

**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

2015

Editor Alexander Korshenko

Moscow 2016

**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

2015

Редактор Коршенко А.Н.

Москва 2016

АННОТАЦИЯ

В Ежегоднике-2015 приведены усредненные значения стандартных гидрохимических характеристик, концентрация биогенных элементов и уровень загрязнения вод и донных отложений различными веществами прибрежных районов морей Российской Федерации в 2015 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 ГУ «НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Санкт-Петербург), институтов Российской Академии Наук и других специализированных организаций. Работа по подготовке Ежегодника 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 критериев. Для отдельных районов с достаточной длительностью рядов накопленной информации выявлены многолетние тренды концентрации загрязняющих веществ в морской среде или характеристиках качества вод.

Ежегодник 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 2015. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2016, 184 с.

ISBN 978-5-9500646-0-9

© Коршенко А.Н.

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

ABSTRACT

The Annual Report 2015 reviews the hydrochemical state and pollution of marine coastal waters and bottom sediments of the seas around Russian Federation in 2015. The Annual Report summarizes routine observation data on the quality of the seawaters and bottom sediments conducted by 16 regional chemical laboratories and North-Western Branch of NPO “Typhoon” (St.Petersburg) of the Roshydromet. For some regions additional information used from different national and international sources.

The Report contains annual and/or seasonal/monthly average and maximum values of individual hydrochemical parameters of the seawaters for 2015. 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 MAC and complex Index of Water Pollution (IWP). Interannual variations and long-term trends of parameters were identified where possible.

The Annual Report 2015 is intended for use by federal and regional administration bodies, environment protection and offshore industry managers, Russian and international public and scientists. Assessments of the current state and of the long-term changes of marine environmental pollution could be used in researches and for planning of environment protection activities.

This Annual Report 2015 was compiled at the Marine Pollution Monitoring Laboratory of the 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 2015. — Editor Alexander Korshenko, Moscow, «Nauka», 2016, 184 p.

ISBN 978-5-9500646-0-9

© Korshenko A.N.

© State Oceanographic Institute (SOI)

ВВЕДЕНИЕ

Совет Министров СССР Постановлением от 30 сентября 1963 г. поручил Главному управлению гидрометеорологической службы при СМ СССР проведение систематических исследований химического состава загрязнителей морских вод, омывающих берега Советского Союза. В соответствии с этим поручением 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 1966 г. результаты наблюдений в рамках программы мониторинга гидрохимического состояния и загрязнения морских вод публикуются в «Обзоре...», а потом в «Ежегоднике качества морских вод по гидрохимическим показателям» (Приложение 1). Ежегодники составляются в ГОИН на основе данных государственной наблюдательной сети (Положение о ГСН, 2003), включающей центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС) и центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями (ЦГМС-Р) межрегиональных территориальных управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС). Кроме этого в «Ежегодники» 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 показателей загрязненности открытых, прибрежных и эстуарных районов морей России в 2015 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 контролируемых районах морей, «Ежегодные гидрохимические данные о качестве морских вод» (ЕГД) с исходными постанционными гидрохимическими данными и концентрацией загрязняющих веществ, а также обзоры организационно-технического состояния морских химических лабораторий Росгидромета. Кроме того, были использованы материалы исследований морской среды Северо-Западного филиала ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Санкт-Петербург) и других профильных организаций. В Ежегодник частично включены результаты выполнения национальных программ мониторинга морской среды сопредельных стран, а также информация российских и зарубежных научно-исследовательских учреждений, материалы открытых источников в печати или интернете. Ежегодник-2015 по всем морям России 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 морской среды в прибрежных районах морей России регулярно проводятся на станциях государственной службы наблюдения и контроля загрязнения объектов природной среды (станции ГСН). По составу и частоте наблюдений станции ГСН разделяются на три категории:

Станции I категории (единичные контрольные станции) предназначены для оперативного контроля уровня загрязнения моря. Они обычно располагаются в особо важных или постоянно подверженных интенсивному загрязнению районах моря. Наблюдения за загрязнением и химическим составом вод проводятся по сокращенной или полной программе (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 наблюдения осуществляются в районах, куда загрязняющие вещества (ЗВ) могут попасть только вследствие их глобального распространения, а также в промежуточных районах, куда ЗВ поступают вследствие региональных миграционных процессов.

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

По сокращенной программе пробы отбирают один раз в декаду. В состав наблюдений обычно входит определение концентрации нефтяных углеводородов (НУ), содержания растворенного кислорода, значений pH 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 (pH), щелочности (Alk), нитритного азота ($N-NO_2$), нитратного азота ($N-NO_3$), аммонийного азота ($N-NH_4$), общего азота (N_{total}), фосфатного фосфора ($P-PO_4$), общего фосфора (P_{total}), кремния ($Si-SiO_2$), а также элементов гидрометеорологического режима — солёности 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 и 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). В настоящее время методические основы проведения химического анализа элементов и соединений в морской среде постоянно обновляются. В частности, было разработано и одобрено к применению на сети Росгидромета несколько новых методик определения отдельных параметров морской среды:

— РД 52.10.745–2010 Массовая концентрация азота нитратного в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом после восстановления в кадмиевом редукторе;

— РД 52.10.742–2010 Объемная концентрация сероводорода в морской воде. Методика измерений йодометрическим методом;

— РД 52.10.744–2010 Массовая концентрация кремния в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом в виде синей формы молибдокремневой кислоты;

— РД 52.10.743–2010 Общая щелочность морской воды. Методика измерений титриметрическим методом;

— РД 52.10.735–2010 Водородный показатель морских вод. Методика измерений потенциометрическим методом;

— РД 52.10.736–2010 Объемная концентрация растворенного кислорода в морских водах. Методика измерений йодометрическим методом;

— РД 52.10.737–2010 Объемная концентрация растворенного кислорода в морских водах в присутствии сероводорода. Методика измерений йодометрическим методом;

— РД 52.10.738–2010 Массовая концентрация фосфатов в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом;

— РД 52.10.739–2010 Массовая концентрация общего фосфора в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия;

— РД 52.10.740–2010 Массовая концентрация азота нитритного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса.

В тексте и таблицах настоящего Ежегодника уровень загрязненности морских вод и донных отложений характеризуется концентрацией отдельного химического соединения (ингредиента) в принятых для него единицах измерения, а также значением, кратным предельно допустимой концентрации (ПДК) этого загрязнителя в морской воде (табл. А.1). «ПДК представляет максимальную концентрацию вредного вещества, при которой в водоеме не возникает последствий, снижающих его рыбохозяйственную ценность. Экспериментально ПДК устанавливается по наиболее чувствительному звену трофической цепи водоема». Определение дано по документу «Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения», утвержденного приказом Руководителя Федерального агентства по рыболовству А.А. Крайнего № 20 от 18 января 2010 г., зарегистриро-

ванного Министерством юстиции 9 февраля 2010 г., № 16326, 215 с.; Далее в ссылках «Перечень ПДК» (ПДК-2010). Всего в Перечне описано 1071 химическое соединение или вещество.

Таблица А.1. Предельно допустимая концентрация отдельных загрязняющих веществ и биогенных элементов в морских и пресных водах (ПДК-2010).

Ингредиент/ Класс опасности	Но- мер*	Обозначение	ПДК, мг/дм ³	мкг/дм ³	нг/дм ³
Биогенные вещества					
Аммиак (4)	53	NH ₃ nH ₂ O	для пресных вод — 0,05	50	
Аммоний-ион (4)	54	NH ₄ ⁺	0,5 (0,4 в пересчете на N ⁺) 2,9 при 13–34‰	500/389 2900/2256	
Нитрат-анион (4э)	603	NO ₃ ⁻	для пресных вод — 40,0; 9,0 в пересчете на азот	40000/9032	
Нитрит-анион (4э)	608	NO ₂ ⁻	для пресных вод — 0,08; 0,02 в пересчете на азот	80/24	
Силикат калия (3)	757	K ₂ SiO ₃	для пресных вод — 2,0 или 1,0 по SiO ₃ ²⁻	2000 (1000)/ 368	
Фосфаты Na, K, Ca (4э)	935	PO ₄	0,05 олиготрофные водоемы; 0,15 мезотрофные; 0,2 эвтрофные	50/17 150/50 200/67	
<p>N* В Руководящих Документах концентрация биогенных элементов выражена в мкг/дм³ в пересчете на элемент, а в нормативах ПДК на соединение в целом. Вследствие этого нормы ПДК для сетевых подразделений могут быть скорректированы с учетом молекулярной массы составляющих соединения элементов: Н — 1, N — 14, О — 16, Р — 32, Si — 28, К — 39. Таким образом, ПДК аммония составляет 14/18 от приведенного в ПДК-2010 значения; нитритов 14/46; нитратов 14/62; силикатов SiO₃ 28/76 и фосфатов 32/96.</p>					
Металлы					
Алюминий (4)	33	Al	для пресных вод — 0,04	40	
Барий (4)	93	Ba	2,0 при 12–18‰ для пресных вод — 0,74	2000 740	
Ванадий (3)	141	V	для пресных вод — 0,001	1	
Железо (2)	344	Fe	0,05; для пресных вод — 0,1	50 100	
Кадмий (2)	386	Cd	0,01 для пресных вод — 0,005	10 5	
Кальций (4э)	393	Ca	610 при 12–18‰ для пресных вод — 180,0		
Кобальт (3)	412	Co	0,005 для пресных вод — 0,01	5 10	
Марганец двухвалентный (4)	496	Mn ²⁺	0,05 для пресных вод — 0,01	50 10	
Медь (3)	501	Cu	0,005; для пресных вод — 0,001	5 1	
Молибден (2)	556	Mo	- для пресных вод — 0,001	- 1	

Мышьяк (3)	569	As	0,01 для пресных вод — 0,05	10 50	
Никель (3)	671	Ni	0,01 для пресных вод — 0,01	10 10	
Олово (4)	642	Sn	- для пресных вод — 0,112	112	
Ртуть (1)	743	Hg	0,0001; для пресных вод — 0,00001	0,1 0,01	
Свинец (3)	749	Pb	0,01 для пресных вод — 0,006	10 6	
Хром трехвалентный (3)	995	Cr ³⁺	- для пресных вод — 0,07	- 70	
Хром шестивалентный (3)	996	Cr ⁶⁺	- для пресных вод — 0,02	- 20	
Цинк (3)	1018	Zn	0,05 для пресных вод — 0,01	50 10	
Органические загрязняющие вещества					
Синтетические поверх- ностно-активные вещества (СПАВ), (4)	648	Detergents	0,1 для пресных вод — 0,5	100 500	
Нефтепродукты (нефтяные углеводороды, НУ), (3)	600	Total Petroleum Hydrocarbons (TPHs)	0,05	50	
Фенол/карболовая кислота (3)	910	Fenols C ₆ H ₆ O	фенол — 0,001	1,0	
Хлорорганиче- ские токсикан- ты, в том чис- ле ДДТ и его метаболиты (ХОП), по- лихлоробифе- нилы (ПХБ), альдрин, лин- дан и др. (1)	972	DDT, DDD, DDE, α-HCH, β-HCH, δ-HCH, γ-HCH (lindane), Chlorobiphenyls (PCBs)	отсутствие (условно — 0,00001)	0,01	10
Гексахлорциклогексан (гек- сахлоран). ГХЦГ Смесь изомеров 1,2,3,4,5,6-гексахлорцикло- гексана	163	HCH C ₆ H ₆ Cl ₆	отсутствие (условно — 0,00001)	0,01	10
ДДТ (1), <i>инсектицид</i>	196	DDT, DDD, DDE C ₁₄ H ₉ Cl ₅	отсутствие (условно — 0,00001)	0,01	10
Ацетон (3)	83	C ₃ H ₆ O	0,05	50	
Бензол (4)	99	Benzen, C ₆ H ₆	0,5	500	
Бромбензол (2)	112	C ₆ H ₅ Br	0,0001, морские воды 0,1	0,1 100	
α-Бромнафталин (1)	117	C ₁₀ H ₇ Br	отсутствие (0,000001)	0,001	1
Зенкор (1), <i>гербицид</i>	50		отсутствие (0,000001)	0,001	1
Арцерид (1), <i>fungицид</i>	69		0,0007	0,7	700
Бульдок 025 ЕС (1), <i>инсектицид</i>	120	C ₆ H ₅ Br	отсутствие (0,0000001)	0,0001	0,1
Метафос (1), <i>инсектицид</i>	248	C ₅ H ₁₀ NO ₅ PS, Metaphos	0,00003	0,03	30

Дихлофос (1), <i>акарицид, инсектицид</i>	238	$C_2H_7O_4PCl_2$, Dichlophos	отсутствие (условно — 0,00001)	0,01	10
Карбофос (1), <i>инсектицид</i>	241	$C_{10}H_{19}O_6PS_2$, Carbophos	отсутствие (условно — 0,00001)	0,01	10
Хлорофос (1), <i>инсектицид</i>	259	$C_8H_8O_4PCl_3$, Chlorophos	0,00002	0,02	20
2,4-Динитрофенол (2)	275	$C_6H_4N_2O_5$	0,0001	0,1	100
Эптам (1), <i>гербицид</i>	280	$C_9H_{19}NOS$	0,00008	0,08	80
Дихлорбензол (2), смесь изомеров	293	$C_6H_4Cl_2$	0,001	1,0	1000
Кельтан/дикофол (1), <i>инсектицид</i>	295	$C_{14}H_9OCl_5$	0,00001	0,01	10
Пропанид/пропанил (2), <i>гербицид</i>	302	$C_9H_9NOCl_2$	0,0003	0,3	300
2,4-Дихлорфенол (1)	309	$C_6H_4OCl_2$	0,0001	0,1	100
Фозалон (1), <i>пестицид</i>	335	$C_{12}H_{15}ClNO_4PS_2$	0,00001	0,01	10
Додецилбензол (2)	340	$C_{18}H_{30}$	0,0001	0,1	100
Каратан (1), <i>фунгицид</i>	399		0,00007	0,07	70
Метатион/метилнитро- фос/сумитион (1), <i>инсектицид</i>	507	$C_9H_{12}NO_5PS$	0,0000001	0,0001	0,1
Полихлорпинен (1)	705		0,00001	0,01	10
Тетрабутилолово (1)	820	TBT (C_4H_9) ₄ Sn	0,0001	0,1	100
Толуол/метилбензол (3)	846	C_7H_8	0,5	500	
Трибутиламин (1)	854	(C_4H_9) ₃ N	0,00005	0,05	50
Трихлорбензол (2), смесь изомеров	877	$C_6H_3Cl_3$	0,001	1,0	
Трихлорфенол (1), смесь изомеров	883	$C_6H_3Cl_3O$	0,0001	0,1	100
Хлорбензол (3)	961	C_6H_5Cl	0,001	1,0	
2-Хлорфенол (1), смесь изомеров	983	C_6H_5OCl	0,0001	0,1	100
Циклогексан (3)	1006	C_6H_{12}	0,01	10	
Общие показатели					
Растворенный кислород	Стр. 8**	Dissolved oxygen (O_2)	В подледный период — не менее 4,0 мг/л*; В летний период — не менее 6,0 мг/л		
Водородный показатель (pH)		pH	Не должен выходить за пределы 6,5–8,5		
Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅ ; БПК _{полное})	Стр. 9**	BOD ₅ ; BOD _{total}	При температуре 20 °С не должно превышать 3,0 мг/л		
Взвешенные вещества (4)	143	Suspended solids	ПДК 10,0 мг/дм ³ . Инертная природная минеральная взвесь, состоящая из неорганического осадочного материала (глинистые и обломочные материалы, горные породы, силикаты, карбонаты и др.) с дисперсностью частиц от 0,5 мкм. Для континентальной шельфовой зоны морей с глубинами более 8 м.		
Сера элементарная (4)	755	S	10,0 мг/дм ³		
* Номер вещества в Перечне (ПДК, 2010). ** Описание в Перечне (ПДК, 1999). мг/л* — здесь и далее сохранена единица измерения используемого документа.					

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 в воде исследуемой акватории в наибольшей степени превышало ПДК. Четвертым обязательным параметром является содержание растворенного в воде кислорода, для которого значение в формуле рассчитывается делением норматива (табл. А.3) на реальное содержание.

Таблица А.3. Нормативы содержания растворенного в воде кислорода.

Содержание растворенного кислорода С, мг/л	Норматив, мг/л
6≤С	6
5≤С<6	12
4≤С<5	20
3≤С<4	30
2≤С<3	40
1≤С<2	50
С<1	60

Поскольку утвержденная методика из-за повышенного внимания к гипоксическим условиям скорее описывает экологическую приемлемость водной массы 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 загрязнение вод и использовать ИЗВ для сравнительного анализа разных акваторий.

Технология расчета индекса содержит несколько последовательных стадий: 1) выбор уровня усреднения данных по пространству (одиночная станция, группа станций или полностью контролируемый район, например бухта, залив, эстуарный район реки и т.д.) и по

времени (месяц, сезон или год); для выбранных станций и периода времени рассчитывается средняя концентрация всех наблюдаемых параметров; 2) для всех нормируемых параметров морских вод, перечисленных в списке предельно допустимых концентраций (см. выше), 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 $6 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ разделить на среднее значение концентрации кислорода в $\text{мг}/\text{дм}^3$; 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 мкг/л;

— появление запаха вод интенсивностью более 4 баллов, не свойственного воде ранее;

— покрытие пленкой (нефтяной, масляной или другого происхождения) более $\frac{1}{3}$ поверхности водного объекта при его обозримой площади до 6 км²;

— покрытие пленкой поверхности водного объекта на площади 2 км² и более при его обозримой площади более 6 км²;

— снижение содержания растворенного кислорода до значения 2 мг/л и менее;

— увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) свыше 40 мгО₂/л;

— массовая гибель моллюсков, раков, лягушек, рыб, других водных организмов и водной растительности.

Высокое загрязнение (ВЗ) водной среды определяется следующими критериями:

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

— величина биохимического потребления кислорода (БПК₅) — от 10 до 40 мгО₂/л, снижение концентрации растворенного кислорода до значений от 3 до 2 мг/л;

— покрытие пленкой (нефтяной, масляной или другого происхождения) от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{3}$ 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» уточняется перечень основных ингредиентов различных классов опасности и пределы концентрации, характеризующие ВЗ и ЭВЗ (табл. А.4).

Таблица А.4. 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.

Для морских донных отложений в российских территориальных водах в настоящее время не существует нормативно закрепленных характеристик их качества по уровню концентрации загрязняющих веществ. Однако существует возможность оценивать степень загрязнения донных отложений в контролируемом районе на основе соответствия уровня содержания ЗВ критериям экологической оценки загрязненности грунтов по «голландским листам» (табл. А.5). Существуют и иные нормативные показатели, принятых в других странах.

Таблица А.5. Допустимый уровень концентрации (ДК) загрязняющих веществ в донных отложениях водоемов в соответствии с зарубежными нормами (Neue Niederlandische Liste. Atlasten 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-НСН, 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 (ТРНс), 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, μmol/dm³). Таблица пересчета единиц позволяет перевести концентрацию в мкг/дм³ (табл. А.6).

Таблица А.6. Пересчет концентрации гидрохимических параметров из мкМ/дм³ в мкг/дм³.

Элемент	Козф. пересчета мкМ в мкг/дм ³	Элемент	Козф. 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 поступле-

нии загрязняющих веществ в морскую среду от наземных источников. Оценка поступающих с берега в море веществ (нагрузка) учитывает три потенциальных источника — нагрузки, поступающие с контролируруемыми реками, от неконтролируемых территорий и от точечных источников, осуществляющих прямой сброс сточных вод в море. В настоящем Ежегоднике по каждому контролируемому району моря приведены, по возможности, на основе таблиц статистической отчетности 2 ТП-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, как правило, отсутствуют. Дополнительными источниками загрязнения морских акваторий является судоходство, инженерные работы на шельфе, атмосферный перенос и выпадение различных веществ (atmospheric deposition). 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 Минприроды России 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 природных ресурсов и экологии Российской Федерации 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 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 2015 г.

В 2015 г. исследования гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды осуществлялись 16 химическими лабораториями региональных Управлений Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) на 252 стан-



Рис. А1. Станции мониторинга гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды РФ в 2015 г.

циях, расположенных на 9 морях Российской Федерации и на Шпицбергене (рис. А.1). Всего контроль состояния морской среды проводился в 47 локальных наиболее подверженных антропогенному воздействию прибрежных районах, в частности в эстуарных районах рек и на акватории портов. Большинство станций относятся к постоянно действующей сети ГСН и обследуются ежегодно. Некоторая часть наблюдений проводилась в рамках хозрасчетных работ сетевых Управлений или по программам ФЦП. По последней причине было увеличенным количество станций на Каспийском и Балтийском морях в 2013–2014 гг. (рис. А.2).

Всего в 2015 г. было отобрано и проанализировано 2007 проб воды и 175 проб донных отложений, из которых 78 приходится на залив Петра Великого Японского моря. Суммарное количество выполненных химических анализов составило в морской воде 42413 измерений, в донных отложениях 1929, из которых 1900 было выполнено на шельфе о. Сахалин и в заливе Петра Великого. Общее количество параметров контроля состояния морской среды в воде и донных отложениях включает 68 отдельных видов анализов и определений. Это гидрологические параметры, стандартная гидрохимия, концентрация биогенных элементов (азот, фосфор, кремний) и загрязняющих веществ. В рамках программы мониторинга последняя группа обычно включает суммарное количество нефтяных углеводородов методом инфракрасной спектрофотометрии, фенолов, СПАВ, стойких органических загрязнителей (СОЗ), главным образом пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ, а также ПХБ, и тяжелые металлы (ТМ). Среди органических загрязняющих веществ отдельные ингредиенты ПАУ, хлорфенолов или конгенеры ПХБ не учитывались в общем количестве наблюдаемых параметров. Как правило, из общего набора контролируемых в морской среде параметров наблюдения выполнялись только по очень ограниченному списку веществ, набор которых является приоритетным для акватории. Аналитические возможности химических лабораторий сильно отличаются, однако позволяют получать адекватные результаты обработки проб во всех контролируемых районах. Вследствие этого количество выполненных анализов по морям существенно различается (рис. А.3).

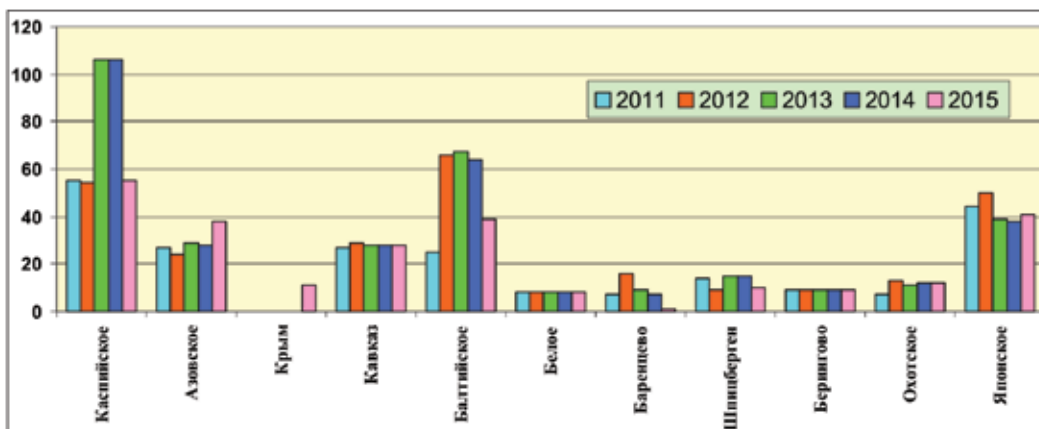


Рис. А.2. Количество станций мониторинга морской среды на контролируемых морях РФ в 2015 г.

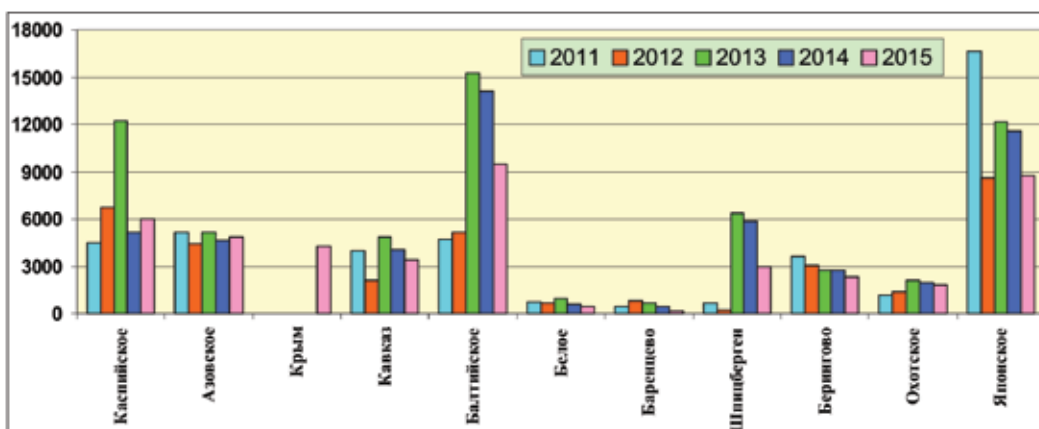
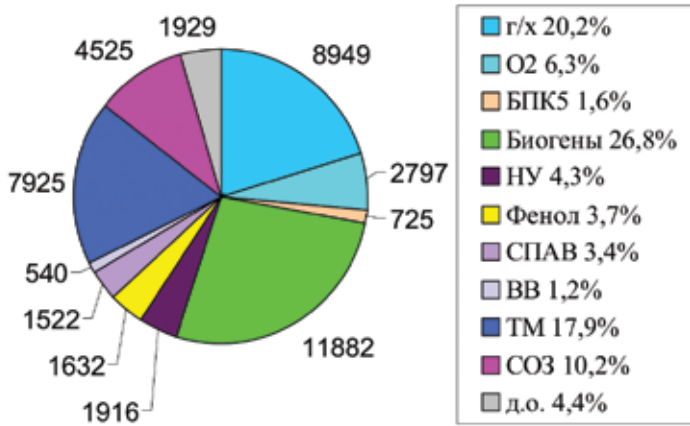


Рис. А.3. Количество выполненных анализов по гидрохимическим параметрам и загрязняющим веществам системы государственного мониторинга морской среды морей РФ в 2015 г.

Государственный мониторинг морских вод в 2015 г. главным образом был ориентирован на исследование стандартных гидрохимических параметров, а также изменение концентрации биогенных веществ и растворенного в воде кислорода (рис. А.4). В структуре контролируемых загрязняющих веществ наибольшим было количество выполненных химических анализов тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей. 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 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 ве-

ществ. На всех контролируемых участках акватории морей обязательно выполнялось определение содержания нефтяных углеводородов методом инфракрасной спектроскопии.



г/х — гидрологические и 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; ВВ-взвешенные вещества; ТМ — тяжелые металлы; СОЗ — стойкие органические загрязнители (хлорорганические пестициды, 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 2015 г.

Глава 1. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

*Ильзова Ф.Ш., Конотопова Е.А., Дадашев А.М., Османова С.Ш., Косевич Н.И.,
Коршенко А.Н., Постнов А.А.*

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 с площадью Балтийского (387,0 тыс. км²) и превосходит площадь 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 составляет 1025 м, а рассчитанная по батиграфической кривой средняя равна 208 м. Исходя из особенностей морфологического строения и физико-географических условий, Каспийское море условно делится на три части: Северный (25% площади), Средний (36%) и Южный Каспий (39%). Условная граница между первыми проходит по линии о. Чечень — мыс Тюб-Караганский, между Средним и Южным Каспием — по линии о. Жилой — мыс Ган-Гулу. Протяжённость в основном низменной и гладкой береговой линии оценивается примерно в 6500–6700 километров, а с островами до 7000 километров. В северной части берега изрезаны водными протоками 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 П.П., 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 А.Н., 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°C, зимой колеблется от 0°C на севере до 11°C на юге. В суровые зимы акватория Северного Каспия почти полностью покрывается льдом, толщина которого колеблется от 25–30 до 60 см. Глубоководные районы Среднего и Южного Каспия всегда свободны ото льда. Летом верхние слои хорошо и примерно одинаково прогреты в центральных и южных районах моря. На горизонтах порядка 20–35 м температура резко понижается с глубиной, что свидетельствует о формировании здесь летнего термоклина. Под ним температура плавно убывает с глубиной. В мелководной северной части моря круглый год наблюдается гомотермия, при этом часто в северо-западной части моря прослеживается вертикальная стратификация вод по солености. Горизонтальная динамика вод моря характеризуется преобладанием центральной циклонической циркуляции, охватывающей практически всю акваторию моря, и образованием отдельных местных круговоротов. Интенсивность вертикальной циркуляции в основном определяется многолетними изменениями температуры и солености воды, которая зависит от объема речного стока. В годы ослабленной вертикальной циркуляции вод, например вследствие образования мощного пикноклина, концентрация кислорода в придонном слое глубоководных котловин может снижаться до нуля. В летнее время при гидрометеорологических условиях, способствующих вертикальной стратификации вод, гипоксия формируется также в придонном слое северо-западной части моря. Прозрачность воды в море обычно не более 15 м. Море бесприливное. Хорошо выражены сгонно-нагонные явления (до 2–3 м) и сейшеобразные колебания, амплитуда которых доходит до 35 см, а период от 8–10 минут до нескольких часов (Крицкий С.К., 1975).

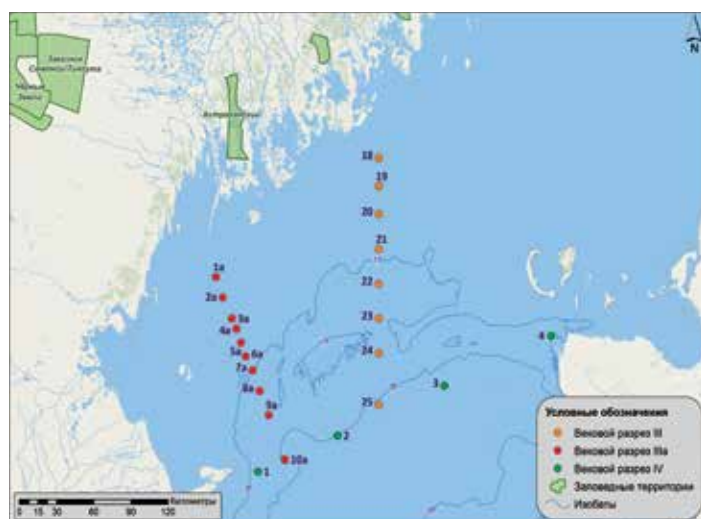
На Каспийском море развита добыча нефти, а также рыболовство и судоходство. Ранее построенные порты (Астрахань — в 2010 г. работало 21 больших и малых портовых сооружений, 15 судостроительно-судоремонтных заводов; Махачкала, Баутино, Актау, Баку, Туркменбаши, Энзели) в настоящее время реконструируются и расширяются. Ведется или намечается строительство новых портов. С первой половины прошлого века на Южном Каспии ведется морской нефтяной промысел. К началу XXI века наиболее изученными оказались южные и средние районы Каспия у берегов Азербайджана и Туркменистана. Здесь добыча нефти оценивается уровнем более 320 млн. т в год. По последним геологическим данным можно говорить о паритетном соотношении распределения месторождений углеводородов между Северным и Южным Каспием. Кроме сырьевых запасов Каспийский регион богат биологическими ресурсами. Здесь находятся крупнейшие в мире нерестилища осетровых (всего здесь обитает около 130 видов и разновидностей рыб) и редчайшие поля лотоса. В водно-болотистых районах Северного Каспия водится множество птиц (более 100 видов), таких как утки, лебеди, цапли, кулики, чайки и др. Единственное обитающее в море морское млекопитающее — эндемик каспийский тюлень.

Бассейн Каспийского моря и особенно территория по берегам р. Волги отличаются высокой степенью промышленного и сельскохозяйственного освоения. Западное побережье Каспийского моря освоено лучше, чем восточное. Здесь на южном берегу Апшеронского полуострова расположен крупнейший на Каспийском море порт и самый большой на Кавказе город Баку, с площадью 2130 км² и населением агломерации более 2,5 млн. жителей. В Российской Федерации расположено несколько городов с численностью населения от 100 до 600 тыс. человек: Астрахань (крупнейший город Северного Каспия, 533 тыс. жителей в 2015 г.) расположен на 11 островах Прикаспийской низменности в верхней части дельты Волги на площади 209 км²; на Дагестанском побережье Махачкала (583 тыс. человек), Дербент (121 тыс.) и Каспийск (107 тыс.) (<http://ru.wikipedia.org/wiki>).

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 нефтегазовых 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

В период с 13 марта по 20 ноября 2015 г. на трех разрезах западной и центральной части мелководного Северного Каспия наблюдения за гидрохимическим состоянием и уровнем загрязнения вод были проведены на

Рис. 1.1. Станции отбора проб на акватории Северного Каспия в 2015 г.

22 станциях вековых разрезов III, IIIa и IV (рис. 1.1). Всего было отобрано 130 проб из водной толщи на станциях с глубинами 4,3–23,0 м. Пробы воды были отобраны из поверхностного, промежуточного и придонного слоев. В береговой стационарной лаборатории были определены стандартные гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ — нефтяных углеводородов (ИКС-метод), фенолов, СПАВ, железа, цинка и меди. При расчете концентрации биогенных веществ в водах района прималось, что они могут быть в целом охарактеризованы как мезотрофные.

1.3.1. Вековой разрез III

Температура воды в период исследований в 48 отобранных пробах была в диапазоне 3,3–25,5°C; наиболее холодные воды отмечены в марте, а наиболее прогретыми (более 20°C) они были в июне. Значения **солености** изменялись от 6,35‰ до 13,8‰, при среднем значении 10,49‰. Минимальная величина отмечалась в июньских пробах, а максимальная — в ноябрьских пробах. Значения водородного показателя pH были в обычных границах 7,77–8,66, при среднем значении 8,33. Концентрация взвешенных веществ (ВВ) в морской воде изменялось от 1 до 40 мг/дм³, в среднем 11,7 мг/дм³, в 2,3 раза ниже прошлогоднего. Диапазон содержания биогенных веществ в водах разреза составлял: неорганического фосфора (фосфора фосфатов) 2–7 мкг/дм³, в среднем 4,2 мкг/дм³; общего фосфора изменялось в диапазоне 27,5–69,3/39,0 мкг/дм³; аммонийного азота 0–99/13,0 мкг/дм³, среднее практически равно прошлогоднему; нитритов от 0 (25 проб) до 3 мкг/дм³, в среднем 0,58 мкг/дм³, что в 17 раз меньше прошлогоднего значения, связанного с тремя наибольшими величинами двух северных станций вблизи эстуарной области Волги; нитратов 3–36/12,5 мкг/дм³ и силикатов 276–1359/753 мкг/дм³. Экстремальные и средние величины концентрации биогенных элементов, за исключением нитритов и пониженных значений силикатов, соответствуют естественному многолетнему гидрохимическому режиму этой части северного мелководья (табл. 1.1). Разнообразие физико-химических условий северо-каспийского мелководья приводит к значительной внутригодовой и межгодовой изменчивости. В частности, концентрация аммонийного азота в водах вековых разрезов Северного Каспия в последние пять лет существенно понизилась до уровня второй половины 1980-х, а почти 20-кратное падение от максимума к минимуму в 2015 г. произошло менее чем за десятилетие (рис. 1.2). В течение всего многолетнего

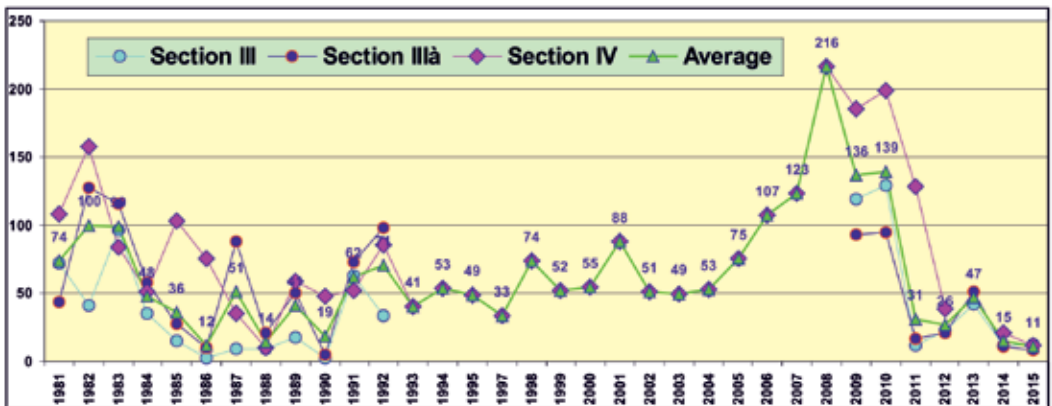


Рис. 1.2. Динамика средней концентрации аммонийного азота (мкг/дм³) на участках акватории вековых разрезов III, IIIa и IV Северного Каспия в 1981–2015 гг.

периода наблюдений различие между отдельными участками мелководья были относительно незначительными, а изменения почти всегда были синхронными. Такая тенденция не совсем воспроизводится в значениях максимальных величин, где в прошлом столетии было несколько резко выпадающих максимумов (рис. 1.3). Однако в последнее десятилетие синхронность соблюдается.

Таблица 1.1. Гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ на вековых разрезах в водах Северного Каспия в 2015 г.

Параметр	Разрез III (48 проб)			Разрез IIIа (60 проб)			Разрез IV (22 пробы)		
	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.
Соленость, ‰	10,49	6,35	13,80	8,88	2,29	11,7	9,78	6,80	12,02
Растворённый кислород, мг/дм ³	10,04	7,55	12,04	9,80	7,39	12,07	8,95	7,25	10,95
pH	8,33	7,77	8,66	8,33	8,13	8,56	8,31	7,75	8,65
Фосфаты (P-PO ₄), мкг/дм ³	4,2	2,0	7,0	3,1	1,0	13,0	4,85	2,10	10,4
Общий фосфор (P _{total}), мкг/дм ³	39,0	27,5	69,3	41,8	30,4	109,7	13,3	8,3	16,8
Аммоний (N-NH ₄), мкг/дм ³	13,0	0	99	8,5	0,0	66,0	11,7	8,0	16,0
Нитриты (N-NO ₂), мкг/дм ³	0,6	0	3,0	4,3	0,0	135,0	-	-	-
Нитраты (N-NO ₃), мкг/дм ³	12,5	3,0	36,0	18,1	0,0	159,0	-	-	-
Общий азот (N _{total}), мкг/дм ³	506	264	895	554	283	1324	308	243	356
Si, мкг/дм ³	753	276	1359	640	170	998	318	299	360

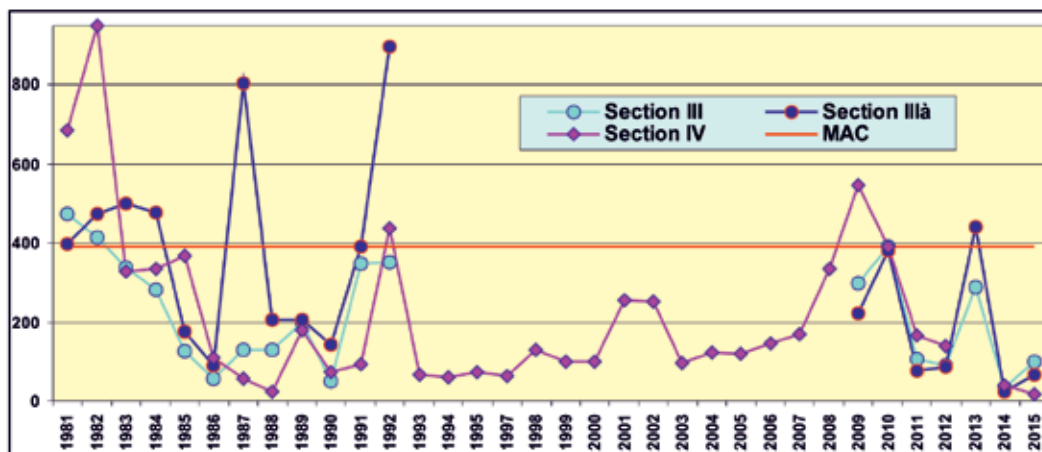


Рис. 1.3. Динамика максимальной концентрации аммонийного азота (мкг/дм³) на участках акватории вековых разрезов III, IIIа и IV Северного Каспия в 1981–2015 гг.

Исследование 48 проб воды (март, май, июнь и ноябрь) на содержание **нефтяных углеводородов** показало широкий диапазон концентрации от аналитического нуля (3 пробы) до 0,61 мг/дм³ (12,2 ПДК), отмеченной в ноябре в придонном слое воды на станции № 20; в среднем за год 0,12 мг/дм³ (2,1 ПДК), (табл. 1.2). Концентрация фенолов изменялась от значений

ниже предела обнаружения в одной пробе из 48 отобранных до 3 мкг/дм³ в трех пробах при средней концентрации 1,5 мкг/дм³. Максимальное содержание фенолов за весь период наблюдений было выявлено в июньских пробах воды в придонном слое вод на станции № 22 и в поверхностном слое — на станции № 24. Концентрация СПАВ достигала 69 мкг/дм³, составив в среднем 28,5 мкг/дм³; минимум 17 мкг/дм³

Концентрация большинства **металлов** в 108 проанализированных пробах Северного Каспия была значительно выше допустимого норматива (табл. 1.3). За исключением кадмия, марганца, хрома и ртути средняя величина составляла 2,2–5,1 ПДК, а максимальная превышала 25 ПДК. Для некоторых металлов и средние, и максимальные значения были сравнимыми с другими морскими районам, например с водами залива Находка. Однако другие металлы, в частности никель, кобальт, свинец и медь, в очень большой степени отличались. До некоторой степени такие различия могут быть объяснены не только неидентичными методами и приборным парком для химического анализа, но и в значительной степени природным геохимическим фоном. В таком случае представляется необходимым разработать локальные стандарты качества морских вод по естественным элементам и веществам, постоянно присутствующим в природе. К таким веществам несомненно относятся биогенные элементы и металлы.

Таблица 1.3. Средняя, максимальная и минимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Северного Каспия в 2015 г.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Sn	Mo	Cr	Hg
Сред.	18,8	21,5	1,4	20,2	50,5	113,0	2,6	144,6	24,0	3,9	14,9	0,018
Макс.	64,6	126,1	6,8	126,7	234,8	314,5	8,6	270	84,6	9,5	97,0	0,04
Мин.	1,4	1,3	0,0	1,0	1,8	14,7	0,1	50	1,2	1,0	1,8	0,00
ПДК сред.	3,8	2,2	0,1	4,0	5,1	2,3	<0,1	2,9	2,4	3,9	0,7	0,2
ПДК max.	12,9	12,6	0,7	25,3	23,5	6,3	0,2	5,4	8,5	9,5	4,9	0,4

Кислородный режим морских вод в районе III разреза в 2015 г. по сравнению с прошлым годом изменился незначительно. Среднегодовая концентрация растворенного **кислорода** составила 10,04 мгО₂/дм³; максимальное значение — 12,04 мгО₂/дм³ в поверхностном слое воды на станции № 21 в марте, а минимальное — 7,55 мгО₂/дм³ также на поверхности в июне на станции № 22. Значение индекса ИЗВ на III разрезе составило 1,20, что соответствует III классу вод, «умеренно загрязнённые» (табл. 1.4). Расчет производился по средней концентрации НУ, фенолов, СПАВ и кислорода. Качество вод практически не изменилось по сравнению с прошлым годом. Однако если расчет производить с учетом очень высокой средней концентрации некоторых металлов (никель — 5,07 ПДК; медь — 3,18 ПДК; цинк — 2,58 ПДК), то значение ИЗВ повысится до 2,14 и воды будут оцениваться V классом, «грязные». Такие расхождения классификации вод с использованием металлов и без них заставляют обратить внимание на необходимость расчета локальных значений ПДК по этим элементам с учетом геохимического природного фона Северного Каспия.

1.3.2. Вековой разрез IIIа

На десяти станциях разреза в западной части северного мелководья было отобрано 60 проб морской воды в марте, июне и ноябре 2015 г. **Температура** воды в период исследований была в диапазоне 4,4–25,1°C; соленость 2,29–11,71‰, при средней 8,88‰. Значения меньше 5‰ были отмечены на первых двух станциях разреза в июне и октябре как на поверхности, так

и на глубине 4,0–4,5 м. Соленость выше 10‰ была отмечена на всех остальных станциях и на всех глубинах. Значения водородного показателя pH были в границах 8,13–8,53, при среднем 8,31. Концентрация взвешенных веществ (ВВ) в морской воде изменялась от 1 до 76 мг/дм³, в среднем 14,9 мг/дм³, что полностью совпадает с прошлогодним значением. Диапазон содержания биогенных веществ в водах разреза был в пределах естественных межгодовых изменений (табл. 1.1). Исключение отмечено для нитритов, для которых был отмечен максимум (135 мкг/дм³) для этого разреза за весь период наблюдений с 1978 г. Экстремум был зафиксирован 5 июня на ближайшей к Волге станции на глубине 4,3 м, а на поверхности содержание нитритов здесь составило 10 мкг/дм³.

Концентрация **нефтяных углеводов** варьировала в пределах от аналитического нуля в 7 пробах до 0,26 мг/дм³ (5,2 ПДК, 10 октября на глубине 18 м на станции 3а; средняя величина 0,093 мг/дм³, что на треть выше прошлогодней (табл. 1.2). Начиная с 2009 г. средний уровень содержания НУ в водах западной части Северного Каспия стабилизировался на уровне 1–2 ПДК, что в несколько раз меньше значений первых пятнадцати лет наблюдений в системе мониторинга (рис. 1.4). Уровень загрязненности вод углеводородами в центральной и западной частях мелководья примерно одинаковый и немного в целом выше, чем на южной границе мелководья на примерной изобате 20 м — разрезе IV.

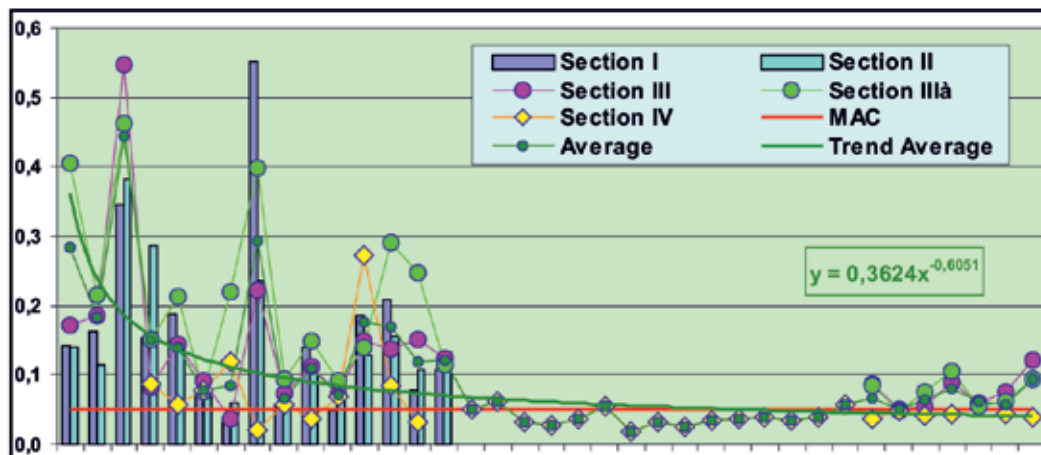


Рис. 1.4. Средняя концентрация нефтяных углеводов (мг/дм³) на акватории восточной (вековые разрезы I и II), центральной и западной (вековые разрезы III и IIIа) и южной (разрез IV) части Северного Каспия в 1978–2015 гг.

Средняя концентрация фенолов (1,75 мкг/дм³) несущественно превышала прошлогоднюю; диапазон 0–4 мкг/дм³. В 2015 г. средняя концентрация СПАВ составила 31,7 мкг/дм³; диапазон 18–57 мг/дм³. Максимум обнаружен на станции №3а в ноябре в пробе воды из придонного слоя, а минимальное значение на этой же станции в июне на поверхности.

Кислородный режим в водах векового разреза IIIа был в пределах нормы. Диапазон содержания растворенного в воде **кислорода** составил 7,39–12,07 мгО₂/дм³ при среднем значении концентрации 9,80 мгО₂/дм³. Случаев дефицита кислорода в период наблюдений не было даже в придонном слое вод исследуемого района Северного Каспия. Значение индекса ИЗВ составило 1,14, что соответствует III классу вод, «умеренно загрязнённые» (табл. 1.3). Значение индекса заметно уменьшился по сравнению с прошлым годом, поскольку расчет производился

по средней концентрации органических веществ без учета металлов (НУ, фенолов и СПАВ) и кислорода. Однако если произвести расчет на основе средней концентрации трех наиболее превышающих норматив металлов (никель 5,03 ПДК, медь 3,51 ПДК и железо 3,27 ПДК), то ИЗВ будет существенно выше (3,11) и воды в западной части мелководья Северного Каспия будут оцениваться VI классом, «очень грязные». Вероятно единственным выходом для использования естественных для морских вод элементов или веществ, в частности металлов, является разработка локальных нормативов ПДК и определение фоновых концентраций таких веществ.

1.3.3. Разрез IV

В 2015 г. гидрохимическая съёмка проводилась на 4 станциях в мае, июне и ноябре. **Соленость** морской воды изменялась от 6,8‰ в поверхностном слое на станции № 1 в ноябре до 12,02‰ также в ноябре на станции № 4 у дна. Диапазон значений температуры воды составил 9,0–24,9°C, при среднем значении 15,38°C. Максимум в июне на поверхности у станции № 2, а минимум также на поверхности ближе к берегу в ноябре. Средняя концентрация водородного показателя pH составила 8,31, при диапазоне 7,75–8,65; максимальное значение выявлено в мае в поверхностном слое вод станции № 1, минимальное — в придонном слое на станции № 4 в ноябре.

Концентрация биогенных веществ на границе Северного мелководья и Центрального Каспия в целом была в пределах естественных межгодовых изменений (табл. 1.1). Содержание неорганического **фосфора** в последние годы существенно снизилось до среднегодового уровня менее 10 мкг/дм³ практически во всех участках акватории, включая станции на границе мелководной части моря (рис. 1.5). Различие между отдельными районами очень незначительное по сравнению с межгодовой вариабельностью, а концентрация в несколько раз меньше наблюдавшейся по всему Северному Каспию до начала столетия. Максимальная величина концентрации неорганического фосфора в последние годы также существенно снижается значений на всех контролируемых участках акватории и обычно отмечается на уровне в несколько раз меньше ПДК, условно принятого 50 мкг/дм³ для Северного Каспия

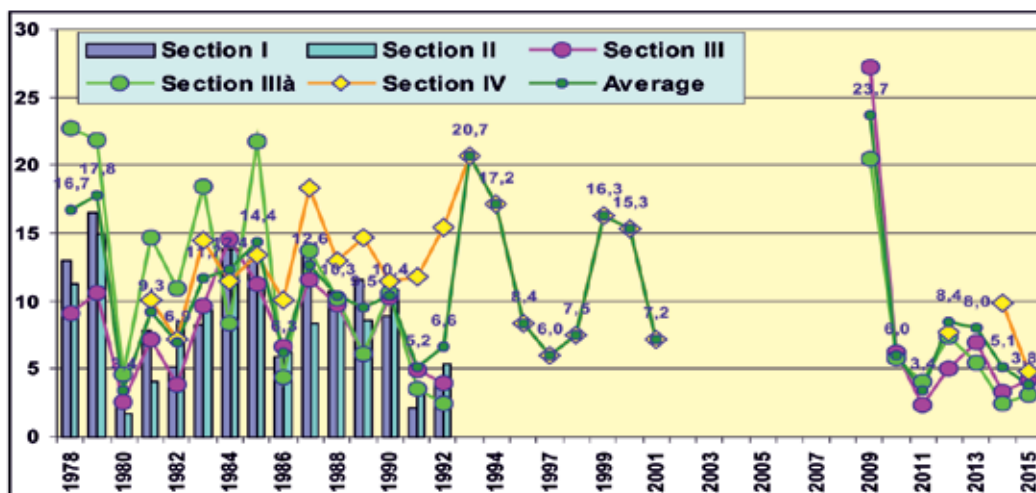


Рис. 1.5. Динамика средней концентрации фосфора фосфатов (мкг/дм³) на акватории вековых разрезов Северного Каспия в 1978–2015 гг.

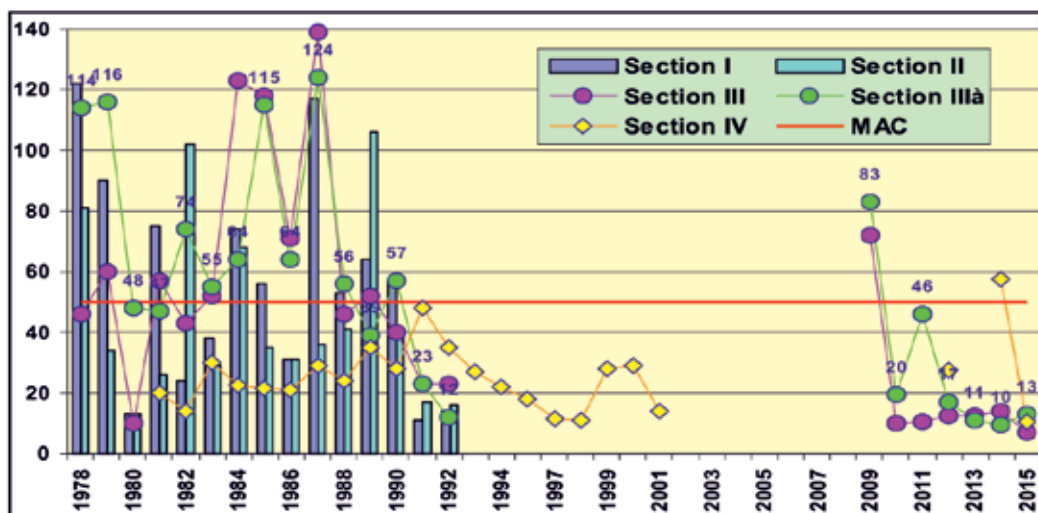


Рис. 1.6. Максимальная концентрация фосфора фосфатов (мкг/дм³) на акватории вековых разрезов Северного Каспия в 1978–2015 гг.

как мезотрофного водоема (рис. 1.6). Очевидно снижение значений по сравнению пятнадцатилетием с самого начала наблюдений.

В 2015 г. в 22 отобранных в мае-июне и ноябре средняя концентрация нефтяных углеводородов на четырех станциях на границе северного мелководья и Центрального Каспия составила 0,040 мг/дм³, диапазон значений 0,0–0,06 мг/дм³; максимум отмечен в трех весенних пробах на поверхности. Фенолы были выявлены во всех пробах в концентрации 1–4 мг/дм³, средняя 2,18 мг/дм³.

В 2015 г. содержание растворенного кислорода в морской воде на границе северного мелководья варьировало в диапазоне 7,25–10,95 мкгО₂/дм³, в среднем составив 8,95 мкгО₂/дм³. Индекс загрязненности вод ИЗВ (0,98, «умеренно загрязненные») практически не изменился с прошлого года; традиционно наибольший вклад вносили фенолы и нефтяные углеводороды. Содержание аммония было в следовых количествах, а концентрация металлов не определялась.

1.3.4. Пространственная неоднородность гидрохимических параметров

Данные о гидрохимических параметрах на разрезах IIIa и III Северного Каспия в 2015 г. позволяют обнаружить хорошо выраженные пространственные градиенты, поскольку исследуемые участки акватории находятся под влиянием стока р. Волги в северной части и открытого моря в южной части разрезов. Соленость вод является индикатором трех областей, которые прослеживаются на разрезах в марте и июне: область воздействия стока Волги (станции № 1, 2 разреза IIIa и станция № 1 разреза III), переходная область между речными и морскими водами (станции № 3–6 разреза IIIa и № 4–6 разреза III) и область собственно морских вод (станции № 7–10 разреза IIIa и № 7–8 разреза III). В июне 2015 г. на спаде половодья на северных станциях разрезов IIIa и III в области воздействия стока Волги соленость составляла 2,3–3,6‰ и 6,4–7,0‰, а на южных в области собственно морских вод — 10,1–10,5‰ и 11,2–12,0‰. соответственно. Похожие, хотя и не столь резко выраженные, градиенты солености

в пределах исследуемых разрезов отмечались и в марте 2015 г. К ноябрю воды Северного Каспия в значительной мере перемешались и контрасты солености между крайними северными и южными станциями на обоих разрезах практически исчезли, а абсолютные значения солености на них составляли 6,8–7,5‰.

Растворенный кислород. В июне в области влияния стока Волги (станции № 1–2 на разрезе Ша) концентрация растворенного кислорода достигала максимальных значений 8,1–8,4 мгО₂/дм³, но уже на следующей станции № 3 уменьшалась до 7,7 мгО₂/дм³ и далее мористее сохранялась на том же уровне. Степень насыщения вод растворенным кислородом вела себя аналогично — составляла 100–102% на двух первых станциях разреза и только 95–97% на остальных.

Водородный показатель (рН). В июне рН понижался от 8,45 на станции № 1–2 разреза Ша до 8,15–8,30 на мористых станциях, а на более восточном разрезе Ш от 8,32 ближе к побережью до 8,07 на наиболее удаленных от него станциях.

Общий фосфор. В июне концентрация общего фосфора также была максимальна в области влияния стока Волги (70–110 мкг/дм³ на станции № 1–2 разреза Ша и 42–45 на станции № 1–2 разреза Ш). На наиболее удаленных от берега станциях обоих разрезов концентрация общего фосфора составляла всего 33–35 мкг/дм³.

Общий азот. Пространственное распределение общего азота, в котором доля минерального азота не превышала нескольких процентов, в июне носило аналогичный общему фосфору характер — быстрое уменьшение от 1300 мкг/дм³ на первых двух станциях разреза Ша до 300–420 мкг/дм³ мористее. На разрезе Ш аналогичные показатели составляли около 800 и 500 мкг/дм³ соответственно.

Полученные результаты подтверждают бурное протекание в области влияния реки Волги в июне процессов фотосинтеза, что приводило к поглощению углекислого газа, росту рН, обогащению вод кислородом и превращению минеральных форм азота и фосфора в органические. Интенсивность этих биологических процессов уменьшалась в восточном и, особенно, в южном направлении, где соленость вод была более высокой, а приток речных вод либо был менее интенсивным, либо вообще отсутствовал.

В отличие от раннего лета ранней весной в марте и осенью в ноябре 2015 г. интенсивность фотосинтеза была низкой и каких-либо закономерностей в пространственном изменении рН, степени насыщения вод кислородом, концентрации общего фосфора не наблюдалось. В марте концентрация общего азота в зоне влияния стока Волги была существенно большей, чем на морских станциях. Можно полагать, что в этих случаях имел место вынос органического азота с речным стоком, а не его формирование на устьевом взморье Волги непосредственно в Каспийском море.

Загрязняющие вещества. В июне на обоих разрезах отмечалось заметное различие концентрации СПАВ в области влияния речного стока (42–66 мкг/дм³; 0,08–0,13 ПДК для пресных вод) и морскими водами (25–30 мкг/дм³; 0,25–0,30 ПДК для морских вод). В марте и ноябре это различие наблюдалось только на разрезе Ша, которых в большей степени подвержен воздействию стока Волги. Очевидно, что сток Волги являлся источником СПАВ для вод Северного Каспия. Ожидаемо отмечено отсутствие существенных различий в концентрации СПАВ на поверхности и в придонном слое этого мелководного участка моря. Содержание других загрязняющих веществ (фенолов, нефтяных углеводородов, тяжелых металлов и взвешенных веществ) не обнаруживало тенденции к их уменьшению в направлении от области влияния стока Волги к открытому морю. Эта отмеченная по данным мониторинга 2015 г. особенность не подтверждает часто высказываемое суждение о поступлении до 90% загрязняющих веществ в Каспийское море со стоком Волги.

1.4. Состояние вод Дагестанского побережья

Наблюдения за загрязнением морских вод Дагестанского взморья в 2015 г. были выполнены на 33 станциях в районе Лопатина, Махачкалы, Каспийска, Избербаша, Дербента и на устьевых взморьях рек Терек, Сулак и Самур (рис. 1.7). Всего обработано 210 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 марте-июне, ноябре и декабре.

Лопатин. В марте, июне и ноябре 2015 г. на трех станциях в районе полуострова Лопатин с глубинами от 5 до 12 м было отобрано 18 проб воды из поверхностного и придонного слоев. Температура морской воды изменялась от 4,7 в марте до 24,8°C в июне (табл. 1.5). Водородный показатель pH варьировал в узком диапазоне от 8,21 до 8,80, при среднем значении — 8,43. Концентрация всех форм биогенных веществ в морской воде была в пределах естественной межгодовой изменчивости и не превышала допустимого норматива.

Таблица 1.5. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов (мкг/дм³) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2015 г.

Район	Temp	Sal	O ₂ *	pH	PO ₄	P _{tot}	NO ₂	NO ₃	NH ₄	N _{tot}	Si
1. Лопатин	14,39	9,19	9,59	8,43	8,8	12,9	1,3	12,6	118,8	310,6	220
	24,8	10,09	7,63	8,80	14,9	18,1	2,5	16,4	211	360	467
2. взморье р. Терек	14,54	9,08	9,73	8,37	10,2	18,5	2,1	13,7	117,2	302,7	322
	26,6	10,86	7,40	8,56	29,7	41,3	5,3	17,2	256	354	1093
3. взморье р. Сулак	14,45	9,32	9,65	8,41	6,0	12,7	1,5	12,9	107,3	306,6	320
	23,2	10,53	7,53	8,53	11,9	16,7	3,0	16,4	195	353	827
4. Махачкала	10,94	9,46	10,18	8,31	4,8	12,4	1,5	12,9	171,1	304,0	334
	16,7	10,75	8,79	8,59	8,7	19,6	3,7	16,4	390	361	784
5. Каспийск	9,49	11,13	10,16	8,39	5,8	13,6	1,3	12,7	130,3	308,0	276
	14,1	12,28	9,42	8,58	14,0	27,9	2,9	16,0	292	362	717
6. Избербаш	9,60	11,24	10,05	8,36	5,8	12,9	1,0	12,5	141,3	291,5	310
	16,0	12,10	8,78	8,45	13,0	30,8	2,5	16,1	330	355	525
7. Дербент	10,13	11,12	9,94	8,41	4,7	11,1	0,9	13,6	118,9	307,9	340
	14,4	11,61	9,12	8,47	6,7	15,6	2,8	16,0	318	350	529
8. взморье р. Самур	10,13	10,66	10,05	8,54	5,5	11,7	1,1	13,4	143,9	313,3	322
	15,9	11,9	9,07	8,68	11,7	14,2	2,3	15,0	290	351	444

* — средняя и минимальная концентрация растворенного кислорода (мгО₂/дм³).

Соленость в 2015 г. была в диапазоне 8,02–9,25‰ в среднем составила 9,19‰. За все время наблюдений с 1978 г. среднегодовая соленость в районе Лопатина практически не изменилась, уравнение линейного тренда показывает незначительное увеличение $y=0,004x+9,2269$. Это находится в противоречии с многолетней динамикой солености в западной части Северного Каспия на разрезе Ша, которая показывает существенный рост за наблюдаемый период (рис. 1.8). Хотя средняя соленость во всех контролируемых районах Дагестанского побережья изменяется в относительно небольшом интервале значений, однако существуют периоды в несколько лет (1979–1981; 1994–1998 и 2012–2015) когда во всех районах побережья уровень распреснения синхронно увеличивался.

Рис. 1.7. Станции отбора проб на Дагестанском взморье в 2015 г.



Среднее содержание нефтяных углеводородов в 2015 г. не изменилось по сравнению с прошлым годом и составило $0,039 \text{ мг/дм}^3$ ($0,8 \text{ ПДК}$), диапазон изменений $0,02\text{--}0,06 \text{ мг/дм}^3$. Концентрация фенолов в 18 обработанных пробах незначительно изменялась от 1 до 4 мкг/дм^3 , средняя ($2,2 \text{ мкг/дм}^3$) немного меньше прошлогодней. Даже максимальное значение содержания аммонийного азота достигало только половину норматива. Кислородный режим морских вод в районе Лопатина немного улучшился относительно предыдущих лет. Среднее содержание растворенного в воде кислорода составило $9,59 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, а минимальное значение ($7,63 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$) было значительно выше предельно допустимого значения. Индекс загрязнен-

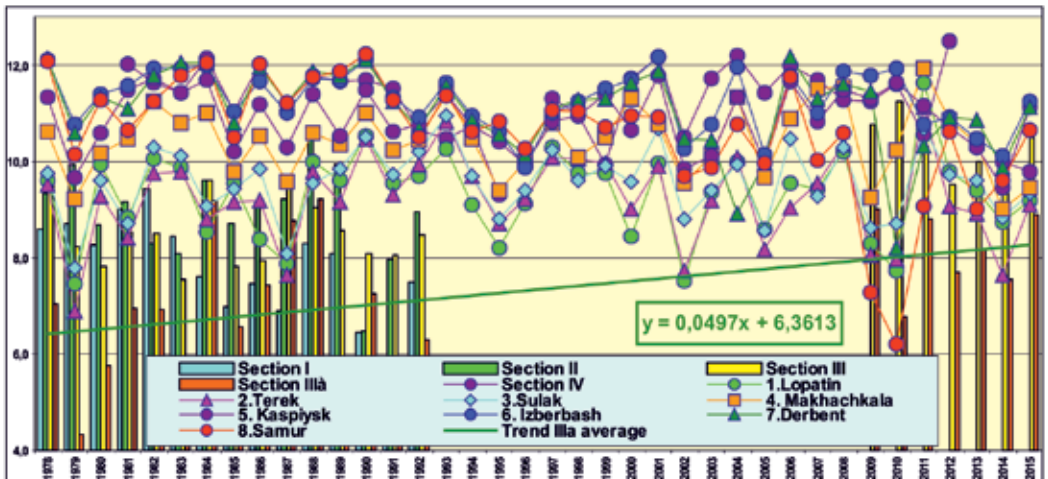


Рис. 1.8. Многолетняя динамика солености на акватории вековых разрезов Северного Каспия и в прибрежных районах Дагестана в 1978–2015 гг.

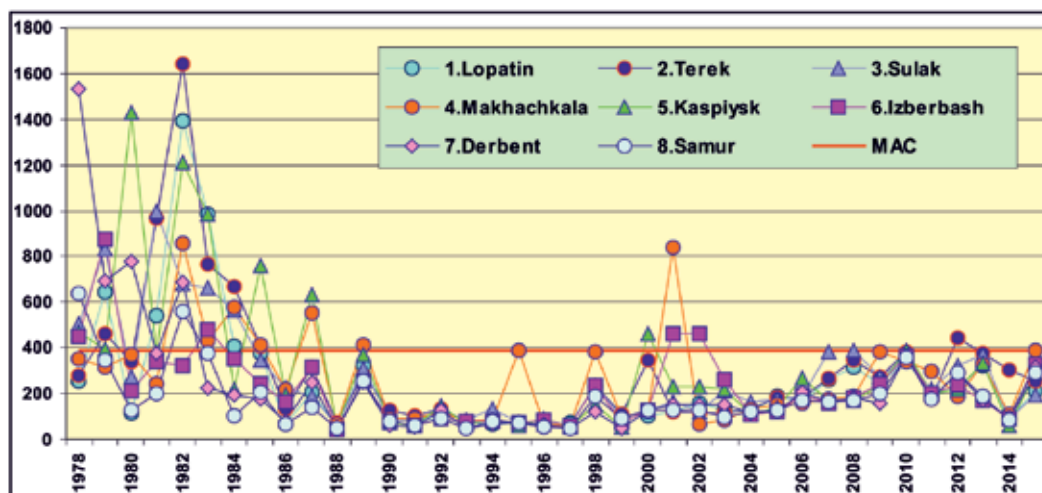


Рис. 1.9. Максимальная концентрация аммонийного азота (мкг/дм^3) в водах прибрежных районов Дагестана в 1978–2015 гг.

ности вод (ИЗВ), рассчитанный по средней концентрации НУ, фенолов, аммонийного азота и кислорода, практически не изменился и составил 0,98 (III класс), а морские воды в районе Лопатина оцениваются как «умеренно загрязненные» (табл. 1.3).

Взморье реки Терек. На пяти станциях устьевого взморья реки Терек с глубинами от 3 до 10 м вблизи Прорези было отобрано 30 проб из поверхностного и придонного слоев воды в марте, июне и октябре. Диапазон значений температуры воды $5,1\text{--}26,6^\circ\text{C}$; солёности $6,22\text{--}10,86\%$; водородный показатель рН изменялся от 8,17 до 8,56. Содержание биогенных веществ в целом было в пределах естественных межгодовых колебаний. Значения всех форм не превышали установленных нормативов. Даже максимальная концентрация аммонийного азота, как правило, не превышает установленного норматива во всех контролируемых районах в последнее десятилетие (рис. 1.9). При этом наблюдается небольшое увеличение содержания NH_4 по сравнению с 1990-ми.

В 30 отобранных пробах содержание нефтяных углеводородов изменялось в пределах от $0,02\text{--}0,06 \text{ мг/дм}^3$ ($0,4\text{--}1,2$ ПДК), составив в среднем $0,045 \text{ мг/дм}^3$. По сравнению с предыдущим годом и максимальное, и среднее содержание нефтяных углеводородов в морской воде немного снизилось. Концентрация фенолов варьировала в интервале $1\text{--}5 \text{ мкг/дм}^3$; в среднем $3,1 \text{ мкг/дм}^3$. В водах устьевого взморья Терека кислородный режим был в пределах среднегодовых значений. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в 2015 г. от $7,40$ до $11,80 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, при средней величине $9,73 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$; процент насыщения составлял $89,9\text{--}103,8\%$ ($99,1\%$). По сравнению с предыдущим годом значение индекса ИЗВ на взморье Терека повысилось до 1,23, что на самой границе III класса («умеренно загрязненные») и IV класса «загрязнённые» (табл. 1.3). Увеличение индекса связано в первую очередь с повышением содержания фенолов, высокое содержание которых в значительной степени определило качество вод.

Взморье реки Сулак. Отбор 30 проб морской воды на устьевом взморье реки производился в марте, июне и октябре на пяти станциях (№ 12–16) с глубиной 6–14 м. В течение периода наблюдений температура воды изменялась в пределах $5,3\text{--}23,2^\circ\text{C}$; солёность $7,50\text{--}10,53\%$; водородный показатель рН изменялся в пределах $8,21\text{--}8,53$ (табл. 1.5). Содержание

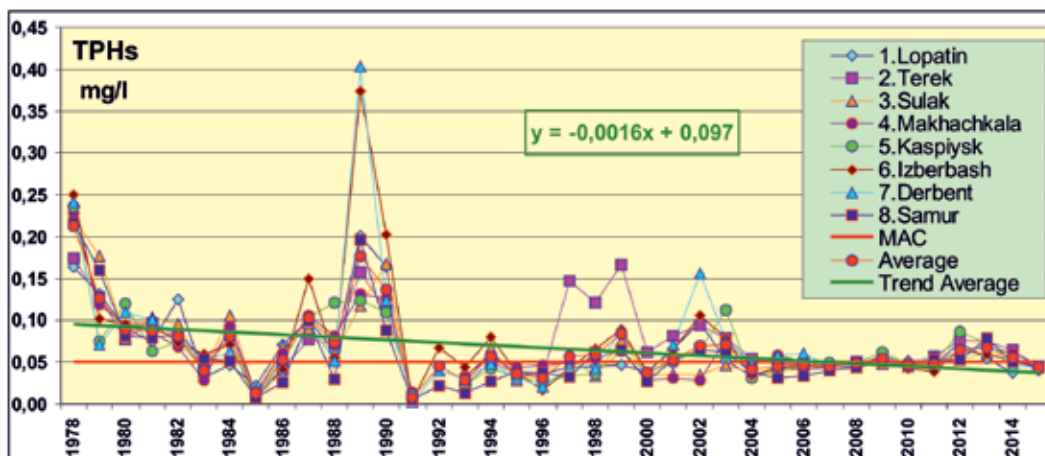


Рис. 1.10. Средняя концентрация нефтяных углеводородов ($\text{мг}/\text{дм}^3$) в водах прибрежных районов Дагестана в 1978–2015 гг.

биогенных веществ в водах взморья Сулака было в целом в пределах обычной многолетней изменчивости. Содержание нефтяных углеводородов в водах района изменялось в пределах $0,02\text{--}0,07 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ($0,4\text{--}1,4$ ПДК); средняя ($0,044 \text{ мг}/\text{дм}^3$) на $1/5$ меньше прошлогодней, что соответствует многолетней тенденции снижения уровня загрязнения вод Дагестанского побережья (рис. 1.10). В течение последнего десятилетия различия между районами контроля являются несущественными, а уровень стабилизировался в районе 1 ПДК.

Концентрация фенолов изменялась от 1 до $4 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, в среднем $2,7 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Содержание растворенного в воде устьевой области Сулака кислорода в 2015 г. было в пределах нормы, в среднем $9,65 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, что на 15% больше прошлогоднего уровня. Процентное насыщение вод кислородом составляло $90,4\text{--}104,9\%$, в среднем $98,5\%$. Качество вод устьевого взморья р. Сулак осталось на уровне прошлого года (ИЗВ 1,12). Воды характеризуются как «умеренно загрязненные» (III класс). Значительную долю в определении класса качества вод вносили фенолы.

Махачкала. На 9 мелководных станциях с глубинами от 4 до 14 м у г. Махачкалы в марте, мае и ноябре была отобрана 51 проба воды из поверхностного и придонного слоев. Температура морской воды во время наблюдений изменялась от $4,2^\circ\text{C}$ до $16,7^\circ\text{C}$; соленость $7,50\text{--}10,75\%$; pH — от 8,17 до 8,59. Содержание в водах района различных форм биогенных веществ (азота, фосфора и кремния) не выходило за пределы естественной межгодовой и сезонной изменчивости (табл. 1.5). Средняя концентрация аммонийного азота повысилась в 3 раза до $0,44$ ПДК и вернулась на уровень 2013 г. (табл. 1.1). Содержание нефтяных углеводородов изменялось в диапазоне уже прошлогоднего $0,03\text{--}0,06 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ($0,6\text{--}1,2$ ПДК), в среднем $0,044 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ($0,9$ ПДК). Как и в прошлом году концентрация фенолов изменялась от 1 до $4 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, в среднем $2,6 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Кислородный режим вод района у Махачкалы в целом был в пределах нормы. Во время съемок концентрация растворенного в воде кислорода изменялась от $8,79$ до $12,03 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$; среднее значение $10,18 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. В марте средняя величина составляла $11,49$; в мае $9,51$ и в ноябре $9,54 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Несмотря на высокую весеннюю концентрацию растворенного кислорода в воде процентное насыщение в среднем было немного ниже прошлогоднего и составило $97,3\%$, экстремальные значения также ниже $87,9\text{--}103,3\%$. Обычно минимум отмечается летом на поверхности при высокой температуре воды, однако в 2015 г. измерения летом не проводились и наименьшее насыщение вод кислородом отмечено

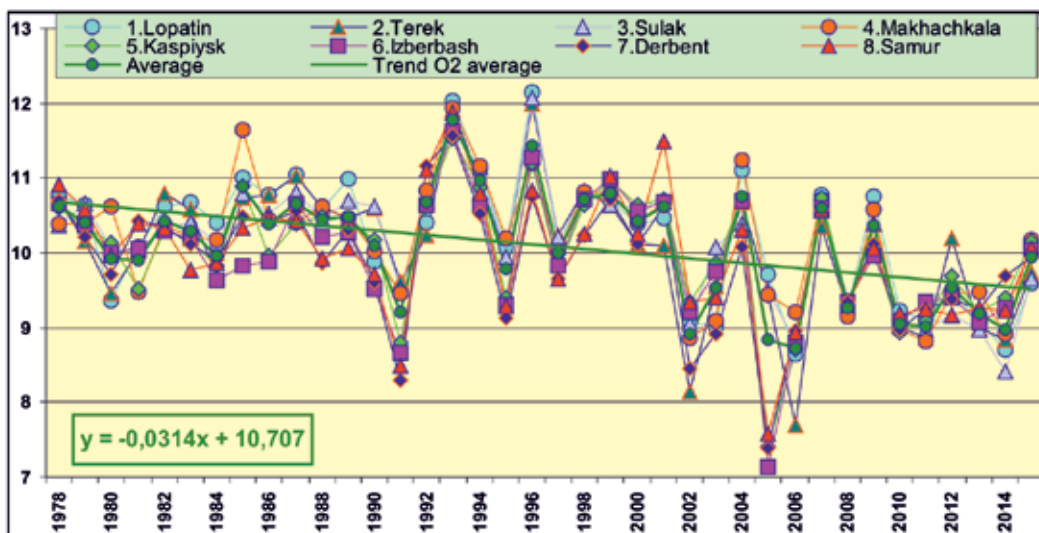


Рис. 1.11. Динамика минимальной и средней концентрации растворенного в воде кислорода ($\text{мгO}_2/\text{дм}^3$) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 1978–2015 гг.

в ноябре при $14,2^\circ\text{C}$. Многолетняя динамика наименьших значений растворенного кислорода на всем побережье Дагестана показывает устойчивую тенденцию на повышение минимальной аэрированности вод, в то же время прямо противоположная закономерность фиксируется для средних значений (рис. 1.11). Практически во все периоды исследований в разные годы различия между отдельными участками акватории побережья Дагестана в среднем уровне аэрации вод в большинстве случаев незначительные, что существенно отличается от динамики минимальных величин. Индекс загрязненности вод ИЗВ практически соответствовал прошлогоднему и составил 1,13 (III класс, «умеренно загрязненные»). Наибольший вклад в определении уровня расчетного индекса вносили фенолы и нефтяные углеводороды.

Каспийск. В прибрежной зоне у г. Каспийска в марте, мае и декабре было отобрано 30 проб из поверхностного, промежуточного и придонного слоев на 4 станциях с глубинами от 8 до 21 м. В месяцы отбора проб температура морской воды изменялась от $6,8$ до $14,10^\circ\text{C}$; соленость $9,53$ – $12,28\%$; водородный показатель pH $8,27$ – $8,58$ (табл. 1.5). И максимальная, и средняя концентрация различных форм биогенных веществ в водах района не превышала установленного норматива. Среднее содержание нефтяных углеводородов за год составило $0,044 \text{ мг}/\text{дм}^3$, максимальное $0,06 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (1,2 ПДК) было зафиксировано в семи пробах со всех станций и во все месяцы исследований. Как и в прошлом году средняя концентрация фенолов составила $2,5 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, максимум $4,0 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. После резкого падения содержания фенолов в водах Дагестанского шельфа за первое десятилетие наблюдений и некоторой незначительной вариабельности во вторую декаду после 2000 г. наступил период стабилизации максимальных значений на уровне в несколько ПДК, причем различия между районами контроля незначительные (рис. 1.12). Содержание растворенного в воде кислорода изменялось от $9,42 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (17 декабря, в придонном слое вод на глубине 13 м) до $10,9312,33 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (17 марта на поверхности при температуре $7,6^\circ\text{C}$), составив в среднем $10,16 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Насыщение вод кислородом составляло $86,5$ – $103,8\%$; среднее значение $95,6\%$. В 2015 г. в водах прибрежной зоны у города Каспийска значение индекса ИЗВ (1,08) осталось на уровне прошлогоднего; воды оцениваются III классом, «умеренно загрязненные».

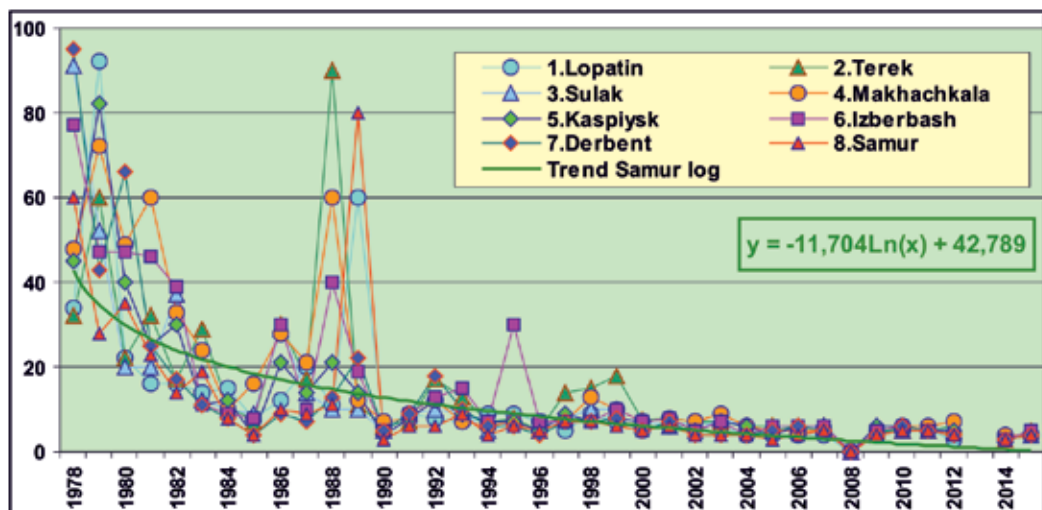


Рис. 1.12. Максимальная концентрация фенолов (мкг/дм³) в прибрежных водах Дагестанского моря в 1978–2015 гг.

Избербаш. В прибрежных водах у города Избербаш в марте, мае и декабре 2015 г. на трех станциях с глубинами 12–22 м был выполнен отбор 27 проб морской воды из поверхностного, промежуточного и придонного слоев. Температура воды варьировала в пределах 7,1–16,0°C; соленость 10,15–12,10‰; значения pH 8,29–8,45, в среднем — 8,36. Содержание всех форм биогенных веществ не превышало установленных нормативов (табл. 1.5). Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах 0,02–0,06 мг/дм³ при средней 0,044 мг/дм³ (2,2 ПДК). Содержание фенолов несколько повысилось по сравнению с прошлым годом, средняя концентрация составила 2,7 мкг/дм³, максимум 5,0 мкг/дм³ отмечен 20 апреля в поверхностном слое. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в пределах 8,78–11,00 мгО₂/дм³, в среднем 10,05 мгО₂/дм³, что немного выше прошлогоднего уровня. Процент насыщения вод кислородом варьировал от 81,5–100,7%, а среднее значение составляло 94,7%. Индекс загрязненности вод немного повысился и составил 1,14 (III класс, «умеренно загрязненные»), (табл. 1.3).

Дербент. На мелководье у города Дербент на 2 станциях с глубинами 4 и 8,5 метров в апреле, мае и декабре 2015 г. было отобрано 12 проб морской воды из поверхностного и придонного слоев. В весенние и зимние месяцы наблюдений температура морской воды изменялась в диапазоне 7,4–14,4°C; соленость 10,23–11,61‰; водородный показатель pH 8,38–8,47. Концентрация различных соединений биогенных элементов была в рамках естественной межгодовой изменчивости (табл. 1.5). Содержание одного из важнейших для диатомовых элемента кремния в форме силикатов, необходимого для построения панциря микроводорослей, в водах Дагестанского побережья отличается существенной межгодовой изменчивостью, особенно заметной на границе 1990-х (рис. 1.13). Хотя в последнее десятилетие значения отличаются меньшей степенью вариабельности, однако отдельные средние значения существенно отличаются в меньшую сторону, например район Дербента без существенного речного стока, тогда в эстуарных районах рек обычно значения силикатов были повышенными. В целом, однако, среднегодовые отличия между районами обычно несущественные. По всему западному побережью Среднего Каспия за время исследований выявлен хорошо выраженный тренд на понижение содержания кремния в морских водах.

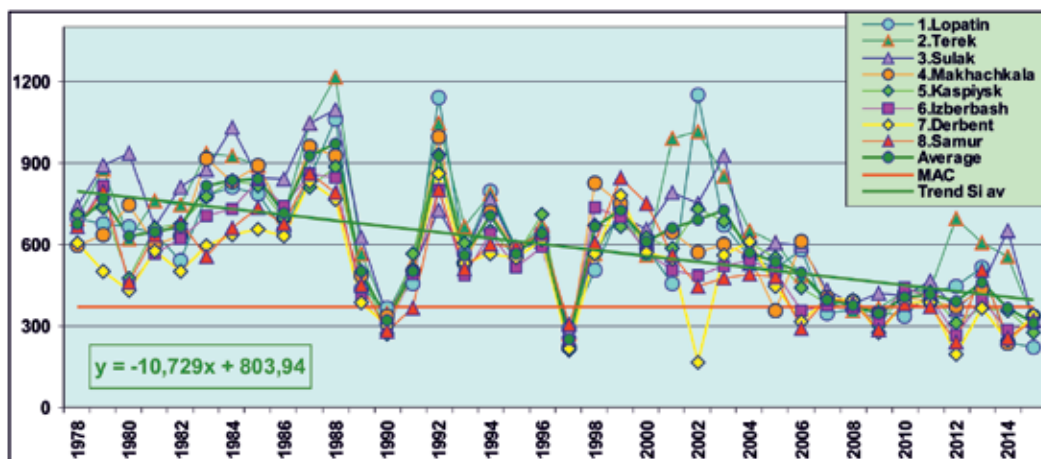


Рис. 1.13. Средняя концентрация кремния (мкг/дм³) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 1978–2015 гг.

Концентрация нефтяных углеводородов в водах района Дербента практически не отличалась от прошлогодней и изменялась от 0,02 до 0,06 мг/дм³, составив в среднем 0,043 мг/дм³ (0,9 ПДК). Концентрация фенолов была в узком диапазоне 1–4 мкг/дм³, в среднем 2,5 мкг/дм³. Кислородный режим в период наблюдений был в пределах обычной для района нормы. Среднее содержание растворенного в воде кислорода немного повысилось до 9,94 мгО₂/дм³, минимальное значение (9,12 мгО₂/дм³) наблюдалось 21 мая в придонном слое. Насыщение вод кислородом немного понизилось и составило в среднем 94,7%, минимум насыщения равен 85,3% и был зафиксирован 19 апреля в придонном слое. По комплексному индексу загрязнения ИЗВ (1,07) качество вод района по сравнению с прошлым годом практически не измени-

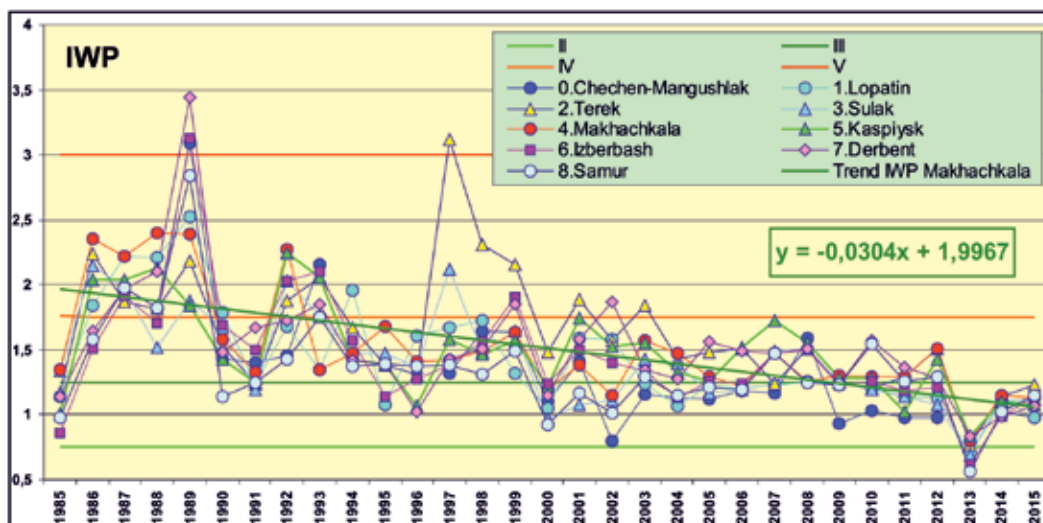


Рис. 1.14. Динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в прибрежных водах Дагестанского взморья в 1985–2015 гг.

лось и осталось в III классе, «умеренно загрязненные». Наибольший вклад в установлении уровня индекса вносили фенолы и нефтяные углеводороды.

Взморье реки Самур. На мелководном взморье реки Самур на двух станциях с глубинами 7 и 9 м в апреле, мае и декабре было отобрано 12 проб воды из поверхностного и придонного слоев. Температура воды во время съемок изменялась в диапазоне 7,5–15,9°C; соленость 9,97–11,90‰; показатель водорода рН 8,40–8,68. Концентрация биогенных элементов в водах взморья была в пределах нормы и не превышала ПДК (табл. 1.5). Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах 0,03–0,06 мг/дм³ (max 1,2 ПДК), средняя величина 0,043 мг/дм³. Содержание в водах района фенолов варьировало в пределах 1–4 мкг/дм³; среднее значение составило 2,75 мкг/дм³. Кислородный режим морских вод был в пределах нормы. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось от 9,07 (18 мая в придонном слое вод на обеих станциях) до 11,02 мгО₂/дм³ (14 декабря на поверхности), средняя величина составила 10,05 мгО₂/дм³. Насыщение воды кислородом в среднем составило 95,5% и изменялось в диапазоне 88,8–102,6%. На устьевом взморье р. Самур в 2015 г. качество вод немного ухудшилось, значение индекса ИЗВ составило 1,15 (III класс, «умеренно загрязненные»).

Оценка состояния вод по индексу ИЗВ в 2015 г. позволяет прибрежные воды Дагестана во всех восьми контролируемых районах оценить как «умеренно загрязненные» (III класс). В последние три десятилетия наблюдается хорошо выраженная тенденция улучшения качества вод во всех контролируемых районах (рис. 1.14).

Таблица 1.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Северного и Среднего Каспия в 2013–2015 гг.

Район	Ингредиент	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Северный Каспий							
1. разрез III	НУ	0,06	1,2	0,08	1,5	0,12	2,4
		0,1	2	0,14	2,8	0,61	12
	Фенолы	1	1,0	1,6	1,6	1,5	1,5
		2	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0
	СПАВ	61,8	0,6	39,6	0,4	28,5	0,3
		170	1,7	68,0	0,7	69	0,7
	Азот аммонийный	42,2	<0,1	12,1	<0,1	99	0,3
		288,8	0,7	34,1	<0,1	13	<0,1
	Fe	121,8	2,4	131,4	2,6	121,0	2,4
		190	4	170	3	200	4
	Cu	7,5	1,5	5,0	1,0	15,9	3
		21	4,2	15,3	3	47,3	9
	Zn	20,1	0,4	19,4	0,4	129,0	2,6
		54	1,08	35,4	0,7	307,2	6
	Ni	41,7	4	19,7	2,0	50,7	5
		363,1	36	26,3	2,6	186,5	19
Кислород мг О ₂ /дм ³	9,25		10,88		10,04		
	5,19	0,87	9,32		7,55		
2. разрез IIIa	НУ	0,055	1,1	0,062	1,2	0,093	1,9
		0,2	4	0,13	2,6	0,26	5
	Фенолы	1,1	1,1	1,6	1,6	1,75	1,8
		4	4	3	3	4	4

2. разрез IIIa	СПАВ	62,1	0,6	23,4	0,2	31,7	0,3
		192	1,9	60	0,6	57	0,6
	Азот аммонийный	51,2	0,1	10,8	<0,1	8,5	<0,1
		438,6	0,9	24,6	<0,1	66	0,2
	Fe	131,4	2,6	106,3	2,1	163,5	3
		190	4	160	3	270	5
	Cu	7,33	1,5	3,4	0,7	17,6	4
		28	6	18,3	4	64,6	13
	Zn	24,1	0,5	12,8	0,3	100,2	2,0
		92	1,8	35,3	0,7	314,5	6
Кислород мгО ₂ /дм ³	9,25		10,67		9,80		
	3,78	0,63	10,14		7,39		
3. Разрез IV	НУ	-		0,043	0,9	0,040	0,8
		-		0,07	1,4	0,06	1,2
	Фенолы			2,27	2,3	2,18	2,2
				3,0	3,0	4,0	4
	СПАВ	-		13,6	0,1	-	
		-		18	0,2	-	
	Азот аммонийный	-		21,1	<0,1	11,7	<0,1
		-		38,4	<0,1	16,0	<0,1
	Fe	-		-		-	
		-		-		-	
	Cu	-		-		-	
		-		-		-	
	Zn	-		-		-	
		-		-		-	
Кислород мгО ₂ /дм ³	-		7,35		8,95		
	-		5,59	0,93	7,25		
Дагестанское побережье							
1. Лопатин	НУ	0,05	1,0	0,038	0,8	0,039	0,8
		0,2	4	0,07	1,4	0,06	1,2
	Фенолы	-		2,8	2,8	2,2	2,2
		-		3,0		4,0	4,0
	СПАВ	32	0,3	19,8	0,2	-	
		90	0,9	23,1		-	
	Азот аммонийный	184,6	0,5	48,7	0,1	118,8	0,3
		322,2	0,8	92		211	0,5
	Cu	2,8	0,6	-		-	
		3,3	0,7	-		-	
	Zn	1,28	<0,1	-		-	
		1,6	<0,1	-		-	
Кислород мгО ₂ /дм ³	9,06		8,69		9,59		
	5,78	0,96	7,57		7,63		
2. Взморье р. Терек	НУ	0,07	1,5	0,065	1,3	0,045	0,9
		0,23	5	0,09	1,8	0,06	1,2
	Фенолы	-		2,4	2,4	3,1	3,1
		-		3	3	5	5
	СПАВ	34	0,3	17,2	0,2	-	
		100	1,0	37,4	0,4	-	

2. Взморье р. Терек	Азот аммонийный	212,3	0,5	67,8	0,2	117,2	0,3
		379,1	1,0	305,6		256	0,7
	Cu	3,0	0,6	-		-	
		4,2	0,8	-		-	
	Zn	1,8	<0,1	-		-	
		2,2	<0,1	-		-	
Кислород мгО ₂ /дм ³	8,99		8,84		9,73		
	6,55		7,35		7,40		
3. Взморье р. Сулак	НУ	0,061	1,2	0,055	1,1	0,044	0,9
		0,2	4	0,09	1,8	0,07	1,4
	Фенолы	-		2,4	2,4	2,7	2,7
		-		4,0	4,0	4,0	4
	СПАВ	3,1	<0,1	18,6	0,2	-	
		9	0,09	35,4	0,4	-	
	Азот аммонийный	162,1	0,4	47,1	0,1	107,3	0,3
		368	0,9	89,9	0,2	195	0,5
	Cu	2,8	0,6	-		-	
		3,2	0,6	-		-	
	Zn	1,9	<0,1	-		-	
		2,4	<0,1	-		-	
	Кислород мгО ₂ /дм ³	8,98		8,41		9,65	
		6,03		7,45		7,53	
4. Махачкала	НУ	0,068	1,3	0,060	1,2	0,045	0,9
		0,2	5	0,09	1,8	0,06	1,2
	Фенолы	-		2,6	2,6	2,6	2,6
		-		4,0	4	4,0	4,0
	СПАВ	36,4	0,4	18,2	0,2	-	
		110	1,1	88,5	0,9	-	
	Азот аммонийный	186,4	0,5	40,8	0,1	171,1	0,4
		328,5	0,8	110,1	0,3	390	1,0
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,48		8,92		10,18	
		6,57		7,41		8,79	
5. Каспийск	НУ	0,073	1,5	0,052	1,0	0,044	0,9
		0,23	5	0,09	1,8	0,06	1,2
	Фенолы	-		2,5	2,5	2,5	2,5
		-		3,0	3	4,0	4,0
	СПАВ	34,8	0,3	20,6	0,2	-	
		100	1,0	24,1	0,2	-	
	Азот аммонийный	110,2	0,3	40,9	0,1	130,3	0,3
		336,4	0,8	63,6	0,2	292	0,8
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,20		9,40		10,2	
		6,16		7,57		9,42	
6. Избербаш	НУ	0,059	1,2	0,052	1,0	0,044	0,9
		0,2	4	0,11	2,2	0,06	1,2
	Фенолы	-		2,1	2,1	2,7	2,7
		-		3,0	3,0	5,0	5,0
	СПАВ	31,0	0,3	14,4	0,1	-	
90,0		0,9	18,2	0,2	-		

6. Избербаш	Азот аммонийный	121,2	0,3	35,4	<0,1	141,3	0,4
		172,2	0,4	92,3	0,2	330	0,8
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,07		9,27		10,05	
		7,15		7,35		8,78	
7. Дербент	НУ	0,075	1,5	0,046	0,9	0,043	
		0,2	4	0,07	1,4	0,06	1,2
	Фенолы	-		2,3	2,3	2,5	2,5
		-		3,0	3,0	4,0	4,0
	СПАВ	29,4	0,3	18,0	0,2	-	
		80	0,8	22,1	0,2	-	
	Азот аммонийный	124,9	0,3	56,1	0,1	118,9	0,3
		169,0	0,4	99,2	0,3	318	0,8
	Cu	3,2	0,6	-		-	
		3,5	0,7	-		-	
	Zn	3,1	<0,1	-		-	
		3,7	<0,1	-		-	
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,25		9,69		9,94	
		7,82		7,50		10,71	
8. Взморье р. Самур	НУ	0,079	1,6	0,05	1,0	0,043	0,9
		0,23	5	0,09	1,8	0,06	1,2
	Фенолы	-		2,3	2,3	2,8	2,8
		-		3,0	3,0	4,0	4,0
	СПАВ	25,3	0,3	19,2	0,2	-	
		70,0	0,7	23,1	0,2	-	
	Азот аммонийный	127,5	0,3	51,7	0,1	143,9	0,4
		189,6	0,5	85,0	0,2	290	0,7
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,27		9,22		10,05	
		7,36		7,14		9,07	
Примечания:							
1. Концентрация С* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм ³ ; фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ, аммонийного азота, меди и цинка — в мкг/дм ³ .							
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней — максимальное (для кислорода минимальное) значение.							
3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.							
4. Для распресненных вод Северного и Среднего Каспия для аммонийного азота ПДК принято 389 мкг/дм ³ .							

Таблица 1.3. Оценка качества морских вод Северного и Среднего Каспия по ИЗВ в 2013–2015 гг.

Район	2013 г.		2014 г.		2015 г.		Среднее содержание ЗВ в 2015 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Северный Каспий							
1. III разрез	0,87	III	1,15	III	1,20	III	НУ 2,40; СПАВ 0,29; фенолы 1,50; О ₂ 0,60
2. IIIа разрез	0,87	III	1,51	IV	1,14	III	НУ 1,86; СПАВ 0,32; фенолы 1,75; О ₂ 0,61
3. Разрез IV	-		1,02	III	0,98	III	НУ 0,80; NH ₄ 0,03; фенолы 2,18; О ₂ 0,67
Дагестанское побережье							
1. Лопатин	1,16	III	1,12	III	0,98	III	НУ 0,78; NH ₄ 0,31; фенолы 2,20; О ₂ 0,63
2. Взморье р. Терек	1,49	IV	1,14	III	1,23	III	НУ 0,90; NH ₄ 0,30; фенолы 3,10; О ₂ 0,62

3. Взморье р. Сулак	1,21	III	1,10	III	1,12	III	НУ 0,88; NH ₄ 0,28; фенолы 2,70; O ₂ 0,62
4. Махачкала	1,51	IV	1,15	III	1,13	III	НУ 0,90; NH ₄ 0,44; фенолы 2,60; O ₂ 0,59
5. Каспийск	1,43	IV	1,10	III	1,08	III	НУ 0,88; NH ₄ 0,33; фенолы 2,50; O ₂ 0,59
6. Избербаш	1,21	III	0,99	III	1,14	III	НУ 0,88; NH ₄ 0,36; фенолы 2,70; O ₂ 0,60
7. Дербент	1,26	IV	0,99	III	1,07	III	НУ 0,86; NH ₄ 0,31; фенолы 2,50; O ₂ 0,60
8. Взморье р. Самур	1,29	IV	1,02	III	1,15	III	НУ 0,86; NH ₄ 0,37; фенолы 2,75; O ₂ 0,60

Глава 2. АЗОВСКОЕ МОРЕ

*Крутов А.Н., Хорошенькая Е.А., Иванова Л.Л., Резинова И.А., Дербичева Т.И.,
Кобец С.В., Коршенко А.Н.*

2.1. Общая характеристика

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

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. В западной части моря песчано-ракушечная пересыпь Арабатская стрелка отделяет море от мелководного осолоненного залива Сиваш. Водообмен между ними осуществляется в ограниченном объеме через узкую промоину в Стрелке — пролив Тонкий. Юго-западная часть моря представляет собой обширные заливы Арабатский и Казантипский, разделенные мысом Казантип, а на юго-востоке расположен эстуарий р. Кубань — Темрюкский залив. Северные и южные берега моря холмистые, обрывистые, тогда как западные и восточные преимущественно низменные.

Рельеф дна Азовского моря отличается выравненностью и плавным увеличением глубины от берега к центру моря. Системы подводных возвышений расположены у западного (сложенные преимущественно ракушей банки Морская и Арабатская) и восточного побережий моря (банка Железинская). Для подводного берегового склона на севере моря характерно обширное мелководье длиной 20–30 км с глубинами до 6–7 м. Южное побережье отличается крутым береговым склоном с глубинами до 11–12 м (<http://esimo.oceanography.ru>).

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 24,4 км³, Кубани — 11,6 км³, малых рек северного Приазовья — 2,1 км³. В настоящее время сток Дона и Кубани регулирован водохранилищами. Средний многолетний материковый сток в море составляет по разным оценкам 36,7–38,1 км³. Сезонное распределение стока неравномерно. Доля весеннего стока составляет около 40%, а летнего — 20%. Из Азовского моря ежегодно в среднем вытекает 49,2 км³ азовской воды, а поступает в него 33,8 км³ черноморской воды. В балансе вод моря наибольшую долю приходной части образуют материковый сток (43%) и приток воды из Черного моря (40%). В расходной части преобладают сток азовской воды в Черное море (58%) и испарение с поверхности (40%). Средний результирующий сток воды составляет 15,5 км³ воды в год. Положительный пресный баланс моря обеспечивает невысокую соленость Азовского моря по сравнению с Черным морем (Дьяков Н.Н., Иванов В.А., 2002).

Континентальные черты климата наиболее заметно выражены в северной части моря. Для этой части моря характерны холодная зима, сухое и жаркое лето. Для южных районов моря эти сезоны более мягкие и влажные. Среднемесячная температура воздуха января колеблется в пределах 2–5 °С. Сезонные особенности погоды на Азовском море формируются под влиянием крупномасштабных синоптических процессов. 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 °С (Репетин Л.Н., 2007).

Общий циклонический характер циркуляции вод моря обусловлен главным образом ветром. Большая изменчивость направления и скорости течений моря также зависит от ветра, который вызывает чисто дрейфовые течения во всей толще мелкого Азовского моря и создает повышение уровня у берегов, в результате чего возникают компенсационные потоки. В предустьевых районах Дона и Кубани прослеживаются стоковые течения. Хорошо выражены неперіодические стонно-нагонные колебания уровня — в среднем от 2 до 3 м. Также хорошо выражена одноузловая сейша с суточным периодом. Азовское море бесприливное.

В холодный период года господствующие северо-восточные и восточные ветры вызывают волнение высотой до 2,1–3,0 м в открытом море. При западных и юго-западных ветрах могут формироваться крупные волны высотой 1,5 м и более по всей акватории моря.

Температура воды летом на поверхности в среднем составляет 24–25 °С и достигает 32,0–32,5 °С у берегов. Зимой она имеет нулевые и близкие к ним значения почти во всем море. Многолетняя среднегодовая температура воды на поверхности моря равна 11 °С. Распределение температуры по вертикали неодинаково в разные сезоны. Осенью и зимой она приблизительно на 1 °С повышается с глубиной, весной и летом картина прямо противоположная (Азовское море, 1962).

Пространственное распределение солёности характеризуется наличием значительных горизонтальных и вертикальных градиентов. Наиболее ярко они проявляются во фронтальных зонах вблизи Керченского пролива, а также эстуариев Дона и Кубани. Обычно солёность моря в среднем составляет около 11–12‰. Сезонные колебания достигают 1‰. Вертикальное распределение солёности практически однородное, в среднем она повышается у дна примерно на 0,02–0,05‰. Конвективное перемешивание определяется осенним охлаждением поверхности воды до температуры ее наибольшей плотности. Осолонение при ледообразовании усиливает конвекцию, которая проникает до дна (<http://esimo.oceanography.ru>).

В море ежегодно образуются льды. Море начинает замерзать в конце ноября, очищение ото льда происходит в марте-апреле. Быстрая и частая смена зимней погоды влечет за собой крайнюю неустойчивость ледовых условий, а лед может превращаться из неподвижного в дрейфующий и обратно. Максимального развития и наибольшей толщины (20–60 см в средние зимы и 80–90 см в суровые) лед достигает в феврале. По средним многолетним данным льды занимают 29% общей площади моря (Боровская Р.В. и др., 2008).

2.2. Таганрогский залив

Основными источниками загрязнения устьевой части р. Дон в районе г. Азова являются промышленные и коммунально-бытовые сточные воды, поступающие с транзитным речным стоком с вышележащих участков реки Дон, а также сточные воды очистных сооружений

МП «Азовводоканал». Длина глубоководного выпуска ОСК МП «Азовводоканал» составляет 253 метра, глубина реки в месте выпуска 8 метров. Свой вклад в загрязнение вносят водный транспорт, коллекторно-дренажный сток оросительных систем, ливневые сточные воды, которые без очистки поступают в р. Дон.

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

В 2015 г. гидрохимические наблюдения в устьевой области реки Дон и восточной части Таганрогского залива были выполнены Донской устьевой станцией (ДУС). Отбор проб производился на трех станциях в устьях рукавов Мёртвый Донец (9 р), Переволока (12 р) и Песчаный (13 р), а также на станциях № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 в восточной части и на станциях № 8, 9, 10, 13, 14, 17, 20, 21, 24 и 25 в центральной части Таганрогского залива (рис. 2.1). Всего в протоках Дона были отобраны 42 пробы воды из поверхностного и придонного слоев 27 апреля, 20 мая, 7 июля, 6 и 25 августа, 8 сентября и 8 октября с борта мотолодки «Прогресс» батометром Молчанова. На акватории Таганрогского залива было отобрано 48 проб воды из поверхностного и придонного слоев 17–30 сентября на 13 станциях, а также 6 октября на 10 станциях с глубинами 0,5–6,2 м. На борту определялись рН, производилась фиксация проб на кислород, аммонийный азот и ртуть, а также экстракция нефтепродуктов четыреххлористым углеродом и пестицидов гексаном. Завершение определения содержания нефтяных углеводородов (ИКС-метод), растворенных в воде соединений ртути (атомно-абсорбционный метод) и хлорорганических пестицидов (газожидкостная хроматография) производилось в лаборатории Ростовского ЦГМС. В период с апреля по октябрь в устьевой области реки и восточной части залива было отобрано 29 проб донных отложений, в которых была определена концентрация НУ.

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

В течение периода наблюдений в 2015 г. речной сток в устьях рукавов р. Дон был практически пресноводным. Среднегодовая **соленость** вод дельты Дона составила 0,59‰ и изменялась в пределах от 0,47 до 1,24‰. Максимальное значение было зафиксировано в устье рукава Мерт-



Рис. 2.1. Станции отбора проб в устьевой области р. Дон и Таганрогском заливе в 2015 г.

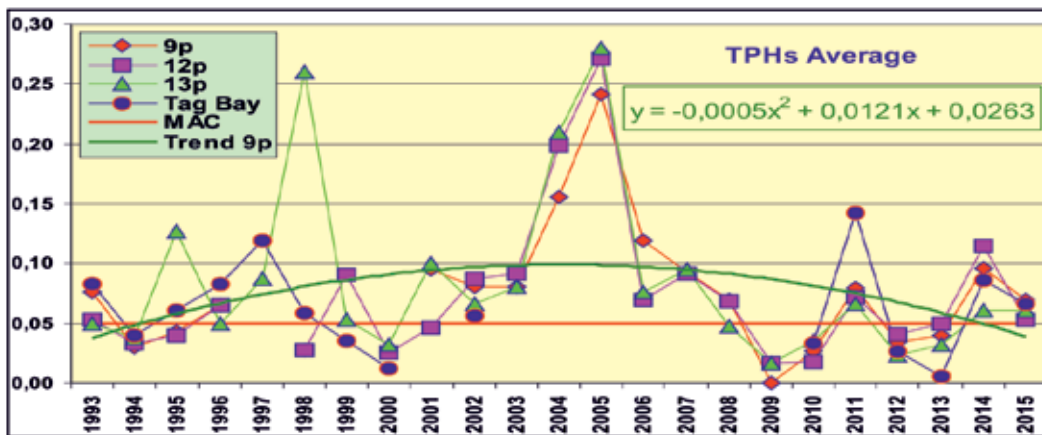


Рис. 2.2. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 1993–2015 гг.

вый Донец 27 апреля. Значения рН в устьях рукавов Дона изменялись в диапазоне от 8,16–8,70, составив в среднем 8,45. Щелочность изменялась от 2,466 до 4,405 мг-экв/дм³ и в среднем за год составила 3,271 мг-экв/дм³. В Таганрогском заливе соленость изменялась от 3,72 до 12,90‰, составив в среднем 8,91‰. Соленость выше 4,0‰ отмечалась на всех станциях, как в центральной, так и в восточной части залива как на поверхности, так и у дна, кроме станции № 1 вблизи устья Дона с максимальным значением 3,72‰ 6 октября. Как правило, повышенная соленость в Таганрогском заливе связана с вторжением более соленых морских вод при юго-западных и западных ветрах. В целом, как устьевая область р. Дон, так и Таганрогский залив считаются пресноводными водоемами и при оценке степени их загрязненности используются ПДК для пресных вод. Щелочность в водах залива изменялась от 2,807 до 4,494 мг-экв/дм³ и в среднем за год составила 3,468 мг-экв/дм³; значения рН были в диапазоне 8,58–9,12, составив в среднем 8,93.

В 2015 г. содержание **нефтяных углеводородов** в устьях рукавов р. Дон изменялось от 0,02 до 0,18 мг/дм³ (3,6 ПДК, 8 октября у дна в устье рукава Мертвый Донец). Среднегодовая концентрация составила 0,06 мг/дм³ (табл. 2.1). В водах Таганрогского залива концентрация НУ в пробах была в пределах 0,02–0,31 мг/дм³ (6,2 ПДК, в двух пробах из поверхностного и придонного слоев 6 октября на станции № 1). Средняя годовая концентрация оказалась несколько ниже, чем в прошлом году (0,08 мг/дм³) и составила 0,070 мг/дм³. Концентрация НУ равная или выше 1 ПДК зафиксирована в течение всего периода наблюдений в сентябре и октябре в 32 пробах из 48 (2/3). Среднее значение концентрации за сентябрь составило 0,06 мг/дм³, а за октябрь 0,09 мг/дм³. Акватория Таганрогского залива остается стабильно загрязненной нефтяными углеводородами. В целом, динамика средней концентрации нефтяных углеводородов в водах устьевой области р. Дон и на акватории Таганрогского залива в последние десятилетия свидетельствует о стабильно высоком загрязнении. Одновременно наблюдается очень высокая межгодовая изменчивость при которой переход от максимальных значений до минимальных произошел за 4 года (2005/2009 гг.). Почти во все годы наблюдений различия в среднегодовой концентрации НУ в трех устьевых протоках Дона и в заливе были незначительными и наблюдаемые изменения содержания НУ происходят синхронно.

В речных водах в устьевых протоках Дона содержание **СПАВ** изменялось от аналитического нуля (DL=10 мкг/дм³, 36 проб из 42) до 16 мкг/дм³ (0,16 ПДК) Максимальная величина была зафиксирована 25 августа в устье рукава Мертвый Донец на глубине 1,5 м. Среднегодо-

вая концентрация составила 1,8 мкг/дм³. В водах Таганрогского залива их содержание было ниже предела обнаружения в 20 из 48 отобранных проб. Максимальная величина достигала 66 мкг/дм³ и была отмечена 18 сентября в придонном слое на станции № 5. Среднегодовое значение на акватории залива практически равнялось уровню предыдущих лет и составило 16,4 мкг/дм³. В устьевой области Дона хлорорганические пестициды α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ обнаружены не были, а в восточной части Таганрогского залива в одной пробе, отобранной 17 сентября на станции № 14, было зафиксировано присутствие ДДТ (1 мкг/дм³) и его изомера ДДЭ (3 мкг/дм³). Растворенная ртуть была обнаружена в 20 пробах из 21 отобранных в устьевой области р. Дон, средняя величина составила 1,8 ПДК. В водах Таганрогского залива в сентябре-октябре в пяти пробах из 8 концентрация растворенной ртути составила 0,02 мкг/дм³, в среднем 1,25 ПДК. В водах обоих районов отмечено резкое повышение содержания ртути по сравнению с предыдущими годами.

Диапазон концентрации **аммонийного азота** в устьевых протоках р. Дон в 2015 г. изменился: минимальная составила 21 мкг/дм³, а максимальная составила лишь 217 мкг/дм³, что в 2,2–2,5 раза меньше 2014 г. Максимальная концентрация была зафиксирована 7 июля в устье рукава Переволока. Среднегодовая концентрация в 2015 г. составила 98,0 мкг/дм³, что в 2,2 раза меньше прошлогодней и ниже таковой за все время наблюдений на этих станциях — 135,1 мкг/дм³. Максимальная зафиксированная концентрация аммонийного азота на акватории залива составила 74 мкг/дм³, что практически совпадает с зафиксированной в 2013 г., но в 4,7 раза меньше таковой в 2014 г. (353 мкг/дм³) и в 20 раз меньше, чем в 2012 г. (1512 мкг/дм³). Среднегодовая концентрация составила 18,2 мкг/дм³, что в 4,2 раза меньше прошлогодней (76,5 мкг/дм³). В целом за последние два десятилетия зафиксирована тенденция существенного снижения среднегодовой концентрации аммонийного азота, как в устьевых протоках Дона, так и в водах Таганрогского залива (рис. 2.3). В течение всего периода наблюдений эта величина превышала установленный норматив в пресноводных рукавах Дона, а в последние годы была ниже ПДК в 2–3 раза и более во всех контролируемых водных объектах.

В устьевых протоках реки Дон концентрация **нитритов** в 42 отобранных пробах изменялась от 3,0 до 52,0 мкгN/дм³ (2,2 ПДК), составив в среднем 25,1 мкгN/дм³. За последние 5 лет среднегодовая концентрация нитритов варьировала в узком диапазоне 23,0–33,3 мкгN/дм³. Максимальное содержание нитритов в 2015 г. зафиксировано 8 октября у дна рукава Мертвый Донец. Концентрация нитритов в восточной части залива изменялась в пределах

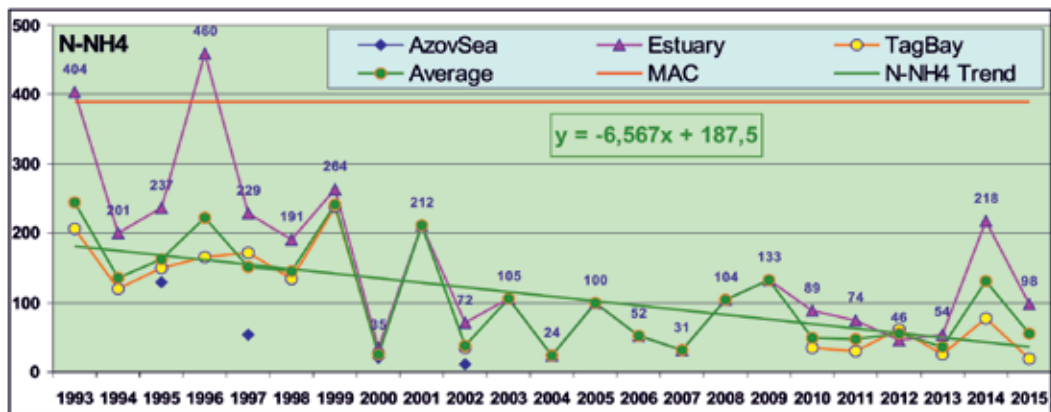


Рис. 2.3. Динамика средней концентрации аммонийного азота (мкг/дм³) в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 1993–2015 гг.

4–49 мкгN/дм³. Максимум зафиксирован 6 октября в придонном слое на станции № 2. Среднегодовая концентрация составила 12,5 мкгN/дм³. Концентрация нитратов в устье Дона изменялась в диапазоне 53–610 мкгN/дм³; средняя 305,3 мкгN/дм³. Наибольшее значение зафиксировано в устье рукава Переволока 27 апреля. Среднегодовая концентрация нитратов в устье рукавов составила: рукав Песчаный — 333 мкгN/дм³, рукав Переволока — 340 мкгN/дм³, рукав Мертвый Донец — 243 мкгN/дм³. В заливе концентрация нитратов изменялась в пределах 5–242 мкгN/дм³; максимум был зафиксирован 6 октября на станции № 6 у дна. В этот день повышенная концентрация более 100 мкгN/дм³ была зафиксирована на семи станциях в кутовой части залива как на поверхности, так и у дна. Среднегодовая концентрация нитратов в Таганрогском заливе составила 51,3 мкгN/дм³.

Концентрация **фосфатов** в устьевой области Дона изменялась в диапазоне от 21 мкгP/дм³ (у дна в устье рукава Мертвый Донец 20 мая) до 238 мкгP/дм³ (у дна в устье рукава Переволока 6 августа). Повышенные значения (более 200 мкгP/дм³) были зафиксированы на всех станциях на поверхности и у дна. Среднегодовая концентрация составила 156,4 мкгP/дм³, что в 2 раза меньше прошлогодней (317 мкгP/дм³). В водах залива осенью содержание фосфатов было существенно меньше и варьировало в пределах 17–97 мкгP/дм³, в среднем 32,0 мкгP/дм³. Концентрация общего фосфора в пресноводных протоках Дона изменялась от 36 до 308 мкгP/дм³. Наибольшая концентрация зафиксирована в устье рукава Песчаный 6 августа у дна на глубине 6 м. Среднегодовая концентрация составила 184,0 мкгP/дм³. На акватории восточной части залива концентрация общего фосфора изменялась в интервале 38–327 мкгP/дм³, составив в среднем 87,0 мкгP/дм³. Максимальная концентрация зафиксирована 17 сентября на станции № 2. Содержание силикатов в водах устьевой области р. Дон изменялось от 1610 до 6541 мкг/дм³ при среднегодовом значении 3581 мкг/дм³; максимум отмечен 7 июля в рукаве Мертвый Донец. В водах Таганрогского залива концентрации силикатов варьировала от 263 до 3935 мкг/дм³, средняя годовая концентрация составила 1751 мкг/дм³.

В водах рукавов устьевой области р. Дон концентрация растворённого в воде **кислорода** изменялась от 5,93 до 11,47 мгO₂/дм³, составив в среднем 8,58 мгO₂/дм³. Минимальная величина была зафиксирована в устье рукава Песчаный 6 августа в придонном слое вод на глубине 6 м и составила 73% насыщения вод кислородом. В водах Таганрогского залива концентрация растворенного кислорода изменялась в пределах 5,13–11,17 мгO₂/дм³. Минимальная концентрация была зафиксирована у дна на станции № 2 (0,9 ПДК). Среднегодовая концентрация растворенного кислорода составила 9,04 мгO₂/дм³. Насыщение вод кислородом в заливе в процентном выражении изменялось от 55% до 124%. За последние 5 лет концентрация растворенного кислорода изменялась от 2,07 мгO₂/дм³ до 11,47 мгO₂/дм³, а насыщение изменялось от 34% до 180%.

В 2015 г. значение индекса загрязненности вод (1,18) в устьевых протоках реки Дон несколько повысилось по сравнению с 2014 г., но, по-прежнему, воды остались в III классе, «умеренно загрязненные» (табл. 2.2). Наибольшее значение концентрации нефтяных углеводородов достигало уровня 3,6 ПДК. Уровень содержания детергентов в дельте Дона составлял доли ПДК. Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ не были обнаружены, но в значительном количестве была обнаружена растворенная ртуть, максимальная концентрация которой достигала 0,03 мкг/дм³ (3 ПДК). Кислородный режим в русловых протоках оценивается как «благоприятный». За последние пять лет состояние вод в устьевых участках дельтовых протоков реки Дон оценивается как стабильное. Общий уровень загрязнения оценивается по нескольким контролируемым параметрам, из которых наибольший вклад вносили нефтяные углеводороды, ртуть и нитриты.

В восточной части Таганрогского залива качество вод также несколько ухудшилось по сравнению с предыдущим годом в основном за счет высокой концентрации ртути. Максимально зафик-

сированная концентрация НУ составила 0,31 мкг/дм³ или 6 ПДК. Уровень содержания растворенного в воде кислорода был близок к своим многолетним значениям и только в одной придонной пробе был ниже норматива. Качество вод восточной части залива остается стабильным и удовлетворительным; индекс ИЗВ (0,96) позволяет отнести эту часть залива к «умеренно загрязненным».

Таблица 2.1. Среднегодовая и максимальная концентрация гидрохимических параметров и загрязняющих веществ в водах Таганрогского залива в 2013–2015 гг.

Ингредиент	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Устьевая область реки Дон						
НУ	0,038	0,6	0,091	1,8	0,06	1,2
	0,15	3,0	0,49	10	0,18	4
СПАВ	20	0,2	9,4	<0,1	1,8	<0,1
	36	0,4	19	0,2	16	0,2
Ртуть	0,0013	0,1	0		0,018	1,8
	0,01	1,0	0		0,03	3,0
Азот аммонийный	54,4	0,1	217,5	0,6	98,0	0,3
	153	0,4	549	1,4	217,0	0,6
Нитриты	25,4	1,1	23	1,0	25,1	1,0
	46	1,9	36	1,5	52,0	2,2
Фосфор общий	116		317		184	
	176		532		308	
Растворенный кислород	7,92		9,42		8,58	
	4,67	0,78	6,59		5,93	0,99
% насыщения	85,1		94,6		95,8	
	55		78		73	
Таганрогский залив						
НУ	0,006	0,1	0,083	1,7	0,070	1,4
	0,03	0,6	0,28	6	0,31	6
СПАВ	20	0,2	14,3	0,1	16,4	0,2
	29	0,3	40	0,4	66	0,7
Ртуть	0,003	0,3	0		0,013	1,3
	0,01	1,0	0		0,02	2,0
Азот аммонийный	25,7	<0,1	76,5	0,2	18,2	<0,1
	76	0,2	353	0,9	74	0,2
Нитриты	13,3	0,6	13,9	0,6	12,5	0,5
	39	1,6	27	1,1	49	2,0
Фосфор общий	78,4		97,7		87,1	
	176		253		227	
Растворенный кислород	9,41		10,6		9,04	
	5,09	0,84	5,54	0,92	5,13	0,86
% насыщения	104		105		102	
	56		56		55	
Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм ³ ; СПАВ в мкг/дм ³ ; аммонийного азота в мкгN/дм ³ , общего фосфора в мкгP/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. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целого значения. 4. Для всех ингредиентов использованы значения ПДК для пресных вод.						

2.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань

2.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань

В 2015 г. в дельте реки Кубань и на ее устьевом взморье в Темрюкском заливе мониторинг водной среды осуществляется Устьевой ГМС Кубанская («У Кубанская», г. Темрюк). В порту Темрюка (станция № 1) наблюдения проводились в течение всего года, пробы воды отбирались еженедельно. В Темрюкском заливе (станция № 1), на устьевом взморье рукавов Кубань (станции № 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18), Протока (станции № 29, 31), в устьевой области (станции № 8у, 9у, 10у, 11у, 17у, 18у) и в низовьях дельты Кубани — гирла лиманов (станции № 5у, 6у) — всего на 18 станциях (рис. 2.4) пробы отбирались один раз в месяц в апреле, июне, августе и октябре. 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., Гидрометеиздат, 1977 г. Определение содержания хлорорганических (группа ДДТ) и фосфорорганических пестицидов, а также растворенной ртути в отобранных пробах воды производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды.

2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива

Низовья дельты реки Кубань — район 1. Отбор проб был произведен в двух точках, расположенных в устье рукава Протока у пос. Ачуево (станция № 5у) и 500 м выше по течению от устья Петрушина рукава (станция № 6у). В устьях обоих рукавов Кубани вода была практически пресная — соленость не превышала 0,43‰ за исключением одной пробы, отобранной 6 августа на станции № 6у в Петрушином рукаве. В этой пробе была зафиксирована соленость, характерная для вод взморья — 8,22‰ (табл. 2.3). То же самое касается хлорности. В этой единственной пробе зафиксирована хлорность равная 4,46‰. Во всех пробах, отобранных на станции № 5у в рукаве Протока, соленость была практически одинаковой с незначительными колебаниями вокруг значения 0,34‰ (табл. 2.3). Хлорность изменялась от 0,02‰ до 4,46‰ при средней 0,42‰; рН 7,90–8,70; щелочность 1,811–2,543 мг-экв/дм³. Концентрация **нефтяных углеводородов** на обеих станциях изменялась от значений ниже предела обнаружения применяемого метода (0,02 мг/дм³) до максимальной 0,07 мг/дм³ (1,4 ПДК, три поверхностные пробы из Петрушина рукава в апреле, августе и октябре, табл. 2.4). Среднегодовая концентрация НУ в Петрушином рукаве, как в прошлом году, составила 0,051 мг/дм³ (1 ПДК). В рукаве Протока максимальная концентрация составила 0,06 мг/дм³, а средняя 0,020 мг/дм³. Среднегодовая концентрация по обеим станциям контроля составила 0,041 мг/дм³ (0,8 ПДК). В течение всего года во всех отобранных пробах концентрация СПАВ была ниже предела обнаружения (DL=10 мг/дм³). Хлорорганических пестицидов α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и его изомеров обнаружено не было.

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 2015 г.

Район	TOC	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 реки Кубань — район 1	20,5	0,97	8,49	93,6	8,3	21,2	37,3	15,1	811	115	-	2083
	28,3	8,22	6,49	77	8,7	54,0	68,0	26	1200	180	-	2550
2. Порт Темрюк — район 2	13,8	11,8	9,06	91	8,3	10,4	34,2	9,5	132	161	698	381
	27,7	13,2	4,39	57	8,8	36,0	80,0	23,0	280	300	960	820
3. Взморье реки Кубань — район 3	19,3	10,26	8,39	96	8,3	8,28	26,5	6,46	148	194	224	721
	26,5	13,28	4,92	58	8,7	43,0	52,0	18,0	1290	1020	2250	2250
4. Взморье рукава Протока — район 4	18,6	10,19	8,49	95	8,3	8,31	26,3	8,12	84,1	212	206	759
	25,4	12,67	6,47	78	8,6	30,0	43,0	17,0	930	920	570	2100
5. Гирла лиманов — район 5	17,6	6,54	8,51	92	8,5	6,88	25,97	7,0	148	154		1304
	26,6	12,47	3,19	40	8,9	25,0	55,0	26,0	1070	310		3600

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

Концентрация ионов **аммония** в устьях обоих рукавов р. Кубань изменялась от 47 до 180 мкг/дм³ (табл. 2.3). Содержание аммония меньше 100 мкг/дм³ было зафиксировано в пяти пробах из 12 отобранных. Наибольшие величины концентрации были зафиксированы в рукаве Протока 6 августа, а в Петрушином рукаве 5 августа. Среднегодовое значение по обеим станциям составило 115 мкг/дм³, что меньше прошлогоднего (270 мкг/дм³) и позапрошлогоднего (222 мкг/дм³). Содержание нитритов в водах обеих станций было в пределах 5–26 мкг/дм³ при среднегодовой 15 мкг/дм³ (0,6 ПДК). Концентрация нитратов изменялась от 210 до 1200 мкг/дм³; среднегодовая составила 811 мкг/дм³.

В устьях обоих рукавов Кубани среднегодовая концентрация **фосфатов** практически равнялась прошлогодней и составила 21,2 мкг/дм³ (рис. 2.5). Максимум (54 мкг/дм³) был отмечен 6 октября в Петрушином рукаве. В целом в последние пять лет средняя концентрация

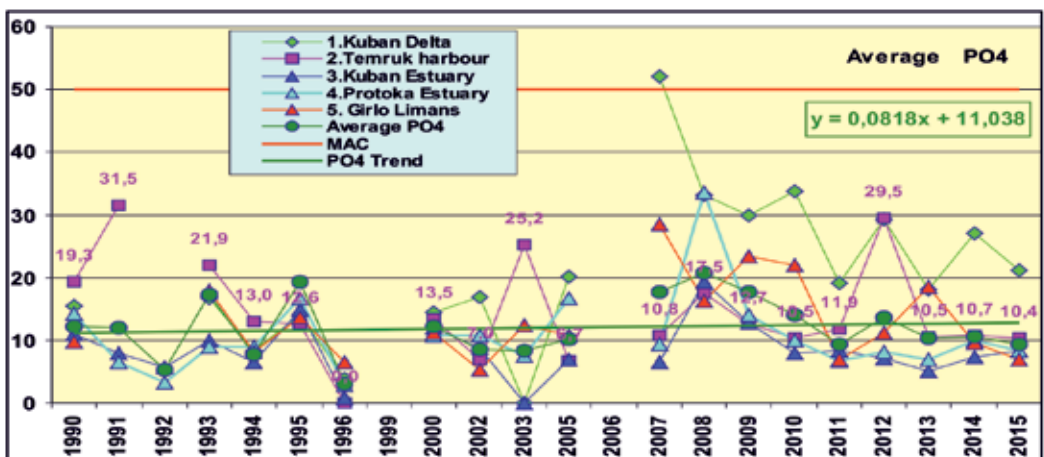


Рис. 2.5. Динамика средней концентрации фосфатного фосфора (мкг/дм³) в водах устьевой области р. Кубань и Темрюкского залива в 1990–2015 гг.

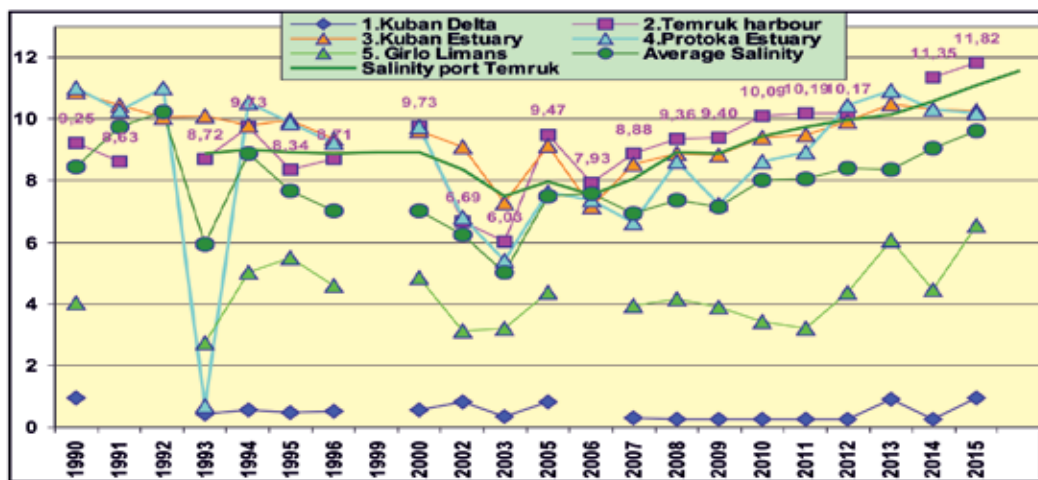


Рис. 2.6. Динамика среднегодовой солености (‰) вод канала порта Темрюк в 1990–2015 гг.

фосфатов по всем районам контроля в устьевой области Кубани стабилизировалась в районе 10 мкг/дм³, что в 5 раз ниже принятого для мезотрофных водоемов ПДК. В нынешнем столетии почти всегда наибольшие средние величины регистрировались в пресноводных рукавах дельты реки, тогда как в 1990-х чаще максимум фиксировали в канале порта Темрюк. За 2,5 десятилетия контроля выявляется слабо выраженная тенденция к росту содержания минерального фосфора в водах района на фоне относительно существенных межгодовых изменений. Различия между районами обычно слабо выражены. Концентрация общего фосфора изменялась в диапазоне 22–68 мкг/дм³; средняя составила 37,3 мкг/дм³, что немного ниже прошлогодней (45,5 мкг/дм³) и почти равно значению 2013 г. (35,6 мкг/дм³). Среднегодовая концентрация силикатов 2083 мкг/дм³ в этом году оказалась ниже предыдущих лет 2708/2143 мкг/дм³ при средней многолетней (2288 мкг/дм³). Их наибольшее содержание (2550 мкг/дм³) было зафиксировано в Петрушином рукаве 5 августа.

Насыщение речных вод растворенным **кислородом** было хорошим и не опускалось ниже 6,49 мгО₂/дм³, а средняя концентрация составила 8,49 мгО₂/дм³. Минимальное насыщение составило 77% и было зафиксировано в Петрушином рукаве 6 октября. Сероводород в пробах обнаружен не был. По ИЗВ (0,65) 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), как и в предыдущие четыре года. Для расчета использовались значения ПДК для пресных вод.

Порт Темрюк — район 2. В 2015 г. отбор проб осуществлялся на одной станции в середине канала порта напротив затона Чирчик ежемесячно с января по декабрь. Температура, соленость, рН, растворенный кислород и нефтяные углеводороды контролировались еженедельно. Измерение щелочности и анализы на содержание сероводорода, кремния, аммония, нитритов и общего азота, фосфатов и общего фосфора, СПАВ и ртути производились один раз в месяц. Соленость воды в канале порта изменялась от 8,20‰ до 13,20‰. Величина среднегодовой солености составила 11,82‰. Это максимальная величина в течение всего периода наблюдений с 1990 г. В целом начиная с 2006 г. наблюдается постепенное увеличение солености во всем районе устьевой области реки Кубань в противоположность снижению в предыдущие 13 лет (рис. 2.6). В рукавах Кубани вода была практически пресной и среднегодовые значения варьировали между 0,27 и 0,97‰, а максимум за все время

наблюдений превышал 3‰ в 7 пробах и достигал 8,47‰ в рукаве Петрушин 3 июля 2002 г. Температура воды в течение 2015 года изменялась от 2,1 °С (12 января) до 27,7 °С (17 августа). Вода в канале была очень мутной, прозрачность не превышала 0,8 м. Хлорность изменялась в диапазоне 4,45–7,24‰, среднегодовая составила 6,47‰; щелочность была в пределах 2,038–2,549 мг-экв/дм³, средняя 2,326 мг-экв/дм³; рН 8,05–8,75.

Из 72 отобранных в течение года проб в шести концентрация **НУ** была ниже предела обнаружения (0,02 мг/дм³). Максимальное значение составило 0,24 мг/дм³ (4,8 ПДК) и было отмечено 6 октября на поверхности канала (табл. 2.4). Средняя концентрация НУ составила 0,044 мг/дм³ (0,89 ПДК). Из 24 проанализированных проб концентрация СПАВ была выше предела обнаружения применяемого метода (DL=10 мкг/дм³) в 15 случаях. Максимум составил 34 мкг/дм³, что почти в два раза выше, чем в прошлом году (18 мкг/дм³). Среднегодовая концентрация составила — 9,5 мкг/дм³. Концентрация хлорорганических пестицидов (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганических соединений (метафос, карбофос, фозалон и рогор) в водах канала порта Темрюк была ниже предела обнаружения применяемого метода во всех пробах начиная с 2000 г. кроме одной пробы 3 апреля 2002 г. с содержанием ДДЕ 13 нг/дм³ (1,3 ПДК). В 36 отобранных в течение года из поверхностного и придонного слоев пробах сероводород обнаружен не был. В 4 из 12 отобранных проб была обнаружена растворенная ртуть в концентрациях 0,01–0,02 мкг/дм³ (0,1–0,2 ПДК); среднегодовая составила 0,0057 мкг/дм³ (0,06 ПДК).

Концентрация биогенных веществ в водах канала порта Темрюк в течение всего года не превышала ПДК. Содержание аммонийного **азота** изменялось от 0,3 до 0,8 ПДК (110–300 мкг/дм³). Максимум зафиксирован 3 августа у дна на глубине 4 м. Среднегодовая концентрация для 22 проанализированных проб составила 161,3 мкг/дм³ (0,4 ПДК). Диапазон изменения концентрации нитритов не изменился по сравнению с прошлым годом: 1–23 мкг/дм³ (0,04–0,96 ПДК). Максимум отмечен 6 апреля на поверхности. Средняя годовая концентрация составила 9,5 мкг/дм³ (0,4 ПДК). Содержание нитратов изменялась в пределах тысячных-сотых долей ПДК (29–280 мкг/дм³). Наибольшая величина зафиксирована 3 февраля на поверхности. Средняя годовая концентрация нитратов составила 132 мкг/дм³. Содержание общего азота в воде канала порта варьировало в пределах 520–960 мкг/дм³; среднегодовая концентрация составила 698 мкг/дм³, что в полтора раза ниже прошлогодней (1061 мкг/дм³). В предыдущие 2 года среднегодовая концентрация общего азота составляла 1003 и 1129 мкг/дм³.

Наибольшее содержание **фосфатов** (36 мкг/дм³) было отмечено в придонном слое 6 октября. При этом только в одной из отобранных 22 проб концентрация фосфатов была ниже предела обнаружения применяемого метода (DL=2 мкг/дм³), а средняя годовая составила 10,4 мкг/дм³. Концентрация общего фосфора изменялась в пределах 13–80 мкг/дм³, а средняя равнялась 34,2 мкг/дм³. Концентрация силикатов изменялась от 820 мкг/дм³ в январе до 86 мкг/дм³ в конце года в декабре. Необходимо отметить, что прошлогодняя максимальная концентрация была в 3,5 раза выше (2850 мкг/дм³). Средняя годовая концентрация силикатов составила 381 мкг/дм³, что в 2 раза ниже прошлогодней (760 мкг/дм³).

Для определения концентрации растворенного **кислорода** всего было отобрано 72 пробы воды. В 7 из них, полученных из обоих слоев в июне-августе, концентрация растворенного в воде кислорода была ниже норматива (6,0 мгО₂/дм³). Наименьшее содержание кислорода (4,39 мгО₂/дм³ или 57% насыщения) зафиксировано 25 июня у дна при температуре воды 25,0 °С. Среднегодовая концентрация составила 9,06 мгО₂/дм³. В течение года насыщение вод растворенным кислородом менялось в диапазоне 57–122%. В 2015 г. воды акватории канала порта Темрюк по ИЗВ (0,60), рассчитанному по средней концентрации НУ, РО₄, NO₂ и кислорода, относились ко II классу качества, «чистые». По сравнению с предыдущим годом (ИЗВ=0,63) качество вод осталось на прежнем уровне (табл. 2.5).



Рис. 2.7. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах устьевой области р. Кубань и Темрюкского залива в 1990–2015 гг.

Взморье реки Кубань — район 3. В 2015 г. наблюдения проводились на 7 станциях в апреле, июне, августе и октябре. **Соленость** вод взморья Кубани изменялась в диапазоне 0,93–13,28%. Минимальная соленость была отмечена 3 июня на поверхности в море на траверзе гирла Соловьевское Курчанского лимана, в 4,4 км от устья. Максимум зафиксирован 6 октября в море на траверзе гирла Пересыпское Ахтанизовского лимана в 7,0 км напротив гирла Пересыпское на глубине 11 м. Средняя соленость воды на взморье Кубани составила 10,26%. Хлорность изменялась от 0,40 до 7,28%. Температура воды на взморье Кубани изменялась в течение года от 7,9°С у дна 13 апреля в 7 км напротив гирла до 26,5°С 5 августа в 3,0 км от устья рукава Средний. Показатель pH изменялся в диапазоне 7,75–8,70. Минимум был зарегистрирован 3 июня в море у рукава Средний, в 3,0 км от устья на глубине 7 м. Щелочность изменялась от 1,903 до 2,512 мг-экв/дм³. Прозрачность вод по диску Секки варьировала от 0,5 до 3,9 м.

За период наблюдений в 2015 г. концентрация **НУ** изменялась от значений ниже предела определения применяемого метода (DL=0,02 мг/дм³) до 0,11 мг/дм³ (2,2 ПДК). Максимум был отмечен 6 октября на поверхности в 600 м от устья гирла Пересыпское. Среднегодовая концентрация составила 0,034 мг/дм³, что практически совпадает с прошлогодней концентрацией (0,032 мг/дм³). Концентрация НУ превышала ПДК в 7 случаях из 56 (12,5%). На взморье Кубани отмечают значительные межгодовые изменения содержания нефтяных углеводородов. Также наблюдается тенденция постепенного увеличения уровня загрязнения вод района в этом столетии с некоторой стабилизацией менее 1 ПДК после 2008 г. (рис. 2.7). Среди остальных районов Темрюкского залива взморье Кубани и Протоки менее других загрязнены НУ. Содержание СПАВ в водах взморья Кубани в 11 пробах из 56 было выше предела обнаружения применяемого метода химического анализа (DL=10 мкг/дм³). Максимум составил 13 мкг/дм³ (0,13 ПДК), что незначительно отличается от значения прошлого года (16 мкг/дм³). Среднегодовая концентрация составила 2,2 мкг/дм³. В одной из восьми проанализированных проб была обнаружена растворенная ртуть с концентрацией 0,005 мкг/дм³ (0,05 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 аммонийного **азота** на взморье Кубани изменялась в диапазоне 27–1020 мкг/дм³. Максимум был отмечен 3 июня на поверхности в 3,0 км от устья рукава

Средний. Средняя годовая концентрация составила 0,5 ПДК (194 мкг/дм³), что несколько выше прошлогоднего значения (185 мкг/дм³). Концентрация нитритов изменялась от значений ниже предела обнаружения до 18 мкг/дм³, что почти в 2 раза меньше прошлогодней (35 мкг/дм³). Средняя годовая концентрация составила 6,46 мкг/дм³ (0,26 ПДК), что ниже прошлогоднего значения (11,6 мкг/дм³). Содержание нитратов изменялась от аналитического нуля до 1290 мкг/дм³ (0,14 ПДК); среднегодовая величина составила 154 мкг/дм³, что ниже прошлогодней (216 мкг/дм³). Содержание общего азота изменялось в пределах от 76 мкг/дм³ до 2250 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация составила 254 мкг/дм³, что более чем в 3 раза меньше прошлогодней (846 мкг/дм³).

Концентрация **фосфора** фосфатов в течение года изменялась от значений менее предела обнаружения использованного метода химического анализа (2 мкг/дм³, 10 проб из 56) до 43 мкг/дм³; максимум был зафиксирован на поверхности в 600 м от устья рукава Средний 6 октября и составлял 0,86 ПДК для мезотрофных водоемов. Среднегодовая величина составила 8,3 мкг/дм³. Концентрация силикатов в водах взморья Кубани изменялась в пределах 130–2250 мкг/дм³. Максимум был зарегистрирован 3 июня на поверхности в 4,4 км от устья гирла Соловьевское. Средняя годовая концентрация (724 мкг/дм³) незначительно отличалась от прошлогодней (715 мкг/дм³).

Концентрация растворенного **кислорода** изменялась от 4,92 до 12,28 мгО₂/дм³. Минимальное значение было зафиксировано 3 июня на глубине 7 м на станции расположенной в 3,0 км от устья р. Кубань напротив рукава Средний. Еще одно значение ниже норматива (5,44 мгО₂/дм³) было отмечено 5 августа у дна на глубине 7,0 м в 4,8 км от края дельты у порта Темрюк. Среднегодовая концентрация составила 8,39 мгО₂/дм³. Сероводород в 28 проанализированных пробах не обнаружен. По индексу загрязненности ИЗВ (0,57) воды взморья Кубани в 2015 г. относятся ко II классу, «чистые». Расчет выполнен по средней концентрации НУ, NH₄, NO₂ и кислорода,

Взморье рукава Протока — район 4. В 2015 г. наблюдения на взморье рукава Протоки выполнялись 6 апреля, 3 июня, 5 августа и 5 октября на двух станциях с глубинами 6 и 10 м. Соленость вод взморья Протоки изменялась от 4,06‰ до 12,67‰, среднегодовая составила 10,19‰. Средняя многолетняя за последние 6 лет соленость составила 9,90‰, а средняя годовая: 2010–8,61‰; 2011–8,91‰; 2012–10,46‰; 2013–10,91‰; 2014–10,32‰. Хлорность изменялась в диапазоне 2,20–6,94‰. Среднегодовая величина хлорности составила 5,57‰. Температура воды за время исследований изменялась от 6,80°C на глубине 10 м у дна в апреле до 25,4°C на поверхности в августе. Показатель pH изменялся в пределах от 7,85 до 8,65; среднегодовая величина 8,27. Щелочность в водах взморья Протоки изменялась от 2,122 до 2,634 мг-экв/дм³ в октябре у дна; средняя 2,411 мг-экв/дм³. Прозрачность вод по диску Секки варьировала от 0,8 до 1,9 м.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в 2015 г. изменялась от менее предела обнаружения применяемого метода (DL=0,02 мг/дм³) в 4 пробах до 0,06 мг/дм³. Наибольшее значение было отмечено 5 августа и 5 октября в 4,4 км от устья рукава Протока на поверхности залива. Средняя за год концентрация составила 0,027 мг/дм³, что практически совпадает с прошлогодней (0,025 мг/дм³). 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. Последний раз пестициды были обнаружены в 1990 г. Растворенная ртуть была обнаружена в одной из четырех исследованных проб (0,011 мкг/дм³, 0,1 ПДК).

Концентрация аммонийного **азота** в водах взморья Протоки в 2015 г. изменялась от 65 до 920 мкг/дм³. Максимальное значение зафиксировано в 3 июня на поверхности. Среднегодовая концентрация составила 212 мкг/дм³, что несколько выше значения прошлого года (191 мкг/дм³).

Содержание нитритов изменялось в пределах 0,12–0,71 ПДК (3–17 мкг/дм³). Среднегодовая концентрация составила 8,12 мкг/дм³ (в 2014 г. — 9,19 мкг/дм³). Концентрация нитратного азота была в диапазоне 3–930 мкг/дм³ (0,1 ПДК). Наибольшее значение зафиксировано 6 апреля на поверхности в 4,4 км от устья рукава Протока. Среднегодовая концентрация составила 84 мкг/дм³ (2014 г. — 240 мкг/дм³). Содержание общего азота в 14 проанализированных пробах изменялось от 77 до 570 мкг/дм³. Среднегодовое содержание общего азота составило 206 мкг/дм³, что более 4 раз меньше 2014 г. (840 мкг/дм³). Концентрация фосфатов в 16 пробах изменялась в пределах 2–30 мкг/дм³, средняя составила 8,3 мкг/дм³. Содержание общего фосфора составило 20–43/26,3 мкг/дм³. Концентрация кремния изменялась в диапазоне 150–2100 мкг/дм³, максимум отмечен 5 августа на поверхности; среднегодовая концентрация составила 759 мкг/дм³, что незначительно отличается от уровня предыдущего года (711 мкг/дм³).

Содержание растворенного в воде **кислорода** на взморье Протоки в этом году изменялось от 6,47 мгО₂/дм³ до 10,99 мгО₂/дм³. Наименьшая концентрация (при температуре 24°C) как и в прошлом году была зафиксирована 5 августа на глубине 6 м. Среднегодовая концентрация растворенного кислорода составила 8,49 мгО₂/дм³. В большую часть исследованного периода года уровень аэрации всей толщи вод был достаточно высоким, поскольку разница в насыщении кислородом между поверхностными водами (среднее 8,99 мгО₂/дм³) и придонными (8,00 мгО₂/дм³) была небольшой. Сероводород на взморье Протоки в 8 отобранных в июле и августе пробах обнаружен не был. В 2015 г. по **ИЗВ** (0,55) воды взморья рукава Протока в Темрюкском заливе относились ко II классу качества вод («чистые») и практически не изменились по сравнению с предыдущим годом. Расчет выполнен по средней концентрации НУ, NH₄, PO₄ и кислорода.

Устьевая область р. Кубань (гирла лиманов) — район 5. Наблюдения в устьевой области реки в 2014 г. были выполнены на 6 станциях, расположенных в море на расстоянии 500 м от гирл Пересыпское (Ахтанизовский лиман), Соловьевское (Курчанский лиман), Куликовское (Куликовский лиман), Сладковское (Сладкий лиман), Зозулиевское (Зозулиевский лиман) и Горькое (Горький лиман). Пробы воды отбирались в апреле, июне, августе и октябре. Всего было отобрано 32 пробы воды в основном из поверхностного слоя вследствие мелководности точек отбора проб с глубинами 2–4 м.

Соленость вод устьевой области изменялась в очень широком диапазоне от 0,62‰ до 12,47‰; средняя 6,54‰; низкие значения отмечены во все сезоны года. Хлорность вблизи устьев гирл в устьевой области р. Кубань изменялась в диапазоне 0,23–6,83‰. Эти характеристики свидетельствуют о значительной зависимости гидрохимических характеристик качества вод от пресноводного стока. Температура воды в гирлах лиманов изменялась от 9,6°C в апреле до 26,6°C в августе. Показатель рН в течение отчетного года был достаточно стабильным: изменения были в пределах 7,75–8,90. Максимальное значение показателя отмечено 8 октября в 500 м от устья гирла Зозулиевское. Среднегодовое значение показателя составило 8,49. Общая щелочность варьировала от 1,995 до 4,866 мг-экв/дм³. Среднегодовая величина составила 2,871 мг-экв/дм³.

Концентрация **НУ** была ниже предела обнаружения применяемого метода (DL=0,02 мг/дм³) в 11 из 32 отобранных проб. Максимум (0,23 мг/дм³, 4,6 ПДК) был отмечен 6 апреля на поверхности в 500 м от устья гирла Пересыпское. Средняя величина за отчетный год составила 0,036 мкг/дм³ и была несколько выше прошлогодней (0,030 мкг/дм³). В 26 пробах из 32 содержание СПАВ было ниже предела обнаружения применяемого метода (DL=10 мкг/дм³). Максимальное зафиксированное значение (12 мкг/дм³) не изменилось и осталось равным прошлогоднему; среднегодовая величина составила 2,0 мкг/дм³. В 2015 г. хлорорганические пестициды γ -ГХЦГ, α -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ в водах взморья обнаружены не были. Фосфорорганические не анализировались. Последний раз пестициды были здесь зарегистрированы в 1995 г.

Концентрация **аммонийного азота** в устьевой области р. Кубань изменялась от 73 мкг/дм³ до 310 мкг/дм³, среднегодовая составила 154 мкг/дм³ (0,40 ПДК), что меньше, чем в прошлом году (234 мкг/дм³). Концентрация нитритов изменялась от аналитического нуля в двух пробах воды до 32 мкг/дм³, среднегодовая 7,78 мкг/дм³ (0,32 ПДК, 2014 г.— 11,28 мкг/дм³); нитратов 20–1070 мкг/дм³, при этом среднегодовая составила 148 мкг/дм³ (2014 г.— 186 мкг/дм³). Содержание фосфатов в 5 пробах из 32 было ниже предела обнаружения (DL=2 мкг/дм³), максимум составил 25 мкг/дм³ (1,0 ПДК); среднегодовая величина 6,88 мкг/дм³ (0,29 ПДК). Содержание общего фосфора изменялось в диапазоне 14–55 мкг/дм³; максимум был зафиксирован 9 апреля в 500 м от устья гирла Зозулиевское; средняя величина 26,0 мкг/дм³. Концентрация силикатов в водах взморья изменялась в очень широких пределах от 59 до 3600 мкг/дм³. Высокие величины (более 1000 мкг/дм³) наблюдались в 50% проб, отобранных в устьевой области разных гирл и в разные месяцы с апреля по октябрь. Среднегодовое содержание составило 1265 мкг/дм³ (2014 г.— 1386 мкг/дм³).

Содержание растворенного в воде **кислорода** в прилегающих к устьям лиманов участкам устьевой области р. Кубань в 2015 г. изменялось в диапазоне 3,19–11,45 мгО₂/дм³, при этом среднее значение (8,51 мгО₂/дм³) оказалось выше прошлогоднего (8,32 мгО₂/дм³). В двух июньских и августовских пробах из поверхностного слоя из 32 отобранных концентрация растворенного кислорода была ниже норматива. Процент насыщения вод кислородом изменялся в пределах от 40 до 121%. Среднее насыщение составило 92%. Наличие сероводорода в 16 проанализированных пробах не обнаружено. В 2015 г. по ИЗВ (0,54) воды гирл лиманов относились ко II классу качества вод («чистые»). Состояние вод по сравнению с предыдущим годом немного ухудшилось. Расчет выполнен по средней концентрации НУ, NH₄, NO₂ и кислорода.

Таблица 2.4. Среднегодовая и максимальная концентрация биогенных и загрязняющих веществ в водах Темрюкского залива Азовского моря, устьевой области и дельте р. Кубань в 2013–2015 гг.

Район	Ингредиент	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Район 1. Дельта реки Кубань	НУ	0,023	0,5	0,045	0,9	0,041	0,82
		0,05	1,0	0,12	2,4	0,07	1,4
	СПАВ	0		0		0	
		0		0		0	
	Аммоний	222	0,6	270	0,5	115	0,2
		370	0,95	570	1,5	180	0,4
	Фосфаты	18,2	0,4	27,1	0,5	21,2	0,4
		37	0,7	41	0,8	54,0	1,1
	Растворенный кислород	8,08		8,42		8,49	
		5,80	0,9	6,64		6,49	
% насыщения	85		100		94		
	74		79		79		
Район 2. Темрюкский залив: порт Темрюк	НУ	0,050	1,0	0,05	1,0	0,044	0,9
		0,23	5	0,22	4	0,24	5
	СПАВ	6,4	<0,1	5	<0,1	9,5	<0,1
		19	0,2	18	0,2	34	0,3
	Ртуть	0,002	<0,1	0,0038	<0,1	0,0057	<0,1
		0,008	<0,1	0,016	0,2	0,02	0,2
	Аммоний	224	0,6	251	0,6	161	0,4
		670	1,7	590	1,5	300	0,8
	Растворенный кислород	9,16		9,0		9,06	
		3,06	0,51	3,14	0,52	4,39	0,73

Район 3. Темрюкский залив: взморье р. Кубань	% насыщения	91,8		88		91	
		40		41		57	
	НУ	0,028	0,6	0,032	0,6	0,033	0,7
		0,11	2,2	0,12	2,4	0,11	2,2
	СПАВ	1,1	<0,1	1,8	<0,1	2,2	<0,1
		11	0,1	16	0,1	13	0,1
	Ртуть	0,002	<0,1	0,002	0,2	0,0006	<0,1
		0,01	0,1	0,01	0,1	0,005	<0,1
	Аммоний	191	0,5	185	0,5	194	0,5
		310	0,8	270	0,7	1020	2,6
Растворенный кислород	7,92		8,83		8,39		
	4,33	0,72	4,82	0,80	4,92	0,82	
% насыщения	89		96		95		
	55		61		58		
Район 4. Темрюкский залив: взморье рукава Протока	НУ	0,017	0,3	0,027	0,5	0,026	0,5
		0,05	1,0	0,04	0,8	0,06	1,2
	СПАВ	0,6	<0,1	0		0	
		10	0,1	0		0	
	Ртуть	0,003	<0,1	0		0,0028	<0,1
		0,01	0,1	0		0,011	0,1
	Аммоний	156	0,4	191	0,5	212	0,5
		230	0,6	270	0,7	920	2,4
	Растворенный кислород	8,18		8,77		8,49	
		5,56	0,9	6,76		6,47	
% насыщения	90		93		95		
	72		85		78		
Район 5. Устьевая область р. Кубань: гирла лиманов	НУ	0,032	0,6	0,030	0,6	0,036	0,7
		0,12	2,4	0,080	1,6	0,23	4,6
	СПАВ	2,2	<0,1	2,0	<0,1	2,0	<0,1
		14	0,1	12	0,1	12,0	0,1
	Аммоний	269	0,7	234	0,6	154	0,4
		990	2,5	340	0,9	310	0,8
	Растворенный кислород	7,11		8,33		8,51	
		0,87	0,15	5,93	0,99	3,19	0,53
	% насыщения	78,1		89		92	
		11		74		40	
<p>Примечания: 1. Концентрация (С) * нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мгО₂/дм³; СПАВ, аммонийного азота, фосфора фосфатов и ртути — в мкг/дм³.</p> <p>2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке — максимальное (для кислорода — минимальное) значение.</p> <p>3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.</p> <p>4. Для всех определяемых ингредиентов в водах дельты реки Кубани (район № 1) использованы значения ПДК для пресных вод.</p> <p>5. 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.</p>							

Таблица 2.5. Оценка качества вод Темрюкского залива Азовского моря, устьевой области и дельты реки Кубань по ИЗВ в 2013–2015 гг.

Район	2013 г.		2014 г.		2015 г.		Среднее содержание ЗВ в 2015 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Дельта реки Кубань							
1. Дельта — район 1	0,53	II	0,66	II	0,65	II	НУ 0,82; NO ₂ 0,63; PO ₄ 0,42; O ₂ 0,71
Темрюкский залив							
2. Порт Темрюк — район 2	0,60	II	0,63	II	0,60	II	НУ 0,89; NO ₂ 0,40; PO ₄ 0,43; O ₂ 0,66
3. Взморье рукава Кубань — район 3	0,46	II	0,45	II	0,57	II	НУ 0,68; NH ₄ 0,50; NO ₂ 0,26; O ₂ 0,82
4. Взморье рукава Протока — район 4	0,38	II	0,46	II	0,55	II	НУ 0,54; NH ₄ 0,55; PO ₄ 0,35; O ₂ 0,75
Устьевая область реки Кубань — гирла лиманов							
5. Гирла лиманов — район 5	0,55	II	0,36	II	0,54	II	НУ 0,71; NH ₄ 0,40; NO ₂ 0,32; O ₂ 0,71

Глава 3. ЧЕРНОЕ МОРЕ

*Коршенко А.Н., Мезенцева И.В., Коновалов С.К., Кондратьев С.И., Парфенова В.А.,
Протащук Л.А., Брайко О.И., Головенко С.И., Алексеенко А.И., Панченко А.В.,
Любимцев А.Л.*

3.1. Общая характеристика

Черное море располагается между Восточной Европой и Малой Азией и вытянуто в широтном направлении: длина 1150 км, наибольшая ширина 580 км, наименьшая от мыса Сарыч до южного побережья — 263 км. Мелководным Керченским проливом оно соединяется с Азовским морем. Проливом Босфор длиной 75 км, наименьшей глубиной 53 м и шириной 700 м в наибольшей узости — с Мраморным морем, и далее через пролив Дарданеллы — с Эгейским и Средиземным морями. Близкий к современному уровень моря установился 5–6 тысяч лет назад, когда произошло последнее соединение со Средиземным морем. Площадь моря составляет 423 тыс. км², средняя глубина около 1315 м, наибольшая — 2210 м. На западе и северо-западе моря берега низкие, на востоке к морю вплотную подступают горы Кавказа, на юге и севере — гористые районы Малой Азии и невысокие горы Крыма. Береговая линия изрезана слабо. В северо-западной части есть несколько глубоко вдающихся в море заливов, возникших в результате затопления речных долин (Бургасский, Днестровский и Днепро-Бугский лиманы), а также многочисленные солончатоводные озера и заболоченные участки. Северо-западная часть моря представляет собой широкую материковую отмель, которая, сужаясь, тянется вдоль западного побережья до Босфора. Годовой речной сток в море составляет в среднем более 310 км³ и почти 80% этого объема поступает на северо-западный мелководный шельф, куда впадают Дунай и Днепр, вторая и третья по объему стока реки Европы. Пресный баланс моря положительный, поскольку береговой сток и осадки превышают испарение примерно на 180 км³. Объем воды в море оценивается в 555 тыс. км³.

Климат Черного моря является смягченным континентальным. Хороший летний прогрев поверхности моря обуславливает высокую (8,9°C) среднюю температуру воды. Зимой средняя температура воды на поверхности в открытом море составляет 6–8°C, однако на северо-западе и к югу от Керченского пролива опускается до 0,5°C и даже «минус» 0,5°C. Летом на всей акватории моря поверхностные воды прогревается до 25°C и более до глубины 15–30 м. Глубже сезонного термоклина температура понижается примерно до слоя 75–100 м, где располагаются холодные промежуточные воды с постоянной в течение всего года температурой 7–8°C. Ниже температура с глубиной очень медленно повышается из-за геотермического притока тепла от дна и на глубине 2 км достигает 9,2°C.

По особенностям формирования и характеристикам воды моря подразделяют на поверхностные с соленостью до 18‰, промежуточные и глубинные. Циркуляция поверхностных вод моря циклоническая. Выделяются два крупных центральных 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.

Средняя соленость составляет около 18‰, близ устьев рек — менее 9‰. В открытой части моря соленость увеличивается с глубиной от 17–18‰ на поверхности до 22,3‰ у дна. Важной особенностью гидрологической структуры вод моря является существование постоянного галоклина между горизонтами 90–120 м. Соленость в этом интервале глубин увеличивается с 18,5 до 21,5‰.

Море почти всегда свободно ото льда. Лишь в отдельные холодные зимы прибрежные воды в северо-западной мелководной части моря покрываются льдом. Ледообразование начи-

нается в середине декабря. Толщина льда достигает 14–15 см, а в суровые зимы — 50–55 см. К концу марта льды повсеместно исчезают.

Приливы незначительные и их максимальная величина не превышает 10 см. Хорошо выражены в море сгонно-нагонные явления под влиянием сильных зимних ветров, достигающие 20–60 см у берегов Кавказа и Крыма и до 2 м в северо-западной части. 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).

Район **Черноморского побережья РФ** расположен между 43°23'–45°12' с.ш. и 40°00'–36°36' в.д. В южной части берега гористые. Рельеф дна характеризуется узким шельфом и сильно расчлененным материковым склоном. Ширина шельфа здесь составляет в среднем 8 км. Граница шельфа редко превышает глубину 110 м. Переход к материковому склону резкий, уклон составляет 15 °–20 °. Склон сильно расчленен каньонами, часть которых приурочена к устьям рек, и осложнен грядами и возвышенностями, основания которых распространяются до глубин 1400–1800 м.

Кавказское побережье и прилегающие районы моря отличаются наименьшими скоростями ветра в течение всего года. Это объясняется влиянием горных хребтов Северного Кавказа, расположенных здесь почти параллельно берегу. Динамика вод в прибрежной зоне, ограниченной кромкой шельфа, обуславливается взаимодействием центрального циклонического общечерноморского течения (ОЧТ) и локальными потоками. Последние весьма изменчивы, часто носят вихревой характер и во многом зависят от оротографии дна и других местных условий; ОЧТ приурочено к материковому склону шириной 40–80 км и имеет струйный характер со скоростью на поверхности 0,4–0,5 м/с. Границы между зонами течений условны, особенно при развитой синоптической изменчивости ОЧТ. Повторяемость таких ситуаций велика весной и осенью при общем ослаблении циркуляции вод. Нисходящие движения преобладают в прибрежной зоне и в течениях с северной составляющей скорости.

Сезонные колебания температуры воды определяется гелиофизическими факторами и локальными характеристиками акватории (морфология дна и берегов, объем, циркуляция вод и структура гидрологических полей). Минимальная среднемесячная температура поверхностного слоя воды в прибрежной зоне на всех станциях наблюдается в феврале и составляет 6,2–8,6 °С. В марте начинается прогрев прибрежной акватории, особенно на мелководных участках. К апрелю поверхностная температура выравнивается и становится близка к 10–11 °С. В мае-июне продолжается быстрый прогрев вод. Максимум температуры наблюдается в августе и составляет 23,5–24,9 °С. В сентябре начинается повсеместное выхолаживание вод, более быстрое в мелководных районах, вследствие чего уже в октябре-ноябре наблюдается зимний тип распределения температуры поверхностного слоя прибрежных вод с минимумами в мелководных и максимумами в относительно приглубых областях. Ледообразование в районе обычно не происходит.

Сезонный ход солености поверхностного слоя прибрежных вод обуславливается изменением соотношения речного стока и общей циркуляции. Годовой речной сток малых рек Кавказа составляет примерно 7,17 км³. Прибрежные воды от Анапы до Сочи относятся к району с относительно пониженной соленостью во все сезоны года. Особенно заметно локальное понижение солености на юге района, в месте впадения в море рек Мзымта и Сочи. От этого участка по направлению к северу соленость повышается. Минимум в сезонном ходе приходится на март-апрель на всех участках района и меняется от 16,39‰ (Сочи) до 17,99‰ (Анапа). Летом наблюдается незначительное повышение солености вод побережья, максимум обычно отмечается в октябре-ноябре в диапазоне от 16,92‰ (Сочи) до 18,26‰ (Анапа).

3.2. Загрязнение морских вод у Крымских берегов Чёрного моря

В 2015 г. мониторинг гидрохимического режима и загрязнения вод у Крымских берегов Чёрного моря проводился на акватории Севастопольской бухты в марте и мае, а также в ноябре в водах озера Донузлав (СО ГОИН, г. Севастополь); на акватории порта Ялта (МГ «Ялта», г. Ялта) с января по декабрь; в северной уости Керченского пролива (МГС «Опасное», г. Керчь) с апреля по сентябрь.

3.2.1. Озеро Донузлав

В ноябре 2015 г. соленость поверхностных вод по площади о. Донузлав изменялась от 7,79 до 18,55‰, в среднем составив 14,53‰. Содержание нефтяных углеводородов в поверхностных водах превышало ПДК в 1,2–2,4 раза. Среднее содержание СПАВ составило 68 мкг/дм³. Концентрация общего и фосфатного фосфора не превышала 42 и 16 мкг/дм³ соответственно; аммонийного, нитритного и нитратного азота — 36, 8 и 45 мкг/дм³. Концентрация кремния варьировала от 62 до 470 мкг/дм³. Аэрация вод была достаточной (100%), по абсолютным значениям концентрация растворенного кислорода была в диапазоне 9,72–10,79 мг/дм³.

3.2.2. Севастопольская бухта

В Севастопольской бухте 26 апреля и 27 мая 2015 г. на 5 станциях было отобрано 20 проб воды из поверхностного и придонного слоев. В состав наблюдений вошло определение стандартных гидрохимических параметров, концентрации взвешенных веществ, биогенных элементов, детергентов и нефтяных углеводородов. Содержание НУ в 12 обработанных пробах изменялось от значений ниже предела обнаружения (DL=0,01 мг/дм³) в двух пробах до 0,31 мг/дм³ (6,2 ПДК) в бухте Голландия на поверхности 26 марта. Средняя величина 0,084 мг/дм³ (1,7 ПДК). Концентрация НУ в придонном слое (0,20 мг/дм³, 4,0 ПДК) существенно выше, чем в поверхностном (0,061 мг/дм³, 1,2 ПДК). Загрязнение вод Севастопольской бухты СПАВ было в пределах 25–82 мкг/дм³ (max 0,8 ПДК), в среднем 46 мкг/дм³ (0,5 ПДК). Максимум зафиксирован в бухте Голландия. В поверхностных водах средняя концентрация СПАВ была немного выше, чем в придонных водах — 48,8 и 43,2 мкг/дм³ соответственно. Максимальная концентрация общего фосфора (50 мкг/дм³) была зафиксирована в бухте Южная; средняя величина составляла 18,1 мкг/дм³. Содержание фосфатного фосфора не превышало 10 мкг/дм³, средняя 5,9 мкг/дм³. Содержание аммонийного азота изменялось от 1,2 до 22,9 мкг/дм³, в среднем 6,1 мкг/дм³. Наибольшее значение фиксировалось в бухте Южная. Концентрация нитритного азота была в пределах 0,2–2,8 мкг/дм³, в среднем 1,1 мкг/дм³. Содержание нитратного азота достигало 111 мкг/дм³, в среднем 29,9 мкг/дм³. Концентрация кремния в целом снизилась втрое и достигала 85 мкг/дм³ и в среднем составила 55,3 мкг/дм³. Мутность вод в бухте изменялась от 3,2 (мол) до 11,0 мг/дм³ (район ГРЭС), в среднем 6,75 мг/дм³ (0,7 ПДК). Аэрация вод была достаточной в весенний период (март-май) наблюдений. Содержание растворенного кислорода варьировало от 9,04 до 11,49 мгО₂/дм³. Среднее содержание его в слое поверхность-дно составило 10,09 мгО₂/дм³ (108% насыщения). Насыщение вод кислородом составляло 99–121%. Величина индекса загрязненности вод ИЗВ составила 0,69, что позволяет условно отнести воды Севастопольской бухты к II классу, «чистые». При этом следует принимать во внимание, что наблюдения проводились только весной и по очень ограниченному набору загрязняющих веществ.

3.2.3. Загрязнение атмосферных осадков (г. Севастополь)

В 2015 г. были продолжены исследования содержания различных форм биогенных и загрязняющих веществ в атмосферных осадках (неорганического азота, неорганического и общего фосфора, кремния, АСПАВ), а также кислотно-щелочного баланса (рН) и гранулометрического состава аэрозолей. Для исследования атмосферных выпадений пробы отбирались на МГ «Севастополь». Измерение гранулометрического состава аэрозолей проводилось на базе СО ГОИН, пункт непрерывного измерения размерного спектра аэрозолей расположен на высоте 105 м над уровнем моря. Величина рН атмосферных осадков изменялась в диапазоне 4,26–8,50 ед. рН. Внутригодовое изменение характеризуется постепенным снижением величины рН к концу года, что, вероятно, связано с увеличением кислотообразующих элементов в ноябре-декабре 2015 г. за счет повышенного сжигания топлива в котельных города и увеличения работы генераторов.

В течение всего года содержание АСПАВ было в пределах 10–100 мкг/дм³ за исключением мая, когда максимальная величина анионных детергентов составила 4540 мкг/дм³, и ноября-декабря, когда наблюдалась повышенная концентрация загрязнителя в осадках (более 100 мкг/дм³). Суммарный годовой поток их с атмосферными осадками на территорию г. Севастополь составил 7 мг/м².

Наиболее высокая концентрация **фосфора** наблюдалась в июле, мае и сентябре. Это особенность внутригодовой динамики его содержания в осадках определяется поступлением минеральных форм фосфора с пылевыми частицами, образующимися при эрозии почвы и горных пород. Средние за год значения концентрации форм фосфора составили 26 и 45 мкг/дм³ для неорганического и общего фосфора соответственно, а суммарный поток на территорию г. Севастополь в 2015 г. составил 6,5 и 10 мг/м², что приблизительно на 1/3 выше значений в сопоставимый период 2014 г.

Приоритетными формами неорганического **азота**, как и в предыдущие годы, были нитратный и аммонийный азот. В сезонном ходе наблюдается небольшое увеличение концентрации неорганического азота в пробах, отобранных в холодное время года (рис. 3.1). Однако еще два пика отмечены в апреле и августе, обусловленные одновременно высокими значениями концентрации азота и большим количеством выпавших осадков. Средневзвешенная концентрация неорганического азота в атмосферных осадках в 2015 г. составила 1,3 мгN/дм³, а суммарный поток на территорию г. Севастополя составил 370 мг/м². Поток неорганического

азота с атмосферными осадками, отобранными в постоянно открытый осадкосборник, превышал поток с осадками, отобранными только во время дождя, в среднем в 1,2 раза.

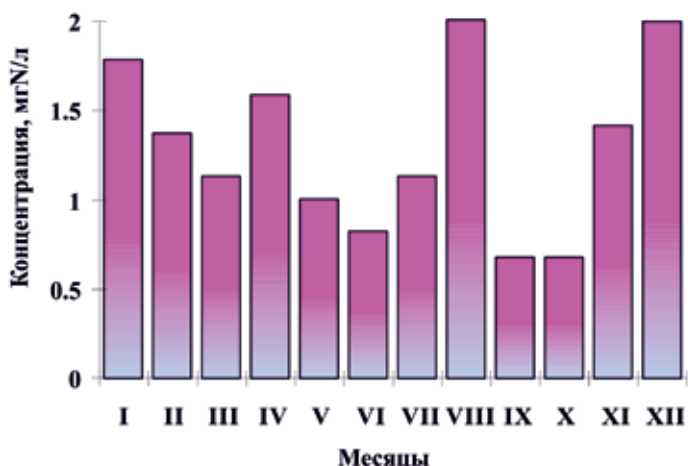


Рис. 3.1. Внутригодовое изменение концентрации неорганического азота в атмосферных осадках в 2015 г.

По результатам непрерывного мониторинга гранулометрического состава **аэрозолей** выполнены оценки качества атмосферного воздуха, нормирующие содержание (массовую концентрацию) ультрадисперсных аэрозолей размерных групп <2,5 и <10 мкм (PM_{2,5} и PM₁₀). За отчетный период было проведено свыше 120 тыс. измерений. Ни в одном из результатов измерений превышения величины ПДК (ГН 2.1.6.1338–03) максимальной разовой концентрации показателя величин PM_{2,5} и PM₁₀ (0,16 и 0,3 мг/м³) отмечено не было. Также не наблюдалось превышения величин среднесуточных значений показателей — 0,035 и 0,060 мг/м³ соответственно.

3.2.4. Гидрохимический режим вод Севастопольской и Балаклавской бухт (МГИ)

Исследования гидрохимического состояния вод Севастопольской бухты были выполнены сотрудниками Отдела Биогеохимии моря (ОБМ) Морского гидрофизического института РАН (МГИ) 2–4 февраля совместно с кафедрой географии Московского государственного университета, 7–8 сентября и 15–16 декабря 2015 г. (рис. 3.2). Отбор проб для химических анализов морской воды в бухте выполняли в поверхностном (0–0,5 м) и придонном (0,5–1 м от дна) слоях. В пробах определяли кислород, величины рН и общей щелочности, общий неорганический углерод, биогенные элементы, БПК₅ и общее взвешенное вещество (TSM). Полученные величины гидрохимических параметров во время всех съемок находятся в пределах характерного интервала значений многолетних исследований (табл. 3.1).

Для всех проведенных съемок сохранялись следующие особенности распределения гидрохимических характеристик:

1. В поверхностных водах районов, подверженных влиянию пресного стока (Инкерманский ковш, кут Южной бухты, кут Артиллерийской бухты) наблюдается повышенное содержание кремнекислоты, нитритов, нитратов, а также пониженные в сентябре и выше фоновых в остальные сезоны значения щелочности.

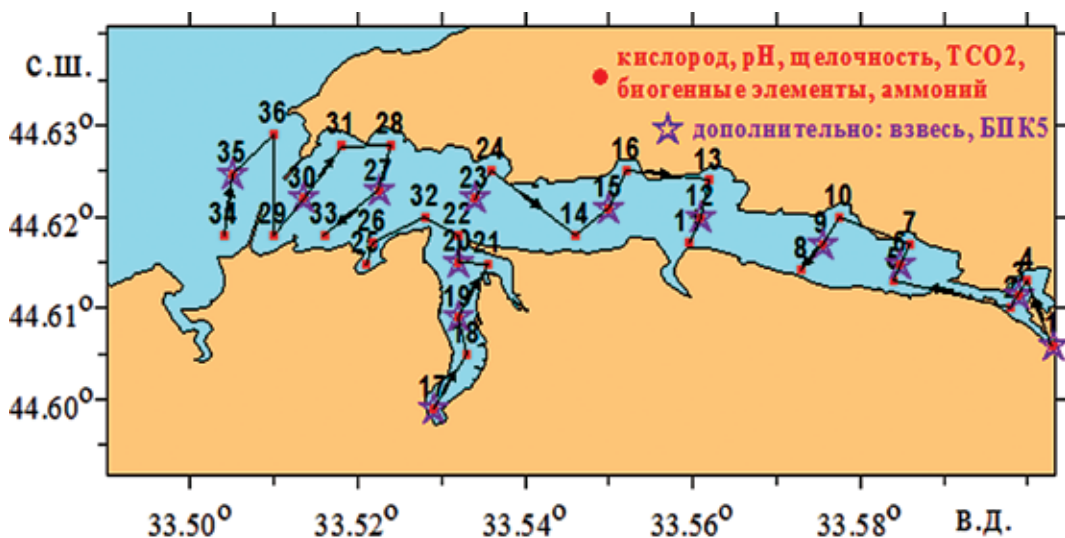


Рис. 3.2. Станции отбора проб в Севастопольской бухте в 2015 г.

2. На всей акватории Южной бухты постоянно наблюдалась повышенная концентрация нитратов, максимум содержания которых в 10–50 раз превышал фоновое значение.

3. На потенциально опасной для экологии бухты станции № 8, расположенной рядом с плавучим доком и представляющей потенциально опасный в экологическом отношении район бухты, придонные воды на глубине 19 метров в феврале и декабре практически не отличались по составу от вод бухты. В сентябре воды на этом участке находились в состоянии гипоксии с насыщением кислородом около 12% и заметно отличались от вод бухты по всем исследованным характеристикам.

Таблица 3.1. Пределы изменений, средняя концентрация и среднеквадратичное отклонение (σ) гидрохимических параметров вод Севастопольской бухты в 2015 г.

Параметры	2–4 февраля			7–8 сентября			15–16 декабря		
	пределы	среднее	σ	пределы	среднее	σ	пределы	среднее	σ
O ₂ мл/дм ³	6,33–7,69	7,07	0,23	0,71–5,68	4,85	0,69	5,39–6,97	6,47	0,31
O ₂ %	87,1–103,8	97,3	2,7	12,5–108,1	91,3	13,5	76,2–99,4	91,4	4,8
P _{общ} мкмоль/дм ³	0,04–0,48	0,11	0,09				0,24–2,60	0,71	0,70
PO ₄ мкмоль/дм ³	0,00–0,15	0,03	0,03	0,00–5,20	0,14	0,61	0,01–0,61	0,14	0,11
P _{орг} мкмоль/дм ³	0,00–0,45	0,09	0,08				0,08–2,05	0,57	0,67
SiO ₂ мкмоль/дм ³	0,5–98,0	9,4	20,2	0,2–39,0	4,6	6,1	2,5–75,1	7,6	8,3
NO ₂ мкмоль/дм ³	0,14–0,48	0,21	0,05	0,00–2,18	0,11	0,26	0,06–2,53	0,23	0,28
NO ₃ мкмоль/дм ³	2,1–67,3	10,2	12,6	0,9–109,4	3,4	12,7	0,2–282,7	8,0	32,9
NH ₄ мкмоль/дм ³	0,45–9,09	1,74	1,48	0,00–35,19	1,52	4,33	0,00–7,57	1,83	1,17
pH	8,20–8,36	8,30	0,03	7,85–8,35	8,28	0,07	7,94–8,39	8,32	0,05
Alk мг-экв/кг	3,296–4,253	3,376	0,164	3,285–3,512	3,319	0,036	3,329–3,824	3,377	0,057
C _{неорг} мкмоль/дм ³	2,936–4,068	3,078	0,193	2,885–3,344	2,953	0,063	2,998–4,091	3,085	0,125
TSM мг/дм ³	0,7–21,8	3,4	4,9	0,4–11,3	2,9	3,3	0,1–5,23	1,45	1,55
БПК ₅ млO ₂ /дм ³	0,13–0,86	0,45	0,18	0,02–1,28	0,51	0,29	0,23–0,76	0,37	0,13

Исследования гидрохимического состояния вод Балаклавской бухты были выполнены сотрудниками ОБМ МГИ РАН совместно с кафедрой географии Московского государственного университета 5 февраля 2015 г. (рис. 3.3). Методика отбора проб и набор определяемых гидрохимических характеристик был аналогичен съемке в Севастопольской бухте.

Для пространственного распределения всех исследованных гидрохимических характеристик в водной толще Балаклавской бухты 5 февраля 2015 г. строго соблюдалась общая особенность — содержание любого элемента в северной кутовой части бухты в районе поступления стока реки Балаклавки значительно отличалось от значений на входе в бухту (табл. 3.2).

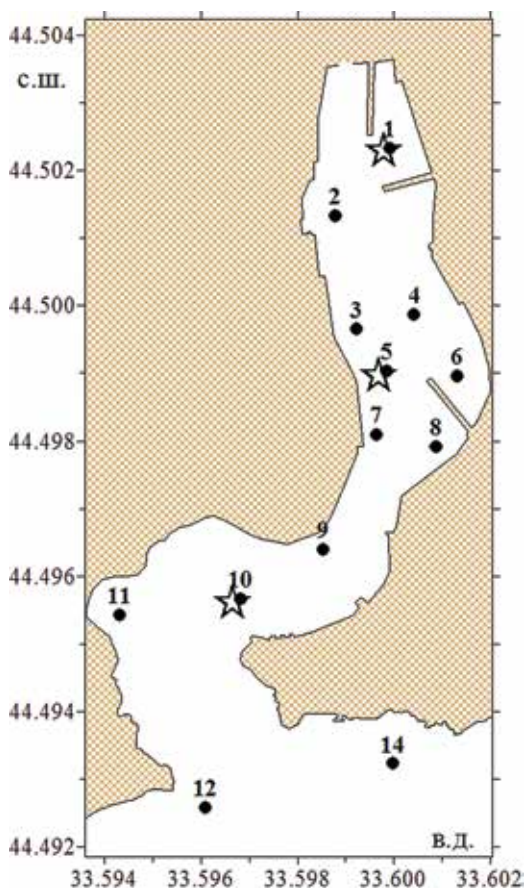


Рис. 3.3. Расположение гидрохимических станций в Балаклавской бухте 5 февраля 2015 г. Фоновая станция № 13 (44,48204 N, 33,59585 E) расположена южнее полигона.

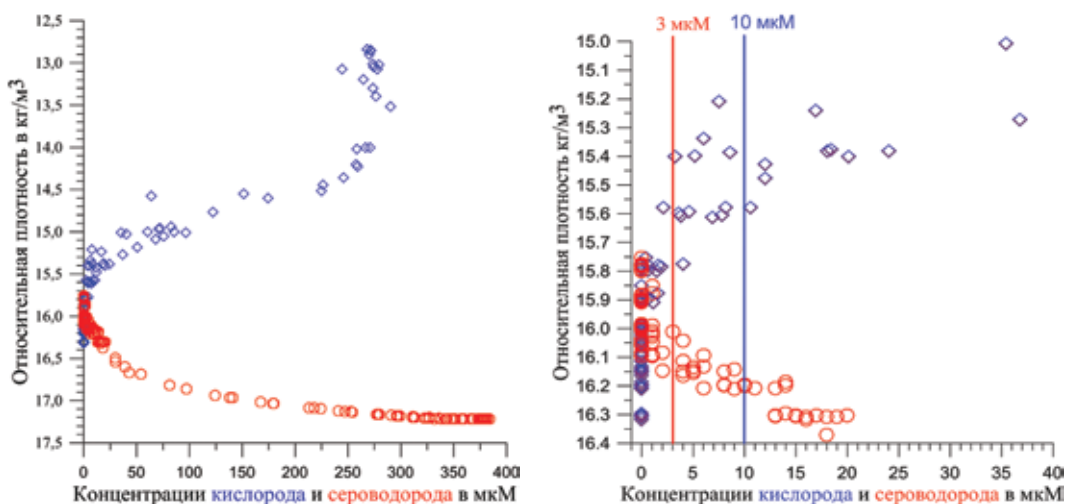
Таблица 3.2. Пределы изменений, средняя концентрация и среднееквадратичное отклонение (σ) гидрохимических параметров вод Балаклавской бухты 5 февраля 2015 г.

Элемент	Фон станция 13	Балаклавская бухта		
		пределы	среднее	σ
O ₂ млO ₂ /дм ³	6,92	6,35–7,04	6,70	0,18
O ₂ %	98,0	90,4–99,9	94,6	2,8
PO ₄ мкмоль/дм ³	0,05	0,03–2,14	0,40	0,49
SiO ₂ мкмоль/дм ³	4,1	4,1–18,8	8,6	4,4
NO ₂ мкмоль/дм ³	0,00	0,00–1,88	0,29	0,42
NO ₃ мкмоль/дм ³	1,2	1,1–155,4	18,8	32,3
NH ₄ мкмоль/дм ³	0,04	0,02–40,36	5,76	8,81
Величина pH	8,33	7,98–8,33	8,24	0,08
Alk мг-экв/кг	3,296	3,274–4,419	3,391	0,233
C _{неорг} мкмоль/дм ³	2,996	2,986–4,170	3,118	0,238
TSM мг/дм ³	0,5	0,5–16,0	3,2	5,7

3.2.5. Экспедиционные исследования МГИ РАН в Черном море

В ходе 81 рейса НИС «Профессор Водяницкий» 3–10 ноября 2015 г. сотрудники ОБМ МГИ РАН выполнили гидрохимические исследования на «вековом» разрезе м. Херсонес — пролив Босфор и шести дополнительных станциях. Всего было выполнено от 98 до 186 определений растворенного кислорода, сероводорода, pH, общей щелочности, общего неорганического углерода (TCO_2), 14 определений парциального давления диоксида углерода (PCO_2), 168 аммония, 98 нитритов. На станциях № 5 и 14 в глубоководной части Черного моря выполнен полярографический анализ донных отложений, который свидетельствует о присутствии только восстановленных форм серы в поровых водах.

Вертикальное распределение кислорода и сероводорода для всех выполненных станций было стандартным для Черного моря (рис. 3.4). Границами субкислородной зоны принято



считать нижние пределы определяемых концентраций кислорода 10 мкмоль/дм^3 и сероводорода 3 мкмоль/дм^3 .

Рис. 3.4. Вертикальное распределение кислорода и сероводорода в центральной части Черного моря 3–10 ноября 2015 г.

Более наглядно размеры субкислородной зоны можно определить по вертикальному распределению кислорода и сероводорода на «вековом» разрезе м. Херсонес — пролив Босфор, где были выполнены пять гидрохимических станций. Содержание сероводорода на максимальной глубине зондирования 1950 м составляло 380 мкмоль/дм^3 и было аналогично наблюдавшемуся в экспедиционных исследованиях МГИ в 2000–2013 гг. (рис. 3.5). В поле условной плотности положение верхней и нижней границ субкислородной зоны, определяемой по изоксигене 10 мкмоль/дм^3 и изосульфиде 3 мкмоль/дм^3 , неизменно находились на глубинах изопикнической поверхности $\sigma_t=15,50 \text{ кг/м}^3$ и $\sigma_t=16,10 \text{ кг/м}^3$. Границы субкислородной зоны, определяемой по изоксигене 20 мкмоль/дм^3 и изосульфиде 5 мкмоль/дм^3 , располагались на глубинах изопикнических поверхностей $\sigma_t=15,35 \text{ кг/м}^3$ и $\sigma_t=16,15 \text{ кг/м}^3$, и были аналогичны наблюдавшимся в 2005 г.

Элементы карбонатной системы. В вертикальном распределении общей щелочности можно выделить три зоны, отличающиеся характером профилей: аэробную зону, простира-

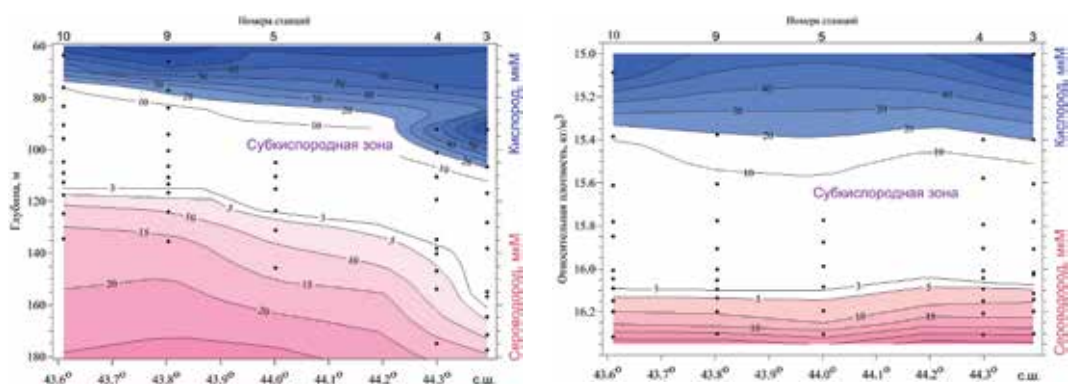


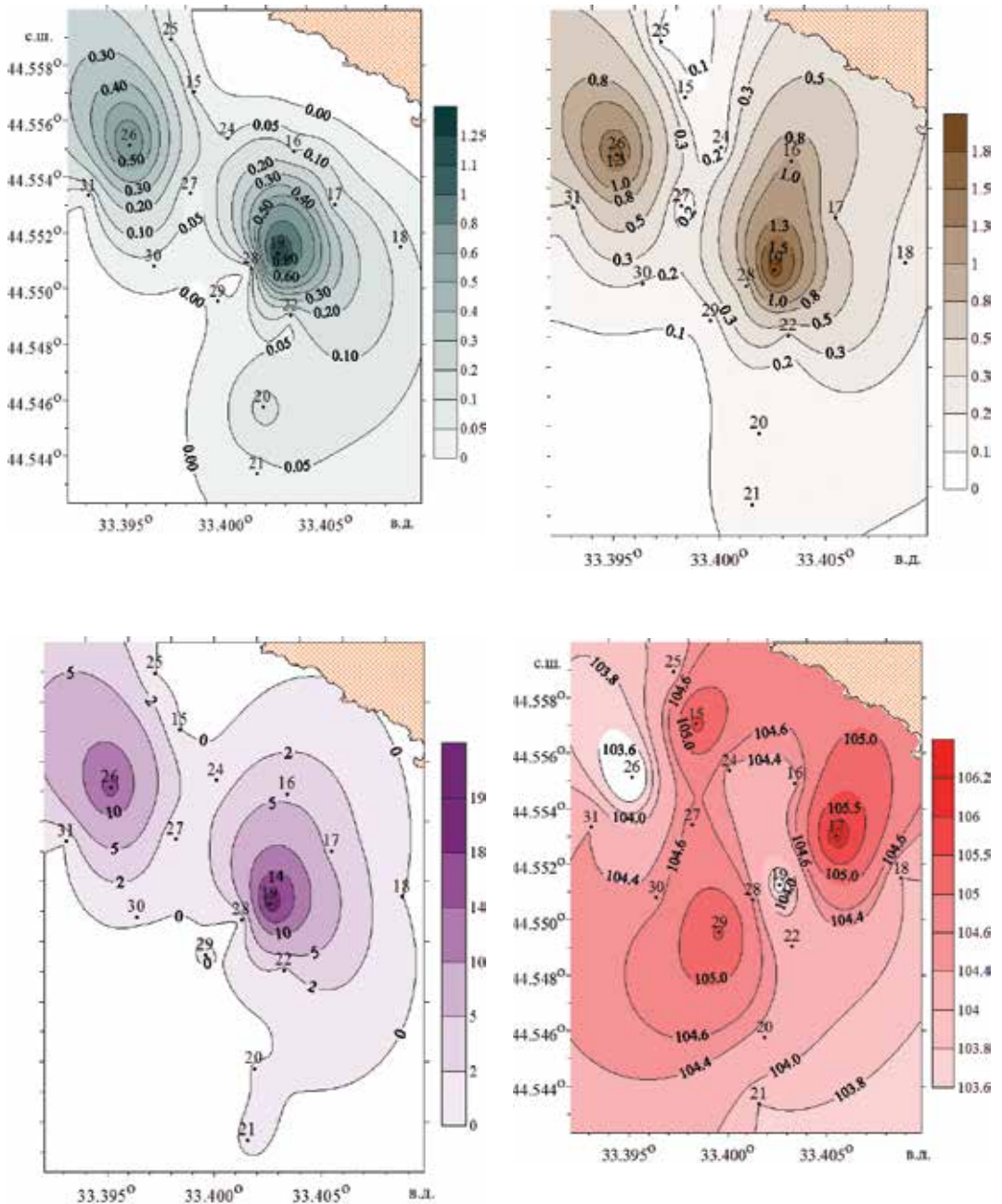
Рис. 3.5. Границы субкислородной зоны в шкале глубин и относительной плотности σ_t на разрезе м. Херсонес — пролив Босфор 3–10 ноября 2015 г.

ющуюся от поверхности до глубины залегания изопикнической поверхности $\sigma_t=15,8 \text{ кг/м}^3$, анаэробную зону, располагающуюся глубже изопикнической поверхности $\sigma_t=16,3 \text{ кг/м}^3$ и переходную зону между ними. Вертикальный профиль TCO_2 относительно условной плотности также можно четко разделить на 3 части. От поверхности до глубины залегания изопикнической поверхности $\sigma_t \approx 15 \text{ кг/м}^3$ наблюдается линейный рост TCO_2 от 2895 до 3150 мкмоль/кг, соответствующий резкому уменьшению величины pH от 8,4 до 7,8. В более глубоких слоях вод изменения значений TCO_2 хорошо коррелируют с соответствующими значениями общей щелочности с высоким коэффициентом детерминации 0,992. При значениях относительной плотности от $\sigma_t=15 \text{ кг/м}^3$ до $\sigma_t=16,5 \text{ кг/м}^3$ наблюдается незначительные изменения значений общего растворенного неорганического углерода. На фрагменте профиля, соответствующем значениям относительной плотности больше $\sigma_t=16,5 \text{ кг/м}^3$ рост значений TCO_2 существенно увеличивается и доходит до максимальных значений 4074 мкмоль/кг.

Наблюдения величины парциального давления углекислого газа в атмосфере над поверхностью Черного моря в ноябре 2015 года можно разделить на два временных отрезка. Для первого характерна концентрация CO_2 в атмосфере в пределах 400–408 мкатм, что хорошо согласуется с современными наблюдаемыми данными. Однако на последних двух станциях, отработанных после резкого изменения погодных условий в сторону штормовых, $p\text{CO}_2$ в атмосфере резко снизилось до значений 384–385 мкатм. Парциальное давление углекислого газа в поверхностном слое (0 м) всегда было существенно ниже соответственных значений для атмосферы и находилось в пределах 324–337 мкатм.

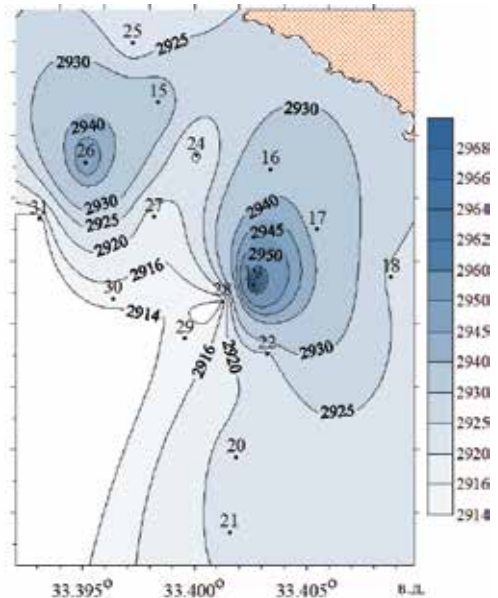
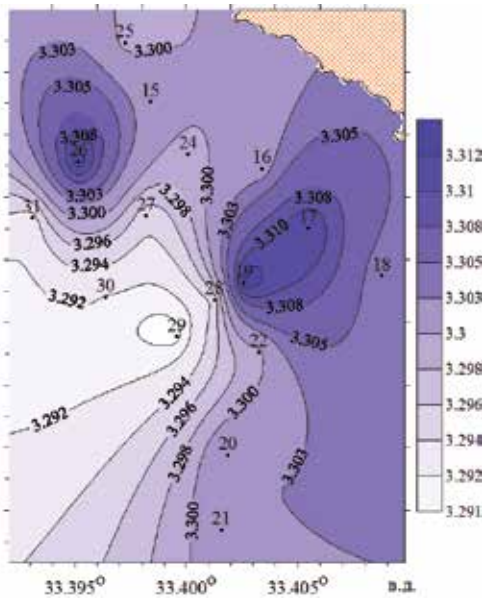
Источники загрязнения шельфовых вод Гераклеийского п-ва

Для определения характеристик источников загрязнений шельфовых вод в районе Гераклеийского полуострова ОБМ МГИ принимал участие в двух экспедициях НИС «Бирюза»: 28–31 июля и 9–10 сентября 2015 г. В первые дни каждой экспедиции была выполнена крупномасштабная съемка в районе исследования южнее мыса Херсонес, а потом образцы воды были отобраны на микрополигоне с большой частотой отбора проб из поверхностного (0,5 м) и придонного горизонтов. Выполнялись анализы на растворенный кислород, биогенные элементы (фосфаты, силикаты, сумму нитратов и нитритов), аммоний, величину pH, общую щелочность, неорганический углерод и общую взвесь. Поверхностные воды на станциях № 19 и 23 содержали в 10–20 раз больше фосфатов, кремнекислоты, ионов аммония, также име-



С. 69–70:

Рис. 3.6. Поверхностное распределение фосфатов (а), кремнекислоты (б) и аммония (в) в $\mu\text{моль}/\text{дм}^3$, насыщения вод в% (г), величины щелочности (д) в $\text{мг-экв}/\text{дм}^3$ и ТСO_2 (е) в $\mu\text{моль}/\text{дм}^3$ в районе Гераклеийского полуострова 10 сентября 2015 г.



ли более высокую величину щелочности и содержание общего неорганического углерода (рис. 3.6, табл. 3.3). В придонных водах в этой точке по сравнению с окружающими участками содержалось гораздо больше фосфатов, ионов аммония; повышенным было и содержание растворенного кислорода, однако степень насыщения была заметно меньше. На основании проанализированных характеристик морских вод был сделан вывод о выходе на поверхность моря в районе станции №19 очистных вод г. Севастополя. Данные для повторно выполненной в тот же день 10 сентября станции №23 подтвердили полученные на соседней станции №19 результаты (табл. 3.3).

Таблица 3.3. Гидролого-гидрохимические параметры морских вод на станциях №19 и №23 в поверхностном и придонном слоях 10 сентября 2015 г.

№ станции	Глубина м	Темп. °С	Солен.	Кислород, мг/дм³	Насыщ. O ₂ %	ТСО, мкмоль/дм³	Щелочн. мг-экв/дм³	Фосфаты мкмоль/дм³	Кремний мкмоль/дм³	Нитраты + нитриты мкмоль/дм³	Аммоний мкмоль/дм³
19	0,5	22,8	18,17	5,59	103,4	2968,6	3,3136	1,32	2,0	1,12	21,4
19	45,5	9,55	18,30	6,07	85,48	2999,0	3,3160	0,46	5,6	2,64	16,9
23	0,5	22,6	18,09	5,63	103,5	2977,3	3,3397	1,54	2,2	1,05	16,9
23	29,5	21,5	18,20	6,70	120,9	3021,1	3,2899	0,13	4,5	1,50	0,13
Фоновое для поверхности				5,63	104,0	2920,0	3,3140	0,05	0,1	1,1	0,5

Источники загрязнения шельфовых вод пос. Кацивели

С целью уточнения источников загрязнений шельфовых вод в районе стационарной океанографической платформы (СОП) у поселка Кацивели (Голубой залив) гидролого-гидрохимические исследования проводилось ОБМ в рейсе НИС «Бирюза» 21 сентября 2015 г. Методика отбора проб и набор исследуемых характеристик были такими же, что и при съемке в районе

Гераклейского полуострова. Анализ пространственного распределения фосфатов, кремнекислоты, аммония, суммы нитратов и нитритов, общего неорганического углерода и общего взвешенного вещества в районе стационарной океанографической платформы п. Кацивели позволяет предположить, что в ночное время в районе Голубого залива происходит сброс сточных вод в точке с ориентировочными координатами 44,396 ° с.ш., 33,989 ° в.д.

3.2.6. Порт Ялта

Загрязнение вод акватории порта НУ, СПАВ и суммой фенолов в целом было невысоким, поскольку их концентрация была ниже предела количественного определения во всех пробах. Как и в предыдущие годы, было обнаружено присутствие **ХОП** (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ГПХ, ДДД). Загрязнение вод α -ГХЦГ наблюдалось в 33% отобранных проб, γ -ГХЦГ — 25%, гептахлором — в 29% и ДДД — в 17%. Концентрация α -ГХЦГ изменялась от аналитического нуля до 1,8 нг/дм³, γ -ГХЦГ — до 2,0 нг/дм³ (февраль, придонный горизонт). Особо следует отметить, что в марте в придонных водах была зафиксирована высокая концентрация метаболита линдана α -ГХЦГ 16,4 нг/дм³ (1,6 ПДК). Содержание ГПХ в марте достигало 1,4 нг/дм³, ДДД в феврале — 2,1 нг/дм³ (придонный горизонт). Альдрин, ДДТ и ДДЭ, а также ПХБ не обнаружены.

Концентрация общего **азота** в поверхностных водах в марте и июне не превышала 510–620 мкг/дм³, а в январе, феврале, июле и октябре достигала 3370–3980 мкг/дм³. В придонных водах содержание общего азота в январе, апреле, июле и октябре достигало 1690–3240 мкг/дм³, в остальной период варьировало от 300 до 720 мкг/дм³. Среднегодовое содержание в столбе воды от поверхности до дна продолжило тенденцию роста и составило 1660 мкг/дм³, что в 2,8 раза выше периода 2010–2013 гг. (рис. 3.7). Концентрация аммонийного азота была значительно ниже ПДК, максимальное значение не превышало 43 мкг/дм³; в поверхностных водах содержание в 1,5 раза больше, чем в придонном слое (рис. 3.8). Внутригодовое изменение концентрации характеризуется весенним и осенним максимумами. Среднее за год содержание возросло в сравнении с 2014 г. и составило 21 мкг/дм³. Концентрация нитритного азота не превышала нижнего предела количественного определения; нитратного азота изменялась в поверхностных водах в диапазоне от 32 до 260 мкг/дм³ (январь), у дна 10–48 мкг/дм³. Среднегодовое содержание составило 74 мкг/дм³.

Содержание общего **фосфора** варьировало в пределах 5–21 мкг/дм³, фосфатного фосфора — 2–17 мкг/дм³. Среднее за год значение осталось на уровне предыдущего года. Концен-

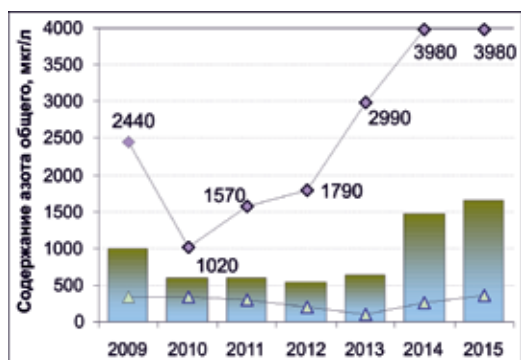


Рис. 3.7. Межгодовая динамика содержания общего азота (мкг/дм³) в водах акватории порта Ялта.

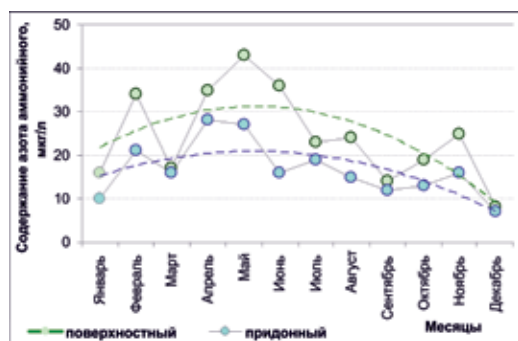


Рис. 3.8. Сезонные изменения содержания аммонийного азота (мкг/дм³) в водах акватории порта Ялта.

трация **кремния** в поверхностных водах в апреле, июле-августе и ноябре-декабре достигала 1260–1970 мкг/дм³, в остальной период не превышала 790 мкг/дм³. В придонных водах она варьировала в пределах 110–540 мкг/дм³. Среднегодовое содержание в поверхностных водах возросло в 2,4 раза и составило 880 мкг/дм³, в придонных — в 1,6 раза (230 мкг/дм³). Водородный показатель изменялся от 8,20 до 8,64 при допустимом диапазоне 6,5–8,5 ед.рН.

Аэрация вод в целом была недостаточной. Относительное содержание растворенного **кислорода** на поверхностном горизонте изменялось в пределах 81–127% насыщения, на придонном 84–128%. По среднемесячным значениям насыщение вод кислородом только в июне превышало 100% рубеж, в октябре-ноябре дефицит растворенного кислорода в слое поверхность-дно достигал 9% насыщения. По абсолютным значениям содержание варьировало в пределах 6,42–12,25 мг/дм³ на поверхности и 6,96–11,37 мг/дм³ у дна. Среднегодовое относительное содержание растворенного кислорода (95% насыщения) было самым низким за последние годы.

3.2.7. Керченский пролив. Разрез порт Крым — порт Кавказ

В 2015 г. мониторинг состояния морских вод в северной устьи Керченского пролива проводился МГС «Опасное» на разрезе между портами Крым и Кавказ (рис. 3.9) с апреля по сентябрь.

Загрязнение вод пролива **нефтяными углеводородами** в среднем оставалось на уровне ПДК (0,05 мг/дм³). По максимальным значениям превышение ПДК фиксировалось ежемесячно. В придонных водах содержание НУ в мае достигало 0,12 мг/дм³ (2,4 ПДК). В поверхностных водах 27 июля и 5 августа были зафиксированы значения 1,40 и 1,00 мг/дм³, превы-

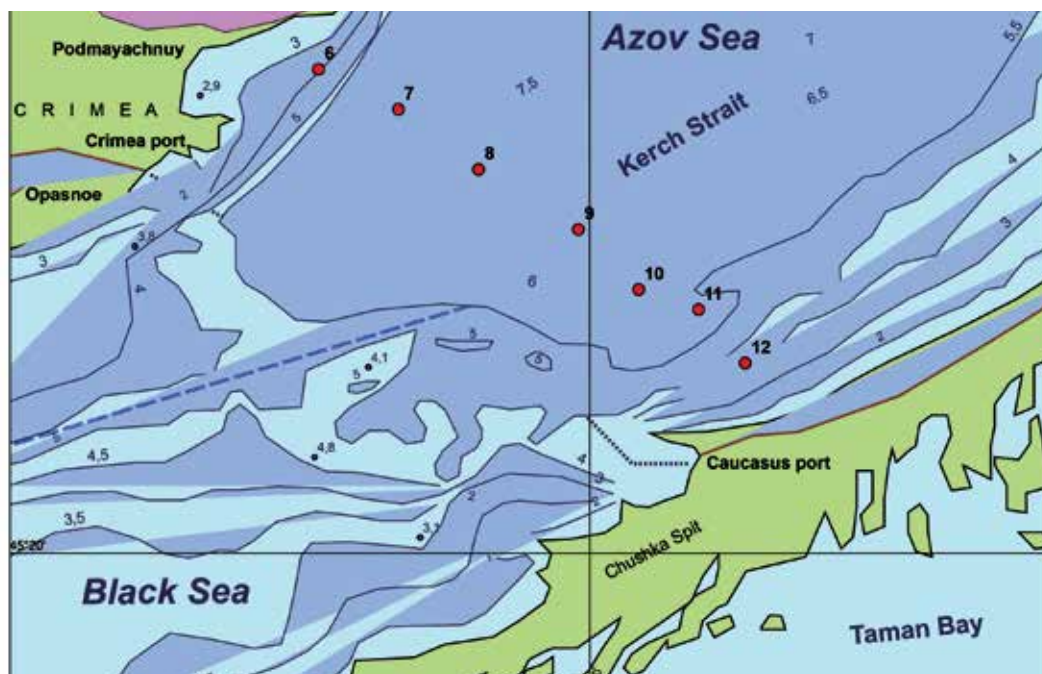


Рис. 3.9. Станции мониторинга (№№ 6–9) в северной устьи Керченского пролива в 2015 г.

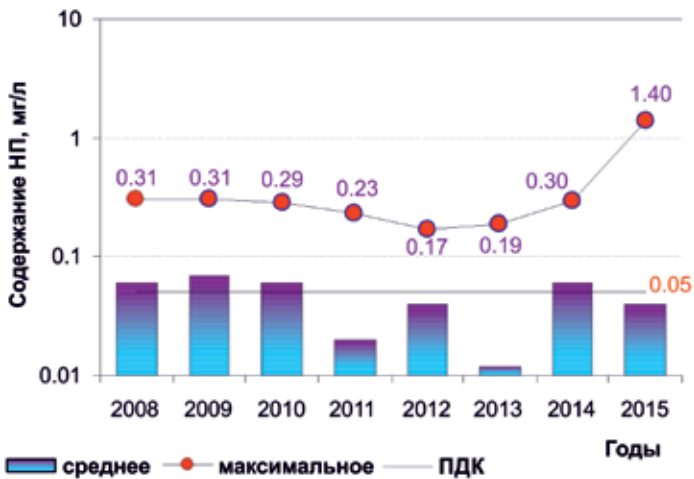


Рис. 3.10. Многолетняя динамика содержания нефтяных углеводородов в водах Керченского пролива в 2008–2015 гг.

шавшие ПДК в 28 и 20 раз соответственно (рис. 3.10). Повторяемость большей или равной ПДК концентрации составила 47% от общего количества определений (в 2014 г. — 49%).

Содержание **СПАВ**, как и в предыдущие годы, было ниже предела количественного определения. Концентрация фенолов лишь в июле в единичной пробе превысила ПДК, достигнув 5 мкг/дм³. В остальных пробах концентрация не превышала нижнего предела определения — 3 мкг/дм³ (3 ПДК). В 2015 г. из **ХОП** отмечено присутствие альдрина в июне (max 2,5 нг/дм³), ДДЭ — в мае и июне (max 5,2 нг/дм³, 0,5 ПДК), ДДД — в мае, июне и сентябре (max 3,8 нг/дм³). Среднее за период наблюдений содержание ДДЭ и ДДД возросло до 0,4 и 0,5 нг/дм³ соответственно; присутствие этих изомеров отмечено в 10 и 22% проанализированных проб. Загрязнение вод ПХБ зафиксировано в июне с максимальной концентрацией 12,2 нг/дм³ (1,2 ПДК) в поверхностных водах и 9,6 нг/дм³ (1 ПДК) в придонных. Повторяемость концентрации выше или равной ПДК снизилась втрое — до 5% от общего количества отобранных проб.

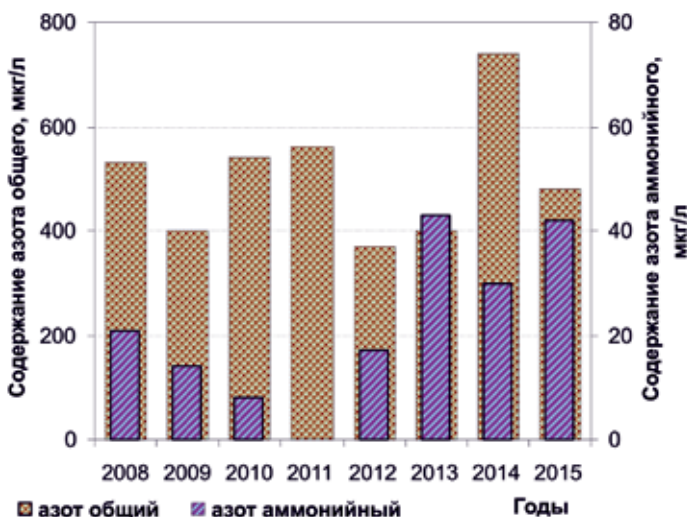


Рис. 3.11. Многолетняя динамика содержания аммонийного и общего азота в водах Керченского пролива в 2008–2015 гг.

Концентрация общего **азота** изменялась в диапазоне 53–860 и 80–1040 мкг/дм³ в поверхностных и придонных водах соответственно. Среднее содержание в слое поверхность-дно (480 мкг/дм³) снизилось в полтора раза в сравнении с 2014 г. (рис. 3.11). Наибольшие значения концентрации аммонийного азота в июне достигали 150–170 мкг/дм³. Концентрация нитритного азота не превышала 8–9 мкг/дм³, а нитратного азота достигала 34–36 мкг/дм³ и в среднем за год возросла до 14 мкг/дм³.

Максимум концентрации фосфатного **фосфора** в водах пролива (17 мкг/дм³) отмечен в августе на обоих горизонтах. Содержание общего фосфора не превышало 33–36 мкг/дм³, а среднее за год (22 мкг/дм³) возросло в сравнении с 2014 г. Концентрация кремния изменялась от 50–80 до 500–640 мкг/дм³. Среднее содержание в слое поверхность-дно составило 220 мкг/дм³, снизившись в сравнении с 2014 г. в 1,5 раза.

Аэрация вод в слое поверхность-дно была близка к норме за исключением августа, когда дефицит растворенного **кислорода** в среднем составил 21% насыщения, а по минимальным значениям относительного содержания достигал 36–39% насыщения. В июне-июле отмечалось перенасыщение вод кислородом на 9–10%. По абсолютным значениям концентрация его в августе составила 4,46–7,07 мгО₂/дм³, а в остальной период изменялась от 5,60 до 11,13 мгО₂/дм³. Среднее содержание растворенного кислорода оставалось на уровне 2011–2014 гг. и составило 8,19 мгО₂/дм³ (97% насыщения). В период проведения наблюдений присутствие сероводорода в водах северной узости Керченского пролива не зафиксировано.

3.2.8. 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 (табл. 3.4). В 2015 г. воды Севастопольской бухты и поверхностные воды озера Донузлав классифицировались как «умеренно загрязненные» (величина ИЗВ 0,92 и 0,75 соответственно); воды Северной узости Керченского пролива как «чистые» (ИЗВ 0,40); воды акватории п. Ялта как «очень чистые» (ИЗВ 0,24). Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды,

Таблица 3.4. Оценка качества черноморских вод у берегов Крыма в 2013–2015 гг. по индексу загрязненности вод (ИЗВ) и классу качества вод (ККВ).

Район	2013 г.		2014 г.		2015 г.		Среднее содержание ЗВ в 2015 г. (в ПДК)
	ИЗВ	ККВ	ИЗВ	ККВ	ИЗВ	ККВ	
Севастопольская бухта	-	-	0,28	II	0,92	III	НУ 2,6; СПАВ 0,46; N-NH ₄ 0,05; O ₂ 0,59
Акватория п. Ялта	0,17	I	0,22	I	0,24	I	НУ 0,2; N-NH ₄ 0,01; N-NH ₄ 0,08; O ₂ 0,68
Керченский пролив	0,21	I	0,66	II	0,40	II	НУ 0,8; N-NH ₄ 0,01; ДДД 0,05; O ₂ 0,73
Озеро Донузлав	-	-	-	-	0,75	III	НУ 1,6; СПАВ 0,68; N-NH ₄ 0,12; O ₂ 0,59

3.3. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе

В рамках программы государственной службы наблюдений и контроля (ГСН) Гидрометеорологическое бюро г. Туапсе (ГМБ) Краснодарского краевого центра по гидрометеороло-



Рис. 3.12. Схема расположения станций отбора проб на акватории портов российской части Черного моря в 2015 г. (ГМБ Туапсе).

гии и мониторингу окружающей среды выполнило в январе, апреле, июле и октябре 2015 г. наблюдения в прибрежных водах в районе Анапы, Новороссийска, Геленджика и Туапсе. На станции штормовой информации в порту Туапсе отбор проб проводили каждые десять дней в течение всего года. Пробы воды отбирались из приповерхностного слоя на прибрежных мелководных станциях с использованием арендованных маломерных плавсредств (рис. 3.12). В состав наблюдений входило определение стандартных гидролого-гидрохимических параметров (температура, соленость $S\%$, хлорность, водородный показатель pH, растворенный кислород O_2 методом Винклера, щелочность Alk), концентрация биогенных элементов (фосфатов PO_4 , аммонийного азота, нитритов NO_2 и силикатов SiO_3) и загрязняющих веществ — НУ, СПАВ и растворенной в воде ртути. Экстракция нефтяных углеводородов производилась четырёххлористым углеродом. Нефтяные углеводороды определялись ИКС-методом на приборе КН-2 (концентратомер). Определение концентрации растворённой ртути (поглощение УФ) производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды.

Анапа. На 5 прибрежных станциях с глубинами 6–22 м было отобрано и проанализировано из поверхностного слоя 20 проб воды. Диапазон изменения температуры в пробах составил 10,0–24,4 °С. Соленость в период наблюдений изменялась в пределах 17,84–19,04‰, средняя за год величина была немного выше прошлогодней и составила 18,60‰; хлорность 9,88–10,54‰. Многолетняя динамика среднегодовой солёности в различных участках акватории

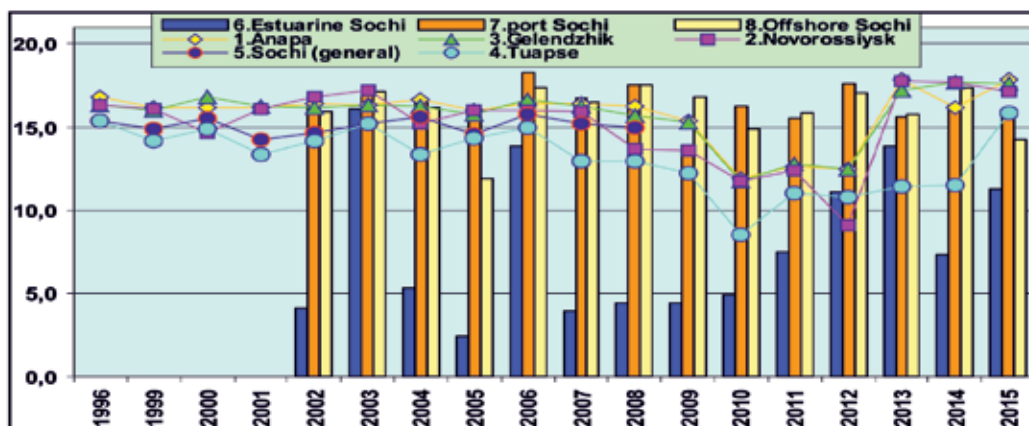


Рис. 3.13. Многолетняя динамика среднегодовой и минимальной солености (‰) в различных участках акватории прибрежных вод российской части Черного моря в 1996–2015 гг.

прибрежных вод российской части Черного моря позволяет выявить стабилизацию значений в районе 18‰ в северной части Кавказского побережья после существенного 4-летнего снижения в 2009–2012 гг. и предшествующего 15-летнего периода стабильной солености в районе 16–17‰ (рис. 3.13). Различий между отдельными районами практически не замечено. На юге контролируемого участка в прибрежье между эстуарными районами рек Мзымта и Сочи различия в солености вод намного больше. Пониженные значения закономерно зафиксированы в зоне впадения в море рек и ручьев, а повышенные на станциях, удаленных от берега до двух миль. Промежуточные величины отмечены на акватории порта Сочи. Минимальная соленость очевидно регулярно за весь период наблюдений фиксировалась в эстуарных районах больших и малых рек в районе Адлер-Сочи, а в порту и на удалении от берега значения были намного более стабильными. В районах контроля севернее вдоль побережья распределение вод практически не сказывалось, хотя и здесь снижение 2009–2012 гг. также заметное. Наименьшие значения солености здесь фиксировались в районе Туапсе.

Значения водородного показателя рН 8,28–8,49; общей щелочности 2,943–3,256 мг-экв/дм³. В целом гидролого-гидрохимические параметры и концентрация биогенных элементов находились в пределах естественных межгодовых колебаний (табл. 3.5).

Таблица 3.5. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья России в 2015 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	18,602/ 19,040	3,094/ 3,256	8,66/ 7,86	8,38/ 8,49	55,1/ 74	436/ 1010	74,9/ 96,5	3,4/ 5,3
Новоросийск	18,419/ 18,850	3,114/ 3,187	8,29/ 7,68	8,42/ 8,46	57,8/ 69	471/ 840	78,4/ 99,6	2,7/ 3,7
Геленджик	18,289/ 18,590	3,076/ 3,163	8,78/ 8,03	8,43/ 8,48	48,5/ 69	434/ 670	72,4/ 95	2,5/ 3,7
Туапсе	17,671/ 18,770	3,101/ 3,316	8,59/ 7,23	8,37/ 8,47	43,6/ 124	438/ 1700	61,9/ 156	2,8/ 11,0

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

В 2015 г. среднегодовая концентрация фосфатов продолжила рост не только в водах вблизи г. Туапсе, но и в остальных районах северной части Кавказского побережья (рис. 3.14).

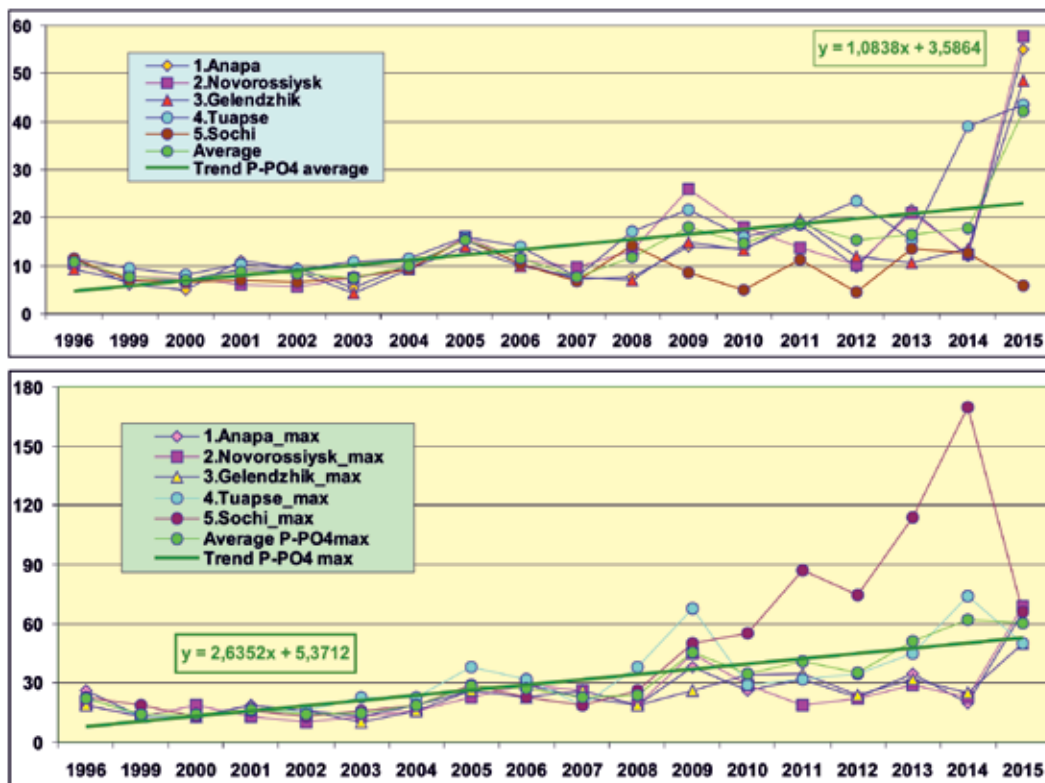


Рис. 3.14. Средняя и максимальная концентрация неорганического фосфора $P\text{-PO}_4$ (фосфаты, $\mu\text{кг}/\text{дм}^3$) на прибрежных участках акватории российской части Черного моря в 1996–2015 гг.

Причем в водах у Анапы, Новороссийска и Геленджика скачок значений составляет 3–4 раза по сравнению с прошлым годом. Снижение отмечено только в районе Большого Сочи где величина вернулась к уровню 2012 г. Многолетняя динамика среднегодового содержания неорганического фосфора (фосфор фосфатов) за последние два десятилетия показывает устойчивую тенденцию на повышение значений по всем районам контроля. Аналогичный тренд выявлен и для максимальных значений концентрации фосфатов. На большинстве участков акватории повышение происходило вполне постепенно, а очень значительный рост 2014 г. в водах прибрежного района между устьями рек Сочи и Мзымта сменился таким же стремительным падением до общего для всего побережья уровня. Существенных изменений в содержании остальных форм биогенных веществ не отмечено.

Концентрация нефтяных углеводородов в поверхностном слое вод у Анапы превышала предел обнаружения ($DL=0,002 \text{ мг}/\text{дм}^3$) во всех 17 проанализированных пробах. Максимум достигал $0,086 \text{ мг}/\text{дм}^3$ на поверхности 14 апреля; средняя величина за год выросла почти в 3 раза и составила $0,031 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Концентрация детергентов в 14 пробах изменялась от 3,6 до $14 \text{ мкг}/\text{дм}^3$; средняя величина немного подросла до $8,3 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Содержание растворенной ртути в единственной проанализированной пробе было ниже предела обнаружения. Кислородный режим был в пределах нормы, дефицит растворенного кислорода в воде не зафик-

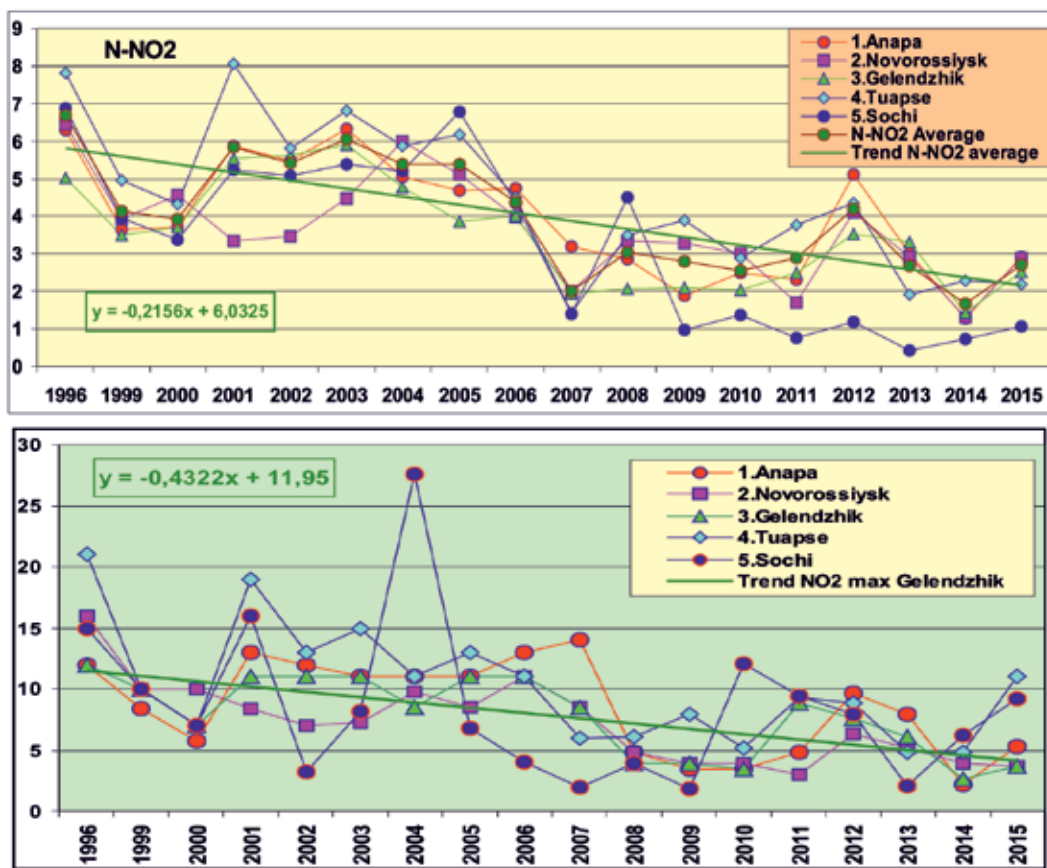


Рис. 3.15. Средняя и максимальная концентрация нитритного азота $N-NO_2$ ($мг/дм^3$) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996–2015 гг.

сирован. Диапазон значений 7,86–9,59, в среднем 8,66 $мгO_2/дм^3$. Относительное содержание растворенного в воде кислорода было в пределах 98,5–117,1% насыщения и в среднем (107,2%) полностью совпадало с прошлогодним. Индекс ИЗВ (0,38) позволяет отнести воды района к II классу, «чистые» (табл. 3.6). Расчет производился по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, СПАВ, нитритного азота и кислорода.

Новороссийск. В 2015 г. на 4 станциях в Цемесской бухте с глубинами 7–13 м было отобрано 16 проб воды из поверхностного слоя. Соленость изменялась в узком диапазоне 17,11–18,85%, наименьшая в середине июля, наибольшая 7 октября; средняя 18,42%. Как и в прошлом году, значения рН находились в узком диапазоне 8,37–8,46, а средняя величина составила 8,42 ед.рН. Значения общей щелочности (3,027–3,187 $мг-экв/дм^3$) были в пределах обычной сезонной и межгодовой изменчивости. Концентрация фосфора фосфатов варьировала в пределах 50–695–23 $мг/дм^3$, в среднем 57,8 $мг/дм^3$, что в 4,7 раза выше прошлогоднего значения (табл. 3.5). Содержание аммонийного азота было в пределах 68,0–99,6 $мг/дм^3$; в среднем (78,4 $мг/дм^3$) немного меньше прошлогоднего; нитритов 1,9–3,7/2,7 $мг/дм^3$. Хотя в течение последних двух десятилетий концентрация нитритов постепенно снижалась не только в водах

Новороссийской бухты, но и на всех участках Кавказского побережья, однако в последний год эта тенденция остановилась и значения везде, кроме Туапсе, немного возросли (рис. 3.15). Максимальные значения содержания нитритного азота во всех локальных районах контроля снижались в последние десятилетия даже быстрее, чем средняя концентрация. Однако и этот показатель в 2015 г. сменил тенденцию, а экстремальные значения немного подросли во всех районах примерно до 1/5 норматива. Разброс максимальных величин между различными районами в течение всего периода наблюдений был более существенным, чем между средними значениями. Средняя концентрация кремния выросла почти в два раза по сравнению с предыдущим годом и составила 471 мкг/дм³; диапазон значений 160–840 мкг/дм³.

Уровень загрязнения поверхностных вод Цемесской бухты нефтяными углеводородами был относительно невысоким. Концентрация НУ во всех 15 обработанных пробах была выше предела обнаружения DL=0,001 мг/дм³ и достигала 0,088 мг/дм³ в середине апреля. В 11 про-

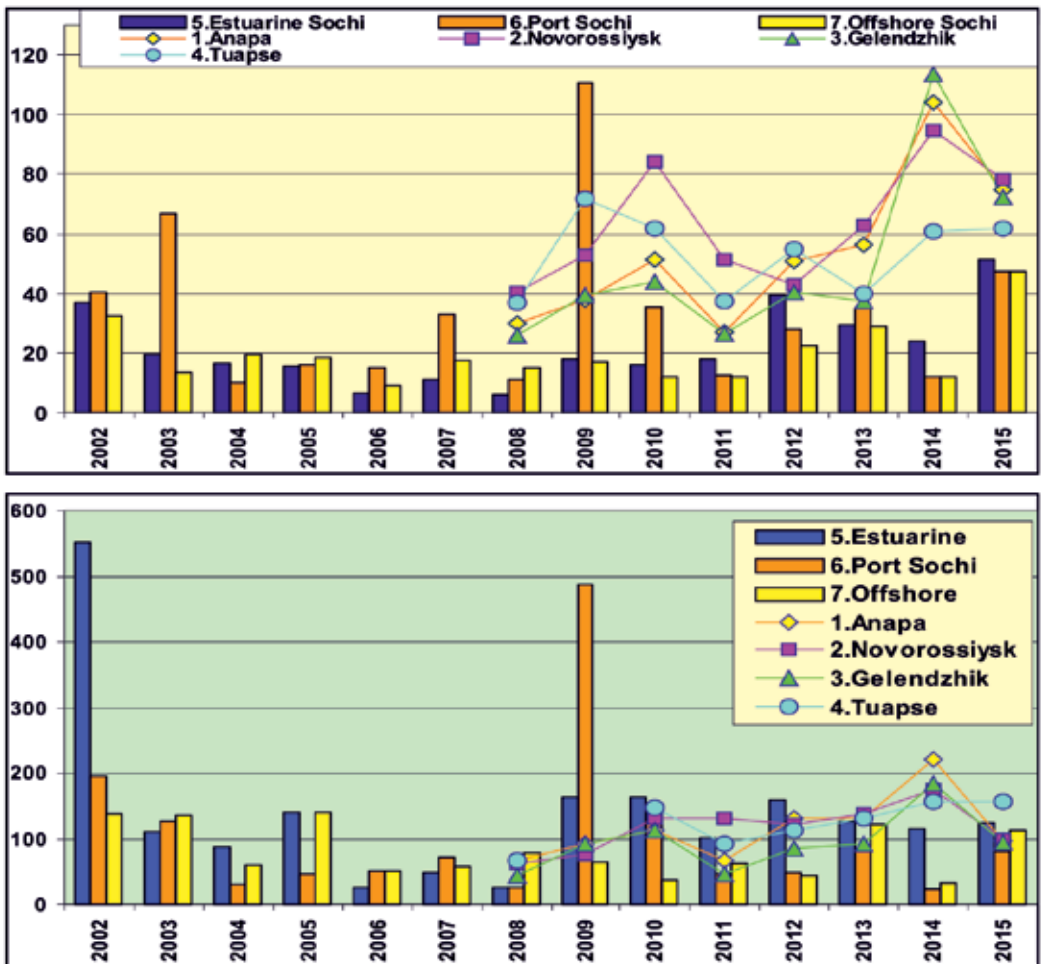


Рис. 3.16. Средняя и максимальная концентрация аммонийного азота $N-NH_4$ (мкг/дм³) в водах прибрежных районов российской части Черного моря в 2002–2015 гг. На рисунке представлены только данные стандартных станций мониторинга без учета дополнительных экспедиционных исследований вдоль всего побережья в 2002–2005 гг.

бах содержание СПАВ изменялось от 3 до 13 мкг/дм³, в среднем 7,5 мкг/дм³. Кислородный режим был в пределах нормы, диапазон концентрации растворенного в воде кислорода составил 7,68–8,93 мгО₂/дм³, в среднем 8,29 мгО₂/дм³. Индекс ИЗВ (0,41) позволяет отнести воды района к II классу, «чистые». Расчет производился по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, СПАВ, нитритного азота и кислорода.

Геленджик. В Геленджикской бухте на 5 станциях с глубинами 3–6 м было отобрано 20 проб воды. Минимальная соленость (17,62‰) была отмечена 15 июля в северной части бухты на станции №3, а максимальная 15 апреля на станции №1 (18,59‰). Значения рН изменялись в диапазоне 8,38–8,48 ед. рН; общей щелочности — 2,979–3,163 мг-экв/дм³, наименьшие величины зафиксированы в середине июля. Максимальная концентрация всех контролируемых биогенных элементов (нитритного и аммонийного азота, фосфатов и силикатов) была значительно ниже ПДК (табл. 3.5). Концентрация аммонийного азота в северной части контролируемой акватории Кавказского побережья после существенного за последние три года подъема почти наполовину снизилась, за исключением акватории порта Туапсе где не было подъема в 2014 г. и соответственно падения в 2015 г. (рис. 3.16). В районе Большого Сочи средние значения концентрации аммонийного азота в целом были в 2–4 раза ниже, а существенных различий между прибрежными и удаленными участками акватории не зафиксировано. В отдельные годы (2003, 2007 и 2009–2010) выделялись высокие значения в водах порта Сочи. За все время наблюдений с 2002 г. в прибрежных водах Кавказского побережья России очень высокое содержание аммо-

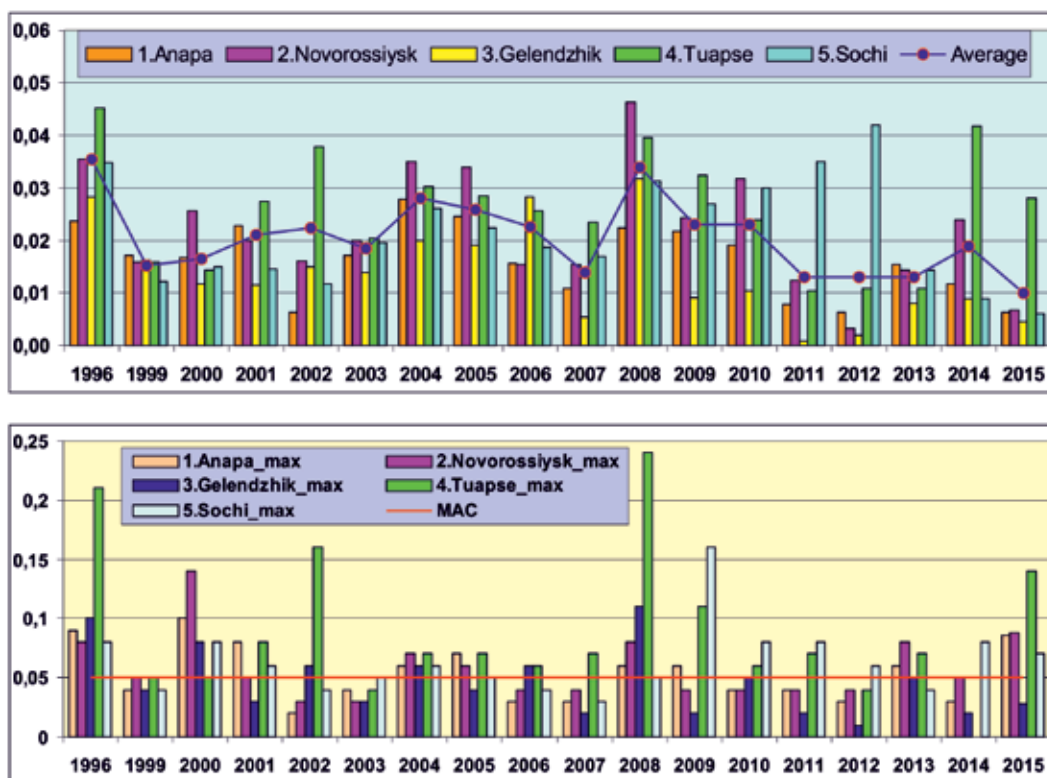


Рис. 3.17. Средняя и максимальная концентрация нефтяных углеводородов (мг/дм³) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996–2015 гг.

нийного азота, превышающее 400 мкг/дм³, было зафиксировано в 5 пробах. Эти пробы были отобраны в разных местах побережья и в разные годы (Лермонтовка, Каткова Щель, Аше — 2003 и 2005), в том числе дважды в 2002 и 2009 гг. в водах акватории порта Сочи (рис. 3.16).

В 11 отобранных пробах из Геленджикской бухты содержание НУ находилось в пределах 0,001–0,028 мг/дм³ и составило в среднем 0,016 мг/дм³. Концентрация СПАВ 1,3–14 мкг/дм³, в среднем 7,4 мкг/дм³. Содержание растворенного в воде кислорода изменялась в пределах 8,03–9,70 мгО₂/дм³, средняя 8,78 мгО₂/дм³. Процентное содержание растворенного кислорода изменялось от 101,9% до 126,9%. Индекс ИЗВ (0,30) позволяет отнести воды района к II классу, «чистые». Расчет производился по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, СПАВ, нитритного азота и кислорода.

Туапсе. Кроме трех стандартных гидрохимических съемок в марте, июле и декабре на пяти прибрежных станциях с глубинами от 5 до 10 м (14 проб), наблюдения также проводились еженедельно на штормовой станции №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 8,6–27,6 °С; соленость 15,88–18,77‰ с максимумом 26 июля. Значения рН и общей щелочности в водах вблизи Туапсе были в пределах обычных межгодовых и сезонных изменений и находились в узком диапазоне 8,23–8,47 ед.рН и 2,853–3,316 мг-экв/дм³. Содержание всех анализируемых форм биогенных элементов в исследуемом прибрежном районе было в диапазоне естественной изменчивости (табл. 3.5).

Содержание нефтяных углеводородов в поверхностном слое вод района изменялось более, чем на 2 порядка от 0,001 до 0,14 мг/дм³; максимум достигал 2,8 ПДК и отмечен 12 декабря. Средняя за год величина составила 0,028 мг/дм³, что почти в два раза меньше прошлогоднего значения (рис. 3.17). За весь период наблюдений и средние, и максимальные значения концентрации НУ существенно изменялись от года к году, поэтому выделить устойчивый тренд уровня нефтяного загрязнения вод района Туапсе не представляется возможным. Отбор в районе порта проб каждые 10 дней существенно повышает вероятность попадания в «пятно», вероятно вследствие этого экстремально высокие значения здесь встречаются чаще, чем в других районах. В целом на акватории всего Кавказского побережья наблюдается значительная вариабельность среднегодовых величин и существенный уровень различия между районами контроля.

Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ в 82 проанализированных пробах изменялась от 1 до 42 мкг/дм³; среднее значение немного превышало прошлогоднее и составило 9,3 мкг/дм³. Значения выше 20 мкг/дм³ были зафиксированы на разных станциях в одной пробе в конце июня и в шести в июле. Многолетняя динамика средней концентрации СПАВ в прибрежных водах Кавказского побережья России показывает в целом незначительный рост примерно в два раза за последнее десятилетие (рис. 3.18). Однако во всех районах контроля межгодовая изменчивость содержания СПАВ была существенной и часто составляла 2–3 раза. В первые годы декады на всех участках акватории Большого Сочи средняя концентрация была значительно выше, чем в последние годы, и почти всегда наибольшая была в поверхностном слое вод порта Сочи. На северных участках акватории Кавказского побережья различия между районами контроля были незначительными за исключением небольшого отрезка 2008–2010 гг. Максимальная концентрация СПАВ в последнее десятилетие во всех районах контроля составляла 5–10–15–20 мкг/дм³, за исключением единственного экстремума (42 мкг/дм³) в 2015 г. в водах у Туапсе.

Кислородный режим поверхностного слоя вод в районе Туапсе был в пределах нормы. Минимальное значение растворенного кислорода (7,23 мгО₂/дм³) немного выше прошлогоднего и было зафиксировано 25 октября при температуре воды 19,1 °С и соответствовало 87,1%

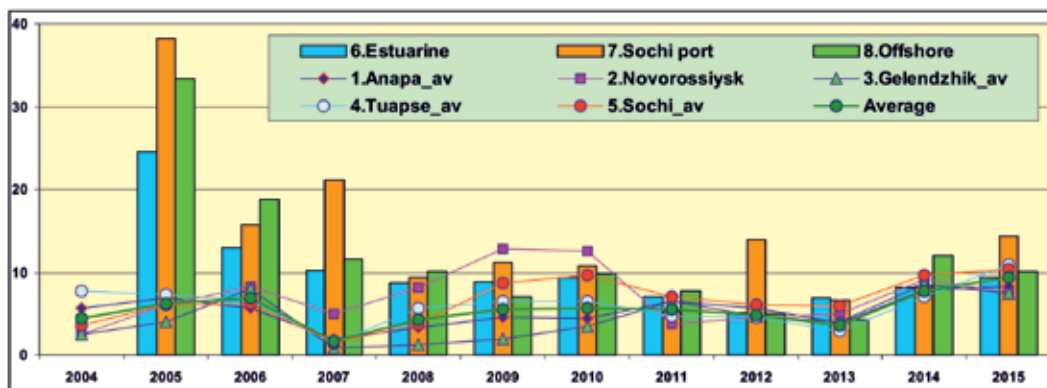


Рис. 3.18. Средняя и максимальная концентрация СПАВ ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 2004–2015 гг.

насыщения; среднее значение было чуть выше прошлогоднего и составило $8,59 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Индекс ИЗВ (0,37) позволяет отнести воды района к II классу, «чистые». Расчет производился по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, СПАВ, нитритного азота и кислорода.

3.4. Прибрежная зона района Сочи — Адлер

В 2015 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, сентябре и ноябре. Наблюдения проводились с борта арендованного малого судна по 30 показателям (гидрология 11, биогенные элементы 7, ТМ 3, пестициды 7, НУ, СПАВ) на 8 станциях, расположенных на участке от устья реки Сочи до устья реки Мзымта (рис. 3.19). В районе г. Сочи одна станция находится в центральной части акватории порта (I), вторая в устье реки Сочи и загрязняется ее стоком (II), третья расположена на траверзе реки, но удалена от берега на 2 морские мили и поэтому может считаться условно чистой зоной (III). Южнее две 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 950 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. На борту судна определялись температура, соленость, хлорность, щелочность, рН, окислительно-восстановительный потенциал морской воды, электропроводность, взвешенные вещества, кислород, аммонийный азот, фосфаты, кремний, нитраты; производилась экстракция нефтяных углеводородов четырёххлористым углеродом, пестицидов гексаном и СПАВ хлороформом, консервация проб на определение металлов — свинца, ртути, железа. Последующий анализ экстрактов и проведение анализов на содержание в пробах остальных наблюдаемых ингредиентов проводился в стационарной лаборатории ЛМЗС СЦГМС ЧАМ. Всего в 2015 г. было отобрано 88 проб воды у Адлера (24), Хосты (24), Сочи (40) и произведено 2072 анализов (536, 536 и 1000 соответственно) по 30 ингредиентам и параметрам, из



Рис. 3.19. Расположение станций отбора проб в прибрежной зоне района Сочи — Адлер в 2015 г. Станция VIII расположена на траверзе р. Мзымта в 2 морских милях от берега.

которых измерения гидрологических параметров составили 616 значения, стандартная гидрохимия — 600, НУ и СПАВ по 64, взвешенные вещества 88, ТМ 192 и СОЗ 448.

Температура воды в исследуемом прибрежном районе изменялась в пределах от 9,6°С на горизонте 50 м в двух милях от эстуария Мзымты 11 марта до 27,8°С в устье этой реки на поверхности 1 сентября. Среднее значение солености почти равнялось прошлогоднему и составило 17,40‰; максимум достигал 16,23‰ на двух станциях в конце ноября на глубине 50 м на траверзе устья реки Мзымта и вблизи эстуария ручья Малого (табл. 3.7). Значения рН были в узком диапазоне и не выходили за пределы межгодовой изменчивости: 8,27–8,76 ед.рН. Значения щелочности изменялись в пределах 2,586–3,115 мг-экв/дм³. Содержание взвешенных веществ в водах района изменялось в течение года в пределах 0,1–15,8 мг/дм³ (в 2014 г. — 0–5,9; 2013–0,1–7,7; 2012–0,14–14,3; 2011–0,5–37,9 мг/дм³), максимальное количество ВВ было отмечено 20 мая в эстуарии реки Хоста у дна на глубине 5 м.

Таблица 3.7. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья в районе Сочи-Адлер в 2015 г.

Район	S,‰	Alk	O ₂ *	pH	P _{total}	PO ₄	SiO ₃	NH ₄	NO ₂	NO ₃	N _{total}
порт Сочи	17,659/ 18,457	2,879/ 3,057	8,77/ 7,25	8,43/ 8,65	105,5/ 583,3	5,8/ 19,7	57/ 93	47,3/ 79,8	2,9/ 18,6	6,5/ 23,1	466/ 1866
Эстуарии рек	17,063/ 18,669	2,770/ 3,171	8,67/ 7,24	8,55/ 8,81	56,6/ 684,6	6,6/ 66,2	129/ 1153	51,3/ 123,2	0,9/ 3,8	16,4/ 112,1	157/ 1531
Открытые воды	17,589/ 18,938	2,810/ 3,171	9,00/ 7,38	8,57/ 8,76	57,9/ 551,7	5,1/ 34,0	66/ 192	47,3/ 113,1	0,7/ 5,2	6,0/ 14,6	193/ 2211
Суммарно район	17,404/ 18,938	2,800/ 3,171	8,86/ 7,24	8,55/ 8,81	63,2/ 684,6	6,0/ 66,2	96/ 1153	49,3/ 123,2	1,1/ 18,6	11,2/ 112,1	209/ 2211

Alk — мг-экв/дм³; O₂ — мгО₂/дм³; биогенные элементы — мкг/дм³.
O₂* — средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода. Максимальные значения фосфатов и силикатов в устьях рек превышали ПДК.

В 2015 г. концентрация аммонийного азота в водах района Адлер-Сочи изменялась от 1,5 до 123,2 мкг/дм³ в устье р. Сочи 20 мая на поверхности; средняя по всем станциям составила 49,3 мкг/дм³, что в 2,7 раза больше прошлогодней. Как и в предыдущий год различие в средней концентрации аммония в поверхностном и придонном слоях отмечено не было —

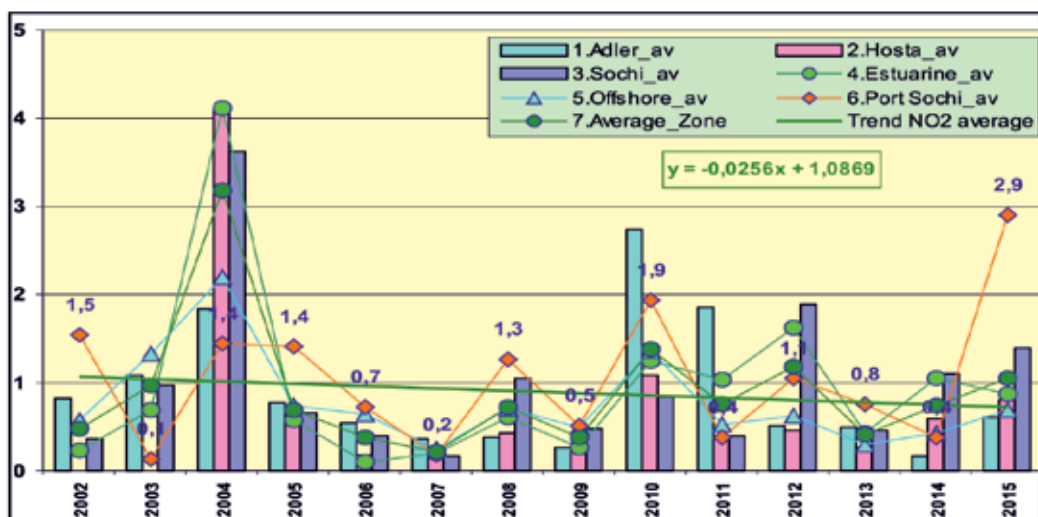


Рис. 3.20. Средняя концентрация нитритов $N\text{-NO}_2$ ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2002–2015 гг.

49,27 и 49,78 $\text{мкг}/\text{дм}^3$ соответственно. Концентрация нитритного азота изменялась от значений ниже предела обнаружения $DL=0,1 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ в 21 пробе из 64 до 18,6 $\text{мкг}/\text{дм}^3$ (0,8 ПДК) на поверхности акватории порта Сочи 1 сентября. Средняя составила 1,05 $\text{мкг}/\text{дм}^3$, что почти в полтора раза выше прошлогодней. Средняя за год концентрация по всем станциям в поверхностном слое составила 1,29; а в подповерхностном столбе воды до дна 0,81 $\text{мкг}/\text{дм}^3$. В водах Кавказского побережья России многолетняя динамика среднегодовой концентрации нитритного азота демонстрирует значительные межгодовые колебания его содержания в разных участках акватории, а в целом незначительным трендом на понижение (рис. 3.15). Однако на

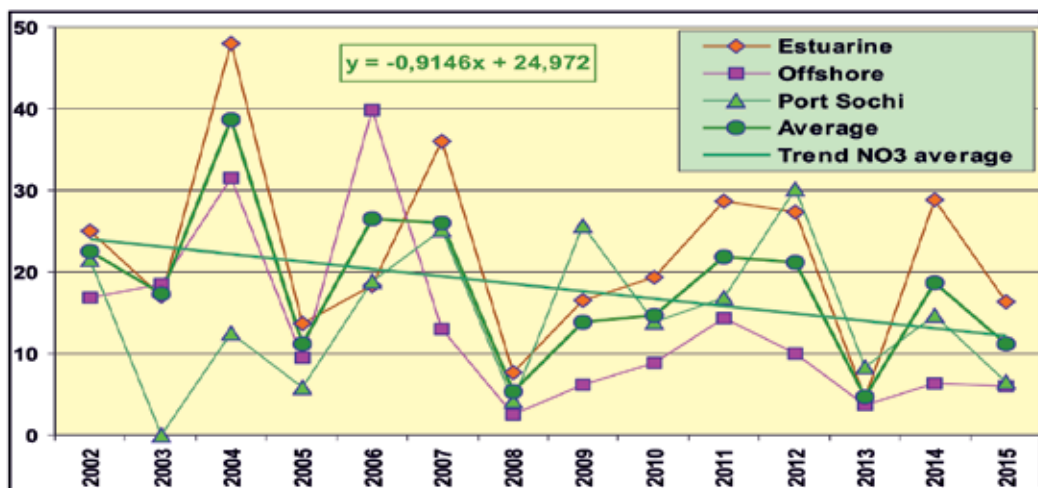


Рис. 3.21. Средняя концентрация нитратов $N\text{-NO}_3$ ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2002–2015 гг.

ожном участке побережья в последние 2 года происходило небольшое повышение значений на всех участках у Адлера, Хосты и Сочи (рис. 3.20). В то же время в эстуарных участках района было небольшое снижение величин, а в водах порта Сочи после двухлетнего снижения отмечен значительный скачок среднегодовой концентрации аммонийного азота. Вероятно содержание аммония в прибрежных водах между устьями рек Адлер и Сочи не проявляет устойчивую многолетнюю тенденцию, но показывает двух-трехлетнюю периодичность повышенных и пониженных значений. Динамика максимальных значений показывает наличие двух экстремумов более 20 мкг/дм³ в эстуарных участках акватории в 2004 и 2011–2012 гг., а также в порту Сочи в 2015 г.

Концентрация **нитратов** изменялась в диапазоне от 0,1 до 112,1 мкг/дм³, составив в среднем 11,23 мкг/дм³, что в 1,7 раза меньше прошлогоднего; максимум также в 2,2 ниже. Наибольшая величина была зафиксирована в устье реки Сочи 25 ноября на поверхности. В целом в последние тринадцать лет на всех участках прибрежной акватории Большого Сочи среднегодовое содержание нитратов достаточно резко и синхронно изменялось в основном в пределах 5–30 мкг/дм³; одновременно проявляется общий тренд на снижение (рис. 3.21). Диапазон изменчивости в последние годы существенно сузился. Максимальные величины достигали 500–900 мкг/дм³ в пять лет наблюдений, однако начиная с 2007 г. не превышали 250 мкг/дм³ на устьевых участках акватории и 110 мкг/дм³ в порту Сочи и на удалении от берега. Содержание общего азота изменялось, как обычно, в очень широком диапазоне от аналитического нуля в двух пробах из поверхностного слоя в устье Мзымты и ручья Малый до очень высокой величины 2210,6 мкг/дм³, составив в среднем 209,2 мкг/дм³ (уменьшение в 1,2 раза); максимальная концентрация в три раза выше прошлогодней. В отличие от прошлого года существовало различие между слоями: в поверхностном среднегодовая концентрация по всем станциям немного увеличилась примерно в 1,1 раза и составила 294 мкг/дм³; а вот в придонном слое уменьшилась в 2 раза и составила 128 мкг/дм³. Среднее содержание суммарного азота в порту Сочи 466 мкг/дм³ (2014–345; 2013–220), в эстуариях рек 157 мкг/дм³ (286; 192) и в открытом море 193 мкг/дм³ (198; 224,8).

Концентрация **фосфатов** изменялась от аналитического нуля в 15 пробах из 64 проанализированных до 66,2 мкг/дм³ (уменьшение в 2,6 раза) в придонном слое вод у устья ручья Малый 1 сентября. Средняя за год концентрация по всем станциям составила 6,0 мкг/дм³ (2014–12,6; 2013–13,5); в поверхностном слое — 4,6 мкг/дм³, в глубинных слоях 7,3 мкг/дм³. Как

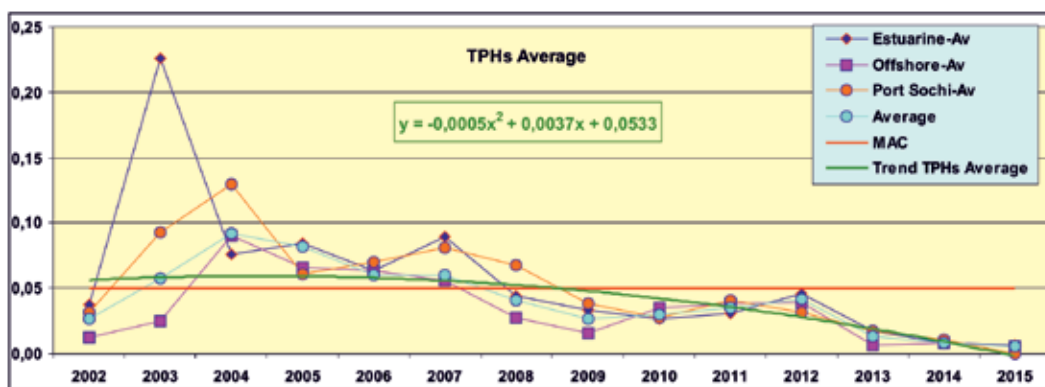


Рис. 3.22. Средняя концентрация нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2002–2015 гг.

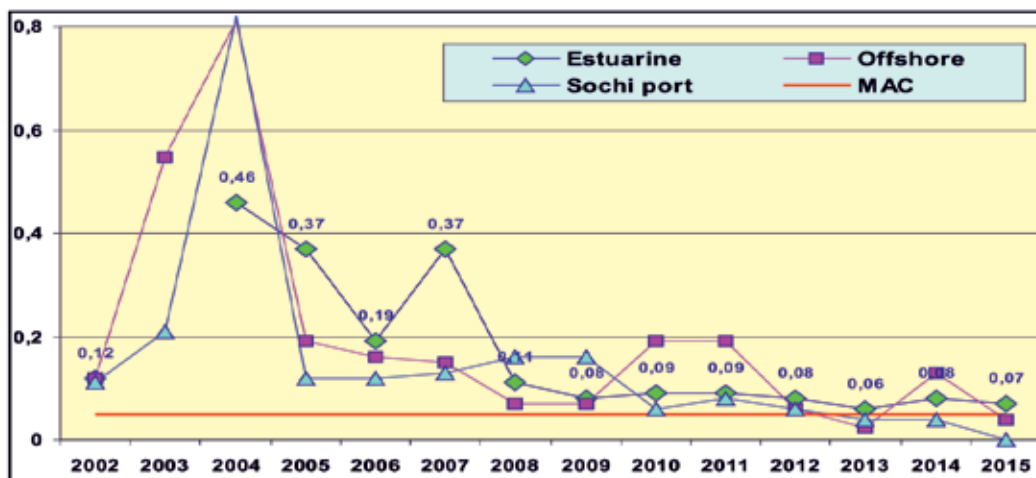


Рис. 3.23. Максимальная концентрация нефтяных углеводородов ($\text{мг}/\text{дм}^3$) в прибрежных водах района Адлер–Сочи в 2002–2015 гг. На графике не указано максимальное для всего Кавказского побережья значение $3,2 \text{ мг}/\text{дм}^3$, зафиксированное 27 сентября 2003 г. на поверхности у пос. Новая Мацеста.

и в прошлом году, содержание в воде фосфатов было наименьшим в открытых водах района ($5,1 \text{ мкг}/\text{дм}^3$), а в эстуарных районах рек исследованной акватории ($6,6$) и в водах порта Сочи ($5,8$) было примерно одинаковым. Среднегодовая величина общего фосфора варьировала от $1,0 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ на поверхности на траверзе р. Сочи в конце ноября до $684,6 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ в устье реки Хоста 20 мая; среднее значение составило $63,2 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, в 1,8 раза больше прошлогоднего. В поверхностном слое вод района среднее значение равнялось $102,6 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, а в глубинных водах $23,8 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Концентрация **силикатов** в пересчете на кремний варьировала в диапазоне от $0,8$ до $1153 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, максимум был в 1,5 раза ниже прошлогоднего и был зафиксирован в эстуарии реки Сочи 25 ноября. Средняя составила $96 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, что в 3,3 раза меньше прошлогоднего. В отличие от прошлого года два высоких значения 633 и $1153 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ были зафиксированы в устье р. Сочи 20 мая и 25 ноября. Поскольку важнейшим источником силикатов является речной сток, их содержание в эстуарной области рек было наибольшим ($129 \text{ мкг}/\text{дм}^3$), в два раза меньше в порту Сочи (57) и в открытых водах на удалении от берега (66). В поверхностном слое в целом по району исследования содержание кремниевой кислоты (120) было выше, чем в глубинных водах или в придонном слое на мелководье ($72 \text{ мкг}/\text{дм}^3$).

В 2015 г. в районе между реками Мзымта и Сочи уровень содержания **нефтяных углеводородов** изменялся в диапазоне от аналитического нуля (72% — 46 пробы из 64) до $0,07 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ($1,4 \text{ ПДК}$); в среднем составил $0,0056 \text{ мг}/\text{дм}^3$ (табл. 3.8). Максимальная величина была почти в 2 раза меньше прошлогодней, а средняя уменьшилась в 1,6 раза. Наибольшая концентрация зафиксирована 1 сентября в придонном слое глубине 5 м в устье реки Сочи. В поверхностном слое вод содержание НУ было немного меньше ($0,0044 \text{ мг}/\text{дм}^3$), чем в глубинных и придонных слоях ($0,0066 \text{ мг}/\text{дм}^3$). В целом на всей акватории прибрежного района Большого Сочи содержание нефтяных углеводородов постепенно снижается за последнее десятилетие до десятых долей ПДК (рис. 3.22). Снижение наблюдается как в водах порта Сочи и эстуарных участках, так и на двухмильном удалении от берега, причем различия между районами несут существенны. Аналогичная многолетняя динамика максимальной концентрации НУ наблю-

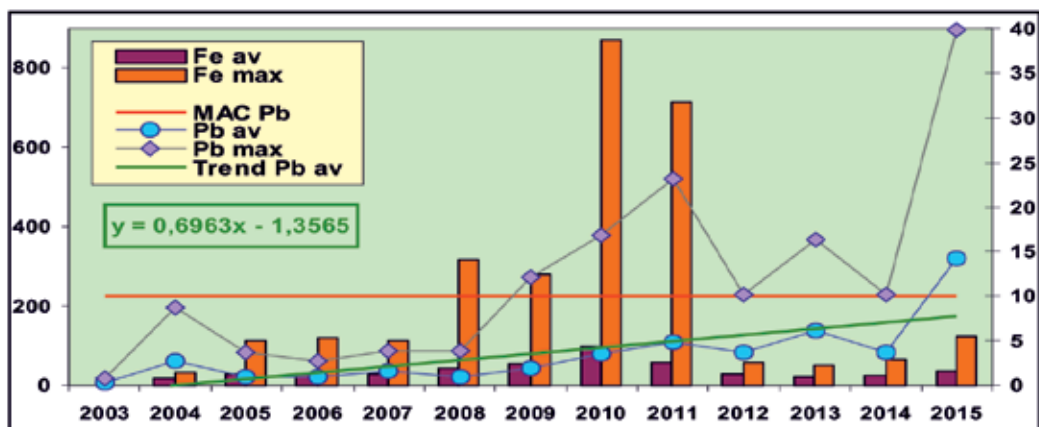


Рис. 3.24. Средняя и максимальная концентрация железа и свинца (мкг/дм³) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2003–2015 гг.

дается на всех участках рассматриваемой акватории, однако по этой характеристике районы различаются больше (рис. 3.23). Обычно повышенные значения наблюдаются в приустьевых районах рек, но экстремальные величины 2004 г. были отмечены в порту и в открытом море. Характерным является также низкий уровень нефтяного загрязнения вод в порту Сочи, где последние три года даже максимальная концентрация НУ не достигала норматива.

СПАВ присутствовали во всех исследованных пробах воды в незначительном количестве. Концентрация изменялась в диапазоне 4,1–20,0 мкг/дм³, максимум был почти в 4 раза ниже прошлогоднего и составил 0,2 ПДК в двух пробах с поверхности акватории порта (май и сентябрь); среднее значение практически равнялось прошлогоднему и составило 10,3 мкг/дм³. Распределение детергентов было относительно однородным по всей исследованной акватории; немного повышенные значения были в водах порта Сочи (средняя 14,3 мг/дм³) и немного меньше в эстуарных (9,4) и мористых (10,1) участках района. Концентрация хлорорганических пестицидов и гербицида трифлуралина во всех 64 пробах воды была ниже предела обнаружения используемого метода химического анализа. Последний раз пестициды группы ДДТ были обнаружены в морских водах района в 2005 г. Диапазон значений концентрации определяемых по БПК₅ органических веществ не изменился по сравнению с прошлым годом и составил 0,37–2,36 мгО₂/дм³; максимум был зафиксирован в придонном слое у устья реки Сочи 1 сентября при температуре воды 27,0°C и солености 18,22‰. Среднее значение по всему району составило 1,15 мгО₂/дм³, что на 7% меньше прошлогоднего. Различия между мористыми участками, эстуарными и акваторией порта незначительные — средние 1,20; 1,09 и 1,25 мгО₂/дм³ соответственно. Как и в прошлом году в глубинных слоях воды содержание органических веществ было на 23% больше (1,27 мгО₂/дм³), чем в поверхностном (1,03 мгО₂/дм³).

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 пять лет ртуть в прибрежных водах Большого Сочи была обнаружена только в апреле 2013 г. с максимумом 0,0042 мкг/дм³.

Pb. Содержание свинца в прибрежных водах района Сочи-Адлер было в диапазоне 1,6–39,9 мкг/дм³; среднегодовая величина увеличилась почти в 4 раза по сравнению с предыдущим годом до 14,28 мкг/дм³. Максимум также вырос в 4 раза (4,0 ПДК) и был отмечен на

поверхности акватории порта Сочи 11 марта. Всего в 43 пробах из 64 (67%) концентрация свинца была выше норматива. В целом за последнее десятилетие наблюдается повышение и средних и экстремальных значений содержания свинца в водах района (рис. 3.24). В 2015 г. средняя концентрация впервые превысила ПДК.

Fe. Концентрация железа в водах района между устьями рек Мзымта и Сочи изменялось в диапазоне 7,1–123,0 мкг/дм³ и в отличие от прошлого года в 16 пробах (25%) превышала ПДК, в основном в водах порта Сочи и эстуариях рек в марте и ноябре. Однако максимальное значение (2,5 ПДК) было зафиксировано мористее устья реки Хоста на глубине 50 м в конце ноября. В водах порта Сочи среднегодовая концентрация железа составила 44,7; в эстуарных участках 36,4, а в открытом море 33,8 мкг/дм³. В поверхностном и придонном слоях воды отличалась незначительно — 32,7 и 42,2 мкг/дм³ соответственно, а среднегодовая для всех проб составила 36,5 мкг/дм³. За последнюю декаду наблюдался четырехлетний период 2008–2011 гг. очень высоких максимальных значений концентрации железа (281–869 мкг/дм³), до и после которого экстремум обычно не превышал 1–2 ПДК. Вследствие этого нельзя выделить какой-либо тренд многолетнего содержания железа в водах района Большого Сочи, однако очевидно присутствие существенных межгодовых изменений.

Кислородный режим вод исследуемого прибрежного района был в пределах обычной сезонной и межгодовой изменчивости. Минимальная концентрация (7,24 мгО₂/дм³, 71% насыщения) была отмечена 25 ноября в придонном слое на глубине 5 м в эстуарной зоне ручья Малый при 14,4 °С. Вертикальное перемешивание вод до нижнего горизонта отбора проб (50 м) было достаточным, чтобы различий между поверхностным и подстилающими слоями не наблюдалось: средняя на поверхности 8,69 мгО₂/дм³, а в более глубоких слоях 8,95 мгО₂/дм³; средняя по всем пробам 8,86 мгО₂/дм³. В среднем по всем станциям и горизонтам насыщение воды кислородом составило 90,4% (в 2014 г. — 107,2%), диапазон 71–111%.

Таблица 3.8. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах акватории Черного моря в районе Сочи–Адлер в 2013–2015 гг.

Район	Ингредиент	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Сочи — Адлер	НУ	0,014	0,3	0,009	0,2	0,006	0,1
		0,06	1,2	0,13	2,6	0,07	1,4
	СПАВ	5,9	<0,1	9,6	<0,1	10,3	0,1
		35,5	0,4	76,0	0,8	20,0	0,2
	Аммонийный азот*	29,9	<0,1	18,0	<0,1	49,3	<0,1
		127,4	<0,1	115,3	<0,1	123,2	<0,1
	Железо	22,8	0,5	24,3	0,5	36,5	0,73
		52,6	1,1	64,5	1,3	123,0	2,5
	Свинец	6,2	0,6	3,7	0,4	14,3	1,4
16,4		1,6	10,3	1,0	39,9	4	
БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	1,1	0,4	1,2	0,4	1,15	0,4	
	2,0	0,7	2,0	0,7	2,36	0,8	
Взвешенные вещества	1,96	0,2	2,02	0,2	2,63	0,3	
	7,7	0,8	5,9	0,6	15,8	1,6	
Кислород	9,46		8,94		8,86		
	7,87		7,75		7,24		

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов, взвешенных веществ и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм³; аммонийного 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. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.

4. Аммонийный азот* — использовано значение ПДК в пересчете на азот (2256 мкгN/дм³).

5. Концентрация ртути и всех пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ была ниже предела обнаружения используемого метода химического анализа.

Район Сочи-Адлер. В целом загрязнение прибрежных вод Большого Сочи между эстуариями рек Сочи и Мзымта было невысоким. По расчетному комплексному индексу загрязненности вод ИЗВ в 2015 г. (0,81) воды могут быть охарактеризованы как «умеренно загрязненные» (табл. 3.6). Средние значения большинства контролируемых загрязняющих веществ, за исключением свинца, были существенно ниже установленных для морских вод нормативов. Максимальная концентрация превышала ПДК для нефтяных углеводородов (1,4 ПДК), железа (2,5 ПДК), свинца (4,0 ПДК) и взвешенных веществ (1,6 ПДК). Наибольшее содержание легкоокисляемого органического вещества, определяемого по БПК₅, не достигало установленного предела и составляло 0,8 ПДК. Хлорорганические пестициды и гербицид трифлуралин в пробах морской воды выявлены не были. Рассчитанные значения для отдельных участков акватории значения индекса ИЗВ были близкими и без значительных отличий в составе загрязняющих веществ. При этом воды акватории порта Сочи очевидно были более загрязненными по сравнению с эстуарными участками рек Сочи, Хоста и Мзымта и тем более с удаленными от берега открытыми водами. Индекс комплексности загрязненности вод достаточно высокий: 27%, поскольку четыре параметра из 15 нормируемых превышали ПДК (Fe, Pb, HУ и ВВ). Район работ характеризуется единичной повторяемостью превышения ПДК (менее 10%) по нефтяным углеводородам (1,6%) и взвешенным веществам (4,5%); неустойчивой повторяемостью по железу (25%) и характерной (67%) по свинцу. Уровень кратности превышения ПДК максимальным значением был низким (менее двух раз) для HУ и ВВ, и средним (2–10 раз) для Fe и Pb. В последние годы существенных изменений качества морских вод отмечено не было и общий уровень загрязнения незначительный. Некоторое ухудшение в 2015 г. почти полностью определялось существенным увеличением загрязнения вод свинцом. Состояние вод района в многолетней динамике оценивается как стабильное.

Таблица 3.6. Оценка качества вод прибрежной акватории Черного моря в районе Сочи–Адлер в 2013–2015 гг.

Районы и подрайоны	2013 г.		2014 г.		2015 г.		Среднее содержание ЗВ в 2015 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
1. Анапа	0,29	II	0,25	I	0,38	II	HУ 0,62; NO ₂ 0,14; СПАВ 0,08; O ₂ 0,69
2. Новороссийск	0,29	II	0,32	II	0,41	II	HУ 0,72; NO ₂ 0,11; СПАВ 0,08; O ₂ 0,72
3. Геленджик	0,27	II	0,24	I	0,30	II	HУ 0,33; NO ₂ 0,10; СПАВ 0,07; O ₂ 0,68
4. Туапсе	0,26	II	0,42	II	0,37	II	HУ 0,55; NO ₂ 0,12; СПАВ 0,11; O ₂ 0,70
5. Район Сочи – Адлер	0,50	II	0,48	II	0,81	III	Fe 0,73; Pb 1,43; БПК ₅ 0,38; O ₂ 0,68
5.1. Акватория порта Сочи	0,53	II	0,47	II	0,96	III	Fe 0,89; Pb 1,83; БПК ₅ 0,42; O ₂ 0,68
5.2. Устья рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый	0,52	II	0,49	II	0,82	III	Fe 0,73; Pb 1,50; БПК ₅ 0,36; O ₂ 0,69
5.3. Открытое море	0,45	II	0,48	II	0,74	II	Fe 0,68; Pb 1,20; БПК ₅ 0,40; O ₂ 0,67

4. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ

Луковская А.А., Фомина Л.Б., Ипатова С.В., Аляутдинов А.Р.

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 20 080 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 (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% площади моря. 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.

Климатические условия. По меридиану Балтийское море вытянуто на 12°10', по параллели — 20°50'. Из-за большой вытянутости вдоль меридиана и параллели отдельные районы Балтийского моря размещаются в разных физико-географических и климатических зонах. Это в свою очередь оказывает влияние на океанологические процессы, происходящие в море и отдельных его районах. Балтийское море расположено в полосе умеренного гумидного климата. В целом климат Балтики характеризуется как переходный от морского к континентальному. Колебания температуры воздуха в среднем составляют от 8 до 15°С. В южной и западной частях проявляется сильное влияние Атлантического океана, вследствие чего юг и центр моря не замерзают. Циркуляционные процессы региона характеризуются активной циклонической деятельностью с быстрым переносом несущих дождливую погоду воздушных масс атлантического происхождения. Циклоническая циркуляция наблюдается около 200 дней в году. Господствуют ветры широтного переноса, с которыми приходят воздушные массы умеренных широт — около 80%, арктические массы — от 6 до 17% и только 1% — тропические воздушные массы. Температура воды зимой на поверхности в открытом море составляет 1–3°С, у берегов — ниже 0°С; летом температура воды повышается до 18–20°С. Вертикальное распределение температуры характеризуется ее незначительным понижением до 20–30 м, скачкообразным понижением до 60–70 м и затем некоторым повышением ко дну. Холодный промежуточный слой сохраняется круглый год. Атмосферные осадки в Балтийском бассейне в целом составляют 400–800 мм/год, при этом в открытом море количество осадков наименьшее. В годовом ходе максимум осадков приходится на июль-август, минимум на январь-март.

Гидрология. Специфической чертой гидрологической структуры Балтики является двойной скачок плотности. Временный верхний слой образуется за счет распреснения и часто совпадает с сезонным термоклином. Постоянный нижний галоклин с очень высокими градиентами солености формируется как вертикальная граница между верхними распресненными водами и глубинными морскими, периодически поступающими в Балтику из пролива Скагеррак через Датские проливы. Вследствие этой особенности обычно выделяют три водные массы:

1) поверхностную с соленостью 7–8‰, она покрывает всю южную и центральную части моря, на севере и в заливах соленость существенно ниже, температура изменяется в широком пределе от нуля до 20°C; 2) придонную с соленостью 10–21‰ и температурой от 4,5 до 12°C, она занимает впадины в открытых районах моря; 3) переходная (2–6°C, соленость 8–10‰) залегает между поверхностной и придонной водными массами и образуется в результате их смешения. Вертикальное перемешивание водной толщи охватывает слой от поверхности до глубины 50–60 м за счет термической и соленостной конвекции и ограничивается снизу постоянным галоклином.

Горизонтальная циркуляция носит циклонический характер. Скорость постоянных течений 3–4 см/с, иногда достигает 10–15 см/с. Направление дрейфовых течений определяется преобладающими ветрами. Глубинная циркуляция также имеет циклонический характер и в значительной степени зависит от поступления соленых вод Северного моря.

Приливы небольшие — от 0,04 до 0,1 м, имеют полусуточные и суточные ритмы. Под влиянием ветров и резкой разницы давления повышение уровня в вершинах заливов может достигать 1,5–3 м, вызывая наводнения, например в Невской губе. Максимальная высота ветровых волн достигает 4–6 м. Хорошо выражены сгонно-нагонные колебания уровня моря, которые могут достигать 2 м. Наблюдаются также сейшеобразные колебания уровня до 1–2 и даже 3–4 м. В отдельных районах море покрывается льдом. Ледообразование начинается в начале ноября. В суровые зимы толщина неподвижного льда может достигать 1 м, а толщина плавучих льдов — 40–60 см. В мае море обычно очищается ото льда.

4.2. Система мониторинга восточной части Финского залива и Невской губы

В 2015 г. наблюдения в восточной части Финского залива и Невской губе были выполнены ФГБУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р» на 40 станциях в течение всего года. На акватории Невской губы к востоку от Комплекса Защитных Сооружений (КЗС) от наводнений до устья реки Нева работы проводились на 23 станциях: ежемесячно на 1 станции на акватории морского торгового порта (МТП); с января по декабрь на 17 станциях в открытой части Невской губы от устья Невы на востоке до КЗС, на 4 станциях в южной и северной курортных зонах Невской губы и на 1 станции в районе пос. Ольгино в зоне Северной станции аэрации (рис. 4.1). В восточной части Финского залива за пределами КЗС наблюдения на 17 станциях проводились в июне, августе и октябре в Мелководной зоне (МЗ) на 6 станциях, в глубоководном районе восточной части залива (5 станций), в Лужской и Копорской губах (4 станции), а также в курортном районе мелководной зоны на 2 станциях в период с мая по октябрь. Наблюдения осуществлялись с использованием арендованного экспедиционного судна «Мираж», в зимний период со льда, на курортных станциях с берега. Отбор проб воды и химический анализ проводились в соответствии с «Руководством по химическому анализу морских вод» (РД 52.10.243–92) за исключением биохимического потребления кислорода (БПК₅), проводившегося в соответствии с «Методикой выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после пяти дней инкубации (БПК_{полн}) в поверхностных, пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных водах» (РД 52.24.420–2006). Содержание нефтяных углеводородов определялось ИК — фотометрическим методом; фенола — методом хроматографии; СПАВ для Невской губы — методом экстракционно-фотометрическим; хлороорганических пестицидов — газохроматографическим методом; металлов — методом атомно-абсорбционной спектроскопии фильтрованных проб воды. Химические анализы выполнялись в Аналитической лаборатории, аккредитованной на техническую компетентность Росстандартом и зарегистрированной в государственном реестре с номером



Рис. 4.1. Схема расположения станций контроля состояния морской среды в Невской губе в 2015 г.

РОСС RU.0007.510422. В Невской губе расчет ИЗВ производили с учетом БПК₅. Принимая во внимание пресноводный характер Невской губы, при расчете ИЗВ использовались значения ПДК для поверхностных вод суши.

4.3. Центральная часть Невской губы

В 2015 г. на акватории Невской губы наблюдения проводились в течение всего года. Отбор проб осуществлялся с поверхностного, промежуточного (6–7 м) и придонного горизонтов (глубина станций 1,8–15,2 м). За весь период наблюдений было отобрано 295 проб на 17 станциях. Средняя температура воды на поверхности за весь период наблюдений составила 12,68 °С, а максимальная (20,8 °С) была отмечена в августе в Центральной части Невской губы. Величина водородного показателя рН была в диапазоне 6,98–7,99, в среднем — 7,41. Максимальное значение отмечено на поверхности в июне в юго-западной части Невской губы. Значения показателя щелочности в Невской губе варьировали в интервале от 0,464 ммоль/дм³ (август, поверхность) до 0,783 ммоль/дм³ (февраль, поверхность). Значение величины биохимического потребления кислорода (БПК₅), определяющее содержание легкоокисляемых органических соединений, в водах Невской губы в течение всего года изменялось в диапазоне 0,6–3,2 мгО₂/дм³. Средняя во всем столбе воды составляет 1,51 мгО₂/дм³. Из 211 проб значения БПК₅ были выше норматива только в двух пробах (3,0 мгО₂/дм³).

Органические загрязняющие вещества. В течение всего 2015 г. было отобрано 225 проб для определения содержания нефтяных углеводородов, которые были отмечены только в 5 пробах в концентрации равной уровню чувствительности метода химического анализа (DL=0,04 мкг/дм³, 0,8 ПДК). Очевидно воды Невской губы не являются загрязненными нефтяными углеводородами. В 89 пробах из 182 концентрация СПАВ была ниже предела обнаружения (DL=10 мкг/дм³); максимум достигал значения 32 мкг/дм³; средняя величина составила 16 мкг/дм³. В 2015 г. из 161 проб только в двух были обнаружены фенолы в концентрации 0,5 и 0,7 мкг/дм³. Во всех исследованных пробах воды из центральной части Невской

губы содержание хлорорганических пестицидов ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ было ниже предела обнаружения.

Металлы. В 225 пробах концентрация меди изменялась в диапазоне 1–28 мкг/дм³, максимум отмечен в придонном слое в майских пробах из юго-восточной части Невской губы. Среднее значение во всем столбе воды за весь период наблюдений составило 3,58 мкг/дм³ (3,6 ПДК), что превышает прошлогоднее значение 2,39 мкг/дм³. Пространственное распределение среднегодовой концентрации меди на акватории губы характеризовалось приуроченностью участков повышенных значений к устьевым районам реки Невы, локальной зоне у Лисьего Носа и станции С2 около участка сброса вод из очистных сооружений, а также вдоль южного побережья губы (рис. 4.2). Центральная часть отличалась относительно пониженным содержанием меди и отсутствием локальных «пятен» повышенной концентрации. В 156 из 225 отобранных проб вод Невской губы содержание свинца было ниже уровня обнаружения (DL=2 мкг/дм³). В остальных случаях концентрация свинца во всем столбе воды изменялась в диапазоне 2–4,2 мкг/дм³, а средняя составила 2,14 мкг/дм³. Содержание цинка в 128 пробах (56,9%) была ниже уровня пресноводной ПДК (10 мкг/дм³). В остальных случаях концентрация изменялась в интервале 11–65 мкг/дм³ (6,5 ПДК, июнь, придонный слой центральной части Невской губы); а в среднем составила 11,09 мкг/дм³ что немного выше прошлогоднего значения 9,7 мкг/дм³. Содержание марганца в водах Невской губы в 73 пробах было выше ПДК; диапазон значений 1–189 мкг/дм³ (19 ПДК), а средняя составила 2,32 мкг/дм³. Концентрация никеля в водах Невской губы в течение всего года во всем столбе воды находилась на уровне определения (DL=5 мкг/дм³). В трех пробах из 225 со-

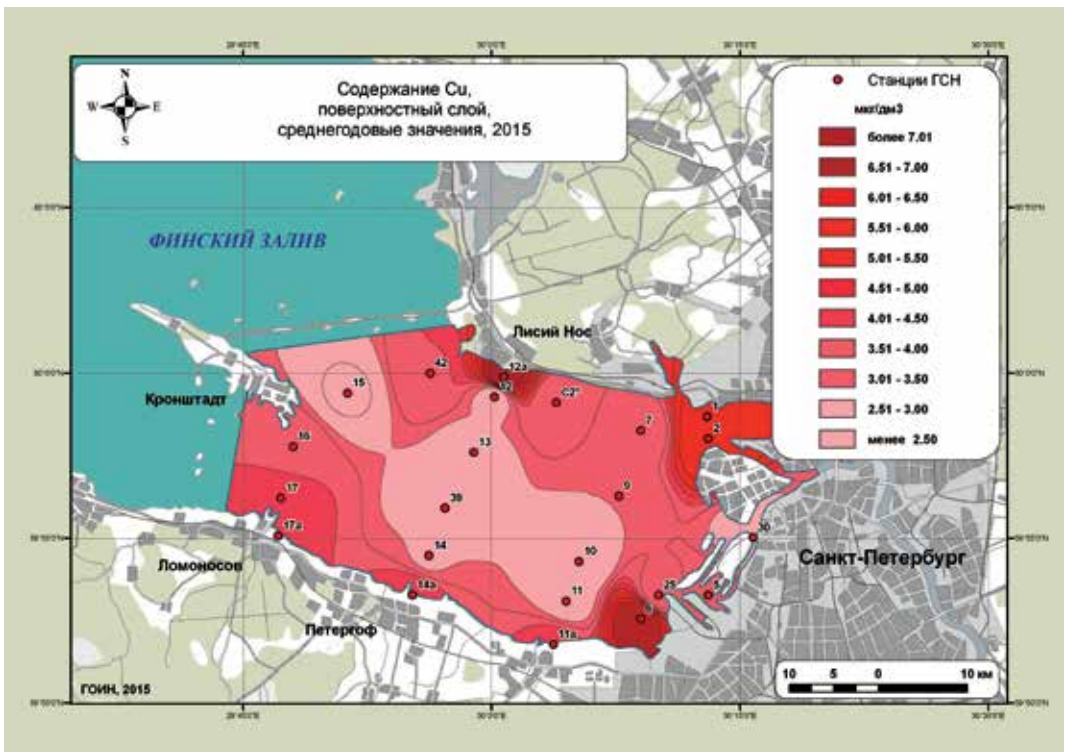


Рис. 4.2. Распределение средней концентрации меди (мкг/дм³) на акватории Невской губы в 2015 г.

держание кобальта превышало $DL=2$ мкг/дм^3 и составило 2,2; 2,4 и 3,0 мкг/дм^3 . В 17 пробах из 225 отобранных концентрации хрома была ниже уровня определения ($DL=1$ мкг/дм^3). В остальных случаях значения изменялись в интервале 1,0–4,0 мкг/дм^3 ; средняя 0,12 мкг/дм^3 ; $\text{max}=0,2$ ПДК и отмечен в февральских пробах в придонном слое в северной части Невской губы. Среднее содержание железа по всем пробам Невской губы составило 48,4 мкг/дм^3 , максимум 330 мкг/дм^3 (3,3 ПДК); алюминия — 0–78 мкг/дм^3 (2,0 ПДК), в среднем 21,5 мкг/дм^3 .

Биогенные вещества. Из 234 отобранных в Невской губе проб в 161 случае (68,8%) значение фосфатного фосфора было ниже уровня определения ($DL=5,0$ мкг/дм^3); максимум достигал 28 мкг/дм^3 , а средняя 2,5 мкг/дм^3 . Содержание общего фосфора варьировало в диапазоне от значений ниже уровня определения ($DL=5,0$ мкг/дм^3 , 75 проб из 234) до 43,1 мкг/дм^3 , в среднем 6,6 мкг/дм^3 . Из 234 проб концентрация аммонийного азота в 24 пробах из 234 (10,3%) была менее $DL=10$ мкг/дм^3 . В течение всего года содержание аммонийного азота в водах Невской губы изменялось в широком диапазоне 0–580 мкг/дм^3 , в среднем 71,6 мкг/дм^3 , что соответствует прошлогоднему значению 78,9 мкг/дм^3 . Концентрация нитритов в одной пробе равнялась аналитическому нулю и достигала 80,5 мкг/дм^3 ; средняя 9,1 мкг/дм^3 (0,38 ПДК для мезотрофных водоемов). В течение года концентрация азота нитратов в водах Невской губы изменялась в пределах 41–710 мкг/дм^3 ; высокие значения более 400 мкг/дм^3 зафиксированы в 10 пробах, а средняя во всем столбе воды составила 216,3 мкг/дм^3 . Содержание кремнекислоты в 2015 г. в Невской губе варьировало в интервале 14–700 мкг/дм^3 , в среднем 169,4 мкг/дм^3 , что ниже прошлогоднего значения 190,2 мкг/дм^3 . Содержание растворенного кислорода изменялось за весь период наблюдений в диапазоне 7,90–14,16 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, максимум отмечен 19 февраля в придонном слое на глубине 4 м на станции № 30 в кутовой части губы. Среднее содержание растворенного кислорода составило 10,08 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, что соответствует средним значениям прошлых лет.

4.4. Южный курортный район Невской губы

В 2015 г. мониторинг Южного курортного района Невской губы обеспечивался наблюдениями на 3 станциях, на которых производился отбор проб с поверхности в период с мая по октябрь. За весь период наблюдений было отобрано 18 проб. Средняя температура с мая по октябрь по всем станциям составила 14,96°C. Максимальная температура 19,0°C была отмечена в августе на поверхности. За весь период наблюдений содержание растворенного кислорода в отобранных пробах изменялось в диапазоне от 9,33 до 11,7 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$. Среднее значение содержания кислорода во всем столбе воды составляет 10,21 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, что фактически равно прошлогоднему значению. Величина водородного показателя рН в южном курортном районе за весь период наблюдений варьировала в пределах 6,68–8,38, в среднем 7,47, что сопоставимо с прошлогодними значениями. Среднее значение щелочности за весь период наблюдений во всем столбе воды составило 0,87 ммоль/дм^3 , достигая максимального значения 1,52 ммоль/дм^3 в весенних пробах. В водах Южного курортного района величина биохимического потребления кислорода БПК₅, характеризующая содержание легкоокисляемых соединений, была зарегистрирована в интервале 1,4–5,0 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$; в среднем 2,8 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$. В 7 пробах из 18 проб было отмечено превышение норматива ($DL=3,0$ $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$). Из 18 проб отобранных для определения фосфора фосфатов в 10 случаях зафиксированы значения ниже уровня определения (5,0 мкг/дм^3); средняя величина составила 3,3, а максимальная 11,0 мкг/дм^3 . В 6 пробах концентрация общего фосфора была ниже уровня обнаружения; максимальное значение составило 16,0 мкг/дм^3 в середине июля, среднее 6,6 мкг/дм^3 . Содержание аммонийного азота в 2015 г. изменялось в пределах от значений ниже предела обнаружения в двух

пробах до максимума 350 мкг/дм³ (0,9 ПДК), отмеченного на поверхности в майских пробах. Среднее значение за весь период наблюдений на трех станциях района во всем столбе воды составляло 74,9 мкг/дм³ (0,2 ПДК). Концентрация нитритного азота в Южном курортном районе варьировала в пределах 1,1–43 мкг/дм³, максимум (1,8 ПДК для пресных вод) отмечен на поверхности 6 октября; среднее значение 10,6 мкг/дм³. Среднее содержание нитратного азота составило 113,9; диапазон 11–490 мкг/дм³. Аналогичные показатели общего азота в водах Южного курортного района за весь период наблюдений во всем столбе воды составляли 570,6/390–900 мкг/дм³, достигая максимальные значения в майских пробах. Это существенно ниже прошлогоднего среднего значения 885 мкг/дм³ и максимального 1470 мкг/дм³ соответственно. За весь период наблюдений значение концентрации кремниевой кислоты изменялось в интервале от 23 до 300 мкг/дм³; среднее значение составило 70,2 мкг/дм³, что в 2 раза меньше прошлогоднего уровня 150,33 мкг/дм³.

Органические загрязняющие вещества. В 2015 г. в водах Южного курортного района только в одной пробе из 18 содержание нефтяных углеводородов равнялось уровню определения используемого метода анализа (0,04 мг/дм³, 0,8 ПДК). Это свидетельствует о невысоком уровне загрязнения вод Южного курортного района нефтяными углеводородами. Из 18 отобранных проб в семи содержание СПАВ было ниже уровня обнаружения (DL=10 мкг/дм³), а в остальных случаях концентрация СПАВ изменялась в интервале 10–37 мкг/дм³; среднее значение во всем столбе воды составило 12,3 мкг/дм³. Во всех исследованных пробах воды содержание фенола и хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. В водах Южного курортного района концентрация меди изменялась в диапазоне 1,6–9,4 мкг/дм³; среднее значение во всем столбе воды составило 4,21 мкг/дм³ (более 4 ПДК для пресных вод). Это выше прошлогоднего значения — 3,05 мкг/дм³. Содержание цинка варьировало от 3,3 до 29; в среднем 10,6 мкг/дм³ (более 1 ПДК), что выше прошлогоднего среднего значения по району — 9,02 мкг/дм³. В 2015 г. в семи пробах из 18 концентрация цинка превышала ПДК; максимальное значение отмечено в пробах с поверхности воды в мае. Концентрация марганца в отобранных пробах было в диапазоне 1–33 мкг/дм³, максимум отмечен в июне; средняя составила 6,3 мкг/дм³ (0,2 ПДК); аналогичные величины для железа — 13–93/45,3 мкг/дм³ (max 0,9 ПДК); алюминия — 11–106/34 мкг/дм³ (max 2,7 ПДК); кадмия — аналитический ноль (3 пробы) — 0,43/0,15 мкг/дм³ (max <0,1 ПДК). Содержание свинца составляло 2 мкг/дм³ в семи пробах, а в остальных зафиксировано как аналитический ноль; среднее значение 0,8 мкг/дм³. Во всех 18 пробах, взятых на акватории Южного курортного района Невской губы, концентрация никеля, кобальта, хрома была ниже уровня обнаружения.

4.5. Северный курортный район Невской губы

В 2015 г. мониторинг Северного курортного района Невской губы обеспечивался наблюдениями на 1 станции в районе поселка Ольгино, в период с мая по октябрь отобрано из поверхностного слоя 6 проб. Максимальная температура 19,3 °С была отмечена в середине июля. За весь период наблюдений содержание растворенного кислорода в отобранных пробах изменялось в диапазоне 9,86–11,78 мгО₂/дм³. Среднее значение содержания кислорода во всем столбе воды составляет 10,66 мгО₂/дм³, что фактически равно прошлогоднему значению 10,58 мгО₂/дм³. Величина водородного показателя в северном курортном районе за весь период наблюдений варьировала в пределах 7,09–8,35; в среднем 7,53; в прошлом году было 8,07; щелочность изменялась в диапазоне 0,528–0,608 ммоль/дм³, в среднем 0,570 ммоль/дм³. Ве-

личина биохимического потребления кислорода БПК₅, характеризующая содержание легко-окисляемых органических соединений, была зарегистрирована в интервале 1,3–5,9 мгО₂/дм³, максимум (почти 2 ПДК) был отмечен в июле; среднее значение составляет 2,95 мгО₂/дм³. Концентрация минерального фосфора в двух пробах составила 5,6 и 9,2 мкг/дм³, а в остальных было ниже аналитического нуля. Среднее содержание общего фосфора составило 8,11 мкг/дм³, при максимальном значении 15,0 мкг/дм³, зафиксированном в июле. Содержание аммонийного азота изменялось от аналитического нуля в одной пробе до 180 мкг/дм³ в июле (0,5 ПДК). Среднее значение по всем пробам составляет 55,0 мкг/дм³. Концентрация нитритного азота варьировала от аналитического нуля в одной пробе до 16 мкг/дм³, в среднем 5,9 мкг/дм³ (0,25 ПДК). Содержание нитратов изменялось от 22 до 440 мкг/дм³, в среднем 161,5 мкг/дм³; общего азота — 500–750 мкг/дм³, максимум отмечен в июле; среднее значение 613,3 мкг/дм³, что существенно ниже прошлогоднего 736,7 мкг/дм³. За весь период наблюдений значение концентрации кремнекислоты изменялось в интервале от 24 до 190 мкг/дм³, Среднее значение составило 76,5 мкг/дм³, что практически в 2 раза меньше прошлогоднего значения — 114,17 мкг/дм³.

Органические загрязняющие вещества. В шести обработанных пробах воды содержание нефтяных углеводородов было ниже предела обнаружения (DL=0,04 мкг/дм³, 0,8 ПДК) Концентрация СПАВ изменялась в интервале от аналитического нуля в одной пробе до 34 мкг/дм³, среднее значение составило 21,5 мкг/дм³. Во всех исследованных пробах воды содержание фенола, хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. В 2015 г. во всех пробах Южного курортного района концентрация меди была зарегистрирована выше уровня определения и изменялась в диапазоне от 2,5 до 12,0 мкг/дм³; среднее значение составило 7,3 мкг/дм³ (более 7 ПДК), что почти в 2 раза выше прошлогоднего значения 3,25 мкг/дм³. Концентрация цинка была в пределах 4–24 мкг/дм³, в среднем 15,3 мкг/дм³ (1,5 ПДК); максимум в сентябре; марганца — 2,4–57/13,4 мкг/дм³; железа — 0–162/78,7 мкг/дм³ (max 1,6 ПДК); алюминия — 15–39/28,7 мкг/дм³ (max 1,0 ПДК); кадмия — 0,10/0,40 мкг/дм³ (max <0,1 ПДК). Содержание свинца составляло 2 мкг/дм³ в трех пробах, а в остальных было ниже предела обнаружения; среднее значение 1,0 мкг/дм³. Концентрация никеля, кобальта и хрома была ниже уровня определения.

4.6. Морской торговый порт (МТП)

Пробы в районе Санкт-Петербургского Морского Торгового Порты (МТП) отбирали на одной станции в течении всего года в поверхностном и придонном слое на глубине 12 м. За весь период наблюдений было отобрано 22 пробы. Максимальная температура 18,5°C была отмечена в июле на поверхности. Содержание растворенного кислорода в районе МТП за весь период наблюдений изменялось в диапазоне от 7,66 до 13,58 мгО₂/дм³. Среднее значение составляет 10,61 мгО₂/дм³, что ниже прошлогоднего показателя — 11,05 мгО₂/дм³. Величина водородного показателя рН изменялась от 7,08 до 7,79, при среднем значении за весь период наблюдений 7,43. В водах района МТП величина биохимического потребления кислорода БПК₅ варьировала в интервале от 0,5 до 3,4 мгО₂/дм³, среднее значение составило 1,47 мгО₂/дм³. В трех пробах из 22 значение фосфатного фосфора было ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм³), в прошлом году таких проб было 10. Максимум составлял 13 мкг/дм³, средняя концентрация составила 6,8 мкг/дм³, в прошлом году — 4,3 мкг/дм³. Содержание общего фосфора варьировало в диапазоне от 7,5 до 22 мкг/дм³; в среднем 11,7 мкг/дм³. Концентрация аммонийного азота изменялась в пределах 16–390 (1,0 ПДК); в среднем 151,9 мкг/дм³, максимум зафиксирован в марте

в придонном слое; нитритного азота — 1,8–46 мкг/дм³ (max 1,9 ПДК). Среднее значение содержания нитритного азота составляет 13,8 мкг/дм³, что почти соответствует прошлогоднему 13,14 мкг/дм³; нитратного азота — 170–770/273,6 мкг/дм³. Среднее содержание общего азота по всем пробам в районе МТП составило 740,9 мкг/дм³, что ниже прошлогоднего значения 793,0 мкг/дм³, максимальна величина 1370 мкг/дм³ (март). Содержание кремниевой кислоты варьировало в интервале 60–710 мкг/дм³; среднее значение 323,6 мкг/дм³, что ниже прошлогоднего — 367,0 мкг/дм³.

Органические загрязняющие вещества. В 2015 году в районе МТП только в 2 из 22 отобранных проб было зафиксировано содержание нефтяных углеводородов равное уровню определения (DL=0,04 мг/дм³, 0,8 ПДК), что свидетельствует о незначительном загрязнении вод Морского торгового порта. В течение всего периода наблюдений концентрация СПАВ превышала предел обнаружения (DL=10 мкг/дм³) в 13 пробах и достигала 200 мкг/дм³ (2 ПДК, вторая половина января, у дна на глубине 11 м), в среднем 19 мкг/дм³. Только в 5 пробах из 22 содержание фенолов было выше уровня определения (DL=0,5 мкг/дм³, 0,5 ПДК), достигая максимального значения (1,1 мкг/дм³, 1,1 ПДК) в сентябре в придонном слое. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. На станции Морского торгового порта в 2015 г. концентрация меди изменялась в диапазоне 1,0–7,8 мкг/дм³ (почти 8 ПДК), отмеченного в поверхностном слое в ноябре (табл. 4.1). Среднее значение (3,7 ПДК) немного выше прошлогоднего (3,08 мкг/дм³). Содержание свинца в 8 пробах было ниже уровня обнаружения (DL=2,0 мкг/дм³), максимум в январе почти достигал 2 ПДК, а средняя величина была около 0,3 ПДК. Концентрация цинка во всех пробах была выше предела обнаружения, а максимум в феврале доходил почти до 4 ПДК, среднее значение также немного превышало норматив. Содержание марганца изменялось в диапазоне 0–61 мкг/дм³ (более 6 ПДК), а среднее немного превышало норматив и соответствовало прошлогоднему значению. Содержание никеля, хрома, кобальта в водах Морского торгового порта в течение всего года во всем столбе воды было ниже уровня определения. Среднее содержание железа и алюминия не достигло 1 ПДК, однако максимальное значение в июле и октябре, соответственно, его существенно превышало.

Таблица 4.1. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Санкт-Петербургского Морского Торгового Порты (СПб МТП) в 2015 г. Используются ПДК для пресноводных водоемов.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Cr	Fe	Al
Сред.	3,7	1,7	0,20	0	0	11,6	11,2	0	96,3	25,8
Макс.	7,8	11	0,71	0	0	37	61	0	460	77
Мин.	1,0	0	0	0	0	4,4	0	0	0	0
ПДК сред.	3,7	0,3	<0,1	-	-	1,2	1,1	-	0,96	0,65
ПДК max.	7,8	1,8	0,1	-	-	3,7	6,1	-	4,6	1,9

4.7. Северная станция аэрации

В 2015 г. в районе Северной станции аэрации (С2) 14 проб воды было отобрано в феврале и с мая по октябрь в поверхностном и придонном слое. Максимальная температура (18,0°C) была отмечена в июле на поверхности. Содержание растворенного кислорода в районе Север-

ной станции аэрации за весь период наблюдений изменялось в диапазоне 8,35–13,75 мгО₂/дм³, среднее значение (10,16 мгО₂/дм³) равно прошлогоднему (10,13 мгО₂/дм³). Величина водородного показателя рН изменялась в пределах 7,12–7,65, среднее 7,35. Значения БПК₅ варьировали в интервале 1,2–2,7 мгО₂/дм³ и не превышали норматива; среднее (2,11 мгО₂/дм³) было ниже прошлогоднего (2,57 мгО₂/дм³). Содержание неорганического фосфора было в диапазоне 0 (4 пробы) — 12 мкг/дм³, в среднем 5,7 мкг/дм³, что существенно ниже прошлогоднего показателя (19,9 мкг/дм³); общего фосфора — 5,7–17/10,9 мкг/дм³, среднее более чем в два раза меньше прошлогоднего значения (25,7 мкг/дм³). В целом, усредненные значения содержания фосфатного фосфора и общего фосфора в водах Северной станции аэрации выше других районов, за исключением акватории Морского Торгового порта. Содержание аммонийного азота в 2015 г. изменялось в пределах 31–720 мкг/дм³, максимум отмечен на поверхности в сентябре. Среднее значение за весь период наблюдений во всем столбе воды составило 216 мкг/дм³ (0,6 ПДК), что почти в два раза меньше прошлогоднего значения — 424,93 мкг/дм³. Концентрация нитритного азота изменялась в диапазоне 1,8–95,6 мкг/дм³, наибольшее значение зафиксировано на поверхности в июле; среднее (31,2 мкг/дм³, 1,3 ПДК) вдвое больше прошлогоднего (13,1 мкг/дм³). Нитратного азота — 140–470/250,7 мкг/дм³. Содержание общего азота в районе Северной станции аэрации составило 620–1140/837 мкг/дм³, средняя величина в 1,6 раза меньше прошлогодней. В целом содержание азотосодержащих веществ в водах ССЭ существенно превышает показатели всех других районов Невской губы. Содержание кремниеслоты варьировало в интервале 26–610 мкг/дм³, в среднем 222 мкг/дм³, что ниже среднего прошлогоднего значения — 292,4 мкг/дм³.

Органические загрязняющие вещества. В 2015 г. в районе Северной станции аэрации концентрация нефтяных углеводородов была ниже уровня определения (DL=0,04 мкг/дм³, 0,8 ПДК), что указывает на низкий уровень загрязнения вод этой группой загрязняющих веществ. СПАВ отмечены в пяти пробах из 12 отобранных; диапазон значений 12–23 мкг/дм³, среднее 6,7 мкг/дм³. Фенол отмечен в трех пробах из 14 в концентрации 0,8 мкг/дм³, среднее значение 0,17 мкг/дм³. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. В водах района концентрация меди была весьма высокой и достигала 10 ПДК (табл. 4.2). Содержание свинца было очень невысоким и ниже предела обнаружения в 6 пробах из 14 обработанных. Среднее содержание цинка и марганца достигало норматива, а максимум в полтора и почти 4 раза превышал ПДК, соответственно. Эти металлы и медь определяли общий высокий уровень загрязнения этого района Невской губы. Содержание никеля, хрома и кобальта в водах Северной станции аэрации в течение всего периода наблюдений было ниже предела обнаружения. Железо и алюминий были отмечены почти во всех пробах, однако их общее содержание было относительно невысоким.

Таблица 4.2. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах района Северной станции аэрации (С2) в 2015 г. Используются ПДК для пресноводных водоемов.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Cr	Fe	Al
Сред.	3,4	1,2	0,13	0	0	9,6	10,0	0	50,6	17,2
Макс.	10,0	2,6	0,33	0	0	15	37	0	72	27
Мин.	1,1	0	0	0	0	5,1	1	0	0	0
ПДК сред.	3,4	0,2	<0,1	-	-	0,96	1,0	-	0,5	0,43
ПДК max.	10,0	0,4	<0,1	-	-	1,5	3,7	-	0,7	1,1

4.8. Восточная часть Финского залива

Курортный район мелководной зоны

В 2015 г. пробы в Курортном районе мелководной зоны (КРМЗ) отбирались из поверхностного слоя на двух станциях ежемесячно с мая по октябрь. За весь период наблюдений было отобрано 12 проб. Максимальная температура 18,2°С была отмечена в июле. Содержание растворенного кислорода в Курортном районе мелководной зоны за весь период наблюдений изменялось в диапазоне от 8,87–10,75 мгО₂/дм³; среднее 10,00 мгО₂/дм³ ниже прошлогоднего значения 10,72 мгО₂/дм³. Величина водородного показателя рН изменялась от 7,01 до 8,58, средняя 7,49. Величина БПК₅ варьировала в интервале 0,8–3,3 мгО₂/дм³, максимум 1,1 ПДК, средняя как и в прошлом году составила 2,2 мгО₂/дм³. Концентрация фосфатного фосфора была выше предела обнаружения в трех пробах (5,6; 6,4 и 7,3 мкг/дм³) из 12 отобранных; в среднем 1,6 мкг/дм³. Содержание общего фосфора изменялось от аналитического нуля в пяти пробах до 12,0 мкг/дм³; в среднем 5,2 мкг/дм³. Содержание аммонийного азота изменялось от нуля в трех пробах до 230 мкг/дм³ в мае; в среднем 50,9 мкг/дм³ (0,13 ПДК), что меньше прошлогоднего значения 60,5 мкг/дм³. Концентрация нитритного азота изменялась от нуля в одной пробе до 14,3 мкг/дм³ (0,6 ПДК) в мае. Среднее значение содержания нитритного азота составляет 3,7 мкг/дм³; общего азота — 591 мкг/дм³ при диапазоне 410–790 мкг/дм³, максимум зафиксирован в мае. Содержание кремниевой кислоты в водах Курортного района мелководной зоны варьировало в интервале 19–900 мкг/дм³, максимум отмечен в июле. Средняя концентрация силикатов составила 254,6 мкг/дм³, что существенно ниже прошлогоднего значения 437,2 мкг/дм³.

Органические загрязняющие вещества. В 2015 г. в четырех пробах из 12 было отмечено присутствие нефтяных углеводородов в концентрации на уровне чувствительности метода химического анализа (DL=0,04 мкг/дм³, 0,8 ПДК). Концентрация СПАВ в трех пробах была ниже уровня аналитического нуля (DL=10 мкг/дм³), а в оставшихся достигала 34 мкг/дм³; среднее значение 19,5 мкг/дм³, что является практически равным значению прошлого года. Во всех исследованных пробах воды содержание фенолов и хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности использованных методов химического анализа.

Металлы. На двух станциях Курортного района мелководной зоны и среднее, и экстремальное содержание большинства металлов в воде в целом было невысоким (табл. 4.3). Наибольшие величины зарегистрированы для железа, максимум превышал 5 ПДК, а средняя концентрация превышала 2 ПДК. В отдельных пробах превышало норматив содержание марганца и алюминия. Среднее содержание меди достигало норматива, а максимум в октябре составлял почти 2 ПДК.

Таблица 4.3. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива в 2015 г. Используются ПДК для морских вод.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Cr	Fe	Al
Сред.	5,2	1,2	0,24	0	0	9,2	15,2	0,08	108,4	25,7
Макс.	9,4	2,0	0,39	0	0	18	57	1,0	258	57
Мин.	2,2	0	0,11	0	0	4,9	1,7	0	0	11
ПДК сред.	1,0	0,1	<0,1	-	-	0,2	0,3	<0,1	2,2	0,64
ПДК max.	1,9	0,2	<0,1	-	-	0,4	1,1	<0,1	5,2	1,4

Мелководный район Восточной части Финского залива

В 2015 г. съемка в Мелководном районе восточной части Финского залива (МРВЧ) проводилась на шести станциях, из которых на пяти отбор проб производился только в августе, и на одной станции в феврале, мае и августе. За весь период наблюдений было отобрано 28 проб с поверхности, из промежуточного слоя и придонного горизонта. Максимальная температура 19,80°C была отмечена в середине августа на поверхности. Содержание растворенного кислорода изменялось в диапазоне от минимального значения 3,76 мгО₂/дм³, зафиксированного в августе в придонном слое, до максимального значения 13,79 мгО₂/дм³. Среднее значение составляет 9,08 мгО₂/дм³, что находится на уровне усредненного многолетнего показателя. Величина водородного показателя pH изменялась в диапазоне 7,02–7,86 при среднем значении за весь период наблюдений 7,5. Небольшие отличия в показателях объясняются влиянием стока пресных рек. Величина биохимического потребления кислорода БПК₅ измерялась только на одной станции в феврале и мае. Диапазон измеренных значений в пробах 1,2–3,9 мгО₂/дм³ (1,3 ПДК, май, придонный слой). Из 21 пробы в 13 концентрация фосфатного фосфора была ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм³), а максимум достигал 27 мкг/дм³ и был зафиксирован в августе в придонном слое; среднегодовая составила 11,7 мкг/дм³. Содержание общего фосфора варьировало в диапазоне 0–33,0 мкг/дм³; в среднем 8,6 мкг/дм³. Концентрация аммонийного азота изменялась в пределах от аналитического нуля в одной пробе до максимального значения 260 мкг/дм³, отмеченного на поверхности в феврале. Среднее значение за весь период наблюдений по всем станциям в столбе воды составляло 55,1 мкг/дм³, что выше прошлогоднего показателя 38,8 мкг/дм³. Содержание нитритного азота изменялось в диапазоне 1,5–18 мкг/дм³, среднее 8,1 мкг/дм³; общего азота 350–960 мкг/дм³; среднегодовая концентрация по всем пробам зафиксирована на уровне 548,1 мкг/дм³. Содержание кремнекислоты в водах Мелководного района Восточной части Финского залива изменялась в интервале 13–910 мкг/дм³, максимум в июне; среднее 220,3 мкг/дм³.

Органические загрязняющие вещества. В 2015 г. в районе МРВЧ ни в одной пробе не было зафиксировано значение нефтяных углеводородов выше уровня обнаружения (DL=0,04 мкг/дм³, 0,8 ПДК), что говорит об отсутствии загрязнения нефтяными углеводородами вод района. В половине из 16 проб концентрация СПАВ была ниже уровня определения (DL=10 мкг/дм³) и достигала 21 мкг/дм³, средняя 8,1 мкг/дм³. Во всех исследованных пробах воды содержание фенолов и хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения.

Таблица 4.4. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах мелководной зоны восточной части Финского залива в 2015 г. Использованы ПДК для морских вод.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Cr	Fe	Al
Сред.	3,4	0	0,15	0,41	0,31	9,2	72,3	0,19	24,3	19,0
Макс.	8,3	0	0,35	3,9	5,0	19	343	1,0	85	56
Мин.	1,5	0	0	0	0	4,3	1,5	0	3	2
ПДК сред.	0,7	-	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	1,4	<0,1	0,5	0,5
ПДК макс.	1,7	-	<0,1	0,8	0,5	0,4	6,9	<0,1	1,7	1,4

Металлы. Во всех пробах 2015 г. из Мелководного района восточной части Финского залива концентрация меди была выше уровня определения (DL=0,5 мкг/дм³); диапазон 1,5–8,3 мкг/дм³ (1,7 ПДК), что соответствует прошлогодним показателям; среднее значение концентрации меди во всем столбе воды за весь период наблюдений составило 3,36 мкг/дм³ (табл. 4.4). Воды района были очень загрязнены марганцем, средняя концентрация составила

72,29 мкг/дм³ (1,4 ПДК), при минимальном значении 1,5 мкг/дм³ и максимальном 343 мкг/дм³ (почти 7 ПДК), зафиксированного в августе в придонном слое. Содержание свинца было ниже уровня обнаружения (DL=2 мкг/дм³) во всех пробах. Средняя концентрация остальных металлов была существенно ниже норматива и только железа и алюминия была близка к половине ПДК. Максимальные значения этих металлов были выше нормы. В 95% проб содержание никеля, кобальта и хрома было ниже уровня определения. Ртуть была обнаружена в одной пробе в концентрации 0,05 мкг/дм³ (0,5 ПДК).

Глубоководный район восточной части Финского залива

В 2015 г. в глубоководном районе восточной части Финского залива (ГРВЧ) на пяти станциях в августе во всем столбе воды было отобрано 32 пробы. Средняя температура в августе составила 18,48°C на поверхности, 17,68°C на глубине 10 м, 13,76°C на глубине 20 м, 6,41°C на глубине 30 м. Содержание растворенного кислорода изменялось в диапазоне от минимального значения 4,92 мгО₂/дм³ до максимального значения 10,22 мгО₂/дм³. Среднее значение составляет 7,98 мгО₂/дм³, что находится на уровне усредненного многолетнего показателя. Щелочность была в интервале 0,658–1,461 ммоль/дм³. В 2015 г. в 13 пробах концентрация фосфатного фосфора была ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм³), а в остальных достигала 36 мкг/дм³; средняя 9,55 мкг/дм³. Содержание общего фосфора варьировало в диапазоне от значений ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм³, 10 проб из 26) до 44,1 мкг/дм³. В среднем концентрация общего фосфора за весь период наблюдений во всем столбе воды составила 12,7 мкг/дм³. В 12 пробах содержание аммонийного азота было ниже предела обнаружения (DL=10 мкг/дм³), а максимум достигал 63 мкг/дм³, среднегодовое значение составило 13,6 мкг/дм³. Концентрация нитратного азота изменялась от 15 до 220 мкг/дм³; средняя составляла 54,7 мкг/дм³. Необходимо отметить, что содержание азотсодержащих веществ существенно ниже, чем в прибрежных районах. Содержание кремнекислоты в 2015 г. изменялось в интервале 32–750 мкг/дм³, в среднем 279,6 мкг/дм³.

Органические загрязняющие вещества. Содержание нефтяных углеводородов было ниже уровня чувствительности метода химического анализа (DL=0,04 мкг/дм³). В трех пробах из 10 концентрация СПАВ была ниже уровня аналитического нуля (DL=10 мкг/дм³), а в оставшихся достигала 15 мкг/дм³; средняя 9,5 мкг/дм³. Концентрация фенола составила в трех пробах 0,5; 0,7 и 0,8 мкг/дм³. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения.

Таблица 4.5. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах глубоководной зоны восточной части Финского залива в 2015 г. Используются ПДК для морских вод.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Cr	Fe	Al
Сред.	1,9	0	0,14	0,41	2,0	6,6	106,9	0,33	2,2	3,8
Макс.	3,4	0	0,21	3,9	20,0	7,8	239	3,3	10	8,0
Мин.	1,0	0	0	0,1	0	4,3	10	0	0	2,0
ПДК сред.	0,4	-	<0,1	<0,1	0,2	0,1	2,1	<0,1	<0,1	<0,1
ПДК max.	0,7	-	<0,1	0,8	2,0	0,2	4,8	0,2	0,2	0,2

Металлы. В 10 отобранных пробах концентрация меди была выше уровня определения (DL=0,5 мкг/дм³), максимум 3,4 мкг/дм³ (0,68 ПДК), среднее 1,94 мкг/дм³ (табл. 4.5). Содержание свинца было ниже уровня определения (DL=2 мкг/дм³). В одной пробе было зафиксировано присутствие никеля в концентрации 20 мкг/дм³ (2 ПДК). Во всех пробах содержание марганца в водах глубоководного района было выше норматива; диапазон значе-

ний 10–239 мкг/дм³, максимум почти достигал 5 ПДК. В 2015 г. в 90% пробах содержание кобальта было ниже уровня определения. В половине из 10 проб содержание ртути было ниже предела обнаружения, однако в остальных доходило до 0,26 мкг/дм³ (2,6 ПДК), средняя составила 0,07 мкг/дм³.

Копорская губа

В 2015 г. на двух станциях в губе с глубинами 12 м и 25 м в августе было отобрано 8 проб воды. Средняя температура в августе составила 17,8°С на поверхности, 16,8°С на глубине до 10 метров и 13,05°С на глубине 20 метров. Содержание растворенного кислорода изменялось в диапазоне 3,46–9,73 мгО₂/дм³; среднее 7,30 мгО₂/дм³. Величина водородного показателя рН изменялась в диапазоне 7,25–7,58, в среднем 7,40. Концентрация фосфатного фосфора в двух пробах составляла 21 и 27 мкг/дм³, а в остальных была ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм³). Содержание общего фосфора варьировало в диапазоне 0–33 мкг/дм³, максимум зафиксирован в придонном слое; аммонийного азота — от аналитического нуля в двух пробах до 39 мкг/дм³, в среднем 15,3 мкг/дм³; нитритного азота — 1,9–21/10,5 мкг/дм³; нитратного азота — 30–160/64,8 мкг/дм³ и общего азота по всем пробам 250–560/386,7 мкг/дм³. Максимальная величина ниже прошлогоднего значения 437,8 мкг/дм³. Концентрация соединений кремния изменялась в интервале 40–820 мкг/дм³, максимум отмечен в придонном слое. Среднее содержание кремнекислоты во всем столбе воды составляет 276,8 мкг/дм³, что ниже прошлогоднего значения 287,61 мкг/дм³.

Органические загрязняющие вещества. Во всех отобранных пробах концентрация нефтяных углеводородов была ниже уровня обнаружения (DL=0,04 мкг/дм³, 0,8 ПДК). В четырех обработанных пробах концентрация СПАВ варьировала в диапазоне 12–17, в среднем 14 мкг/дм³ (0,14 ПДК). Во всех исследованных пробах воды содержание фенола, хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. В четырех обработанных пробах воды из Копорской губы концентрация металлов была в целом невысокой. Концентрация меди выше уровня определения (DL=0,5 мкг/дм³) во всех пробах, а средняя и максимальная не достигала норматива (табл. 4.6). Содержание других металлов, включая железо и алюминий, было либо на уровне предела обнаружения использованного метода химического анализа, а никеля, кобальта и хрома было ниже DL. В одной пробе из придонного слоя на глубине 24 м содержание марганца достигало очень высокого уровня 682 мкг/дм³ (13,6 ПДК), а в трех других пробах составляло 34–73 мкг/дм³. В одной пробе содержание ртути было ниже предела обнаружения, а в трех остальных составляла 0,13; 0,16 и 0,20 мкг/дм³, средняя составила 0,123 мкг/дм³ (1,2 ПДК).

Таблица 4.6. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Копорской губы в 2015 г. Используются ПДК для морских вод.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Cr	Fe	Al
Сред.	1,85	0,5	0,16	0	0	6,6	212	0	3,3	3,8
Макс.	2,4	2,0	0,24	0	0	7,7	682	0	11	5,0
Мин.	1,0	0	0	0	0	4,9	34	0	0	2,0
ПДК сред.	0,4	<0,1	<0,1	-	-	0,1	4,2	-	<0,1	<0,1
ПДК max.	0,5	0,2	<0,1	-	-	0,2	13,6	-	0,2	0,1

Лужская губа

В 2015 г. на двух станциях в Лужской губе с глубинами 10 м и 27 м в августе было отобрано 8 проб воды. Средняя температура в августе составила 17,25°С на поверхности, 16,31°С на

глубине 9–10 м, 10,7°С на глубине 20 м. Содержание растворенного кислорода в Лужской губе во всем столбе воды изменялось в диапазоне 4,27–9,07 мгО₂/дм³. Среднее значение составляет 6,91 мгО₂/дм³, что находится на уровне усредненного многолетнего показателя. Значения щелочности изменялись в интервале от 1,121–1,331 ммоль/дм³. В четырех пробах из шести концентрация фосфатного фосфора было ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм³), а в двух составляла 9,8 и 31 мкг/дм³; аналогично этому содержание общего фосфора в двух пробах составило 13 и 38 мкг/дм³. В половине из шести проб содержание аммонийного азота было менее DL=10 мкг/дм³, а в остальных составляло 10; 17 и 28 мкг/дм³, в среднем 9,17 мкг/дм³. Концентрация нитритного азота в водах Лужской губы составляла 3,2–16,0 мкг/дм³, в среднем 8,9 мкг/дм³; нитратного азота — 12–150/58 мкг/дм³; общего азота — 300–480/381,7 мкг/дм³, максимум ниже прошлогоднего значения 493,9 мкг/дм³. Содержание кремниевой кислоты в 2015 г. изменялись в интервале 150–570 мкг/дм³; среднее значение 278,3 мкг/дм³.

Органические загрязняющие вещества. В пяти пробах воды содержание нефтяных углеводородов было ниже уровня чувствительности метода химического анализа (DL=0,04 мкг/дм³). В четырех обработанных пробах концентрация СПАВ изменялась в диапазоне 13–24 мкг/дм³; среднее значение 18,8 мкг/дм³. В одной пробе содержание фенола было выше аналитического нуля и составило 0,6 мкг/дм³. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. В четырех обработанных пробах воды из Лужской губы концентрация меди была выше уровня определения (DL=0,5 мкг/дм³), однако даже максимальная величина составила только 0,34 ПДК (табл. 4.7). Содержание остальных металлов, кроме марганца, было на уровне 0,1 ПДК или менее. Как и в Копорской губе максимальная концентрация марганца достигала очень высокой величины (296 мкг/дм³, 5,9 ПДК) в придонном слое вод на глубине 26 м. В трех других пробах была на уровне примерно 1 ПДК. За счет экстремума средняя величина была высокой и составила 2,2 ПДК. В отличие от других районов Финского залива в Лужской губе концентрация ртути была высокой: в четырех пробах ее содержание изменялось от 0,14 до 0,20 мкг/дм³, в среднем 0,163 мкг/дм³ (1,6 ПДК).

Таблица 4.7. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Лужской губы в 2015 г. Используются ПДК для морских вод.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Cr	Fe	Al
Сред.	1,5	0,53	0,16	0	0	7,3	109	0,25	1,0	1,3
Макс.	1,7	2,1	0,24	0	0	8,1	296	1,0	3,0	2,0
Мин.	1,0	0	0	0	0	5,9	27	0	0	0
ПДК сред.	0,30	<0,1	<0,1	-	-	0,1	2,2	<0,1	<0,1	<0,1
ПДК max.	0,34	0,2	<0,1	-	-	0,2	5,9	<0,1	<0,1	<0,1

Глава 5. БЕЛОЕ МОРЕ

*Котова Е.И., Красавина А.С., Соболевская А.П., Агапитова Д.С., Устинова А.А.,
Украинская К.В., Косевич Н.И., Коршенко А.Н.*

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

Климатический режим региона Белого моря можно охарактеризовать как переходный от морского к континентальному; по условиям образования он принадлежит к атлантико-арктической зоне умеренного пояса (Гидрометеорология..., 1991; Филатов, 2007). В летний период поверхностные воды заливов и центральной части моря прогреваются до 15–16°C, а в Онежском заливе и Горле не выше 9°C. Зимой температура поверхностных вод понижается до –1,3...–1,7°C в центре и на севере моря, а в заливах — до –0,5...–0,7°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 прогресса теплом промежуточном слое, температура несколько повышается до горизонта 75–100 м, а затем снова понижается. С глубины около 130–140 м и до дна она постоянная в течение всего года

и составляет $+1,4^{\circ}\text{C}$. Весной поверхность моря прогревается до глубин примерно 20 м, а далее следует резкое понижение температуры до 0°C на горизонте 50–60 м. Летом толщина прогретого слоя увеличивается до 30–40 м. В Горле из-за интенсивного приливного турбулентного перемешивания вертикальное распределение температуры практически однородное.

Средняя соленость вод моря составляет 29%. Опреснение распространяется до глубины 10–20 м. Глубже соленость сначала резко, а далее плавно увеличивается до дна. Горизонтальное распределение 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: баренцево-морские воды, опресненные воды вершин заливов, глубинные воды Бассейна и воды Горла.

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

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

В Белое море впадают реки Северная Двина, Мезень, Поной, Онега и Кемь; годовой речной сток в среднем оценивается в 215 км^3 .

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.ascp.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.

5.3. Двинский залив

В Двинском заливе Белого моря Северным УГМС на НИС «Профессор Молчанов» была проведена одна гидрохимическая съёмка 19–20 июля 2015 г. на 7 стандартных станциях мониторинга с глубинами 11–80 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 27 проб. В состав наблюдений вошло определение температуры, солёности, рН, концентрации растворенного в воде кислорода, фосфатов и общего фосфора, силикатов, аммонийного, нитритного и нитратного азота, нефтяных углеводородов, пестицидов ДДТ, ДДЭ, α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ. Пробы отбирались и обрабатывались в судовой лаборатории океанологом и гидрохимиком на солёность, рН, O_2 , также непосредственно в рейсе проводилось определение прозрачности водной толщи по диску Секки. Определение остальных показателей проводилось в лаборатории мониторинга за загрязнением поверхностных вод ЦМС.

В водах залива летом 2015 г. температура воды в поверхностном слое была в интервале 12,0–15,8°C, в глубинных водах опускалась до минус –0,46°C. Солёность на поверхности 17,75–25,65‰, а в глубинных слоях поднималась до 28,58‰ на глубине 76 м на станции №9. За период наблюдений значение рН было в диапазоне 7,87–8,11.

Уровень загрязнённости вод залива **нефтяными углеводородами** по сравнению с прошлым годом уменьшился. Средняя концентрация за период наблюдения составила 0,002 мг/дм³ (табл. 5.1). В 20 пробах из 25 проанализированных содержание НУ было ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа, в 5 пробах равнялось 0,01 мг/дм³. Хлорорганические пестициды в концентрации 0,5 нг/дм³ зафиксированы в 7 пробах (ДДТ, на разной глубине на станциях вдали от устья Северной Двины) и в одной пробе его метаболит ДДЭ. Во всех 20 проанализированных пробах линдан (γ -ГХЦГ) и его изомер α -ГХЦГ обнаружены не были.

Летом 2015 г. в водах Двинского залива средняя концентрация **фосфатов** составила 10,7 мкг/дм³; диапазон от аналитического нуля в двух пробах до максимальной концентрации 67,8 мкг/дм³ в поверхностном слое на станции №17. Содержание общего фосфора варьировало в диапазоне 7,90–59,40 мкг/дм³, составив в среднем 17,15 мкг/дм³. Концентрация силикатов

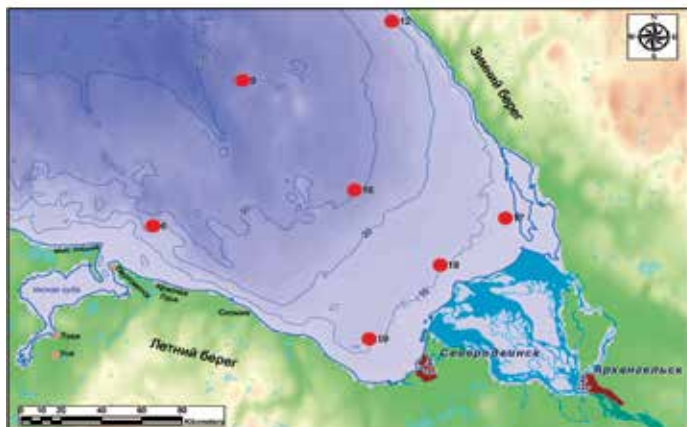


Рис. 5.1. Станции отбора проб в Двинском заливе Белого моря в 2015 г.

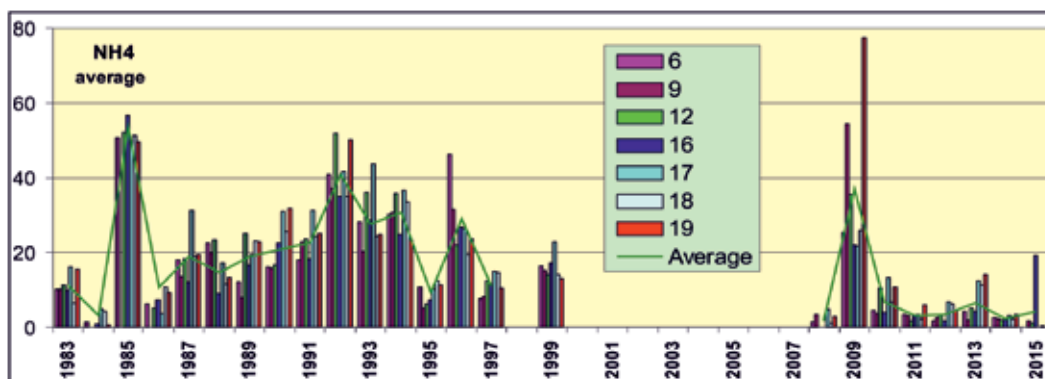


Рис. 5.2. Средняя концентрация аммонийного азота (мкг/дм^3) в водах Двинского залива в 1983–2015 гг.

в отчетный период изменялась от 78 до 557 мкг/дм^3 в поверхностном слое вод на станции № 17, при среднем значении 242 мкг/дм^3 . В период исследований в Двинском заливе содержание аммонийного азота в 14 пробах из 20 проанализированных было ниже предела обнаружения, однако в одной пробе из промежуточного слоя на глубине 20 м на станции № 16 достигало очень высокой величины $72,63 \text{ мкг/дм}^3$, что составляет 0,03 ПДК для морских вод с высокой соленостью; за счет этого экстремума средняя величина на станции почти достигала 20 мкг/дм^3 , а средняя по заливу ($4,35 \text{ мкг/дм}^3$) выше в два раза прошлогодней (рис. 5.2). Среднее содержание нитритов в 2014 г. составило $1,25 \text{ мкг/дм}^3$, диапазон значений от 0,62 до $2,38 \text{ мкг/дм}^3$ на поверхностном горизонте станции № 17. Содержание нитратов в пробах воды варьировало от аналитического нуля в четырех пробах до $157,88 \text{ мкг/дм}^3$ в придонном слое самой глубоководной станции № 9; средняя концентрация ($33,63 \text{ мкг/дм}^3$) на треть выше прошлогодней.

Содержание растворенного **кислорода** в водах Двинского залива в июле 2015 г. изменялось в диапазоне $7,41\text{--}9,57 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, составив в среднем $8,31 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Значения ниже среднего были отмечены на всех станциях и во всех слоях толщи вод. Процент насыщения вод кислородом для периода наблюдений составил в среднем 84,5%. Минимальное значение (73%) было получено на станции № 9 в центральной части залива в придонном слое. Индекс загрязненности вод ИЗВ (0,20), рассчитанный по средней концентрации НУ, ДДТ, аммонийного азота и кислорода, позволяет отнести воды Двинского залива в июле 2015 г. к I классу, «очень чистые».

5.4. Кандалакшский залив

С марта по октябрь 2015 г. в торговом порту г. Кандалакша на водопосту (глубина 9,5 м) Мурманским УГМС из поверхностного слоя вод был проведен ежемесячный отбор шести гидрохимических проб. В период наблюдений температура изменялась от минус $-0,2$ до $13,5^\circ\text{C}$, солёность 4,10–19,21‰ (минимум в августе и максимум в октябре), значения pH 7,29–7,69 единиц, щелочности 0,46–1,26 мг-экв/дм³.

Содержание **нефтяных углеводов** на поверхности вод порта изменялось от 0,008–0,009 в октябре и августе до $0,030 \text{ мг/дм}^3$ в июне, при среднем содержании $0,015 \text{ мг/дм}^3$ (табл. 5.1). Содержание СПАВ варьировало в узком диапазоне 1–4 мкг/дм^3 , в среднем составило $3,2 \text{ мкг/дм}^3$. Количество легкоокисляемых органических веществ в воде по биохимическому потреблению кислорода БПК₅ во всех пробах было ниже предела обнаружения используемого метода анализа.

В 2015 г. в водах порта были отмечены отдельные хлорорганические **пестициды**. Концентрация γ -ГХЦГ была ниже предела обнаружения во всех пробах, однако его изомер α -ГХЦГ отмечен в трех летних пробах (0,6–0,9 нг/дм³), а β -ГХЦГ в четырех пробах 0,1–6,3, в среднем 1,2 нг/дм³; максимум зафиксирован в августе. Из другой группы пестицидов только ДДД отмечен в одной пробе в августе (4,0 нг/дм³).

Содержание тяжелых **металлов** в водах водопоста г. Кандалакша изменилось незначительно по сравнению с прошлым годом; немного увеличилась средняя и максимальная концентрация железа, марганца и никеля, снизилась свинца и практически не изменилась меди. Содержания хрома во всех пробах было ниже предела обнаружения. Ртуть отмечена в апрельской пробе в концентрации 0,011 мкг/дм³ (0,1 ПДК).

Аммонийный азот отмечен в пробах в августе и октябре в концентрации 161 и 109 мкг/дм³, в среднем 44,9 мкг/дм³; нитритный азот был в пределах 0,0–2,04/0,94 мкг/дм³; нитратный азот 0,0–320,6/61,1 мкг/дм³; фосфатный фосфор 0,00–37,50/12,52 мкг/дм³ и силикатов 1016–6851/2224 мкг/дм³. В целом содержание биогенных веществ было в пределах естественных межгодовых колебаний.

Как и в предыдущие годы, уровень растворенного кислорода в поверхностных водах порта Кандалакша был пониженным. Концентрация растворенного кислорода в воде изменялась от 6,54 до 9,18 мгО₂/дм³, составляя в среднем 7,52 мгО₂/дм³. Пониженное содержание кислорода в воде нашло отражение в проценте насыщения вод, который варьировал от 63,4% в августе до 71,0% в мае, в среднем 67,8%. Случаев дефицита кислорода отмечено не было, все значения превышали установленный для морских вод норматив.

Таблица 5.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Двинского и Кандалакшского заливов Белого моря в 2013–2015 гг.

Район	Ингредиент	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Двинский залив	НУ	0,007	0,1	0,01	0,2	0,002	0,04
		0,07	1,4	0,05	1,0	0,01	0,2
	Нитриты	2,74	0,1	1,58	<0,1	1,25	<0,1
		13,24	0,6	5,9	0,2	2,38	<0,1
	Аммонийный азот	6,57	<0,1	2,36	<0,1	4,35	<0,1
		19,65	<0,1	5,22	<0,1	72,63	<0,1
	α -ГХЦГ	0,5	<0,1	0		0	
		1,5	0,2	0		0	
	γ -ГХЦГ (линдан)	0,8	<0,1	0		0	
		1,5	0,2	0		0	
	ГХЦГ (сумма)	0,13	<0,1	0		0	
		3,0	0,3	0		0	
	ДДТ	0		0,25	<0,1	0,35	<0,1
		0		1,0	0,1	0,5	<0,1
	Растворенный кислород	9,8		8,89		8,31	
7,26			8,05		7,41		
% насыщения	94,47		94,2		84,5		
	79		76		73		
Кандалакшский залив: порт Кандалакша	НУ	0,007	0,1	0,009	0,2	0,015	0,3
		0,008	0,2	0,013	0,3	0,030	0,6
	СПАВ	19	0,2	5	<0,1	3,2	<0,1
		23	0,2	9	<0,1	4	<0,1

Кандалакшский залив: порт Кандалакша	Фенол	0,23	0,2	0,20	0,2	-	
		0,34	0,3	0,75	0,8	-	
	Медь	6,5	1,3	5,5	1,1	5,1	1,0
		9,7	1,9	7,0	1,4	7,0	1,4
	Никель	2,1	0,2	2,5	0,3	3,4	0,3
		2,7	0,3	3,7	0,4	4,9	0,5
	Свинец	0,7	<0,1	1,5	0,2	0,8	<0,1
		1,3	0,1	2,1	0,2	1,3	0,1
	Марганец	6,6	0,1	6,2	0,1	10,8	0,2
		10,4	0,2	8,8	0,2	19,0	0,4
	Железо	87	1,7	27	0,5	61,2	1,2
		207	4	65	1,3	107	2,1
	γ-ГХЦГ (линдан)	0,05	<0,1	0,3	<0,1	0	
		0,2	<0,1	0,5	<0,1	0	
	α-ГХЦГ	0,1	<0,1	0,3	<0,1	0,37	<0,1
		0,6	<0,1	0,5	<0,1	0,9	<0,1
	ДДТ	0,18	<0,1	0		0	
		0,6	<0,1	0		0	
	Азот аммонийный	16,6	<0,1	14	<0,1	44,9	0,1
		36	<0,1	24	<0,1	161	0,4
	БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	1,02	0,5	0,83	0,4	0	
		2,84	1,4	1,09	0,5	0	
	Растворенный кислород	7,39		7,69		7,52	
		6,11		6,12		6,54	
Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С) * нефтяных углеводородов (НУ), БПК ₅ и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм ³ ; металлов, фенола, аммонийного азота и нитритов — 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.							
3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.							

По шести пробам, отобранном ежемесячно с марта по октябрь 2015 г. в торговом порту г. Кандалакша качество вод по комплексному индексу загрязненности вод ИЗВ (0,85) несущественно снизилось и оценивается III классом, «умеренно загрязненные» (табл. 5.2). Приоритетными загрязняющими веществами остались железо и медь, средняя концентрация которых увеличилась. Одновременно понизилось содержание в водах порта нефтяных углеводородов и легкоокисляемых органических веществ. В последние годы качество вод в районе водпоста порта Кандалакша стабилизировалось в районе нижней границы класса умеренно загрязненных. Общий фон содержания растворенного в воде кислорода пониженный, что отражается в процентном насыщении вод 63,4–71,0%. Однако в целом аэрация вод достаточная, поскольку случаев дефицита кислорода отмечено не было и все значения концентрации О₂ превышали установленный норматив.

Таблица 5.2. Оценка качества вод порта Кандалакша в Кандалакшском заливе Белого моря в 2013–2015 гг.

Район моря	2013 г.		2014 г.		2015 г.		Содержание ЗВ в 2015 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Торговый порт, г. Кандалакша	1,09	III	0,71	II	0,85	III	Fe 1,22; Cu 1,02; Ni 0,34; O ₂ 0,80

Глава 6. БАРЕНЦЕВО МОРЕ

Устинова А.А., Украинская К.В., Иванов Д.Б., Коршенко А.Н.

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 °С, летом на юге 8–9 °С, в центральной части 3–5 °С, на севере 0 °С. 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 °С). В слое 50–100 м температура повышается до –1 °С, а затем ко дну — до +1 °С. Между горизонтами 50 и 100 м располагается холодный промежуточный слой. В результате обтекания глубинными атлантическими водами подводных возвышенностей над ними образуются «шапки холода», характерные для банок Баренцева моря.

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

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

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.

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 про-

мышленных 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», ОАО «Мурманский морской рыбный порт», ОАО «Мурманский морской торговый порт», ФГУП «Атомфлот», ОАО «Мурманская ТЭЦ», филиал «35СРЗ», ФГУП «82СРЗ» в пос. Росляково и др.; г. Североморск: МУП «Североморскводоканал»; МУП «Североморские теплосети» и др.; г. Полярный: ФГУП «Водоканал» МО РФ, ФГУП «ЦС «Звездочка», ФГУП «10СРЗ». 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.

6.3. Загрязнение вод Кольского залива

В период с января по ноябрь 2015 г. Мурманское УГМС из зафиксированных в программе мониторинга станций в Кольском заливе выполнило отбор шести проб воды из поверхностного слоя только на водопосту в торговом порту г. Мурманска (рис. 6.1, ВПМ). На остальной акватории Кольского залива в этом году пробы не отбирались из-за отсутствия плавсредств. В отобранных пробах было выполнено 192 определения, включая температуру, соленость, концентрацию растворенного кислорода, водородный показатель pH, щелочность, концентрацию

органических веществ по БПК₅, взвешенных веществ, фосфатов, соединений азота (аммонийный, нитритный и нитратный азот), силикатов, нефтяных углеводородов, детергентов, металлов (меди, никеля, марганца, свинца, хрома, железа, кадмия и ртути) и хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ.

Соленость вод в районе водпоста изменялась в диапазоне 10,68–25,79‰, минимум отмечен в августе, а максимум в январе. Температура за весь период наблюдений варьировала в пределах от –0,2 до 10,0 °С. Величина pH 7,67–8,03; максимум в марте. Общая щелочность в водах водпоста в торговом порту изменялась в диапазоне 0,68–1,46 мг-экв/дм³; среднегодовая 1,06 мг-экв/дм³.



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

Содержание **нефтяных углеводородов** в торговом порту г. Мурманск в течение 2015 г. во всех шести пробах изменялось в диапазоне 0,27–0,544 мг/дм³ (max 10,9 ПДК, март, в 2,3 раза выше прошлогоднего значения). Среднее за год содержание НУ составило 0,148 мг/дм³ и было совсем немного выше прошлогоднего (табл. 6.1).

Количество легкоокисляемых органических веществ в воде по биохимическому потреблению кислорода **БПК₅** было невысоким и варьировало в пределах от аналитического нуля до 2,70; в среднем 0,80 мгО₂/дм³ (в 2014 г. — 1,49 мгО₂/дм³). Содержание взвешенных частиц в воде было ниже предела обнаружения использованного метода определения во всех пробах. Концентрация СПАВ в водах Среднего колена была невысокой — 10–32 мкг/дм³, в среднем 16 мкг/дм³, что немного ниже прошлогодней величины 25 мкг/дм³.

В водах водпоста г. Мурманска хлорорганические **пестициды** группы ГХЦГ обнаруживаются в последние годы постоянно. Концентрация линдана (γ-ГХЦГ) составила 0,6 и 0,5 нг/дм³ в августе и сентябре. Его метаболиты α-ГХЦГ (0,0–0,9, в среднем 0,3 нг/дм³) и β-ГХЦГ (0,0–2,4, в среднем 0,7 нг/дм³) распространены более широко. Сумма пестицидов этой группы достигала 3,9 нг/дм³, в 2014 г. — 10,7 нг/дм³. Пестициды группы ДДТ не обнаружены.

Воды торгового порта г. Мурманска остаются существенно загрязненными тяжелыми **металлами** (табл. 6.2). Превышение ПДК и по средним, и по максимальным значениям концентрации отмечено для железа, и достигало норматива по меди. Содержание в воде ртути, чрезвычайно высокое в прошлом году, не определялось. В целом загрязнение вод залива железом и медью существенно снизилось, а для остальных металлов осталось примерно на прежнем уровне.

Таблица 6.2. Минимальная, максимальная и средняя концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах водпоста в торговом порту г. Мурманска в 2014/2015 гг.

Район	Fe	Mn	Cu	Pb	Cd	Cr	Ni	Zn	Hg
Средняя	317/ 60	20/ 11	11,2/ 4,6	3,9/ 1,7	0,1/ 0,2	0,5/ 0	2,1/ 3,3	15,1/ -	0,205/-
Max	490/ 155	32/ 22	22,7/ 5,0	8,2/ 5,6	0,1/ 0,6	0,9/ 0	4,1/ 9,2	20,8/ -	1,168/-
Min	192/ 26	13/ 6,5	4,0/ 3,8	0,6/ 0,7	0,1/ 0,1	0,1/ 0	1,2/ 1,1	13,0/ -	0,000/-
ПДК сред.	6,3/ 1,2	0,4/ 0,2	2,2/ 0,9	0,4/ 0,2	0,01/ 0,01	<0,01/ <0,01	0,2/ 0,3	0,3/ -	2,05/-
ПДК max.	9,8/ 3,1	0,6/ 0,4	4,5/ 1,0	0,8/ 0,6	0,01/ 0,06	<0,01/ <0,01	0,4/ 0,9	0,4/ -	11,7/-

* — выделены значения выше ПДК.

Концентрация аммонийного **азота** изменялась на водпосту Мурманска в пределах от 160 до 1112,6 мкг/дм³, в среднем 532 мкг/дм³ (в прошлом году меньше в 1,4 раза — 391 мкг/дм³). В районе ВПМ содержание нитритов было относительно высоким и составляло 2,62–4,90; в среднем за год 3,79 мкг/дм³ (в 2014 г. — 3,28 мкг/дм³). Содержание нитратов в водах Мурманского порта снизилось по сравнению с прошлогодним и варьировало в пределах 26,32–98,64; в среднем 55,87 мкг/дм³ (2014 г. — 85,4 мкг/дм³). В районе водпоста содержание фосфатов было чрезвычайно высоким: концентрация в течение года изменялась в пределах 60,21–1579,17 мкг/дм³, максимальная величина была отмечена в марте, средняя за год составила 579,38 мкг/дм³, что в 1,5 раза больше прошлогоднего значения. Концентрация силикатов изменялась от 336 до 2560 мкг/дм³, средняя 1821 мкг/дм³, что в 1,4 раза выше прошлогодней и близко к уровню 2013 г.

Содержание растворенного в воде **кислорода** в районе торгового порта г. Мурманска не выходило за пределы норматива в течение всего года и изменялось в диапазоне 6,21–

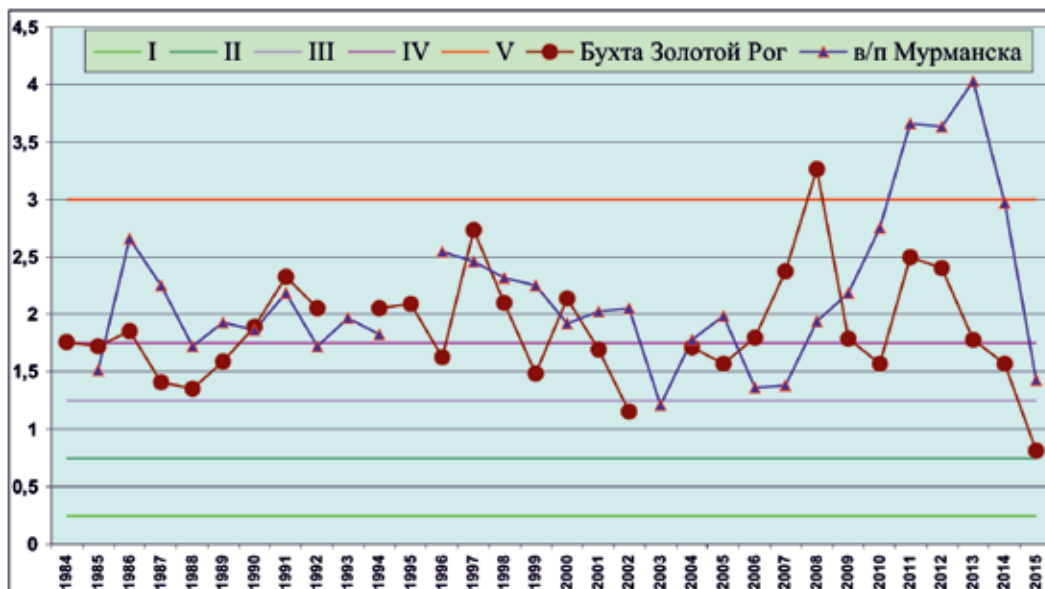


Рис. 6.2. Динамика комплексного индекса загрязненности вод в водах водпоста в торговом порту Мурманска и в бухте Золотой Рог Японского моря в 1984–2015 гг.

11,82 мгО₂/дм³, в среднем 9,43, что ниже значения прошлого года — 11,13 мгО₂/дм³. Существенное снижение средней концентрации было обусловлено низкими значениями сентября и октября — 6,45 и 6,21 мгО₂/дм³. Диапазон процента насыщения — 48,8–102,0%. Этот показатель превышал 100% только в мае.

По индексу загрязненности вод **ИЗВ** (1,43) качество вод в районе водпоста в торговом порту г. Мурманск существенно улучшилось по сравнению с прошлогодним уровнем и оценивается III классом, «умеренно загрязненные» (табл. 6.3). Традиционно в водах торгового порта г. Мурманска в 2015 г. наблюдалась очень высокая концентрация нефтяных углеводородов. Средняя концентрация железа превышала норматив, а меди немного не достигала ПДК. В целом уровень загрязнения вод водпоста этими ингредиентами существенно снизился по сравнению с предыдущими годами. Отследить динамику содержания ртути, концентрация которой в прошлом году была очень высокой, не представляется возможным из-за отсутствия наблюдений. Также было отмечено повышенное содержание в воде пестицидов группы ГХЦГ, хотя превышения норматива обнаружено не было. ДДТ и его метаболиты не отмечены. Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ и СПАВ было невысоким. В целом в 2015 г. общий уровень загрязненности вод существенно снизился, однако остается все еще очень высоким и сравнимым с уровнем загрязнения бухты Золотой Рог в Японском море (рис. 6.2).

Таблица 6.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Кольского залива Баренцева моря в 2013–2015 гг.

Район	Ингредиент	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Торговый порт, г. Мурманск	НУ	0,236	5	0,137	2,7	0,148	3,0
		0,830	17	0,234	5	0,544	11

Торговый порт, г. Мурманск	СПАВ	20	0,2	24,8	0,2	16,0	0,2	
		41	0,4	47	0,5	32	0,3	
	Фенолы (сумма)	0,36	0,4	0,75	0,8	-		
		0,73	0,7	1,78	1,8	-		
	Медь	8,5	1,7	11,2	2,2	4,6	0,9	
		15,9	3	22,7	5	5,0	1,0	
	Никель	1,6	0,2	2,1	0,2	3,3	0,3	
		3,6	0,4	4,1	0,4	9,2	0,9	
	Свинец	0,7	< 0,1	3,9	0,4	1,7	0,2	
		1,0	0,1	8,2	0,8	5,6	0,6	
	Ртуть	0,011	0,1	0,205	2,1	0		
		0,033	0,3	1,168	11,7	0		
	Кадмий	0,11	< 0,1	0,1	< 0,1	0,2	< 0,1	
		0,20	< 0,1	0,1	< 0,1	0,6	< 0,1	
	Марганец	103,3	2,1	20,0	0,4	10,9	0,2	
		465,7	9	31,8	0,6	21,9	0,4	
	Железо	438	9	317	6	60	1,2	
		877	18	490	10	155	3	
	γ-ГХЦГ (линдан)	0,2	< 0,1	0		0,18	< 0,1	
		0,6	< 0,1	0		0,6	< 0,1	
	α-ГХЦГ	0,4	< 0,1	0,5	< 0,1	0,33	< 0,1	
		1,2	0,1	0,8	< 0,1	0,9	< 0,1	
	β-ГХЦГ	0,6	< 0,1	4,3	0,4	0,70	< 0,1	
		1,7	0,2	10,0	1,0	2,4	0,2	
	ДДТ	0,8	< 0,1	0		0		
		2,2	0,2	0		0		
	ДДД	0		0		0		
		0		0		0		
	ДДЭ	0,5	< 0,1	0		0		
		1,3	0,1	0		0		
	Азот аммонийный	369	0,2	391	0,2	532	0,2	
		538	0,2	590	0,3	1113	0,5	
	БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	1,40	0,5	1,49	0,5	0,8	0,3	
		2,28	0,8	2,12	0,71	2,70	0,9	
	Растворенный кислород	11,05		11,13		9,43		
		8,35		9,53		6,21		
	Среднее колено Кольского залива	НУ	0,014	0,3	0,050	1,0	-	-
			0,113	2,3	0,080	1,6	-	-
		СПАВ	6,3	< 0,1	10,0	0,1	-	-
			12	0,1	14	0,1	-	-
Фенолы (сумма)		-		-		-	-	
		-		-		-	-	
Медь		4,7	0,9	4,8	1,0	-	-	
		6,5	1,3	6,4	1,3	-	-	
Никель		0,7	< 0,1	0,9	< 0,1	-	-	
		1,6	0,2	1,5	0,2	-	-	
Свинец		0,5	< 0,1	0,7	< 0,1	-	-	
		1,4	0,1	1,5	0,1	-	-	
Ртуть		-		-		-	-	
		-		-		-	-	

Кадмий	- -		- -		- -	
Цинк	3,6 6,6	< 0,1 0,1	4,4 9,3	< 0,1 0,2	- -	- -
Марганец	10,0 11,1	0,2 0,2	6,4 8,9	0,1 0,2	- -	- -
Железо	73 103	1,5 2,1	78 129	1,6 2,6	- -	- -
γ-ГХЦГ (линдан)	- -		- -		- -	- -
α-ГХЦГ	- -		- -		- -	- -
ДДТ (сумма)	- -		- -		- -	- -
Азот аммонийный	8,6 97	< 0,1 0,2	24,6 59	< 0,1 0,2	- -	- -
БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	0,49 0,88	0,2 0,4	1,49 2,12	0,7 1,1	- -	- -
Взвешенные вещества	0 0		0 0		- -	- -
Растворенный кислород	10,17 9,38		8,97 7,72		- -	- -

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

3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.

Таблица 6.3. Оценка качества вод торгового порта Мурманск и Кольского залива Баренцева моря в 2013–2015 гг.

Район моря	2013 г.		2014 г.		2015 г.		Содержание ЗВ в 2015 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
торговый порт, г. Мурманск	4,03	VI	2,97	V	1,43	III	НУ 2,96; Cu 0,92; Fe 1,20; O ₂ 0,64
Кольский залив	0,82	III	1,05	III	-	-	

7. ГРЕНЛАНДСКОЕ МОРЕ (ШПИЦБЕРГЕН)

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

7.1. Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген

В 2015 г. 6 мая и 26 августа в прибрежных водах поселка Баренцбург на акватории залива Гренфьорд (архипелаг Шпицберген, Гренландское море) Северо-Западным филиалом ФГБУ НПО «Тайфун» на 10 станциях с глубинами от 13 до 102 м был выполнен отбор 30 проб морской воды из поверхностного и придонного слоев (рис. 7.1). В состав определений 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, кремнекислоты, концентрации взвешенных в воде веществ, а также уровень содержания в воде суммарных нефтяных углеводородов (НУ), СПАВ, индивидуальных фенолов (алкил-, хлор- и нитрофенолов), неполярных алифатических углеводородов (НАУ), летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), 10 тяжелых металлов и мышьяка, хлорорганических соединений (ХОС) и ПХБ. Каждая проба воды анализировалась на содержание примерно ста показателей.

7.2. Гидрохимические показатели

Температура морских вод в районе поселка Баренцбург в мае изменялась в диапазоне 0,30–1,60 °С, в августе 3,90–5,50 °С. Водородный показатель (рН) морских вод в период весенних наблюдений находился в пределах от 8,06 до 8,19 ед. рН, а в конце лета 7,98–8,11 ед. рН. Окислительно-восстановительный потенциал (Еh) морских вод обследованной акватории в весенний период находился в пределах от 167 до 219 мВ, составляя в среднем 195 мВ, а в период

летне-осенней съемки — от 124 до 163 мВ при среднем значении 145 мВ. Значение электропроводности морской воды восточной части залива Гренфьорд весной 2015 г. изменялось от 50,7 до 52,2 мС/см при средней величине 51,2 мС/см, а в летне-осенний период — от 40,6 до 49,0 мС/см при средней величине 43,7 мС/см. Щелоч-

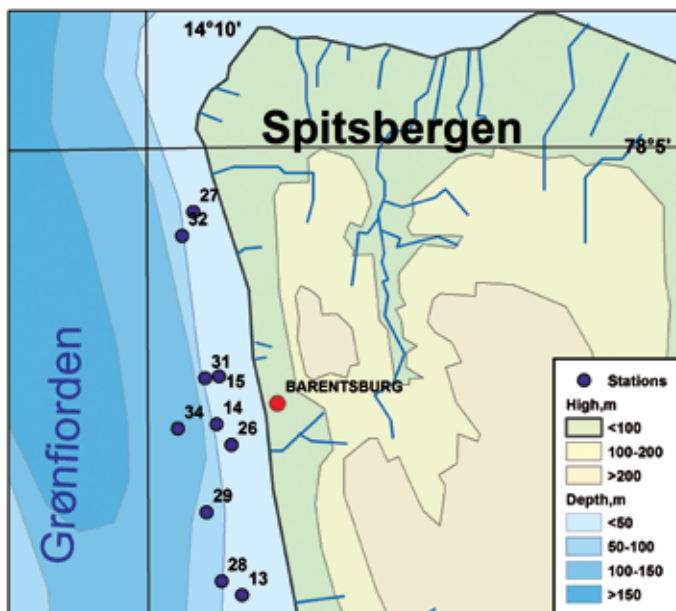


Рис. 7.1. Район наблюдений на акватории залива Гренфьорд архипелага Шпицберген в 2015 г.

ность морских вод в районе проведения работ в период весенних наблюдений изменялась от 1,69 до 2,13 мг-экв/дм³ (среднее 1,93 мг-экв/дм³), а в период летне-осенних наблюдений — 1,39–2,04 мг-экв/дм³ (1,70 мг-экв/дм³). Концентрация взвешенного вещества в морских водах находилась в пределах 6,02–10,00/7,06 мг/дм³ весной и 5,0–12,6/8,7 мг/дм³ в августе.

Значения концентрации минеральных форм **азота** в водах Гренфьорда составляли: аммонийный азот в мае в 10 пробах — 16,1–27,6, в среднем 22,2 мкг/дм³, а в августе во всех 20 пробах меньше DL=5,0 мкг/дм³; нитритный азот весной 0,52–0,88 мкг/дм³, летом от <0,5 в 16 пробах из 20 до 2,65 мкг/дм³; содержание нитратного азота в мае было ниже предела обнаружения DL=5,0 мкг/дм³, в августе 119–914, в среднем 739,2 мкг/дм³; содержание общего азота в период весенней съемки было <30 мкг/дм³, а в конце лета 348–1542, в среднем 1263 мкг/дм³. Концентрация минерального **фосфора** в водах района исследований весной была ниже 5,0 мкг/дм³ в двух пробах и доходила до 8,12 мкг/дм³, а осенью находилась в пределах от 7,45–13,40 мкг/дм³, в среднем 10,76 мкг/дм³; содержание общего фосфора изменялось весной в пределах 6,67–13,70/9,48 мкг/дм³, а в августе 8,70–24,10/11,00 мкг/дм³. Концентрация кремния силикатного в водах обследованной акватории изменялось весной 79,5 до 129,0, в среднем 100,0 мкг/дм³, а осенью 72,0–92,0/84,2 мкг/дм³.

Содержание растворенного **кислорода** в поверхностном слое вод весной 2015 г. находилось в пределах 8,87–9,57 мгО₂/дм³ (80,7–95,4% насыщения); в августе 9,42–12,95 мгО₂/дм³ (87,0–100,8%). Минимальное содержание кислорода было зафиксировано весной на придонном горизонте (18,5 м) глубоководной части залива в районе водозабора. Значения биохимического потребления кислорода (БПК₅) морских вод повсеместно как весной, так и в конце лета находились ниже предела обнаружения используемого метода анализа (<0,5 мгО₂/дм³).

7.3. Загрязняющие вещества

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (**НУ**) в водах обследованной акватории весной находилось в пределах от 4,9 до 46,0 мкг/дм³, а в августе концентрация НУ была ниже предела обнаружения DL=40,0 мкг/дм³. Максимальное содержание НУ было зафиксировано в поверхностном слое морских вод в районе водозабора. Концентрация СПАВ (DL=10,0 мкг/дм³), фенолов (DL=0,5 мкг/дм³) и неполярных алифатических углеводородов (НАУ, DL=0,1 мкг/дм³) в водах залива Гренфьорд в 2015 г. во время обоих съемок находилась по всей обследованной акватории ниже предела обнаружения используемого метода химического анализа. Соединения летучих ароматических углеводородов (**ЛАУ**) обнаруживались в пробах морских вод исключительно в августе. Из всех представителей этого вида ЗВ был отмечен бензол, максимальное содержание которого достигало 1,20 мкг/дм³, а концентрация этилбензола, изопропилбензола (кумола), толуола, суммы пара- и мета-ксилолов, орто-ксилола и 1,3,4-триметилбензола (псевдокумола) не превышала нижнего предела чувствительности используемого метода химического анализа (<0,7 и <0,8 мкг/дм³).

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (**ПАУ**) в весенний период в морских водах обследованной акватории были обнаружены только нафталин (max 41,5 нг/дм³) и фенантрен (max 39,9 нг/дм³). Содержание остальных соединений находилось ниже предела обнаружения. В августе было обнаружено 4 соединения: нафталин (max 79,0 нг/дм³), аценафтен (max 6,5 нг/дм³), фенантрен (max 12,4 нг/дм³) и антрацен (max 4,1 нг/дм³). Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в водах восточной акватории залива Гренфьорд в весенний период наблюдений составило 71,8 нг/дм³, в августе 53,4 нг/дм³. В морской взвеси в конце лета сумма идентифицированных ПАУ находилась в пределах от 31,7 до 97,55 нг/мг взвеси.

Из анализируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах морской воды зафиксировано наличие полихлорбензолов, ГХЦГ и пестицидов группы ДДТ. Значимая концентрация соединений из группы ПХЦД в морских водах не обнаружена. Из 15 контролируемых индивидуальных ПХБ в морской воде регулярно фиксировались конгенеры #52, #99, #101, #105, #118, #128, #138, #153 и #180. Максимальная концентрация всех идентифицированных ХОС составляла: сумма полихлорбензолов — 0,30 нг/дм³ в мае и 0,10 нг/дм³ в августе; сумма ГХЦГ — 0,16 нг/дм³ в морской воде и во взвеси — 238 нг/мг в конце августа; сумма ДДТ и его метаболитов 0,70 нг/дм³ в морской воде весной, 0,60 нг/дм³ и 142 нг/мг во взвеси летом; в морской воде сумма ПХБ 7,10 нг/дм³ в мае и 2,90 нг/дм³ в августе; в морской взвеси 991 нг/мг в конце лета. Наибольшие значения концентрации контролируемых ХОС наблюдались преимущественно на поверхностном горизонте в районе порта и в прибрежной части залива севернее поселка Баренцбург.

И средняя, и максимальная концентрация контролируемых тяжелых металлов в пробах морской воды около Баренцбурга в 2015 г., как и предыдущие годы, не превышала первых десятых норматива (табл. 7.1). Средняя концентрация никеля повысилась более 5 раз и достигла 0,2 ПДК, а ртути после незначительного увеличения преодолела порог 0,1 ПДК. Максимальные величины для никеля и марганца составили 0,3 ПДК, остальные были ниже. Концентрация хрома находилась ниже предела обнаружения. Максимальное содержание определявшихся тяжелых металлов в пробах морской взвеси равнялось для железа 658 мкг/мг, марганца 10,0 мкг/мг, цинка 0,21 мкг/мг. Содержание остальных ТМ в пробах морской взвеси было ниже предела обнаружения.

По результатам исследований 2015 г. на большей части акватории залива Гренфьорд в районе пос. Баренцбург значения большинства основных гидрохимических показателей и концентрация загрязняющих веществ не выходили за рамки установленных ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов. Концентрация большинства групп загрязняющих веществ была характерной для прибрежных районов Арктических морей со средним или незначительным уровнем воздействия на морскую акваторию береговых источников загрязнения. Качество вод залива Гренфьорд в 2015 г. можно оценить как очень хорошее, поскольку расчет комплексного индекса ИЗВ для обследованной акватории, выполненный с использованием максимального превышения ПДК для ПХБ, растворенного кислорода, цинка и свинца для весенней съемки, а марганца и ртути для августа, позволил оценить воды весенней и летней съемок как «чистые» и отнести ко II классу качества.

Таблица 7.1. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах залива Гренфьорд в 2012–2015 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
сред	0,9/ 0,4/ 1,4 0,1	0,1/ 0,1/ 0,002 0,66	0,01/ 0,1/ 0,07 0,04	0,4/ 0,02/ 0,08 0,31	0,9/ 0,7/ 0,3 1,6	2,6/ 1,4/ 1,7 1,4	2,1/ 3,7/ 1,9 6,5	2,3/ 3,1/ 2,1 0,4	0,3/ 0,3/ 0,05 0	0/ 0/ 0,008 0,011
макс	2,7/ 1,7/ 2,6 0,55	0,5/ 0,8/ 0,04 2,22	0,11/ 0,3/ 0,16 0,16	1,2/ 0,1/ 0,6 0,44	1,7/ 2,4 0,99 2,9	5,5/ 5,6/ 14,0 4,7	8,2/ 14,0/ 6,5 14,6	5,7/ 6,4/ 3,8 1,4	1,0/ 1,2/ 0,6 0	0/ 0/ 0,06 0,016
ПДК сред	0,2/ <0,1/ 0,3 <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1 <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1 <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1 <0,1	<0,1/ <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/ 0/ <0,1 0,1
ПДК max	0,5/ 0,3/ 0,5 0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1 0,2	<0,1/ <0,1/ <0,1 <0,1	0,2/ <0,1/ 0,1 <0,1	0,2/ 0,2/ <0,1 0,3	0,1/ 0,1/ 0,3 <0,1	0,2/ 0,3/ 0,1 0,3	0,1/ 0,1/ <0,1 <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1 <0,1	0/ 0/ 0,6 0,2

Глава 9. ШЕЛЬФ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА (Тихий океан)

Слепова Т.А., Мельникова А.В., Марущак В.О., Германцева О.С.,
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, которая представляет собой внутреннюю, закрытую часть Авачинского залива. Длина бухты 24 километра, ширина у входа — 3 километра, общая площадь водного зеркала равна 215 км². Глубина до 26 метров. В бухту впадают реки Авача и Паратунка. На берегах бухты находится крупнейший город полуострова Петропавловск-Камчатский (181 тыс. жителей) и город-порт Вилючинск (22 тыс), являющиеся наиболее значительными источниками антропогенного загрязнения.

9.2. Источники поступления загрязняющих веществ

Основными источниками загрязнения прибрежных вод Камчатки являются предприятия судоремонтной и рыбообрабатывающей промышленности, хозяйственно-бытовые стоки, суда транспортного, торгового и рыболовецкого флотов. Немалый вклад в загрязнение вод Авачинской губы вносят реки, несущие в своих водах большое количество загрязняющих веществ, поступающих туда с полей, ферм и от населенных пунктов. Реки Авача и Паратунка впадают в Авачинскую губу, а реки Большая Быстрая и Амчигача — в Охотское море. Имеет значение также материковый сток. Авачинская губа

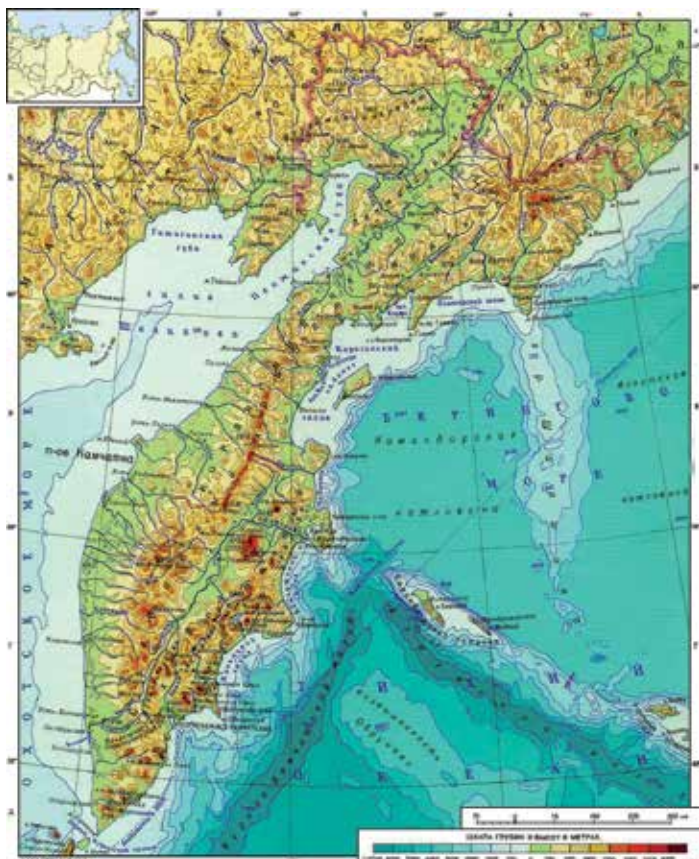


Рис. 9.1. Распределение глубин вокруг полуострова Камчатка.

служит естественным приемником всех производственных и хозяйственно-бытовых стоков г. Петропавловска-Камчатского и других населенных пунктов, расположенных на ее берегах.

Сведения о количественном и качественном составе сточных вод, сбрасываемыми промышленными предприятиями и коммунальными службами г. Петропавловск-Камчатского в воды Авачинской губы, представлены Отделом водных ресурсов по Камчатскому краю Амурского БВУ по результатам обобщения материалов статистической отчетности 2ТП-Водхоз. В 2015 г. в Авачинскую губу было сброшено 43,847 млн. м³ сточных вод, из них загрязненных без очистки 7,075 (16,1%), недостаточно очищенных — 0,777 (1,8%), нормативно очищенных — 5,936 (13,5%), нормативно чистых — 30,059 (68,6%). Общий объем производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод незначительно уменьшился по сравнению с 2014 г. С водой рек Авача и Паратунка в отчётном году в Авачинскую губу поступило тысяч тонн: фенолов — 0,037, нефтепродуктов — 0,499, детергентов — 0,064, взвешенных веществ — 21,557, неорганических соединений азота и фосфора — 2,717 (табл. 9.1). Расход воды в реках Авача и Паратунка по сравнению с прошлым годом увеличился всего на 6% и 14% соответственно. По сравнению с 2014 г. количество загрязняющих веществ, поступающих в бухту с речным стоком, изменилось следующим образом: детергентов, растворенных нефтяных углеводородов и взвешенных веществ уменьшилось на 13%, 16% и 61% соответственно, а фенолов, соединений азота и фосфора — увеличилось на 25–95%. Наибольший объем сточных вод, в том числе без очистки, в районе г. Петропавловска-Камчатского поступает с Муниципального унитарного предприятия Петропавловск-Камчатского городского округа «Петропавловский водоканал» (табл. 9.2). Значительную часть СПАВ несут в себе сточные воды с предприятий ЗАО «Судоремсервис» и ООО «Жестяно-баночная фабрика и К^о».

Таблица 9.1. Поступление загрязняющих веществ в Авачинскую губу с речным стоком в 2015 г.

	р. Авача		р. Паратунка		Сумма
	мг/дм ³	тыс. тонн	мг/дм ³	тыс. тонн	тыс. тонн
Расход воды (м ³ /с)	148		48,9		196,9
Детергенты	0,013	0,061	0,002	0,003	0,064
Фенолы	0,006	0,028	0,006	0,009	0,037
Нефтепродукты	0,094	0,439	0,039	0,060	0,499
Взвешенные вещества	4,43	20,676	0,571	0,881	21,557
Азот нитритный	0,044	0,205	0,003	0,005	0,210
Азот нитратный	0,332	1,550	0,350	0,540	2,089
Азот аммонийный	0,064	0,299	0,039	0,060	0,359
Фосфор минеральный	0,011	0,051	0,005	0,008	0,059

9.3. Загрязнение вод Авачинской губы

В 2015 г. специалистами Центра по мониторингу загрязнения окружающей среды ФГБУ «Камчатское УГМС» в соответствии с планом было проведено 6 гидрохимических съемок 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 в придонном слое на глубинах от 11 до 26 м. Всего получено 137 проб морской воды. Программой работ предусматривалось определение стандартных гидрохимических показателей (рН, растворенный кислород, щелочность, кремний, фосфор

Таблица 9.2. Объем сточных вод и основные загрязняющие вещества, поступившие от отдельных предприятий г. Петропавловска-Камчатского в Авачинскую губу в 2015 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)	Азотоб- щий (т)	Нефть и нефтепродукты (т)	СПАВ, (кг)	Фосфаты (по Р) (т)	Сульфаты (SO ₄) (т)	Хлориды (Cl) (т)
ОАО «Петропавловск-Камчатский морской торговый порт» (ОАО «ПКМТП»)	17,30	17,30	0,00	0,00	0,00	0,777	0,21	0,003	9,982	0,065	0,321	0,361
ЗАО «ПСРЗ»	213,10	9,10	0,00	204,00	0,00	0,24	0,03	0,00	0,969	0,010	0,181	18,121
ООО «Жестяно-баночная фабрика и К ^о » (ООО «ЖБФ и К ^о »)	135,00	0,00	135,00	0,00	0,00	3,47	0,85	0,03	53,09	0,35	2,50	2,02
ООО «Петропавловск-Камчатский рыбоконсервный завод»	78,03	78,03	0,00	0,00	0,00	5,73	0,20	0,00	2,85	1,82	1,66	3,43
ООО «Экология»	1,99	0,00	0,00	0,00	1,99	0,00	0,00	0,00	0,008	0,00	0,00	0,00
ЗАО «Судоремсервис»	455,10	0,00	245,00	200,00	10,10	4,83	2,02	0,01	40,37	0,43	5,65	6,79
Рыболовецкий колхоз им. В. И. Ленина	160,88	0,00	160,88	0,00	0,00	0,85	0,33	0,00	4,17	0,08	8,37	5,13
ООО «Аквафиш»	9,21	0,00	9,21	0,00	0,00	0,62	0,18	0,00	3,37	0,17	2,03	28,43
Муниципальное унитарное предприятие Петропавловск-Камчатского городского округа «Петропавловский водоканал» (МУП «Петропавловский водоканал»)	10482,47	4571,76	0,00	0,00	5910,71	911,82	228,27	5,34	11,99	89,70	144,84	426,22
ОАО «Камчатгеология»	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,001	0,001
ВСЕГО	11553,11	4676,19	550,09	404,03	5922,8	928,337	232,09	5,383	126,799	92,625	165,553	490,503



Рис. 9.2. Схема расположения станций мониторинга морских вод в Авачинской губе в 2015 г.

минеральный и общий, нитриты, нитраты и аммонийный азот), концентрации загрязняющих веществ (фенолы, детергенты и нефтепродукты) и элементов гидрометеорологического режима (хлорность, соленость, концентрация взвешенных веществ мг/дм^3 , температура воды и воздуха, скорость и направление ветра, атмосферное давление, облачность и волнение). Работы проводились силами специалистов ЦМС на арендуемых судах — МБ «Вольный» и катер «РУМ 45–63». Нефтяные углеводороды определялись методом ИК-спектрофотометрии на КН-2 по прилагаемой к прибору методике. Диапазон определения концентрации НУ находится в пределах $0,02\text{--}2,00 \text{ мг/дм}^3$. Определение АПАВ и фенолов производилось с использованием анализатора «Флюорат 02–3М».

Соленость в водах Авачинской губы изменялась, как обычно, в широком диапазоне от 2,04 до 32,32‰. Значения ниже 10‰ были зафиксированы в 12 пробах, отобранных с поверхностного горизонта с мая по август (8 проб в июне) по всей акватории губы, включая порт, эстуарные районы рек и бухты Моховая и Крашенинникова. В подповерхностных водах на глубине 10 м соленость не опускалась ниже 26,52‰. В придонном слое она изменялась в диапазоне 26,12–32,32‰. Значения хлорности изменялись в диапазоне 1,13–17,89‰, составив в среднем для всей толщи 14,73‰. Средняя для поверхностного слоя — 11,07; промежуточного — 16,71 и придонного — 17,29‰. Температура морской воды изменялась от 1,31°C у входа в бухту Крашенинникова (станция № 3) на глубине 20 м в конце мая до 17,40°C в районе морского порта в конце августа. Среднемесячные показатели температуры в толще вод изменялись в диапазоне 2,65–9,35°C; на поверхности в пределах от 1,31 до 9,35°C; в придонном слое от 4,75 до 17,40°C. Значения pH были в диапазоне 7,48–8,57. Мутность воды варьировала в диапазоне от 7,0 (в устьевой зоне реки Авача) до 121,0 мг/дм^3 (в августе в районе судоремонтного завода); среднегодовой показатель (61,2 мг/дм^3) немного повысился по сравнению с уровнем прошлого года (55,08 мг/дм^3).

Среднее содержание **нефтяных углеводородов** в водах Авачинской губы в 2015 г. немного снизилось по сравнению с прошлым годом и составило 1,4 ПДК (0,067 мг/дм^3), (табл. 9.3). Концентрация НУ была выше ПДК в 39,1% проб против 43,5% в 2014 г. Максимальное значение было зафиксировано в конце мая на поверхности в приустьевой зоне р. Паратунка и составило 0,68 мкг/дм^3 (13,6 ПДК). Из 19 проб со значениями НУ в 2 раза выше норматива де-

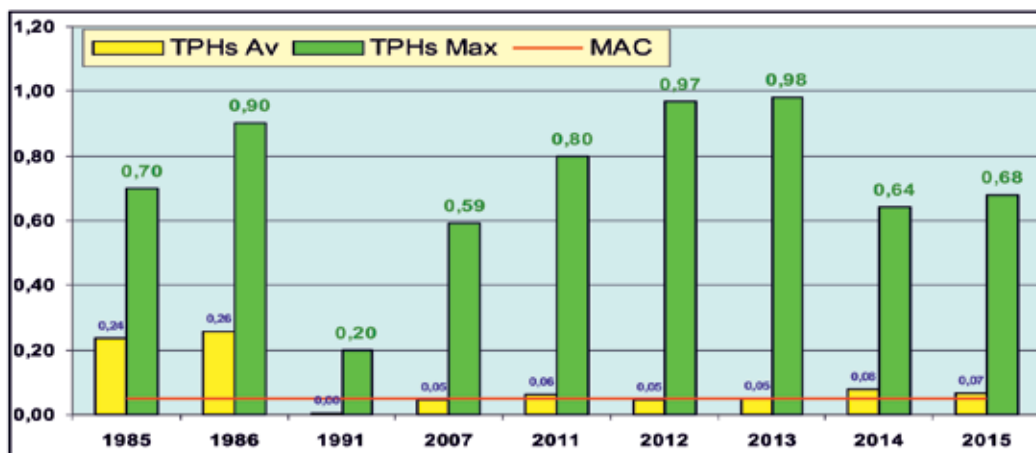


Рис. 9.3. Динамика максимальной и средней концентрации нефтяных углеводородов ($\text{мг}/\text{дм}^3$) в водах Авачинской губы в 1985–2015 гг.

сать были отобраны в мае по всей акватории губы и во всех слоях воды. В последнее пятилетие значения средней концентрации нефтяных углеводородов стабилизировалось на уровне немного больше норматива, в то время как максимальные пиковые величины ожидаемо были примерно на порядок больше (рис. 9.3).

В 2015 г. визуальные наблюдения за нефтяной пленкой на поверхности прилегающих к Камчатке морских акваториях проводились на 5 гидрометеорологических станциях ФГБУ «Камчатское УГМС»: МГ-1 Петропавловск-Камчатский, ОГМС Никольское, МГ-2 Озерная, МГ-2 Петропавловский Маяк и МГ-2 Оссора. Наблюдения в заливе Корфа с 2012 г. не проводятся в связи с переносом станции в поселок Тиличики, на значительное расстояние от морского берега. В бухте Оссора на побережье Берингова моря нефтяная пленка отсутствовала. На ОГМС Никольское (Алеутские острова, Тихий океан) у пирса в районе стоянки и швартовки рыбопромысловых и транспортных судов отмечались небольшие нефтяные пятна слабой интенсивности с максимальной повторяемостью до 18 дней с февраля по декабрь. На ГМС Петропавловский маяк (Авачинский залив) нефтяная пленка слабой интенсивности с покрытием 10% видимой акватории наиболее часто отмечалась в апреле (до 21 дня), июне (до 18 дней), августе (до 15 дней), в январе и феврале отсутствовала, а в остальное время фиксировалась в течение 2–11 дней ежемесячно. С июня по сентябрь визуальные наблюдения за загрязненностью прибрежной части моря нефтепродуктами зачастую были невозможны из-за туманов и морозящих осадков, приводящих к существенному ухудшению видимости. Как и в предшествующие годы наиболее загрязнена нефтепродуктами Авачинская губа. При отсутствии льда почти ежедневно на МГ-1 Петропавловск-Камчатский отмечалось покрытие 10% видимой части акватории губы нефтяной пленкой слабой интенсивности (1 балл). В Охотском море на западном побережье Камчатки в районе поселка Озерная с февраля по октябрь нефтяная пленка слабой интенсивности (1 балл) с покрытием 10% видимой части морской акватории отмечалась большую часть каждого месяца. В ноябре и декабре нефтяная пленка отсутствовала.

Фенолы образуются при биохимическом распаде и трансформации органических веществ в морских водах и донных отложениях Авачинской губы. Они поступают в губу с хо-

зяйственно-бытовыми и производственными стоками, а также приносятся речными водами. Приливно-отливные и сгонно-нагонные явления способствуют распространению загрязненных прибрежных вод по всей акватории губы. Наибольшее содержание фенолов в морской воде наблюдается, как правило, в период активного снеготаяния и во время половодья. 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. Среднее содержание фенолов в 2015 г. по сравнению с 2014 г. снизилось с 3 до 2 мкг/дм³. Самая высокая среднемесячная концентрация фенолов в морской воде, достигавшая 10 ПДК, была отмечена в октябре 2015 г. Очаги высокого загрязнения были сосредоточены в бухте Раковая (станция № 50), у выхода (станция № 43) и в центральной части Авачинской губы (станция № 2). В 2015 г. превышение предельно допустимой концентрации отмечено в 39% проб. Уровень загрязненности морских вод фенолами на уровне 2–5 ПДК сохраняется последние 5 лет.

Синтетические анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ) в воды Авачинской губы поступают в основном с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, а также с водами рек Авача и Паратунка. Наиболее часто повышенные значения концентрации фиксируются у восточного побережья в местах выпуска сточных вод и в районах впадения рек в Авачинскую губу. Скорость окисления АПАВ уменьшается при понижении температуры воды. В 2015 г. среднегодовая концентрация АПАВ по сравнению с прошлым годом повысилась в 1,5 раза и составила 77 мкг/дм³ (0,8 ПДК). Наиболее высокая среднемесячная концентрация АПАВ была зафиксирована в мае и октябре в поверхностном и придонном слое в приустьевой зоне рек Авача и Паратунка (2,3 и 2,6 ПДК). Концентрация АПАВ превышала ПДК в 28% проб (2012 г. — 5%; 2011 г. — 9% проб, в 2013 г. в 2-х пробах из 138, в 2014 г. — 7% проб). Следовательно, в 2015 г. можно отметить значительное повышение загрязнения вод Авачинской губы АПАВ.

Биогенные элементы. Основными источниками поступления фосфора в морскую среду являются речной сток, хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды, а также минерализация органических остатков. Понижает содержание фосфора в морской воде его потребление фитопланктоном в период активной вегетации. В холодное время года процессы регенерации превалируют над процессами потребления, и концентрация фосфора в морской воде достигает наибольших значений. Концентрация минерального фосфора (фосфатов) в течение года в толще вод изменялась в пределах от 0,8 до 150,0 мкгР/дм³, составив в среднем 29,0 мкгР/дм³, что практически соответствует прошлогоднему значению. Концентрация общего фосфора изменялась в диапазоне 10–168,0 мкгР/дм³ (в среднем 50,0 мкгР/дм³). Максимальная концентрация и фосфатов, и общего фосфора была зафиксирована в октябре в придонном слое: фосфатов в бухте Крашенинникова — 150,0 мкгР/дм³, а общего фосфора в центральной части Авачинской губы — 168,0 мкгР/дм³.

Соединения азота (нитриты, нитраты и аммонийный азот) поступают в Авачинскую губу с речным стоком, сточными водами промышленных предприятий, атмосферными осадками, а также в результате биохимического разложения под воздействием нитрифицирующих бактерий и минерализации органических остатков. Средняя концентрация неорганического азота в водах Авачинской губы на протяжении последних пяти лет остается стабильно низкой и не превышает установленных норм. Содержание аммонийного азота в морской воде в период наблюдений изменялось в диапазоне 10–496 мкгN/дм³, составив в среднем 82,1 мкгN/дм³, максимум был зафиксирован в июле в центральной части Авачинской губы на станции № 2. В течение всего периода наблюдений содержание аммонийного азота в придонном слое (среднегодовое значение — 118,4 мкгN/дм³) превышало его содержание в поверхностном слое

(67,9 мкгN/дм³). У дна в условиях пониженных температур и недостаточного содержания кислорода процессы нитрификации замедлены и происходит накопление аммонийного азота. Ни в одной из отобранных проб значения аммонийного азота не превысили ПДК.

Присутствие **нитритов** в морской воде связано с процессами нитрификации — окисления аммонийных ионов в присутствии кислорода. Поэтому содержание нитритов обычно повышено в местах скопления органического вещества — у северо-восточного побережья бухты и в районах впадения рек. Содержание их, как правило, в водах Авачинской губы незначительно. В 2015 г. содержание нитритов в морской воде было в диапазоне 0,3–121,0 мкгN/дм³, составив в среднем 4,2 мкгN/дм³. У дна количество нитритов увеличилось, а наибольшие величины обнаружены в зонах дефицита кислорода, максимальное значение было отмечено в центральной части Авачинской губы в придонном слое в августе. Так как нитриты являются неустойчивыми соединениями, которые при наличии кислорода окисляются до нитратов, то в морской воде преобладают нитраты как конечные продукты минерализации. В 2015 г. концентрация нитратного азота изменялась в диапазоне от 0,3 до 345,0 мкгN/дм³. Среднегодовое содержание нитратов составило 49,0 мкгN/дм³, снизившись по сравнению с 2014 г. почти в 2 раза (98,2 мкгN/дм³). Наибольшие величины отмечались в июне в поверхностном слое, когда потребление биогенных элементов водными организмами в условиях низких температур было минимальным. Основным источником поступления **кремния** в Авачинскую губу является речной и термальный сток. Кроме этого, он поступает в морскую среду в результате отмирания и разложения водных растений и организмов. Именно поэтому среднее содержание кремния на поверхности обычно в 2–5 раз превышает его концентрацию у дна. В теплый период года этому способствует слабое ветровое воздействие и летняя плотностная стратификация, препятствующая вертикальному перемешиванию водных масс. В 2015 г. среднегодовое значение для поверхностного слоя составило 1377,6 мкгSi/дм³, для придонного — 770,5 мкгSi/дм³, а для промежуточной водной толщи — 590,8 мкгSi/дм³. Повышенная концентрация силикатов отмечается в периоды половодья и дождевых паводков в зонах влияния рек Авача и Паратунка. Сезонные изменения количества кремния в морских водах в значительной степени зависят от интенсивности речного стока. В 2015 г. пик содержания кремния пришелся на июнь и август. Связь с речным стоком проявляется и в том, что количество кремния в поверхностном слое уменьшается с севера на юг по мере удаления от районов впадения рек. В 2015 г. среднегодовое содержание кремния в толще вод составило 969,0 мкгSi/дм³, (в 2014 г. — 953,0). Максимальная разовая концентрация (2081 мкгSi/дм³) была отмечена в августе в поверхностном слое приустьевой зоны реки Паратунка.

Содержание растворенного **кислорода** в период наблюдений изменялось в пределах 2,96–15,36 (29,1–147,0% насыщения), составив в среднем 9,94 мгO₂/дм³ (97% насыщения). В поверхностном слое содержание растворенного кислорода варьировало в диапазоне 8,06–15,36 мгO₂/дм³ (в среднем за год 11,54 мгO₂/дм³); в придонном слое — в диапазоне 2,96–12,89 (8,10); в толще вод в диапазоне 5,86–13,65 (10,35 мгO₂/дм³). Характерным для Авачинской губы является постоянное пересыщение кислородом поверхностного слоя и дефицит его в придонном слое в теплый период года. Такая ситуация наблюдается ежегодно, когда расход кислорода на химическое окисление и биохимическое разложение загрязняющих веществ в придонном слое увеличивается, а его поступление с поверхности в глубину сокращается из-за слабого ветрового перемешивания и скачка плотности, который создается из-за распреснения и прогрева поверхностных вод. Как правило, минимальное количество кислорода отмечается в центральной части Авачинской губы, куда стекаются сточные воды и почти отсутствует перемешивание. В октябре 2015 г. в 6 пробах из придонного слоя вод на

всей акватории губы на глубинах 11–26 м наблюдался дефицит кислорода, средняя величина 3,70 мгО₂/дм³. В центральном районе Авачинской губы на станции №2 значение опустилось до уровня высокого загрязнения (ВЗ) — концентрация растворенного в воде кислорода снизилась до 2,96 мгО₂/дм³ (0,5 ПДК).

Таблица 9.3. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Авачинской губы п-ова Камчатка в 2013–2015 гг.

Район	Ингредиент	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Авачинская губа	НУ	0,048	0,96	0,08	1,6	0,067	1,3
		0,98	20	0,64	13	0,68	14
	Фенолы	3,7	4	2,6	2,6	2,1	2,1
		11	11	18	18	10	10
	СПАВ	32	0,3	52	0,5	77	0,8
		140	1,4	192	1,9	210	2,1
	Азот аммонийный	93,8	<0,1	80	<0,1	82,2	<0,1
		476	0,2	288	0,1	496	0,2
	Растворенный кислород	10,32		10,38		9,94	
		4,13	0,7	2,94	0,5	2,96	0,5

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.
 3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.

В 2015 г. рассчитанный для периода наблюдений с мая по октябрь индекс загрязнения вод (ИЗВ) немного снизился и составил 1,19 (III класс, «умеренно загрязненные»), (табл. 9.4). Приоритетными загрязняющими веществами остаются нефтяные углеводороды и фенолы, хотя их среднегодовая концентрация немного снизилась. Максимальная концентрация СПАВ достигала 2,1 ПДК, однако средний уровень не достигал нормати-

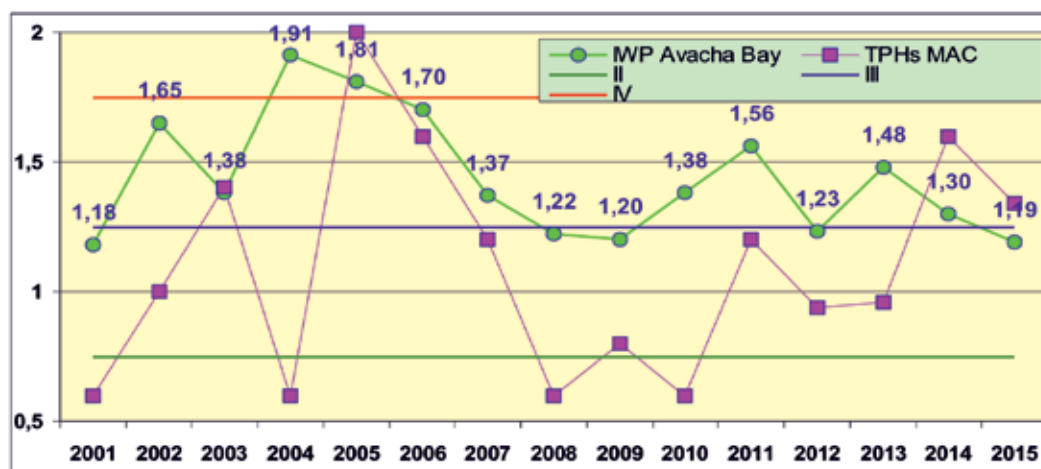


Рис. 9.4. Динамика Индекса Загрязненности Вод (ИЗВ) и ПДК нефтяных углеводородов (TPHs MAC) в водах Авачинской губы Камчатки в 2001–2015 гг.

ва. В целом в последние годы наблюдается стабилизация состояния вод Авачинской губы с небольшими межгодовыми вариациями и тенденцией к уменьшению уровня загрязнения. В последнее десятилетие значения индекса ИЗВ стабилизировались в диапазоне II–III классов, «умеренно загрязненные» — «загрязненные» (рис. 9.4). Кислородный режим в 2015 г. был в целом удовлетворительным и следовал естественному сезонному ходу. Каждый год с установлением летнего типа стратификации вод насыщенность кислородом глубинных слоев центральной части Авачинской губы резко снижается из-за формирования мощного слоя скачка плотности вследствие обильного речного пресноводного стока и весенне-летнего прогрева поверхностного слоя.

Таблица 9.4. Оценка качества вод Авачинской губы п-ова Камчатка в 2013–2015 гг.

Район	2013 г.		2014 г.		2015 г.		Среднее содержание ЗВ в 2015 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Авачинская губа	1,48	IV	1,31	IV	1,19	III	НУ 1,33; СПАВ 0,77; фенолы 2,06; O ₂ 0,60

Глава 10. ОХОТСКОЕ МОРЕ

Шулятьева Л.В., Мельникова Т.М., Золотухин Е.Г., Погожева М.П.

10.1.1. 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), (Залогин Б.С., Косарев А.Н., 1999). Проливами Невельского, Татарским и Лаперуза оно сообщается с Японским морем, Курильскими проливами — с Тихим океаном.

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 (Залогин Б.С., Косарев А.Н., 1999).

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.

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 А.Д., Залогин Б.С., 1982).

Зимой в северной части моря температура воды составляет $-1,5^{\circ}\text{C}$ – $-1,7^{\circ}\text{C}$. Летом прогревается только верхний слой толщиной в несколько десятков метров, под которым сохраняется холодный промежуточный слой с температурой $-1,7^{\circ}\text{C}$. Толщина этого слоя составляет от нескольких десятков метров в юго-восточной части моря до 500–900 м в северо-западной и западной частях. Сезонное изменение температуры охватывает слой до горизонта 200–300 м. В южной части моря высокая температура воды на поверхности наблюдается на пути движения тихоокеанских вод с юго-востока на северо-запад. Зимой в районе Курильских островов температура воды на поверхности в среднем составляет примерно $3,5^{\circ}\text{C}$, а летом — 7 – 14°C ; с глубиной температура понижается до $1,5$ – $2,5^{\circ}\text{C}$ на горизонте 400 м.

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 со-

леность равна 33,5‰, а в восточной — около 33,8‰. На горизонте 100 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 (Залогин Б.С., Косарев А.Н., 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 А.Д., Залогин Б.С., 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).

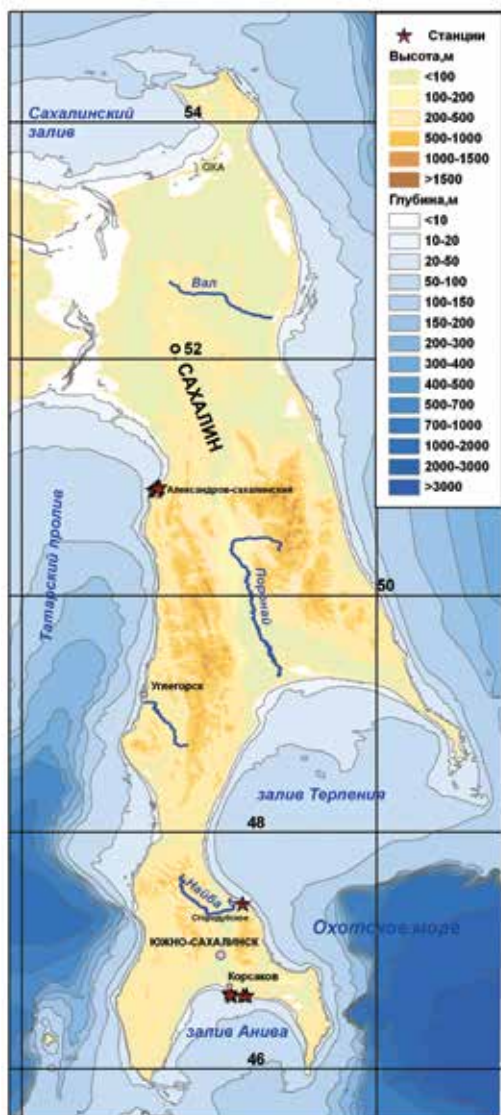
Приливы преимущественно неправильные суточные (до 12,9 м у мыса Астрономического), хотя наблюдаются и смешанные. Вдали от берега скорости приливных течений невелики — 5–10 см/с, в проливах, заливах и у берегов значительно больше. В Курильских проливах скорости течений доходят до 2–4 м/с. С октября по 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 доходить до 20 м при периоде 30–95 с, скорости распространения от 400 до 800 км/час и длине в несколько километров (Моря СССР, 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 — источник красной икры. Ведется интенсивный лов сельди, минтая, камбалы, трески, наваги, мойвы и др. 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>).

10.1.2. Загрязнение Охотского моря

Наибольшей антропогенной нагрузке подвергаются районы Тауйской губы в северной части моря и шельфовые районы острова Сахалин. В северную часть моря ежегодно поступает около 23 т нефтепродуктов, при этом 70–80% с речным стоком. В Тауйскую губу загрязняющие вещества поступают от береговых промышленных и коммунально-бытовых объектов, причем стоки Магадана поступают в прибрежную зону практически без очистки. Шельфовая

зона острова Сахалин загрязняется предприятиями угле-, нефте- и газодобычи, целлюлозно-бумажными комбинатами, рыбопромысловыми и перерабатывающими судами и предприятиями, сточными водами коммунально-бытовых объектов. Ежегодное поступление нефтепродуктов в юго-западную часть моря оценивают примерно в 1,1 тыс.т, при этом 75–85% с речным стоком. В Сахалинский залив нефтеуглеводороды попадают в основном со стоком реки Амур, поэтому максимальная концентрация отмечается в центральной и западной частях залива по оси поступающих амурских вод. Восточная часть моря — шельф полуострова Камчатка — загрязняется речным стоком, с которым в морскую среду поступает основная часть нефтеуглеводородов. В связи с сокращением работ на рыбоконсервных предприятиях полуострова с 1991 г. произошло уменьшение объема сточных вод, сбрасываемых в прибрежную зону моря. Южная часть моря — пролив Лаперуза и залив Анива — подвергаются интенсивному нефтяному загрязнению в весенне-летний период торговым и рыболовецким флотами. В среднем содержание нефтеуглеводородов в проливе Лаперуза не превышает предела допустимой концентрации. Залив Анива загрязнен чуть больше. Наибольший уровень загрязнения в данном районе отмечался у порта Корсаков, который является источником интенсивного загрязнения морской среды. Загрязнение прибрежной зоны моря вдоль северо-восточной части острова Сахалин связано, в основном, с разведкой и добычей нефти и газа на шельфе острова (<http://geographyofrussia.com>).



10.2. Загрязнение шельфа о. Сахалин

На шельфе о. Сахалин в районе поселка Стародубское в 2015 г. Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск) ежемесячно выполнялись наблюдения на одной фоновой станции в безледовый период с мая по октябрь. В заливе Анива в районе поселка Пригородное и города Корсаков наблюдения проводились в прибрежной зоне на шести станциях с мая по октябрь (рис. 10.1). Шельфовая зона острова загрязняется угле-, нефте- и газодобывающими предприятиями, муниципальными сточными водами комму-

Рис. 10.1. Станции мониторинга состояния морской среды на шельфе о. Сахалин в 2015 г.

нально-бытовых объектов, целлюлозно-бумажными комбинатами, рыбопромышленными и перерабатывающими судами и предприятиями. Значительную роль в загрязнении морских вод играет речной сток.

10.2.1. Район поселка Стародубское

Температура поверхностного слоя морских вод в 2015 г. варьировала в диапазоне 5,0–17,5°C; соленость 11,04–30,6‰; хлорность 6,11–16,94; pH 7,6–8,0; щелочность 1,538–2,164 мг-экв/дм³. Концентрация твердых взвешенных веществ изменялась от 28,5 (3 июня) до 221,0 мг/дм³ (26 октября), а легко окисляемого органического вещества по БПК₅ в интервале 2,3–4,3 мгО₂/дм³.

Концентрация нефтяных углеводородов в шести обработанных пробах воды изменялась от значений ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (0,020 мг/дм³, 4 пробы) до 0,052 мг/дм³, 1 ПДК (табл. 10.1). В целом если максимальные значения в последние годы в водах контролируемых участков шельфа варьировали примерно на уровне 1 ПДК, то средние величины были существенно ниже (рис. 10.2). Значительных

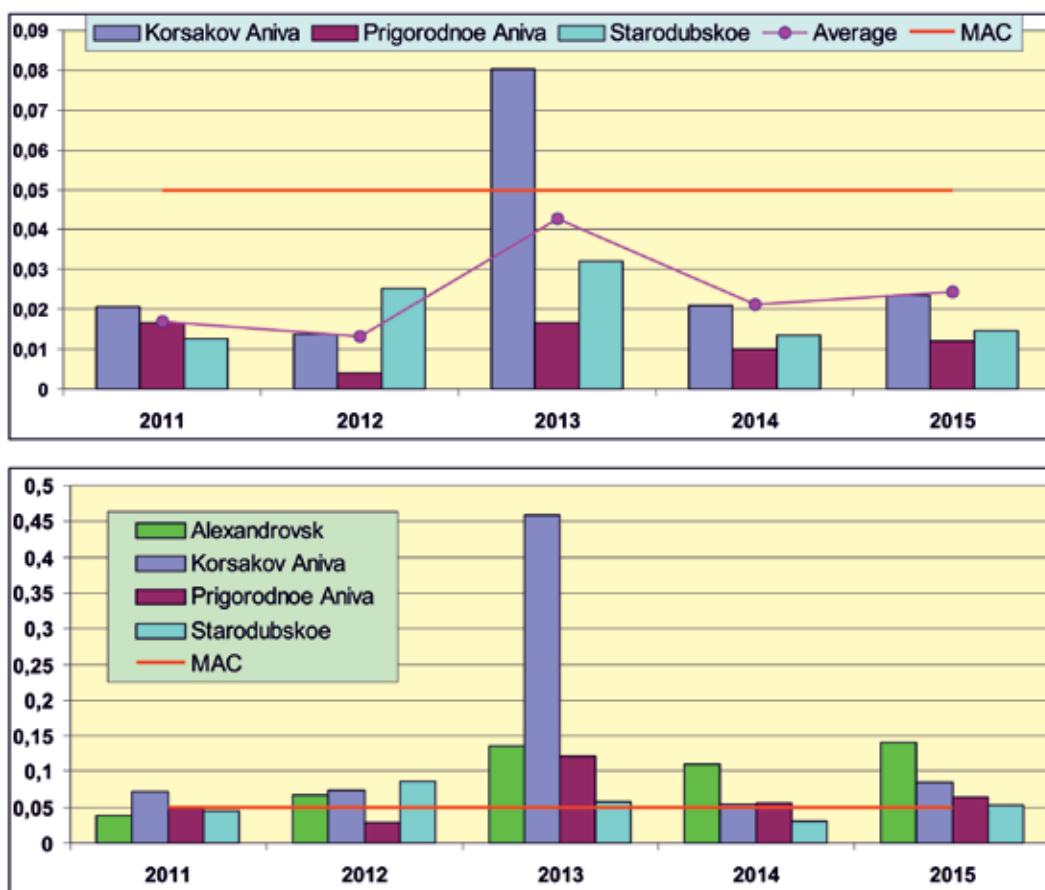


Рис. 10.2. Средняя и максимальная концентрация нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах шельфа о. Сахалин в 2011–2015 гг. ПДК=0,05 мг/дм³.

межгодовых вариаций обеих величин отмечено не было, как и существенных отличий между районами. Исключение составили воды порта Корсаков, в которых содержание НУ в 2013 г. резко возросло. Содержание фенолов в прибрежных водах было ниже $DL=0,5$ мг/дм³ во всех пробах, кроме одной в мае — 0,6 мг/дм³ (0,6 ПДК). Уровень загрязненности морских вод СПАВ снизился, не достигнув пределов определения в 5 пробах из шести. Лишь в июле значение достигло 20 мг/дм³ (0,2 ПДК).

Содержание тяжелых **металлов** в поверхностном слое вод составляло: медь 2,8–49,0 мг/дм³ (9,8 ПДК), средняя концентрация увеличилась по сравнению с предыдущим годом в 4,5 раза (13,9 мг/дм³ и 3,1 мг/дм³ в 2014 г.); цинк 1,4–32,9 мг/дм³, средняя концентрация (9,4 мг/дм³); содержание свинца было ниже предела обнаружения $DL=0,3$ мг/дм³ в 1 пробе в начале лета, максимум достигал 2,3 мг/дм³, среднее значение составило 1,1 мг/дм³, что меньше прошлогодних значений в 3 раза; содержание кадмия во всех пробах было ниже предела обнаружения (0,3 мг/дм³).

Концентрация почти всех определяемых форм азота в 2015 г. снизилась относительно значений 2014 г. Средняя и максимальная концентрация аммонийного **азота** осталась на уровне прошлого года — 58 мг/дм³ и 156 мг/дм³; нитриты — средняя уменьшилась с 4,8 до 3,5 мг/дм³, максимальная с 13,7 до 5,9 мг/дм³, уменьшение в 1,4 и 2,3 раза; нитратов — с 24 до 12 мг/дм³ и с 90 до 23 мг/дм³, соответственно уменьшение в 2,0 и в 3,9 раз. Среднегодовое содержание фосфатов незначительно повысилось и составило в 2015 г. 58,0 мг/дм³. Содержание силикатов изменялось от 184 до 1490 мг/дм³; среднее — 811 мг/дм³ было в 2,5 раза выше уровня 2014 г.

Концентрация **кислорода** в 2015 г. была в диапазоне 8,0–12,4 мгО₂/дм³ (47,0–106,2% насыщения). Среднегодовой показатель содержания растворенного кислорода составил 9,9 мгО₂/дм³. Качество вод на фоновой станции в районе пос. Стародубское в 2015 г. по ИЗВ может быть отнесено к III классу (1,19), «умеренно загрязненные» (табл. 10.2). Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды и медь.

Загрязнение **донных отложений** нефтяными углеводородами в шельфовой зоне о. Сахалин в районе пос. Стародубское немного понизилось: диапазон концентрации — от аналитического нуля (<5 мг/г в одной пробе) до 98,0 мг/г сухого вещества, среднее 49,3 мг/г. Содержание фенолов также немного понизилось. Среднее содержание составило 40 мг/г, максимальное 110 мг/г. Существенно уменьшилось содержание меди и цинка в донных отложениях. Средняя концентрация меди в 2015 г. составила 6,1 мг/г, диапазон 0,8–10,2 мг/г, а цинка 5,1 мг/г (3,8–7,9 мг/г). Среднее содержание свинца (4,7 мг/г) также уменьшилось в 2,3 раза; диапазон 2,0–11,8 мг/г. Содержание кадмия было ниже предела обнаружения кроме одной октябрьской пробы (0,05 мг/г). В целом уровень загрязненности донных осадков в 2015 г. в районе поселка значительно уменьшился по сравнению с 2014 г.

10.2.2. Залив Анива. Район порта г. Корсакова

В районе порта г. Корсакова в 2015 г. мониторинг состояния морской среды проводился с мая по октябрь на трех станциях. Температура морской воды изменялась от 7,0 до 21,5°C, составив в среднем 14,8°C. Соленость была в пределах 9,7–31,8‰ (27,1‰); минимум отмечен в июле, максимум — в сентябре. Хлорность изменялась в диапазоне 5,37–17,66‰, в среднем 15,06‰; рН 6,4–8,0; щелочность 1,141–2,180 мг-экв/дм³. Концентрация твердых взвешенных веществ изменялись от 2,7 (май) до 279,0 мг/дм³ (октябрь), в среднем 36,7 мг/дм³, а легко окисляемого органического вещества по БПК₅ от 1,1 (в мае и июне) до 21,0 мгО₂/дм³ (октябрь).

Концентрация **НУ** в прибрежных водах залива в районе п. Корсаков изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,02 мг/дм³, 8 проб из 18) до 0,085 мг/дм³ (1,7 ПДК в ав-

густе). Средняя за год величина составила 0,024 мг/дм³ (0,5 ПДК), что равно уровню предыдущего года. Содержание фенолов в водах залива изменялось от значений ниже предела обнаружения (0,5 мкг/дм³, 14 проб из 18) до 3,1 мкг/дм³ в июле; средняя концентрация составила 0,3 мкг/дм³, что в 2 раза ниже уровня прошлого года. Содержание СПАВ в водах района возросло в 1,5 раза по сравнению с прошлым годом. Наибольшая величина (59 мкг/дм³) была отмечена в июле и только в 3 пробах из 18 была ниже предела обнаружения (DL=10 мкг/дм³). Средняя величина (21,0 мкг/дм³) оказалась выше прошлогодних значений в 1,5 раза.

В 2015 г. концентрация **меди** в морской воде в районе порта изменялась в диапазоне 0,9–28,8 мкг/дм³; средняя и максимальная была сопоставима с прошлогодними значениями (табл. 10.3). Уровень содержания свинца и цинка в морских водах практически не изменился за последние годы. Содержание кадмия только в шести пробах было выше предела обнаружения DL=0,3 мкг/дм³.

Таблица 10.3. Концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах залива Анива в 2013/2014/2015 гг.

	Cu	Cd	Pb	Zn
Район п. Корсаков				
сред	3,2/7,3/8,5	<0,3/0,025/0,3	0,94/2,4/1,2	5,5/10,5/13,0
макс	13,1/32,3/28,8	<0,3/<0,3/0,3/1,9	3,4/7,3/4,4	27,5/45,9/69,0
мин	1,0/0,7/0,9	<0,3/<0,3/<0,3	<0,3/<0,3/<0,3	1,4/<0,3/1,1
ПДК сред	0,6/1,5/1,7	<0,1/<0,1/<0,1	<0,1/0,2/0,1	0,1/0,2/0,3
ПДК max	2,6/6,5/5,8	<0,1/<0,1/<0,1	0,3/0,7/0,4	0,6/0,9/1,4
Район п. Пригородное				
сред	4,2/4,13/6,0	0,14/0,03/0,1	2,11/1,8/0,8	5,9/8,2/8,9
макс	15,6/9,0/16,2	0,3/0,06/1,0	10,4/3,8/2,3	16,8/64,3/41,7
мин	0,1/0,9/0,9	<0,3/<0,3/<0,3	<0,3/<0,3/<0,3	1,8/<0,3/1,1
ПДК сред	0,8/0,8/1,2	<0,1/<0,1/<0,1	0,2/0,2/0,1	0,1/0,2/0,2
ПДК max	3,1/1,8/3,3	<0,1/<0,1/<0,1	1,0/0,4/0,2	0,3/1,3/0,8

Концентрация различных форм **азота** в водах залива в районе п. Корсаков была в пределах естественной межгодовой изменчивости: средняя концентрация аммонийного азота составила 82 мкг/дм³, максимальная — 222 мкг/дм³ (что практически равно прошлогодним значениям); содержание нитритов 5,7 и 30,3 мкг/дм³, максимум в сентябре; нитратов — 157 и 1691 мкг/дм³. В целом содержание в прибрежных водах Сахалина различных соединений азота показывает различную динамику (рис. 10.3). Если и средняя, и максимальная концен-

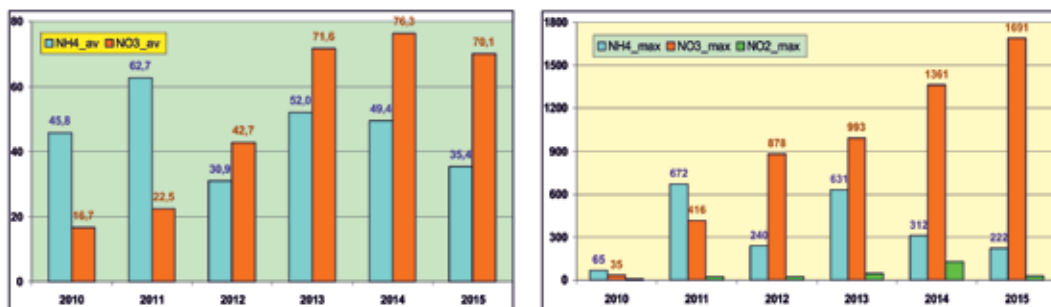


Рис. 10.3. Средняя и максимальная концентрация аммонийного и нитратного азота (мкг/дм³) в водах шельфа о. Сахалин в 2010–2015 гг.

трация нитратного азота быстро увеличилась в несколько раз, то аммонийный азот, в первые годы пятилетки превышавший нитратный, в последние годы незначительно уменьшался.

Концентрация неорганического фосфора в течение теплого периода года изменялась от аналитического нуля до 4909 мкг/дм³, в среднем 316 мкг/дм³; максимум отмечен в октябре. Содержание силикатов в водах района изменялось в диапазоне 235–4027 мкг/дм³, составив в среднем 1347 мкг/дм³; максимум в июле. По сравнению с 2014 г. среднее содержание кремния в морских водах увеличилось в 2,4 раза.

Кислородный режим в водах порта Корсаков в целом был удовлетворительным. Среднее содержание растворенного кислорода в период проведения наблюдений составило 8,7 мгО₂/дм³ (70,1% насыщения) при диапазоне концентрации 5,5–12,0 мгО₂/дм³. Минимальное значение было отмечено в сентябре при температуре воды 18,0°C и солености 27,57‰. По ИЗВ воды залива Анива в районе порта Корсаков в 2015 г. по-прежнему могут быть отнесены к III классу (1,06), «умеренно-загрязненные» (табл. 10.2). По сравнению с предыдущим годом качество вод в районе порта немного ухудшилось. Доминирующими загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды и медь.

В **донных отложениях** прибрежной зоны залива Анива в районе порта Корсаков содержание нефтяных углеводородов изменялось в диапазоне 27–330 мкг/г с максимумом в октябре, в среднем 100 мкг/г (2 ДК, в 2014 г. — 2,3 ДК). Средняя и максимальная концентрация остались примерно на том же уровне. Концентрация фенолов не превысила предела обнаружения DL=0,3 мкг/г в 10 пробах из 16, в остальных значения варьировали от 0,3 до 0,9 мкг/г, что меньше прошлогодних значений в 2,5 раза.

Содержание тяжелых металлов в осадках у порта Корсаков изменялось в следующих диапазонах: медь 2,0–158,0 мкг/г (среднее 28,7 мкг/г, 0,8 ДК, в 2 раза меньше значения 2014 г.); цинк 3,0–92,0 мкг/г (23,2 мкг/г, 0,2 ДК, что в 1,8 раза меньше прошлогоднего). Концентрация кадмия была ниже предела обнаружения DL=0,01 мкг/г в 11 пробах из 16; в остальных 0,02–0,33 мкг/г, в среднем 0,04 мкг/г. Содержание свинца изменялось в диапазоне 1,7–110,0 мкг/г, среднее составило 23,6 мкг/г (0,3 ДК). По сравнению с 2014 г. среднее больше в 1,9 раз, максимум — в 4 раза. И средняя, и максимальная концентрация цинка и кадмия уменьшилась по сравнению с прошлым годом, а свинца — возросла.

10.2.3. Залив Анива. Район пос. Пригородное

В 2015 г. мониторинг качества морской среды в прибрежной акватории в черте пос. Пригородное проводился на трех станциях с мая по октябрь. Температура поверхностного слоя вод изменялась от 7,0 до 22,5°C; соленость была в пределах 11,26–32,73‰, минимум отмечен в июле, а максимум в октябре; хлорность 6,62–18,12‰; pH 7,70–8,20; щелочность изменялась в диапазоне 1,204–2,244 мг-экв/дм³. Концентрация твердых взвешенных веществ изменялась от 3,8 (август) до 79,6 мг/дм³ (июль), а легко окисляемого органического вещества по БПК₅ от значений менее <1,0 (4 проб из 18) до 5,2 мгО₂/дм³, в среднем 1,8 мгО₂/дм³. В целом стандартные характеристики вод незначительно изменялись в пределах естественных межгодовых колебаний. Как и в прошлом году наблюдалось несколько случаев значительного распреснения поверхностных вод района.

В теплый период года концентрация **НУ** в поверхностном слое изменялась от значений ниже предела обнаружения (DL=0,02 мг/дм³; 11 проб из 18) до 0,064 мг/дм³, составив в среднем 0,010 мг/дм³ (0,2 ПДК). В целом уровень загрязнения НУ остался на уровне прошлого года. Содержание фенолов в прибрежье изменялось от значений ниже предела обнаружения (0,5 мкг/дм³, 16 проб из 18) до 3,1 мкг/дм³ в июле; средняя концентрация составила

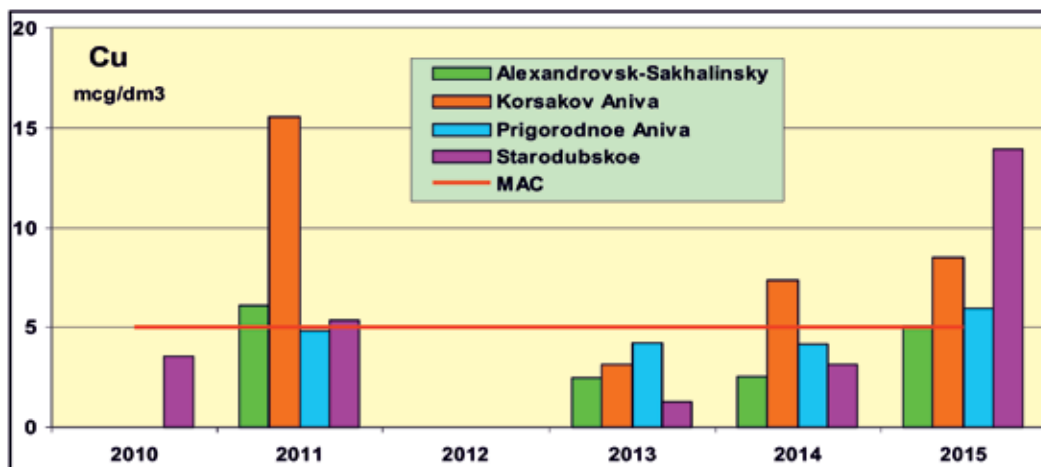


Рис. 10.4. Средняя концентрация меди (мкг/дм³) в водах шельфа о. Сахалин в 2010–2015 гг.

0,2 мкг/дм³. Уровень загрязнения вод залива АПАВ был невысоким. В 8 пробах концентрация была менее $DL=10$ мкг/дм³; наибольшая величина (74 мкг/дм³) была отмечена в августе, а средняя (15,0 мкг/дм³) повысилась почти в 2 раза по сравнению с прошлым годом.

Содержание меди в морской воде в районе пос. Пригородное изменялось в диапазоне 0,9–16,2 мкг/дм³, составив в среднем 6,0 мкг/дм³ (1,2 ПДК), что немного больше показателей 2014 г. (табл. 10.3). В целом на шельфе о. Сахалин концентрация меди весьма высокая (рис. 10.4). В последний год на всех контролируемых участках побережья средние величины равны или существенно превышали допустимый норматив. Почти всегда наиболее высокие значения характерны водам порта Корсаков.

Содержание цинка 1,1–41,7 мкг/дм³, в среднем 8,9 мкг/дм³ (0,2 ПДК). Уровень загрязненности морских вод залива остался на прошлогоднем уровне: среднегодовое содержание составило 0,1 ПДК. Концентрация кадмия только в 4 пробах была выше предела обнаружения $DL=0,3$ мкг/дм³, а максимальное значение составило 1,0 мкг/дм³ (0,1 ПДК).

Концентрация различных форм азота в водах залива в районе п. Пригородное изменялась в следующих значениях. Аммонийный азот от 0,0 до 57,0 мкг/дм³, среднее значение уменьшилось в 3 раза и составило 22,0 мкг/дм³; азот нитритов 0,8–5,8 мкг/дм³, в среднем 2,7 мкг/дм³ — уменьшение в 12,5 раз; нитратов 0–122 мкг/дм³, в среднем 30,0 мкг/дм³, среднее значение уменьшилось в 5,3 раз, максимальное — в 11,2 раза. В целом содержание нитратов в морской воде у п. Пригородное значительно уменьшилось по сравнению с 2014 г. Концентрация неорганического фосфора была в пределах от 4,0 до 107,0 мкг/дм³, средняя величина увеличилась в 1,4 раза и составила 44,0 мкг/дм³; максимум отмечен в середине октября. Содержание силикатов изменялось в диапазоне 151,0–4027,0 мкг/дм³ с максимумом в июле, среднее значение составило 1095,0 мкг/дм³ (уменьшение в 1,3 раза). В период наблюдений уровень содержания биогенных элементов в водах залива Анива в районе Пригородного в целом уменьшился.

Кислородный режим в районе пос. Пригородное был в пределах естественной нормы. Диапазон составил 6,8–12,3 мг/дм³, среднегодовой показатель 8,5 мг/дм³, что соответствует прошлогодним значениям. Минимальное содержание растворенного кислорода (6,8 мг/дм³) было отмечено в августе. Насыщение вод кислородом изменялось от 56,1% в мае до 86,5% в октябре. По индексу загрязненности ИЗВ воды залива Анива в районе п. Пригородное (0,88)

относятся к III классу, «умеренно-загрязненные» (табл. 10.2). По сравнению с 2014 г. качество морских вод в исследуемом районе ухудшилось за счет увеличения уровня загрязненности вод приоритетными ЗВ — нефтяными углеводородами, фенолами, СПАВ и медью, при этом содержание биогенных веществ в водах заливов уменьшилось.

Содержание нефтяных углеводородов в **донных отложениях** побережья у п. Пригородное изменялось от значений ниже 5 мкг/г до 104 мкг/г (2 ДК); среднегодовое значение составило 21 мкг/г (0,42 ДК), что в 2 раза выше прошлогоднего уровня. Несмотря на это повышение уровень загрязненности донных отложений НУ у поселка Пригородное все равно был значительно ниже, чем в районе порта Корсаков. Содержание фенолов в 8 пробах из 18 было ниже предела обнаружения DL=0,3 мкг/г, а в остальных изменялось от 0,050 до 0,859 мкг/г. Среднее значение составило 0,2 мкг/г.

Содержание тяжелых металлов изменялось в следующих пределах: медь 0,3–46,9 мкг/г (среднее 11,8 мкг/г, 0,3 ДК); цинк 0,6–28,6 мкг/г (7,2 мкг/г, 0,05 ДК); содержание кадмия не превышало 0,32 мкг/г (0,4 ДК, в 13 пробах ниже DL=0,01 мкг/г); свинец 0,0–10,4 мкг/г (2,8 мкг/г, 0,03 ДК). В большинстве случаев и средняя, и максимальная концентрация всех анализируемых металлов была ниже прошлогодних значений, а также показателей в районе порта Корсаков. Донные отложения у п. Пригородное могут считаться чистыми по всем контролируемым параметрам.

Таблица 10.1. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах и донных отложениях шельфа о. Сахалин в 2013–2015 гг.

Район	Ингредиент	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
пос. Стародубское	НУ	0,032	0,6	0,013	0,3	0,014	0,3
		0,058	1,2	0,030	0,6	0,052	1,0
	Фенолы	2,9	2,7	1,42	1,4	0,1	0,1
		5,1	5,1	5,0	5,0	0,6	0,6
	СПАВ	13	0,1	11,5	0,1	0,003	<0,1
		19	0,2	39	0,4	0,02	<0,1
	Кадмий	<0,3	<0,1	0,1	<0,1	0,00	<0,1
		<0,3	<0,1	0,6	<0,1	0,0	<0,1
	Медь	1,3	0,3	3,1	0,6	13,9	2,8
		1,9	0,4	5,7	1,1	49	9,8
	Цинк	1,8	<0,3	10,1	0,2	9,4	0,2
5,5		0,1	19,9	0,4	32,9	0,7	
Свинец	0,9	<0,1	3,2	0,3	1,1	0,1	
	1,7	0,2	6,7	0,7	2,3	0,2	
Аммонийный азот*	246	0,1	56	<0,1	58	<0,1	
	631	0,3	151	<0,1	156	<0,1	
БПК ₅	2,9	1,0	2,6	0,9	3,2	1,0	
	5,0	1,7	3,4	1,1	4,3	1,4	
Кислород	9,25		10,35		9,9		
	4,4	0,7	8,9		8,0		
Залив Анива: порт г. Корсакова	НУ	0,080	1,6	0,021	0,4	0,024	0,5
		0,458	9	0,055	1,1	0,085	1,7
	Фенолы	1,2	1,2	0,58	0,6	0,3	0,3
		3,7	3,7	1,9	1,9	3,1	3,1
	СПАВ	17	0,2	13,7	0,1	20,5	0,2
		52	0,5	38,0	0,4	72	0,7
Кадмий	0,025	<0,1	0,05	<0,1	0,3	<0,1	
	0,3	<0,1	0,6	<0,1	1,9	0,2	
Медь	3,2	0,6	7,4	1,5	8,5	1,7	
	13,1	2,6	32,3	6,5	28,8	5,8	

Залив Анива: порт г. Корсакова	Цинк	5,5 27,5	0,1 0,6	10,5 45,9	0,2 0,9	13,0 69,0	0,3 1,4
	Свинец	0,9 3,4	<0,1 0,3	2,4 7,3	0,2 0,7	1,2 4,4	0,1 0,4
	Аммонийный азот**	87 261	<0,1 0,1	96 284	<0,1 0,1	82 222	<0,1 0,1
	БПК ₅	1,7 3,9	0,6 1,3	1,9 3,0	0,6 1,0	4,1 21,0	1,4 7,0
	Кислород	8,50 5,4	0,9	8,65 4,47	0,75	8,2 5,5	0,92
Залив Анива: район пос. Приго- родное	НУ	0,017 0,121	0,3 2,4	0,010 0,056	0,2 1,2	0,012 0,064	0,2 1,3
	Фенолы	2,1 16,0	2,1 16,0	0,3 2,2	0,3 2,2	0,2 3,1	0,2 3,1
	СПАВ	12 42	0,1 0,4	7,8 41,0	<0,1 0,4	15 74	0,2 0,7
	Кадмий	0,14 1,0	<0,1 0,1	0,03 0,6	<0,1 <0,1	0,1 1,0	<0,1 0,1
	Медь	4,2 15,6	0,8 3	4,1 9,0	0,8 1,8	6,0 16,2	1,2 3,2
	Цинк	5,9 16,8	0,1 0,3	8,2 64,3	0,2 1,3	8,9 41,7	0,2 0,8
	Свинец	2,1 10,4	0,2 1,0	1,8 3,8	0,2 0,4	0,8 2,3	<0,1 0,2
	Аммонийный азот*	14 82	<0,1 <0,1	67,2 317,0	<0,1 0,1	22 57	<0,1 <0,1
	БПК ₅	1,4 3,2	0,5 1,1	1,04 2,50	0,3 0,8	1,8 5,2	0,6 1,7
	Кислород	8,23 6,1		8,55 5,25	0,9	8,5 6,8	
Александровск- Сахалинский	НУ	0,046 0,136	0,92 2,7	0,030 0,110	0,6 2,2	0,034 0,141	0,7 2,8
	Фенолы	1,2 10,0	1,1 10	0,0 0,0	0,0 0,0	0,1 0,8	0,1 0,8
	СПАВ	10 46	<0,1 0,5	20,6 54,0	0,2 0,5	12 45	0,1 0,5
	Кадмий	<0,3 <0,3	<0,1 <0,1	<0,3 0,9	<0,1 <0,1	0,1 0,6	<0,1 <0,1
	Медь	2,5 8,5	0,5 1,7	2,5 8,7	0,5 1,7	5,1 13,2	1,0 2,6
	Цинк	3,0 6,2	<0,1 0,1	3,6 24	<0,1 0,5	12,2 86,6	0,2 1,7
	Свинец	1,3 10,3	0,1 1,0	1,0 3,9	0,1 0,4	1,1 8,5	0,1 0,8
	Аммонийный азот*	22,4 56	<0,1 <0,1	10,9 40,0	<0,1 <0,1	10 47	<0,1 <0,1
	Кислород	9,05 7,5		8,7 7,6		7,9 6,6	
Донные отложения							
пос. Стародубское	НУ	20 56	0,4 1,1	60 157	0,4 1,1	49,3 98	1,0 2,0
	Фенолы	0,10 0,30		0,6 1,6	0,6 1,6	0,4 1,1	0,4 1,1
	Медь	1,1 2,2	<0,1 <0,1	53,4 118	10,7 23,6	6,1 10,2	0,2 0,3

пос. Стародубское	Цинк	4,3 5,9	<0,1 <0,1	32,8 68,5	0,6 1,4	5,1 7,9	<0,1 <0,1
	Кадмий	0,02 0,04	<0,1 <0,1	0,20 0,54	<0,1 <0,1	0,008 0,05	<0,1 <0,1
	Свинец	2,6 4,4	<0,1 <0,1	10,6 18,6	1,06 0,2	4,7 11,8	<0,1 0,1
порт г Корсакова	НУ	107 217	2,1 4	117 369	2,3 7,4	218 330	4,4 6,6
	Фенолы	0,06 0,5		0,4 2,3	0,4 2,3	0,33 0,91	0,33 0,91
	Медь	28,2 72,4	0,8 2,1	54,3 154,0	10,7 30,8	11,3 25,0	0,3 0,7
	Цинк	73,6 342,5	0,5 2,4	40,7 116,0	0,8 2,3	13,2 26,2	<0,1 0,2
	Кадмий	0,05 0,16	<0,1 0,2	0,16 0,83	<0,1 <0,1	0,11 0,33	<0,1 <0,1
	Свинец	44,2 206,6	0,5 2,4	12,1 27,6	0,2 0,3	50,5 110,0	0,6 1,3
пос. Пригородное	НУ	8 37	0,2 0,7	11 50	0,2 1,0	21 104	0,4 2,1
	Фенолы	0 0		0,2 0,8	0,2 0,8	0,2 0,9	0,2 0,9
	Медь	3,9 9,2	0,1 0,3	36,4 106,5	7,3 21,3	11,8 46,9	0,3 1,3
	Цинк	6,5 19,3	<0,1 0,1	203 46,7	0,4 0,9	7,2 28,6	<0,1 0,2
	Кадмий	0,003 0,03	<0,1 <0,1	0,06 0,21	<0,1 <0,1	0,03 0,32	<0,1 <0,1
	Свинец	2,8 6,2	<0,1 <0,1	8,2 12,6	0,8 0,1	2,9 10,4	<0,1 0,1

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов, растворенного в воде кислорода и БПК₅ приведена в мг/л; СПАВ, фенолов, металлов и аммонийного азота в мкг/л. 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.
3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.
4. Аммонийный азот* — использовано значение ПДК в пересчете на азот.

Таблица 10.2. Оценка качества морских вод Охотского моря в шельфовой зоне о. Сахалин в 2013–2015 гг.

Район	2013 г.		2014 г.		2015 г.		Содержание ЗВ в 2015 г. (ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
поселок Стародубское	1,24	III	0,72	II	1,19	III	НУ 0,28; БПК ₅ 1,07; медь 2,78; О ₂ 0,61
порт Корсаков	1,00	III	0,79	III	1,06	III	НУ 0,48; БПК ₅ 1,37; Cu 1,70; О ₂ 0,69
поселок Пригородное	1,04	III	0,51	II	0,88	III	НУ 0,24; БПК ₅ 1,37; Cu 1,20; О ₂ 0,71
Суммарно шельф о. Сахалин	0,93	III	0,66	II	0,93	III	НУ 0,34; БПК ₅ 1,07; Cu 1,64; О ₂ 0,68

В 2015 г. прибрежные воды и донные отложения шельфа о. Сахалин, включая промышленные районы в заливе Анива у порта Корсаков и у поселка Пригородное, а также у поселка Ста-

родубское в заливе Терпения остаются относительно чистыми и характеризуются по комплексному индексу загрязненности вод в основном как «умеренно загрязненные». В течение периода наблюдений в 2012–2015 гг. доминирующими загрязняющими веществами на всем шельфе острова являются нефтяные углеводороды (среднегодовая концентрация в разных районах изменялась в пределах 0,04–1,6 ПДК), фенолы (0,0–2,7 ПДК) и медь (0,3–2,8 ПДК). Повышенным в прибрежных водах было содержание легкоокисляемых органических веществ, определяемых по БПК₅, максимальное значение достигало 7 ПДК (21,0 мкгО₂/дм³). Содержание детергентов, цинка и свинца было не столь высоким. Концентрация кадмия и в воде (max 1,9 мкг/дм³), и в донных отложениях (max 0,83 мкг/г) обычно была ниже предела обнаружения. Донные отложения шельфа острова остаются загрязненными медью и свинцом, допустимая концентрация которых в 2015 г. у Пригородного и Корсакова достигала 1,3 ДК. В порту Корсакова донные отложения традиционно загрязнены нефтяными углеводородами, концентрация которых в текущем году достигала 330 мкг/г (6,6 ДК). Кислородный режим вод в районах наблюдения в целом был в пределах нормы, а наименьшая величина составила 5,50 мгО₂/дм³ у Корсакова в конце сентября. В целом состояние вод шельфа о. Сахалин может быть оценено как удовлетворительное; существенных трендов концентрации контролируемых загрязняющих веществ не отмечено.

Глава 11. ЯПОНСКОЕ МОРЕ

*Подкопаева В.В., Исакова Л.В., Шулятьева Л.В., Мельникова Т.М.,
Золотухин Е.Г., Матвейчук И.Г., 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 обыч-

но 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 его 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, речной и ливневый сток, сброс твердых отходов и мусора в море (marine litter). Существенный вклад в загрязнение прибрежной зоны залива вносят реки. Около двух сотен водопользователей Приморского края сбрасывают сточные воды в поверхностные водные объекты более чем пятью сотнями организованных выпусков. 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. 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 подвергается 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 2015 г. объем загрязненных **сточных вод** по Приморскому краю составил 290,92 млн. м³ что в целом соответствует уровню прошлого года, в том числе загрязненных без очистки 244,54 млн. м³ против 243,16 млн. м³ в 2014 г. (0,6% больше из-за постановки на учет новых водопользователей); объем сброса недостаточно-очищенных сточных вод уменьшился на 2,17% и составил 46,38 млн. м³ против 47,41 млн. м³ в 2014 г.; объем сброса нормативно-чистых (без очистки) вод незначительно увеличился на 0,15% и составил 72,40 млн. м³; объем сброса нормативно-очищенных вод — 51,69 млн. м³, что на 18,69% больше по сравнению с 2014 г. (43,55 млн. м³). В залив Петра Великого из общего объема Приморского края в 2015 г. поступило 418,6 млн. м³ сточных вод, в т. ч., более 58% без очистки. Суммарно в 2015 г. в залив Петра Великого со сточными водами поступило загрязняющих веществ (в тоннах): НУ — 49,98; NH₄ — 680,64; СПАВ — 40,23; фенолы — 0,62; Fe — 99,68; Cu — 0,43; фосфора — 151,4 и взвешенные вещества — 581,1 т.

Наибольшая нагрузка по загрязняющим веществам приходится на бассейн рек Японского моря, куда было сброшено 306,44 млн.м³ сточных вод с загрязняющими веществами. В реки бассейна р. Усури поступило 36,62 млн.м³ сточных вод, имеющих загрязняющие вещества. Основное антропогенное влияние в результате сброса загрязненных сточных вод испытывают следующие водные объекты округа: река Раздольная с притоками Комаровка и Раковка, река Партизанская, река Усури, река Спассовка, река Рудная, Амурский залив, Уссурийский залив и залив Находка Японского моря. Река Раздольная с притоками является приемником недостаточно-очищенных и загрязненных сточных вод города Уссурийска и Октябрьского муниципального района; река Партизанская — г. Партизанска и его муниципального района; река Усури — гг. Дальнереченск, Лесозаводск и муниципальные образования Пожарского, Дальнереченского, Красноармейского, Кировского и Чугуевского районов; наиболее крупными загрязнителями являются ООО «Дальводоканал», АО «Приморский ГОК», ООО «Электросервис» г. Лесозаводск, МУП «Кристалл» п. Горные Ключи, ООО «Водолей» п. Чугуевка, филиал «ЛУР» АО ДГК Пожарский МР; Река Спассовка — гг. Спасск-Дальний и муниципальные образования Хорольского, Пограничного, Ханкайского, Октябрьского, Михайловского районов, наиболее крупными загрязнителями являются район «Водоканал» филиала Спасский КГУП «Примтеплоэнерго».

Заливы Амурский, Уссурийский и Находка являются приемниками нормативно-очищенных и загрязненных сточных вод городов Владивосток, Находка, Артем, Большой Камень, Фокино, Шкотовского, Хасанского, Надеждинского муниципальных районов. Сточные воды от объектов городов Находка, Большой Камень сбрасываются нормативно-очищенными. Основными загрязнителями являются: КГУП «Приморский водоканал» г. Владивосток, ОАО «Радиоприбор», АО ДКГ СП Владивостокская ТЭЦ-2, ЗАО УМЖК «Приморская соя» г. Уссурийск; ООО «Приморский сахар» г. Уссурийск, ОАО «Спасский комбинат асбестоцементных изделий» г. Спасск-Дальний, район «Водоканал» филиала Арсеньевский КГУП Примтеплоэнерго г. Арсеньев.

Из общего объема сброса загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты наибольший процент приходится на производство и распределение электроэнергии, воды и газа — 81%; вторую позицию (8%) занимает добыча полезных ископаемых. Существенной по значимости отраслью в Приморском крае является «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство». В первую очередь это ФГБУ «Управление Приммелиоводхоз», которое подает воду на рисовые чеки хозяйствам, возделывающим рис в Анучинском, Ханкайском, Хорольском и Черниговском районах.

В последние два года происходило небольшое увеличение сброса загрязненных сточных вод (млн.м³) в поверхностные водные объекты на территории Приморского края, хотя до максимального уровня сброса далеко: 2011–335,56; 2012–317,95; 2013–284,84; 2014–290,47 и 2015–290,92. Увеличение сброса объясняется продолжением переключения сточных вод от объектов г. Владивостока на центральные и южные очистные сооружения КГУП «Приморский водоканал», которые работают в нормативном режиме; очистные сооружения на полуострове Де-Фриз также работали в нормативном режиме.

Всего в 2015 г. 47 очистных сооружений обеспечивали очистку сточных вод до нормативного качества, на 1 сооружение больше. Мощность очистных сооружений перед сбросом сточных вод в водные объекты составила 368,97 млн.м³ против 306,82 млн.м³ в 2014 г., т.к. были поставлены на учет новые очистные сооружения: ООО «Нико Ойл ДВ» проектной производительностью 30,0 тыс.м³/год; АО «Приморнефтепродукт» (350,4 тыс.м³/год); КГУП «Приморский водоканал» (58400,0 тыс.м³/год) и МУП «Кирос» (328,5 тыс.м³/год).

В 2015 г. гидрохимические исследования Японского моря проводились лабораторией мониторинга загрязнения морских вод Приморского Центра мониторинга окружающей сре-

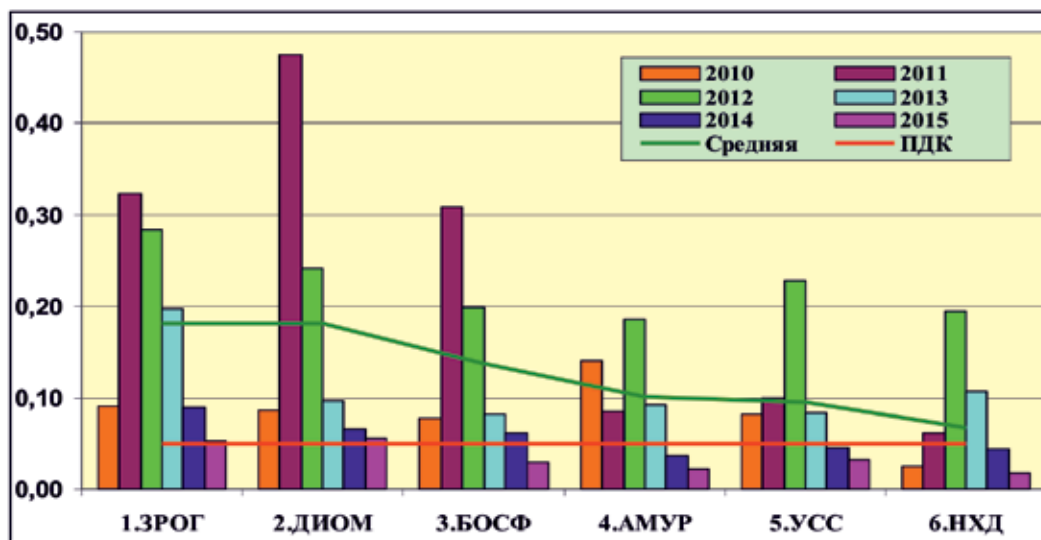


Рис. 11.2. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов в отдельных районах залива Петра Великого Японского моря в 2010–2015 гг.: 1 — бухта Золотой Рог, 2 — бухта Диомид, 3 — пролив Босфор Восточный, 4 — Амурский залив, 5 — Уссурийский залив, 6 — залив Находка.

НУ в четырех из 39 отобранных и проанализированных проб была ниже предела обнаружения $DL=0,01$ мг/дм³. Максимальное значение (0,26 мг/дм³, 5,2 ПДК) было отмечено 18 мая в центральной части бухты на станции №7 в поверхностном слое (табл. 11.1). Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в толще воды бухты Золотой Рог снизилась до 0,052 мг/дм³ (1,0 ПДК). Концентрация НУ в 41,0% проб равнялась или превышала установленный норматив.

По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод бухты Золотой Рог акватория местами покрыта плавающим мусором и нефтяной плёнкой; наблюдались нефтяные пятна интенсивностью 2 балла и густотой 10 баллов. Особенно часто (91–100%) отмечалась плёнка в районе станций №1, №7 и №11 (6 случаев). Только в одном случае степень покрытия поверхности нефтяными пятнами была 51–60% и в двух — 71–80%.

Концентрация **фенолов** в бухте Золотой Рог в течение безледного периода изменялась в диапазоне 0,2–2,2 мкг/дм³. Максимальное значение зарегистрировано на поверхностном горизонте в октябре на станции №1. Среднегодовая концентрация фенолов снизилась по сравнению с 2014 г. в 3,6 раза и составила 0,81 мкг/дм³ (0,8 ПДК). Содержание фенолов превышало 1 ПДК в 15,4% проб воды; в 2014 г. этот показатель составил 100%. Среднегодовое содержание АПАВ в 39 пробах воды из бухты составило 41 мкг/дм³ (0,4 ПДК), диапазон от 15 в октябре до 88 мкг/дм³ в апреле. По сравнению с 2014 г. среднегодовое содержание АПАВ в водах бухты снизилось в 2 раза.

В 2015 г. среднегодовая концентрация всех определяемых тяжелых **металлов** в водах бухты Золотой Рог не превышала норматива (табл. 11.2). Максимальные значения превышали ПДК по железу в 2 раза, а по меди и цинку — в 1,2 раза. Практически не изменился уровень загрязненности морских вод ртутью: в 2015 г. среднегодовая концентрация ртути в водах бухты составила 0,026 мкг/дм³, что приближается к 0,3 ПДК; а в 2014 г. — 0,023 мкг/дм³ (0,23 ПДК). Максимальная концентрация (0,09 мкг/дм³) зафиксирована в октябре 2015 г. на выходе из бухты на станции №14 в поверхностном слое.

Таблица 11.2. Средняя, максимальная и минимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах бухты Золотой Рог в 2012/2013/2014/2015 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	1,2/ 0,8/ 1,5/ 1,6	0,2/ 0,2/ 0,5/ 0,2	0,3/ 0,2/ 0,2/ 0,2	-/ 0/ 0/ -	0,3/ 0,3/ 1,6/ 0,7	7,1/ 6,0/ 21,4/ 19,1	19,0/ 5,4/ 10,5/ 5,7	76,6/ 27,7/ 32,6/ 33,9	0,3/ 0,3/ 0,6/ -	0,01/ 0,00/ 0,023/ 0,026
Макс.	6,3/ 2,3/ 4,9/ 6,1	1,2/ 0,7/ 7,9/ 2,1	5,5/ 1,9/ 2,2/ 0,7	0,1/ 0/ 0/ -	0,9/ 0,5/ 7,3/ 6,0	31/ 55/ 100/ 61,0	73,0/ 29,0/ 103,/ 33,0	624/ 220/ 181/ 99,0	1,5/ 1,2/ 4,3/ -	0,12/ 0,01/ 0,34/ 0,09
Мин.	0/ 0/ 0,1/ 0,6	0/ 0/ 0/ 0	0/ 0/ 0/ 0	0/ 0/ 0/ -	0/ 0/ 1,6/ 0,3	1,0/ 0,9/ 6,0/ 4,0	0/ 0/ 1,8/ 0	0,1/ 1,2/ 3,1/ 11,0	0/ 0/ 0,1/ -	0/ 0,01/ 0,00/ 0,01
ПДК сред.	0,24/ 0,16/ 0,3/ 0,3	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ -	<0,1/ <0,1/ <0,16/ <0,1	0,14/ 0,12/ 0,4/ 0,4	0,38/ 0,1/ 0,2/ 0,1	1,5/ 0,5/ 0,65/ 0,7	<0,1/ <0,1/ <0,1/ -	0,1/ <0,1/ 0,2/ 0,3
ПДК max.	1,26/ 0,46/ 1,0/ 1,2	0,12/ <0,1/ 0,8/ 0,2	0,55/ 0,2/ 0,2/ 0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ -	<0,1/ <0,1/ 0,7/ 0,6	0,6/ 1,1/ 2,0/ 1,2	1,46/ 0,6/ 2,0/ 0,7	12,5/ 4,4/ 3,6/ 2,0	<0,1/ <0,1/ <0,1/ -	1,2/ 0,1/ 3,4/ 0,9

Концентрация аммонийного азота в толще вод бухты Золотой Рог изменялась в диапазоне 31–836 мкг/дм³; максимум отмечен в мае в поверхностном слое на станции №1 в кутовой части бухты. По сравнению с 2014 г. среднегодовое содержание азота аммонийного снизилось в 1,5 раза и составило 151 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация нитритного азота в толще воды снизилась с 11,7 до 7,4 мкг/дм³; максимальная (39,0 мкг/дм³) отмечена в октябре в поверхностном слое в вершине бухты на станции №1 вблизи устья реки Объяснение. Среднее содержание нитратов повысилось с 31,5 до 41,2 мкг/дм³; максимальная концентрация (289 мкг/дм³) зафиксирована также в поверхностном слое на станции №1 в октябре. Значения общего азота в бухте Золотой Рог изменялись в пределах 589–2828 мкг/дм³. Среднегодовое значение снизилось с 1163 до 1096 мкг/дм³; максимальная концентрация зарегистрирована в мае в поверхностном слое на станции №7 в центральной части бухты. Среднегодовая концентрация органического азота составила в 2015 г. 875 мкг/дм³ (в 2014 г. — 932 мкг/дм³).

В 2015 г. среднегодовая концентрация минерального (фосфатов) и общего фосфора составила 24,0 и 34,51 мкг/дм³; наибольшая — 189 мкг/дм³ (1,3 ПДК) и 210 мкг/дм³ соответственно были отмечены в мае на станции №1 в вершине бухты, (в 2014 г. — 673 и 1470 мкг/дм³). По сравнению с 2014 г. среднегодовое содержание минерального фосфора снизилось в 3,6 раза, а общего фосфора в 7 раз. Средняя концентрация органического фосфора составила в 2015 г. 10 мкг/дм³. Среднегодовое содержание кремния в бухте Золотой Рог незначительно повысилось по сравнению с уровнем 2014 г. с 291 до 312 мкг/дм³; максимальная концентрация (982 мкг/дм³) была зафиксирована в октябре на станции №1 вблизи устья реки Объяснения.

Содержание растворенного в воде кислорода в течение периода наблюдений изменялось в пределах от 4,52 мгО₂/дм³ до 14,43 мгО₂/дм³ (58,6–195,3% насыщения), в среднем за год содержание растворенного кислорода составило 8,75 мгО₂/дм³ (99,2% насыщения). В течение теплого времени года с июля по октябрь кислородный режим в водах бухты ухудшался. В этот период было отмечено 4 случая, когда концентрация растворенного кислорода была ниже норматива 6 мг/дм³; три из них в придонном слое. Абсолютный минимум был зафиксирован в октябре 2015 г. на поверхности в кутовой части бухты.

В 2015 г. качество вод бухты Золотой Рог по ИЗВ улучшилось по сравнению с 2014 г., (табл. 11.12), индекс снизился с 2,26 «грязные» до 0,81 «умеренно-загрязненные». Однако

даже при таком снижении уровня загрязненности бухта Золотой Рог по-прежнему остается одной из наиболее загрязненных акваторий в заливе Петра Великого. Приоритетными загрязняющими веществами являются нефтяные углеводороды, фенолы, детергенты, железо, цинк, медь. Воды бухты также весьма мутные с высокой концентрацией взвешенных веществ. Содержание растворенного в воде кислорода в целом было пониженным и в период июня-октября четыре раза опускалось ниже норматива (табл. А.4).

В бухте Золотой Рог в мае и октябре 2015 г. было отобрано 10 проб **донных отложений**. Содержание нефтяных углеводородов в пробах изменялось в пределах 4280–30 600 мкг/г. Среднегодовое содержание НУ по сравнению с 2014 г. повысилось в 1,2 раза и составило 13 089 мкг/г; в 2005 — 1440 мкг/г; 2006 — 12 850; 2007 — 15 830; 2008 — 4900; 2009 — 8150; 2010 — 8350; 2011 — 8930, 2012 — 6966, 2013 — 6136, 2014 — 10 524 мкг/г. Средняя величина превышала допустимый уровень концентрации (ДК) в 261,8 раза (табл. А.5), максимальное значение (612 ДК) было отмечено в октябре в районе станции № 7 (центральный район бухты, станция расположена вблизи строящейся гостиницы). Превышение допустимого уровня концентрации отмечалось в 100% проб. Содержание фенолов изменялось в пределах 1,4–13,0 мкг/г; в среднем — 5,43 мкг/г, что в 1,8 раза меньше уровня 2014 г. Максимум отмечен в октябре на станции № 1 в вершине бухты. Именно этот район бухты Золотой Рог остается наиболее загрязненным фенолами, здесь средняя их концентрация составила 8,9 мкг/г сухого остатка.

В ходе определения уровня загрязненности донных отложений бухты Золотой Рог **пестицидами** было обнаружено, что концентрация α -ГХЦГ в пробах изменялась в диапазоне от 0,1 до 3,9 нг/г сухого вещества; в среднем 1,4 нг/г, что почти в 3 раза больше, чем в прошлом году. Концентрация γ -ГХЦГ изменялась в диапазоне 0,1–2,5 нг/г; в среднем 0,6, что в 3 раза больше, чем в 2014 г.; диапазон значений не изменился по сравнению с прошлым годом. Средняя и максимальная концентрация ХОП группы ДДТ составила: ДДТ — 5,4 и 22,2 нг/г, максимум отмечен на станции № 14 на выходе из бухты; ДДЭ — 6,9 и 13,5 нг/г; ДДД — 19,5 и 47,0 нг/г. Максимум ДДЭ и ДДД был зафиксирован на станции № 7 в мае в центральной части бухты. Среднее содержание ДДТ повысилось по сравнению с 2014 г. в 1,5 раза; среднее содержание ДДЭ снизилось в 1,9 раза, ДДД — в 1,15 раза. В 2015 г. среднегодовая суммарная концентрация пестицидов ДДТ, ДДЭ и ДДД в донных отложениях бухты Золотой Рог немного снизилась и составила 31,8 нг/г, её значение в 12,7 раз превысило допустимый уровень концентрации, в 2014 г. этот показатель составил 15,6 ДК.

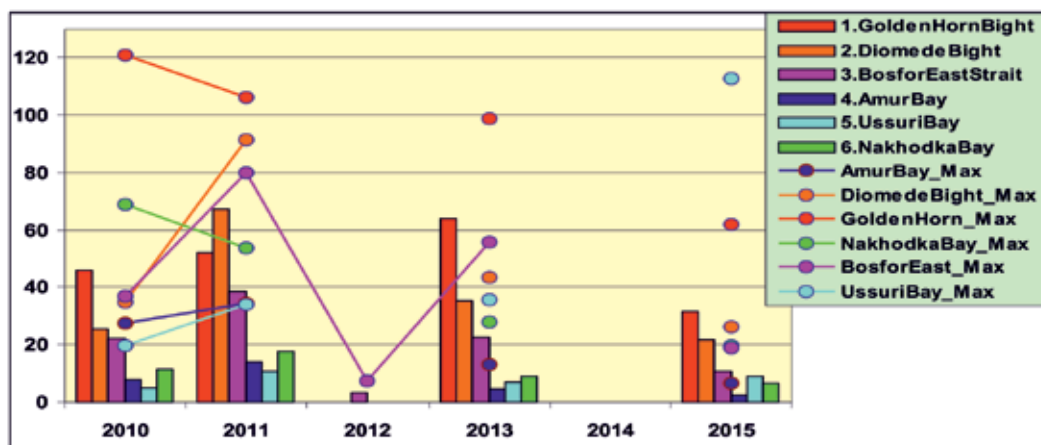


Рис. 11.3. Изменение суммарной средней и максимальной концентрации пестицидов группы ДДТ в донных отложениях залива Петра Великого в 2012–2015 гг.

Содержание пестицидов группы ДДТ в донных отложениях различных участков акватории залива Петра Великого свидетельствует о постепенном уменьшении в последние годы их содержания в осадках залива (рис. 11.3). Наибольшие значения во все годы были зафиксированы в бухтах Золотой Рог и Диомид, а также в проливе Босфор Восточный, расположенных в пределах Владивостока и в наибольшей степени подверженных загрязнению. На этих трех участках акватории залива отмечено наибольшее снижение уровня загрязнения. В остальных заливах уровень загрязненности осадков существенно ниже и не испытывает значительной межгодовой изменчивости. Следует отметить значительное многократное превышение максимальных значений в отдельных пробах на всех участках залива над среднегодовыми величинами. Почти всегда годовой экстремум был зафиксирован в бухте Золотой Рог.

Среднегодовая концентрация полихлорбифенилов (ПХБ) в донных отложениях бухты Золотой Рог осталась на прошлогоднем уровне и составила 394,8 нг/г (19,7 ДК, в 2014 г. — 391 нг/г); диапазон значений 94-908,5 нг/г. Наиболее загрязнены ПХБ донные отложения станции №11 вблизи мыса Чуркина практически в центре города Владивосток и станции №22 в бухте Диомид на окраине города, здесь концентрация составила 691,1 нг/г и 622,2 нг/г соответственно.

В 2015 г. в бухте Золотой Рог среднегодовая концентрация меди, свинца, кадмия, кобальта, никеля, цинка и хрома в донных отложениях возросла в 1,2–1,9 раза; среднегодовое содержание марганца — в 2 раза, ртути — в 2,2 раза. Средняя концентрация только кобальта, никеля и хрома была ниже уровня допустимой концентрации. По сравнению с 2014 г. в донных отложениях бухты Золотой Рог заметно повысилось содержание ртути (табл. 11.4), диапазон концентраций составил 0,35–5,27 мкг/г сухого остатка, а максимальное значение (17,6 ДК) было зафиксировано в октябре на станции №7 в центральной части залива в центре города Владивосток.

Таблица 11.4. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях бухты Золотой Рог в 2011/2012/2013/2014/2015 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	122,3/ 128,0/ 132,8/ 131,4/ 149,9	155,9/ 118,4/ 142,2/ 121,2/ 195,3	1,5/ 1,6/ 1,9/ 1,8/ 3,7	5,3/ 5,3/ 4,5/ 3,4/ 6,1	12,3/ 12,8/ 15,2/ 13,4/ 20,9	321/ 335/ 339,4/ 299,3/ 380,5	177/ 227/ 189,8/ 93,0/ 199,5	29632/ 33106/ 32871/ 27872/ 28742	39,7/ 41,6/ 39,4/ 37,9/ 76,0	0,65/ 0,81/ 0,46/ 0,69/ 1,54
Макс.	249/ 275/ 242/ 310/ 280,0	340/ 265/ 368/ 273/ 439	3,5/ 3,9/ 3,7/ 3,9/ 6,2	7,7/ 7,2/ 5,8/ 6,1/ 14,0	19/ 15/ 20/ 21/ 32,0	603/ 559/ 612/ 678/ 611,0	357/ 458/ 388/ 207/ 321,0	51076/ 35317/ 35957/ 34982/ 35161	58/ 59/ 68/ 59/ 130,0	1,74/ 1,32/ 1,84/ 1,21/ 5,27
Мин.	46/ 55/ 58/ 53/ 49,0	61/ 55/ 45/ 30/ 63,0	0/ 0,2/ 0,6/ 0,4 1,2	3,9/ 4,2/ 3,3/ 0,0/ 1,0	8,9/ 11/ 13/ 2,4/ 15,0	127/ 156/ 129/ 100/ 143	112/ 160/ 135/ 11/ 149	18528/ 32155/ 28347/ 12184/ 22494	22/ 28/ 23/ 16/ 46	0,09/ 0,33/ 0,11/ 0,04/ 0,35
ДК* сред.	3,5/ 3,7/ 3,8/ 3,7/ 4,3	1,8/ 1,4/ 1,7/ 1,4/ 2,3	1,9/ 2,0/ 2,4/ 2,3/ 4,6	0,3/ 0,3/ 0,2/ 0,2/ 0,3	0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,6	2,3/ 2,4/ 2,4/ 2,1/ 2,7	-	-	0,4/ 0,4/ 0,39/ 0,38/ 0,76	2,2/ 2,7/ 1,5/ 2,3/ 5,1
ДК max.	7,1/ 7,9/ 6,9/ 8,9/ 8,0	4,0/ 3,1/ 4,3/ 3,2/ 5,2	4,4/ 4,9/ 4,6/ 4,9/ 7,75	0,4/ 0,4/ 0,3/ 0,3/ 0,7	0,5/ 0,4/ 0,6/ 0,6/ 0,9	4,3/ 4,0/ 4,4/ 4,8/ 4,4	-	-	0,6/ 0,6/ 0,68/ 0,6/ 1,3	5,8/ 4,0/ 6,1/ 4,0/ 17,6

* выделенные значения выше ДК.

11.4. Бухта Диомид

В 2015 г. наблюдения за состоянием вод и донных отложений бухты Диомид проводились в мае, июле и октябре на станции №22 (рис. 11.1); всего отобрано 6 проб воды и 2 грунта. Диапазон значений **температуры** воды в период наблюдений составлял 8,480°C в мае — 20,370°C в июле; в среднем для всей толщи — 13,720°C. Соленость изменялась от 28,640‰ в июле на поверхности до 33,190‰ в июле на глубине 11 м; в среднем — 31,536‰. Значения pH изменялись от 7,87 в мае до 8,12 в октябре, в среднем — 7,985. Концентрация взвешенных частиц изменялась в диапазоне от 3,0 мг/дм³ до 9,8 мг/дм³ (май); средняя величина составила 5,783 мг/дм³. В 2015 г. показатель биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) снизился по сравнению с 2014 г. с 3,54 до 2,00 мгО₂/дм³, наибольшие значения (4,0 мгО₂/дм³ на поверхности и 3,0 мгО₂/дм³ в придонном слое) были зарегистрированы в июле; в другие месяцы составляли 1,0–2,0 мгО₂/дм³.

Среднегодовое содержание **нефтяных углеводородов** в 6 отобранных пробах составило 0,055 мг/дм³ (1,1 ПДК), а диапазон изменений составил 0,02–0,10 мг/дм³ (табл. 11.1). По сравнению с 2014 г. среднегодовое содержание НУ в исследуемом районе немного снизилось с 1,4 до 1,1 ПДК. Максимальная концентрация (2 ПДК) зарегистрирована в октябре на глубине 8 м. Превышение предельно-допустимой концентрации отмечено в 33,3% проб. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод бухты Диомид в мае — июле наблюдалось покрытие нефтяной пленкой разной интенсивности (1–2 балла), густотой 10 баллов; в исследуемый период процент покрытия акватории бухты Диомид нефтяными пятнами достигал не менее 91%. Концентрация фенолов изменялась в пределах 0,3–2,7 мкг/дм³ (2,7 ПДК, май); среднее содержание составило 1,1 ПДК. Уровень загрязненности морских вод фенолами снизился по сравнению с прошлым годом в 2,45 раза. Превышение ПДК отмечено в 50% проб. Концентрация АПАВ в шести пробах воды, отобранных для анализа, варьировала в диапазоне 21–130 мкг/дм³ (максимум отмечен в мае). Среднегодовая величина (0,54 ПДК) снизилась примерно в 1,6 раза.

В 2015 г. среднегодовая концентрация **тяжелых металлов** в воде бухты не превышала установленного норматива. Максимальная концентрация никеля, цинка и железа превысила ПДК в 1,7; 1,04 и 1,2 раза; повышенное содержание никеля и цинка было зафиксировано в октябре, а железа — в мае. Наибольшие величины были на уровне 0,8 ПДК для железа и меди, 0,2–0,4 для марганца, никеля и цинка, и не превышали 0,1 ПДК для свинца, хрома и кадмия. В 2015 г. снизилось содержание ртути в морской воде: среднее содержание уменьшилось в 2,5 раза (в пределах 1 ПДК) и составило 0,23 ПДК. Максимальная концентрация (0,04 мкг/дм³, 0,4 ПДК) была отмечена в июле на глубине 11 м.

Концентрация **биогенных элементов** в бухте Диомид в период проведения исследований не превышала норматива для рыбохозяйственных водоемов. Содержание аммонийного азота изменялось в пределах 50–358 мкг/дм³; среднегодовая концентрация составила 149,7 мкг/дм³ (<0,1 ПДК), что близко к уровню 2014 г. В 2015 г. среднее содержание нитритов, нитратов и общего азота в морской воде составило 6,6, 64,6 13,6 и 990,8; максимальное — 16,0, 255,0 и 1537 мкг/дм³ соответственно. По сравнению с 2014 г. средняя концентрация нитритов возросла в 2 раза, нитратов — в 4,7 раза, среднее содержание общего азота в морской воде практически не изменилось. Среднегодовая концентрация органического азота составила 770 мкг/дм³, максимальная — 908 мкг/дм³; по сравнению с 2014 г. среднее содержание органического азота не изменилось. В период проведения работ концентрация фосфатов была в диапазоне 7,3–43,0 мкг/дм³, составив в среднем 20,4 мкг/дм³; общего фосфора 15,0–49,0 мкг/дм³, составив в среднем 32,2 мкг/дм³; максимальные значения обоих показателей были отмечены в октябре. Среднегодовая концентрация органического фосфора составила 11,8 мкг/дм³, при диапазоне 6,0–21,0 мкг/дм³. По сравнению с прошлым годом концентрация

фосфатов повысилась в 1,3 раза, общего фосфора практически в 1,7 раза, а органического фосфора в 3,4 раза. Содержание кремния изменялось в пределах 22–589 мкг/дм³, составив в среднем за год 289,2 мкг/дм³, что в 1,5 раза выше значения 2014 г. — 187,6 мкг/дм³; максимум зафиксирован в октябре на поверхностном горизонте.

Среднегодовая концентрация растворенного **кислорода** составила 9,789 мгО₂/дм³ (115% насыщения). Минимальное значение (7,50 мгО₂/дм³ или 92,0% насыщения) было отмечено в октябре на глубине 8 м. По индексу загрязненности вод **ИЗВ** (0,86, III класс, «умеренно-загрязненные») качество вод бухты Диомид улучшилось по сравнению с 2014 г. за счет снижения уровня загрязненности вод НУ, фенолами, АПАВ и ртути.

В 2015 г. в бухте Диомид в мае и октябре было отобрано две пробы **донных отложений**. В майской пробе содержание нефтяных углеводородов составило 3750 мкг/г, в октябрьской — 9480 мкг/г сухого вещества; среднее — 6610 мкг/г (132 ПДК) в 1,2 раза больше уровня прошлого года. В последние 10 лет уровень загрязненности донных отложений бухты Диомид имеет достаточно четкий тренд к повышению. Среднегодовая концентрация НУ в донных отложениях бухты Диомид составила в 2005 — 310; 2006 — 5380; 2007 — 5340; 2008 — 2790, 2009 — 6660; 2010 — 3300; 2011 — 4470; 2012 — 2860, 2013 — 1460 (29,2 ДК), и в 2014 г. — 5510 мкг/г (110 ПДК). Содержание фенолов в майской и октябрьской пробах составило 1,9 и 3,0 мкг/г соответственно, среднее 2,45 мкг/г, что более трех раз ниже уровня 2014 г. (8,0 мкг/г).

Таблица 11.5. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях бухты Диомид в 2010/2011/2012/2013/2014/2015 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	203,3/ 268,7/ 360,5/ 185,0/ 261,0/ 487,5	142,3/ 240,3/ 245,0/ 111,0/ 169,0/ 182,5	4,1/ 2,6/ 1,5/ 2,2/ 2,6/ 5,85	4,0/ 6,0/ 4,2/ 3,0/ 2,5/ 3,1	12,1/ 11,7/ 15,0/ 11,5/ 12,5/ 27,5	293/ 425/ 877,5/ 324,5/ 490,5/ 765,0	106/ 133/ 169/ 128/ 55,5/ 229,5	22076/ 22602/ 37401/ 26080/ 26146/ 32195	153/ 239/ 194,5/ 76,0/ 69,0/ 313	0,55/ 1,59/ 0,32/ 0,15/ 0,64/ 1,12
Макс.	405/ 457/ 504/ 278/ 402/ 678	259/ 477/ 369/ 150/ 270/ 186	9,5/ 3,7/ 2,7/ 3,4/ 4,4/ 6,4	6,9/ 8,5/ 5,2/ 3,9/ 2,8/ 5,2	19,0/ 14,0/ 19,0/ 13,0/ 14,0/ 30,0	533/ 708/ 1422/ 458/ 800/ 1088	140/ 139/ 211/ 136/ 97/ 279	34843/ 25233/ 48487/ 30579/ 35324/ 32766	399/ 428/ 309/ 111/ 84/ 521	0,82/ 3,87/ 0,36/ 0,17/ 0,94/ 1,39
Мин.	67/ 135/ 217/ 92/ 120	57/ 73/ 121/ 72/ 68	0,3/ 1,5/ 0,2/ 1,0/ 1,1	2,5/ 4,1/ 3,1/ 2,1/ 2,1	6,4/ 10,0/ 11,0/ 10,0/ 11,0	119/ 221/ 333/ 191/ 181	82/ 124/ 127/ 120/ 14	17415/ 21621/ 26314/ 21581/ 16968	19/ 49/ 80/ 41/ 54	0,19/ 0,11/ 0,28/ 0,13/ 0,34
ДК сред.	5,8/ 7,7/ 10,3/ 5,3/ 7,5/ 13,9	1,7/ 2,8/ 2,9/ 1,3/ 2,0/ 2,1	5,1/ 3,3/ 1,9/ 2,75/ 3,25/ 7,3	0,2/ 0,3/ 0,2/ 0,15/ 0,1/ 0,15	0,3/ 0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,36/ 0,78	2,1/ 3,0/ 6,3/ 2,3/ 3,5/ 5,5	-	-	1,5/ 2,4/ 1,95/ 0,8/ 0,7/ 3,1	1,8/ 5,3/ 1,2/ 0,5/ 2,1/ 3,7
ДК max.	11,6/ 13,1/ 14,4/ 7,9/ 11,5/ 19,4	3,0/ 5,6/ 4,3/ 1,8/ 3,2/ 2,2	11,9/ 4,6/ 3,4/ 4,25/ 5,5/ 8,0	0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,19/ 0,14/ 0,3	0,5/ 0,4/ 0,5/ 0,4/ 0,4/ 0,85	3,8/ 5,1/ 10,2/ 3,3/ 5,7/ 7,8	-	-	4,0/ 4,3/ 3,0/ 1,1/ 0,8/ 5,2	2,7/ 12,9/ 1,2/ 0,5/ 3,1/ 4,6

* выделенные значения выше ДК.

В 2015 г. содержание α-ГХЦГ в донных отложения бухты Диомид составило в двух пробах 0,9 и 1,2 нг/г, в среднем 1,05 нг/г; это в 2 раза больше прошлогоднего значения (0,5 нг/г). Концен-

трация γ -ГХЦГ и в мае, и в октябре составила 0,2 нг/г (4 ДК), что соответствует уровню 2014 г. Концентрация ДДТ в осадках залива составила 4,0 и 7,9 нг/г (в среднем 5,5 нг/г; в 2014 г. — 1,0 нг/г); ДДЭ — 7,8 и 10,0 нг/г (8,9 нг/г; 2,1 нг/г); ДДД — 5,1 и 8,4 нг/г (6,75 нг/г; 3,5 нг/г). Суммарная концентрация ХОП этой группы равнялась 16,9 и 26,3 нг/г (6,8 ДК и 10,5 ДК). Концентрация ПХБ в двух пробах донных отложений бухты Диомид равнялась 512,7 и 731,6 нг/г, в среднем 622,2 нг/г (31 ПДК), что выше уровня прошлого года в 1,8 раз (351,8 нг/г).

Загрязнение донных отложений бухты Диомид тяжелыми **металлами** в 2015 г. было традиционно высоким (табл. 11.5). Ниже принятого норматива ДК было среднее содержание кобальта и никеля, а для всех остальных металлов ДК была превышена. По сравнению с 2014 г. повысилось среднее содержание всех определяемых металлов. Особенно резким было повышение уровня загрязнения донных осадков соединениями меди, кадмия, хрома и ртути. Содержание кобальта и никеля не превышало ДК, однако и в этом случае было отмечено увеличение концентраций соединений кобальта и никеля в донных отложениях.

11.5. Пролив Босфор Восточный (включая бухту Улисс)

В 2015 г. наблюдения за гидрохимическим состоянием и уровнем загрязнения вод и донных отложений в проливе Босфор Восточный (станции № 18, 23) и бухте Улисс (станция № 19) проводились на трех станциях в мае, июле и октябре; всего было отобрано 33 пробы морской воды и 6 проб донных отложений в мае и октябре (рис. 11.4). В период наблюдений **температура** воды изменялась в поверхностном слое от 8,66°C до 18,92°C, на придонном горизонте 3,30–8,43°C; среднегодовое значение составило 10,12°C. Среднемесячные значения температуры воды по всей толще составили в мае 6,00°C, в июле 13,10°C, в октябре 10,69°C. Значения солености изменялись от 28,21‰ в мае в поверхностном слое до 33,86‰ в октябре у дна. Среднегодовой показатель солености в 2015 г. составил 32,56‰. Значения pH изменялись от 7,61 на глубине 33 м до 8,17 на поверхности; среднее значение pH составило 7,96. Концентрация взвешенных частиц в воде была в диапазоне от 1,2 мг/дм³ в мае на станции № 19 и октябре на станции № 23 до 14,0 мг/дм³ в июле на станции № 19 в поверхностном слое вод бухты Улисс; средняя величина — 5,40 мг/дм³. Среднее за 2015 г. значение биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) снизилось по сравнению с 2014 г. в 2,2 раза с 2,95 до 1,32 мгО₂/дм³; максимальное значение (3 мгО₂/дм³) было зарегистрировано в мае в бухте Улисс на глубине 25 м и в октябре

в центральной части пролива на станции № 23 на 10-метровом горизонте.

Концентрация **НУ** в морской воде в 2015 г. изменялась в диапазоне 0,00–0,07 мг/дм³ (1,4 ПДК); среднее содержание в проливе Босфор Восточный состави-



Рис. 11.4. Схема расположения станций мониторинга в проливе Босфор Восточный и бухтах Улисс, Аякс и Парис в 2015 г.

ло 0,03 мкг/дм³ (0,6 ПДК) и снизилось по сравнению с 2014 г. в 2 раза. Максимальная концентрация была отмечена на станции № 18 в июле и на станции № 23 в июле и октябре. Превышение и равенство ПДК отмечено в 4 из 27 проб (14,8%). По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод в проливе Босфор Восточный нефтяная пленка с процентом покрытия поверхности воды 51–60% наблюдалась один раз в мае на станции № 23. Концентрация фенолов в пробах воды в 2015 г. варьировала от 0,2 до 1,7 мкг/дм³. Среднегодовое содержание снизилось в 3 раза и составило 0,6 мкг/дм³ (0,6 ПДК); максимум отмечен в октябре на станции № 18 в поверхностном слое в центральной части пролива в районе мыса Новосильского. Превышение ПДК отмечено в 22,2% проб. Концентрация анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) в морских водах изменялась в пределах 13–67 мкг/дм³; средняя величина уменьшилась по сравнению с 2014 г. с 86 до 30 мкг/дм³ (0,3 ПДК). Максимальное значение (1,6 ПДК) было отмечено 6 июля в бухте Улисс на 10-метровом горизонте.

Как и в предыдущий год, среднегодовое содержание всех определяемых в водах пролива Босфор Восточный **металлов** не превышало 1 ПДК (табл. 11.6). Относительно других немного повышенным было содержание меди, цинка и железа, достигавшее половины норматива; однако максимальная концентрация меди и цинка превысила ПДК в 11 и 6 раз и была обнаружена в районе мыса Безымянный на станции № 23 в мае, а железа достигала 0,9 ПДК. И среднее, и максимальное содержание ртути в воде пролива в период проведения наблюдений не превысило 0,5 ПДК и немного снизилось по сравнению с прошлым годом. Среднее содержание железа осталось на прежнем уровне, а наибольшее снизилось наполовину. За исключением максимальных значений меди и цинка содержание тяжелых металлов в водах пролива было в пределах естественных межгодовых колебаний.

Таблица 11.6. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах пролива Босфор Восточный и прилегающих бухт в 2010/2011/2012/2013/2014/2015 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	0,9/ 0,8/ 0,8/ 0,6/ 1,4 3,1	0,1/ 0,05/ 0,1/ 0,2/ 0,3/ 0,1	0,7/ 0,2/ 0,1/ 0,2/ 0,1/ 0,16	-/ 0/ 0/ 0 0 -	0,3/ 0,3/ 0,3/ 0,3/ 1,0/ 0,69	5,7/ 5,7/ 6,9/ 5,7/ 11,8/ 26,7	0,2/ 0,2/ 6,9/ 4,4/ 5,3/ 3,8	3,0/ 10,9/ 84,1/ 27,6/ 26,6/ 27,0	0,3/ 0,3/ 0,8/ 0,4/ 0,5/ -	0,12/ 0,09/ 0,0/ 0,0/ 0,03/ 0,022
Макс.	1,9/ 2,2/ 2,3/ 1,4/ 3,7/ 55	0,8/ 0,3/ 0,4/ 0,8/ 1,0/ 0,5	3,8/ 1,2/ 0,5/ 0,56/ 0,4/ 0,4	0,1/ 0/ 0,1/ 0 0 -	0,9/ 0,5/ 0,7/ 0,5/ 2,9/ 6,5	18/ 27/ 113/ 118/ 38/ 301	1,0/ 4,5/ 111/ 46/ 31/ 13	12,0/ 164/ 711/ 302/ 91/ 45	1,5/ 1,2/ 12/ 2,9/ 1,1/ -	0,49/ 0,22/ 0,02/ 0,0/ 0,40/ 0,05
Мин.	0/ 0/ 0/ 0,1/ 0,1	0/ 0/ 0/ 0/ 0	0/ 0/ 0/ 0/ 0	0/ 0/ 0/ 0/ 0	0/ 0/ 0/ 0,1/ 0,3	1,0/ 0,9/ 0,7/ 0,2/ 4,4	0/ 0/ 0,3/ 0/ 1,4	0,1/ 1,2/ 0,7/ 5,3/ 0,8	0/ 0/ 0,1/ 0/ 0,1	0/ 0,01/ 0,0/ 0,0/ 0,0
ПДК сред.	0,2/ 0,2/ 0,16/ 0,12/ 0,3/ 0,6	<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/ 0,2/ 0,5	<0,1/ <0,1/ 0,3/ <0,1/ 0,1/ <0,1	<0,1/ 0,2/ 1,7 / 0,6/ 0,5/ 0,5	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ -	1,2 / 0,9/ <0,1/ <0,1/ 0,3/ 0,2
ПДК max.	0,4/ 0,4/ 0,5/ 0,28/ 0,7/ 11,0	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,1/ <0,1	0,4/ 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/ 0,65	0,4/ 0,5/ 2,3 / 2,4 / 0,8/ 6,0	<0,1/ <0,1/ 2,2 / 2,4 / 0,6/ 0,26	0,2/ 3,2 / 14,2 / 6,0 / 1,8 / 0,9	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ -	4,9 / 2,2 / 0,2/ <0,1/ 4,0 / 0,5

Концентрация биогенных элементов в водах пролива в три исследованных месяца характеризовалась следующими значениями. Содержание аммонийного **азота** изменялось в диапазоне 22,0–116 мкг/дм³; среднее значение (56,6 мкг/дм³) снизилось по сравнению с прошлым годом (81 мкг/дм³) и не превысило 0,1 ПДК. Среднегодовая и максимальная концентрация нитритов по сравнению с 2014 г. незначительно снизились: средняя — с 2,6 до 1,98, максимальная с 9,2 до 7,0 мкг/дм³. Диапазон значений нитратного азота был широким (3,8–127,0 мкг/дм³); максимальная концентрация была отмечена в октябре на станции № 19 в придонном слое; среднегодовая по сравнению с 2014 г. повысилась в 1,4 раза с 19,0 до 26,1 мкг/дм³. Среднее содержание общего азота (861 мкг/дм³) практически осталось на уровне 2014 г. (841 мкг/дм³), максимум (1270 мкг/дм³) был зарегистрирован в мае на поверхности в бухте Улисс. Среднегодовая концентрация органического азота составила 775 мкг/дм³ (в 2914 г. — 787 мкг/дм³), максимальная концентрация (1166 мкг/дм³) зарегистрирована в мае.

В 2015 г. отмечено дальнейшее повышение среднегодового содержания минерального **фосфора**; в 2010–2014 гг. эти значения составили — 10,8; 5,2; 9,6; 10,8 и 15,6 мкг/дм³, в 2015 г. среднее значение фосфатов составило 16,3 мкг/дм³. Максимальная концентрация (39,0 мкг/дм³) фосфатов и общего фосфора была зафиксирована в октябре у мыса Новосильцева в поверхностном слое. Среднегодовая концентрация общего фосфора также повысилась по сравнению с 2013 и 2014 гг. (15,9 и 19,3 мкг/дм³ соответственно по годам) и составила 23,3 мкг/дм³; максимум 42,0 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация органического фосфора в водах пролива Босфор Восточный также повысилась и составила 6,8 мкг/дм³ (в 2013 и 2014 гг. — 5,0 и 3,7 мкг/дм³). Концентрация **кремния** изменялась от 34 до 1005 мкг/дм³; максимум зарегистрирован у мыса Новосильцева в июле в придонном слое, а средняя составила 352 мкг/дм³. По сравнению с прошлым годом отмечено некоторое повышение среднегодового показателя с 303 мкг/дм³.

Среднее содержание растворенного **кислорода** в водах пролива Босфор Восточный немного увеличилось и составило в 2015 г. 9,29 мгО₂/дм³ (101% насыщения). Минимальное значение (5,18 мгО₂/дм³; 54,3% насыщения) было зарегистрировано в июле в бухте Улисс. Еще одно низкое значение растворенного в воде кислорода (5,26 мгО₂/дм³) было зафиксировано также в июле в придонном слое на глубине 38 м у мыса Безымянный. По **ИЗВ** (0,62; II класс, «чистые») качество вод пролива Босфор Восточный в 2015 г. существенно улучшилось (табл. 11.3). Приоритетными ЗВ в этом районе являются нефтяные углеводороды, фенолы, медь, цинк и железо.

В проливе Босфор Восточный в 2015 г. в мае и октябре было отобрано шесть проб **донных отложений**. Содержание нефтяных углеводородов находилось в пределах 1370–6630 мкг/г сухого остатка, составив в среднем 3107 мкг/г (62 ДК). По сравнению с 2014 г. уровень загрязненности повысился почти в 2 раза. Максимальная концентрация превысила ДК почти в 133 раза и была зафиксирована в бухте Улисс в октябре, в 2014 г. максимум составил 52 ДК. В предыдущие годы средняя концентрация составила: в 2005–120; 2006–820; 2007–2560; 2008–1780; 2009–2690, 2010–1510, 2011–2343, 2012–902, 2013–1050 и в 2014–1625 мкг/г сухого остатка. В 2015 г. в 100% обработанных проб концентрация НУ в донных отложениях превышала норматив. В 2015 г. уровень загрязненности донных отложений пролива фенолами снизился по сравнению с 2014 г. Среднее содержание фенолов уменьшилось в 2,3 раза и составило 3,16 мкг/г, при диапазоне концентрации 1,5–5,6 мкг/г (в 2014 г. — 7,2 мкг/г).

Содержание **пестицидов** группы ГХЦГ в донных отложениях пролива в период проведения работ было в пределах: α-ГХЦГ 0,6–2,4 нг/г сухого остатка, составив в среднем 1,22 нг/г; γ-ГХЦГ весной во всех трех пробах составлял 0,3 нг/г; осенью 1,5–1,6 нг/г; в среднем 0,9 нг/г (18 ДК). Суммарная концентрация соединений этой группы достигала 3,9 нг/г. Концентрация

ДДТ была в диапазоне 1,9–10,3 нг/г сухого остатка (в среднем 4,97 нг/г); ДДЭ 0,9-5,4 нг/г (2,8 нг/г); ДДД 1,2-4,6 нг/г (2,77 нг/г). Среднее суммарное содержание пестицидов группы ДДТ составило в 2015 г. 10,55 нг/г (4,2 ДК), а максимальное достигало 18,8 нг/г (7,5 ДК). Концентрация ПХБ в донных отложениях изменялась от 126,7 до 410,5 нг/г, составив в среднем 201,3 нг/г (10 ДК). Наиболее сильно загрязнены полициклическими хлорированными бифенилами донные отложения в бухте Улисс. Именно в этом районе зафиксировано максимальное значение, а среднее содержание на станции № 19 составило 15 ДК.

Уровень загрязненности донных отложений пролива Босфор Восточный тяжелыми металлами в 2015 г. в среднем повысился по сравнению с 2014 г. по всем контролируемым элементам (табл. 11.7). Наиболее резким было повышение среднего уровня загрязненности по кадмию (с 0,75 до 2,7 ДК) и по ртути (с 0,9 до 2,3 ДК). Максимальная концентрация была зафиксирована в мае в бухте Улисса: медь — 2,25 ДК, свинец — 1,5 ДК, кадмий — 4,25 ДК, цинк — 1,4 ДК. Среднее содержание ртути в осадках составило 0,70 мкг/г, а максимум (1,53 мкг/г, 5,1 ДК) был отмечен в мае в районе мыса Безымянный. Немного снизились только максимальные значения свинца и цинка.

Таблица 11.7. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях пролива Босфор Восточный и бухты Улисс в 2010/2011/2012/2013/2014/2015 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
сред	32,8/ 42,8/ 33,0/ 33,2/ 43,0/ 57,0	47,6/ 66,7/ 44,3/ 43,3/ 68,0/ 73,5	0,3/ 0,2/ 0,4/ 0,5/ 0,6/ 2,15	3,6/ 14,0/ 4,1/ 3,2/ 2,5/ 7,97	11,4/ 12,9/ 11,1/ 13,5/ 15,2/ 20,5	91,0/ 112,6/ 98,8/ 131,8/ 131,0/ 136,3	126,4/ 151,6/ 141,2/ 139,3/ 82,9/ 166,6	25294/ 28392/ 29769/ 29525/ 31699/ 28822	22,3/ 22,2/ 26,3/ 27,7/ 29,3/ 67,2	0,40/ 0,29/ 1,13/ 0,18/ 0,26/ 0,70
макс	61/ 99/ 64/ 54/ 54/ 79	100/ 98/ 71/ 55/ 167/ 125	0,8/ 0,7/ 0,8/ 0,8/ 0,8/ 3,4	4,8/ 34/ 5,2/ 3,7/ 2,9/ 14	21/ 20/ 14/ 17/ 20/ 27	164/ 135/ 179/ 224/ 218/ 200	194,0/ 185/ 177/ 174/ 184/ 194	41568/ 35276/ 34324/ 31887/ 49382/ 36457	44/ 42/ 37/ 37/ 34/ 85	1,06/ 0,44/ 7,60/ 0,22/ 0,51/ 1,53
мин	19/ 18/ 9/ 17/ 32	26/ 25/ 19/ 28/ 39	0/ 0/ 0/ 0/ 0,5	2,3/ 4,3/ 3,3/ 2,8/ 1,8	3,6/ 9,7/ 6/ 11/ 11	53/ 77/ 55/ 77/ 86	70/ 115/ 98/ 111/ 9,1	14080/ 19856/ 20200/ 25767/ 24352	11/ 0/ 11/ 13/ 26	0,14/ 0,11/ 0,11/ 0,12/ 0,06
ДК сред	0,9/ 1,2 / 0,9/ 0,9/ 1,2 / 1,6	0,6/ 0,8/ 0,5/ 0,5/ 0,8/ 0,9	0,4/ 0,3/ 0,5/ 0,6/ 0,75/ 2,7	0,2/ 0,7/ 0,2/ 0,16/ 0,13/ 0,4	0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,4/ 0,4/ 0,6	0,7/ 0,8/ 0,8/ 0,9/ 0,9/ 0,97	- - - - - -	- - - - - -	0,2/ 0,2/ 0,3/ 0,3/ 0,3/ 0,67	1,3 / 0,96/ 3,8 / 0,6/ 0,9 / 2,3
ДК max	1,7 / 2,8 / 1,8 / 1,5 / 1,5 / 2,25	3,0 / 5,6 / 0,8/ 0,6/ 1,96 / 1,5	1,0 / 0,9/ 1,0 / 1,0 / 1,0 / 4,25	0,2/ 1,7 / 0,3/ 0,18/ 0,15/ 0,7	0,6/ 0,6/ 0,4/ 0,5/ 0,6/ 0,8	1,2 / 0,96/ 1,3 / 1,6 / 1,6 / 1,4	- - - - - -	- - - - - -	0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,3/ 0,85	3,5 / 1,5 / 25,3 / 0,7/ 1,7 / 5,1

11.6. Амурский залив

В 2015 г. гидрохимические наблюдения за состоянием акватории Амурского залива проводились в мае и сентябре на 9 станциях. Всего было отобрано 50 проб воды и 18 проб донных отложений (рис. 11.5). В период наблюдений температура воды изменялась от 3,830°C в мае на станции № 37 в придонном слое до 23,930°C в сентябре на станции № 11 на поверхно-

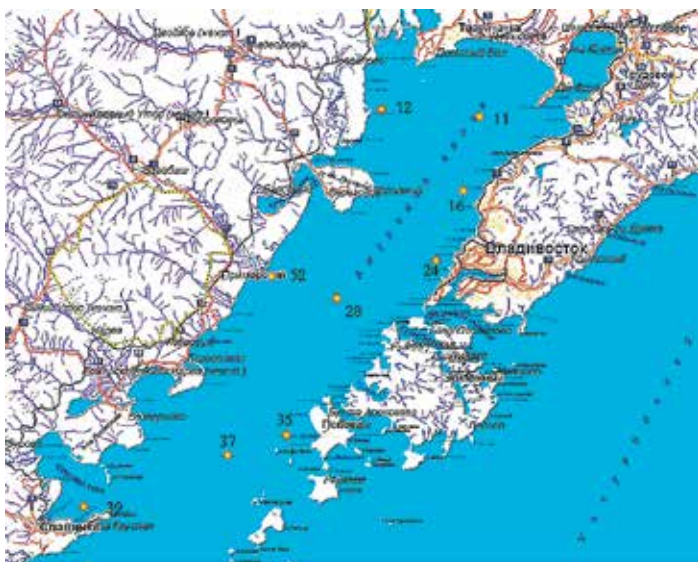


Рис. 11.5. Станции отбора проб в Амурском заливе в 2015 г.

сти, составив в среднем для всей толщи 15,110°C. Соленость варьировала от 2,241‰ в сентябре на станции № 12 в поверхностном слое до 33,372‰ в мае на станции № 37 в придонном слое, составив в среднем 27,958‰. Минимальный показатель солености был отмечен в сентябре после тайфуна. Значения pH изменялись от 6,94 в сентябре на станции

№ 28 до 8,24 в сентябре на станции № 39; среднее — 7,95. Концентрация взвешенных веществ изменялась в диапазоне 1,5–145 мг/дм³; средняя величина 15,760 мг/дм³. Максимальное содержание взвешенных веществ (14,5 ПДК) была зафиксирована в сентябре на станции № 28. Также в сентябре на поверхностных горизонтах станций, расположенных вблизи устья рек (№ 12, 52), отмечены значения взвешенных веществ, превысившие ПДК в 11,7 и в 11,4 раза соответственно. Среднее за 2015 г. значение биохимического потребления кислорода БПК₅ снизилось по сравнению с 2014 г. с 2,96 до 2,18 мгО₂/дм³; максимальное значение (5,00 мгО₂/дм³) зарегистрировано в начале сентября на станциях №№ 16, 28, 35, 37 и 39.

В период наблюдений концентрация **нефтяных углеводородов** в водах Амурского залива изменялась от 0,00 мг/дм³ (6 проб, DL=0,01 мг/дм³) до 0,05 мг/дм³ (1 ПДК); максимальные значения достигали 1 ПДК и были зафиксированы в мае на станциях №№ 28 и 39 (в поверхностном слое), № 24 (на горизонте 10 м) и № 16 (в придонном слое). Среднегодовая концентрация (0,022 мг/дм³) снизилась в 3 раза. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности Амурского залива в течение года нефтяной плёнки с покрытием поверхности воды более 50% не наблюдалось. В течение последних шести лет среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов сначала изменялась главным образом на уровне 2–3 ПДК, однако в последние годы произошло существенное снижение этого показателя (рис. 11.2). По сравнению с другими районами залива Петра Великого воды Амурского залива немного менее загрязнены нефтяными углеводородами, однако межгодовая изменчивость может существенно изменить такое распределение как по пространству, так и по времени. Пространственное распределение НУ по акватории залива в целом достаточно однородно. Вопреки ожиданиям станции в кутовой части залива № 11, 12 относительно невысоко загрязнены НУ по сравнению с точками вблизи Владивостока (№ 16, 24) или в открытой части залива (№ 28, 35 и 37). Впрочем, отличия небольшие, а в 2014 г. наблюдалась противоположная картина распределения средних значений НУ по акватории залива.

Уровень загрязненности морских вод **фенолами** снизился. Диапазон значений составил 0,2–3,1 мкг/дм³; максимальная концентрация была зафиксирована в сентябре в прибрежных водах в придонном слое на станции № 52. Средний показатель снизился с 1,8 до 1,03 мкг/дм³. Равенство или превышение ПДК было отмечено в 46% проб. В целом за последние шесть лет

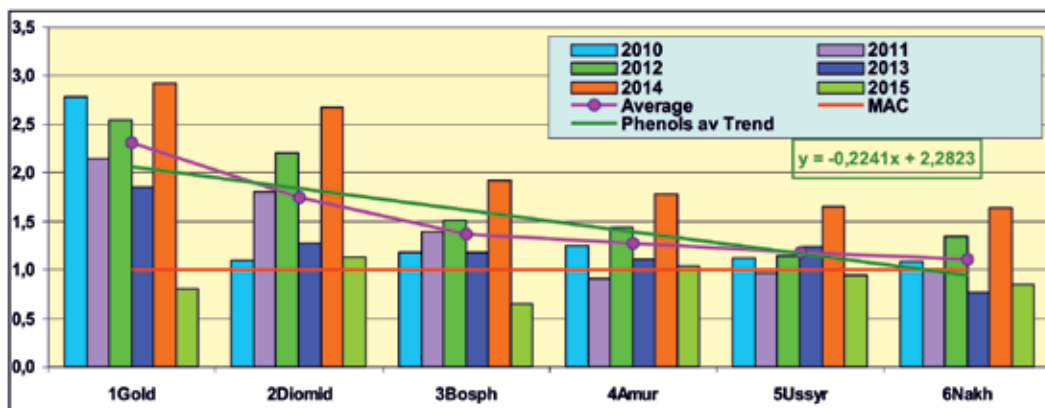


Рис. 11.6. Динамика среднегодовой концентрации фенолов (мкг/дм³) в отдельных районах залива Петра Великого Японского моря в 2010–2015 гг.: 1 — бухта Золотой Рог, 2 — бухта Диомид, 3 — пролив Босфор Восточный, 4 — Амурский залив, 5 — Уссурийский залив, 6 — залив Находка. МАС — предельно допустимая концентрация.

загрязнение вод Амурского залива существенно ниже участков акватории вблизи Владивостока (бухты Золотой Рог и Диомид, пролив Босфор Восточный) и незначительно превышают наиболее чистые воды заливов Уссурийского и Находки (рис. 11.6). Однако в 2015 г. наблюдалась обратная ситуация и содержание фенолов в водах залива уступало только бухте Диомид. Если предыдущий 2014 г. был рекордным на всех контролируемых участках Петра Великого, то последний год почти везде показал наименьшую среднюю концентрацию фенолов.

Концентрация АПАВ в водах Амурского залива в мае и сентябре 2015 г. изменялась от 25 до 229 мкг/дм³, составив в среднем 66 мкг/дм³. Максимальная концентрация (2,3 ПДК) была зафиксирована вблизи Владивостока на станции № 16 в поверхностном слое. По сравнению с 2014 г. среднегодовое содержание детергентов практически не изменилось. Уровень загрязненности морских вод АПАВ с 2010 г. не превышает 1 ПДК.

Средние показатели по всем определяемым в морской воде **металлам** (за исключением железа) не превысили предельно допустимых значений (табл. 11.8). Средняя концентрация железа составила 116,7 мкг/дм³ (2,3 ПДК); это превышает прошлогоднее значение более 3,5 раз. В сентябре на станции № 28 и 12 зарегистрирована концентрация железа, соответствующая высокому загрязнению (ВЗ): 37,4 и 33,5 ПДК. Здесь же на станции № 28 в сентябре содержание марганца составило 34,8 ПДК, также уровень ВЗ. Скорее всего, обнаруженное высокое загрязнение связано с разливом рек, произошедшим после выпадения большого количества осадков во время тайфуна «Гони». Максимальная концентрация других металлов не превысила предельно-допустимых значений. В 2015 г. средняя и максимальная концентрация ртути по-прежнему была ниже ПДК, однако по сравнению с 2013–2014 гг. уровень загрязненности вод Амурского залива ртутью повысился.

Концентрация аммонийного **азота** в водах Амурского залива изменялась в пределах 20,0–229,0 мкг/дм³, составив в среднем за год 69,8 мкг/дм³. Среднегодовое значение по сравнению с 2014 г. практически не изменилось. В 2015 г. среднее содержание нитритов в водах Амурского залива возросло с 1,7 до 2,14 мкг/дм³ (диапазон концентрации 0,2–13,0 мкг/дм³). Среднее содержание нитратов возросло в 5,5 раза с 7,0 до 38,9 мкг/дм³, диапазон концентрации 4,1–258 мкг/дм³. Среднее содержание общего азота возросло в 1,3 раза с 714 до 945 мкг/дм³,

разброс величин 576–1785 мкг/дм³. Среднегодовое содержание органического азота возросло в 1,3 раза с 627 до 831 мкг/дм³; максимальное значение — 1544 мкг/дм³ — зарегистрировано в мае в промежуточном слое. Практически все показатели соединений азота в 2015 г. повысились. Максимальная концентрация нитритов и нитратов зафиксирована в сентябре вблизи пос. Приморский на станции № 52 в поверхностном слое. Максимум по общему азоту отмечен также в сентябре, но в вершине залива в зоне влияния реки Раздольная на станции № 11 в поверхностном слое.

Таблица 11.8. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Амурского залива в 2010/2011/2012/2013/2014/2015 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	1,0/ 0,8/ 0,9/ 0,6/ 1,9/ 0,97	0,2/ 0,1/ 0,1/ 0,2/ 0,3/ 0,16	0,7/ 0,1/ 1,0/ 0,1/ 0,3/ 0,16	0,02/ 0/ 0/ 0/ 0/ -	0,4/ 0,3/ 0,5/ 0,5/ 2,2/ 0,56	8,0/ 5,8/ 8,1/ 7,3/ 15,0/ 11,1	0,2/ 0,2/ 3,9/ 2,0/ 4,0/ 15,3	4,1/ 4,9/ 80,7/ 33,0/ 31,8/ 116,7	0,2/ 0,2/ 1,0/ 0,5/ 0,8/ -	0,08/ 0,07/ 0,00/ 0,00/ 0,014/ 0,035
Макс.	6,0/ 3,4/ 4,6/ 1,5/ 6,1/ 1,9	0,7/ 0,9/ 1,2/ 0,6/ 2,0/ 0,8	6,0/ 2,9/ 29,0/ 1,2/ 1,0/ 0,9	0,1/ 0,1/ 0/ 0/ 0/ -	1,3/ 1,0/ 5,4/ 1,0/ 43,0/ 1,5	145/ 119/ 353/ 160/ 61/ 31	1,9/ 1,8/ 62,0/ 14,0/ 25,0/ 1740	64/ 64/ 535/ 1085/ 216/ 1870	0,8/ 2,3/ 26,0/ 1,7/ 5,1/ -	0,49/ 0,28/ 0,02/ 0,01/ 0,06/ 0,08
ПДК сред.	0,2/ 0,2/ 0,18/ 0,12/ 0,4/ 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	0,2/ 0,1/ 0,2/ 0,15/ 0,3/ 0,2	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,3	<0,1/ <0,1/ 1,6 / 0,66/ 0,6/ 2,3	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ -	0,8/ 0,7/ <0,1/ <0,1/ 0,1/ 0,35
ПДК max.	1,2 / 0,7/ 0,9/ 0,3/ 1,2 / 0,4	<0,1/ <0,1/ 0,12/ <0,1/ 0,2/ <0,1	0,6/ 0,3/ 2,9 / 0,12/ 0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ -	0,1/ 0,1/ 0,5/ 0,1/ 4,3 / 0,15	2,9 / 2,4 / 7,0 / 3,2 / 1,2 / 0,6	<0,1/ <0,1/ 1,2 / 0,3/ 0,5/ 34,8	1,3 / 1,3 / 10,7 / 21,7 / 4,3 / 37,4	<0,1/ <0,1/ 0,4 <0,1 <0,1 -	4,9 / 2,8 / 0,2/ 0,1/ 0,6/ 0,8

Среднее содержание **фосфатов** в водах Амурского залива практически не изменилось по сравнению с 2014 г. и составило 9,4 мкг/дм³ (в 2014 г. — 9,7 мкг/дм³), концентрация изменялась в диапазоне 4,5–54,0 мкг/дм³; максимальное значение отмечено в сентябре в вершине залива на станции № 12 в поверхностном слое. Концентрация общего фосфора в Амурском заливе изменялась в диапазоне 10,0–59,0 мкг/дм³; среднее содержание общего фосфора повысилось с 13,5 до 18,66 мкг/дм³, практически в 1,4 раза. Максимум был отмечен там же и в то же время. Среднее содержание органического фосфора повысилось в 2,2 раза с 3,7 до 8,3 мкг/дм³; максимальное значение (16,3 мкг/дм³) отмечено в сентябре в поверхностном слое. Средняя концентрация кремния в водах Амурского залива повысилась в 3,4 раза с 330 мкг/дм³ до 1107,5 мкг/дм³ в 2015 г.; максимум достигал 6160 мкг/дм³ и был отмечен в сентябре на станции № 28 в поверхностном слое. По всей вероятности повышение концентрации соединений практически всех биогенных элементов в Амурском заливе вызвано тайфуном «Гони» и разливом рек, произошедшим после выпадения большого количества осадков.

Содержание растворенного **кислорода** в Амурском заливе изменялось в диапазоне 4,46–11,32 мгО₂/дм³, среднее составило 8,59 мгО₂/дм³ (98,9% насыщения). Концентрация кислорода была ниже установленного норматива в 3 сентябрьских пробах из 50 отобранных. Воды Амурского залива в 2015 г. по расчетному индексу **ИЗВ** (1,18) соответствовали III классу и оценивались как «умеренно-загрязненные», значение незначительно увеличилась по сравнению

с 2014 г. Приоритетными загрязняющими веществами в заливе были нефтяные углеводороды, фенолы, детергенты, соединения железа и марганца. Немного повысилось содержание ртути.

В 2015 г. в Амурском заливе было отобрано 18 проб **донных отложений**; отбор проводился в мае и сентябре. Концентрация нефтяных углеводородов в пробах изменялась в диапазоне 30–730 мкг/г сухого грунта. Максимальная концентрация отмечена в сентябре на станции №24 в прибрежной зоне вблизи Владивостока. В 2014 г. максимальное загрязнение донных отложений НУ было отмечено в этом же районе. Среднегодовое содержание НУ составило 184 мкг/г (3,7 ДК), что в 2 раза ниже значения прошлого года (370 мкг/г, 7,4 ДК). Превышение допустимого уровня отмечено в 61,1% проанализированных проб. Содержание фенолов изменялось в пределах от 0,6 до 3,1 мкг/г, максимум был отмечен в сентябре на станции №28. Среднегодовой показатель загрязненности донных отложений фенолами снизился с 8,2 мкг/г в 2014 г. в 4,6 раза до 1,78 мкг/г.

Таблица 11.9. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях Амурского залива в 2010/2011/2012/2013/2014/2015 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	15,9/ 21,5/ 12,7/ 13,1/ 13,4/ 16,2	15,3/ 14,5/ 13,9/ 10,7/ 12,4/ 16,1	0,4/ 0,2/ 0,3/ 0,9/ 0,4/ 1,66	5,6/ 12,7/ 4,2/ 5,1/ 3,6/ 3,7	14,2/ 11,6/ 11,1/ 14,7/ 17,5/ 18,4	67/ 64,6/ 85,6/ 63,1/ 63,4/ 68,5	125,5/ 120,4/ 108,7/ 116,1/ 166,3/ 151,4	27966/ 22876/ 25763/ 30441/ 30364/ 25825	21,1/ 17,3/ 21,6/ 18,3/ 27,2/ 54,0	0,11/ 0,10/ 0,10/ 0,12/ 0,19/ 0,20
Макс.	55,0/ 261,0/ 27,0/ 42,0/ 32,0/ 34,0	44,0/ 40,0/ 28,0/ 24,0/ 28,0/ 51,0	1,5/ 0,8/ 0,7/ 1,6/ 0,6/ 4,6	10,0/ 38,0/ 6,4/ 8,3/ 5,8/ 16,0	27,0/ 21,0/ 18,0/ 24,0/ 27,0/ 40,0	132/ 115/ 437/ 140/ 105/ 124	274/ 249/ 179/ 177/ 261/ 341	70595/ 44311/ 39040/ 54655/ 46272/ 38839	34,0/ 39,0/ 39,0/ 36,0/ 37,0/ 71	0,34/ 0,37/ 0,25/ 0,29/ 0,42/ 0,93
Мин.	1,3/ 2,5/ 5,1/ 3,9/ 3,9	4,4/ 2,6/ 6,4/ 2,4/ 4,2	0/ 0/ 0/ 0,3/ 0,2	1,9/ 2,2/ 2,1/ 1,4/ 0,0	4,9/ 2,1/ 4,6/ 5,2/ 7,4	15/ 19/ 35/ 25/ 26	26/ 35/ 39/ 45/ 72	6008/ 19856/ 13025/ 13129/ 12188	2,3/ 0/ 9,1/ 3,1/ 12,0	0,01/ 0,01/ 0,03/ 0,06/ 0,02
ДК сред.	0,5/ 0,6/ 0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,5	0,2/ 0,2/ 0,16/ 0,13/ 0,15/ 0,2	0,5/ 0,3/ 0,4/ 1,1 / 0,5/ 2,1	0,3/ 0,6/ 0,2/ 0,25/ 0,2/ 0,2	0,4/ 0,3/ 0,3/ 0,4/ 0,5/ 0,5	0,5/ 0,5/ 0,6/ 0,45/ 0,47/ 0,5	-	-	0,2/ 0,2/ 0,2/ 0,2/ 0,3/ 0,5	0,4/ 0,3/ 0,33/ 0,40/ 0,36/ 0,66
ДК max.	1,6 / 7,5 / 0,8/ 1,2 / 0,9/ 1,0	0,5/ 0,5/ 0,3/ 0,3/ 0,3/ 0,6	1,9 / 1,0 / 0,87/ 2,0 / 0,8/ 5,75	0,5/ 1,9 / 0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,8	0,8/ 0,6/ 0,5/ 0,7/ 0,77/ 1,1	0,9/ 0,8/ 3,1 / 1,0 / 0,8/ 0,9	-	-	0,3/ 0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,7	1,1 / 1,2 / 0,83/ 1,0 / 1,4 / 3,1

Хлорорганические соединения. В период проведения работ концентрация α -ГХЦГ в донных отложениях Амурского залива была от значений ниже предела обнаружения метода определения в 4 пробах до 0,7 нг/г, средняя концентрация составила 0,17 нг/г. Концентрация γ -ГХЦГ (линдан) изменялась в диапазоне 0,0-0,4 нг/г, а среднее содержание составило 0,1 нг/г (2 ДК). В 8 пробах содержание линдана было ниже DL=0,1 нг/г. По сравнению с 2014 г. уровень загрязненности донных отложений пестицидами группы ГХЦГ практически не изменился, тогда как содержание группы ДДТ понизилось. Среднее содержание ДДТ снизилось с 3,3 до 1,25 нг/г; ДДЭ — с 1,4 до 0,89 нг/г; ДДД — с 2,9 до 0,47 нг/г. Среднее суммарное содержание пестицидов группы ДДТ составило 2,62 нг/г (1,04 ДК). В 2013 г. этот

показатель равнялся 1,8 ДК, а в 2014 г. — 3 ДК (7,6 нг/г). Среднегодовая концентрация ПХБ в донных отложениях Амурского залива составила 31,72 нг/г (1,6 ДК), а максимальная достигала 95,4 нг/г (4,8 ДК). По сравнению с 2014 г. эти характеристики практически не изменились: в прошлом году средний показатель был 1,8 ДК, максимальный — 5 ДК.

В 2015 г. среднегодовая концентрация всех тяжелых металлов в донных отложениях Амурского залива (кроме кадмия) не превышала допустимого уровня, изменяясь в диапазоне 0,2–0,66 ДК (табл. 11.9). По сравнению с 2014 г. изменения были незначительны. Не изменилось среднее содержание кобальта, никеля, цинка; несколько повысилось среднее содержание меди — с 0,4 до 0,5 ДК, свинца — с 0,15 до 0,2 ДК, хрома — с 0,3 до 0,5 ДК. Практически в 2 раза повысилось среднее содержание ртути в донных отложениях Амурского залива с 0,36 до 0,66 ДК; такое значение по ртути наблюдается в этом районе впервые с 2010 г. Среднегодовая концентрация кадмия составила 2,1 ДК. Такой высокий показатель по кадмию в донных отложениях Амурского залива также отмечается впервые с 2010 г. Максимальная концентрация кадмия, ртути и никеля составила 5,75; 3,1 и 1,1 ДК соответственно. Максимальные величины содержания других металлов в осадках залива остались в пределах допустимых норм.

11.7. Уссурийский залив

В 2015 г. гидрохимические наблюдения за состоянием загрязнения акватории Уссурийского залива проводились в мае, августе и октябре на 9 станциях ГСН (рис. 11.7). Всего было отобрано 84 пробы воды и 18 проб донных отложений. В исследуемый период температура воды изменялась от 2,420°C в мае в придонном слое до 24,920°C в июле в поверхностном слое. Значения солёности изменялись от 30,100‰ в начале октября в поверхностном слое на станции № 104 до 34,050‰ в октябре же на станции № 108; средний показатель составил 32,720‰. Значения pH изменялись от 7,77 до 8,27, в среднем 8,10. Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне 0,4–11,3 мг/дм³, составив в среднем 4,18 мг/дм³; максимальное значение зарегистрировано в мае на станции № 103. Среднее значение биохимического потребления кислорода БПК₅ снизилось по сравнению с прошлым годом в 1,56 раза и составило 2,38 мгО₂/дм³ (2012 г. — 2,17 мгО₂/дм³; 2013 г. — 1,01 мгО₂/дм³; 2014 г. — 3,73 мгО₂/дм³). Максимальное значение (8,00 мгО₂/дм³) было зарегистрировано в поверхностном и промежуточном слоях в апреле на станции № 112.

Концентрация нефтяных углеводов в водах Уссурийского залива изменялась от аналитического нуля в двух пробах до 0,10 мг/дм³ (2 ПДК); максимальное значение было зафиксировано в октябре в придонном слое на прибрежной станции № 105. Среднегодовая величина снизилась в 1,5 раза и составила 0,033 мг/дм³ (рис. 11.1). Кон-



Рис. 11.7. Станции отбора проб в Уссурийском заливе в 2015 г.

центрация НУ равнялась или превышала ПДК в 20,8% проб. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности Уссурийского залива за весь период наблюдений покрытие нефтяной пленкой более 50% поверхности не наблюдалось. Концентрация фенолов в пробах изменялась от 0,2 до 2,6 мкг/дм³; среднегодовая концентрация составила 0,9 мкг/дм³. Максимум был зафиксирован в октябре в придонном слое на станции № 208. Превышение ПДК наблюдалось в 37,5% проб (2010 г.— 51,4%, 2011 г.— 40,3%, 2012 г.— 51,4%, 2013 г.— 56,9%, 2014 г.— 86,2%). Среднегодовой уровень загрязненности морских вод фенолами снизился по сравнению с 2014 г. в 1,7 раза с 1,6 до 0,95 мкг/дм³ (рис. 11.6). Уровень загрязненности вод залива АПАВ снизился по сравнению с 2014 г. и составил в среднем 41 мкг/дм³ (0,4 ПДК). Минимальная концентрация составила 12 мкг/дм³, максимальная — 122 мкг/дм³, (1,2 ПДК, 21 мая, станция № 108).

Воды Уссурийского залива относительно других прибрежных районов меньше загрязнены тяжелыми металлами. Среднее содержание почти всех определяемых металлов было ниже или равно (ртуть) 0,3 ПДК (табл. 11.10). Однако, среднегодовая концентрация железа составила в 2015 г. 2,25 ПДК, максимум по железу превысил ПДК в 10 раз. Эта концентрация зафиксирована в октябре на станции № 108 в промежуточном слое; в 2014 г. среднее содержание составило 1,2 ПДК, максимальное — 5,5 ПДК. Максимальная концентрация никеля, цинка и марганца превысила ПДК в 2,4 раза, 1,1 раза и 1,5 раза соответственно. По сравнению с 2014 г. уровень загрязненности вод залива соединениями тяжелых металлов в среднем не изменился и остался в пределах 1 ПДК, за исключением железа, по которому отмечено почти двукратное повышение. Впервые за 5 лет отмечена столь высокая разовая концентрация никеля — 2,4 ПДК; она зафиксирована в августе в вершине залива на станции № 104 в поверхностном слое.

Таблица 11.10. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Уссурийского залива в 2010/2011/2012/2013/2014/2015 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	1,0/ 0,6/ 1,0/ 0,5/ 1,1/ 0,85	0,1/ 0,04/ 0,2/ 0,1/ 0,3/ 0,13	1,6/ 0,4/ 0,2/ 0,2/ 0,2/ 0,2	0,15/ 0/ 0/ 0/ 0/ -	0,3/ 0,3/ 0,3/ 0,5/ 0,6/ 1,07	15,0/ 7,4/ 8,1/ 4,4/ 12,6/ 10,4	0,1/ 0,5/ 6,8/ 2,4/ 12,3/ 8,08	3,3/ 4,1/ 43,3/ 39,8/ 58,3/ 112,7	0,2/ 0,4/ 0,7/ 0,4/ 0,9/ -	0,06/ 0,05/ 0,00/ 0,00/ 0,033/ 0,03
Макс.	2,2/ 1,6/ 8,0/ 1,9/ 2,4/ 2,5	1,3/ 0,6/ 1,9/ 0,6/ 1,4/ 0,6	10,0/ 11,0/ 3,2/ 0,5/ 0,9/ 1,5	6,4/ 0/ 0,1/ 0/ 0/ -	1,7/ 0,9/ 3,8/ 1,9/ 4,1/ 24	378/ 94/ 91,0/ 10,0/ 50,0/ 55	0,9/ 3,9/ 35/ 30/ 91,0/ 75	39/ 16/ 309/ 569/ 275/ 505	1,7/ 1,7/ 1,5/ 8,7/ 6,2/ -	0,33/ 0,27/ 0,04/ 0,01/ 0,20/ 0,09
Мин.	0/ 0/ 0/ 0/ 0,4	0/ 0/ 0/ 0/ 0	0/ 0/ 0/ 0/ 0	0/ 0/ 0/ 0/ 0	0/ 0,1/ 0/ 0,1/ 0,2	0/ 2,4/ 2,3/ 0/ 0,4	0/ 0/ 0/ 0/ 0,8	0/ 1,0/ 4,9/ 1,0/ 2,9	0/ 0/ 0,1/ 0/ 0	0/ 0/ 0/ 0/ 0
ПДК сред.	0,2/ 0,1/ 0,2/ 0,1/ 0,2/ 0,17	<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	0,3/ 0,1/ 0,16/ <0,1/ 0,25/ 0,2	<0,1/ <0,1/ 0,14/ <0,1/ 0,2/ 0,16	<0,1/ <0,1/ 0,87/ 0,79/ 1,2/ 2,25	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ -	0,6/ 0,5/ <0,1/ <0,1/ 0,3/ 0,3
ПДК max.	0,4/ 0,3/ 1,6/ 0,4/ 0,5/ 0,5	0,1/ <0,1/ 0,2/ <0,1/ 0,1/ <0,1	1,0/ 1,1/ 0,3/ <0,1/ 0,1/ 0,15	1,3/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ -	0,2/ <0,1/ 0,38/ 0,19/ 0,4/ 2,4	7,6/ 1,9/ 1,8/ 0,2 1,0/ 1,1	<0,1/ <0,1/ 0,7/ 0,6/ 1,8/ 1,5	0,8/ 0,3/ 6,2/ 11,4/ 5,5/ 10	<0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,1 <0,1/ -	3,3/ 2,7/ 0,4/ 0,1/ 2,0/ 0,9

Содержание биогенных элементов в водах Уссурийского залива в 2015 г. в целом соответствовало многолетней изменчивости, но уровень загрязненности морских вод некоторыми соединениями азота повысился, за исключением аммонийного азота и нитритов. Средняя за год концентрация аммонийного азота не превысила 0,1 ПДК и составила 52,8 мкг/дм³. Значения изменялись в пределах 14–135 мкг/дм³, максимальная концентрация была отмечена в мае на станции №106 в придонном слое. Среднее содержание нитритов снизилось в 1,7 раза и составило 1,5 мкг/дм³ (в 2014 г. — 2,5 мкг/дм³) при диапазоне значений 0,2–8,9 мкг/дм³, максимум зарегистрирован в октябре на выходе из залива на станции №117 в придонном слое. Среднее содержание нитратов возросло в 2,7 раза и составило 22,9 мкг/дм³ (в 2014 г. — 8,6 мкг/дм³) при диапазоне значений 2,0–173 мкг/дм³, максимум отмечен в августе на станции №117 в придонном слое. Среднегодовое содержание общего азота повысилось в 1,2 раза и составило в 2015 г. 806,4 мкг/дм³ (в 2014 г. — 677 мкг/дм³). Диапазон концентрации общего азота в 2015 г. составил 521–1880 мкг/дм³; максимум отмечен в августе на станции №208 в придонном слое. Среднегодовая концентрация органического азота повысилась в 1,25 раза с 580 до 725 мкг/дм³; концентрация в пробах изменялась от 442 до 1787 мкг/дм³, максимум зафиксирован в августе.

Содержание **фосфатов** в водах Уссурийского залива изменялось от 4,8 до 39,0 мкг/дм³, составив в среднем 10,09 мкг/дм³; максимум зарегистрирован в октябре на станции №208 в придонном слое. По сравнению с 2014 г. среднее содержание минерального фосфора практически не изменилось. Среднегодовая концентрация органического фосфора составила 6,2 мкг/дм³, что в 2,7 раза больше, чем в 2014 г. (2,3,0 мкг/дм³) при диапазоне значений от 1,0 до 16,0 мкг/дм³. Среднее содержание общего фосфора снизилось по сравнению предыдущим годом (13,9 мкг/дм³) и составило в 2015 г. 10,04 мкг/дм³ при диапазоне концентрации от 10,0 до 41,0 мкг/дм³. Максимальная концентрация общего фосфора была отмечена в октябре на станции №208 в придонном слое. Средняя концентрация кремния в воде повысилась в 1,9 раза и составила в 2015 г. 244,4 мкг/дм³ (в 2014 г. — 131,5 мкг/дм³), диапазон значений 37–1084 мкг/дм³, максимум отмечен в августе на выходе из залива на станции №108 в придонном слое.

Среднегодовое содержание растворенного **кислорода** в водах Уссурийского залива соответствовало среднесезонному и составило 9,18 мгО₂/дм³ (107,3% насыщения). Наименьшие значения были меньше предела допустимой концентрации (4,54 мгО₂/дм³, 57,5% насыщения, дважды 5,82 мгО₂/дм³) и зафиксированы 5 октября на поверхности и в глубинных водах станций №105, 106.

Качество вод Уссурийского залива в 2015 г. по **ИЗВ** (1,13) практически не изменилось по сравнению с 2014 г. и соответствовало III классу, «умеренно-загрязненные». В значительной степени качество вод определяется высоким содержанием железа, к числу приоритетных загрязняющих веществ также относятся нефтяные углеводороды, фенолы и детергенты.

Работы по определению состояния загрязнения **донных отложений** Уссурийского залива в 2015 г. проводились в мае и октябре, всего было отобрано 18 проб. Содержание НУ в пробах донных отложений изменялось от 40 до 250 мкг/г сухого остатка, составив в среднем 81 мкг/г (1,6 ДК). Максимум (5 ДК) отмечен в октябре на станции №100 в прибрежном районе вблизи Владивостока. По сравнению с 2014 г. уровень загрязненности донных отложений НУ в среднем снизился в 1,6 раза, хотя и остается очень высоким; концентрация достигала или превышала норматив в 13 пробах (72,2%). Концентрация фенолов в пробах донных отложений была в диапазоне 0,7–3,7 мкг/г, составив в среднем 1,6 мкг/г. В 2015 г. среднее содержание фенолов в донных отложениях Уссурийского залива снизилось в 1,8 раза (2014 г. — 2,9 мкг/г). Максимальное значение зарегистрировано в октябре на станции №106.

Концентрация α -ГХЦГ изменялась в пределах от 0,1 до 8,1 нг/г сухого осадка, среднее значение (0,68 нг/г) выше прошлогоднего в 1,7 раза; γ -ГХЦГ (линдан) 0,0–2,7 нг/г (54 ДК), со-

ставив в среднем 0,29 нг/г (5,8 ДК, повышение в 1,5 раза). Максимальный уровень содержания в осадках залива обоих изомеров был отмечен в октябре на станции № 100 вблизи Владивостока. Концентрация ДДТ в донных отложениях Уссурийского залива была в пределах 0,2–42,5 нг/г, среднее — 3,9 нг/г (в 2014 г. — 2,6 нг/г). Содержание ДДЭ изменялось в диапазоне 0,1–6,2 нг/г, среднее — 0,97 нг/г (в 2014 г. — 1,9 нг/г); ДДД — 0,0–63,9/4,39 нг/г — 2,1 нг/г. По сравнению с 2014 г. среднее содержание ДДТ повысилось в 1,5 раза, ДДЭ снизилось почти в 2 раза, а ДДД повысилось в 2 раза. Средняя суммарная концентрация ХОП группы ДДТ в 2015 г. повысилась в 1,4 раза и составила 9,22 нг/г (3,7 ДК); в 2014 г. этот показатель составил 2,6 ДК. Максимальное суммарное значение пестицидов группы ДДТ (112,6 нг/г, 45 ДК) повысилось по сравнению с прошлым годом в 2,4 раза; в 2014 г. было 46,9 нг/г, 18,8 ДК. Современный пестицид альдрин был отмечен только у Владивостока весной и осенью в концентрации 0,4 нг/г.

Среднегодовая концентрация ПХБ в донных отложениях Уссурийского залива снизилась по сравнению с 2014 г. в 2,3 раза и составила 16,2 нг/г при диапазоне 4,9–63,3 нг/г. Наиболее загрязнены донные отложения в районе станции № 100; где средняя концентрация (38,4 нг/г) превышала ДК почти в 2 раза, хотя и была почти в 2 раза ниже прошлогодней (70,6 нг/г.). В мае осадки залива намного более чистые, чем в октябре 7,76/24,68 нг/г. Следует отметить, что в 2015 г. и максимальная концентрация обеих групп ХОП, альдрина и ПХБ были отмечены на одной и той же станции № 100 вблизи Владивостока в одно и тоже время.

Таблица 11.11. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях Уссурийского залива в 2010/2011/2012/ 2013/2014/2015 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	9,4/ 9,2/ 8,9/ 7,9/ 6,74/ 11,4	15,8/ 17,4/ 12,3/ 12,9/ 10,4/ 11,8	0,06/ 0,07/ 0,10/ 0,60/ 0,34/ 1,5	3,4/ 3,1/ 2,1/ 3,4/ 2,7/ 4,6	5,4/ 7,4/ 5,9/ 10,8/ 6,1/ 8,6	30,9/ 43/ 49,2/ 41,3/ 37,2/ 37,9	72,7/ 92/ 92,9/ 93,6/ 42,0/ 104,6	15926/ 14231/ 16786/ 18000/ 14483/ 14045	12,2/ 13,4/ 16,7/ 12,6/ 17,2/ 37,7	0,06/ 0,05/ 0,08/ 0,05/ 0,04/ 0,065
Макс.	34,0/ 48,0/ 40,0/ 23,0/ 24,0/ 40,0	50,0/ 91,0/ 44,0/ 27,0/ 30,0/ 45,0	0,4/ 0,5/ 0,5/ 1,1/ 0,7/ 2,4	9,9/ 6,7/ 5,4/ 9,0/ 5,6/ 24,0	14,0/ 16,0/ 13,0/ 21,0/ 13,0/ 27,0	71,0/ 151/ 193/ 109/ 66/ 101	186/ 209/ 164/ 228/ 194/ 201	32115/ 31886/ 32529/ 39543/ 27776/ 33553	24,0/ 32/ 30/ 38/ 28/ 64	0,21/ 0,39/ 0,31/ 0,16/ 0,08/ 0,34
Мин.	2,2/ 2,7/ 2,2/ 3,1/ 2,0	2,5/ 4,3/ 4,0/ 6,0/ 3,8	0/ 0/ 0/ 0,2/ 0,1	0/ 1,5/ 0/ 0/ 1,3	0/ 0/ 0/ 3,9/ 1,3	2,1/ 16/ 24/ 19/ 18	26/ 37/ 49/ 40/ 1,2	2693/ 2973/ 9666/ 9093/ 4108	0/ 0/ 3,9/ 0,2/ 4	0/ 0,01/ 0,02/ 0,02/ 0,02
ДК сред.	0,3/ 0,3/ 0,25/ 0,2/ 0,2/ 0,3	0,2/ 0,2/ 0,14/ 0,15/ 0,1/ 0,13	<0,1/ <0,1/ 0,13/ 0,75/ 0,4/ 1,9	0,2/ 0,2/ 0,1/ 0,2/ 0,13/ 0,2	0,2/ 0,2/ 0,17/ 0,3/ 0,2/ 0,24	0,2/ 0,3/ 0,35/ 0,3/ 0,3/ 0,3	- - - - - -	- - - - - -	0,1/ 0,1/ 0,17/ 0,13/ 0,17/ 0,38	0,2/ 0,2/ 0,26/ 0,17/ 0,13/ 0,22
ДК макс.	0,97/ 1,4 / 1,14 / 0,7/ 0,7/ 1,1	0,6/ 1,1 / 0,5/ 0,3/ 0,4/ 0,5	0,5/ 0,6/ 0,6/ 1,4 / 0,9/ 3,0	0,5/ 0,3/ 0,3/ 0,45/ 0,3/ 1,2	0,8/ 0,6/ 0,37/ 0,6/ 0,65/ 0,77	0,5/ 1,1 / 1,38 / 0,8/ 0,5/ 0,7	- - - - - -	- - - - - -	0,2/ 0,3/ 0,3/ 0,4/ 0,28/ 0,6	0,7/ 1,3 / 1,0 / 0,53/ 0,27/ 1,1

В 2015 г. средняя концентрация почти всех определяемых в донных отложениях Уссурийского залива **металлов** была ниже 1 ДК (табл. 11.11). Исключение составил кадмий, среднее

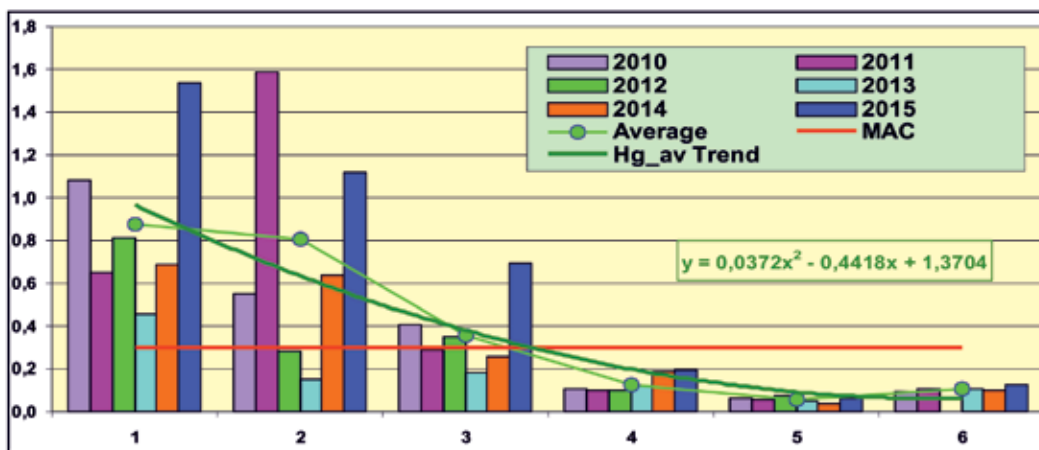


Рис. 11.8. Средняя концентрация ртути (мкг/г) в донных отложениях отдельных районов залива Петра Великого в 2010–2015 гг.: 1 — бухта Золотой Рог, 2 — бухта Диомид, 3 — пролив Босфор Восточный, 4 — Амурский залив, 5 — Уссурийский залив, 6 — залив Находка. МАС — Допустимая Концентрация для донных отложений.

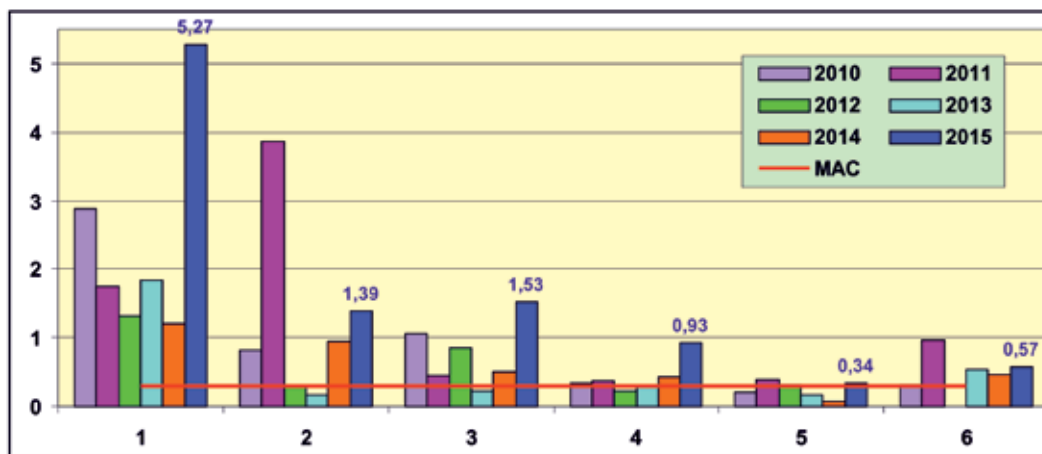


Рис. 11.9. Максимальная концентрация ртути (мкг/г) в донных отложениях отдельных районов залива Петра Великого в 2010–2015 гг.: 1 — бухта Золотой Рог, 2 — бухта Диомид, 3 — пролив Босфор Восточный, 4 — Амурский залив, 5 — Уссурийский залив, 6 — залив Находка. МАС — Допустимая Концентрация для донных отложений.

содержание которого было 1,86 ДК; а максимальная величина достигала 3,0 ДК и была зафиксирована 20 и 21 мая на всех станциях Уссурийского залива. По сравнению с 2014 г. средняя концентрация свинца, никеля, цинка и железа практически не изменилась, а меди, кадмия, кобальта, марганца, хрома и ртути повысилась. Особенно резким было повышение уровня загрязненности по средним показателям донных отложений кадмием (в 4,8 раза), марганцем (в 2,5 раза) и хромом (в 2,2 раза). Максимальные величины меди, кадмия и кобальта также резко возросли и превысили зафиксированный норматив.

В 2015 г. содержание ртути в донных отложениях залива изменялось от 0,02 до 0,34 мкг/г (увеличение в 4 раза), составив в среднем 0,065 мкг/г (0,22 ДК). Средний уровень загрязненности донных отложений в Уссурийском заливе был наименьшим по сравнению с другими районами залива Петра Великого (рис. 11.8). Такая же закономерность наблюдается и по максимальным значениям концентрации ртути в донных отложениях (рис. 11.9). В последние шесть лет осадки залива были наименее загрязненными среди всех контролируемых районов залива. Большинство значений в этот период не превышали принятый норматив 0,3 мкг/г. Особенно показательным является сравнение значений с экстремально загрязненными осадками бухты Золотой Рог и пролива Босфор Восточный, прилегающими к кварталам города Владивостока. Также важным фактом является резкое повышение в 2015 г. уровня загрязнения донных отложений на всех без исключения участках акватории залива Петра Великого и по средним, и по максимальным величинам, которые в ряде случаев были максимальными.

11.8. Залив Находка

На акватории залива Находка в 2015 г. в июне, июле и сентябре на 12 станциях было отобрано 108 проб воды, а также 1 июня и 14 сентября 24 пробы донных отложений (рис. 11.10). В эти месяцы **температура** воды изменялась в пределах 2,470–19,440°C, составив в среднем 13,280°C. Соленость варьировала от 22,020‰ в мае на поверхности в устье реки Партизанская на станции № 18 до 33,672‰ на станции № 12; на выходе из залива у дна на глубине 44 м, среднегодовое значение составило 32,336°C. Значения pH изменялись от 6,88 до 8,45; в среднем 8,08. Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне 0,4–11,3 мг/дм³, максимум отмечен в июле. Средняя величина снизилась с 5,7 до 4,65 мг/дм³. Среднегодовое значение биохимического потребления кислорода (БПК₅) в 2015 г. снизилось в 1,5 раза по сравнению с предыдущим годом с 3,43 до 2,22 мгО₂/дм³ (1,1 ПДК). Максимальное значение (6,0 мгО₂/дм³, 2 ПДК) зарегистрировано в июле в поверхностном слое на станции № 15 в центре залива.

Содержание **НУ** в водах залива в период наблюдений изменялось в диапазоне 0,00–0,13 мг/дм³ (2,6 ПДК), составив в среднем 0,018 мг/дм³ (0,36 ПДК), что в 2,4 раза меньше прошлогоднего значения. Максимальная концентрация (0,13 мг/дм³) была зафиксирована в июне на выходе из залива на станции № 12 на поверхностном горизонте. В период проведения работ в 97,8% проб концентрация НУ была ниже ПДК. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности

залива Находка в 2015 г. случаев значительного покрытия видимой водной поверхности пятнами нефтепродуктов (50% и выше) не наблюдалось.

Концентрация **фенолов** изменялась в пределах 0,2–18,8 мкг/дм³, а среднегодовой показатель снизился примерно в 1,5 раза и составил 1,1 ПДК. Максимальная



Рис. 11.10. Станции отбора проб в заливе Находка в 2015 г.

концентрация (почти 19 ПДК) была зарегистрирована в сентябре в бухте Новицкого на станции №35. Среднее содержание АПАВ незначительно снизилось с 0,7 до 0,5 ПДК; диапазон значений 45–132 мкг/дм³. В целом на всех участках акватории залива Петра Великого в последний год средняя концентрация детергентов существенно снизилась, хотя и раньше значения не превышали допустимого норматива (рис. 11.11). Максимальная концентрация была отмечена в центральной части залива Находка в районе о. Лисий в сентябре на станции №152 на 10-метровом горизонте.

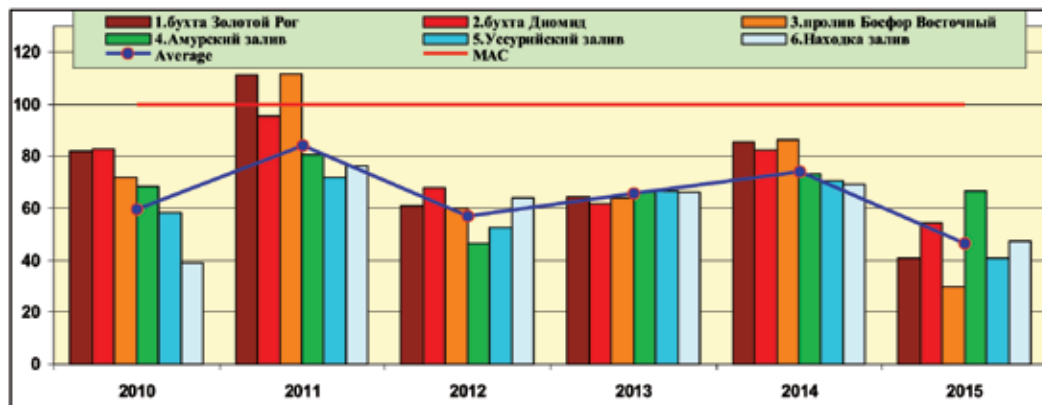


Рис. 11.11. Многолетняя динамика среднегодовой и максимальной концентрации СПАВ (мкг/дм³) в различных районах залива Петра Великого в 2010–2015 гг.

Таблица 11.12. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах залива Находка в 2010/2011/2012/2013/2014/2015 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	0,7/ 0,7/ 1,0/ 0,5/ 1,3/ 0,6	0,1/ 0,1/ 0,1/ 0,1/ 0,3/ 0,09	0,3/ 0,2/ 0,3/ 0,09/ 0,3/ 0,19	0,006/ 0,002/ 0,000/ 0,000/ 0,000/ -	0,3/ 0,2/ 0,3/ 0,3/ 0,7/ 0,4	8,7/ 5,2/ 8,0/ 5,7/ 15,3/ 9,7	0,07/ 0,11/ 5,6/ 3,0/ 7,8/ 3,7	6,0/ 4,9/ 35,5/ 18,0/ 48,5/ 24,2	0,51/ 0,55/ 0,80/ 0,5/ 1,5/ -	0,17/ 0,05/ 0,01/ 0,00/ 0,054/ 0,04
Макс.	1,5/ 1,9/ 10,0/ 1,4/ 3,0/ 1,8	0,3/ 0,8/ 0,4/ 0,4/ 1,6/ 0,6	1,4/ 2,0/ 1,9/ 0,5/ 3,8/ 1,1	0,1/ 0,1/ 0,2/ 0,0/ 0,0/ -	0,18/ 0,8/ 1,6/ 0,7/ 3,0/ 2,3	78/ 24/ 49/ 109/ 137/ 53	1,2/ 4,1/ 38,0/ 23,0/ 60,0/ 19,0	121/ 37/ 437/ 43/ 387/ 170	8,4/ 1,9/ 7,5/ 1,2/ 20,0/ -	1,42/ 0,18/ 0,23/ 0,00/ 0,60/ 0,15
ПДК сред.	0,1/ 0,1/ 0,2/ 0,1/ 0,3/ 0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <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	<0,1/ <0,1/ 0,1/ <0,1/ 0,16/ <0,1	0,1/ <0,1/ 0,7/ 0,36/ 0,97 / 0,48	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ -	1,7 / 0,5/ 0,1/ <0,1/ 0,54/ 0,43
ПДК max.	0,3/ 0,4/ 2,0 / 0,3/ 0,6/ 0,36	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ 0,16/ <0,1	0,1/ 0,2/ 0,2/ <0,1/ 0,4/ 0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ <0,1/ -	<0,1/ <0,1/ 0,16/ <0,1/ 0,3/ 0,2	0,3/ 0,1/ 1,0 / 2,2 / 2,7 / 1,06	<0,1/ <0,1/ 0,76/ 0,5/ 1,2 / 0,4	2,4/ 0,7/ 8,7 / 0,86/ 7,7 / 3,4	0,12/ <0,1/ 0,1/ <0,1/ 0,30/ -	14,2 / 1,8 / 2,3 / <0,1/ 6,0 / 1,5

Среднегодовое содержание большинства тяжелых металлов в водах залива Находка в 2015 г. было на фоновом уровне и только цинка, железа и ртути превышало 0,1 ПДК. По сравнению

с 2014 г. изменения в целом незначительные — примерно в 2 раза снизилась средняя концентрация цинка и железа, а ртути примерно на 20% (табл. 11.12). Максимальные величины большинства определяемых в воде металлов также снизились в несколько раз, а ртути в 4 раза. Превышение норматива отмечено по цинку (1,06 ПДК), по ртути (1,5 ПДК) и по железу (3,4 ПДК).

Концентрация аммонийного азота в водах залива изменялась в диапазоне от 27 до 151 мкг/дм³, составив в среднем 61,5 мкг/дм³. Максимум отмечен в бухте Находка на станции № 1 в поверхностном слое в начале июня. Среднегодовое содержание аммонийного азота по сравнению с 2014 г. практически не изменилось. Содержание нитритов изменялось в диапазоне 0,1–7,6 мкг/дм³, в среднем 1,69 мкг/дм³; по сравнению с 2014 г. среднегодовое содержание нитритов снизилось в 1,4 раза (в 2014 г. — 2,3 мкг/дм³); максимум отмечен в сентябре в бухте Находка в поверхностном слое. Концентрация нитратов: 0,3–125,0 мкг/дм³, в среднем 12,9 мкг/дм³; по сравнению с 2014 г. (21,4 мкг/дм³) среднее содержание нитратов снизилось в 1,7 раза; максимум был зафиксирован в июне на станции № 12 в придонном слое на глубине 44 м. Среднегодовая концентрация органического азота снизилась в 1,15 раза по сравнению с 2014 г. и составила 718 мкг/дм³; диапазон 394–1886 мкг/дм³. Среднее содержание общего азота снизилось по сравнению с прошлым годом в 1,2 раза и составило 797 мкг/дм³, диапазон 446–1934 мкг/дм³; максимум зарегистрирован в июле на станции № 12 в придонном слое. В 2015 г. отмечено некоторое снижение концентрации всех соединений азота в морской воде залива Находка.

Содержание фосфатов в заливе Находка изменялось в пределах 4,0–29,0 мкг/дм³, составив в среднем за период наблюдений 9,04 мкг/дм³. Среднегодовое содержание фосфатов не изменилось. Максимальная концентрация была зарегистрирована в июле в бухте Находка на станции № 1 в придонном слое. Концентрация общего фосфора изменялась от 8 до 32,0 мкг/дм³; среднее содержание повысилось в 1,2 раза и составило 15,5 мкг/дм³. Максимальная концентрация была зафиксирована дважды: в июле в бухте Находка на станции № 1 в придонном слое и в сентябре на станции № 36 на траверсе бухты Новицкого на поверхности. Концентрация органического фосфора была в диапазоне 1,0–20,5 мкг/дм³; среднее содержание повысилось почти в 2 раза и составило 6,4 мкг/дм³ (в 2014 г. — 3,4 мкг/дм³). Среднегодовая концентрация кремния в воде залива Находка в 2015 г. снизилась с 325,4 до 284 мкг/дм³, диапазон концентрации составил 63–4137 мкг/дм³. Максимальная концентрация была зафиксирована в июле в устьевой зоне реки Партизанская на станции № 18 на поверхности.

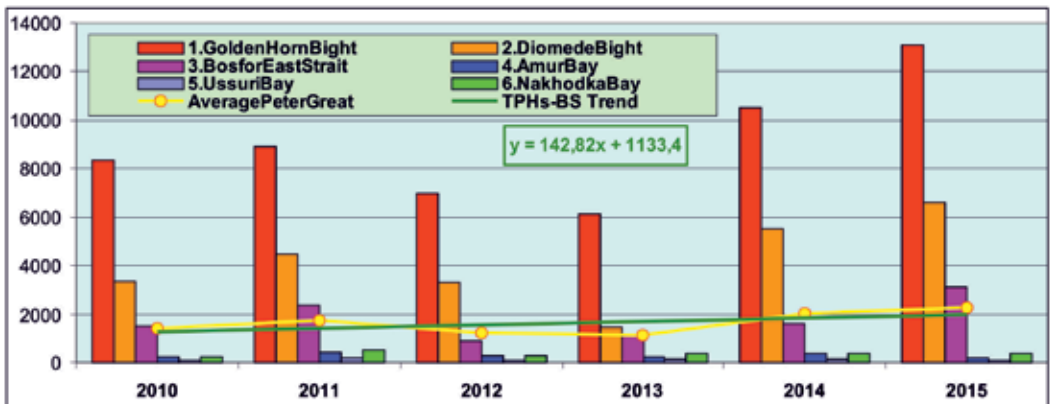


Рис. 11.12. Многолетняя динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мкг/г) в различных районах залива Петра Великого в 2010–2015 гг.

Кислородный режим в 2015 г. был в целом в пределах нормы. Среднее содержание растворенного **кислорода** в водах залива Находка составило 9,74 мг/дм³ (112,6% насыщения). Минимальное содержание растворенного кислорода было ниже допустимой нормы (5,83 мг/дм³, 75,1% насыщения) 14 сентября в бухте Находка на станции № 1 в придонном слое на глубине 9 м. По значению расчетного индекса **ИЗВ** (0,61) в период наблюдений в 2015 г. качество вод в заливе Находка существенно улучшилось и соответствовало II классу («чистые»). Традиционно приоритетными загрязняющими веществами были детергенты, нефтяные углеводороды, фенолы, а из металлов железо и ртуть. Если в предыдущие годы отдельные акватории залива Находка существенно различались по уровню загрязненности, то в 2015 г. различия незначительные. Традиционно в бухте Находка качество вод значительно хуже, чем в центральной части залива Находка и бухтах Врангеля и Козьмина.

В заливе Находка 1 июня и 14 сентября 2015 г. было отобрано 24 пробы **донных отложений**. Содержание нефтяных углеводородов варьировало от 30 до 3290 мкг/г сухого грунта (0,6–65,8 ДК), в среднем 379 мкг/г (7,6 ДК). Максимальное значение зарегистрировано в сентябре на станции № 2 в бухте Находка. Превышение допустимого уровня концентраций отмечено в 75% проб. Наибольшие значения выше 20 ДК были зафиксированы в четырех пробах из бухты Находка. Многолетняя динамика уровня загрязнения нефтяными углеводородами донных отложений залива Находка показывает незначительную изменчивость и относительно невысокий уровень (рис. 11.12). По сравнению с наиболее загрязненными участками вблизи Владивостока, особенно в бухте Золотой Рог, средняя величина для донных отложений залива на один-полтора порядка меньше. Именно рост загрязненности осадков вблизи Владивостока определяет положительный тренд уровня содержания НУ на акватории залива Петра Великого.

Таблица 11.13. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях залива Находка в 2010/2011/2012/2013/2014/2015 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	28,4/ 20,4/ 23,4/ 15,7/ 14,6/ 17,4	20,5/ 16,7/ 18,6/ 18,7/ 17,6/ 10,2	0,10/ 0,44/ 0,2/ 0,8/ 0,4/ 1,3	4,4/ 5,6/ 4,1/ 2,7/ 4,8/ 3,2	8,5/ 13,2/ 9,6/ 13,4/ 10,1/ 14,4	80,9/ 75,3/ 83,4/ 72,3/ 60,4/ 70,2	134,1/ 131,0/ 145,2/ 139,8/ 105,8/ 154,0	27136/ 21763/ 26340/ 20935/ 24239/ 22495	13,0/ 14,5/ 23,3/ 12,7/ 17,6/ 33,7	0,09/ 0,11/ 0,08/ 0,11/ 0,10/ 0,13
Макс.	227,0/ 175,0/ 177,0/ 71,0/ 54,0/ 65,0	119,0/ 104,0/ 134,0/ 107,0/ 74,0/ 45,0	1,0/ 7,8/ 1,1/ 2,3/ 0,8/ 3,6	9,1/ 15,0/ 7,3/ 6,0/ 7,1/ 5,6	16,0/ 80,0/ 15,0/ 22,0/ 16,0/ 31,0	373,0/ 422,0/ 408,0/ 288,0/ 260,0/ 212,0	225,0/ 245,0/ 232,0/ 345,0/ 137,0/ 251,0	62293/ 46576/ 44018/ 39423/ 35824/ 35049	26,0/ 35,0/ 43,0/ 36,0/ 26,0/ 62,0	0,31/ 0,96/ 0,39/ 0,53/ 0,47/ 0,57
Мин.	2,3/ 3,3/ 2,6/ 2,4/ 2,9	4,1/ 4,3/ 4,4/ 0,0/ 3,0	0/ 0/ 0/ 0,3/ 0,1	0/ 2,0/ 1,4/ 0,0/ 1,9	0/ 2,7/ 0/ 6,4/ 4,6	20,0/ 0/ 27,0/ 8,7/ 21,0	54,0/ 63,0/ 82,0/ 48,0/ 63,0	9478/ 10311/ 14784/ 6771/ 14938	2,2/ 0/ 1,6/ 0,0/ 10,0	0,01/ 0,02/ 0,00/ 0,02/ 0,02
ДК сред.	0,8/ 0,6/ 0,7/ 0,4/ 0,4/ 0,5	0,2/ 0,2/ 0,2/ 0,2/ 0,2/ 0,12	0,1/ 0,6/ 0,25/ 1,0/ 0,5/ 1,6	0,2/ 0,3/ 0,2/ 0,14/ 0,2/ 0,16	0,2/ 0,4/ 0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,4	0,6/ 0,5/ 0,6/ 0,5/ 0,4/ 0,5	-	-	0,1/ 0,1/ 0,2/ 0,1/ 0,2/ 0,3	0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,4
ДК макс.	6,5/ 5,0/ 5,0/ 2,0/ 1,5/ 1,85	1,4/ 1,2/ 1,6/ 1,3/ 0,9/ 0,5	1,3/ 9,8/ 1,4/ 2,9/ 1,0/ 4,5	0,5/ 0,8/ 0,4/ 0,3/ 0,4/ 0,3	0,5/ 2,3/ 0,4/ 0,6/ 0,5/ 0,9	2,7/ 3,0/ 2,9/ 2,1/ 1,86/ 1,5	-	-	0,3/ 0,4/ 0,43/ 0,36/ 0,3/ 0,6	1,0/ 3,2/ 1,3/ 1,8/ 1,6/ 1,9

Содержание фенолов в донных отложениях залива изменялось в пределах 0,8–3,7 мкг/г, среднее значение снизилось по сравнению с прошлым годом в 2,3 раза и составило 1,796 мкг/г. Максимальная концентрация отмечена в июне в бухте Находка на станции № 2. В бухтах Находка и Врангеля, входящих в состав акватории залива Находка, среднегодовая концентрация фенолов снизилась в 1,9 и 2,6 раза и составила 2,3 мкг/г и 1,5 мкг/г соответственно.

Содержание α -ГХЦГ было ниже предела обнаружения DL=0,05 нг/г только в двух пробах из 24. Средняя концентрация не изменилась по сравнению с 2014 г. и составила 0,19 нг/г. Концентрация γ -ГХЦГ (линдана) равнялась аналитическому нулю в 8 пробах, а средняя (0,15 нг/г) повысилась с 2 до 3 ДК; максимальная концентрация γ -ГХЦГ составила 0,80 нг/г (16 ДК) и была зарегистрирована в сентябре на станции № 7 в вершине залива. Суммарное содержание линдана и его изомеров достигало 1,3 нг/г. Средняя суммарная концентрация ХОП группы ДДТ несколько снизилась и составила 2,6 ДК, что ниже уровня 2014 г. (3,6 ДК). Среднее содержание ДДТ в донных отложениях составило 3,1 нг/г, ДДЭ — 1,1 нг/г, ДДД — 2,17 нг/г. Максимальная концентрация ДДТ (14,7 нг/г) и ДДЭ (2,5 нг/г) была зафиксирована в сентябре на станции № 7 в вершине залива Находка. Максимум по ДДД (12,1 нг/г) был отмечен в бухте Находка на станции № 2 также в сентябре. Пестицид альдрин был обнаружен в трех пробах из 24 составляла 0,3; 0,4 и 1,0 нг/г. Среднее содержание ПХБ в 2015 г. несколько снизилось и составило 36,65 нг/г (1,8 ДК), в 2014 г. — 47,7 нг/г (2,4 ДК). Максимальная концентрация полихлорбифенилов (203,4 нг/г, 10 ДК) была зарегистрирована в сентябре на станции № 7 на выходе из бухты Находка на глубине 8 м.

По сравнению с 2014 г. среднее содержание почти всех определяемых в донных отложениях **металлов** залива Находка изменилось незначительно. Исключением явился кадмий, по которому этот показатель повысился в 3 раза и составил 1,6 ДК (табл. 11.13). Максимальная концентрация меди, кадмия, цинка и ртути превысила ДК в 1,85, 4,5, 1,5 и 1,9 раза соответственно. Традиционно высокими были показатели по железу, среднее и максимальное содержание которого достигало 24239 и 35824 мкг/г соответственно. Повысилось и содержание марганца в донных осадках: среднее увеличилось в 1,5 раза, максимальное — почти в 2 раза.

11.9. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив

Основными источниками загрязнения прибрежной акватории Японского моря на западном шельфе о. Сахалин в районе п. Александровск-Сахалинский являются сбросы загрязненных хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. Основными загрязнителями являются предприятия коммунально-бытовых служб, нефтебаза и флот из-за неконтролируемого сброса льяльных вод и нефтесодержащего мусора с маломерных судов. В районе п. Александровск исследования уровня загрязнения морских вод и донных отложений проводилась Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск) в период с мая по октябрь 2015 г. ежемесячно на 5 станциях. Всего было отобрано и обработано 30 проб.

В исследуемый период времени **температура** воды изменялась от 2,8°C в октябре до 18,3°C в августе, когда наблюдался наибольший прогрев. Соленость варьировала от 8,98‰ в мае до 33,08‰ в октябре, составив в среднем 29,23‰; хлорность была в диапазоне 4,96–18,31‰ (15,62‰); pH 7,88–8,07 (8,01). Щелочность была в пределах 0,894–2,409 мг-экв/дм³, в среднем за период наблюдений — 2,086 мг-экв/дм³, что очень близко к величине прошлого года 2,12 мг-экв/дм³.

В 2015 г. содержание **НУ** в водах рейда порта пос. Александровск изменялось от аналитического нуля в 16 пробах из 30 (DL=0,03 мг/дм³) до 0,141 мг/дм³ (2,8 ПДК). Средняя концентрация по сравнению с 2014 г. незначительно повысилась и составила 0,034 мг/дм³

(0,7 ПДК) (табл. 11.1). Максимальная концентрация повысилась в 1,3 раза и была зафиксирована в сентябре. Концентрация фенолов в морской воде изменялась от нуля в 25 пробах из 30, в остальных было 0,6–0,8 мкг/дм³. Среднее содержание составило 0,12 мкг/дм³, что почти на порядок выше значения 2014 г. (0,016 мкг/дм³). Уровень загрязненности морских вод СПАВ практически не изменился по сравнению с предыдущим годом и в среднем составил 11,6 мкг/дм³ (0,1 ПДК), максимальная концентрация (45 мкг/дм³, 0,6 ПДК) была зафиксирована в сентябре.

Среднее содержание **меди** повысилось в 2 раза и составило 1 ПДК (5,1 мкг/дм³) в 2015 г., диапазон 0,9–13,2 мкг/дм³, максимум (2,6 ПДК) зафиксирован в августе. Концентрация остальных контролируемых металлов (цинк, свинец и кадмий) была невысокой и составила в среднем 12,2; 1,1, и 0,06 мкг/дм³ (0,2, 0,1 и <0,1 ПДК); максимальные величины 86,6; 8,5 и 0,6 мкг/дм³ (1,7, май; 0,9, июль и 0,06 ПДК) соответственно.

Концентрация аммонийного **азота** изменялась от значений ниже предела обнаружения (<15 мкг/дм³, 19 проб) до 47 мкг/дм³, в среднем 10,3 мкг/дм³. Нитритов — от аналитического нуля (DL=0,5 мкг/дм³) в 13 пробах из 30 до 3,0 мкг/дм³, составив в среднем 0,8 мкг/дм³. По сравнению с 2014 г. (0,3 мкг/дм³) произошло почти трехкратное повышение среднего содержания. Содержание нитратов колебалось от значений ниже 5 мкг/дм³ в 14 пробах до 196 мкг/дм³, в среднем 53,3 мкг/дм³, повышение почти на порядок с 5,66 мкг/дм³ в 2014 г. В течение периода наблюдений в 23 пробах содержание минерального фосфора было ниже предела обнаружения DL=5 мкг/дм³. Появляются фосфаты в воде пролива в октябре, когда максимум достигал 23 мкг/дм³, а в среднем за весь теплый период года — 4,4 мкг/дм³. Диапазон концентрации кремния составил 91–2419 мкг/дм³, средняя концентрация — 578 мкг/дм³; максимум отмечен в мае.

Кислородный режим в водах Татарского пролива соответствовал многолетней норме: диапазон изменчивости составил 6,57–9,93 мгО₂/дм³; в среднем — 7,9 мгО₂/дм³, минимум отмечен в июне.

По значению индекса **ИЗВ** (0,68) в 2015 г. воды Татарского пролива соответствовали II классу качества, «чистые» (табл. 11.5). По сравнению с 2014 г. качество вод несколько ухудшилось за счет некоторого повышения концентрации приоритетных загрязняющих веществ вод района — нефтяных углеводородов и фенолов, а также соединений меди и цинка. Кислородный режим вод был удовлетворительным.

Таблица 11.14. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ (мкг/г) в донных отложениях Татарского пролива у г. Александровск-Сахалинский в 2013–2015 гг.

Район	Ингредиент	Донные отложения					
		2013 г.		2014 г.		2015 г.	
		С*	ДК	С*	ДК	С*	ДК
Татарский пролив: г. Александровск- Сахалинский	НУ	56	1,1	14	0,3	11,6	0,23
		1015	20	56	1,1	36	0,7
	Фенолы	0,01		0,1		0,29	
		0,3		0,5		1,29	
	Медь	2,1	<0,1	21,7	0,6	0,89	<0,1
		7,1	0,2	108,3	3,1	3,1	<0,1
Цинк	3,5	<0,1	13,8	<0,1	2,54	<0,1	
	10,4	<0,1	46,9	0,33	5,2	<0,1	
Кадмий	0,014	<0,1	0,060	0,08	0,09	0,11	
	0,13	0,2	0,460	0,57	0,55	0,63	
Свинец	2,7	<0,1	5,8	<0,1	0,97	<0,1	
	12,3	0,1	13,6	0,16	3,1	<0,1	

В пробах **донных отложений**, отобранных ежемесячно с мая по сентябрь, среднее содержание нефтяных углеводородов незначительно уменьшилось по сравнению с предыдущим годом с 14 до 12 мкг/г сухого грунта. В 11 пробах из 30 значения были ниже предела обнаружения DL=5 мкг/г. Максимальная величина (36 мкг/г) немного снизилась по сравнению с предыдущим годом (табл. 11.14). Содержание фенолов в донных отложениях в 18 пробах не превысило уровня чувствительности метода определения (DL=0,05 мкг/г); в остальных пробах изменялось в диапазоне 0,35–1,29 мкг/г, составив в среднем 0,29 мкг/г. Уровень загрязненности донных отложений фенолами существенно повысился в 2015 г. И среднее, и максимальное содержание металлов снизилось по сравнению с 2014 г., за исключением кадмия. Концентрации меди изменялись в пределах от 0,20 до 3,1 мкг/г (<0,1 ДК), средняя концентрация составила 0,89 мкг/г. Содержание цинка изменялось в диапазоне 0,74–5,2 мкг/г (<0,1ДК); среднее — 2,54 мкг/г. Среднегодовая концентрация трех из четырех определяемых металлов по-прежнему не превышала 0,1 ДК, а максимальная концентрация кадмия достигала 0,63 ДК. В абсолютном выражении в 2015 г. уровень загрязненности донных отложений соединениями меди, цинка и свинца снизился, что особенно четко прослеживается по значениям максимальной концентрации.

11.10. Выводы

В отличие от предыдущих лет в 2015 г. качество вод различных участков залива Петра Великого практически не различалось (рис. 11.13). Основные отличия от 2014 г. заключались в резком снижении значения индекса загрязненности вод в бухте Золотой Рог, а также в заливе Находка. В первом случае падение индекса в 2,8 раза было обусловлено существенным снижением содержания практически всех приоритетных загрязняющих веществ в водах бухты, за исключением тяжелых металлов, — нефтяных углеводородов в 1,8 раза, фенолов в 3,6 раза, детергентов — в 2,3 раза. Очень незначительно увеличилось среднее содержание ртути в воде бухты, однако максимальное значение наоборот снизилось в 3,8 раз. Оба показателя в 2015 г. не достигли норматива. Улучшился кислородный режим вод в бухте в целом, и, что особенно важно, минимальное содержание растворенного кислорода в водах кутовой части летом-осенью было значительно выше прошлогоднего — 4,52 против 2,99 мгО₂/дм³.

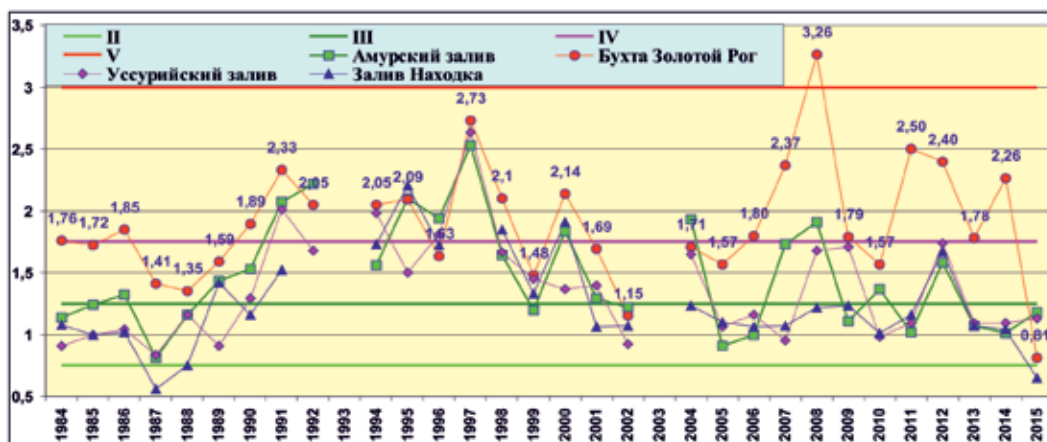


Рис. 11.13. Многолетняя динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в различных районах залива Петра Великого в 1984–2015 гг.

В заливе Находка улучшение качества вод в целом произошло за счет небольшого уменьшения среднего содержания всех контролируемых ЗВ — НУ, фенолов, АПАВ, аммонийного азота, меди, кадмия, цинка, свинца, марганца, ртути и взвешенных веществ. Не изменилась концентрация железа. Кислородный режим вод также немного улучшился. Из отдельных участков акватории этого залива традиционно самой загрязненной в 2015 г. была бухта Находка с оценкой качества «умеренно загрязненные», в остальных районах — «чистые».

В больших заливах Амурском и Уссурийском по обе стороны Владивостока уровень загрязненности почти не изменился. В целом воды этих заливов в последние 15 лет в основном остаются на уровне верхней границы «умеренно загрязненных» вод с редкими случаями превышения этой границы как в 2012 г. Значения комплексного индекса загрязненности существенно ниже величин предыдущего десятилетнего периода до 2000 г. Приоритетными загрязняющими веществами в водах залива Петра Великого традиционно являются нефтяные углеводороды (максимальная концентрация в 2015 г. составила 5,2 ПДК в бухте Золотой Рог), фенолы (мах 4,1 ПДК в заливе Находка), детергенты (2,3 ПДК в Амурском заливе), железо (37,4 ПДК в Амурском заливе), медь (11,0 ПДК в проливе Босфор Восточный), ртуть (1,5 ПДК в заливе Находка), никель (2,4 ПДК в Уссурийском заливе), марганец (3,5 ПДК в Амурском заливе) и цинк (6,0 ПДК в проливе Босфор Восточный). Наибольшая концентрация свинца и кадмия не превышала норматив. Максимальное содержание в 2015 г. аммонийного азота (836 мкг/дм³) также было существенно ниже норматива, отмечено в кутовой части бухты Золотой Рог 18 мая на поверхности. Из других форм биогенных элементов (азот, фосфор и кремний) только максимальная концентрация нитратов (289 мкг/дм³) существенно уступала нормативу, а фосфатов (189 мкг/дм³ кут бухты Золотой Рог), нитритов (39 мкг/дм³, там же) и силикатов (6160 мкг/дм³, Амурский залив 1 сентября) существенно превышала ПДК. В целом воды залива Петра Великого могут быть оценены как умеренно эвтрофированные, а вблизи г. Владивостока и в бухте Золотой Рог — как сильно эвтрофированные. Остальные контролируемые ЗВ, включая пестициды, также присутствуют в водах залива Петра Великого, однако зачастую даже их максимальные значения не превышают норматива.

Донные отложения в различных районах залива Петра Великого загрязнены в разной степени. Особенно высокой концентрация различных ЗВ была в бухте Золотой Рог и в ближайших к г. Владивостоку районах. В бухте содержание нефтяных углеводородов было чрезвычайно высоким (рис. 11.12), средняя величина на 1–2 порядка превышала значения в других районах и составляла 262 ДК, а максимальное значение превышало допустимый уровень концентрации в 612 раз и было отмечено в центральном районе бухты вблизи строящейся гостиницы. Превышение допустимого уровня концентрации отмечалось в 100% проб. Концентрация хлорорганических пестицидов группы ГХЦГ почти в 3 раза повысилась в 2015 г. и осталась существенно выше в бухте Золотой Рог по сравнению с другими районами залива Петра Великого. Средняя концентрация линдана в бухте составила 12 ДК, а максимальная достигала 50 ДК. Содержание ДДТ и его метаболитов здесь также повысилось в 1,2–1,9 раз. Высоким оно было и на сопредельных с Владивостоком участках (рис. 11.3). Наименее загрязненными оставались осадки в заливах Уссурийском и Находка. За последние годы уровень содержания пестицидов группы ДДТ постепенно снижалась. Аналогичный результат отмечен и по другим органическим ЗВ и тяжелым металлам, однако по отдельным показателям, включая ртуть, наблюдались чрезвычайно высокие значения в донных отложениях и на этих акваториях.

Таблица 11.1. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах залива Петра Великого Японского моря в 2013–2015 гг.

Район	Ингредиент	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
1. бухта Золотой Рог	НУ	0,198	4,0	0,089	1,8	0,05	1,0
		2,49	50	1,02	20	0,26	5,2
	Фенолы	1,9	1,9	2,9	2,9	0,8	0,8
		6,3	6	14,0	14	2,2	2,2
	АПАВ	64	0,6	85	0,9	41	0,4
		74	0,7	208	2,1	88	0,9
	Аммонийный азот	228	0,1	223	0,1	151	<0,1
		1200	0,5	2270	1,0	836	0,4
	Медь	0,8	0,2	1,6	0,3	1,6	0,3
		2,3	0,5	4,9	1,0	6,1	1,2
	Железо	28,2	0,6	35,0	0,7	33,9	0,7
		220	4	181	4	99,0	2,0
	Цинк	6,0	0,1	22,7	0,5	19,1	0,4
		55,0	1,1	100,0	2,0	61,0	1,2
	Свинец	0,21	<0,1	0,59	<0,1	0,2	<0,1
		0,7	<0,1	7,9	0,8	2,1	0,2
	Марганец	5,8	0,1	10,9	0,2	5,7	0,1
		29,0	0,6	103,0	2,1	33,0	0,7
	Кадмий	0,2	<0,1	0,2	<0,1	0,2	<0,1
		1,9	0,2	2,2	0,2	0,7	0,1
Ртуть	0,0005	<0,1	0,023	0,2	0,03	0,3	
	0,01	0,1	0,34	3,4	0,09	0,9	
ДДТ	1,5	0,2	-	-	-	-	
	6,1	0,6	-	-	-	-	
ДДЭ	0,8	<0,1	-	-	-	-	
	2,1	0,2	-	-	-	-	
ДДД	2,2	0,2	-	-	-	-	
	14,8	1,5	-	-	-	-	
α-ГХЦГ	0,1	<0,1	-	-	-	-	
	0,2	0,2	-	-	-	-	
γ-ГХЦГ	0,2	<0,1	-	-	-	-	
	1,9	0,2	-	-	-	-	
Взвешенные вещества	7,3	0,7	7,2	0,7	7,8	0,8	
	27,0	2,7	31,2	3	45,4	5	
Кислород	8,89		8,31		8,75		
	2,86	0,48	2,99	0,50	4,52	0,75	
2. бухта Диомид	НУ	0,097	1,9	0,066	1,4	0,06	1,2
		0,24	5	0,24	5	0,10	2,0
	Фенолы	1,3	1,3	2,7	2,7	1,1	1,1
		2,1	2,1	5,3	5	2,7	2,7
	АПАВ	62,0	0,6	82	0,8	54	0,5
		66,0	0,7	138	1,4	130	1,3
	Аммонийный азот	146,9	<0,1	116,6	<0,1	149,7	<0,1
		324,0	0,14	392,0	0,17	358,0	0,15
	Медь	0,8	0,2	1,8	0,36	1,3	0,3
		1,4	0,3	3,7	0,74	2,9	0,6
Железо	39,4	0,8	30,2	0,6	29,5	0,6	
	239,0	5	41,0	0,8	59,0	1,2	
Цинк	3,3	<0,1	13,2	0,26	14,3	0,3	
	5,7	0,1	20,0	0,4	52,0	1,0	
Свинец	0,1	<0,1	0,4	<0,1	0,1	<0,1	
	0,4	<0,1	1,0	0,1	0,3	<0,1	

2. бухта Диомид	Марганец	4,4 18,0	<0,1 0,4	4,8 8,5	<0,1 0,17	4,3 12,0	<0,1 0,24
	Кадмий	0,1 0,4	<0,1 <0,1	0,1 0,3	<0,1 <0,1	0,1 0,2	<0,1 <0,1
	Ртуть	0,00 0,00	<0,1 <0,1	0,047 0,49	0,5 5	0,02 0,04	0,2 0,4
	ДДТ	0,9 1,2	<0,1 0,1	- -	- -	- -	- -
	ДДЭ	0,8 0,9	<0,1 <0,1	- -	- -	- -	- -
	ДДД	0,8 0,8	<0,1 <0,1	- -	- -	- -	- -
	α-ГХЦГ	0,0 0,0	<0,1 <0,1	- -	- -	- -	- -
	γ-ГХЦГ	0,0 0,0	<0,1 <0,1	- -	- -	- -	- -
	Кислород	9,76 7,04		9,18 5,52	0,92	9,8 7,5	
3. пролив Босфор Восточный и бухта Улисс	НУ	0,083 0,39	1,6 8	0,062 0,37	1,2 7	0,03 0,07	0,6 1,4
	Фенолы	1,2 5,0	1,2 5	1,9 5,3	1,9 5	0,6 1,7	0,6 1,7
	АПАВ	64 71	0,6 0,7	86 159	0,86 1,6	30 67	0,3 0,7
	Аммонийный азот	101 231	<0,1 0,1	81,0 361,0	<0,1 0,2	56,6 116,0	<0,1 <0,1
	Медь	0,6 1,4	0,1 0,3	1,4 3,7	0,3 0,7	3,1 55,0	0,6 11,0
	Железо	27,6 302	0,6 6	26,6 91,0	0,5 1,8	27,0 45,0	0,5 0,9
	Цинк	5,7 118,0	0,1 2,4	11,8 38,0	0,2 0,8	30,6 301,0	0,6 6
	Свинец	0,2 0,8	<0,1 <0,1	0,3 1,0	<0,1 0,1	0,1 0,5	<0,1 <0,1
	Марганец	4,4 46,0	<0,1 0,9	5,3 31,0	0,1 0,6	3,8 13,0	<0,1 0,3
	Кадмий	0,2 5,6	<0,1 0,6	0,1 0,4	<0,1 <0,1	0,2 0,4	<0,1 <0,1
	Ртуть	0,00 0,00	<0,1 <0,1	0,027 0,40	0,3 4	0,02 0,05	0,2 0,5
	ДДТ	1,3 2,5	0,1 0,3	- -	- -	- -	- -
	ДДЭ	1,0 3,4	0,1 0,3	- -	- -	- -	- -
	ДДД	1,53 7,0	0,2 0,7	- -	- -	- -	- -
	α-ГХЦГ	0,11 0,3	<0,1 <0,1	- -	- -	- -	- -
	γ-ГХЦГ	0,04 0,1	<0,1 <0,1	- -	- -	- -	- -
	Кислород	9,46 2,79	0,47	9,06 4,74	0,79	9,42 5,26	0,88
4. Амурский залив	НУ	0,093 0,35	1,9 7	0,037 0,16	0,7 3	0,02 0,05	0,4 1,0
	Фенолы	1,1 2,5	1,1 2,5	1,8 4,9	1,8 5	1,0 3,1	1,0 3
	АПАВ	66,0 87	0,7 0,9	83 798	0,8 8	66 229	0,7 2,3

4. Амурский залив	Аммонийный азот	79 423	<0,1 0,2	65,0 254,0	<0,1 0,1	69,8 229,0	<0,1 0,1	
	Медь	0,6 1,5	0,1 0,3	1,9 6,1	0,4 1,2	1,0 1,7	0,2 0,3	
	Железо	33,0 1085	0,7 22	31,8 216,0	0,6 4	116,7 1870	2,3 37	
	Цинк	7,3 160	0,1 3	15,0 61,0	0,3 1,2	11,1 31,0	0,2 0,6	
	Свинец	0,16 0,6	<0,1 <0,1	0,3 2,0	<0,1 0,2	0,2 0,8	<0,1 <0,1	
	Марганец	2,0 14,0	<0,1 0,3	4,0 25,0	<0,1 0,5	15,3 174	0,3 3	
	Кадмий	0,13 1,2	<0,1 0,1	0,3 1,0	<0,1 0,1	0,2 0,9	<0,1 0,1	
	Ртуть	0,0003 0,01	<0,1 0,1	0,014 0,06	0,14 0,6	0,04 0,08	0,4 0,8	
	ДДТ	0,93 5,2	<0,1 0,5	- -	- -	- -	- -	
	ДДЭ	0,30 0,7	<0,1 <0,1	- -	- -	- -	- -	
	ДДД	0,45 1,5	<0,1 0,2	- -	- -	- -	- -	
	α-ГХЦГ	0,17 0,4	<0,1 <0,1	- -	- -	- -	- -	
	γ-ГХЦГ	0,03 0,1	<0,1 <0,1	- -	- -	- -	- -	
	Взвешенные вещества	4,7 23,0	0,5 2,3	5,8 17,7	0,6 1,8	15,8 145,0	1,6 15	
	Кислород	9,04 2,50	0,4	8,64 3,22	0,54	8,59 4,46	0,74	
	5. Уссурийский залив	НУ	0,08 0,18	1,6 3,6	0,045 0,16	0,9 3	0,03 0,10	0,7 2,0
		Фенолы	1,2 4,7	1,2 5	1,6 3,1	1,6 3	0,9 2,6	0,9 2,6
АПАВ		66,0 82,0	0,7 0,8	70 117	0,7 1,2	41 122	0,4 1,2	
Аммонийный азот		83,7 227,0	<0,1 0,1	80,1 222,0	<0,1 <0,1	52,8 135,0	<0,1 <0,1	
Медь		0,5 1,9	0,1 0,4	1,1 2,4	0,22 0,5	0,9 2,5	0,2 0,5	
Железо		41,2 569,0	0,8 11,4	58,3 275,0	1,2 6	112,7 505,0	2,3 10,1	
Цинк		4,4 10,0	<0,1 0,2	12,6 50,0	0,25 1,0	10,4 55,0	0,2 1,1	
Свинец		0,15 0,6	<0,1 <0,1	0,3 1,4	<0,1 0,1	0,1 0,6	<0,1 <0,1	
Марганец		2,5 30,0	<0,1 0,6	12,3 91,0	0,2 1,8	8,1 75,0	0,2 1,5	
Кадмий		0,2 0,5	<0,1 <0,1	0,2 0,9	<0,1 <0,1	0,2 1,5	<0,1 0,2	
Ртуть		0,00 0,01	<0,1 0,1	0,033 0,20	0,3 2,0	0,03 0,09	0,3 0,9	
ДДТ		0,9 2,5	<0,1 0,25	- -	- -	- -	- -	
ДДЭ		0,5 1,3	<0,1 0,13	- -	- -	- -	- -	
ДДД		1,5 3,7	0,15 0,4	- -	- -	- -	- -	

5. Уссурийский залив	α-ГХЦГ	0,1 0,2	<0,1 <0,1	- -	- -	- -	- -	
	γ-ГХЦГ	0,06 0,2	<0,1 <0,1	- -	- -	- -	- -	
	Взвешенные вещества	5,12 17,0	0,5 1,7	4,67 16,7	0,5 1,7	4,2 11,3	0,4 1,1	
	Кислород	9,52 6,32		9,14 6,27		9,18 4,54	0,76	
6. залив Находка (с бухтами)	НУ	0,106 0,58	2,2 12	0,044 0,14	0,9 2,8	0,02 0,13	0,4 2,6	
	Фенолы	0,8 2,2	0,8 2,2	1,6 7,8	1,6 8	0,9 4,1	0,9 4	
	АП АВ	66 81	0,7 0,8	69 117	0,7 1,2	47 132	0,5 1,3	
	Аммонийный азот	115,2 1262	<0,1 0,6	75,2 804,0	<0,1 0,4	61,5 151,0	<0,1 <0,1	
	Медь	0,5 1,4	0,1 0,3	1,3 3,0	0,3 0,6	0,6 1,8	0,1 0,4	
	Кадмий	0,09 0,5	<0,1 <0,1	0,3 3,8	<0,1 0,4	0,2 1,1	<0,1 0,1	
	Железо	18,1 43	0,4 0,9	48,5 387	0,97 8	48,8 2380	0,98 48	
	Цинк	5,7 109,0	0,1 2,1	15,3 137,0	0,3 2,7	9,7 53,0	0,2 1,0	
	Свинец	0,12 0,4	<0,1 <0,1	0,3 1,6	<0,1 0,2	0,1 0,6	<0,1 <0,1	
	Марганец	3,5 23,0	<0,1 0,5	7,8 60,0	0,2 1,2	3,7 19,0	<0,1 0,4	
	Ртуть	0,00 0,00		0,054 0,6	0,5 6,0	0,04 0,15	0,4 1,5	
	ДДТ	1,46 8,8	0,1 0,9	- -	- -	- -	- -	
	ДДЭ	0,43 1,3	<0,1 0,1	- -	- -	- -	- -	
	ДДД	0,36 1,8	<0,1 0,2	- -	- -	- -	- -	
	α-ГХЦГ	0,21 0,9	<0,1 <0,1	- -	- -	- -	- -	
	γ-ГХЦГ	0,16 1,8	<0,1 0,2	- -	- -	- -	- -	
	Взвешенные вещества	4,69 13,0	0,5 1,3	5,74 21,2	0,6 2,1	4,6 11,3	0,5 1,1	
	Кислород	9,48 5,20	0,87	8,95 5,86	0,97	9,74 5,83	0,97	
	7. Татарский пролив: г. Александровск-Сахалинский	НУ	0,046 0,136	0,92 2,7	0,030 0,110	0,6 2,2	0,034 0,141	0,7 2,8
		Фенолы	1,2 10,0	1,1 10	0,0 0,5	0,0 0,5	0,1 0,8	0,1 0,8
СП АВ		10 46	<0,1 0,5	17,1 54,0	0,2 0,5	12 45	0,1 0,5	
Аммонийный азот*		22,4 56	<0,1 <0,1	10,9 40,0	<0,1 <0,1	10 47	<0,1 <0,1	
Кадмий		<0,3 <0,3	<0,1 <0,1	<0,3 0,9	<0,1 <0,1	0,1 0,6	<0,1 <0,1	
Медь		2,5 8,5	0,5 1,7	2,5 8,7	0,5 1,7	5,1 13,2	1,0 2,6	
Цинк		3,0 6,2	<0,1 0,1	3,6 24	<0,1 0,5	12,2 86,6	0,2 1,7	

7. Татарский пролив: г. Александровск-Сахалинский	Свинец	1,3 10,3	0,1 1,0	1,1 3,9	0,1 0,4	1,1 8,5	0,1 0,9
	Кислород	9,05 7,5		8,7 7,6		7,9 6,6	

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов, взвешенных веществ и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм³; фенолов, аммонийного азота, АПАВ, меди, железа, цинка, свинца, марганца, кадмия и ртути в мкг/дм³; ДДТ, ДДЭ, ДДД, α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ в нг/дм³.
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней максимальное (для кислорода минимальное) значение.
3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.
4. Аммонийный азот* — использовано значение ПДК в пересчете на азот.

Таблица 11.3. Оценка качества прибрежных вод залива Петра Великого Японского моря в 2013–2015 гг.

Район	2013 г.		2014 г.		2015 г.		Содержание ЗВ в 2015 г. (ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
1. бухта Золотой Рог	1,78	V	2,26	V	0,81	III	НУ 1,04; фенолы 0,81; Fe 0,68; O ₂ 0,69
2. бухта Диомид	1,16	III	1,37	IV	0,86	III	НУ 1,10; фенолы 1,13; Fe 0,59; O ₂ 0,61
3. пролив Босфор Восточный	1,03	III	1,17	III	0,62	II	НУ 0,58; фенолы 0,63; Cu 0,62; O ₂ 0,65
4. Амурский залив	1,07	III	1,01	III	1,18	III	фенолы 1,04; Fe 2,33; СПАВ 0,66; O ₂ 0,70
5. Уссурийский залив	1,09	III	1,09	III	1,13	III	НУ 0,66; фенолы 0,95; Fe 2,25; O ₂ 0,65
6. залив Находка (с бухтами)	1,07	III	1,04	III	0,61	II	СПАВ 0,47; фенолы 0,85; Fe 0,48; O ₂ 0,62
6.1. бухта Находка	1,23	III	1,41	IV	0,76	III	НУ 0,46; СПАВ 0,49; фенолы 1,39; O ₂ 0,69
6.2. бухта Козьмина	0,91	III	0,88	III	0,63	II	фенолы 0,44; Hg 0,84; Fe 0,62; O ₂ 0,61
6.3. бухта Врангеля	0,95	III	1,11	III	0,61	II	фенолы 0,64; Hg 0,54; Fe 0,66; O ₂ 0,61
Татарский пролив: Александровск-Сахалинский	0,80	III	0,49	II	0,68	II	НУ 0,68; Zn 0,24; Cu 1,02; O ₂ 0,76

Литература

1. РД 243. Руководство по химическому анализу морских вод. РД 52.10.243–92. ред. С.Г.Орадовский, СПб, Гидрометеиздат, 1993, 264 с.
2. РД 556. Методические указания. Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси. РД 52.10.556–95. ред. С.Г.Орадовский, М, Гидрометеиздат, 1996, 50 с.
3. Положение о государственной наблюдательной сети. РД 52.04.567–2003.
4. 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.
5. ПДК 1999. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. — Утвержден приказом Председателя Государственного Комитета Российской Федерации по рыболовству Н.А.Ермакова № 96 от 28 апреля 1999 г. — Москва, Изд-во ВНИРО, 1999, 304 с.
6. МР 1988. Методические Рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. — Москва, Госкомитет СССР по гидрометеорологии, 1988, 9 с.
7. 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.
8. 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.
9. Warner H., van Dokkum R., Water pollution control in the Netherlands. Policy and practice 2001, RIZA report 2002.009, Lelystad, 2002, 77 p. (Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95).
10. Бухарицин П.П. Гидрологические процессы в Северном Каспии. — Москва, ИВП РАН, 1996, 62 с.
11. Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. — Москва, МГУ, 1975, 272 с.
12. Крицкий С.К. Колебания уровня Каспийского моря. — Москва, Наука, 1975, с. 149–152.
13. Тарасова Р.А., Макарова Е.Н., Татарников В.О., Моныхов С.К. «О происхождении загрязняющих веществ в водах Северного Каспия» Вестник АГТУ, № 6, 2008, с. 208–211.
14. Дьяков Н.Н., Иванов В.А. Сезонная и межгодовая изменчивость гидрологических характеристик прибрежной зоны Азовского моря. — Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа, Севастополь, 2002, с. 39–46.
15. Репетин Л.Н. Климатические изменения ветрового режима северного побережья Черного моря. — Тез. Докл. На II междуна. Конф. посвящ. 75-летию ОГЭУ «Навколишнє природне середовище-2007: актуальні проблеми екології та гідрометеорології; інтеграція освіти і науки», Одеса, 26–28.09.2007 г., с. 173.
16. Азовское море: Справочник по гидрометеорологии, 1962, Л., Гидрометеиздат, 856 с.
17. 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.
18. Суховой В.Ф. Моря Мирового океана. — Л., Гидрометеиздат, 1986, 288 с.
19. Mee L., Jeftic L. AoA Region: Black Sea. — UNEP, 2010, 9 p.
20. Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. — Издательство Московского университета, 1982, с.
21. Залогин Б.С., Косарев А.Н. Моря. — М.: Мысль, 1999, с.
22. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР: В... т. — Т. 2. Белое море. Вып. 1: Гидрометеорологические условия/Под ред. Б.Х. Глуховского. — Л.: Гидрометеиздат, 1991. — 240 с.
23. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР: В... т. — Т. 2. Белое море. Вып. 2: Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биопродуктивности/Под ред. Б.М. Загучной, Д.Е. Гершановича. — Л.: Гидрометеиздат. — 1991. — 192 с.
24. Лоция Белого моря. — СПб: Главное Управление Навигации и Океанографии Министерства обороны Российской Федерации. — 2006. — 411 с.
25. Филатов Н.Н., Тержевик А.Ю. Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов. — Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. — 349 с.

Авторы, владельцы материалов и организации, принимающие участие в подготовке Ежегодника-2015

Каспийское море

- 1). Астраханский ЦГМС, (АстрЦГМС, г. Астрахань), Лаборатория мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ): Ильзова Ф.Ш., Конотопова Е.А., Баранникова Е.Н., Калюжная Т.В., Утебалиева Х.З., Торбановская О.В.
- 2). Дагестанский ЦГМС (ДагЦГМС, г. Махачкала): Дадашев А.М., Османова С.Ш.

Азовское море

- 1). Донская устьевая гидрометеорологическая станция (ДУС, г. Азов), ФГБУ «Ростовский ЦГМС-Р»: Хорошенькая Е.А., Сулименко Е.А., Иванова Л.Л., Резинькова И.А.
- 2). Лаборатория мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ) Устьевой ГМС Кубанская (г. Темрюк): Дербичева Т.И., Кобец С.В.

Черное море

- 1). Специализированный центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей (ФГБУ «СЦГМС ЧАМ», г. Сочи): Любимцев А.Л., Лысак О.Б., Юренко Ю.И.
- 2). Гидрометеорологическое бюро Туапсе (г. Туапсе): Панченко А.В., Костенко Т.М., Джелали Н.С.
- 3). Комплексная лаборатория наблюдений за загрязнением природной среды Морской гидрометеорологической станции «Опасное» (КЛНЗПС МГ Опасное, г. Керчь): Головненко С.И., Алексеенко А.И., Тищенко Е.Н., Полубинская Е.М.
- 4). Комплексная лаборатория наблюдений за загрязнением природной среды Морской гидрометеорологической станции Ялта (КЛНЗПС МГ Ялта, г. Ялта): Парфенова В.А., Протащук Л.А., Брайко О.И.
- 5). Севастопольское отделение ФГБУ «ГОИИ» (Крым, г. Севастополь): Мезенцева И.В., Шибаева С.А., Вареник А.В.
- 6). Отдел биогеохимии моря (ОБМ) Морского гидрофизического института РАН (МГИ, г. Севастополь): Коновалов С.К., Кондратьев С.И.

Балтийское море

- 1). ГУ «Санкт-Петербургский региональный Центр по гидрометеорологии и мониторингу природной среды» (СПб ЦГМС-Р, г. Санкт-Петербург), Отдел информации и методического руководства сетью (ОМС) Центра мониторинга загрязнения природной среды (ЦМС): Луковская А.А., Попова Л.Б., Лавинен Н.А., Яковлев М.Г., Клочков Д.К.; Гидрометцентр (ГМЦ): Колесов А.М., Макаренко А.П., Лебедева Н.И., Богдан М.И.

Белое море

- 1). Центр по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЦМС) ФГБУ «Северное УГМС», (г. Архангельск): Соболевская А.П., Агапитова Д.С.
- 2). ФГБУ «Мурманское УГМС», Центр мониторинга загрязнения окружающей среды (г. Мурманск): Устинова А.А., Украинская К.В.

Баренцево море

- 1). ФГБУ «Мурманское УГМС», Центр мониторинга загрязнения окружающей среды (г. Мурманск): Устинова А.А., Украинская К.В.

Гренландское море (Шпицберген)

- 1). Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Санкт-Петербург): Демин Б.Н., Демешкин А.С., Сторожилова А.В., Бажуков К.А.

Шельф Камчатки, Авачинская губа, Тихий океан

- 1). Лаборатория мониторинга поверхностных и морских вод (ЛВМ ЦМС), Лаборатория информационно-аналитических ресурсов центра по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЛИАР ЦМС), экспедиционная партия по мониторингу загрязнения окружающей среды ЦМС ФГБУ «Камчатское УГМС» (г. Петропавловск-Камчатский): Марущак В.О., Германцева О.С., Мельникова А.В., Слепова Т.А.

Охотское море

- 1). Сахалинское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Центр мониторинга загрязнения окружающей среды (ЦМС ФГБУ «Сахалинское УГМС», г. Южно-Сахалинск): Шулятьева Л.В., Мельникова Т.М., Золотухин Е.Г.

Японское море

- 1). Лаборатория мониторинга загрязнения морских вод Центра мониторинга окружающей среды (ЦМС) Приморского УГМС (г. Владивосток): Подкопаева В.В., Исакова Л.В.
- 2). Сахалинское УГМС, Центр мониторинга загрязнения окружающей среды (г. Южно-Сахалинск): Шулятьева Л.В., Мельникова Т.М., Золотухин Е.Г.

СПИСОК опубликованных Ежегодников

- Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1966 г. — А.С. Пахомова, Н.А. Афанасьева, А.К. Величквич, 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. Величквич, 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. Величквич, 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. Величквич, Е.П. Кириллова, А.С. Пахомова, Н.А. Соловьева, Т.А. Бакум, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1971, 64 с.
- 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 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 1980 г. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Т.А. Иноземцева, Н.А. Казакова, И.Г. Матвейчук, Н.А. Родионов, Е.Г. Седова, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1981, 166 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1981 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, Н.А. Родионов, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1982, 149 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1982 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, Н.А. Родионов, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1983, 132 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1984 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Б.М. Затучная, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, В.М. Пищальник, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1985, 149 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1985 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Н.С. Гейдарова, Б.М. Затучная, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, В.М. Пищальник, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1986, 177 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1986 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1987, 132 с.
- Обзор состояния химического загрязнения вод отдельных районов Мирового океана за период 1986–1988 гг. — В.А. Михайлов, В.И. Михайлов, И.Г. Орлова, И.А. Писарева, Е.А. Собченко, А.В. Ткалин, под ред. А.И. Симонова и И.Г. Орловой. — Москва, 1989, 143 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1987 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1988, 179 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1988 год. — Н.А. Афанасьева, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иванова, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1989, 208 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1989 год. — Н.А. Афанасьева, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иванова, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, И.А. Писарева, О.А. Симонова, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1990, 279 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1990 год. — Н.А. Афанасьева, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иванова, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, И.А. Писарева, О.А. Симонова, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1991, 277 с.

- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1991 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, М.В. Кудряшенко, И.Г. Матвейчук, Ю.Ю. Фомин, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1992, 347 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1992 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, М.В. Кудряшенко, И.Г. Матвейчук, Ю.Ю. Фомин, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1996, 247 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1993 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, М.В. Кудряшенко, И.Г. Матвейчук, Ю.Ю. Фомин, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1996, 230 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1994 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, М.В. Кудряшенко, И.Г. Матвейчук, Ю.Ю. Фомин, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1996, 126 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1995 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, О.А. Симонова, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1996, 261 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1996 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, О.А. Симонова, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1997, 110 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 1999. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, И.Г. Матвейчук, под ред. А.Н. Коршенко. — Санкт-Петербург, Гидрометеоздат, 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. — Гидрометеоздат, 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, Гидрометеоздат, 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, «Артифекс», 2008, 146 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2007. — Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., Кирьянов В.С. — Обнинск, ОАО «ФОР», 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 «ФОР», 2009, 192 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2009. — Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Кирьянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В. — Обнинск, «Артифекс», 2010, 174 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2010. — Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифекс», 2011, 196 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2011. — Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифекс», 2012, 196 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2012. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2013, 200 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2013. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2014, 208 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2014. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2015, 156 с.

CONTENTS

PREFACE	4
ABSTRACT	5
INTRODUCTION	6
Chapter A. Description of investigation system	
A.1. Monitoring stations	7
A.2. Methodology of sampling and data treatment	8
A.3. Monitoring of marine environment at 2015	16
Chapter 1. Caspian Sea	
1.1. General information	20
1.2. Discharge of the pollutants	22
1.3. Water conditions of the Northern Caspian	22
1.3.1. Century transect III.	23
1.3.2. Century transect IIIa	25
1.3.3. Transect IV.	27
1.3.4. Spatial heterogeneity of hydrochemical parameters	28
1.4. Waters conditions of the Dagestan coastal area	30
Chapter 2. Azov Sea	
2.1. General information	42
2.2. Taganrog Bay	43
2.2.1. Monitoring system of the Don estuarine region and Taganrog Bay	44
2.2.2. Water pollution of the Don estuarine region and Taganrog Bay	44
2.2.3. Bottom sediments pollution	49
2.3. Marine estuary and Delta of the Kuban River	50
2.3.1. Monitoring system of the Kuban River estuary	50
2.3.2. Pollution of the Kuban Delta and Temruk Bay	50
Chapter 3. Black Sea	
3.1. General information	60
3.2. Marine water pollution of the Crimean coast of the Black Sea	62
3.2.1. Donuzlav Lake	62
3.2.2. Sevastopol Bight	62
3.2.3. Pollution of atmospheric deposits (Sevastopol)	63
3.2.4. Hydrochemical regime of Sevastopol and Balaklava Bights	64
3.2.5. Expeditions of MHI in the Black Sea	67
3.2.6. Yalta port	71
3.2.7. Kerch Strait. Transect Crimea — Caucasus	72
3.2.8. Water quality near Crimea coast	74
3.3. Pollution of the coastal waters in Anapa-Tuapse area	74
3.4. Coastal area of Adler — Sochi	82
Chapter 4. Baltic Sea	
4.1. General information	90
4.2. Monitoring systems in the eastern part of the Gulf of Finland and Neva Bay	91
4.3. Central part of the Neva Bay	92

4.4. Southern resort part of the Neva Bay.	94
4.5. Northern resort part of the Neva Bay.	95
4.6. Marine Trade Port (MTP).	96
4.7. Northern WWT plant	97
4.8. Eastern part of the Finnish Gulf	99
Chapter 5. White Sea	
5.1. General information	104
5.2. Sources of pollution	105
5.3. Dvina Bay.	106
5.4. Kandalaksha Bay	107
Chapter 6. Barents Sea	
6.1. General information	110
6.2. Sources of pollution	110
6.3. Water pollution of the Kolsky Bay	111
Chapter 7. Greenland Sea (Spitsbergen)	
7.1. Expeditions in Spitsbergen archipelago waters.	116
7.2. Hydrochemical parameters	116
7.3. Pollution	117
Chapter 8. Arctic Seas	
Chapter 9. Kamchatka shelf (Pacific ocean)	
9.1. General information	119
9.2. Sources of pollution.	119
9.3. Water pollution in the Avacha Bay	120
Chapter 10. Okhotsk Sea	
10.1.1. General information.	128
10.1.2. Sources of pollution	129
10.2. Pollution of the Sakhalin shelf	130
10.2.1. Area of village Starodubskoe	131
10.2.2. Aniva Bay. Area near port Korsakov	132
10.2.3. Aniva Bay. Area near village Prigorodnoe	134
Chapter 11. Japan Sea	
11.1. General information	140
11.2. Sources of pollution	141
11.3. Golden Horn Bay	143
11.4. Diomedea Bay	148
11.5. Eastern Bosphor Strait and Ulyss Bight.	150
11.6. Amur Bay	153
11.7. Ussuri Bay.	158
11.8. Nakhodka Bay.	163
11.9. Western shelf of the Sakhalin Island. The Tatarsky Strait.	167
11.10. Conclusions	169
Literature cited	176
<i>Annex 1.</i> The authors and owners of the data.	177
<i>Annex 2.</i> The list of the published Annual Repots	178
CONTENTS.	180
CONTENTS (Rus)	182

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 2015 г.	16
Глава 1. Каспийское море	
1.1. Общая характеристика	20
1.2. Поступление загрязняющих веществ	22
1.3. Состояние вод Северного Каспия	22
1.3.1. Вековой разрез III	23
1.3.2. Вековой разрез IIIa	25
1.3.3. Разрез IV	27
1.3.4. Пространственная неоднородность гидрохимических параметров	28
1.4. Состояние вод Дагестанского побережья	30
Глава 2. Азовское море	
2.1. Общая характеристика	42
2.2. Таганрогский залив	43
2.2.1. Система мониторинга устьевой области р. Дон и Таганрогского залива	44
2.2.2. Загрязнение вод устьевой области р. Дон и Таганрогского залива	44
2.2.3. Загрязнение донных отложений	49
2.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань.	50
2.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань	50
2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива	50
Глава 3. Черное море	
3.1. Общая характеристика	60
3.2. Загрязнение морских вод у Крымских берегов Чёрного моря	62
3.2.1. Озеро Донузлав	62
3.2.2. Севастопольская бухта	62
3.2.3. Загрязнение атмосферных осадков (г. Севастополь)	63
3.2.4. Гидрохимический режим вод Севастопольской и Балаклавской бухт (МГИ)	64
3.2.5. Экспедиционные исследования МГИ РАН в Черном море	67
3.2.6. Порт Ялта	71
3.2.7. Керченский пролив. Разрез порт Крым – порт Кавказ	72
3.2.8. Качество черноморских вод у берегов Крыма	74
3.3. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе	74
3.4. Прибрежная зона района Сочи – Адлер	82
Глава 4. Балтийское море	
4.1. Общая характеристика	90
4.2. Система мониторинга восточной части Финского залива и Невской губы	91
4.3. Центральная часть Невской губы	992

4.4. Южный курортный район Невской губы	94
4.5. Северный курортный район Невской губы	95
4.6. Морской торговый порт (МТП)	96
4.7. Северная станция аэрации	97
4.8. Восточная часть Финского залива	99
Глава 5. Белое море	
5.1. Общая характеристика	104
5.2. Источники поступления загрязняющих веществ	105
5.3. Двинский залив	106
5.4. Кандалакшский залив	107
Глава 6. Баренцево море	
6.1. Общая характеристика	110
6.2. Источники поступления загрязняющих веществ	110
6.3. Загрязнение вод Кольского залива	111
Глава 7. Гренландское море (Шпицберген)	
7.1. Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген	116
7.2. Гидрохимические показатели	116
7.3. Загрязняющие вещества	117
Глава 8. Моря Северного ледовитого океана	
Глава 9. Шельф полуострова Камчатка (Тихий океан)	
9.1. Общая характеристика	119
9.2. Источники поступления загрязняющих веществ	119
9.3. Загрязнение вод Авачинской губы	120
Глава 10. Охотское море	
10.1.1. Общая характеристика	128
10.1.2. Загрязнение Охотского моря	129
10.2. Загрязнение шельфа о. Сахалин	130
10.2.1. Район поселка Стародубское	131
10.2.2. Залив Анива. Район порта г. Корсакова	132
10.2.3. Залив Анива. Район пос. Пригородное	134
Глава 11. Японское море	
11.1. Общая характеристика	140
11.2. Источники загрязнения	141
11.3. Бухта Золотой Рог	143
11.4. Бухта Диомид	148
11.5. Пролив Босфор Восточный (включая бухту Улисс)	150
11.6. Амурский залив	153
11.7. Уссурийский залив	158
11.8. Залив Находка	163
11.9. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив	167
11.10. Выводы	169
Литература	176
<i>Приложение 1. Авторы, владельцы материалов и организации, принимающие участие в подготовке Ежегодника-2015</i>	177
<i>Приложение 2. Список опубликованных Ежегодников</i>	178
CONTENTS.	180
СОДЕРЖАНИЕ	182

Качество морских вод по гидрохимическим показателям.
Ежегодник 2015. — под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука»,
2016, 184 с.

ISBN 978-5-9500646-0-9

© Коршенко А.Н.

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

Формат 70x100 1/16. Условных п.л. 11,5

Тираж 400 экз. Зак. №

Отпечатано в типографии Издательского Дома «Наука»
121099 Москва, Шубинский пер., 6

ISBN 978-5-9500646-0-9



9 785950 064609