг/г. В период наблюдений концентрация варьировала от 1,5 до 12,4 нг/г. Аналогично НУ, конгенов ГХЦГ и альдрину максимальное содержание пестицидов группы ДДТ было зафиксировано в центральной части бухты на ст. №7.

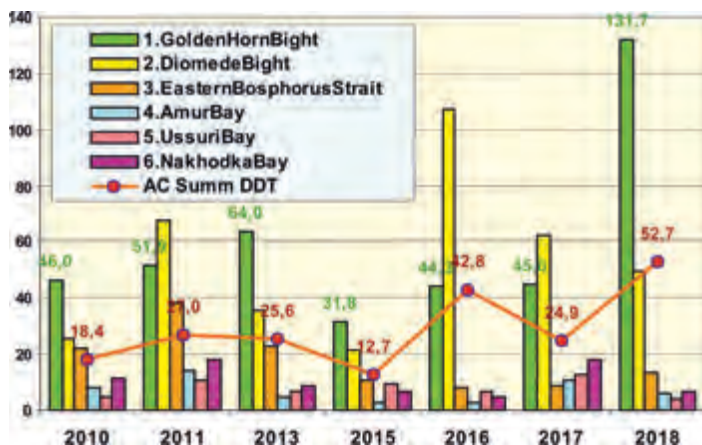


Рис. 11.4. Изменение средней суммарной концентрации пестицидов группы ДДТ (нг/г — столбики, ДК бухта Золотой Рог — красная линия) в донных отложениях отдельных районов акватории залива Петра Великого в 2010–2018 гг.

Средняя за 2018 г. концентрация полихлорированных бифенилов (ПХБ) в донных отложениях бухты Золотой Рог составила 256,1 нг/г (12,8 ДК), а в 2017 г. — 605,6 нг/г (30 ДК); диапазон значений в 2018 г. — 34,6–551,6 нг/г (27,6 ДК). Наиболее загрязнены ПХБ донные отложения в районе ст. № 11 (практически в центре города Владивосток).

В 2018 г. исследования загрязнения донных отложений бухты Золотой Рог **тяжелыми металлами** проводились только в мае. Средняя концентрация меди, свинца, кобальта, цинка, марганца и хрома увеличилась в 1,15–2,4 раза, содержание железа и ртути тоже повысилось, но очень незначительно (табл. 11.3); несколько понизилось среднее содержание кадмия. Средняя величина кобальта, никеля и хрома была ниже уровня допустимой концентрации, а меди превысила ДК в 6 раз, свинца — в 2,5 раза, кадмия — в 3 раза, цинка — в 4 раза и ртути — в 3,8 раза. Максимальная концентрация свинца (6 ДК), кадмия (5,5 ДК) и ртути (9 ДК) зарегистрирована на ст. № 7 в центре бухты. Показатели органических загрязняющих веществ также были наибольшими в донных осадках на этой станции в центре Золотого Рога.

Таблица 11.3. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях бухты Золотой Рог в 2011–2018 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg			
Сред.	122,3/ 128,0/ 132,8/ 131,4/ 149,9/ 89,8/ 145,8/ 212,4	155,9/ 118,4/ 142,2/ 121,2/ 195,3/ 92,4/ 168,1/ 211,3	1,5/ 1,6/ 1,9/ 1,8/ 3,7/ 1,9/ 2,8/ 2,4	5,3/ 5,3/ 4,5/ 3,4/ 6,1/ 4,1/ 4,2/ 5,1	12,3/ 12,8/ 15,2/ 13,4/ 20,9/ 11,5/ 12,6/ 13	321/ 335/ 339,4/ 299,3/ 380,5/ 285,3/ 382,7/ 548,98	177/ 227/ 189,8/ 93,0/ 199,5/ 199,6/ 185,4/ 213,8	29632/ 33106/ 32871/ 27872/ 28742/ 25609/ 25024/ 26996	39,7/ 41,6/ 39,4/ 37,9/ 76,0/ 37,6/ 16,6/ 39,88	0,65/ 0,81/ 0,46/ 0,69/ 1,54/ 0,68/ 1,07/ 1,13			
	Макс.	249/ 275/ 242/ 310/ 280,0/ 161,0/ 416/ 493,2	340/ 265/ 368/ 273/ 439/ 181/ 351/ 519,9	3,5/ 3,9/ 3,7/ 3,9/ 6,2/ 3,6/ 9,3/ 4,4	7,7/ 7,2/ 5,8/ 6,1/ 14,0/ 6,8/ 6,0/ 6,9	19/ 15/ 20/ 21/ 32,0/ 18,0/ 16/ 16,7	603/ 559/ 612/ 678/ 611,0/ 441/ 832/ 977,2	357/ 458/ 388/ 207/ 321,0/ 522,0/ 294,0/ 389,3	51076/ 35317/ 35957/ 34982/ 35161/ 30735/ 27690/ 27907	58/ 59/ 68/ 59/ 130,0/ 87,0/ 25/ 61,5	1,74/ 1,32/ 1,84/ 1,21/ 5,27/ 1,84/ 2,1/ 2,69		
		ДК* сред.	3,5/ 3,7/ 3,8/ 3,7/ 4,3/ 2,6/ 4,1/ 6,0	1,8/ 1,4/ 1,7/ 1,4/ 2,3/ 1,1/ 2/ 2,5	1,9/ 2,0/ 2,4/ 2,3/ 4,6/ 2,4/ 3,5/ 3,0	0,3/ 0,3/ 0,2/ 0,2/ 0,3/ 0,2/ 0,2/ 0,25	0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,6/ 0,3/ 0,36/ 0,4	2,3/ 2,4/ 2,4/ 2,1/ 2,7/ 2,0/ 2,7/ 4,0	-	-	0,4/ 0,4/ 0,39/ 0,38/ 0,76/ 0,4/ 0,17/ 0,4	2,2/ 2,7/ 1,5/ 2,3/ 5,1/ 2,3/ 3,7/ 3,8	
			ДК max.	7,1/ 7,9/ 6,9/ 8,9/ 8,0/ 4,6/ 11,9/ 14,0	4,0/ 3,1/ 4,3/ 3,2/ 5,2/ 2,1/ 4,1/ 6,0	4,4/ 4,9/ 4,6/ 4,9/ 7,75/ 4,5/ 11,6/ 5,5	0,4/ 0,4/ 0,3/ 0,3/ 0,7/ 0,3/ 0,3/ 0,35	0,5/ 0,4/ 0,6/ 0,6/ 0,9/ 0,5/ 0,46/ 0,5	4,3/ 4,0/ 4,4/ 4,8/ 4,4/ 3,1/ 5,9/ 7,0	-	-	0,6/ 0,6/ 0,68/ 0,6/ 1,3/ 0,9/ 0,25/ 0,6	5,8/ 4,0/ 6,1/ 4,0/ 17,6/ 6,1/ 7,0/ 9,0

* выделенные значения выше ДК.

11.4. Бухта Диомид

Бухта Диомид — бухта северного берега залива Петра Великого в городе Владивостоке, расположена между мысом Голдобина и мысом Абросимова полуострова Черкавского. Бухта защищена от всех ветров, кроме юго-западных. Глубины во входе в бухту 22–26 м. Около

юго-восточного берега находится отмель с глубинами менее 2 м. Грунт дна илистый. Зимой бухта не замерзает: образующийся ледяной покров разрушается судами. Северо-западный берег высокий, берег вершины низкий, юго-восточный берег по мере приближения к мысу Абросимова постепенно повышается и становится обрывистым. На берегах бухты Диомид расположены жилые дома и другие постройки, морская промзона и портовый пункт Диомид Владивостокского морского рыбного порта. На северо-западном берегу расположен портовый комплекс ООО «Востокморсервис» (три причала общей длиной 504 м, с глубинами до 9,5 м).

В 2018 г. гидрохимические наблюдения в бухте Диомид проводились в мае, августе и октябре на одной станции (№22) (рис. 11.1), всего отобрано 6 проб воды и 2 пробы грунта. Среднегодовой показатель **температуры** воды в бухте Диомид составил 15,87°C. Значения на поверхностном горизонте изменялись в интервале от 14,5°C до 22,8°C, на придонном горизонте — от 5,3 до 21,0°C. Соленость изменялась от 29,530‰ в мае на поверхности до 33,400‰ в октябре на глубине 12 м; среднее значение составило 31,64‰ (2016 г. — 32,053‰; 2017 г. — 29,625‰). Показатель pH варьировал от 8,01 в августе до 8,31 в мае; в среднем — 8,17 (в 2016 г. — 8,16; в 2017 г. — 8,15). Содержание взвешенных в воде частиц изменялось в диапазоне 3,6–15,7 мг/дм³ (1,6 ПДК), максимум отмечен в мае на поверхностном горизонте; средняя величина составила 8,15 мг/дм³. В 2018 г. средний показатель биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) снизился по сравнению с 2017 г. с 2,83 до 1,17 мгО₂/дм³; максимальное значение (2,0 мгО₂/дм³, 0,95 ПДК) зарегистрировано в мае. Прозрачность воды бухты не более 3 м.

Среднегодовое содержание **нефтяных углеводородов** составило 0,08 мг/дм³, а диапазон изменений — 0,01–0,14 мг/дм³ (табл. 11.1). По сравнению с 2017 г. среднегодовое содержание НУ в исследуемом районе снизилось в 2,7 раза (с 4,4 до 1,6 ПДК). Максимальная концентрация (2,8 ПДК) зарегистрирована в августе на горизонте 12 м. Превышение ПДК отмечено в 66,6% проб. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод бухты Диомид в 2018 г. покрытие нефтяной пленкой более 51% не зафиксировано.

Концентрация **фенолов** изменялась в пределах 0,6–1,5 мкг/дм³; среднее содержание составило 0,9 ПДК; максимум зафиксирован в августе в поверхностном слое — 1,5 ПДК; норматив был превышен в 33,3% пробах. Уровень загрязненности морских вод фенолами не изменился по сравнению с прошлым годом (рис. 11.5). Концентрация АПАВ в шести отобранных для анализа пробах воды варьировала в диапазоне 0,5–5,6 ПДК (559 мкг/дм³). Среднегодовая величина — 3 ПДК — в 1,25 раза выше, чем в 2017 г. Максимальная концентрация,

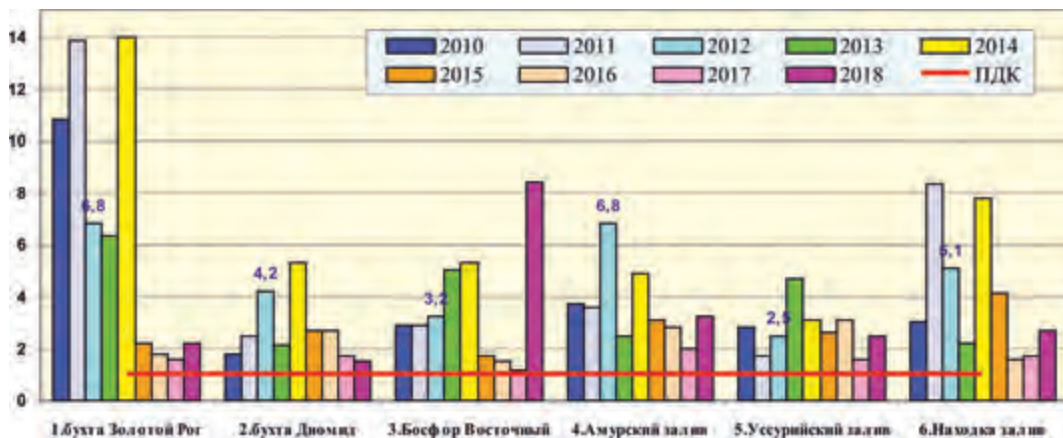


Рис. 11.5. Динамика средней концентрации фенолов (мкг/дм³) в отдельных районах залива Петра Великого Японского моря в 2010–2018 гг.

превысившая ПДК в 5 раз, была отмечена в мае в поверхностном слое. В 2018 г. среднегодовая и максимальная концентрация тяжелых металлов в водах бухты не превышала норматива.

В 2018 г. содержание аммонийного азота изменялось в пределах 33–221 мкг/дм³; среднегодовая концентрация составила 115,6 мкг/дм³ (<0,1 ПДК), что в абсолютном выражении в 1,6 раза выше уровня 2017 г. Среднее содержание нитритов, нитратов и общего азота в морской воде повысилось по сравнению с 2017 г. и составило 3,2 мкг/дм³ (в 2017 г. — 3,0); 18,6 мкг/дм³ (в 2017 г. — 16,8) и 1228 мкг/дм³ (в 2017 г. — 1102 мкг/дм³) соответственно. Максимальная концентрация достигала: нитритов — 4,5; нитратов — 26,5 и общего азота — 1942 мкг/дм³ соответственно. Среднегодовая концентрация органического азота составила 1091 мкг/дм³, максимальная — 1720 мкг/дм³; по сравнению с 2017 г. среднее содержание органического азота практически не изменилось (2017 г. — 1011 мкг/дм³).

В период проведения работ концентрация **фосфатов** была в диапазоне 10,0–34,0 мкг/дм³, средняя — 25,6 мкг/дм³; максимум отмечен в октябре. Содержание общего фосфора изменялось в диапазоне 14,0–49,0 мкг/дм³, среднее — 31,3 мкг/дм³; максимум отмечен в мае. По сравнению с прошлым годом концентрация фосфатов и общего фосфора повысилась с 23 до 25 мкг/дм³ и с 26,7 до 31,2 мкг/дм³, соответственно. Содержание кремния изменялось в пределах 81–510 мкг/дм³, составив в среднем за год 340,1 мкг/дм³, максимум зафиксирован в октябре на поверхностном горизонте. По сравнению с 2017 г. среднее содержание кремния снизилось с 463 до 340 мкг/дм³. В период с 2014 по 2017 гг. содержание кремния в водах бухты Диомид неуклонно росло: 187,6/289,2/405/463 мкг/дм³ соответственно, а в 2018 г. оно снизилось почти в 1,4 раза.

Среднегодовая концентрация растворенного **кислорода** составила 7,77 мгО₂/дм³ (94,45% насыщения). Минимальное значение (6,27 мгО₂/дм³ или 78,3,0% насыщения) было отмечено в октябре в придонном слое. По индексу загрязненности вод ИЗВ (1,61 — IV класс, «загрязненные») качество вод бухты Диомид улучшилось по сравнению с 2017 г. (2,24, V класс, «грязные») за счет снижения в 2,75 раза уровня загрязненности вод НУ. Приоритетными ЗВ по-прежнему остаются нефтяные углеводороды и детергенты. Концентрация тяжелых металлов в 2018 г. в водах бухты не превышала норматива.

В 2018 г. в бухте Диомид в мае и октябре были отобраны пробы **донных отложений**, в которых проводилось определение содержания нефтяных углеводородов, фенолов, тяжелых

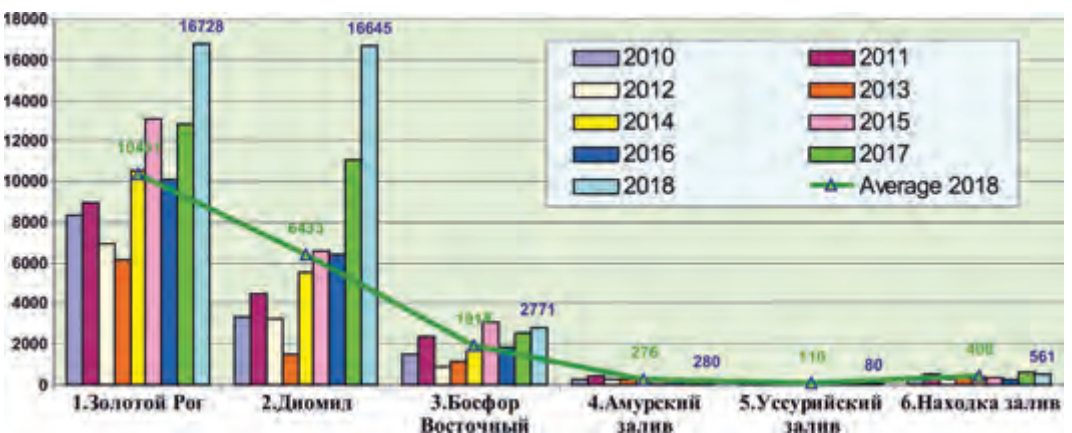


Рис. 11.6. Многолетние изменения средней суммарной концентрации нефтяных углеводородов (мкг/л) в донных отложениях отдельных районов акватории залива Петра Великого в 2010–2018 гг.

металлов и пестицидов. Содержание нефтяных углеводородов в майской пробе составило 19,5 мг/г сухого вещества (390 ДК), в октябрьской — 13,79 мг/г (276 ДК); среднее — 16,645 мг/г (333 ДК). По сравнению с 2017 г. среднее содержание увеличилось в 1,4 раза (рис. 11.6). В последние 10 лет уровень загрязненности нефтяными углеводородами донных отложений бухты Диомид имеет тренд к повышению. До 2014 г. среднегодовая концентрация НУ в донных отложениях бухты Диомид редко превышала 100 ДК: 2006 г. — 108 ДК; 2007 г. — 107 ДК; 2008 г. — 56 ДК; 2009 г. — 133 ДК; 2010 г. — 66 ДК; 2011 г. — 89 ДК; 2012 г. — 57 ДК; 2013 г. — 29 ДК, а с 2014 г. этот показатель всегда превышает 100 ДК: 2014 г. — 110 ДК; 2015 г. — 132 ДК; 2016 г. — 129 ДК; 2017 г. — 222 ДК и 2018 г. — 333 ДК. Среднее содержание фенолов в донных отложениях составило 2,4 мкг/г, что в 1,3 раза ниже уровня 2017 г. (3,25 мкг/г).

Среднее содержание α -ГХЦГ в донных отложениях бухты Диомид составило 1,1 нг/г, что более 5,5 раз меньше прошлогоднего (6,2 нг/г). Концентрация γ -ГХЦГ в 2018 г. не превышала 0,3 нг/г (6 ДК), что выше уровня 2017 г. в 83 раза. Средняя концентрация ДДТ в осадках залива составила 3,9 нг/г (в 2017 г. — 8,6 нг/г); ДДЭ — 20,6 нг/г (24,25 нг/г); ДДД — 88,5 нг/г (29,3 нг/г). Суммарная концентрация пестицидов группы ДДТ составила 113,0 нг/г с.о. или 35,4 ДК, а в 2017 г. — 24,9 ДК. По сравнению с 2017 г. уровень загрязненности донных отложений бухты Диомид пестицидами группы ДДТ повысился в 1,14 раза. Средняя концентрация ПХБ составила 313,2 нг/г (15,7 ДК), что ниже уровня прошлого года (41,4 ДК) в 2,6 раза. Средняя концентрация альдрина в донных отложениях составила 5,15 нг/г, по сравнению с 2017 г. ниже в 3 раза.

Таблица 11.4. Средняя и максимальная концентрации тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях бухты Диомид в 2011–2018 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	203,3/ 268,7/ 360,5/ 185,0/ 261,0/ 638,5/ 1231,0/ 546,2	142,3/ 240,3/ 245,0/ 111,0/ 169,0/ 350,5/ 224,5/ 324,0	4,1/ 2,6/ 1,5/ 2,2/ 2,6/ 3,8/ 4,3/ 4,9	4,0/ 6,0/ 4,2/ 3,0/ 2,5/ 15,1/ 8,2/ 5,7	12,1/ 11,7/ 15,0/ 11,5/ 12,5/ 42,0/ 77,5/ 19,7	293/ 425/ 877,5/ 324,5/ 490,5/ 2202,0/ 1367,5/ 1115,4	106/ 133/ 169/ 128/ 55,5/ 860,0/ 337,0/ 205,0	22076/ 22602/ 37401/ 26080/ 26146/ 37838/ 35998/ 31535	153/ 239/ 194,5/ 76,0/ 69,0/ 359,5/ 66,0/ 27,4	0,55/ 1,59/ 0,32/ 0,15/ 0,64/ 0,55/ 1,27/ 1,23
Макс.	405/ 457/ 504/ 278/ 402/ 1098/ 1473,0/ 733,7	259/ 477/ 369/ 150/ 270/ 487/ 249,0/ 364,3	9,5/ 3,7/ 2,7/ 3,4/ 4,4/ 4,2/ 4,8/ 5,3	6,9/ 8,5/ 5,2/ 3,9/ 2,8/ 22,0/ 11,0/ 6,3	19,0/ 14,0/ 19,0/ 13,0/ 14,0/ 49,0/ 135,0/ 22,3	533/ 708/ 1422/ 458/ 800/ 2633/ 1705,0/ 1703,8	140/ 139/ 211/ 136/ 97/ 1427/ 424,0/ 133,7	34843/ 25233/ 48487/ 30579/ 35324/ 54941/ 39079/ 32447	399/ 428/ 309/ 111/ 84/ 468,0/ 68,0/ 31,7	0,82/ 3,87/ 0,36/ 0,17/ 0,94/ 0,57/ 1,31/ 1,24
ДК сред.	5,8/ 7,7/ 10,3/ 5,3/ 7,5/ 18,2/ 35,2/ 15,6	1,7/ 2,8/ 2,9/ 1,3/ 2,0/ 4,1/ 2,6/ 3,8	5,1/ 3,3/ 1,9/ 2,75/ 3,25/ 4,75/ 5,4/ 6,1	0,2/ 0,3/ 0,2/ 0,15/ 0,1/ 0,8/ 0,4/ 0,3	0,3/ 0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,36/ 1,2/ 2,2/ 0,6	2,1/ 3,0/ 6,3/ 2,3/ 3,5/ 15,7/ 9,8/ 8,0	-	-	1,5/ 2,4/ 1,95/ 0,8/ 0,7/ 3,6/ 0,66/ 0,3	1,8/ 5,3/ 1,2/ 0,5/ 2,1/ 1,8/ 4,2/ 4,0
ДК макс.	11,6/ 13,1/ 14,4/ 7,9/ 11,5/ 31,4/ 42,0/ 21,0	3,0/ 5,6/ 4,3/ 1,8/ 3,2/ 5,7/ 2,9/ 4,3	11,9/ 4,6/ 3,4/ 4,25/ 5,5/ 5,25/ 6,0/ 6,6	0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,19/ 0,14/ 1,1/ 0,55/ 0,3	0,5/ 0,4/ 0,5/ 0,4/ 0,4/ 1,4/ 3,9/ 0,6	3,8/ 5,1/ 10,2/ 3,3/ 5,7/ 18,8/ 12,2/ 12,0	-	-	4,0/ 4,3/ 3,0/ 1,1/ 0,8/ 4,7/ 0,7/ 0,3	2,7/ 12,9/ 1,2/ 0,5/ 3,1/ 1,9/ 4,4/ 4,0

* выделенные значения выше ДК.

Загрязнение донных отложений бухты Диомид тяжелыми **металлами** было традиционно высоким (табл. 11.4). Ниже принятого норматива ДК было среднее содержание кобальта, никеля и хрома. Для всех остальных металлов ДК была многократно превышена. По сравнению с 2017 г. повысилось среднее содержание кадмия и свинца. Снизилось среднее содержание меди (в 2 раза), никеля (в 3,7 раза), цинка (в 1,2 раза), хрома (в 2,2 раза), марганца (в 1,6 раза) и железа (в 1,5 раза). А уровень загрязненности донных отложений ртутью практически не изменился.

11.5. Пролив Босфор Восточный(включая бухту Улисс)

Босфор Восточный — пролив в заливе Петра Великого Японского моря, соединяет Амурский и Уссурийский заливы и отделяет полуостров Муравьёва-Амурского от островов Русского и Елены. Глубины в средней части пролива Босфор Восточный 26–38 м. По мере приближения к западному проходу пролива они постепенно увеличиваются до 50 м, а к восточному — до 42 м. Грунт в проливе Босфор Восточный преимущественно ил и песок. При свежих юго-восточных и восточных ветрах в пролив заходит крупная зыбь. Для якорной стоянки судов выставляются швартовные бочки. В проливе действуют постоянные поверхностные течения, идущие из Амурского залива в Уссурийский вдоль южного берега и из Уссурийского залива в Амурский вдоль северного берега. Средняя скорость этих течений в узостях пролива колеблется от 0,2 до 1,2 узлов. Приливные течения в проливе Босфор Восточный слабые. С конца декабря пролив и все бухты вдоль его берега, за исключением бухты Золотой Рог, покрываются льдом. Замерзанию восточной части пролива препятствуют непрекращающиеся всю зиму судоходство и ледокольные работы.

В 2018 г. наблюдения за гидрохимическим состоянием и уровнем загрязнения вод (27 проб) и донных отложений (6 проб) в проливе Босфор Восточный (ст. № 18,23) и бухте Улисс (ст. № 19) проводились на трех станциях в мае, августе и октябре (рис. 11.7).



Рис. 11.7. Схема расположения станций мониторинга в проливе Босфор Восточный и бухте Улисс в 2018 г.

В период наблюдений минимальная температура воды была зафиксирована в мае на ст. № 18 и ст. № 23 в придонном слое и составила 3,20°C, максимальная — в августе в бухте Улисс и на ст. № 23 на поверхностном горизонте — 22,2°C; среднегодовое значение составило 13,74°C. Значения солёности изменялись от 27,11‰ в августе на ст. № 19 в поверхностном слое до 34,16‰ в октябре на ст. № 18 в придонном слое; среднегодовая величина составила 31,73‰. Значения pH изменялись от 7,69, зафиксированного в августе на ст. № 19 в придонном слое, до 8,54 в октябре на ст. № 18 в придонном слое; среднее значение pH составило 8,15. Концентрация взвешенных частиц в воде была в диапазоне от 2,4 мг/дм³ в мае на ст. № 18 в придонном слое до 15 мг/дм³ (1,5 ПДК) в августе на ст. № 19 в придонном слое; средняя величина — 6,39 мг/дм³. Среднее за 2018 г. значение БПК₅ составило 2,13 мгО₂/дм³ (1 ПДК); по сравнению с 2017 г. (2,37 мгО₂/дм³) оно изменилось незначительно. Максимальное значение БПК₅ превысило ПДК в 2,4 раза (5,00 мгО₂/дм³) и было зафиксировано на ст. № 19 в поверхностном и 10-метровом горизонте. Прозрачность воды в проливе не более 6 м.

Концентрация **НУ** в морской воде в 2018 г. изменялась в диапазоне 0,01–0,41 мг/дм³ (8 ПДК); среднее содержание НУ в проливе Босфор Восточный составило 0,11 мг/дм³ (2,2 ПДК), снижение по сравнению с 2017 г. в 2 раза. Максимальная концентрация была отмечена в мае на ст. № 19 (бухта Улисс) на 10-метровом горизонте. Превышение ПДК отмечено в 77,8% проб в отличие от 88,9% в прошлом году. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод пролива Босфор Восточный в 2018 году покрытие нефтяной пленкой более 51% не зафиксировано.

Концентрация **фенолов** в пробах воды варьировала от 0,5 до 8,4 мкг/дм³. Среднегодовое содержание повысилось по сравнению с 2017 г. почти в 2 раза и составило 1,5 ПДК. Максимум отмечен в октябре в районе мыса Безымянный вблизи о. Елены на ст. № 23 в придонном слое. Превышение ПДК отмечено в 74,1% проб, что почти в три раза выше (25,9%) в 2017 г.

Концентрация **АПАВ** в морских водах была в пределах 64–731 мкг/дм³ (7,3 ПДК). Среднее содержание АПАВ повысилось по сравнению с 2017 г. с 2 до 3,4 ПДК (рис. 11.8). Максимальное значение было отмечено в октябре на ст. № 23 в поверхностном слое. Концентрация АПАВ превышала ПДК в 85,2% проб.

Среднегодовая концентрация всех определяемых в водах пролива Босфор Восточный **металлов** не превышала 1 ПДК (табл. 11.5). Максимальная концентрация по меди, свинцу и цинку составила 1,0; 1,25 и 1,3 ПДК соответственно — зафиксирована в бухте Улисс в авгу-

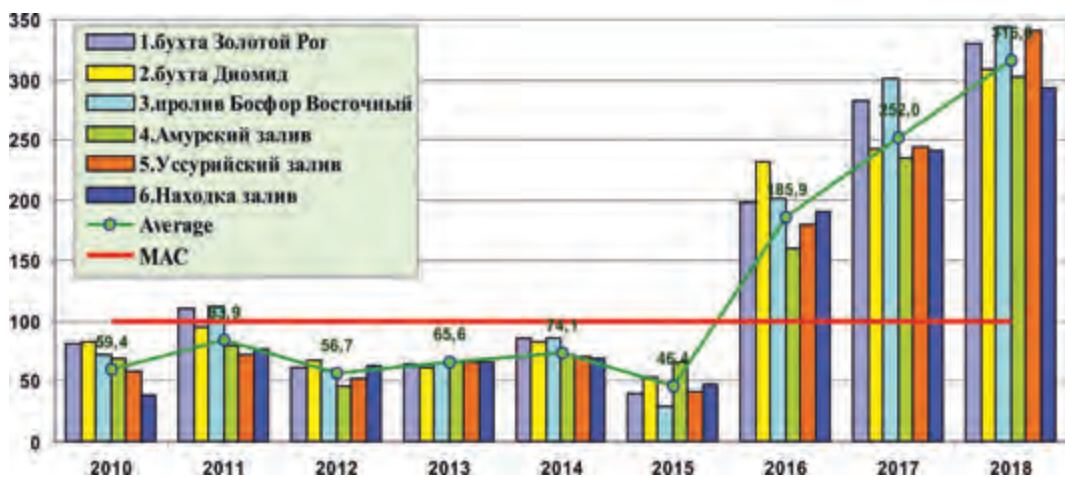


Рис. 11.8. Межгодовая динамика средней концентрации поверхностно-активных веществ (мкг/дм³) в водах залива Петра Великого Японского моря в 2010–2018 гг.

сте на ст. № 19 на 10-метровом горизонте. Превышение ПДК по железу было зафиксировано в мае на ст. № 23 в поверхностном слое — 1,7 ПДК. По сравнению с 2017 г. уровень загрязнения вод пролива тяжелыми металлами практически не изменился, за исключением железа, среднее содержание которого снизилось в 1,9 раза.

Таблица 11.5. Среднее и максимальное значение концентрации тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах пролива Босфор Восточный в 2012–2018 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	0,8/ 0,6/ 1,4/ 3,1/ 1,2/ 1,7/ 1,3	0,1/ 0,2/ 0,3/ 0,1/ 0,6/ 0,3/ 2,01	0,1/ 0,2/ 0,1/ 0,16/ 0,8/ 0,96/ 0,2	0/ 0 0 - -	0,3/ 0,3/ 1,0/ 0,69/ 0,7/ 1,1/ 1,0	6,9/ 5,7/ 11,8/ 26,7/ 9,6/ 18,2/ 18,7	16,8/ 4,4/ 5,3/ 3,8/ 5,0/ 4,6/ 2,1	84,1/ 27,6/ 26,6/ 27,0/ 26,9/ 62,3/ 33,1	0,8/ 0,4/ 0,5/ - -	0,0/ 0,0/ 0,03/ 0,022/ 0,04/ 0,03/ 0,02
Макс.	2,3/ 1,4/ 3,7/ 5,5/ 3,3/ 5,2/ 5,1	0,4/ 0,8/ 1,0/ 0,5/ 2,9/ 0,8/ 12,5	0,5/ 0,56/ 0,4/ 0,4/ 6,6/ 3,8/ 0,4	0,1/ 0/ 0/ - -	0,7/ 0,5/ 2,9/ 6,5/ 1,4/ 2,8/ 3,1	113/ 118/ 38/ 301/ 27/ 89/ 63,7	111/ 46/ 31/ 13/ 23,0/ 43,0/ 17,7	711/ 302/ 91/ 45/ 81/ 155/ 87	12/ 2,9/ 1,1/ - -	0,02/ 0,0/ 0,40/ 0,05/ 0,28/ 0,10/ 0,07
ПДК сред.	0,16/ 0,12/ 0,3/ 0,6/ 0,2/ 0,3/ 0,3	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,2	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ -	<0,1/ <0,1/ 0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,1/ 0,1	0,1/ 0,1/ 0,2/ 0,5/ 0,2/ 0,4/ 0,4	0,3/ <0,1/ 0,1/ <0,1/ 0,1/ <0,1/ <0,1	1,7 / 0,6/ 0,5/ 0,5/ 0,5/ 1,3 / 0,7	<0,1/ <0,1/ <0,1/ -	<0,1/ <0,1/ 0,3/ 0,2/ 0,4/ 0,3/ 0,2
ПДК max.	0,5/ 0,28/ 0,7/ 11,0 / 0,7/ 1,0 / 1,0	<0,1/ <0,1/ 0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ 1,25	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,7/ 0,4/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ -	<0,1/ <0,1/ 0,3/ 0,65/ 0,1/ 0,3/ 0,3	2,3 / 2,4 / 0,8/ 6,0 / 0,5/ 1,8 / 1,3	2,2 / 0,9/ 0,6/ 0,26/ 0,5/ 0,9/ 0,4	14,2 / 6,0 / 1,8 / 0,9/ 0,9/ 1,6 / 1,7	<0,1/ <0,1/ <0,1/ -	0,2/ <0,1/ 4,0 / 0,5/ 2,8 / 1,0 / 0,7

Концентрация биогенных элементов в водах пролива в период проведения работ была в пределах естественных межгодовых изменений. Содержание аммонийного азота изменялось в диапазоне 16–208 мкг/дм³; среднее значение (88,0 мкг/дм³) не превышало 0,1 ПДК. Среднегодовая концентрация нитритов по сравнению с 2017 г. незначительно снизилась с 3,6 до 3,3 мкг/дм³; максимум был отмечен в октябре в бухте Улисс и составил в придонном слое 11,1 мкг/дм³. Диапазон значений нитратного азота был широким: от 1,5 до 128,2 мкг/дм³; максимальная концентрация была отмечена в октябре на ст. № 23 в придонном слое. Среднегодовая концентрация по сравнению с 2017 г. также незначительно снизилась с 29,1 до 28,2 мкг/дм³. Значения общего азота изменялись в диапазоне 637–2125 мкг/дм³, составив в среднем 1284,1 мкг/дм³, что в 1,2 раза выше 2017 г. (1151 мкг/дм³). Максимум был зарегистрирован в октябре на ст. № 18 в придонном слое. Среднегодовая концентрация органического азота в 2018 г. составила 1165 мкг/дм³ (в 2017 г. — 1022 мкг/дм³), содержание органического азота изменялось в пределах 543–1971 мкг/дм³.

В 2018 г. впервые с 2012 года было отмечено снижение среднегодового содержания минерального фосфора; с 2012 по 2017 гг. эти значения составили — 9,6; 10,8, 15,6, 16,3 22,08 и 24,68 мкг/дм³ соответственно по годам. В 2018 г. среднее значение фосфатов составило 18,63 мкг/дм³, снижение в 1,3 раза. Максимальная концентрация фосфатов (44,0 мкг/дм³) была отмечена в октябре на ст. № 18 в придонном слое. Значения общего фосфора изменялись

от 9,8 до 59 мкг/дм³, максимум был зафиксирован в октябре на ст. №23 в придонном слое. Средняя концентрация общего фосфора, как и средняя концентрация фосфатов, снизилась и составила в 2018 г. 23,8 мкг/дм³ (в 2017 г. — 29,74 мкг/дм³). Среднегодовая концентрация органического фосфора в толще вод пролива Босфор Восточный не изменилась по сравнению с 2017 г. и составила 5,2 мкг/дм³, концентрация в пробах изменялась от 1,0 до 21,0 мкг/дм³.

Концентрация **кремния** изменялась в очень широком диапазоне 24–1270 мкг/дм³; максимум зарегистрирован в октябре на ст. №18 в придонном слое; а средняя концентрация составила 513,5 мкг/дм³, что ниже прошлогоднего значения в 1,4 раза (714,5 мкг/дм³).

В 2018 г. среднее содержание растворенного **кислорода** в водах пролива Босфор Восточный снизилось очень незначительно с 7,85 до 7,72 мгО₂/дм³ (90,14% насыщения). Минимальное значение было зарегистрировано в августе на ст. №23 (5,26 мгО₂/дм³, 62,7% насыщения), что ниже норматива в 1,25 раза. Третий год подряд наблюдается устойчивый тренд к ухудшению кислородного режима.

По **ИЗВ** (1,98; V класс, «грязные») качество вод пролива Босфор Восточный в 2018 г. не изменилось, хотя и несколько улучшилось внутри одного и того же класса (в 2017 г. ИЗВ был равен 2,36). Одним из способствовавших этому факторов является снижение уровня загрязненности морских вод нефтяными углеводородами. Приоритетными ЗВ в этом районе являются нефтяные углеводороды, АПАВ, фенолы, органическое вещество, железо, цинк и медь.

В проливе Босфор Восточный в 2018 г в мае и октябре было отобрано шесть проб **донных отложений**. Содержание нефтяных углеводородов находилось в пределах 1250–4180 мкг/г сухого остатка, составив в среднем 2772 мкг/г (55,4 ДК). По сравнению с 2017 г. уровень загрязненности повысился в 1,1 раза. Максимальная концентрация в 2018 г. превысила ДК почти в 84 раза и была зафиксирована в бухте Улисс в мае; в 2017 г. максимум составил 70 ДК. В предыдущие годы средняя концентрация составила: в 2005 — 120; 2006 — 820; 2007 — 2560; 2008 — 1780; 2009 — 2690, 2010 — 1507, 2011 — 2343, 2012 — 902, 2013 — 1143, 2014 — 1625, 2015 — 3107, 2016 — 1842, в 2017 — 2523 мкг/г сухого остатка. В 2018 г. превышение допустимого уровня концентрации наблюдалось в 100% проб.

В 2018 г. уровень загрязненности донных отложений пролива фенолами снизился с 4,9 до 2,45 мкг/г (почти в 2 раза), при диапазоне концентрации 1,9–3,1 мкг/г. Максимальное значение зарегистрировано в октябре на ст. №18.

Среднее содержание **пестицидов** группы ГХЦГ в донных отложениях пролива в период проведения работ находилось в пределах: α-ГХЦГ — 0,3–1,5 нг/г сухого остатка, составив в среднем 0,9 нг/г; γ-ГХЦГ — 0,10–0,40 нг/г, в среднем 0,30 нг/г (6 ДК). По сравнению с 2017 г. среднее содержание α-ГХЦГ не изменилось, а γ-ГХЦГ снизилось в 4,3 раза. Максимум α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ был зафиксирован в октябре на ст. №23.

Концентрация ДДТ была в диапазоне 0,5–3,9 нг/г (в среднем 2,3 нг/г); ДДЭ — 1,6–9,9/5,1 нг/г; ДДД — 2,2–145,1/37,5 нг/г. Среднее суммарное содержание пестицидов группы ДДТ составило в 2018 г. 44,9 нг/г (18 ДК), что более 5 раз больше уровня 2017 г. — 8,6 нг/г (3,4 ДК). Максимальное значение суммы ХОП группы ДДТ достигало 158,9 нг/г (почти 64 ДК). По сравнению с 2017 г. уровень загрязненности донных отложений пестицидами группы ДДТ повысился за счет ДДД. Среднегодовая концентрация альдрина в донных отложениях пролива Босфор Восточный составила 2,15 нг/г, а максимальная — 5,5 нг/г, которая была отмечена в бухте Улисс. По сравнению с предыдущим годом среднее содержание альдрина возросло в 7 раз.

Концентрация **ПХБ** в донных отложениях изменялась от 71,1 до 633,7 нг/г, составив в среднем 334,8 нг/г (16,8 ДК), в 2017 г. среднее содержание ПХБ составило 120,7 нг/г (6 ДК). Наиболее сильно загрязнены полициклическими хлорированными бифенилами донные отложения в бухте Улисс. Именно в этом районе зафиксировано максимальное значение — почти 32 ДК.

В 2018 г. среднегодовая концентрация свинца и хрома увеличилась (в пределах 1 ДК) в 1,6 и 2,2 раза. Среднее содержание кадмия и ртути несколько снизилось, а меди, кобальта, никеля, цинка и железа — не изменилось (табл. 11.6). Средняя концентрация ртути составила 1,4 ДК; максимум ртути — 3,1 ДК — был зафиксирован в мае на ст. № 18. Также немного превышало норматив среднее содержание меди. Максимальная концентрация в донных отложениях пролива только трех металлов не достигала принятой для сравнения нормы — кобальта, никеля и хрома, а ртути более трех раз превышала допустимую концентрацию.

Таблица 11.6. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях пролива Босфор Восточный и бухты Улисс в 2010–2018 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
сред	32,8/ 42,8/ 33,0/ 33,2/ 43,0/ 57,0/ 30,5/ 35,3/ 37,0	47,6/ 66,7/ 44,3/ 43,3/ 68,0/ 73,5/ 42/ 40,7/ 69,1	0,3/ 0,2/ 0,4/ 0,5/ 0,6/ 2,15/ 0,97/ 2,0/ 0,5	3,6/ 14,0/ 4,1/ 3,2/ 2,5/ 7,97/ 6,3/ 3,9/ 4,5	11,4/ 12,9/ 11,1/ 13,5/ 15,2/ 20,5/ 12,5/ 12,5/ 12,1	91,0/ 112,6/ 98,8/ 131,8/ 131,0/ 136,3/ 116,5/ 125,5/ 128,7	126,4/ 151,6/ 141,2/ 139,3/ 82,9/ 166,6/ 117,7/ 143,8/ 146,7	25294/ 28392/ 29769/ 29525/ 31699/ 28822/ 25852/ 25229/ 26767	22,3/ 22,2/ 26,3/ 27,7/ 29,3/ 67,2/ 27,8/ 12,8/ 28,4	0,40/ 0,29/ 1,13/ 0,18/ 0,26/ 0,70/ 0,23/ 0,48/ 0,43
макс	61/ 99/ 64/ 54/ 54/ 79/ 51/ 51/ 59,1	100/ 98/ 71/ 55/ 167/ 125/ 65/ 57/ 114,5	0,8/ 0,7/ 0,8/ 0,8/ 0,8/ 3,4/ 1,3/ 7,4/ 0,8	4,8/ 34/ 5,2/ 3,7/ 2,9/ 14/ 11/ 4,8/ 4,9	21/ 20/ 14/ 17/ 20/ 27/ 17/ 16/ 14	164/ 135/ 179/ 224/ 218/ 200/ 170/ 146/ 169,4	194,0/ 185/ 177/ 174/ 184/ 194/ 161/ 183/ 173,3	41568/ 35276/ 34324/ 31887/ 49382/ 36457/ 29691/ 28060/ 34582	44/ 42/ 37/ 37/ 34/ 85/ 44/ 15/ 39,9	1,06/ 0,44/ 7,60/ 0,22/ 0,51/ 1,53/ 0,29/ 1,14/ 0,94
ДК сред	0,9/ 1,2 / 0,9/ 0,9/ 1,2 / 1,6 / 0,9/ 1,0 / 1,1	0,6/ 0,8/ 0,5/ 0,5/ 0,8/ 0,9/ 0,5/ 0,5/ 0,8	0,4/ 0,3/ 0,5/ 0,6/ 0,75/ 2,7 / 1,2 / 2,5 / 0,6	0,2/ 0,7/ 0,2/ 0,16/ 0,13/ 0,4/ 0,3/ 0,2/ 0,2	0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,4/ 0,4/ 0,6/ 0,4/ 0,4/ 0,4	0,7/ 0,8/ 0,8/ 0,9/ 0,9/ 0,97/ 0,8/ 0,9/ 0,9	-	-	0,2/ 0,2/ 0,3/ 0,3/ 0,3/ 0,67/ 0,3/ 0,13/ 0,3	1,3 / 0,96/ 3,8 / 0,6/ 0,9 / 2,3 / 0,8/ 1,6 / 1,4
ДК max	1,7 / 2,8 / 1,8 / 1,5 / 1,5 / 2,25 / 1,5 / 1,5 / 1,5 / 1,7	3,0 / 5,6 / 0,8/ 0,6/ 1,96 / 1,5 / 0,8/ 0,7/ 1,3	1,0 / 0,9/ 1,0 / 1,0 / 1,0 / 4,25 / 1,6 / 9,25 / 1,0	0,2/ 1,7 / 0,3/ 0,18/ 0,15/ 0,7/ 0,55/ 0,2/ 0,25	0,6/ 0,6/ 0,4/ 0,5/ 0,6/ 0,8/ 0,5/ 0,45/ 0,40	1,2 / 0,96/ 1,3 / 1,6 / 1,6 / 1,4 / 1,2 / 1 / 1,2	-	-	0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,3/ 0,85/ 0,4/ 0,15/ 0,4	3,5 / 1,5 / 25,3 / 0,7/ 1,7 / 5,1 / 1 / 3,8 / 3,1

11.6. Амурский залив

Амурский залив — внутренний залив у северо-западного берега залива Петра Великого. Длина около 65 км, ширина от 9 до 20 км, глубина до 50 м. Площадь поверхности 966 км². Амурский залив среди других акваторий Приморского края наиболее глубоко вдаётся в сушу и отличается значительной изрезанностью береговой линии. От открытого моря он отгорожен полуостровом Муравьёва-Амурского и протяжённой цепью островов архипелага Евгении. Вследствие относительно континентального климата в заливе наблюдается наиболее раннее образование льда. Ледяной покров в заливе Угловом и бухте Новик появляется уже в конце

ноября, а сходит только в конце марта — начале апреля. Тем не менее, уже в мае вода в этих заливах прогревается до $+14^{\circ}\text{C}$. Прочный припай, позволяющий безопасно передвигаться по льду, образуется в феврале и покрывает северную часть залива полностью. Максимальная граница распространения неподвижного льда обычно проходит восточнее линии мыс Песчаный — мыс Марковского (остров Попова). Рельеф дна сравнительно ровный. От берегов вершины залива в северной части простираются обширные отмели. На юго-запад, в сторону выхода из залива глубины постепенно нарастают. К северу от линии мыс Песчаный — Вторая Речка средние глубины составляют 10–20 м. Напротив Владивостока и острова Русский глубины 15–30 м, напротив островов Попова и Рейнеке уже более 30 м. Максимальная глубина 50 м находится на входной линии залива между мысом Брюса и островом Рикорда. На восточном берегу залива расположен порт и город Владивосток и посёлок Трудовое, а также большая курортная зона с пансионатами, санаториями и детскими лагерями.

В 2018 г. гидрохимические наблюдения за состоянием акватории Амурского залива проводились в апреле и сентябре на 9 станциях. Всего было отобрано 49 проб воды и 18 проб донных отложений (рис. 11.9). В период наблюдений **температура** воды изменялась от $0,34^{\circ}\text{C}$ в апреле на ст. №37 в придонном слое до $21,22^{\circ}\text{C}$ там же в сентябре на 10-метровом горизонте, составив в среднем для всей толщи $11,71^{\circ}\text{C}$. Соленость варьировала от 10,15‰ в сентябре на ст. №11 в поверхностном слое до 33,84‰ в апреле на ст. №37 в придонном слое, составив в среднем 29,32‰. Значения pH изменялись от 6,57 в сентябре до 8,15 в апреле; среднее — 7,61. Среднегодовое содержание взвешенных веществ повысилось по сравнению с прошлым годом в 1,5 раза и составило $9,45\text{ мг/дм}^3$ (в 2017 г. — $6,43\text{ мг/дм}^3$). Максимальное содержание взвешенных веществ $34,0\text{ мг/дм}^3$ (3,4 ПДК) было зафиксировано в сентябре на ст. №11. Среднее за 2018 г. значение биохимического потребления кислорода БПК₅ снизилось по сравнению с 2017 г. ($2,68\text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) и составило в 2018 г. $1,70\text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (0,8 ПДК). Максимальное значение ($4,0\text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ –1,9 ПДК) зарегистрировано в апреле на ст. №52. Прозрачность воды залива не более 9 м.

В период проведения наблюдений содержание **нефтяных углеводородов** в водах Амурского залива изменялось от аналитического нуля до $0,35\text{ мг/дм}^3$ (7 ПДК). Максимальное значение было зафиксировано в сентябре на ст. №24 на горизонте 10 м. Среднегодовая концентрация ($0,04\text{ мг/дм}^3$, 0,8 ПДК) снизилась по сравнению с 2017 г. в 1,5 раза (рис. 11.10).



Рис. 11.9. Станции отбора проб в Амурском заливе в 2018 г.

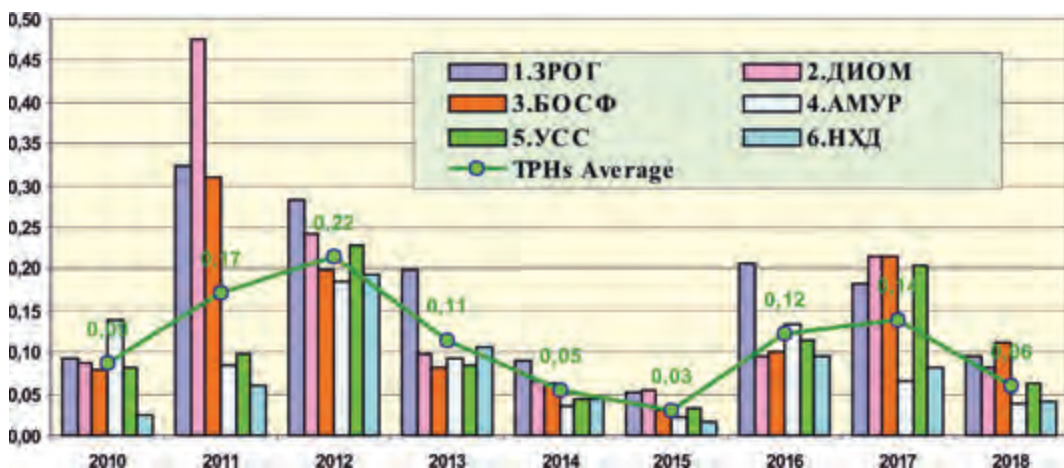


Рис. 11.10. Межгодовые изменения среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в водах залива Петра Великого Японского моря в 2010–2018 гг.: 1.ЗРОГ — бухта Золотой Рог, 2.ДИОМ — бухта Диомид, 3.БОСФ — пролив Босфор Восточный, 4.АМУР — Амурский залив, 5.УСС — Уссурийский залив, 6.НХД — залив Находка.

Содержание НУ превысило ПДК в 12,5% проб воды. По визуальным наблюдениям, на видимой водной поверхности Амурского залива в апреле на станции № 39 было зафиксировано покрытие пятнами нефтепродуктов 51–60% с густотой в 6 баллов и интенсивностью в 1 балл. В остальные периоды нефтяной плёнки с покрытием поверхности воды более 50% не наблюдалось. Сильнее других районов загрязнены воды вблизи Владивостока.

Уровень загрязненности морских вод **фенолами** повысился по сравнению с 2016–2017 гг. и составил в среднем 1,2 ПДК. Диапазон значений 0,5–3,2 мкг/дм^3 ; максимальная концентрация была зафиксирована в сентябре на ст. № 16 на горизонте 10 м. В 64,6% случаев концентрация фенолов в пробах превышала ПДК. Концентрация АПАВ в водах Амурского залива в 2018 г. изменялась от 23 до 731 мкг/дм^3 , составив в среднем 302 мкг/дм^3 (3 ПДК). Максимальная концентрация (7,3 ПДК) была зафиксирована в апреле на ст. № 52 в придонном слое. Как и на остальных участках акватории залива Петра Великого, содержание детергентов по сравнению с 2017 г. повысилось (рис. 11.8).

Средние показатели по всем определяемым в морской воде **металлам** не превысили предельно допустимых значений (табл. 11.7). Максимальная концентрация меди, свинца, цинка, железа и ртути превысила ПДК в 1,1; 1,2; 12,5 и 2,4 раза соответственно. Высокое значение железа было отмечено в сентябре на ст. № 12 в поверхностном слое; превышающая ПДК в 2,4 раза концентрация ртути — в апреле на той же станции на 3-метровом горизонте. Наибольшая концентрация других металлов не превышала предельно допустимых значений.

Концентрация аммонийного **азота** в водах Амурского залива изменялась в пределах 21,0–218,0 мкг/дм^3 , составив в среднем 62,17 мкг/дм^3 ; по сравнению с 2017 г. содержание аммония не изменилось и не превысило 0,1 ПДК. Содержание нитритов в морской воде изменялось в диапазоне 0,4–19,4 мкг/дм^3 , составив в среднем 4,56 мкг/дм^3 . Среднегодовое значение нитритов по сравнению с 2017 г. повысилось в 1,5 раза. Среднее содержание нитратов повысилось в 2,2 раза: с 25,57 до 56,41 мкг/дм^3 при очень широком диапазоне концентрации 3,7–328 мкг/дм^3 . Среднее содержание общего азота повысилось по сравнению с прошлым годом (990,7 мкг/дм^3) в 1,4 раза, составив 1348,6 мкг/дм^3 ; разброс величин: 500–2857 мкг/дм^3 .

Среднегодовое содержание органического азота также повысилось и составило 1224 мкг/дм³ (в 2017 г. — 904 мкг/дм³); максимальное значение — 2788 мкг/дм³.

Таблица 11.7. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Амурского залива в 2010–2018 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	1,0/ 0,8/ 0,9/ 0,6/ 1,9/ 0,97/ 1,34/ 1,25/ 1,25	0,2/ 0,1/ 0,1/ 0,2/ 0,3/ 0,16/ 2,3/ 0,2/ 1,5	0,7/ 0,1/ 1,0/ 0,1/ 0,3/ 0,16/ 1,2/ 0,3/ 0,2	0,02/ 0/ 0/ 0/ 0/ - - 0,72/ 1,0	0,4/ 0,3/ 0,5/ 0,5/ 2,2/ 0,56/ 0,79/ 0,72/ 1,0	8,0/ 5,8/ 8,1/ 7,3/ 15,0/ 11,1/ 15,8/ 11,0/ 19,6	0,2/ 0,2/ 3,9/ 2,0/ 4,0/ 15,3/ 11/ 12,7/ 5,2	4,1/ 4,9/ 80,7/ 33,0/ 31,8/ 116,7/ 75/ 40,1/ 43,9	0,2/ 0,2/ 1,0/ 0,5/ 0,8/ - - - -	0,08/ 0,07/ 0,00/ 0,00/ 0,014/ 0,035/ 0,03/ 0,02/ 0,03
Макс.	6,0/ 3,4/ 4,6/ 1,5/ 6,1/ 1,9/ 5,8/ 3,6/ 5,5	0,7/ 0,9/ 1,2/ 0,6/ 2,0/ 0,8/ 9,1/ 1,0/ 12,1	6,0/ 2,9/ 29,0/ 1,2/ 1,0/ 0,9/ 31/ 1,5/ 0,7	0,1/ 0,1/ 0/ 0/ 0/ - - - -	1,3/ 1,0/ 5,4/ 1,0/ 43,0/ 1,5/ 3,7/ 1,6/ 7,7	145/ 119/ 353/ 160/ 61/ 31/ 80/ 33/ 59	1,9/ 1,8/ 62,0/ 14,0/ 25,0/ 1740/ 103/ 160/ 27,2	64/ 64/ 535/ 1085/ 216/ 1870/ 539/ 119/ 627,4	0,8/ 2,3/ 26,0/ 1,7/ 5,1/ - - - -	0,49/ 0,28/ 0,02/ 0,01/ 0,06/ 0,08/ 0,06/ 0,04/ 0,24
ПДК сред.	0,2/ 0,2/ 0,18/ 0,12/ 0,4/ 0,2/ 0,3/ 0,25/ 0,25	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,15	<0,1/ <0,1/ 0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ - - - 0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,2/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,1	0,2/ 0,1/ 0,2/ 0,15/ 0,3/ 0,2/ 0,3/ 0,2/ 0,4	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,3/ 0,3/ 0,2/ 0,1	<0,1/ <0,1/ 1,6/ 0,66/ 0,6/ 2,3/ 1,5/ 0,8/ 0,9	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ - - - -	0,8/ 0,7/ <0,1/ <0,1/ 0,1/ 0,35/ 0,3/ 0,2/ 0,3
ПДК макс.	1,2/ 0,7/ 0,9/ 0,3/ 1,2/ 0,4/ 1,2/ 0,7/ 1,1	<0,1/ <0,1/ 0,12/ <0,1/ 0,2/ <0,1/ 0,9/ 0,1/ 1,2	0,6/ 0,3/ 2,9/ 0,12/ 0,1/ <0,1/ 3,1/ 0,15/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ - - 0,16/ 0,77	0,1/ 0,1/ 0,5/ 0,1/ 4,3/ 0,15/ 0,4/ 0,16/ 0,77	2,9/ 2,4/ 7,0/ 3,2/ 1,2/ 0,6/ 1,6/ 0,7/ 1,2	<0,1/ <0,1/ 1,2/ 0,3/ 0,5/ 34,8/ 2,1/ 3/ 0,5	1,3/ 1,3/ 10,7/ 21,7/ 4,3/ 37,4/ 10,8/ 2,4/ 12,5	<0,1/ <0,1 0,4 <0,1 <0,1 - - - -	4,9/ 2,8/ 0,2/ 0,1/ 0,6/ 0,8/ 0,6/ 0,4/ 2,4

Среднее содержание **фосфатов** в водах Амурского залива повысилось по сравнению с 2017 г. с 14,4 до 18,6 мкг/дм³; концентрация изменялась в диапазоне 7,3–44,0 мкг/дм³. Концентрация общего фосфора была в пределах 12,0–52,0 мкг/дм³; среднегодовая величина практически осталась на уровне 2017 г.: 25,4 мкг/дм³. Максимальное значение обоих параметров отмечено в сентябре в вершине Амурского залива на ст. № 11 в придонном слое (фосфаты) и на ст. № 12 в поверхностном слое (общий фосфор). Среднее содержание органического фосфора повысилось незначительно: с 5,8 до 6,8 мкг/дм³, при диапазоне концентрации 1,0–16,0 мкг/дм³. Средняя концентрация кремния в водах Амурского залива повысилась в 1,9 раза с 599,45 до 1129,2 мкг/дм³; максимум составил 8032 мкг/дм³ и был отмечен в сентябре на ст. № 12 в поверхностном слое. Средняя концентрация кремния в весенний период (44,0 мкг/дм³) была очень невысокой и возросла осенью почти в 50 раз до 2061,0 мкг/дм³.

Содержание растворенного **кислорода** в водах Амурского залива изменялось в диапазоне 3,40–12,15 мгО₂/дм³, среднее составило 8,59 мгО₂/дм³ (93,7% насыщения). Минимальное значение было отмечено в сентябре на ст. № 11 — 3,40 мгО₂/дм³ (39,50% насыщения), что ниже

норматива в 1,8 раза. В период проведения наблюдений отмечено 2 случая, когда концентрация растворенного кислорода была ниже нормы — $6 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$.

Воды Амурского залива в 2018 г. по расчетному индексу **ИЗВ** (1,41) соответствовали IV классу и оценивались как «загрязненные» (табл. 11.3). Качество вод не изменилось по сравнению с 2017 г. Приоритетными загрязняющими веществами в заливе являются нефтяные углеводороды, фенолы, детергенты, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅). Металлы были менее существенными загрязнителями вод залива. На качество морской среды влияет сезонное летне-осеннее ухудшение уровня аэрированности вод.

В 2018 г. отбор проб **донных отложений** в Амурском заливе проводился в апреле и сентябре. Среднее содержание **НУ** составило 280 мкг/г сухих отложений (5,6 ПДК), что выше значения прошлого года (4 ДК). Концентрация нефтяных углеводородов в пробах изменялась в широком диапазоне 30–1450 мкг/г. Максимум (29 ДК) отмечен в сентябре на ст. №24 в прибрежной зоне вблизи Владивостока. В 2016–2017 гг. максимальное загрязнение донных отложений НУ было отмечено в этом же районе. Содержание фенолов изменялось в пределах от 1,4 до 5,4 мкг/г, максимум был отмечен в сентябре на ст. №12. Среднегодовой показатель загрязненности донных отложений фенолами снизился с 5,1 мкг/г до 3 мкг/г в 2018 г.

Хлорорганические соединения. В период проведения работ концентрация α -ГХЦГ в донных отложениях Амурского залива изменялась от 0,1 до 0,8 нг/г, средняя концентрация составила 0,3 нг/г, что в 2 раза меньше предыдущего года. Максимальная величина была зафиксирована в апреле на ст. №52. Концентрация γ -ГХЦГ (линдан) изменялась в диапазоне 0,0–1,3 нг/г (26 ДК), а среднее содержание составило 0,3 нг/г (6 ДК). По сравнению с 2017 г. уровень загрязненности донных отложений линданом снизился в среднем в 3 раза. Максимальная величина зарегистрирована в апреле на ст. №12 и в сентябре на ст. №24. В 2018 г. среднее содержание ДДТ и его метаболитов снизилось: ДДТ — с 5,6 до 2,3 нг/г; ДДЭ — с 2,00 до 1,8 нг/г; ДДД — с 3,4 до 2,8 нг/г. Среднее суммарное содержание пестицидов группы ДДТ также снизилось с 11,01 до 6,9 нг/г (2,8 ДК). Среднегодовая концентрация альдрина в донных отложениях Амурского залива составила 0,15 нг/г. Среднегодовая концентрация ПХБ в донных отложениях Амурского залива по сравнению с прошлым годом понизилась с 18,9 до 51,1 нг/г (2,6 ДК); диапазон значений 8,0–402,1 нг/г (20 ДК), максимальная концентрация была зафиксирована в сентябре на ст. №24 вблизи спортивной гавани Владивостока.

В 2018 г. среднегодовая концентрация всех тяжелых **металлов** в донных отложениях Амурского залива не превышала допустимого уровня (табл. 11.8). По сравнению с 2017 г.

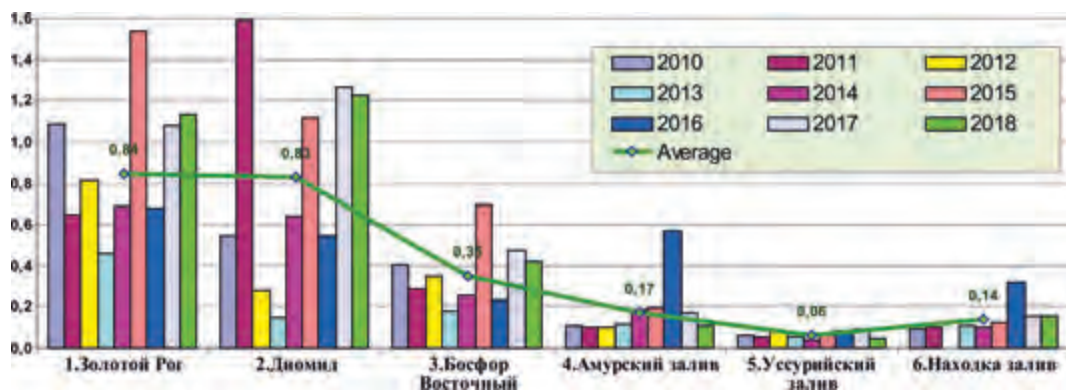


Рис. 11.11. Многолетние изменения средней концентрации ртути (мкг/г) в донных отложениях отдельных районов акватории залива Петра Великого в 2010–2018 гг.

изменения были незначительные. Снизилось среднее содержание кадмия — с 0,9 до 0,5 ДК, и ртути — с 0,57 до 0,37 ДК (рис. 11.11). Максимальная концентрация ртути превысила ДК в 1,1 раза и была зафиксирована в апреле на ст. №37. По-прежнему донные отложения Амурского залива очень сильно загрязнены соединениями железа. Максимальные величины содержания других металлов в осадках залива в 2018 г. были в пределах допустимых норм.

Таблица 11.8. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях Амурского залива в 2010–2018 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	15,9/ 21,5/ 12,7/ 13,1/ 13,4/ 16,2/ 11,98/ 13,7/ 13,8	15,3/ 14,5/ 13,9/ 10,7/ 12,4/ 16,1/ 11,45/ 12,6/ 14,6	0,4/ 0,2/ 0,3/ 0,9/ 0,4/ 1,66/ 1,11/ 0,7/ 0,4	5,6/ 12,7/ 4,2/ 5,1/ 3,6/ 3,7/ 4,86/ 6,1/ 4,9	14,2/ 11,6/ 11,1/ 14,7/ 17,5/ 18,4/ 17,43/ 12,6/ 13,4	67/ 64,6/ 85,6/ 63,1/ 63,4/ 68,5/ 61,5/ 60,8/ 71,4	125,5/ 120,4/ 108,7/ 116,1/ 166,3/ 151,4/ 122,5 109,4/ 141,4	27966/ 22876/ 25763/ 30441/ 30364/ 25825/ 23076 24935/ 22989	21,1/ 17,3/ 21,6/ 18,3/ 27,2/ 54,0/ 22,9/ 16,1/ 22,5	0,11/ 0,10/ 0,10/ 0,12/ 0,19/ 0,20/ 0,57/ 0,17/ 0,11
Макс.	55,0/ 261,0/ 27,0/ 42,0/ 32,0/ 34,0/ 24,0/ 24,0/ 28,0	44,0/ 40,0/ 28,0/ 24,0/ 28,0/ 51,0/ 28,0/ 35,0/ 33,0	1,5/ 0,8/ 0,7/ 1,6/ 0,6/ 4,6/ 2,2/ 2,0/ 0,6	10,0/ 38,0/ 6,4/ 8,3/ 5,8/ 16,0/ 7,4/ 13,0/ 8,3	27,0/ 21,0/ 18,0/ 24,0/ 27,0/ 40,0/ 26,0/ 22,0/ 20,5	132/ 115/ 437/ 140/ 105/ 124/ 99,0/ 125,0/ 135,9	274/ 249/ 179/ 177/ 261/ 341/ 294 178/ 227,3	70595/ 44311/ 39040/ 54655/ 46272/ 38839/ 38331 32390/ 39882	34,0/ 39,0/ 39,0/ 36,0/ 37,0/ 71,0/ 42,0/ 26,0/ 33,8	0,34/ 0,37/ 0,25/ 0,29/ 0,42/ 0,93/ 2,32/ 0,78/ 0,32
ДК сред.	0,5/ 0,6/ 0,4/ 0,4/ 0,5/ 0,3/ 0,4/ 0,4	0,2/ 0,2/ 0,16/ 0,13/ 0,15/ 0,2/ 0,13/ 0,15/ 0,2	0,5/ 0,3/ 0,4/ 1,1 / 0,5/ 2,1 / 1,4 / 0,88/ 0,5	0,3/ 0,6/ 0,2/ 0,25/ 0,2/ 0,2/ 0,2/ 0,3/ 0,25	0,4/ 0,3/ 0,3/ 0,4/ 0,5/ 0,5/ 0,5/ 0,4/ 0,4	0,5/ 0,5/ 0,6/ 0,45/ 0,47/ 0,5/ 0,4/ 0,4/ 0,5	- - - - - - - - -	- - - - - - - - -	0,2/ 0,2/ 0,2/ 0,2/ 0,3/ 0,5/ 0,23/ 0,16/ 0,2	0,4/ 0,3/ 0,33/ 0,40/ 0,36/ 0,66/ 1,9 / 0,57/ 0,37
ДК макс.	1,6 / 7,5 / 0,8/ 1,2 / 0,9/ 1,0 / 0,7/ 0,7/ 0,8	0,5/ 0,5/ 0,3/ 0,3/ 0,3/ 0,6/ 0,3/ 0,4/ 0,4	1,9 / 1,0 / 0,87/ 2,0 / 0,8/ 5,75 / 2,75 / 2,5 / 0,75	0,5/ 1,9 / 0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,8/ 0,4/ 0,65/ 0,4	0,8/ 0,6/ 0,5/ 0,7/ 0,77/ 1,1 / 0,7/ 0,6/ 0,6	0,9/ 0,8/ 3,1 / 1,0 / 0,8/ 0,9/ 0,7/ 0,9/ 0,97	- - - - - - - - -	- - - - - - - - -	0,3/ 0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,7/ 0,4/ 0,26/ 0,3	1,1 / 1,2 / 0,83/ 1,0 / 1,4 / 3,1 / 7,7 / 2,6 / 1,1

11.7. Уссурийский залив

Уссурийский залив — крупный внутренний залив у северного берега залива Петра Великого Японского моря. Входной на западе мыс Маячный на острове Шкота и мыс Сысоева (Шкотовский район) на востоке. Длина — 51 км, ширина у входа — 42 км, глубина — до 67 м. С декабря по март Уссурийский залив у северных берегов частично замерзает, ледяной покров незначителен. На берегу залива расположены города Владивосток и Большой Камень, посёлки Емар, Шкотово и Подъяпольское. На западном побережье залива имеется большая курортная зона с пансионатами, санаториями и детскими лагерями. В бухте Лазурная (Шамо-ра) расположен самый популярный и крупный пляж Владивостока. Считается более холодным по сравнению с соседним Амурским заливом.

В 2018 г. гидрохимические наблюдения за состоянием акватории Уссурийского залива проводились в апреле, июле и октябре на 9 станциях ГСН (рис. 11.12). Всего было отобрано 72 пробы воды и 18 проб донных отложений. В период проведения работ температура воды изменялась от $-1,05^{\circ}\text{C}$ в апреле на ст. № 117 в придонном слое до $20,13^{\circ}\text{C}$ в июле в вершине залива на ст. № 104 в поверхностном слое. Среднее значение составило $10,02^{\circ}\text{C}$. Значения солености изменялись от 30,91‰ в июле в вершине залива на ст. № 105 в придонном слое до 34,12‰ в октябре на ст. № 208 в придонном слое; средний показатель составил 33,171‰. Значения pH изменялись от 7,0 до 8,16, в среднем — 7,8. Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне $1,0\text{--}18,2\text{ мг/дм}^3$, составив в среднем $6,61\text{ мг/дм}^3$; максимальное значение (1,8 ПДК) зарегистрировано в апреле на ст. № 104 в поверхностном слое. Среднее значение биохимического потребления кислорода БПК₅ понизилось по сравнению с прошлым годом в 1,8 раза и составило $1,07\text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (2012 г. — 2,17; 2013 г. — 1,01; 2014 г. — 3,73, 2015 г. — 2,38; 2016 г. — 1,66 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, 2017 г. — 1,88 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$). Максимальное значение — $2,0\text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (около 1 ПДК) — было зарегистрировано дважды в апреле и 9 раз в июле в разных районах залив. Прозрачность воды бухты не более 15 м.

Концентрация нефтяных углеводородов в водах Уссурийского залива изменялась от величин ниже предела обнаружения до $0,83\text{ мг/дм}^3$ (16,6 ПДК); максимальное значение было зафиксировано в апреле на ст. № 100 у Владивостока в придонном слое. Среднегодовая концентрация НУ в 2018 г. снизилась по сравнению с 2017 г. более чем в 3 раза и составила 1,2 ПДК ($0,06\text{ мг/дм}^3$), (рис. 11.10). Содержание НУ в воде залива равнялось или превышало ПДК в 20,8% проб. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности Уссурийского залива случаев покрытия более 50% видимой водной поверхности пятнами нефтепродуктов не наблюдалось.



Рис. 11.12. Станции отбора проб в Уссурийском заливе в 2018 г.

Содержание **фенолов** в пробах изменялось от 0,3 до 2,5 мкг/дм³; среднегодовая концентрация составила 0,95 мкг/дм³ (около 1 ПДК). Среднегодовой уровень загрязненности морских вод фенолами повысился по сравнению с 2017 г. в 1,4 раза. Максимальная концентрация фенолов в морской воде была зафиксирована в июле в кутовой части залива на ст. № 104 в поверхностном слое. Превышение ПДК наблюдалось в 34,7% проб (2010 г. — 51,4%, 2011 г. — 40,3%, 2012 г. — 51,4%, 2013 г. — 56,9%, 2014 г. — 86,2%, 2015 г. — 37,5%; 2016 г. — 25%, 2017 — 11,1%).

Уровень загрязненности вод залива АПАВ повысился по сравнению с 2017 г. в 1,4 раза и составил в среднем 341 мкг/дм³ (3,4 ПДК). Минимальная концентрация составила 77 мкг/дм³, максимальная — 709 мкг/дм³, (7 ПДК); максимум был отмечен в октябре в поверхностном слое на ст. № 100.

Воды Уссурийского залива относительно бухты Золотой Рог и Амурского залива несколько меньше загрязнены тяжелыми **металлами** (табл. 11.9). В 2018 г. среднее содержание большинства определяемых элементов было ниже 0,1 ПДК; только для цинка и ртути оно составило 0,3 ПДК, а для железа — 0,8 ПДК. Максимум по никелю превысил ПДК в 1,2 раза, по ртути — в 3 раза и по железу — почти в 6 раз (апрель, ст. № 100, придонный горизонт). Максимальная концентрация остальных определяемых тяжелых металлов в 2018 г. не превышала норматива.

Таблица 11.9. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Уссурийского залива в 2010–2018 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	1,0/ 0,6/ 1,0/ 0,5/ 1,1/ 0,85/ 1,74/ 0,9/ 0,7	0,1/ 0,04/ 0,2/ 0,1/ 0,3/ 0,13/ 0,61/ 0,32/ 0,5	1,6/ 0,4/ 0,2/ 0,2/ 0,2/ 0,2/ 1,02/ 0,27/ 0,1	0,15/ 0/ 0/ 0/ 0/ - - - -	0,3/ 0,3/ 0,3/ 0,5/ 0,6/ 1,07/ 0,66/ 0,7/ 0,8	15,0/ 7,4/ 8,1/ 4,4/ 12,6/ 10,4/ 12,5/ 9,1/ 13,4	0,1/ 0,5/ 6,8/ 2,4/ 12,3/ 8,08/ 3,2/ 3,7/ 2,0	3,3/ 4,1/ 43,3/ 39,8/ 58,3/ 112,7/ 53/ 78/ 36,9	0,2/ 0,4/ 0,7/ 0,4/ 0,9/ - - - -	0,06/ 0,05/ 0,00/ 0,00/ 0,033/ 0,03/ 0,045/ 0,02/ 0,03
Макс.	2,2/ 1,6/ 8,0/ 1,9/ 2,4/ 2,5/ 22,0/ 3,1/ 2,6	1,3/ 0,6/ 1,9/ 0,6/ 1,4/ 0,6/ 2,8/ 4,2/ 3,8	10,0/ 11,0/ 3,2/ 0,5/ 0,9/ 1,5/ 12,0/ 1,2/ 1,2	6,4/ 0/ 0,1/ 0/ 0/ - - 15/ 12,3	1,7/ 0,9/ 3,8/ 1,9/ 4,1/ 24/ 2,0/ 15/ 12,3	378/ 94/ 91,0/ 10,0/ 50,0/ 55/ 53/ 26/ 47,7	0,9/ 3,9/ 35/ 30/ 91,0/ 75/ 21/ 12/ 8,2	39/ 16/ 309/ 569/ 275/ 505/ 377/ 290/ 289,5	1,7/ 1,7/ 1,5/ 8,7/ 6,2/ - - - -	0,33/ 0,27/ 0,04/ 0,01/ 0,20/ 0,09/ 0,17/ 0,09/ 0,31
ПДК сред.	0,2/ 0,1/ 0,2/ 0,1/ 0,2/ 0,17/ 0,3/ 0,2/ 0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1	0,2/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ - - <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,1/ - <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,1/ 0,25/ 0,25/ 0,3	0,3/ 0,1/ 0,16/ <0,1/ 0,25/ 0,2/ 0,16/ 0,25/ 0,18/ 0,3	<0,1/ <0,1/ 0,14/ <0,1/ 0,2/ 0,16/ 0,16/ <0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ 0,87 0,79 1,2/ 2,25/ 1/ 1,6/ 0,8	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ - - - - -	0,6/ 0,5/ <0,1/ <0,1/ 0,3/ 0,3/ 0,45/ 0,2/ 0,3
ПДК макс.	0,4/ 0,3/ 1,6/ 0,4/ 0,5/ 0,5/ 4,4/ 0,6/ 0,5	0,1/ <0,1/ 0,2/ <0,1/ 0,1/ <0,1/ 0,3/ 0,4/ 0,1	1,0/ 1,1/ 0,3/ <0,1/ 0,1/ 0,15/ 1,2/ 0,1/ 0,1	1,3/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ - - - -	0,2/ <0,1/ 0,38/ 0,19/ 0,4/ 2,4/ 0,2/ 1,5/ 1,2	7,6/ 1,9/ 1,8/ 0,2 1,0/ 1,1/ 1/ 0,5/ 0,95	<0,1/ <0,1/ 0,7/ 0,6/ 1,8/ 1,5/ 0,4/ 0,2/ 0,16	0,8/ 0,3/ 6,2/ 11,4/ 5,5/ 10,1/ 7,5/ 5,8/ 5,8	<0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,1 <0,1/ - - - -	3,3/ 2,7/ 0,4/ 0,1/ 2,0/ 0,9/ 1,7/ 0,9/ 3,0

Содержание биогенных элементов в водах Уссурийского залива в 2018 г. в целом соответствовало многолетней изменчивости. Средняя за год концентрация аммонийного азота не превысила 0,1 ПДК и составила 36,4 мкг/дм³. Значения изменялись в пределах 11–109 мкг/дм³, максимальная концентрация была отмечена в июле на ст. № 106 в придонном слое. Среднее содержание нитритов снизилось в 1,6 раза и составило 1,2 мкг/дм³ (в 2017 г. — 1,9 мкг/дм³) при диапазоне значений 0,1–5,4 мкг/дм³; максимум зарегистрирован в октябре на самой загрязненной прибрежной станции № 100 у Владивостока в придонном слое. Средняя концентрация нитратов повысилась очень незначительно и составила 15,3 мкг/дм³ (в 2017 г. — 14,3 мкг/дм³) при диапазоне значений 0,9–98,7 мкг/дм³; максимум отмечен в октябре на ст. № 106 в придонном слое. Среднегодовое значение общего азота очень незначительно снизилось с 983 до 925,8 мкг/дм³; диапазон концентрации составил 394–2177 мкг/дм³; максимум отмечен в октябре на ст. № 106 в придонном горизонте. Концентрация органического азота варьировала в пределах 365–2041 мкг/дм³, а средняя практически не изменилась по сравнению с прошлым годом и составила 869 мкг/дм³ (в 2017 г. — 886 мкг/дм³). Среднегодовое содержание аммония во всех крупных заливах остается примерно на одном уровне последние годы, при этом существенно уступает уровню загрязненности вод вблизи Владивостока (рис. 11.13).

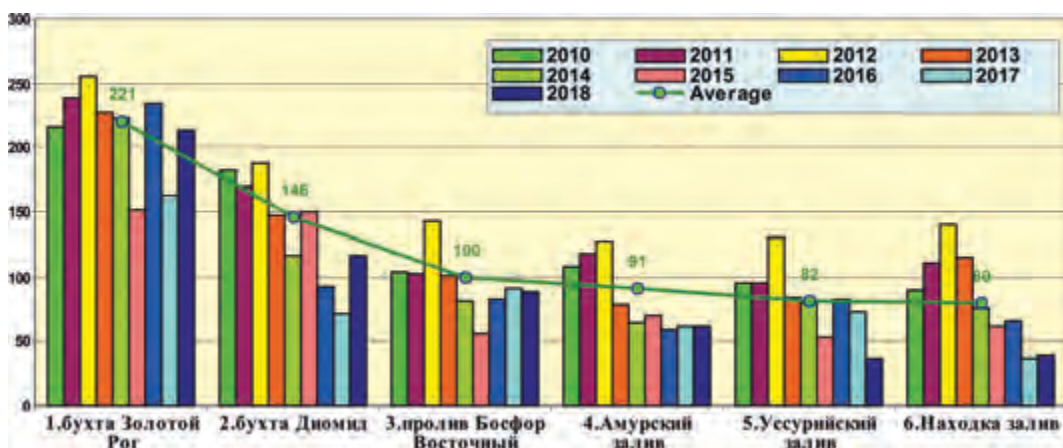


Рис. 11.13. Динамика средней концентрации аммонийного азота $N-NH_4$ (мкг/дм³) в отдельных районах залива Петра Великого Японского моря в 2010–2018 гг.

Содержание **фосфатов** в водах Уссурийского залива изменялось от 3,5 мкг/дм³ до 43,0 мкг/дм³, составив в среднем 13,7 мкг/дм³, что практически соответствует уровню прошлого года (12,9 мкг/дм³). Максимум зарегистрирован в октябре на ст. № 100 в придонном слое. Среднегодовая концентрация органического фосфора составила 4,5 мкг/дм³, что в 1,3 раза меньше прошлогодней (6,0 мкг/дм³), при диапазоне значений 0,0–19,9 мкг/дм³. Среднее содержание общего фосфора по сравнению с предыдущим годом незначительно снизилось и составило 18,27 мкг/дм³ (в 2017 г. — 19,05 мкг/дм³); диапазон 7,8–48,0 мкг/дм³. Максимум зарегистрирован в октябре на ст. № 106 в придонном слое. Средняя концентрация кремния в воде повысилась с 190,06 до 213,1 мкг/дм³; диапазон значений 19–1222 мкг/дм³, максимум отмечен в октябре на ст. № 100 у дна.

Среднегодовое содержание растворенного **кислорода** в водах Уссурийского залива соответствовало среднемноголетнему, но по сравнению с 2017 г. несколько снизилось и составило 9,36 мгО₂/дм³ или 102,3% насыщения, (в 2017 г. — 10,27 мгО₂/дм³). Минимальное содержание

кислорода (5,80 мг/дм³, 63,2% насыщения), зарегистрированное в апреле на ст. № 108 в придонном слое, несколько ниже норматива. Качество вод Уссурийского залива в 2018 г. по **ИЗВ** (1,56 — IV класс, «загрязненные») осталось на уровне прошлого года. К числу приоритетных загрязняющих веществ относятся нефтяные углеводороды, фенолы, детергенты и железо. Кислородный режим в норме.

Работы по определению загрязнения **донных отложений** Уссурийского залива в 2018 г. проводились в апреле и октябре, всего было отобрано 18 проб. Содержание НУ в пробах изменялось от 30 до 340 мкг/г сухого остатка, составив в среднем 80 мкг/г (1,6 ДК); максимум (6,8 ДК), как и в придонном слое, отмечен в октябре у Владивостока. По сравнению с 2017 г. среднее содержание НУ в донных отложениях очень незначительно снизилось с 1,8 до 1,6 ДК. Превышение допустимого уровня концентрации в соответствии с зарубежными нормативами наблюдалось в 44,4% проб.

Концентрация фенолов в пробах донных отложений Уссурийского залива была в диапазоне 1,0–7,6 мкг/г, составила в среднем 2,7 мкг/г, что в 1,7 раза ниже прошлого года (4,6 мкг/г). Максимум отмечен в октябре у Большого Камня.

Концентрация α -ГХЦГ в осадках залива в 2018 г. варьировала от аналитического нуля до 4,0 нг/г; среднее значение (0,6 нг/г) не изменилось по сравнению с 2017 г.; максимум был зафиксирован в октябре у Владивостока. Содержание γ -ГХЦГ (линдан) было в диапазоне 0,0–1,2 нг/г (24 ДК), составив в среднем 0,2 нг/г (4 ДК), по сравнению с прошлым годом снизилось в 3,5 раза (2017 г. — 15,8 ДК). Максимальная концентрация была отмечена также в апреле и на той же станции № 100.

Концентрация ДДТ в донных отложениях Уссурийского залива была в пределах 0,4–3,0 нг/г, в среднем — 1,1 нг/г; ДДЭ — 0,1–3,2/0,8 нг/г; ДДД — 0,1–25,0/2,9 нг/г. Средняя суммарная концентрация ХОП группы ДДТ составила 4,8 нг/г (1,9 ДК). По сравнению с 2017 г. отмечено снижение этого показателя в 2,6 раза с 5 до 1,9 ДК; по максимальному значению — в 3 раза и составило в 2018 г. 31,2 нг/г (12,5 ДК), в 2015 г. — 45 ДК, в 2016 г. — 20 ДК, в 2017 г. — 38,7 ДК. Среднегодовая концентрация альдрина составила 0,1 нг/г. В период проведения наблюдений значения изменялись от аналитического нуля до 0,4 нг/г. Среднее содержание суммы ПХБ (полихлорбифенилы) в донных отложениях повысилось в 2,5 раза и составило 20,7 нг/г при диапазоне 4,5–79,2 нг/г. Наиболее сильно загрязнены донные отложения вблизи Владивостока в районе ст. № 100, именно в этом районе отмечен максимум — практически 4 ДК.

В 2018 г. средняя концентрация всех определяемых в донных отложениях Уссурийского залива **металлов** была ниже 1 ДК (табл. 11.10). По сравнению с 2017 г. снизилось среднее содержание меди, кобальта, кадмия, никеля, железа и ртути, но немного повысилось цинка и хрома. Максимальная концентрация всех определяемых металлов не превысила ДК.

Таблица 11.10. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях Уссурийского залива в 2010–2018 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	9,4/ 9,2/ 8,9/ 7,9/ 6,74/ 11,4/ 9,43/ 12,5. 7,9	15,8/ 17,4/ 12,3/ 12,9/ 10,4/ 11,8/ 11,2/ 12,0/ 11,6	0,06/ 0,07/ 0,10/ 0,60/ 0,34/ 1,5/ 0,7/ 0,6/ 0,3	3,4/ 3,1/ 2,1/ 3,4/ 2,7/ 4,6/ 3,8/ 3,8/ 2,3	5,4/ 7,4/ 5,9/ 10,8/ 6,1/ 8,6/ 10,4/ 7,9/ 6,2	30,9/ 43/ 49,2/ 41,3/ 37,2/ 37,9/ 37,6/ 18,0/ 34,1	72,7/ 92/ 92,9/ 93,6/ 42,0/ 104,6/ 77,8/ 89,9/ 84,2	15926/ 14231/ 16786/ 18000/ 14483/ 14045/ 13246/ 18147/ 13258	12,2/ 13,4/ 16,7/ 12,6/ 17,2/ 37,7/ 13,7/ 9,5/ 11,5	0,06/ 0,05/ 0,08/ 0,05/ 0,04/ 0,065/ 0,08/ 0,10/ 0,05

Макс.	34,0/	50,0/	0,4/	9,9/	14,0/	71,0/	186/	32115/	24,0/	0,21/	
	48,0/	91,0/	0,5/	6,7/	16,0/	151/	209/	31886/	32/	0,39/	
	40,0/	44,0/	0,5/	5,4/	13,0/	193/	164/	32529/	30/	0,31/	
	23,0/	27,0/	1,1/	9,0/	21,0/	109/	228/	39543/	38/	0,16/	
	24,0/	30,0/	0,7/	5,6/	13,0/	66/	194/	27776/	28/	0,08/	
	40,0/	45,0/	2,4/	24,0/	27,0/	101/	201/	33553/	64/	0,34/	
	27,0/	33,0/	1,4/	7,4/	55,0/	82,0/	228/	25019/	35/	0,23/	
	58,0/	59,0/	2,1/	6,9/	12,0/	52,0/	180/	27398/	18/	0,48/	
	25,6	37,9	0,4	4,8	11,2	82,9	211,7	27657	19,9	0,16	
	ДК сред.	0,3/	0,2/	<0,1/	0,2/	0,2/	0,2/	-	-	0,1/	0,2/
		0,3/	0,2/	<0,1/	0,2/	0,2/	0,3/	-	-	0,1/	0,2/
0,25/		0,14/	0,13/	0,1/	0,17/	0,35/	-	-	0,17/	0,26/	
0,2/		0,15/	0,75/	0,2/	0,3/	0,3/	-	-	0,13/	0,17/	
0,2/		0,1/	0,4/	0,13/	0,2/	0,3/	-	-	0,17/	0,13/	
0,3/		0,13/	1,9/	0,2/	0,24/	0,3/	-	-	0,38/	0,22/	
0,3/		0,13/	0,9/	0,2/	0,3/	0,3/	-	-	0,14/	0,26/	
0,4/		0,14/	0,75/	0,2/	0,2/	0,13/	-	-	0,095/	0,3/	
0,2		0,1	0,4	0,1	0,2	0,25	-	-	0,12	0,2	
ДК max.		0,97/	0,6/	0,5/	0,5/	0,8/	0,5/	-	-	0,2/	0,7/
		1,4/	1,1/	0,6/	0,3/	0,6/	1,1/	-	-	0,3/	1,3/
	1,14/	0,5/	0,6/	0,3/	0,37/	1,38/	-	-	0,3/	1,0/	
	0,7/	0,3/	1,4/	0,45/	0,6/	0,8/	-	-	0,4/	0,53/	
	0,7/	0,4/	0,9/	0,3/	0,65/	0,5/	-	-	0,28/	0,27/	
	1,1/	0,5/	3,0/	1,2/	0,77/	0,7/	-	-	0,6/	1,1/	
	0,8/	0,4/	1,75/	0,4/	1,6/	0,6/	-	-	0,4/	0,8/	
	1,66/	0,7/	2,6/	0,35/	0,3/	0,4/	-	-	0,2/	1,6/	
	0,7	0,45	0,5	0,2	0,3	0,6	-	-	0,2	0,5	

11.8. Залив Находка

Залив Находка расположен на юге Приморского края на востоке залива Петра Великого Японского моря. Площадь поверхности 140 км². Включает бухты Находка, Врангеля, Козьмина, Новицкого и небольшие другие. На берегу залива расположен город Находка. В заливе находятся 4 порта и 4 судоремонтных завода. Базовый порт для судов Приморского морского пароходства. Приливы в заливе незначительные, в среднем 16–17 см, максимум — 60 см. Остров Лисий защищает от морских волн западную часть залива. Акватория имеет мягкий ледовый режим, толщина льда не превышает 6–7 см. В течение зимы происходит 2–3 полных очищения бухты Находка ото льда, а бухта Врангеля вообще практически не замерзает.



Рис. 11.14. Станции отбора проб в заливе Находка в 2018 г.

На акватории залива Находка в 2018 г. гидрохимические наблюдения проводились в мае, июле и сентябре, на 12 станциях было отобрано 95 проб воды и 24 пробы донных отложений (рис. 11.14). В эти месяцы **температура** воды изменялась в пределах 2,48–19,64 °С, составив в среднем 12,32 °С. Соленость варьировала от 22,0‰ в сентябре на ст. № 1 до 33,9‰ в июле на ст. № 12, оба экстремума в поверхностном слое; среднегодовое значение составило 32,3‰. Значения рН изменялись от 7,20 до 8,16; в среднем — 7,78.

Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне 1,7–16,4 мг/дм³, максимум отмечен в сентябре. Средняя величина по сравнению с 2017 г. повысилась в 2 раза с 4,48 до 9,81 мг/дм³. Среднегодовое значение биохимического потребления кислорода (БПК₅) в 2018 г. — 1,36 мгО₂/дм³ (0,6 ПДК); по сравнению с предыдущим годом (2,59 мгО₂/дм³) оно снизилось в 2 раза. Максимум БПК₅ (4,0 мгО₂/дм³, 1,9 ПДК) зарегистрирован в июле на ст. № 1 в поверхностном слое. Прозрачность воды бухты не более 9 м.

Содержание **НУ** в водах залива в период наблюдений изменялось в диапазоне 0,00–0,51 мг/дм³ (10 ПДК), составив в среднем 0,04 мг/дм³ (0,8 ПДК), что в 2 раза меньше прошлогоднего значения. Максимальная концентрация была зафиксирована в сентябре в прибрежном районе вблизи бухты Врангеля на ст. № 35 в поверхностном слое. В 17,7% проб концентрация НУ была выше ПДК. По визуальным наблюдениям в 2018 году за состоянием поверхности залива Находка случаев значительного покрытия (51–100%) видимой водной поверхности пятнами нефтепродуктов не наблюдалось.

Концентрация **фенолов** изменялась в пределах 0,5–2,7 мкг/дм³, среднегодовой показатель составил 1,1 мкг/дм³ (1,1 ПДК), что несколько выше уровня 2017 г. Максимальная концентрация (почти 2,7 ПДК) была зарегистрирована в июле на ст. № 1 в кутовой части бухты Находка. В 41,7% проб концентрация фенолов была выше предельно допустимого значения.

Содержание **АПАВ** в водах залива Находка по сравнению с предыдущим периодом повысилось. В 2018 г. диапазон значений составил 13–829 мкг/дм³, в среднем — 293,9 мкг/дм³ (2,9 ПДК), по сравнению с 2017 г. среднее содержание повысилось в 1,2 раза, а по сравнению с 2016 г. — в 1,5 раза. Максимальная концентрация была зарегистрирована в июле на ст. № 2 в бухте Находка. В 89,6% проб концентрация АПАВ была выше предельно допустимого значения. На всей акватории залива Петра Великого во всех районах наблюдений средняя концентрация АПАВ существенно повысилась (рис. 11.8).

Среднегодовая концентрация всех определяемых тяжелых **металлов** в водах залива Находка в 2018 г. не превышала 1 ПДК (табл. 11.11). Максимальная концентрация превысила норматив по железу (2,7 ПДК) и ртути (1,2 ПДК). Оба максимума были зафиксированы на одной и той же станции № 12 на выходе из бухты в центральной части.

Концентрация аммонийного **азота** в водах залива изменялась в диапазоне 10–197 мкг/дм³, составив в среднем 39,4 мкг/дм³. Максимум отмечен в мае в куте бухты Находка в поверхностном слое. Среднегодовое содержание аммонийного азота по сравнению с 2017 г. практически не изменилось. Концентрация нитритов изменялась в диапазоне 0,1–8,5 мкг/дм³, в среднем — 1,5 мкг/дм³; по сравнению с 2017 г. (2,1 мкг/дм³) среднегодовое содержание нитритов снизилось в 1,4 раза. Максимум был отмечен в сентябре на ст. № 1 в бухте Находка в поверхностном слое. Концентрация нитратов изменялась в диапазоне 0,9–198,5 мкг/дм³, в среднем — 16,6 мкг/дм³; по сравнению с 2017 г. (12,6 мкг/дм³) среднее содержание нитратов повысилось в 1,3 раза. Максимум был зафиксирован в сентябре на той же ст. № 1 в бухте Находка в поверхностном слое. Среднегодовая концентрация органического азота по сравнению с 2017 г. (788 мкг/дм³) снизилась и составила 686 мкг/дм³ при диапазоне значений 353–1666 мкг/дм³. Среднее содержание общего азота также снизилось с 833 до 744,5 мкг/дм³; диапазон значений — 395–1711 мкг/дм³. Максимальное содержание общего азота зарегистрировано в июле в бухте Находка на ст. № 2 в придонном слое.

Таблица 11.11. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах залива Находка в 2010–2018 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Средняя	0,7/ 0,7/ 1,0/ 0,5/ 1,3/ 0,6/ 1,1/ 0,4/ 0,9	0,1/ 0,1/ 0,1/ 0,1/ 0,3/ 0,09/ 0,5/ 0,2/ 0,9	0,3/ 0,2/ 0,3/ 0,09/ 0,3/ 0,19/ 0,4/ 0,9/ 0,2	0,006/ 0,002/ 0,000/ 0,000/ 0,000/ - - - -	0,3/ 0,2/ 0,3/ 0,3/ 0,7/ 0,4/ 1,0/ 0,6/ 0,4	8,7/ 5,2/ 8,0/ 5,7/ 15,3/ 9,7/ 10,7/ 12,1/ 9,9	0,07/ 0,11/ 0,6/ 3,0/ 7,8/ 3,7/ 2,7/ 8,9/ 2,3	6,0/ 4,9/ 35,5/ 18,0/ 48,5/ 24,2/ 36,6/ 53,9/ 21,5	0,51/ 0,55/ 0,80/ 0,5/ 1,5/ - - - -	0,17/ 0,05/ 0,01/ 0,00/ 0,05/ 0,04/ 0,03/ 0,03/ 0,03
Макс.	1,5/ 1,9/ 10,0/ 1,4/ 3,0/ 1,8/ 5,1/ 1,6/ 7,8	0,3/ 0,8/ 0,4/ 0,4/ 1,6/ 0,6/ 2,7/ 2,8/ 8,0	1,4/ 2,0/ 1,9/ 0,5/ 3,8/ 1,1/ 5,2/ 6,3/ 1,1	0,1/ 0,1/ 0,2/ 0,0/ 0,0/ - - - -	0,18/ 0,8/ 1,6/ 0,7/ 3,0/ 2,3/ 42,0/ 3,2/ 2,1	78/ 24/ 49/ 109/ 137/ 53,0/ 55,0/ 52,0/ 32,2	1,2/ 4,1/ 38,0/ 23,0/ 43/ 19,0/ 17,0/ 122,0/ 42,2	121/ 37/ 437/ 43/ 387/ 170/ 112/ 176/ 135	8,4/ 1,9/ 7,5/ 1,2/ 20,0/ - - - -	1,42/ 0,18/ 0,23/ 0,00/ 0,60/ 0,15/ 0,13/ 0,09/ 0,12
ПДК сред.	0,1/ 0,1/ 0,2/ 0,1/ 0,3/ 0,1/ 0,2/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1	0,3/ 0,1/ 0,16/ 0,1/ 0,3/ 0,19/ 0,2/ 0,25/ 0,2	<0,1/ <0,1/ 0,1/ <0,1/ 0,16/ <0,1/ <0,1/ 0,2/ <0,1	0,1/ <0,1/ 0,7/ 0,36/ 0,97 / 0,48/ 0,7/ 1,1 / 0,4	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ - - - -	1,7 / 0,5/ 0,1/ <0,1/ 0,5/ 0,4/ 0,3/ 0,3/ 0,3
ПДК max.	0,3/ 0,4/ 2,0 / 0,3/ 0,6/ 0,36/ 1 / 0,3/ 1,6	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,16/ <0,1/ 0,3/ 0,3/ 0,8	0,1/ 0,2/ 0,2/ <0,1/ 0,4/ 0,1/ 0,5/ 0,6/ 0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ - - - -	<0,1/ <0,1/ 0,16/ <0,1/ 0,3/ 0,2/ 4,2 / 0,3/ 0,2	0,3/ 0,1/ 1,0 / 2,2 / 2,7 / 1,06 / 1,1 / 1,0 / 0,65	<0,1/ <0,1/ 0,76/ 0,5/ 1,2 / 0,4/ 0,3/ 2,4 / 0,85	2,4 / 0,7/ 8,7 / 0,86/ 7,7 / 3,4 / 2,2 / 3,5 / 2,7	0,12/ <0,1/ 0,1/ <0,1/ 0,30/ - - - -	14,2 / 1,8 / 2,3 / <0,1/ 6,0 / 1,5 / 1,3 / 0,9/ 1,2

Содержание **фосфатов** в заливе Находка изменялось в пределах 2,7–33,0 мкг/дм³, составив в среднем за период наблюдений 10,9 мкг/дм³ (в 2017 г. — 12,6 мкг/дм³), в 1,2 раза ниже уровня прошлого года. Максимальная концентрация была зарегистрирована в сентябре в куте бухты Находка в придонном слое. Концентрация общего фосфора изменялась от 5,9 до 38,0 мкг/дм³; среднее значение составило 15,1 мкг/дм³ (в 2017 г. — 16,75 мкг/дм³). Максимальная концентрация была зафиксирована в сентябре на ст. №1 в бухте Находка и тоже в придонном слое. Концентрация органического фосфора была в диапазоне 0,8–21,1 мкг/дм³; среднее содержание (4,2 мкг/дм³) не изменилось по сравнению с 2017 г. (4,0 мкг/дм³). Среднегодовая концентрация кремния в водах залива Находка в 2018 г. повысилась в 1,8 раза и составила 359,8 мкг/дм³ (в 2017 г. — 195 мкг/дм³), диапазон концентрации составил 37–6528 мкг/дм³. Максимум был зафиксирован в сентябре в вершине залива на поверхности в зоне влияния стока реки Партизанская на ст. №18.

Кислородный режим в 2018 г. был в пределах нормы. Среднее содержание растворенного **кислорода** в водах залива Находка составило 10,15 мгО₂/дм³, 115,4% насыщения. Минимальная концентрация кислорода (6,26 мгО₂/дм³, 81,10% насыщения) была отмечена в сентябре в бухте Находка на ст. №1. По значению расчетного индекса **ИЗВ** (1,36) в период наблюдений 2018 г. качество вод в заливе Находка несколько улучшилось по сравнению с 2017 г. (1,47),

но соответствовало тому же IV классу («загрязненные»). Традиционно приоритетными загрязняющими веществами были детергенты, нефтяные углеводороды, легко окисляемые органические вещества по БПК₅, фенолы, а из металлов — железо. Отдельные акватории залива Находка различаются по уровню загрязненности. В последние годы в бухте Находка качество вод немного хуже, чем в центральной части залива Находка и бухте Врангеля (табл. 11.3).

В заливе Находка в мае и сентябре 2018 г. было отобрано 16 проб **донных отложений**. Содержание нефтяных углеводородов в целом по заливу варьировало в очень широком диапазоне от 90 до 2580 мкг/г сухого грунта, в среднем 561 мкг/г (11,2 ДК). Максимальное значение (52 ДК) зарегистрировано в сентябре на ст. №1 в кутовой части бухты Находка. Превышение допустимого уровня концентрации в соответствии с зарубежными нормативами наблюдалось в 100% проб. Уровень загрязненности осадков нефтяными углеводородами был очень неравномерным — наибольшие значения традиционно отмечены в пробах из бухты Находка, в остальных частях акватории залива они были меньше на порядок (табл. 11.12). Многолетняя динамика уровня загрязненности нефтяными углеводородами донных отложений залива Находка показывает незначительную межгодовую изменчивость и относительно невысокий уровень (рис. 11.6). По сравнению с наиболее загрязненными участками вблизи Владивостока, особенно в бухте Золотой Рог, средняя величина для донных отложений залива на один-полтора порядка меньше.

Таблица 11.12. Минимальная, максимальная и средняя концентрация нефтяных углеводородов (мкг/г) в донных отложениях различных участков залива Находка в 2017/2018 г.

Акватория	Кол-во проб	Min	Max	Средняя
Залив Находка (центральная часть)	24	70/110	490/670	167/245
Бухта Врангеля	2	120/270	170/280	145/275
Бухта Находка	4	1720/1819	3890/2580	2600/2195
Бухта Козьмино*	2	90	130	110

* — данные по бухте Козьмино только за 2018 год

Содержание фенолов в донных отложениях залива изменялось в пределах 1,3–7,7 мкг/г, среднее значение составило 3,7 мкг/г; по сравнению с 2017 г. (6,15 мкг/г) снизилось в 1,7 раза. Максимальная концентрация отмечена в сентябре в бухте Врангеля на ст. №25.

Средняя концентрация **α-ГХЦГ** составила 0,9 нг/г, максимальная — 3,4 нг/г и была зафиксирована в мае в бухте Находка на ст. №1. Среднее содержание **γ-ГХЦГ** (линдан) составило 0,2 нг/г (4 ДК, табл. 11.13). Максимальная концентрация **γ-ГХЦГ** составила 1,8 нг/г (36 ДК) и была зарегистрирована в мае в куте бухты Находка. По сравнению с 2017 г. уровень загрязненности донных отложений **γ-ГХЦГ** снизился с 16 до 4 ДК. Суммарная концентрация линдана и его изомера достигала 1,1 нг/г, что практически соответствует уровню 2017 г. (рис. 11.15).

В 2018 г. средняя суммарная концентрация ХОП группы ДДТ составила 6,7 нг/г (2,7 ДК), что в 2,7 раза меньше прошлого года. Среднее содержание ДДТ в донных отложениях составило 3,1 нг/г, ДДЭ — 1,2 нг/г, ДДД — 2,4 нг/г. Максимальная суммарная концентрация всех изомеров группы ДДТ была зафиксирована в мае в бухте Находка на ст. №1. Осенью содержание ДДТ не измерялось. Содержание альдрина в донных отложениях залива Находка в 2018 г. в среднем составило 0,3 нг/г (в 2017 г. — 0,1 нг/г), максимальное значение — 0,5 нг/г. Среднее суммарное содержание ПХБ в 2018 г. не изменилось и составило, как и в 2017 г., 1,6 ДК. Максимальная концентрация полихлорбифенилов (182,1 нг/г, 9 ДК) была зарегистрирована в мае в бухте Находка на ст. №2.

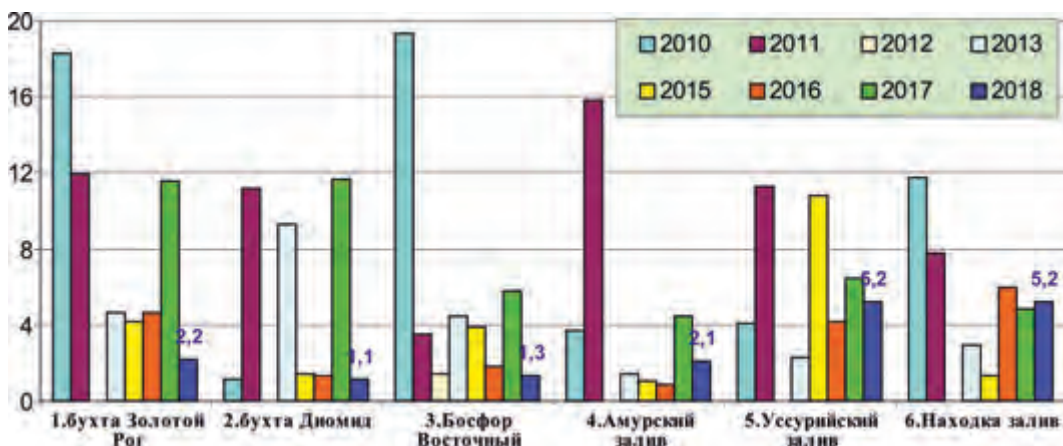


Рис. 11.15. Изменение максимальной суммарной концентрации пестицидов группы ГХЦГ (нг/г) в донных отложениях отдельных районов залива Петра Великого в 2010–2018 гг.

Таблица 11.13. Средняя и максимальная концентрация пестицидов (нг/г) в донных отложениях залива Находка в 2017–2018 гг.

	α-ГХЦГ	γ-ГХЦГ линдан	ДДТ	ДДЭ	ДДД	Сумма ДДТ	Сумма ПХБ	Альдрин
Сред.	0,4/1,6	0,8/0,4	10,0/3,1	2,4/1,2	5,6/2,4	18,1/6,7	31,4/36,25	0,1/0,3
Макс.	1,9/3,4	3,7/1,8	101,7/7,8	23,3/4,0	53,1/11,1	178,1/22,9	249,1/182,1	0,7/0,5
ДК сред.		16/4				7,2/3	1,6/1,6	
ДК max.		74/36				71,2/11,5	12,5/9,1	

В 2018 г. среднегодовая концентрация всех тяжелых металлов в донных отложениях залива Находка не превышала допустимого уровня. Максимальные значения меди (3,2 ДК) и свинца (1,4 ДК) были отмечены в мае в бухте Находка на ст. № 1, а цинка (2,2 ДК) в сентябре в бухте Находка на ст. № 2. Максимум по ртути (4,1 ДК) был зафиксирован в мае в центральной части залива Находка на ст. № 15. Максимальная концентрация остальных металлов не превышала допустимый уровень (табл. 11.14).

Таблица 11.14. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях залива Находка в 2010–2018 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	28,4/	20,5/	0,10/	4,4/	8,5/	80,9/	134,1/	27136/	13,0/	0,09/
	20,4/	16,7/	0,44/	5,6/	13,2/	75,3/	131,0/	21763/	14,5/	0,11/
	23,4/	18,6/	0,2/	4,1/	9,6/	83,4/	145,2/	26340/	23,3/	0,08/
	15,7/	18,7/	0,8/	2,7/	13,4/	72,3/	139,8/	20935/	12,7/	0,11/
	14,6/	17,6/	0,4/	4,8/	10,1/	60,4/	105,8/	24239/	17,6/	0,10/
	17,4/	10,2/	1,3/	3,2/	14,4/	70,2/	154,0/	22495/	33,7/	0,13/
	19,05/	16,7/	2,1/	4,8/	15,3/	71,95/	125,7/	19810/	16,95/	0,31/
	20,3/	14,8/	0,3/	5,4/	8,7/	84,1/	116,6/	21823/	38,8/	0,16/
	19,6	21,6	0,2	4,7	11,1	84,7	147,5	24102	19,0	0,15
	Макс	227,0/	119,0/	1,0/	9,1/	16,0/	373,0/	225,0/	62293/	26,0/
175,0/		104,0/	7,8/	15,0/	80,0/	422,0/	245,0/	46576/	35,0/	0,96/
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/
54,0/		74,0/	0,8/	7,1/	16,0/	260,0/	137,0/	35824/	26,0/	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	295,6	34422	33,3	1,23

ДК сред.	0,8/	0,2/	0,1/	0,2/	0,2/	0,6/	-	-	0,1/	0,3/	
	0,6/	0,2/	0,6/	0,3/	0,4/	0,5/			0,1/	0,4/	
	0,7/	0,2/	0,25/	0,2/	0,3/	0,6/			0,2/	0,3/	
	0,4/	0,2/	1,0/	0,14/	0,4/	0,5/			0,1/	0,4/	
	0,4/	0,2/	0,5/	0,2/	0,3/	0,4/			0,2/	0,3/	
	0,5/	0,12/	1,6/	0,16/	0,4/	0,5/			0,3/	0,4/	
	0,5/	0,2/	2,6/	0,2/	0,4/	0,5/			0,2/	1/	
	0,6/	0,2/	0,4/	0,3/	0,3/	0,6/			0,4/	0,5/	
	0,7	0,3	0,25	0,2	0,3	0,6			0,2	0,5	
	ДК max.	6,5/	1,4/	1,3/	0,5/	0,5/	2,7/	-	-	0,3/	1,0/
		5,0/	1,2/	9,8/	0,8/	2,3/	3,0/			0,4/	3,2/
5,0/		1,6/	1,4/	0,4/	0,4/	2,9/			0,43/	1,3/	
2,0/		1,3/	2,9/	0,3/	0,6/	2,1/			0,36/	1,8/	
1,5/		0,9/	1,0/	0,4/	0,5/	1,86/			0,3/	1,6/	
1,85/		0,5/	4,5/	0,3/	0,9/	1,5/			0,6/	1,9/	
3,8/		0,86/	26,3/	0,4/	0,9/	2,2/			0,4/	7,5/	
3,4/		0,7/	2,0/	0,4/	0,5/	2,2/			0,9/	1,8/	
3,2		1,4	0,9	0,4	0,6	2,2			0,3	4,1	

11.9. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив

Основными источниками загрязнения прибрежной акватории Японского моря в районе г. Александровск-Сахалинский по-прежнему 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. Александровск исследования уровня загрязнения морских вод и донных отложений проводился Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск). В 2018 г. в период с мая по октябрь ежемесячно на 5 станциях было отобрано и обработано 30 проб.

В исследуемый период времени температура воды изменялась от 1,6°C в начале мая до 19,6°C в первой декаде июля, когда наблюдался наибольший прогрев; среднегодовой показатель температуры — 12,14°C. Соленость варьировала от 22,63‰ в начале мая до 33,33‰ в начале июля, составив в среднем 31,12‰. Хлорность была в диапазоне 12,52–18,45‰, средняя — 17,24‰. Значения pH изменялись в диапазоне 7,88–8,28, среднее — 7,98. Щелочность была в пределах 1,698–2,380 мг-экв/дм³, в среднем за период наблюдений — 2,240 мг-экв/дм³, что близко к величине предыдущего года — 2,210 мг-экв/дм³. Концентрация взвешенных частиц в морской воде изменялась в диапазоне 8–347 мг/дм³, в среднем — 65,57 мг/дм³ (6,5 ПДК), что почти в 2 раза меньше прошлогоднего значения (115 мг/дм³, 11,5 ПДК). Три наибольших значения (выше 100 мг/дм³) были зафиксированы в октябре. Концентрация легко окисляемых органических веществ по БПК₅ в среднем была 1,79 мгО₂/дм³ (0,85 ПДК); максимальная величина была зафиксирована в июне и достигла 5,1 мгО₂/дм³ (2,4 ПДК); средний показатель несколько повысился с 0,6 до 0,85 ПДК.

В 2018 г. содержание НУ в водах рейда порта г. Александровск изменялось от аналитического нуля в 9 пробах из 30 (DL=0,02 мг/дм³) до 0,103 мг/дм³ (2,1 ПДК). Средняя концентрация в 2018 г. по сравнению с предыдущим годом практически не изменилась и составила 0,7 ПДК (табл. 11.1). Максимальная концентрация снизилась в 1,6 раза и была отмечена в июне. Концентрация фенолов во всех пробах морской воды была ниже аналитического нуля. Уровень загрязненности морских вод СПАВ примерно соответствовал уровню 2017 г. — средняя величина 9,8 (<0,1 ПДК), максимум — 37 мкг/дм³ (0,4 ПДК). Детергенты не были обнаружены только в двенадцати пробах, а в прошлом году — в девяти.

Среднее содержание меди в 2018 г. снизилось почти в 2 раза и составило 3,74 мкг/дм³ (0,75 ПДК), максимум достигал 17,0 мкг/дм³ (3,4 ПДК) и был зафиксирован в первой декаде

мая. Концентрация цинка и свинца была невысокой и составила в среднем 2,79 и 0,13 мкг/дм³ (<0,1 ПДК), а кадмий в пробах не был обнаружен.

Концентрация **биогенных** элементов в исследуемый период была в пределах среднелетних значений. Содержание аммонийного азота было выше предела обнаружения (DL=20 мкг/дм³) только в пяти пробах, диапазон 21–282 мкг/дм³, среднее — 19,7 мкг/дм³. Концентрация нитритов была ниже DL (0,5 мкг/дм³) в 23 пробах из 30 обработанных, а в остальных пробах не превышала 1,0 мкг/дм³. Содержание нитратов изменялось от нуля до значений ниже 5 мкг/дм³ в 17 пробах; в остальных пробах оно изменялось в диапазоне 5–167 мкг/дм³, максимум был зафиксирован в майской пробе.

В период проведения наблюдений в 6 пробах содержание минерального фосфора было ниже предела обнаружения DL=5 мкг/дм³. Среднее содержание фосфатов в 2018 г. составило 11,36 мкг/дм³, (в 2017 г. — 8,4 мкг/дм³), а максимум отмечен в октябре — 21,46 мкг/дм³. Диапазон концентрации кремния составил 48–1040 мкг/дм³, средняя концентрация — 237,2 мкг/дм³, что в 1,6 раза ниже прошлогодней — 386 мкг/дм³. Максимум был отмечен в мае, а среднемесячные значения составили: 630; 79,6; 233,8; 220,8; 124,2 и 134,6 мкг/дм³ с мая по октябрь соответственно.

Кислородный режим в водах Татарского пролива соответствовал многолетней норме: содержание растворенного кислорода в воде изменялось в диапазоне от 7,47 до 11,37 мгО₂/дм³, составив в среднем — 8,82 мгО₂/дм³ (в 2017 г. — 8,51 мгО₂/дм³). По значению индекса **ИЗВ** (0,74) в 2018 г. качество вод Татарского пролива улучшилось по сравнению с 2017 г. и соответствовало II классу, «чистые» (табл. 11.3). Приоритетными загрязнителями были нефтяные углеводороды, органические вещества по БПК₅ и медь.

В пробах **донных отложений**, отбираемых ежемесячно с мая по октябрь, содержание нефтяных углеводородов изменялось в диапазоне от 6 до 63 мкг/г (1,3 ДК), а среднее значение (24,66 мкг/г) практически не отличалось от прошлогоднего (табл. 11.15). Содержание фенолов в донных отложениях в 9 пробах не превысило уровня чувствительности метода определения (DL=0,05 мкг/г); в остальных пробах достигало 2,39 мкг/г и составило в среднем 0,34 мкг/г. Среднее и максимальное содержание металлов в осадках изменялось в целом незначительно, и только наибольшее содержание цинка превышало норматив. Концентрация меди несколько снизилась.

Таблица 11.15. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ (мкг/г) в донных отложениях Татарского пролива у г. Александровск-Сахалинский в 2016–2018 гг.

Район	Ингредиент	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
		С*	ДК	С*	ДК	С*	ДК
Татарский пролив: г. Александровск- Сахалинский	НУ	7,8	0,16	19,5	0,4	24,66	0,49
		37	0,7	113	2,3	63,00	1,26
	Фенолы	0,07		0,04		0,34	
		0,52		0,29		2,39	
	Медь	0,58	<0,1	1,90	<0,1	1,55	<0,1
		3,1	<0,1	7,8	0,2	4,60	0,13
	Цинк	16,5	0,1	30,2	0,2	28,13	0,2
221		1,6	187	1,3	150,10	1,1	
Кадмий	0,17	0,2	0,04	<0,1	0,03	<0,1	
	1,90	2,4	0,06	<0,1	0,05	<0,1	
Свинец	5,9	<0,1	2,1	<0,1	0,14	<0,1	
	130,0	1,5	10,0	0,1	4,10	<0,1	

Таблица 11.1. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах залива Петра Великого Японского моря в 2016–2018 гг.

Район	Ингредиент	2016 г.		2017 г.*		2018 г.*	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
1. бухта Золотой Рог	НУ	0,21	4,2	0,18	3,6	0,096	1,92
		1,78	35,6	0,51	10,2	0,25	5,0
	Фенолы	0,8	0,8	0,86	0,9	1,21	1,21
		1,8	1,8	1,6	1,6	2,2	2,2
	АПAB	198	2,0	282	2,8	330,3	3,3
		430	4,3	555	5,6	949,0	9,5
	Аммонийный азот	235	0,1	163	<0,1	213	<0,1
		1192	0,5	1002	0,35	1065	0,37
	Медь	1,8	0,4	1,6	0,3	1,6	0,3
		4,7	0,9	3,9	0,8	4,2	0,8
	Железо	24,7	0,5	55,6	1,1	36,5	0,7
		47	0,9	214	4,3	193	3,9
	Цинк	9,1	0,18	17,0	0,3	13,9	0,3
		23,0	0,5	112	2,2	37,5	0,75
	Свинец	0,6	<0,1	0,3	<0,1	2,2	0,2
2,3		0,2	3,2	0,3	9,9	0,99	
Марганец	6,0	0,1	2,0	<0,1	0,9	<0,1	
	36,0	0,7	12,0	0,2	3,3	<0,1	
Кадмий	1,3	0,1	0,8	<0,1	0,29	<0,1	
	16	1,6	3,5	0,35	0,8	<0,1	
Ртуть	0,041	0,4	0,03	0,3	0,03	0,3	
	0,16	1,6	0,10	1,0	0,09	0,9	
БПК ₅	4,16	1,4	2,64	1,3	2,14	1,0	
	13,0	4,3	7,00	3,3	6,0	2,9	
Взвешенные вещества	6,4	0,6	6,9	0,7	9,04	0,9	
	20,5	2,1	14,3	1,4	27,9	2,8	
Кислород	7,65		7,60		7,43		
	2,73	0,46	3,84	0,64	4,40	0,74	
2. бухта Диомид	НУ	0,095	1,9	0,22	4,4	0,082	1,64
		0,23	4,6	0,45	9,0	0,14	2,8
	Фенолы	1,0	1,0	0,9	0,9	0,93	0,93
		2,7	2,7	1,7	1,7	1,5	1,5
	АПAB	232	2,3	243	2,4	308,7	3,09
		347	3,5	310	3,1	559,0	5,6
	Аммонийный азот	92,7	<0,1	71,2	<0,1	115,6	<0,1
		173	<0,1	131	<0,1	221	<0,1
	Медь	1,5	0,3	1,5	0,3	1,7	0,3
		2,3	0,5	2,4	0,5	4,0	0,8
	Железо	22,6	0,4	37,95	0,76	25,8	0,5
		55,0	1,1	102	2	44,0	0,9
	Цинк	8,1	0,2	9,2	0,2	9,9	0,2
		17,0	0,3	15,0	0,3	25,7	0,5
	Свинец	0,8	<0,1	0,2	<0,1	1,3	0,1
		2,2	0,2	0,5	<0,1	6,1	0,6
	Марганец	16,5	0,3	1,1	<0,1	0,6	<0,1
87		1,7	2,5	<0,1	1,5	<0,1	
Кадмий	0,82	<0,1	0,5	<0,1	0,3	<0,1	
	2,5	0,3	1,0	0,1	0,6	<0,1	
Ртуть	0,035	0,35	0,05	0,5	0,03	0,3	
	0,07	0,7	0,09	0,9	0,04	0,7	
БПК ₅	4,17	1,4	2,83	1,3	1,17	0,6	
	10,00	3,3	5,00	2,4	2,0	0,95	
Кислород	8,37		7,80		7,77		
	6,82		5,61	0,94	6,27		

3. пролив Босфор Восточный и бухта Улисс	НУ	0,10 0,43	2,0 8,6	0,22 0,53	4 10,6	0,112 0,41	2,24 8,2
	Фенолы	0,8 1,5	0,8 1,5	0,84 1,2	0,8 1,2	1,47 8,4	1,47 8,4
	АПАВ	201 387	2,0 3,9	301 638	3,0 6,4	343,3 731,0	3,43 7,3
	Аммонийный азот	82 163	<0,1 <0,1	91,4 307	<0,1 0,1	88 208	<0,1 <0,1
	Медь	2,0 3,3	0,4 0,7	1,7 5,2	0,3 1,0	1,4 5,1	0,3 1,0
	Железо	27,0 81,0	0,5 1,6	62,3 155	1,2 3,1	33 87	0,7 1,7
	Цинк	9,6 27,0	0,2 0,5	18,2 89	0,4 1,8	18,7 63,7	0,4 1,3
	Свинец	0,6 2,9	<0,1 0,3	0,3 0,8	<0,1 <0,1	2,0 12,5	0,2 1,3
	Марганец	5,0 23,0	0,1 0,5	4,6 43	<0,1 0,9	2,1 17,7	<0,1 0,4
	Кадмий	0,8 6,6	<0,1 0,7	0,96 3,8	0,096 0,4	0,2 0,4	<0,1 <0,1
	Ртуть	0,041 0,28	0,4 2,8	0,04 0,10	0,4 1,0	0,02 0,07	0,2 0,7
	БПК ₅	3,25 14,00	1,1 4,7	2,37 7,00	1,1 3,3	2,13 5,0	1,0 2,4
	Кислород	8,65 6,82		7,85 4,77	0,80	7,72 5,26	0,88
	4. Амурский залив	НУ	0,13 1,46	2,6 29,2	0,07 0,29	1,4 5,8	0,038 0,35
Фенолы		0,95 2,8	1,0 2,8	1,05 2,0	1,0 2,0	1,21 3,2	1,21 3,2
АПАВ		160 360	1,6 3,6	235 659	2,3 6,6	302 731	3,02 7,3
Аммонийный азот		59,1 338	<0,1 0,1	61,4 351	<0,1 0,1	62 218	<0,1 <0,1
Медь		1,3 5,8	0,3 1,2	1,25 3,6	0,3 0,7	1,3 5,5	0,3 1,1
Железо		74,9 539	1,5 10,8	40,1 119	0,8 2,4	43,9 627,4	0,9 12,5
Цинк		15,8 80	0,3 1,6	11,0 33,0	0,2 0,7	19,6 59,0	0,4 1,2
Свинец		2,3 9,1	0,2 0,9	0,23 1,0	<0,1 0,1	1,5 12,1	0,2 1,2
Марганец		10,9 103	0,2 2,1	12,7 160	0,3 3,2	5,2 27,2	0,1 0,6
Кадмий		1,2 31,0	0,1 3,1	0,34 1,5	<0,1 0,15	0,2 0,7	<0,1 <0,1
Ртуть		0,030 0,06	0,3 0,6	0,02 0,04	0,2 0,4	0,03 0,24	0,3 2,4
Алюминий		52,5 282,0	1,3 7,1	32,8 118	0,8 3,0	- -	
БПК ₅		2,21 7,00	0,7 2,3	2,68 9,00	1,3 4,3	1,7 4,0	0,8 1,9
Взвешенные вещества		7,8 92,2	0,8 9,2	6,4 14,6	0,6 1,5	9,4 34	0,9 3,4
Кислород		10,34 6,93		8,59 4,02	0,67	9,29 3,4	0,57

5. Уссурийский залив	НУ	0,113 0,8	2,3 16,0	0,20 0,68	4,0 13,6	0,062 0,8	1,24 1,6
	Фенолы	0,96 3,1	1,0 3,1	0,7 1,6	0,7 1,6	0,95 2,5	0,95 2,5
	АПAB	180 447	1,8 4,5	245 725	2,5 7,3	340,9 709,0	3,41 7,1
	Аммонийный азот	82,6 204	<0,1 <0,1	73,2 502	<0,1 0,2	36,4 109	<0,1 <0,1
	Медь	1,74 22,0	0,3 4,4	0,93 3,1	0,2 0,6	0,75 2,6	0,2 0,5
	Железо	53,0 377,0	1,1 7,5	78,3 290	1,6 5,8	36,9 289,5	0,7 5,8
	Цинк	12,5 53,0	0,25 1,1	9,1 26	0,2 0,5	13,4 47,7	0,3 0,96
	Свинец	0,6 2,8	<0,1 0,3	0,3 4,2	<0,1 0,4	0,5 3,8	<0,1 0,4
	Марганец	3,2 21,0	<0,1 0,4	3,7 12	<0,1 0,2	2,04 8,2	<0,1 0,2
	Кадмий	1,0 12,0	0,1 1,2	0,27 1,2	<0,1 0,1	0,15 1,2	<0,1 0,1
	Ртуть	0,045 0,17	0,45 1,7	0,02 0,09	0,2 0,9	0,03 0,31	0,3 3,1
	БПК ₅	1,66 5,00	0,6 2,4	1,87 5,00	0,9 2,4	1,07 2,00	0,5 0,95
	Взвешенные вещества	4,3 12,6	0,4 1,2	4,3 12,1	0,4 1,2	6,6 18,2	0,6 1,8
	Кислород	10,81 6,02		10,27 6,39		9,36 5,8	0,97
	6. залив Находка (с бухтами)	НУ	0,095 1,07	1,9 21,4	0,08 0,28	1,6 5,6	0,041 0,51
Фенолы		0,7 1,6	0,7 1,6	0,9 1,7	0,9 1,7	1,08 2,7	1,08 2,7
АПAB		191 402	1,9 4,0	240 725	2,4 7,2	293,9 829,0	2,94 8,3
Аммонийный азот		65,3 295,0	<0,1 0,1	35,8 118	<0,1 <0,1	39,4 197	<0,1 <0,1
Медь		1,1 5,1	0,2 1,0	0,4 1,6	<0,1 0,3	0,9 7,8	<0,1 1,6
Кадмий		0,4 5,2	<0,1 0,5	0,9 6,3	<0,1 0,6	0,2 1,1	<0,1 0,1
Железо		36,6 112,0	0,7 2,2	53,9 176	1,1 3,5	21,5 135,0	0,4 2,7
Цинк		10,7 55,0	0,2 1,1	12,1 52	0,2 1,0	9,9 32,2	0,2 0,7
Свинец		0,5 2,7	<0,1 0,3	0,2 2,8	<0,1 0,3	0,9 8,0	<0,1 0,8
Марганец		2,7 17,0	<0,1 0,3	8,9 122	0,2 2,4	2,3 42,2	<0,1 0,8
Ртуть		0,03 0,13	0,3 1,3	0,03 0,09	0,3 0,9	0,03 0,12	0,3 1,2
БПК ₅		2,63 6,00	0,9 2,0	2,59 8,00	1,2 3,8	1,36 4,0	0,6 1,9
Взвешенные вещества		5,93 92,0	0,6 9,2	4,5 11,6	0,45 1,2	9,8 16,4	0,98 1,6
Кислород		10,44 6,02		9,51 6,02		10,15 6,26	

7. Татарский пролив: г. Александровск-Сахалинский	НУ	0,049 0,14	0,98 2,8	0,07 0,17	1,4 3,4	0,033 0,103	0,66 2,0
	Фенолы	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
	СПАВ	3,8 61	<0,1 0,6	12,2 30	0,1 0,3	9,8 37	0,1 0,37
	Кадмий	0,3 1,5	<0,1 0,2	0,08 1,5	<0,1 0,2	0,07 1,2	<0,1 0,1
	Медь	2,4 12,7	0,5 2,5	4,2 22,8	0,8 4,5	3,74 17,0	0,75 3,4
	Цинк	4,4 15,3	<0,1 0,3	5,7 86,6	0,1 1,7	2,8 11,4	<0,1 0,2
	Свинец	0,5 3,9	<0,1 0,4	0,7 10,3	<0,1 1,0	0,13 1,1	<0,1 0,1
	Аммонийный азот*	3,0 36	<0,1 <0,1	13,9 77	<0,1 <0,1	19,7 282	<0,1 0,1
	БПК ₅	1,33 2,5	0,4 0,8	1,30 3,4	0,6 1,6	1,79 5,1	0,85 2,4
	Кислород	8,75 7,6		8,74 6,57		8,82 7,47	

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов, взвешенных веществ, БПК₅ и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм³; фенолов, аммонийного азота, АПАВ, меди, железа, цинка, свинца, марганца, кадмия и ртути в мкг/дм³.
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней максимальное (для кислорода минимальное) значение.
3. В 2017 и 2018 годах значения ПДК для органического вещества по БПК₅ рассчитаны по новому нормативу 2,1 мгО₂/дм³.

Таблица 11.3. Оценка качества прибрежных вод залива Петра Великого Японского моря в 2016–2018 гг.

Район	2016 г.		2017 г.		2018 г.		Содержание ЗВ в 2018 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
1. бухта Золотой Рог	2,06	V	2,13	V	1,81	V	НУ 1,92; фенолы 1,20; АПАВ 3,30; О ₂ 0,81
2. бухта Диомид	1,58	IV	2,24	V	1,61	IV	НУ 1,64; фенолы 0,93; АПАВ 3,09; О ₂ 0,77
3. пролив Босфор Восточный	1,44	IV	2,36	V	1,98	V	НУ 2,24; фенолы 1,47; АПАВ 3,43; О ₂ 0,78
4. Амурский залив	1,58	IV	1,43	IV	1,41	IV	НУ 0,76; фенолы 1,21; АПАВ-3,02; О ₂ 0,65
5. Уссурийский залив	1,57	IV	1,50	IV	1,56	IV	НУ 1,24; фенолы 0,95; АПАВ 3,41; О ₂ 0,64
6. залив Находка (с бухтами)	1,32	IV	1,47	IV	1,36	IV	НУ 0,82; фенолы 1,08; АПАВ 2,94; О ₂ 0,59
6.1. бухта Находка	1,69	IV	1,48	IV	1,55	IV	НУ 0,96; СПАВ 3,12; фенолы 1,56; О ₂ 0,57
6.2. бухта Врангеля	1,38	IV	1,35	IV	1,23	III	НУ 0,72; СПАВ 2,50; Фенолы 1,07; О ₂ 0,62
7. Татарский пролив: Александровск-Сахалинский	0,64	II	1,00	III	0,74	II	НУ 0,66; Си 0,75; БПК ₅ 0,85; О ₂ 0,68

Глава 12. Выводы

12.1. Каспийское море

Состояние Каспийского моря в 2018 г. в целом улучшилось, в первую очередь благодаря уменьшению концентрации нефтяных углеводородов в водах **Северного Каспия**. Уровень загрязнения вод НУ на двух разрезах в центральной и западной части этого сектора моря составил в среднем 1,0 и 1,4 ПДК при максимуме 2,0 ПДК, что существенно ниже показателей прошлого года и приблизительно соответствует уровню 2013 г. Степень загрязнения вод фенолами составляла в среднем 1,7–1,8 ПДК на обоих разрезах при максимуме до 4 ПДК и в целом сохранялась на уровне 2013–2017 гг. Концентрация СПАВ также осталась на уровне предыдущих лет и в среднем составляла 0,25–0,28 ПДК. Как и ранее, содержание в воде большинства металлов существенно превышало установленные нормативы, однако заметных линейных трендов их концентрации за последние шесть лет не отмечено. Исключение составил цинк, концентрация которого во второй половине указанного периода была в 4–5 раз большей, чем в первой. Концентрация наиболее опасных металлов — ртути и кадмия оставалась существенно ниже норматива. Концентрация фосфатов не превышала нескольких десятых единиц ПДК, что свидетельствует об отсутствии в настоящее время явных признаков эвтрофикации вод Северного Каспия. Кислородный режим на вековых разрезах оставался благоприятным, хотя средняя степень насыщения вод кислородом по сравнению с предыдущими годами уменьшилась на 7–12%, в основном в западной части Северного Каспия вблизи устья Волги. По комплексному расчетному индексу ИЗВ из класса «загрязненные» в 2017 г. воды Северного Каспия снова вернулись в класс «умеренно-загрязненные».

В морских водах на границе Северного и **Среднего Каспия** (разрез IV) ухудшавшийся в 2015–2017 гг. уровень насыщения вод кислородом вернулся к обычному уровню. Хотя средняя годовая и максимальная концентрация аммонийного азота оставалась в пределах норматива, она оказалась в 10–15 раз выше, чем в водах севернее на разрезах III и IIIa, причем ранее это явление не отмечалось. Среди загрязняющих веществ превышение ПДК было отмечено только для фенолов, тогда как средняя концентрация нефтяных углеводородов не превышала 1 ПДК.

В водах **Дагестанского** побережья в 2018 г. приоритетными загрязняющими веществами оставались фенолы (2,9–3,6 ПДК), а содержание нефтяных углеводородов в среднем было ниже норматива. Концентрация СПАВ также осталась на уровне предыдущих лет и среднегодовая величина не превышала 0,1 ПДК. Кислородный режим был благоприятным, причем даже минимальные значения в придонных слоях заметно превышали норматив. Концентрация фосфатов и аммонийного азота повсеместно была близкой к ПДК. Значения ИЗВ во всех контролируемых районах Дагестанского побережья понизились, в результате чего оценка состояния вод в Махачкале, Избербаше и на взморье р. Сулак изменилась и перешла из класса «загрязненные» в класс «умеренно загрязненные». В остальных 5 районах прибрежные воды по-прежнему относились к классу «загрязненные», но при более низких значениях ИЗВ.

12.2. Азовское море

Сток реки Дон является основным источником поступления загрязняющих веществ в устьевую область реки и восточную часть Таганрогского залива. Как и в предыдущие годы, эти районы характеризуются повышенным содержанием нефтяных углеводородов, аммонийного азота, нитритов и ртути. Качество вод устьевых протоков р. Дон в 2018 г. по комплексному индексу загрязненности вод ИЗВ (1,46) и может быть оценено как «загрязненные», IV класс качества. Существенное снижение качества дельтовых участков было вызвано в первую очередь высокой средней концентрацией нефтяных углеводородов (1,9 ПДК), нитритов (1,2 ПДК)

и растворенной в воде ртути (1,9 ПДК). Максимальная концентрация этих веществ составила 5,0; 2,4 и 4,0 ПДК соответственно. В восточной части Таганрогского залива (ИЗВ 0,96) воды, как и в прошлом году, оцениваются как «умеренно загрязненные», III класс качества. Кислородный режим в 2018 г. был в пределах нормы, случаев недостатка кислорода не зафиксировано.

Качество вод различных районов Темрюкского залива остается стабильным в последние годы на уровне II класса качества, «чистые». Основными загрязняющими веществами остаются нефтяные углеводороды, аммоний и нитриты. Средняя концентрация этих ингредиентов варьирует примерно в пределах от половины до 1,0 ПДК, а максимальная достигала 3,6; 1,1 и 3,3 ПДК соответственно. Загрязнение вод СПАВ и хлорорганическими пестицидами можно считать несущественным во всех контролируемых районах Азовского моря. Начиная с 2007 г. соленость вод на всех участках Темрюкского залива, за исключением рукавов реки Кубань, имеет хорошо выраженную тенденцию к возрастанию. Средняя за период 2014–2018 гг. составила 12,09‰.

Качество вод Керченского пролива в 2018 г. («умеренно загрязненные») существенно ухудшилось в основном за счет многократного увеличения содержания в воде нефтяных углеводородов. Концентрация СПАВ в водах пролива составляла десятые доли норматива. Содержание фенолов и хлорорганических соединений — ПХБ и пестицидов, за исключением следового количества ДДТ, было ниже предела обнаружения во всех пробах. Кислородный режим вод пролива в целом был в пределах нормы. Средняя за период наблюдений концентрация растворенного в воде кислорода увеличилась, а значение ниже норматива (4,94 мгО₂/дм³) было отмечено только один раз в июне на поверхности. Стандартные гидрохимические показатели и концентрация биогенных веществ были в пределах естественной межгодовой и сезонной изменчивости и составляли десятые-сотые ПДК.

12.3. Черное море Прибрежные воды Крыма

В Севастопольской бухте и на взморье района гидрохимический режим морских вод в целом соответствовал обычному многолетнему интервалу значений с сохранением локальных особенностей. Концентрация минерального фосфора в бухте и на взморье была значительно ниже норматива. Одновременно, повышенные значения были характерны для подверженных влиянию пресного стока участков реки Черной (Инкерманский ковш и район ГРЭС), а также кутовой части Южной и Артиллерийской бухт, и особенно в районе оголовка и разрыва трубы Южных очистных сооружений в Голубой бухте (максимум 0,83 ПДК). Такие же особенности наблюдались в распределении минеральных форм азота — нитритов, нитратов и аммония. В бухте их повышенное содержание до 0,8–1,0 ПДК наблюдалось около ГРЭС и в Южной бухте. На взморье все максимальные значения, в десятки-сотни раз превышавшие фоновый уровень и достигавшие 67,5 мкг/дм³ (2,8 ПДК) нитритов, 222,6 мкг/дм³ (0,6 ПДК) аммония и 73,3 мкг/дм³ нитратов, были зафиксированы на глубине 85 м у оголовка трубы КОС Южные и на поверхности у прорана этой трубы в Голубой бухте. Содержание легко окисляемых органических веществ по БПК₅ в водах бухты было очень близким к прошлогоднему и варьировало от 0,43 до 4,26 мгО₂/дм³ (2,0 ПДК), и почти таким же на взморье 0,54–4,89 мгО₂/дм³ (2,3 ПДК), где наиболее загрязненным участком акватории был район сброса вод с КОС Южный. Концентрация нефтяных углеводородов в Севастопольской бухте в среднем составляла 0,3 ПДК, однако достигала 1,6 ПДК в одной пробе из района ГРЭС. В бухтах южнее Севастопольской и на взморье района концентрация НУ была ниже предела обнаружения в 68,7% проб, но очень высокие значения (0,20 и 0,21 мг/дм³, 4,2 ПДК) были отмечены 20 августа около оголовка и прорана трубы Южных очистных сооружений города на глубине 87 м и 42 м. Также высокие значения (2,4 ПДК) были отмечены около Василевой балки и у по-

селка Николаевка. В Севастопольской бухте весной и летом концентрация растворенного в воде кислорода изменялась в диапазоне 6,66–12,50 мгО₂/дм³, в среднем 9,15 мгО₂/дм³. Больших различий между поверхностным (9,37) и придонным слоями (8,93) отмечено не было. На мелководном взморье Севастопольского района абсолютное содержание растворенного кислорода в одной пробе, отобранной 6 июля на глубине 85 м у оголовка трубы КОС «Южные», снижалось до очень низкого значения 1,86 мгО₂/дм³ (16% насыщения), которое соответствует уровню Экстремально Высокого Загрязнения (ЭВЗ). Еще одно значение ниже норматива (5,34 мгО₂/дм³) зафиксировано здесь же 24 мая. Во всех остальных пробах концентрация кислорода изменялось в диапазоне 6,49–11,86 мгО₂/дм³. По индексу загрязненности, рассчитанному по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, фосфатов и нитритов, воды Севастопольского района оценивались II классом, «чистые»,

Содержание нефтяных углеводородов в водах акватории порта Ялты было очень невысоким и не превышало 0,4 ПДК. Загрязнение вод СПАВ (максимум 0,4 ПДК) в среднем составило 8,5 мкг/дм³ (менее 0,1 ПДК). Концентрация фенолов была менее предела обнаружения. Пестицид линдан (γ-ГХЦГ) в водах порта был обнаружен в 54% отобранных проб, его концентрация была в диапазоне 0,67–5,82 нг/дм³ (0,6 ПДК), средняя составила 0,91 нг/дм³. Альдрин был найден в двух пробах — 0,50 и 3,16 нг/дм³. Гептахлор присутствовал в 75% проб и его концентрация достигала 3,84 нг/дм³ (0,4 ПДК), в среднем 0,88 нг/дм³. Концентрация ДДТ в двух пробах составила 0,51 и 0,94 нг/дм³, а ДДД — 0,63 и 1,00 нг/дм³. Присутствие α-ГХЦГ, ДДЭ и ПХБ в водах порта Ялты не зафиксировано.

В течение последних лет наблюдается последовательное снижение уровня содержания аммония в водах порта Ялты, средняя составила 15,1 мкг/дм³. Нитриты были обнаружены в диапазоне 0,5–6,0 мкг/дм³; нитраты — в поверхностных водах 18–307 мкг/дм³, у дна от 4–27 мкг/дм³. Среднегодовое содержание нитратов (50,5 мкг/дм³) немного повысилось. Концентрация общего азота в поверхностных водах акватории пассажирского порта была очень близкой к прошлогодней и изменялась в пределах 1036–3246/1604 мкг/дм³. В целом поверхностные воды порта содержали азота значительно больше, чем придонные. И если для аммонийного и нитритного азота в среднем превышение составило 1,5 раза, то для общего и нитратного азота — в 4,6 и 6,8 раза соответственно. Многолетняя динамика содержания фосфатов в водах Ялты показывает постепенное снижение их среднегодовой концентрации, в 2018 г. — 8,9 мкг/дм³. Среднегодовое содержание растворенного кислорода (8,33 мгО₂/дм³ или 92,3% насыщения) было минимальным за последние годы. Насыщение вод растворенным кислородом даже по максимальным значениям достигало или незначительно превышало 100% рубеж только с марта по июль. По среднемесячным значениям дефицит растворенного кислорода достигал 17% насыщения. В 2018 г. воды порта Ялты классифицировались II классом, «чистые», значение индекса ИЗВ=0,26.

Северная часть Кавказского побережья

В 2018 г. уровень загрязнения локальных участков северной части прибрежной акватории Кавказа у Анапы, Новороссийска, Геленджика и Туапсе был в целом небольшим. По индексу загрязненности вод (ИЗВ=0,29–0,36) все районы характеризовались как «чистые». В последние годы наблюдается небольшое снижение значения индекса, рассчитанного по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, растворенной ртути, фосфатов, нитритов и кислорода. Средняя годовая и максимальная концентрация всех нормируемых загрязняющих веществ была ниже установленных для морских вод нормативов. Содержание в воде СПАВ и пестицидов α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЕ было ниже предела обнаружения (10,0 мкг/дм³ и 0,002–0,02 нг/дм³) во всех пробах. Растворенная ртуть отмечена в единичных пробах, мак-

симальная концентрация достигала только 0,3 ПДК. Анализ многолетних данных позволяет выявить тенденцию накопления минерального фосфора в прибрежной акватории северной части Кавказского побережья в последние два десятилетия. Обратная зависимость уменьшения в этот период концентрации различных форм минерального азота и силикатов зафиксирована для всей северной части побережья. Кислородный режим на всех контролируемых участках был в пределах нормы, дефицит растворенного кислорода ($5,93 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) был обнаружен только в одной пробе, отобранной в конце октября у Анапы.

Воды района Адлер-Сочи

В 2018 г. уровень загрязнения прибрежных вод района Большого Сочи между эстуариями рек Мзымта и Сочи несколько уменьшился по сравнению с предыдущими годами. Средняя годовая концентрация всех нормируемых загрязняющих веществ была ниже установленных для морских вод нормативов. Максимальная концентрация в отдельных пробах превышала ПДК для нефтяных углеводородов (до 2,6 ПДК), взвешенных веществ (7,1 ПДК) и легко окисляемых органических веществ, определяемых по БПК₅ (1,3 ПДК). Как и в прошлом году, индекс комплексности загрязненности вод всей акватории от Мзымты до Сочи был высоким: 4 параметра из 12 нормируемых превышали ПДК, кислород был ниже норматива. Воды района характеризуются единичной повторяемостью превышения ПДК по нефтяным углеводородам, взвешенным веществам и кислороду, а также неустойчивой повторяемостью по БПК₅. Уровень кратности превышения ПДК максимальным значением взвешенных веществ и нефтяных углеводородов был средним (2–10 раз), а для органических веществ и кислорода (минимальное значение) — низким (1–2 раза). Как и в предыдущие годы, растворенная ртуть в водах района выявлена не была. В 2018 г. кислородный режим вод исследуемого района между устьями рек Мзымта и Сочи ухудшился, а средняя концентрация по всем пробам уменьшилась и составила $7,54 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Минимальное содержание кислорода ($5,60 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, 0,93 ПДК, 68% насыщения) зафиксировано 23 августа в поверхностном слое вод порта Сочи. Комплексный индекс загрязненности вод ИЗВ (0,47, II класс, «чистые»), рассчитанный для разных участков акватории Большого Сочи по средней концентрации НУ, ВВ, БПК₅, железа, свинца и кислорода, в 2018 г. был в полтора раза ниже прошлогоднего (0,73). В последние годы отмечается улучшение качества вод района Большого Сочи, главным образом за счет уменьшением содержания в водах акватории тяжелых металлов. Уровень загрязнения отдельно взятых районов исследуемой акватории (эстуарный район, район порта Сочи, открытое море) был невысоким и все локальные участки исследуемой акватории относились к уровню «чистые воды». В многолетней динамике состояние вод района Адлер-Сочи оценивается как стабильное.

12.4. Балтийское море

Основной вклад в загрязнение вод **Невской губы** вносили металлы: медь — средние значения от 3,73 ПДК до 6,37 ПДК по нормативу для пресных вод, при максимальных величинах до 10–12 ПДК в разных районах, цинк от 1,61 до 3,18 ПДК, марганец от 1,38 до 1,84 ПДК и железо от 0,75 до 1,4 ПДК. Максимальные значения содержания алюминия также иногда превышали ПДК. В большинстве случаев содержание металлов в 2018 г. было максимальным за последние 5 лет. Воды Невской губы в целом не загрязнены нефтяными углеводородами, фенолами и детергентами, они присутствуют в очень незначительной концентрации в небольшой части отобранных проб. Содержание хлорорганических пестицидов было ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа во всех пробах. Средние величины содержания разных форм азота и фосфора в водах Невской губы не превышали допустимых нормативов. Лишь в центральной части губы аммонийный азот достигал 1,25 ПДК,

азот нитритов 2,25 ПДК, фосфатный фосфор 1,08 ПДК. Кислородный режим в целом был в пределах нормы, даже минимальные значения были выше допустимого уровня. По индексу ИЗВ все районы Невской губы в 2018 г. отнесены к V классу — «грязные» из-за повышенного содержания металлов, во всех районах произошло ухудшение качества вод.

Воды **Финского залива** также были загрязнены металлами. При использовании нормативов для морских вод превышение ПДК было существенным для марганца (среднее до 2,1 ПДК, максимальное — 6 ПДК), железа (2,93 ПДК/8 ПДК), меди (2,28 ПДК/6 ПДК). Для всех районов залива среднегодовая концентрация содержания этих металлов показала максимальные значения за последние 5 лет. Значимого количества алюминия, никеля, кобальта, хрома и ртути не было ни в одном районе. Присутствие органических загрязняющих веществ — нефтяных углеводородов, хлорорганических пестицидов, фенола и СПАВ не отмечено. Признаков эвтрофикации вод восточной части Финского залива за пределами КЗС не обнаружено, концентрация аммонийного и нитритного азота, а также минерального фосфора не превышала нормативы. Отмеченное высокое содержание фосфатов в придонных водах глубоководной части залива определяется притоком глубинных морских вод из центральной Балтики. Кислородный режим был в основном в пределах нормы, однако на придонном и промежуточных горизонтах в глубоководной части залива и губах наблюдался существенный дефицит растворенного кислорода (3,01–4,56 мгО₂/дм³) и понижение среднего значения за последние годы. ИЗВ увеличился в четырех районах из пяти (кроме курортного), качество вод в которых несколько ухудшилось по сравнению с 2017 г. с II класса «чистые» до III класса «умеренно загрязненные». В курортном районе ИЗВ уменьшился из-за снижения содержания железа и меди, и качество вод относительно улучшилось с V до IV класса — «загрязненные».

12.5. Белое море

Контроль загрязнения вод Белого моря проводился в Двинском и Кандалакшском заливах. В Двинском заливе в 2018 г. было выполнено только две гидрохимических съемки со сравнительно небольшим количеством контролируемых параметров. Отсутствие нефтяного загрязнения, низкие показатели биогенных веществ и тяжелых металлов, а также высокие показатели кислородного режима позволяют оценить воды залива как «чистые» без расчета ИЗВ. Высоких и экстремально высоких уровней загрязнения вод Двинского залива в период наблюдений не отмечалось.

12.6 Баренцево море

Контроль качества вод Баренцева моря проводился на одной станции в Кольском заливе на водопосту в торговом порту г. Мурманска. По индексу загрязненности вод ИЗВ (1,07) качество вод в этом районе несколько ухудшилось по сравнению с прошлогодним уровнем (0,95) и оценивается III классом, «умеренно загрязненные». Приоритетными загрязняющими веществами, так же, как в 2017 г., были нефтяные углеводороды, медь и железо. Содержание фосфатов существенно снизилось на фоне многолетнего периода 2008–2018 гг., а содержание кислорода увеличилось. Несмотря на улучшение кислородного режима в 2018 г., повышение содержания НУ привело к увеличению ИЗВ по сравнению с прошлогодним значением.

12.7. Шпицберген

В водах залива Гренфьорд на Шпицбергене в районе пос. Баренцбург значения большинства гидрохимических показателей не выходили за пределы естественных межгодовых изменений. Концентрация большинства загрязняющих веществ в морских водах не выходила за рамки

установленных ПДК и по сравнению с 2017 г. немного снизилась. Исключение составили нефтяные углеводороды, концентрация которых возросла в 4 раза и достигала 0,8 ПДК. Содержание тяжелых металлов в пробах морской воды фьорда в целом оставалось примерно на прошлогоднем уровне и снизилось или возросло несущественно. Повышенная концентрация отмечена для меди (максимальная величина достигала 1,06 ПДК), никеля (0,84 ПДК) и кобальта (0,64 ПДК). В донных отложениях прибрежной части залива Гренфьорд содержание нефтяных углеводородов было очень высоким и в среднем составило 2,7 ДК, а максимальная величина 5,9 ДК. Уровень загрязнения донных отложений продуктами неполного сгорания топлива (ПАУ) также был очень высоким. Суммарное содержание ПАУ превышало норматив в 2,5 раза, а концентрация бенз(а)пирена достигала 2,6 ДК. Среди хлорорганических соединений высоким было содержание в донных отложениях полихлорбифенилов, сумма конгенов ПХБ достигала 2,0 ДК. Содержание СПАВ, фенолов, неполярных алифатических углеводородов, полихлорциклодиенов, полихлорбензолов и пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ было на фоновом или очень невысоком уровне. Качество вод залива Гренфьорд в 2018 г. по расчетному комплексному индексу ИЗВ (0,55) позволяет оценить воды в районе у Баренцбурга как «чистые», II класс качества.

12.9. Шельф полуострова Камчатка (Тихий океан)

По данным государственного мониторинга, в Авачинской губе с мая по октябрь 2018 г. на 9 станциях концентрация основных загрязнителей (фенолы, нефтяные углеводороды), как и в предыдущие годы, превышала ПДК. На протяжении последних пяти лет среднегодовое уровень загрязнения вод губы фенолами оставался стабильно повышенным на уровне 2–4 ПДК и в последний год равнялся 2 ПДК. Максимальное значение (20 ПДК) наблюдалось в июле на поверхностном горизонте в приустьевой зоне р. Авача. Наибольшее количество растворенных нефтяных углеводородов, как правило, наблюдалось в районах сброса сточных вод судоремонтных заводов, транспортных предприятий и в местах стоянки судов. Распространению НУ на всю акваторию губы способствовали приливо-отливные, стонно-нагонные явления и течения, поэтому их повышенная концентрация фиксировалась практически повсеместно на различных горизонтах. Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов в водах Авачинской губы составило 1,0 ПДК против 2,0 ПДК в 2017 г. Годовой максимум зафиксирован на придонном горизонте акватории Морского порта 19 мая (4,0 ПДК). В течение последних шести лет средняя по толще вод концентрация детергентов (АСПАВ) в водах Авачинской губы не превышала допустимой нормы и лишь в одной пробе из придонного слоя приустьевой зоны р. Авача в июне составила 100 мкг/дм³ (1 ПДК). По сравнению с 2017 г. произошло снижение содержания этого ингредиента с 0,6 до 0,5 ПДК. По индексу загрязненности вод ИЗВ водам Авачинской губы в 2018 г. был присвоен III класс качества — «умеренно загрязненные»

12.10. Охотское море

В Охотском море анализировалось состояние вод и донных отложений шельфовых районов о. Сахалина вблизи пос. Стародубское, порта Корсаков и пос. Пригородное в заливе Анива. Наиболее загрязненным в 2018 г. оказался район порта Корсаков — и по индексу ИЗВ (1,06, III класс качества вод — «умеренно загрязненные»), и по результатам исследования донных отложений, и по визуальным наблюдениям нефтяного загрязнения поверхности морской воды. Воды близ пос. Пригородное относятся ко II классу — «чистые», пос. Стародубское — к III классу. Наблюдалось превышение ПДК по показателю БПК₅ для всех районов. В целом качество вод осталось примерно на уровне 2017 г., в отдельных случаях с небольшим ухудшением, хотя по металлам и нефтяным углеводородам есть тенденция к уменьшению загрязнения.

12.11. Японское море

В 2018 г. качество вод различных участков залива Петра Великого по комплексному расчетному индексу ИЗВ незначительно изменилось по сравнению с 2017 г. с небольшой тенденцией к улучшению. Индекс загрязненности вод в бухте Золотой Рог, в бухте Диомид, в проливе Босфор Восточный, Залив Находка (с бухтами в целом) уменьшился. Примерно на том же уровне остался ИЗВ Амурского залива (1,41 против 1,43), незначительно ухудшилось качество вод в Уссурийском заливе (ИЗВ 1,56 в 2018 г. против 1,50 в 2017 г.). Снижение ИЗВ произошло благодаря уменьшению нефтяного загрязнения.

Кислородный режим вод в бухте Золотой Рог, в бухте Диомид, в проливе Босфор Восточный остался на прежнем уровне, в остальных районах улучшился. Роста загрязненности вод бухты металлами в целом отмечено не было, напротив, отмечено снижение по большинству показателей.

Приоритетными загрязняющими веществами в водах залива Петра Великого в 2018 г. традиционно были нефтяные углеводороды (максимальная концентрация составила 8,2 ПДК в проливе Босфор Восточный, 7 ПДК в Амурском заливе и 10,2 ПДК в заливе Находка); фенолы (максимальная концентрация 8,4 ПДК в проливе Босфор Восточный); детергенты (максимальная концентрация почти во всех районах превышала 7 ПДК). Максимальное значение растворенного органического вещества по БПК₅ не превышало 3 ПДК. Наибольшая концентрация соединений железа отмечена в Амурском заливе (12,5 ПДК) и в Уссурийском (5,8 ПДК), цинка — в проливе Босфор Восточный (1,3 ПДК) и Амурском заливе (1,2 ПДК). По остальным металлам превышения ПДК не наблюдалось.

Воды Татарского пролива в районе г. Александровск-Сахалинский оцениваются в 2018 г. как «чистые», а содержание приоритетных загрязняющих веществ значительно ниже наблюдаемых в заливе Петра Великого.

Загрязнение **донных отложений** в прибрежных районах залива Петра Великого существенно отличалось от района к району. Особенно высокая концентрация нефтяных углеводородов была в бухтах Золотой Рог и Диомид. Средняя величина в бухте Золотой Рог превышала допустимый уровень концентрации нефтяных углеводородов (ДК) в 335,6 раз. Максимальное значение (682 ДК) было отмечено в мае в центральном районе бухты. Эта станция из года в год является самой загрязнённой НУ, и уровень загрязнения повысился по сравнению с 2017 г. В бухте Диомид среднее значение НУ составило 333 ДК.

Среднее суммарное содержание ХОП группы ДДТ в донных отложениях залива Петра Великого в 2018 г., как и в предыдущие годы, было достаточно высоким. Среднегодовой показатель в различных районах залива изменялся в широком диапазоне, достигая 64 ДК в бухте Диомид. Наименее загрязненными были пролив Босфор Восточный и Амурский залив, а самыми загрязненными из года в год остаются бухты Золотой Рог и Диомид, а также бухта Находка.

По содержанию в донных отложениях металлов самыми загрязненными остаются районы вблизи г. Владивостока: бухта Золотой Рог и бухта Диомид (максимальная концентрация меди до 21 ПДК).

Литература

1. **Вековые разрезы 1961.** Гидрометеорологические станции и гидрологические разрезы, закрепленные для наблюдений над вековым ходом элементов гидрологического режима на морях, омывающих берега СССР. — ГИМИЭ, Гидрометеорологическое издательство (отделение), М., 1961, 41 с.
2. **Вековые разрезы 1976.** Положение о вековых гидрологических наблюдениях на морях, омывающих берега СССР, в устьях рек, впадающих в них. — ГОИН, Гидрометеоздат, Ленинград, 1976, 40 с.
3. **РД 52.04.567–2003.** Положение о государственной наблюдательной сети. — Гидрометеоздат, Санкт-Петербург, 2003, 50 с.
4. **Приказ 156.** О введении в действие Порядка подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды. — Приказ Руководителя Росгидромета № 156 от 31.10.2000 г.
5. **РД 52.10.243–92.** Руководство по химическому анализу морских вод. (ред. С.Г.Орадовский, СПб, Гидрометеоздат, 1993, 264 с.)
6. **РД 52.10.556–95.** Методические указания. Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси. (ред. С.Г.Орадовский, М, Гидрометеоздат, 1996, 50 с.)
7. **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.
8. **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.Сokolовой, М.: Изд-во ВНИРО, 2011, 165 с.
9. **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.
10. **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».
11. **МР 1988.** Методические Рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. — Москва, Госкомитет СССР по гидрометеорологии, 1988, 9 с.
12. **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.
13. **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.
14. **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 N33149).
15. **Guidance Document № 25.** Guidance on chemical monitoring of sediment and biota under the Water Framework Directive. European Union, 2010. ISBN978–92–79–16224–4.
16. **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).
17. **ПП-РФ 447.** Постановление Правительства РФ от 06.06.2013 № 477 «Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды».
18. Бухарщин П.П. Гидрологические процессы в Северном Каспии. — Москва, ИВП РАН, 1996, 62 с.
19. Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. — Москва, МГУ, 1975, 272 с.
20. Крицкий С.К. Колебания уровня Каспийского моря. — Москва, Наука, 1975, с. 149–152.

21. Гидрометеорологический справочник Азовского моря. — Л: Гидрометеиздат, 1962, 853 с.
22. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Том III Азовское море. — Л.: Гидрометеиздат, 1986, 218 с.
23. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том IV. Черное море. — СПб: Гидрометеиздат, 1991, 428 с.
24. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том V. Азовское море. — СПб: Гидрометеиздат, 1991, 236 с.
25. Геология Азовского моря. — К: «Наукова думка», 1974, 246 с.
26. Закономерности экосистемных процессов Азовского моря. — М: Наука, 2006. — 304 с.
27. Ильин Ю.П., Фомин В.В., Дьяков Н.Н. и др. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1. Азовское море. — Севастополь: «Экоси-гидрофизика», 2009, 402 с.
28. Дьяков Н.Н., Белогулов А.А. Водобмен залива Сиваш с Азовским морем через пролив Генический (Тонкий). — Труды ГОИН, 2015, Вып. 216, с. 240–253.
29. Семенова Е.А. Исследование водообмена через мелководный пролив (на примере проливе Тонкого). — Сб. работ ГМО ЧАМ, 1962, Вып. 1, с. 53–63.
30. Слатинский Ю.Г. Водобмен Сиваша с Азовским морем. — Труды ГОИН, 1986, Вып. 176, с. 18–24.
31. Львова Е.А. Равнины Крыма. — Симф.: Крым, 1982, 80 с.
32. Матишов Г.Г. Геоморфологические особенности шельфа Азовского моря. — Вестник Южного научного центра РАН, 2006, Т. 2, № 1, с. 44–48.
33. Мамыкина В.А., Хрусталив Ю.П. Береговая зона Азовского моря. — Издательство Ростовского университета, 1980, 172 с.
34. Бронфман А.М., Хлебников Е.П. Азовское море. Основы реконструкции. — Л: Гидрометеиздат, 1985, 270 с.
35. Симов В.Г. Гидрология устьев рек Азовского моря. — М.: Гидрометеиздат, 1989, 326 с.
36. Дьяков Н.Н., Фомин В.В., Цвечинский А.С. и др. Современные гидрометеорологические условия формирования ветро-волновых, ледовых и других опасных явлений в Керченском проливе. — М: ООО «Принт», 2020, 365 с.
37. Игнатов Е.И., Чистов С.В. Эколого-геоморфологическая оценка побережья и дна Керченского пролива в связи с решением транспортных проблем. — Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа, Севастополь, 2003, Вып. 8, с. 163–174.
38. Дьяков Н.Н., Тимошенко Т.Ю., Белогулов А.А. и др. Атлас льдов Черного и Азовского морей. — Севастополь: Экоси-гидрофизика, 2016, 219 с.
39. 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.
40. Боровская Р.В., Ломакин П.Д., Панов Д.Б., Спиридонова Е.О. Современное состояние ледовых условий в Азовском море и Керченском проливе на базе спутниковой информации. — Препринт, Севастополь, НАН України, МГИ, 2008, 42 с.
41. Суховой В.Ф. Моря Мирового океана. — Л., Гидрометеиздат, 1986, 288 с.
42. Mee L., Jeftic L. AoA Region: Black Sea. — UNEP, 2010, 9 p.
43. Иванов В.А., Белокопытов В.Н. Океанография Черного моря. — Севастополь, МГИ, 2011, 212 с.
44. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том IV. Черное море. — СПб, Гидрометеиздат, 1991, 428 с.
45. Зубов Н.Н. Основы учения о проливах Мирового океана. — М, Географгиз, 1956, 239 с.
46. Ильин Ю.П., Симов В.Г., Репетин Л.Н. Проблемы и перспективы мониторинга водного баланса Черного и Азовского морей. — Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа, Севастополь, 2010, Вып. 22, с. 171–181.
47. BLACK SEA STATE OF ENVIRONMENT REPORT 2009–2014/5. — Istanbul: Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution, 2019, 795 с.
48. Джоашвили Ш. Реки Черного моря. — Европейское агентство по охране окружающей среды, Технический отчет № 71, 2003, 58 с.
49. Mikhailov V.N. and Mikhailova M.V. River Mouths. In: A. Kostianoy and A. Kosarev (Eds). The Black Sea Environment. The Handbook of Environmental Chemistry, Vol. 5, Part Q, Springer — Verlag, Berlin Heidelberg, 2008, p. 91–134.
50. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 2. Черное море. — Севастополь: Экоси-гидрофизика, 2012, 421 с.

51. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Проект «Моря СССР». Том III. Балтийское море. Выпуск I. Гидрометеорологические условия. — СПб, Гидрометеоиздат, 1992, 451 стр.
52. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Белое море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. — Под ред. Б.Х. Глуховского. — Л.: Гидрометеоиздат, 1991, 240 с.
53. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Белое море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биопродуктивности. — Под ред. Б.М. Затучной, Д.Е. Гершановича. — Л.: Гидрометеоиздат, 1991, 192 с.
54. Лощия Белого моря. — СПб: Главное Управление Навигации и Океанографии Министерства обороны Российской Федерации, 2006, 411 с.
55. Филатов Н.Н., Тержевик А.Ю. Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов. — Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007, 349 с.
56. Арктическая энциклопедия. — Москва, «Паулсен», т. 1, 2017, 688 с.
57. Баренцево море. — Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР, т 1, вып. 1, 1990, 280 с.
58. Советская энциклопедия. — Большая советская энциклопедия в 30 т., гл. ред. А.М. Прохоров, 1969–1978, 1972, т. 7, 608 с.
59. Залогин Б.С., Косарев А.Н. Моря. — М, Мысль, 1999, 320 с.
60. Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. — Издательство Московского университета, 1982, 270 с.
61. Охотское море. — Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР (проект «Моря СССР»), Гидрометеорологические условия. — Терзиев Ф.С. (ред.), Том 9, Вып. 1, 1992, 318 стр.
62. Охотское море. — Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР (проект «Моря СССР»), Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. — Терзиев Ф.С. (ред.), Том 9, Вып. 2, 1998, 167 стр.
63. Гидрометеорология и гидрохимия морей России, Том 3, 1992.

СПИСОК опубликованных Ежегодников

- Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1966 г. — А.С.Пахомова, Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. — Москва, 1968, 161 с.
- Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1967 г. — А.С.Пахомова, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. — Москва, 1969, 282 с.
- Обзор состояния химического загрязнения прибрежных вод морей Советского Союза за 1968 год. — А.С.Пахомова, Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, Г.В.Лебедева, И.А.Акимова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. — Москва, 1969, 257 с.
- Обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1969 г. — Т.А.Бакум, Е.П.Кириллова, Л.К.Лыкова, С.К.Ревина, Н.А.Соловьева, И.А.Акимова, В.В.Мошков, Т.Б.Хороших, А.С.Пахомова, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1970, 650 с.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1970 год — С.К.Ревина, Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, А.С.Пахомова, Н.А.Соловьева, Т.А.Бакум, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1971, 64 с.
- Обзор состояния загрязнения южных морей СССР в 1970 г. — Под ред. д-ра.геогр.наук А.И.Симонова. — М., 1971.
- Обзор состояния загрязненности дальневосточных морей СССР в 1970 г. — А.С.Пахомова, С.К.Ревина, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1971, 87 с.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1972 г. — Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. — М., 1973.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1973 г. — Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. — М., 1974.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1974 г. — Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. — М., 1975.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1975 г. — Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. — М., 1976.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1976 год. — Н.А.Родионов, Н.А.Афанасьева, Н.С.Езжалкина, Т.А.Бакум, А.Н.Зубакина, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1977, 120 с.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1977 г. — Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. — М., 1978.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1978 г. — Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. — М., 1979.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1979 г. — Под ред. д-ра геогр.наук А.И.Симонова. — М., 1980.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1980 г. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Т.А.Иноземцева, Н.А.Казакова, И.Г.Матвейчук, Н.А.Родионов, Е.Г.Седова, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1981, 166 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1981 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, Н.А.Родионов, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1982, 149 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1982 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, Н.А.Родионов, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1983, 132 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1984 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Б.М.Затучная, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, В.М.Пищальник, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1985, 149 с.

- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1985 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Б.М.Загучная, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, В.М.Пищальник, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1986, 177 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1986 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1987, 132 с.
- Обзор состояния химического загрязнения вод отдельных районов Мирового океана за период 1986–1988 гг. — В.А.Михайлов, В.И.Михайлов, И.Г.Орлова, И.А.Писарева, Е.А.Собченко, А.В.Ткалин, под ред. А.И.Симонова и И.Г.Орловой. — Москва, 1989, 143 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1987 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1988, 179 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1988 год. — Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1989, 208 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1989 год. — Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, И.А.Писарева, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кирьянова. — Москва, 1990, 279 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1990 год. — Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, И.А.Писарева, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кирьянова. — Москва, 1991, 277 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1991 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кирьянова. — Москва, 1992, 347 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1992 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кирьянова. — Москва, 1996, 247 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1993 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кирьянова. — Москва, 1996, 230 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1994 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кирьянова. — Москва, 1996, 126 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1995 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кирьянова. — Москва, 1996, 261 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1996 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кирьянова. — Москва, 1997, 110 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 1999. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, И.Г.Матвейчук, под ред. А.Н.Коршенко. — Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат, 2001, 80 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2000. — Н.А.Афанасьева, И.Г.Матвейчук, И.Я.Агарова, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, под ред. А.Н.Коршенко, Санкт-Петербург. — Гидрометеоиздат, 2002, 114 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2002. — И.Г.Матвейчук, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, под ред. А.Н.Коршенко. — Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат, 2005, 127 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2003. — А.Н.Коршенко, И.Г.Матвейчук, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков. — М, Метеоагентство Росгидромета, 2005, 111 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2004. — А.Н.Коршенко, И.Г.Матвейчук, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, В.С.Кирьянов. — М, Метеоагентство 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, Метеоагентство 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, «Артифлекс», 2008, 146 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2007. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., Кирьянов В.С. — Обнинск, ОАО «ФОП», 2009, 200 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2008. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., Кирьянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В., Ермаков В.Б. — Обнинск, ОАО «ФОП», 2009, 192 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2009. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Кирьянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В. — Обнинск, «Артифлекс», 2010, 174 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2010. — Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифлекс», 2011, 196 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2011. — Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифлекс», 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.

Приложение № 2.

Авторы, владельцы материалов и организации, принимающие участие в подготовке Ежегодника-2018

Каспийское море

- 1). Астраханский ЦГМС, (АстрЦГМС, г. Астрахань), Лаборатория мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ): Дошахова Д.Г.
- 2). Дагестанский ЦГМС (ДагЦГМС, г. Махачкала): Османова С.Ш.

Азовское море

- 1). Донская устьевая гидрометеорологическая станция (МЗОС ДУС, г. Азов), ФГБУ «Северо-Кавказское УГМС»: Сулеменко Е.А., Хорошенькая Е.А.
- 2). Лаборатория мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ) Устьевой ГМС Кубанская (г. Темрюк): Дербичева Т.И., Кобец С.В.
- 3). Лаборатория мониторинга загрязнения окружающей среды г. Керчи (г. Керчь): Алексеенко А.И., Ришко Л.А., Соколов А.А., Полубинская Е.М.

Черное море

- 1). Отдел биогеохимии моря (ОБМ) Морского гидрофизического института РАН (МГИ, г. Севастополь): Орехова Н.А., Кондратьев С.И., Видничук А.В., Медведев Е.В., Хоружий Д.С.

- 2). Севастопольское отделение ФГБУ «ГОИН» (Крым, г. Севастополь): Мезенцева И. В., Вареник А. В., Мальченко Ю. А., Дьяков Н. Н.
- 3). Лаборатория мониторинга загрязнения природной среды Морской гидрометеорологической станции Ялта (ЛМЗС МГ Ялта, г. Ялта): Парфенова В. А., Проташик Л. А., Брайко О. И.
- 4). Комплексная лаборатория наблюдений за загрязнением природной среды» (г. Керчь): Алексеенко А. И.
- 5). Лаборатория мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ) Устьевой ГМС Кубанская (г. Темрюк): Дербичева Т. И., Кобец С. В.
- 6). Специализированный центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей (ФГБУ «СЦГМС ЧАМ», г. Сочи): Любимцев А. Л.

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): Луковская А. А., Ипатова С. В.

Белое море

- 1). ФГБУ «Северное УГМС», Центр по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЦМС) ФГБУ «Северное УГМС», информационно-аналитический отдел (г. Архангельск): Плакуева М. В., Красавина А. С.
- 2). ФГБУ «Мурманское УГМС», Центр мониторинга загрязнения окружающей среды (г. Мурманск): Устинова А. А., Украинская К. В., Мусорина Л. Д.

Баренцево море

- 1). ФГБУ «Мурманское УГМС», Центр мониторинга загрязнения окружающей среды (г. Мурманск): Устинова А. А., Украинская К. В., Мусорина Л. Д.

Гренландское море (Шпицберген)

- 1). Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Санкт-Петербург): Демин Б. Н., Демешкин А. С., Сторожилова А. В.

Шельф Камчатки, Авачинская губа, Тихий океан

- 1). Лаборатория информационно-аналитических ресурсов (ЛИАР) Центра по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЦМС) ФГБУ «Камчатское УГМС» (г. Петропавловск-Камчатский): Корчуганова Н. В., Копаница М. В., Лебедева Е. В., Полякова В. С.

Охотское море

- 1). Сахалинское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Центр мониторинга загрязнения окружающей среды, Лаборатория мониторинга загрязнения морских и поверхностных вод суши (ЛМЗМПВС ФГБУ «Сахалинское УГМС», г. Южно-Сахалинск): Артамонова Е. М.

Японское море

- 1). Лаборатория по мониторингу загрязнения природных вод и почв (ЛМЗПВиП) Центра по мониторингу окружающей среды ФГБУ «Приморское УГМС» (г. Владивосток): Подкопаева В. В., Наумец А. Е., Ханина К. Н.
- 2). Сахалинское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Центр мониторинга загрязнения окружающей среды, Лаборатория мониторинга загрязнения морских и поверхностных вод суши (ЛМЗМПВС ФГБУ «Сахалинское УГМС», г. Южно-Сахалинск): Артамонова Е. М.

РД Росгидромета:

«Методические руководства по определению гидрохимических показателей и загрязняющих веществ в различных объектах морской среды»

Устаревшие нормативные документы

1. РД 52.10.74–86. Единые отраслевые нормы времени на работы по анализу морской воды и донных отложений по гидрохимическим показателям.
2. РД 52.10.243–92. Руководство по химическому анализу морских вод. (ред. С.Г.Орадовский, СПб, Гидрометеиздат, 1993, 264 с.)
3. РД 52.10.556–95. Методические указания. Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси. (ред. С.Г.Орадовский, М, Гидрометеиздат, 1996, 50 с.)

Обновленные нормативные документы

http://ipk.meteorf.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=282

1. РД 52.10.728–2010. Основные требования к компетентности лабораторий при проведении мониторинга состояния и загрязнения морской среды.
2. РД 52.10.736–2010. Объемная концентрация растворенного кислорода в морских водах. Методика измерений йодометрическим методом (взамен РД 52.10.243–92 в части раздела «Растворенный кислород»).
3. РД 52.10.737–2010. Объемная концентрация растворенного кислорода в морских водах в присутствии сероводорода. Методика измерений йодометрическим методом (взамен РД 52.10.243–92 в части раздела «Растворенный кислород в присутствии сероводорода»).
4. РД 52.10.738–2010. Массовая концентрация фосфатов в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом (взамен РД 52.10.243–92 в части раздела «Фосфаты»).
5. РД 52.10.739–2010. Массовая концентрация общего фосфора в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия (взамен РД 52.10.243–92 в части раздела «Общий фосфор»).
6. РД 52.10.740–2010. Массовая концентрация азота нитритного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса (взамен РД 52.10.243–92 в части раздела «Нитриты»).
7. РД 52.10.743–2010. Общая щелочность морской воды. Методика измерений титриметрическим методом (взамен РД 52.10.243–92 в части раздела «Общая щелочность»).
8. РД 52.10.744–2010. Массовая концентрация кремния в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом в виде синей формы молибдокремневой кислоты (взамен РД 52.10.243–92 в части раздела «Кремний»).
9. РД 52.10.745–2010. Массовая концентрация азота нитратного в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом после восстановления в кадмиевом редукторе (взамен РД 52.10.243–92 в части раздела «Нитраты»).
10. РД 52.10.777–2012. Внутренний контроль качества информации о состоянии и загрязнении морской среды.
11. 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»).
12. РД 52.10.773–2013. Массовая концентрация азота аммонийного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Несслера.
13. РД 52.10.774–2013. Массовая доля ртути в донных отложениях. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
14. 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)»).
15. РД 52.10.778–2013. Массовая концентрация растворенных форм железа, марганца и хрома в пробах морской воды. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

16. РД 52.10.779–2013. Массовая концентрация нефтяных углеводородов в пробах морской воды. Методика измерений методом инфракрасной спектроскопии.
17. 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).
18. 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).
19. РД 52.10.805–2013. Массовая концентрация общего азота в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия.
20. РД 52.10.806–2013. Массовая концентрация хлоридов в пробах распресненных морских вод. Методика измерений аргентометрическим методом.
21. 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).
22. РД 52.10.735–2018. Водородный показатель морских вод. Методика измерений потенциометрическим методом (взамен РД 52.10.243–92 в части раздела «Водородный показатель (рН)»).
23. 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»).

Приложение № 4.

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 N33149)

В соответствии с пунктом 8 Положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 10 апреля 2007 г. N219 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2007, N16, ст. 1921; 2009, N18, ст. 2248; N43, ст. 5080; 2011, N29, ст. 4493; N47, ст. 6660; 2013, N24, ст. 2999), приказываю:

Утвердить прилагаемые Методические указания по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов.

*Министр
С.Е.ДОНСКОЙ*

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСУЩЕСТВЛЕНИЮ ГОСУДАРСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧАСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

I. Общие положения

1. Методические указания по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов (далее — Методические указания) разработаны в целях реализации Положения об осуществлении государственного мониторинга водных объектов, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 10 апреля 2007 г. № 219 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2007, № 16, ст. 1921; 2009, № 18, ст. 2248; № 43, ст. 5080; 2011, № 29, ст. 4493; № 47, ст. 6660; 2013, № 24, ст. 2999).
2. Методические указания предназначены для использования территориальными органами Росгидромета, Росводресурсов и другими органами государственной власти, осуществляющими мониторинг состояния водных объектов.

3. Методические указания содержат методико-методологические основы организации и проведения наблюдений за состоянием донных отложений на основе изучения их химического загрязнения и токсичности и определяют требования к организации и проведению наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов.
4. Принципы организации и проведения мониторинга донных отложений основаны на:
 - а) регулярности и комплексности их проведения;
 - б) репрезентативности мест отбора проб донных отложений;
 - в) согласованности программ наблюдения и сроков отбора проб воды и донных отложений с целью последующего анализа (сопоставления) данных мониторинга;
 - г) проведении интегральной оценки токсичности донных отложений на основе биотестирования для выделения зон и участков накопления в них загрязняющих веществ и установления влияния источников загрязнения водного объекта;
 - д) обеспечении единства и достоверности измерений при анализе проб воды и донных отложений.
5. Примерный перечень загрязняющих веществ, способных накапливаться в донных отложениях водных объектов, приведен в Приложении № 1 к Методическим указаниям.
6. Методики измерений, используемые для количественного химического анализа проб донных отложений и воды, аттестуются в соответствии с требованиями статьи 5 Федерального закона от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2008, № 26, ст. 3021; 2014, № 26, ст. 3366) и допускаются для задач мониторинга поверхностных водных объектов.
7. При обнаружении зон с высоким уровнем хронического загрязнения донных отложений или при залповых сбросах сточных вод и авариях в регионе проводят дополнительные экспедиционные обследования непосредственно на участке техногенного воздействия, целью которых является выявление источника загрязнения, масштабов и ареалов его распространения, а также оценка последствий влияния на состояние объектов природной среды.

II. Формирование сети пунктов наблюдений на водных объектах и программ наблюдений

8. Отбор проб донных отложений проводят в пунктах наблюдений на водных объектах.
9. Пункты наблюдений на водных объектах устанавливают:
 - а) вблизи сброса сточных вод промышленных предприятий и сельскохозяйственных угодий;
 - б) на участках с обнаруженными повторяющимися случаями нарушений норм качества воды, повышенных концентраций загрязняющих веществ в донных отложениях или их токсичности, в местах возможного влияния на состояние водных объектов наиболее значимых источников загрязнения;
 - в) в пунктах многоцелевого использования (режимные наблюдения, наблюдения за выносом в моря, в трансграничных водах и так далее).
10. Формирование сети пунктов наблюдений за состоянием донных отложений водных объектов производят в соответствии с настоящими Методическими указаниями на основании:
 - а) инвентаризации основных источников загрязнения и компонентного состава загрязняющих веществ сточных вод;
 - б) выявления наиболее загрязненных участков водотоков и водоемов;
 - в) изучения батиметрических карт, лоций, гидрологических и гидродинамических данных;
 - г) выявления источника загрязнения.
11. Расстояния между точками отбора проб донных отложений зависят от морфологии строения ложа дна, наличия антропогенной нагрузки, речной сети (притоков), глубины водного объекта. Частота сетки отбора проб донных отложений приведена в Приложении № 2 к Методическим указаниям.
12. На водотоках отбор проб донных отложений производят выше и ниже места сброса сточных вод. Верхний (фоновый) створ устанавливают на расстоянии не менее 1 километра выше источников загрязнения, на участках водных объектов, не подверженных влиянию сточных вод предприятий; нижний створ — не далее 0,5 километра от места сброса сточных вод.
13. При проведении работ по выявлению конкретного места сброса сточных вод между створами выше и ниже места сброса сточных вод устанавливают дополнительные створы, характеризующие влияние отдельных мест сброса сточных вод.
14. На водоемах отбор проб донных отложений производят в зоне влияния сброса сточных вод, в зоне верхнего бьефа гидроузла или в районе истока реки (канала) из исследуемого водоема и в замыкающих створах питающих их водотоков.

15. Один створ на водоемах и водотоках совмещают со створом сброса сточных вод, где происходит максимальное накопление донных отложений.
16. При исследовании вторичного загрязнения водного объекта пробы донных отложений отбирают в местах, где обмен загрязняющими веществами между водной массой и донными отложениями характеризуется экстремальными значениями:
 - а) на судовом ходу;
 - б) на участках водоемов с глубинами до 10 метров;
 - в) в зонах ветрового перемешивания вод;
 - г) на перекатах рек.
17. Формирование программы сети пунктов наблюдений за состоянием донных отложений водных объектов проводят с учетом особенностей поступления загрязняющих веществ в водоемы и водотоки, их форм миграции, скоростей трансформации, особенностей донных отложений.

III. Характеристики донных отложений. Периодичность и сроки отбора проб

18. Основные характеристики донных отложений водных объектов и их определение приведены в Приложении №3 к Методическим указаниям.
19. Для общего описания характеристики донных отложений определяются их визуальные и физические характеристики (цвет, запах, консистенцию, тип, включения), температуру, влажность, значения водородного показателя (рН) и окислительно-восстановительный потенциал (Eh).
20. Наблюдения по токсикологическим (биотестовым) показателям для донных отложений включают определение острого и хронического действия в биотестах.
21. Биотесты ставят на лабораторных тест-объектах: хирономидах, дафниях, цериодафниях, коловратках, водорослях, парамециях.
22. В целях описания характеристики донных отложений в том числе используются организмы из природных популяций, которые населяют исследуемый водный объект и отловлены на его незагрязненных участках:
 - а) личинки насекомых, обитающих в воде (хирономиды, жуки, эфемериды, ручейники);
 - б) бентические ракообразные (водяной ослик, бокоплавы).
23. В случае обнаружения высокой токсичности донных отложений, биохимической устойчивости, способности к сорбции на взвешенных веществах с последующим осаждением на дно водного объекта, аккумуляции донными отложениями, водной биотой и животными в донных отложениях определяют наиболее распространенные приоритетные (нефтепродукты, полициклические ароматические углеводороды, пестициды, металлы) и специфические (полихлорбифенилы, полихлорфенолы, полиароматические соединения, сероорганические соединения и другие) загрязняющие вещества.
24. Компонентный состав металлов устанавливают с учетом специфики источников загрязнения. Приоритетными для наблюдений являются ртуть, мышьяк, медь, цинк, кадмий, свинец, хром.
25. Компонентный состав нефтепродуктов включает углеводороды и смолистые вещества (смолы и асфальтены). Асфальтены способны накапливаться в донных отложениях в значительной степени (до 70–80 процентов от общей суммы нефтяных компонентов).
26. Компонентный состав контролируемых полициклических ароматических углеводородов включает стойкие и токсичные 4–7-ядерные ароматические углеводороды, имеющие преимущественно техногенное происхождение. Исследование компонентного состава полициклических ароматических углеводородов допустимо проводить в пробах, где обнаружены их высокие суммарные концентрации.
27. Компонентный состав пестицидов включает наиболее опасные и стойкие хлорорганические пестициды: α -, β - и γ - изомеры гексахлорциклогексана; дихлордифенилтрихлорэтан и его метаболиты — дихлордифенилдихлорметилметан и дихлордифенилдихлорэтилен. Пестициды других классов, способные к накоплению в донных отложениях, определяют только в водных объектах, где имеются источники их поступления.
28. Специфические загрязняющие вещества (полихлорбифенилы, полиароматические соединения, полихлорфенолы, серосодержащие соединения и другие) определяют в донных отложениях только тех водных объектов, где имеются источники их поступления.
29. Периодичность и сроки отбора проб донных отложений для анализа загрязняющих веществ и определения токсичности устанавливают с учетом гидрологической ситуации в водном объекте и времени максимального поступления веществ в донные отложения в соответствии с Приложением №4 к Методическим указаниям.

При идентификации источника загрязнения водного объекта специально проводят дополнительный отбор проб донных отложений.

30. Выбор способа отбора проб зависит от целей исследования, типа донных отложений, гидродинамического режима водного объекта, планируемых для определения в донных отложениях загрязняющих веществ и отборов из поверхностного слоя донных отложений или по горизонтам. Отбор проб осуществляется из поверхностного слоя по горизонтам при проведении специальных исследований (при оценке интенсивности хронического загрязнения; определении глубины размывания донных отложений при сгонно-нагонных явлениях; изучении вторичного загрязнения водных масс; исследовании внутриводоемных процессов), а также для установления истинных фоновых концентраций исследуемых веществ в донных отложениях, отобранных до периода их заметного загрязнения (на глубине более 30 см).

К устройствам, нарушающим стратификацию донных отложений при отборе проб, относятся дночерпатели типа штанговый ГР-91, ДЧ-0,025.

К устройствам, не нарушающим стратификацию донных отложений при отборе проб, относятся трубки типа ТГ-1 и ТГ-1.5, снабженные специальными вкладышами-клапанами для предотвращения вымывания донных отложений при подъеме трубки, пробоотборники открытого гравитационного типа с автоматически закрывающейся диафрагмой.

При определении в донных отложениях неорганических загрязняющих веществ (мышьяк и металлы) пробоотборник используется из пластика или из нержавеющей стали. В случае отсутствия соответствующего пробоотборника пробу извлекают из него как можно скорее, при этом часть пробы, находящаяся в непосредственном контакте с пробоотборником, удаляется. Перед использованием пробоотборник необходимо предварительно промыть 5%-ной азотной кислотой и ополоснув бидистиллированной водой.

При определении в донных отложениях органических загрязняющих веществ (хлорорганические соединения, нефтепродукты, пестициды) используют пробоотборник из нержавеющей стали, предварительно ополоснув его гексаном.

В целях предотвращения перекрестного загрязнения пробы, отобранные для определения в них неорганических веществ, на всех этапах исследования полностью изолируют от проб, отобранных для определения органических веществ.

Способы оценки загрязнения водных объектов по результатам исследования донных отложений приведены в Приложении № 5 к Методическим указаниям.

31. При появлении новых источников загрязнения, изменении условий сброса, расхода и состава сточных вод прежних источников, смещении зон максимального осадконакопления состав сети пунктов наблюдения на водных объектах, перечень загрязняющих веществ и сроки отбора проб пересматриваются.

IV. Анализ проб. Обработка, обобщение результатов, оценка состояния донных отложений. Оценка уровня токсического загрязнения экосистемы водного объекта

32. Оценка загрязненности донных отложений проводится одним из следующих способов:

- сравнение концентрации каждого из загрязняющих веществ в пробах донных отложений, отобранных в створах наблюдений и в фоновом створе, при условии идентичности типов донных отложений, в абсолютной форме либо в относительной форме в виде коэффициентов загрязнения, факторов загрязнения, представляющих отношения обнаруженной концентрации к фоновой;
- сравнение концентраций определяемых веществ (преимущественно металлов), содержащихся в поверхностном односантиметровом слое и фоновых донных отложениях, отобранных в этой же точке до периода их заметного загрязнения на глубине не менее 20 см (частное от деления этих величин представляет собой коэффициент загрязнения);
- сравнение кратности отношения абсолютной концентрации определяемого вещества к средней характерной концентрации каждого определяемого вещества для различных типов донных отложений. Степень загрязненности донных отложений в исследуемый период времени зависит от величины кратности (меньше или больше единицы). Данный способ применим при наличии многолетних наблюдений в условиях постоянного антропогенного воздействия за состоянием донных отложений в конкретном водном объекте, по результатам которых и рассчитывают среднюю характерную концентрацию.

Концентрации загрязняющих веществ в пробах донных отложений сравнивают с поправкой на размер частиц донных отложений: фракцию размером менее 63 или 125 мкм анализируют в том случае, если материал фракции составляет хотя бы 30–40 процентов от всей пробы.

33. Способы представления полученных результатов:
- а) включение в таблицы первичной информации, полученной по итогам отбора проб донных отложений и их анализа;
 - б) обработка включенных в таблицы данных с помощью статистических методов, преобразование данных в значения, позволяющие судить о временных и (или) пространственных изменениях;
 - в) представление данных в виде графиков, что позволяет визуально обнаружить тенденции; отражение на графике контрольных параметров позволяет представить ситуацию в развитии. Графики могут быть представлены в линейной форме, в виде гистограмм, круговых диаграмм;
 - г) агрегирование данных методом выведения обобщенных показателей качества (при большом объеме данных).
34. При оценке загрязненности донных отложений учитывается вклад биогенной составляющей для веществ, имеющих смешанное (природное и антропогенное) происхождение.
35. Для установления степени и характера загрязнения используют оценку загрязненности донных отложений и воды по величинам коэффициентов донной аккумуляции и определение индекса экологической опасности для оценки интенсивности загрязнения водного объекта металлами.
36. При проведении работ по выявлению источника загрязнения водного объекта используется информация о составе специфических загрязняющих веществ в сточных водах и предполагаемом источнике их загрязнения.
37. Оценка токсичности пробы донных отложений проводят с помощью биотестирования с использованием одной методики (биотеста) или набора методик (биотестов).
38. Биотестирование донных отложений проводят выборочно на:
- нативной, необработанной пробе;
 - водной вытяжке из донных отложений.
- Для биотестирования «необработанной» пробы донных отложений используют биотест на организмах зообентоса.
- Для биотестирования водной вытяжки используют биотесты на дафниях, цериодафниях, водорослях, парамециях, коловратках и рыбах.
- Приоритетным при оценке результатов биотестирования водной вытяжки по набору биотестов является биотест на дафниях или цериодафниях.
39. Оценка токсичности пробы проводят, используя результаты регистрации острого токсического действия и хронического токсического действия с учетом закономерностей реагирования, особенностей жизнедеятельности использованных тест-объектов.
- При использовании набора биотестов общая оценка токсичности дается исходя из следующего принципа: если хотя бы в одном из биотестов проба донных отложений оказывает токсическое действие, ее считают токсичной (результаты различных биотестов могут не совпадать вследствие различий в чувствительности тест-объектов к токсическому воздействию). Степень влияния токсичного вещества на организм зависит от концентрации и времени воздействия (экспозиции) и определяется по формуле:
- $$E=CT,$$
- где E — эффект (результат воздействия); C — концентрация воздействующего вещества; T — время воздействия вещества (экспозиция). Эффект E представляет собой любой результат воздействия, например, гибель тест-объектов, а величины C и T выражаются в соответствующих единицах измерения.
40. Общую оценку уровня токсического загрязнения донных отложений водного объекта (в целом) проводят на основе результатов биотестирования проб, отобранных на разных его участках. По наличию токсичности в различных пробах донных отложений судят о расположении участков накопления токсичных загрязняющих веществ в водном объекте, зонах влияния источников загрязнения.
41. Оценка уровня токсического загрязнения экосистемы водного объекта проводят на основе результатов биотестирования проб донных отложений, проб воды из придонных слоев. При этом в токсикологических экспериментах используют экологически соответствующие тест-объекты.
42. Контроль загрязнения при отборе проб донных отложений организуют при наличии стандартных образцов донных отложений. При этом оценивается возможное загрязнение пробы из-за неподготовленного оборудования для отбора проб, неправильного хранения и транспортирования проб, неквалифицированной работы оператора.

**ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ,
СПОСОБНЫХ НАКАПЛИВАТЬСЯ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ
ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Источник загрязнения	Загрязняющие вещества
Нефтяная промышленность	
нефтедобывающая	Нефтепродукты, СПАВ, химические реагенты (нитролигнин, карбоксиметилцеллюлоза, полиакриламиды и другие), 3–5-ядерные ПАУ, их производные, гетероциклические азот-, серосодержащие соединения (метил-, диметилбензтиофены и другие), металлы.
нефтеперерабатывающая	Нефтепродукты, СПАВ, ПАУ, их азот-, серосодержащие гетероциклические производные (метил-, диметилбензтиофены, нафтотиофены и другие), металлы, фталаты.
Газовая промышленность	
добыча и переработка газа и газоконденсата	Углеводороды, ПАУ, их серосодержащие гетероциклические производные, хлор- и аминоподобные других циклических веществ, СПАВ.
Теплоэнергетика	ПАУ, нефтепродукты, металлы (As, V, Pb, Cr, Cd, Ni, Zn и другие).
Угольная промышленность	
добыча и обогащение угля	металлы (Fe, Cd, Ni, Pb, Zn, Cu, Mn, Be, Co, Sr и др.), ПАУ, их азот- и серосодержащие гетероциклические производные, нефтепродукты.
коксохимическое производство	ПАУ, их кислород-, азот-, серо-, галогенсодержащие гетероциклические производные (бенз-, дибензкарбазолы, бенз-, дибензакридины, бензхинолины и другие), каменноугольные смолы, терпеновые, ароматические спирты, металлы (Rb, Cd, Hg, Mn, Al, Fe и другие), дибензфураны, ПХБ, СПАВ, углеводороды, цианистые соединения, сажа и др.
Черная металлургия	
горнорудное производство производство чугуна, стали, проката, металловсплавов	Металлы, каменноугольные смолы, нефтепродукты, СПАВ, реагенты обогащения руд (масла и другие), ПАУ, их кислород-, серо-, азотсодержащие гетероциклические производные, полихлорированные диоксины, ПХБ, цианистые соединения, амины и другие
Цветная металлургия	
горнорудное производство производство цветных металлов и их сплавов	металлы (Al, Zn, Cu, Fe, Pb, Co, Cr, Ni, Mn, Cd, Al и др.), нефтепродукты, СПАВ, полихлорированные диоксины, ПХБ, цианистые соединения и другие
Машиностроительная промышленность	металлы, СПАВ, нефтепродукты, диметил-, диоктил-, дибutilфталаты и другие
Целлюлозно-бумажная промышленность	Лигносulьфонаты, ПАУ, нефтепродукты, СПАВ, металлы (Mn, Fe, Mo, V, Cu, Co и др.), хлор-, сероорганические соединения, сера молекулярная, диметил-, дибutilфталаты и другие
Лесохимическая промышленность	ПХФ, СПАВ, лигносульфонаты и другие
Производство лаков и красок	Фенол-формальдегидные смолы, СПАВ, углеводороды, ПХФ, фталаты, нитро-, хлорфенолы, производные ароматических аминов, кислот и другие
Сельскохозяйственное производство	
животноводство растениеводство	Пестициды, СПАВ, металлы (Zn, Cu, Fe и другие), нефтепродукты
Пищевая промышленность	
мясоперерабатывающие, молочные и рыбные производства	Жиры, высокомолекулярные жирные органические кислоты, спирты, нефтепродукты, СПАВ и другие
Очистные сооружения, хозяйственно-бытовые сточные воды	Нефтепродукты, СПАВ, жиры, высокомолекулярные жирные кислоты, диметил-, диоктил-, дибutilфталаты, хлорорганические соединения, хлор-, сероорганические, цианистые соединения
Использованы следующие сокращения: 1. ПАУ — полициклические ароматические углеводороды. 2. ПХБ — полихлорбифенилы. 3. ПХФ — полихлорфенолы. 4. СПАВ — синтетические поверхностно-активные вещества.	

ЧАСТОТА СЕТКИ ОТБОРА ПРОБ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Глубина водного объекта (метры)	Частота сетки отбора проб (метры)
> 40	300–400
10–40	100–300
< 10	30–100
Примечание. На водном объекте отбирается не менее 5–10 проб каждого типа донных отложений.	

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ

1. Физическими свойствами донных отложений являются: цвет; запах; консистенция; включения; тип.
 - 1.1. Цвет донных отложений обусловлен окислительно-восстановительными условиями, содержанием и составом органических веществ, сульфидов, гидроксидов железа и марганца и описывается полутонами (беловато-серый, темно-серый, желто-серый, черно-серый).
 - 1.2. Запах донных отложений зависит от состава аккумулярованных веществ и определяется органолептически после отбора проб. Основные виды запаха приведены в таблице.

Вид запаха	Возможные источники происхождения запаха
Химический	Промышленные сточные воды
Нефтяной	Сточные воды нефтеперерабатывающих заводов, судоходство, пластовые воды нефтегазовых месторождений
Сернистый	Сероводород
Гнилостный	Застоявшиеся сточные воды
Землистый	Сырая земля
Торфяной	Торф

- 1.3. Консистенция донных отложений в значительной мере зависит от наличия в них воды. По консистенции донные отложения подразделяют на жидкие (растекаются по бумаге), полужидкие (расплаваются по бумаге), мягкие (легко вдавливаются пальцем), плотные (трудно вдавливаются пальцем), очень плотные (трудно разрезаются ножом).
- 1.4. Включения в донные отложения обычно состоят из остатков флоры и фауны, различных конкреций, грубообломочного материала и описываются визуально (ракушки, остатки травы, твердые частицы).
- 1.5. Типы донных отложений устанавливают по механическому и вещественному составам.
 - 1.5.1. Тип донных отложений по механическому составу определяется по преобладающему размеру слагающих фракций и устанавливается визуально. Сочетание двух или нескольких фракций определяет двучленное название их типа (песчанистый ил, глинистый ил, илистый песок).
 - 1.5.2. Тип донных отложений по вещественному составу определяется по содержанию основных слагающих их компонентов (карбонатов кальция и магния, органических веществ, аморфного кремнезема, иногда железа и марганца).
2. В отобранных пробах донных отложений в непосредственной близости от водного объекта определяют следующие физические свойства: цвет, температуру, рН, Eh, запах.
3. Описание типа, консистенции и включений, а также определение влажности производят в лаборатории.

**ПЕРИОДИЧНОСТЬ И СРОКИ ОТБОРА ПРОБ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
ДЛЯ АНАЛИЗА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ**

Название загрязняющего вещества	Водоток		Водоем	
	Периодичность, число раз в году	Характеристика срока	Периодичность, число раз в году	Характеристика срока
Хлорорганические пестициды и другие пестициды	3 <*>	На спаде половодья, при прохождении дождевого паводка, перед ледоставом	3 <*>	В начале весеннего наполнения, в период максимального наполнения, при наиболее низком уровне в летне-осенний период
	2 <***>	На спаде половодья, в межень	2 <***>	В период максимального наполнения, при наиболее низком уровне в летне-осенний период
Нефтепродукты, полициклические ароматические углеводороды и другие органические вещества	3 <*>	На спаде половодья, при прохождении дождевого паводка, перед ледоставом	2–3	В период максимального наполнения, при наиболее низком уровне в летне-осенний период, желательно при минимальных уровнях во время ледостава
металлы	2–3 <*>	На спаде половодья, при прохождении дождевого паводка, желательно перед ледоставом	2–3	В период максимального наполнения, при наиболее низком уровне в летне-осенний период, желательно при минимальных уровнях во время ледостава
<*> При возникновении чрезвычайных ситуаций и идентификации источника загрязнения водного объекта проводят дополнительный отбор проб донных отложений и сточных вод. <***> При отсутствии применения хлорорганических пестицидов и других пестицидов в регионе.				

**СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

1. Коэффициент донной аккумуляции (КДА) рассчитывается по формуле: $KDA = C_{до} / C_{вода}$, где $C_{до}$ — концентрация загрязняющего вещества в донных отложениях, мг/кг или мкг/кг; $C_{вода}$ — концентрация этого вещества в воде, отобранной одновременно в этом же створе, мг/л или мкг/л.
2. Величины КДА, равные $n \times 10$ (где n — от 1 до 9) при низких концентрациях загрязняющих веществ в воде и донных отложениях, обычно характеризуют обстановку в водном объекте как относительно удовлетворительную (без признаков хронического загрязнения).
3. Невысокие значения КДА ($n \times 10 - n \times 10^2$) и повышенные концентрации загрязняющих веществ в воде указывают на поступление в водный объект свежего загрязнения, в результате чего отношения $C_{до} / C_{вода}$ снижаются и не превышают двух порядков.
4. Значения КДА, равные от $n \times 10^3$ до $n \times 10^4$ при концентрациях загрязняющего вещества в воде, существенно превышающих величину ПДК, свидетельствуют о высоком уровне хронического загрязнения водного объекта.

5. Факторами, влияющими на величину КДА, являются также природа загрязняющего вещества, его растворимость в воде, удельный вес, специфика протекающих процессов сорбции-десорбции в системе «вода — донные отложения», геоморфологические особенности водного объекта. Для оценки загрязнения пресноводных экосистем металлами используется методика определения индекса экологической опасности (RJ), включающая расчет и определение коэффициентов загрязнения, степени загрязнения и коэффициента экологической опасности.
6. **Коэффициент загрязнения** (C_1) рассчитывается как частное от деления концентрации определяемого вещества в поверхностном слое 1 см к доиндустриальному фоновому значению (глубина слоя не менее 20 см); **степень загрязнения** определяется как сумма C_1 для всех определяемых загрязняющих веществ. Для количественного определения экологической опасности загрязняющих веществ определяются значения **коэффициента экологической опасности**, который рассчитывается как произведение токсичного коэффициента (учитывающего токсичность вещества и биопродуктивность экосистем в зависимости от содержания общего фосфора) на C_1 . Значения индекса экологической опасности определяются как сумма коэффициентов экологической опасности для всех определяемых загрязняющих веществ. Использована следующая классификация описания значений индекса потенциальной экологической опасности: $RJ < 75$ — низкая экологическая опасность, $75 \leq RJ < 150$ — умеренная экологическая опасность; $150 \leq RJ < 300$ — значительная экологическая опасность; $RJ > 300$ — высокая экологическая опасность.
7. С учетом определенных дополнений методика может быть использована для оценки загрязнения пресноводных экосистем органическими веществами, имеющими смешанное (биогенное и антропогенное) происхождение.

Использованы следующие сокращения:

1. КДА — коэффициент донной аккумуляции.
2. ПАУ — полициклические ароматические углеводороды.
3. ПХБ — полихлорбифенилы.
4. ПДК — предельно допустимая концентрация.

CONTENTS

ANNOTATION	4
ABSTRACT	5
INTRODUCTION	6
Chapter A. Description of monitoring system	
A.1. Monitoring stations	7
A.2. Methods of sampling and data treatment	8
A.3. Monitoring of marine environment at 2018	18
Chapter 1. Caspian Sea	
1.1. General information	22
1.2. Discharge of the pollutants	23
1.3. Water conditions of the Northern Caspian	24
1.3.1. North-Western shallow part of the Caspian Sea (century transect III and IIIa)	24
1.3.2. Southern border of the Northern Caspian (century transect IV)	30
1.4. Waters conditions of the Dagestan coastal area	30
Chapter 2. Azov Sea	
2.1. General information	35
2.2. Taganrog Bay	39
2.2.1. Monitoring system of the Don estuarine region and Taganrog Bay	39
2.2.2. Water pollution of the Don estuarine area	40
2.2.3. Bottom sediments pollution	44
2.3. Marine estuarian area and Delta of the Kuban River.	44
2.3.1. Monitoring system of the Kuban River estuarian area.	44
2.3.2. Pollution of the Kuban Delta and Temruk Bay	45
2.4. Kerch Strait. Northern narrow (transect port Crimea — port Caucasus)	55
Chapter 3. Black Sea	
3.1. General information	60
3.2. Expeditions in the open sea	62
3.3. Marine water pollution of the Crimean coast of the Black Sea	67
3.3.1. Eupatory city area (Donuzlav lake)	68
3.3.2. Sevastopol Bight (MHI)	68
3.3.3. Sevastopol Bight and sea-side (SB SOI).	69
3.3.4. Pollution of atmospheric deposits (Sevastopol)	71
3.3.5. Yalta port	72
3.3.6. Water quality of Crimean coastal waters.	76
3.4. Pollution of the coastal waters in Anapa-Tuapse area	76
3.5. Coastal area of Adler-Sochi	85
Chapter 4. Baltic Sea	
4.1. General information	93
4.2. Monitoring systems in the eastern part of the Gulf of Finland and Neva Bay	93
4.3. Hydrometeorological conditions	94
4.4. Central part of the Neva Bay	95
4.5. Northern resort of the Neva Bay	97
4.6. Southern resort of the Neva Bay	100
4.7. Marine Trade Port (MTP)	102
4.8. Northern WWT plant	104
4.9. Resort area in the shallow-water Eastern part of the Finnish Gulf	107
4.10. Shallow-water area in the Eastern part of the Finnish Gulf	110
4.11. Deep-water area in the Eastern part of the Finnish Gulf	112

4.12. Koporsky Bay	114
4.13. Luzsky Bay	117
Chapter 5. White Sea	
5.1. General information	121
5.2. Sources of pollution	122
5.3. Dvina Bay	123
5.4. Kandalaksha Bay	125
Chapter 6. Barents Sea	
6.1. General information	128
6.2. Sources of pollution	129
6.3. Water pollution of the Kolsky Bay	129
Chapter 7. Greenland Sea (Spitsbergen)	
7.1. General information	134
7.2. Expeditions in Spitsbergen archipelago waters	134
7.3. Hydrochemical parameters	135
7.4. Pollution	135
Chapter 8. Arctic Seas	
Chapter 9. Kamchatka shelf (Pacific ocean)	
9.1. General information	141
9.2. Sources of pollution	141
9.3. Water pollution in the Avacha Bay	143
Chapter 10. Okhotsk Sea	
10.1. General information	149
10.2. Pollution of the Sakhalin shelf	150
10.2.1. Area of village Starodubskoe	151
10.2.2. Aniva Bay. Area near port Korsakov	153
10.2.3. Aniva Bay. Area near village Prigorodnoe	155
10.3. Visual observations	156
10.4. Results	158
Chapter 11. Japan Sea	
11.1. General information	159
11.2. Sources of pollution	160
11.3. Golden Horn Bay	161
11.4. Diomedea Bay	167
11.5. The Eastern Bosphorus Strait and Ulyss Bight	171
11.6. Amur Bay	175
11.7. Ussuri Bay	180
11.8. Nakhodka Bay	185
11.9. Western shelf of the Sakhalin Island. The Tatarsky Strait	190
Chapter 12. Conclusions	
Literature cited	203
<i>Annex 1.</i> The list of the published Annual Repots	206
<i>Annex 2.</i> The authors and owners of the data.	208
<i>Annex 3.</i> Roshydromet Manuals on marine hydrochemistry.	209
<i>Annex 4.</i> Order of Ministry of Natural Resources on Bottom Sediments	210
CONTENTS.	220
CONTENTS (Russ).	222

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
ABSTRACT	5
ВВЕДЕНИЕ	6
А. Характеристика системы наблюдений	
А.1. Станции мониторинга	7
А.2. Методы обработки проб и результатов наблюдений	8
А.3. Мониторинг морской среды в 2018 г	18
Глава 1. Каспийское море	
1.1. Общая характеристика	22
1.2. Поступление загрязняющих веществ	23
1.3. Состояние вод Северного Каспия	24
1.3.1. Северо-западная мелководная часть Каспия (разрезы III и IIIa)	24
1.3.2 Южная граница Северного Каспия (разрез IV)	30
1.4. Состояние вод Дагестанского побережья	30
Глава 2. Азовское море	
2.1. Общая характеристика	35
2.2. Таганрогский залив	39
2.2.1. Система мониторинга устьевой области р. Дон и Таганрогского залива	39
2.2.2. Загрязнение вод устьевой области р. Дон	40
2.2.3. Загрязнение донных отложений	44
2.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань	44
2.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань	44
2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива	45
2.4. Керченский пролив. Северная узость (разрез порт Крым — порт Кавказ)	55
Глава 3. Черное море	
3.1. Общая характеристика	60
3.2. Экспедиционные исследования открытой части моря	62
3.3. Загрязнение морских вод у Крымских берегов Чёрного моря	67
3.3.1. Евпаторийский район (озеро Донузлав)	68
3.3.2. Севастопольская бухта (МГИ)	68
3.3.3. Севастопольская бухта и взморье (СО ГОИН)	69
3.3.4. Загрязнение атмосферных выпадений (г. Севастополь)	71
3.3.5. Порт Ялта	72
3.3.6. Качество черноморских вод у берегов Крыма	76
3.4. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе	76
3.5. Прибрежный район Сочи-Адлер	85
Глава 4. Балтийское море	
4.1. Общая характеристика	93
4.2. Мониторинг восточной части Финского залива и Невской губы	93
4.3. Характеристика гидрометеорологических условий	94
4.4. Центральная часть Невской губы	95
4.5. Северный курортный район Невской губы	97
4.6. Южный курортный район Невской губы	100
4.7. Морской торговый порт (МТП)	102
4.8. Северная станция аэрации	104
4.9. Курортный район мелководной зоны восточной части Финского залива	107
4.10. Мелководная зона восточной части Финского залива	110
4.11. Глубоководная зона Восточной части Финского залива	112
4.12. Копорская губа	114

4.13. Лужская губа	117
Глава 5. Белое море	
5.1. Общая характеристика	121
5.2. Источники поступления загрязняющих веществ	122
5.3. Двинский залив	123
5.4. Кандалакшский залив	125
Глава 6. Баренцево море	
6.1. Общая характеристика	128
6.2. Источники поступления загрязняющих веществ	129
6.3. Загрязнение вод Кольского залива	129
Глава 7. Гренландское море (Шпицберген)	
7.1 Общая характеристика	134
7.2. Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген	134
7.3. Гидрохимические показатели	135
7.4. Загрязняющие вещества	135
Глава 8. Моря Северного ледовитого океана	
Глава 9. Шельф полуострова Камчатка (Тихий океан)	
9.1. Общая характеристика	141
9.2. Источники поступления загрязняющих веществ	141
9.3. Загрязнение вод Авачинской губы	143
Глава 10. Охотское море	
10.1. Общая характеристика	149
10.2. Загрязнение шельфа о. Сахалин.	150
10.2.1. Район поселка Стародубское	151
10.2.2. Залив Анива. Район порта г. Корсакова.	153
10.2.3. Залив Анива. Район пос. Пригородное	155
10.3 Визуальные наблюдения	156
10.4 Выводы	158
Глава 11. Японское море	
11.1. Общая характеристика	159
11.2. Источники загрязнения	160
11.3. Бухта Золотой Рог	161
11.4. Бухта Диомид.	167
11.5. Пролив Босфор Восточный (включая бухту Улисс)	171
11.6. Амурский залив	175
11.7. Уссурийский залив	180
11.8. Залив Находка	185
11.9. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив	190
Глава 12. Выводы	
Литература	203
<i>Приложение № 1.</i> Список опубликованных Ежегодников	206
<i>Приложение № 2.</i> Авторы, владельцы материалов и организации, принимающие участие в подготовке Ежегодника-2018.	208
<i>Приложение № 3.</i> РД Росгидромета: «Методические руководства по определению гидрохимических показателей и загрязняющих веществ в различных объектах морской среды»	209
<i>Приложение № 4.</i> Приказ Минприроды России от 24.02.2014 № 112. Донные отложения	210
CONTENTS	220
СОДЕРЖАНИЕ	222

Качество морских вод по гидрохимическим показателям.
Ежегодник 2018. — под ред. Коршенко А. Н., Москва, «Наука»,
2019, 224 с.

ISBN 978-5-9500646-6-1

© Коршенко А.Н.

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

Формат 70x100 1/16. Условных п.л. 14
Тираж 400 экз. Зак. № 201

Отпечатано в ФГУП «Издательство «Наука»
(Типография «Наука»)
121099 Москва, Шубинский пер., 6

ISBN 978-5-9500646-6-1



9 785950 064661