

**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

2014

Editor Alexander Korshenko

Moscow 2015

**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

2014

Редактор Коршенко А.Н.

Москва 2015

АННОТАЦИЯ

В Ежегоднике-2014 приведены значения стандартных гидрохимических характеристик, концентрация биогенных элементов и уровень загрязнения вод и донных отложений прибрежных районов морей РФ в 2014 г. Ежегодник содержит информацию о результатах наблюдений в рамках государственной программы мониторинга морской среды, проводимых 16 химическими лабораториями региональных подразделений Росгидромета. По отдельным регионам использованы данные Северо-Западного филиала ГУ «НПО «Тайфун»» Росгидромета (г. Санкт-Петербург), институтов Российской Академии Наук, других специализированных организаций, а также национальных программ мониторинга морской среды организациями сопредельных стран. Работа по подготовке Ежегодника выполнена в лаборатории мониторинга загрязнения морской среды Государственного океанографического института Росгидромета (ЛМЗ ГОИН, г. Москва, www.oceanography.ru).

Ежегодник содержит средние и максимальные за год или сезон значения отдельных 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 кратности 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-2014 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 2014. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2015, 156 с.

ISBN 978-5-9908503-5-4

© Коршенко А.Н.

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

ABSTRACT

The Annual Report 2014 reviews the hydrochemical state and pollution of marine coastal waters and bottom sediments of the seas around Russian Federation in 2014. 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 averages and maximum values of individual hydrochemical parameters of the seawaters for 2014. It also describes the level of pollution of waters and bottom sediments with a wide spectrum of natural and synthetic substances. Water quality assessments based on the concentration of individual pollutants compared with the MAC and on the complex Index of Water Pollution (IWP). Interannual variations and long-term trends of parameters were identified where possible.

The Annual Report 2014 is intended for use by federal and regional administration bodies, environment protection and offshore industry managers, Russian and international public and ecologists. Assessments of the current state and of the long-term changes of the marine environmental pollution could be used in researches and for planning of environmen protection activities.

This Annual Report 2014 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).

For bibliographic purposes, this document shall be cited as:

Marine Water Pollution. Annual Report 2014. — Editor Alexander Korshenko, Moscow, «Nauka», 2015, 156 p.

ISBN 978-5-9908503-5-4

© 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 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, а также материалы отдельных морских экспедиционных исследований государственных и негосударственных организаций.

В настоящем Ежегоднике приведена характеристика гидрохимического режима и уровня загрязненности открытых, прибрежных и эстуарных районов морей России в 2013 г. Основой для составления Ежегодника явились отчетные материалы 14 химических лабораторий территориальных управлений Росгидромета, полученные в результате выполнения регулярных наблюдений в рамках государственной программы мониторинга морской среды и представляемые в ГОИН на основании нормативных документов Росгидромета (Приказ №156, 2000). К материалам сети относятся региональные выпуски «Ежегодника качества морских вод по гидрохимическим показателям», содержащие обобщенные результаты наблюдений в отдельных районах контроля, «Ежегодные гидрохимические данные о качестве морских вод» (ЕГД) с исходными постанционными гидрохимическими данными и концентрацией загрязняющих веществ, а также обзоры технического состояния морских химических лабораторий Росгидромета. Дополнительно были использованы материалы исследований Северо-Западного филиала ФГБУ «НПО «Тайфун»» Росгидромета (г. Санкт-Петербург) и других профильных организаций. В Ежегодник включены результаты выполнения национальных программ мониторинга морской среды сопредельных стран, а также информация различных российских и зарубежных научно-исследовательских учреждений и материалы открытых источников в печати или интернете. Ежегодник-2013 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, korshenko@mail.ru).

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 ($Si-SiO_3$), 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 молибдкремневой 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., заре-

гистрированного 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	Номер*	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 поверхностно-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	
Хлорорганические токсиканты, в том числе ДДТ и его метаболиты (ХОП), полихлорбифенилы (ПХБ), альдрин, линдан 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 (гексахлоран). ГХЦГ Смесь изомеров 1,2,3,4,5,6- гексахлорциклогексана	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>фунгицид</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 ₈ H ₁₀ NO ₅ PS, Metaphos	0,00003	0,03	30
Дихлофос (1), <i>акарицид, инсектицид</i>	238	C ₈ H ₁₀ O ₄ PCl ₂ , Dichlophos	отсутствие (условно — 0,00001)	0,01	10
Карбофос (1), <i>инсектицид</i>	241	C ₁₀ H ₁₉ O ₆ PS ₂ , Carbophos	отсутствие (условно — 0,00001)	0,01	10
Хлорофос (1), <i>инсектицид</i>	259	C ₄ H ₈ O ₄ PCl ₃ , Chlorophos	0,00002	0,02	20
2,4-Динитрофенол (2)	275	C ₆ H ₄ N ₂ O ₅	0,0001	0,1	100
Эптам (1), <i>гербицид</i>	280	C ₉ H ₁₉ NOS	0,00008	0,08	80
Дихлорбензол (2), смесь изомеров	293	C ₆ H ₄ Cl ₂	0,001	1,0	1000
Кельтан/дикофол (1), <i>инсектицид</i>	295	C ₁₄ H ₉ OCi ₅	0,00001	0,01	10

Пропанид/пропанил (2), гербицид	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), пестицид	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), фунгицид	399		0,00007	0,07	70
Метатион/метилнитрофос/сумитион (1), инсектицид	507	$C_9H_{12}NO_5PS$	0,0000001	0,0001	0,1
Полихлорпинен (1)	705		0,00001	0,01	10
Тетрабутилолово (1)	820	TBT ($C_4H_9/4Sn$)	0,0001	0,1	100
Толуол/метилбензол (3)	846	C_7H_8	0,5	500	
Трибутиламин (1)	854	($C_4H_9/3N$)	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 (рН)		рН	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°C 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
$6 \leq C$	6
$5 \leq C < 6$	12
$4 \leq C < 4$	20
$3 \leq C < 3$	30
$2 \leq C < 3$	40
$1 \leq C < 2$	50
$C < 1$	60

Поскольку утвержденная методика из-за повышенного внимания к гипоксическим условиям скорее описывает экологическую приемлимость 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), рас-

считывается 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 $6 \text{ мг O}_2 / \text{дм}^3$ разделить на среднее значение концентрации кислорода в мг/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 1/3 поверхности водного объекта при его обзримой площади до 6 км^2 ;

— покрытие пленкой поверхности водного объекта на площади 2 км^2 и более при его обзримой площади более 6 км^2 ;

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

— увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) свыше 40 $\text{мг O}_2 / \text{л}$;

— 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 $\text{мг O}_2 / \text{л}$, снижение концентрации растворенного кислорода до значений от 3 до 2 мг/л ;

— покрытие пленкой (нефтяной, масляной или другого происхождения) от 1/4 до 1/3 поверхности водного объекта при его обзримой площади до 6 км^2 ;

— покрытие пленкой поверхности водного объекта на площади от 1 до 2 км^2 при его обзримой площади более 6 км^2 .

В разработанной в 2001 г. «Инструкции по формированию и представлению оперативной информации об экстремально высоких и высоких уровнях загрязнения поверхностных и морских вод, а также их аварийном загрязнении» 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(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 ($K \leq 10\%$).

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. Altlasten Spektrum 3/95, Warmer H., van Dokkum R., 2002).

Загрязняющие вещества	ДК	Загрязняющие вещества	ДК
Кадмий, мкг/г	0,8	Сумма 10 ПАУ, нг/г	1000
Ртуть, мкг/г	0,3	Бенз(а)пирен, нг/г	25
Медь, мкг/г	35	Бензол, нг/г	50
Никель, мкг/г	35	Толуол, нг/г	50
Свинец, мкг/г	85	Ксилол, нг/г	50
Цинк, мкг/г	140	Этилбензол, нг/г	50
Хром, мкг/г	100	Сумма ДДТ, ДДД и ДДЭ, нг/г	2,5
Мышьяк, мкг/г	29	γ-ГХЦГ (линдан) (γ-HCH, lindan), 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 (TPHs), 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 мг/дм³.

Элемент	Кэф. пересчета мкМ в мкг/дм ³	Элемент	Кэф. пересчета мкМ в мкг/дм ³
Кислород, O ₂	мкМ × 32 = мкг	Нитраты, NO ₃	мкМ × 0,014 = 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 2ТП-Водхоз сведения о точечных источниках, расположенных на водосборах рек; об объеме поступающих в море с берега сточных вод и степени их очистки; а также о поступлении отдельных видов ЗВ со сточными и речными водами. Данные о нагрузках от диффузных источников, расположенных на водосборах рек, о фоновых нагрузках с водотоком от неконтролируемых территорий и удержании нагрузки 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 2014 г.

В 2014 г. наблюдения на сети мониторинга морской среды Росгидромета выполнялись 14 химическими лабораториями на 315 станциях, расположенных на 10 морях Российской Федерации (рис. А.1). Всего контроль состояния морской среды проводился в 52 локальных

прибрежных районах, наиболее подверженных антропогенному воздействию. Большинство станций относятся к постоянно действующей сети ГСН и обследуются ежегодно. В то же время некоторая часть наблюдений проводилась в рамках хозрасчетных работ сетевых Управлений или по программам ФЦП. По последней причине было увеличено количество станций на Каспийском и Балтийском морях (рис. А.2).

Всего в 2014 г. было отобрано и проанализировано 2676 проб воды и 199 проб донных отложений. Суммарное количество выполненных химических анализов составило в морской воде 48407 измерений, в донных отложениях только 1010. Общее количество параметров контроля состояния морской среды в воде и донных отложениях включает 68 отдельных анализов и определений. Это гидрологические параметры, стандартная гидрохимия, концентрация биогенных элементов и загрязняющих веществ. Последние обычно включают суммарное количество нефтяных углеводородов методом инфракрасной спектрофотометрии, суммарное содержание



Рис. А1. Станции мониторинга гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды РФ в 2014 г.

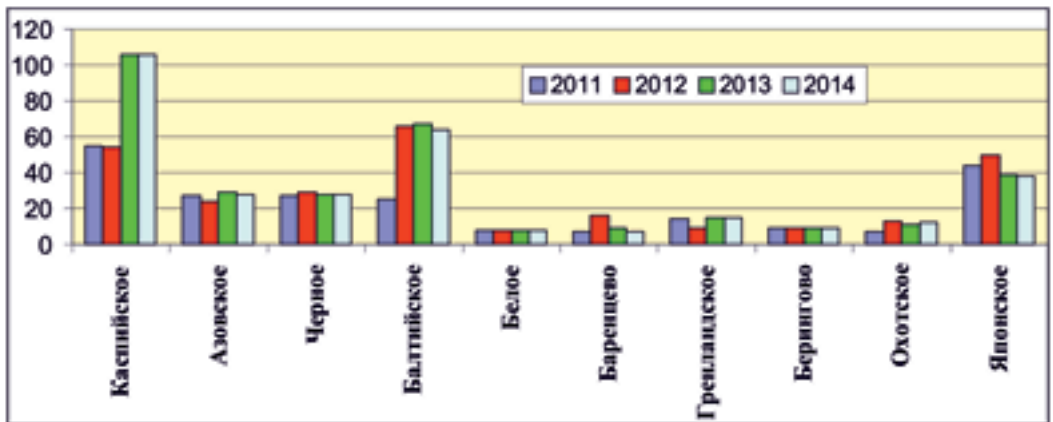


Рис. А.2. Количество станций мониторинга морской среды в 2011–2014 гг.



и/или отдельных соединений фенолов, СПАВ, стойких органических загрязнителей (СОЗ), главным образом пестицидов и ПХБ, и тяжелых металлов (ТМ). Отдельные ингредиенты ПАУ, хлорфенолов или конгенеры ПХБ не учитывались в общем количестве параметров. Как правило, из общего набора контролируемых в морской среде параметров наблюдения выполняются только по очень ограниченному списку веществ, набор которых является приоритетным для исследуемой акватории. Учитываются также аналитические возможности химлаборатории, которые должны позволить получать адекватные результаты обработки проб. Вследствие этого количество выполненных анализов по морям существенно различается (рис. А.3).

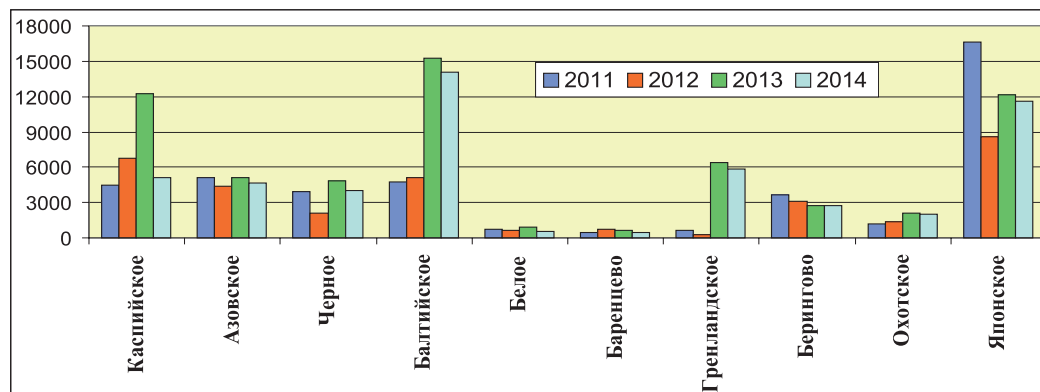
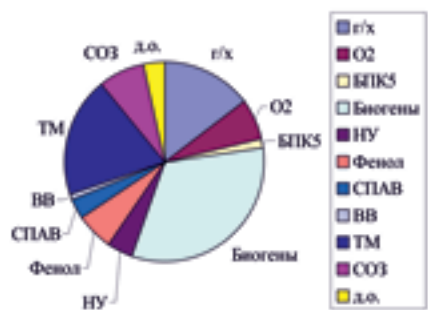


Рис. А.3. Количество выполненных анализов по гидрохимическим параметрам и загрязняющим веществам системы государственного мониторинга морской среды морей РФ в 2011–2014 гг.

Структура наблюдений по гидрохимическим параметрам и загрязняющим веществам системы государственного мониторинга морской среды морей РФ в 2014 г. свидетельствует о доминирующем исследовании стандартных гидрохимических параметров, включая концентрацию биогенных веществ и растворенного в воде кислорода (рис. А.4).



Поскольку в одной пробе обычно анализируется большое количество металлов, в отдельных пробах до 11 разных, поэтому и количество анализов этой группы тоже выглядит значительным. Хроматографический анализ пестицидов обычно включает 6 ингредиентов (линдан и 2 конгенера, ДДТ и 2 метаболита), вследствие этого количество анализов также выглядит существенным по сравнению с другими органическими загрязнителями.

*г/х — гидрологические и гидрохимические параметры, включая биогенные элементы;

**НУ — сумма нефтяных углеводородов, метод инфракрасной спектроскопии;

***СОЗ — стойкие органические загрязнители (хлорорганические пестициды, гербициды, полихлорированные бифенилы, полициклические ароматические углеводороды, хлорфенолы);

****ТМ — тяжелые металлы.

Рис. А.4. Структура и количество анализов по гидрохимическим параметрам и загрязняющим веществам системы государственного мониторинга морской среды морей РФ в 2014 г.

Глава 1. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

Ильзова Ф.Ш., Османова С.Ш., Поставик Д.П., Косевич Н.И., Коршенко А.Н.

1.1. Общая характеристика

Каспийское море является уникальным природным водоемом нашей планеты, расположенным на крайнем юго-востоке Европейской территории России на границе двух крупных частей единого материка Евразии. Каспий не имеет связи с Мировым океаном. Уровень моря подвержен резким колебаниям и в настоящее время находится примерно на 27–28 м ниже балтийского стандарта (уровня океана). Изменения уровня моря обусловлены определяемой климатом степенью увлажненности водосборного бассейна, площадь которого составляет 3,5 млн. км². По размерам своей котловины Каспийское море является крупнейшим замкнутым водоемом. Его общая площадь равна 378,4 тыс. км², что составляет 18% общей площади всех озер земного шара и в 4,5 раза превышает площадь озера Верхнего в Северной Америке (84,1 тыс. км²). Акватория Каспийского моря соизмерима или превосходит площадь Балтийского (387,0 тыс. км²), Адриатического (139,0 тыс. км²) и Белого морей (87,0 тыс. км²). По морфометрическим характеристикам Каспийское море является глубоководным водоемом с сильно развитой шельфовой зоной на севере. Максимальная глубина южной впадины моря 1025 м, а рассчитанная по батиграфической кривой средняя равна 208 м. Исходя из особенностей морфологического строения и физико-географических условий, Каспийское море условно делится на три части: Северный (25% площади), Средний (36%) и Южный Каспий (39%). Условная граница между первыми проходит по линии о. Чечень — мыс Тюб-Караганский, между Средним и Южным Каспием — по линии о. Жилой — мыс Ган-Гулу. Протяженность 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 (Бухаридин 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 протяженность моря с севера на юг составляет 1030 км, с востока на запад — 435 км. В связи с этим в северной части моря сезонные колебания температуры воды выражены более резко, чем в южной части. Температура воды на поверхности моря летом

достигает 24–27°C, зимой колеблется от 0°C на севере до 11°C на юге. В суровые зимы акватория Северного Каспия почти полностью покрывается льдом, толщина которого колеблется от 25–30 до 60 см. Глубоководные районы Среднего и Южного Каспия всегда свободны ото льда. Летом верхние слои хорошо и примерно одинаково прогреты в центральных и южных районах моря. На горизонтах порядка 20–35 м температура резко понижается с глубиной, что свидетельствует о формировании здесь летнего термоклина. Под ним температура плавно убывает с глубиной. В мелководной северной части моря круглый год наблюдается гомотермия, при этом часто в северо-западной части моря прослеживается вертикальная стратификация вод по солености. Горизонтальная динамика вод моря характеризуется преобладанием центральной циклонической циркуляции, охватывающей практически всю акваторию моря, и образованием отдельных местных круговоротов. Интенсивность вертикальной циркуляции в основном определяется многолетними изменениями температуры и солености воды, которая зависит от объема речного стока. В годы ослабленной вертикальной циркуляции вод, например вследствие образования мощного пикноклина, концентрация кислорода в придонном слое глубоководных котловин может снижаться до нуля. В летнее время при гидрометеорологических условиях, способствующих вертикальной стратификации вод, гипоксия формируется также в придонном слое северо-западной части моря. Прозрачность воды в море обычно не более 15 м. Море бесприливное. Хорошо выражены сгонно-нагонные явления (до 2–3 м) и сейшеобразные колебания, амплитуда которых доходит до 35 см, а период от 8–10 минут до нескольких часов (Крицкий 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, 522 тыс. жителей в 2011 г.) расположен на 11 островах Прикаспийской низменности, в верхней части дельты Волги; на Дагестанском побережье Махачкала (2011 г. — 580 тыс.), Дербент (120 тыс.) и Каспийск (104 тыс.) (<http://ru.wikipedia.org/wiki>).

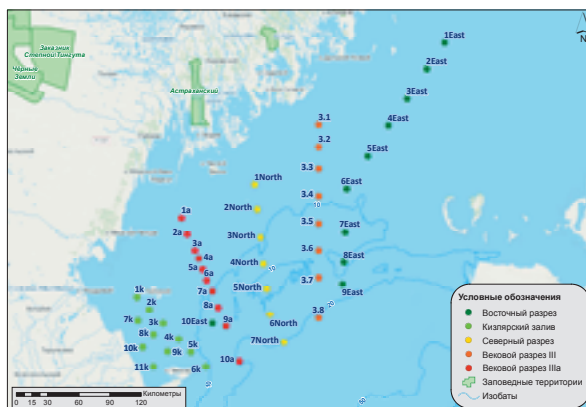
1.2. Поступление загрязняющих веществ

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. Основной объем загрязняющих веществ (90% от общего) поступает в Каспийское море с речным стоком. Это соотношение прослеживается почти по всем приоритетным ЗВ (нефтяные углеводороды, фенолы, СПАВ, органические вещества, металлы и др.). Однако значение имеет также золотой 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 2014 г. наблюдения за загрязнением вод Северного Каспия проводились на станциях в Кизлярском заливе, на станциях вековых разрезов III, IIIa и на новых разрезах Восточный и Северный (рис. 1.1). Пробы воды были отобраны на судах Дагестанского ЦГМС из поверхностного, промежуточного и придонного слоев.

Рис. 1.1. Станции отбора проб на акватории Северного Каспия в 2014 г.





В береговой стационарной лаборатории были определены стандартные гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ — НУ (ИКС-метод), фенолов, СПАВ, цинка и меди.

Восточный разрез

На десяти станциях Восточного разреза 22–30 августа было отобрано 15 проб из поверхностного и придонного слоёв воды. Среднее значение температуры воды 26,37°C, максимальное 29,1°C. В период наблюдений значение солёности изменялось от 6,44‰ до 11,96‰, при среднем значении 9,90‰. Значения водородного показателя рН были зафиксированы в пределах 8,32–8,56, при среднем значении 8,46. Количество взвешенных частиц в морской воде изменялось от 27 до 63 мг/дм³, в среднем 48,7 мг/дм³. Диапазон содержания биогенных веществ в водах района в среднем составлял: неорганического фосфора (фосфатов) 0,6–2,6, в среднем 1,2 мкг/дм³; общего фосфора изменялось в диапазоне 21,7–64,9/45,1 мкг/дм³; аммонийного азота 0,7–45,4/10,4 мкг/дм³; нитритов 0,3–2,4/0,9 мкг/дм³; нитратов 1,4–14,0/5,7 мкг/дм³ и силикатов 725–2800/1377 мкг/дм³. Многолетняя динамика аммонийного азота, как и других форм биогенных элементов, характеризуется значительной межгодовой изменчивостью (рис. 1.2). В последнее десятилетие постепенное повышение значений до наибольших в 2008–2010 гг. сменилось резким падением до минимума 2011 г. и дальнейшим повышением до уровня 50–100 мкг/дм³ в предыдущем десятилетии.

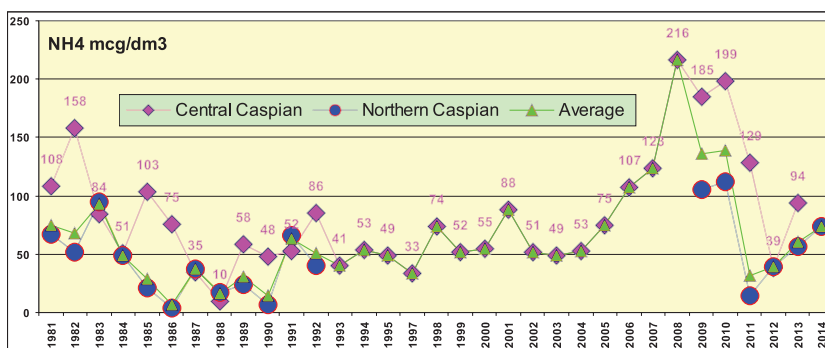


Рис. 1.2. Динамика средней концентрации аммонийного азота (мкг/дм³) в водах на разрезах Северного Каспия и на границе мелководья с Центральным Каспием (IV разрез) в 1981–2014 г.

В 15 отобранных пробах на разрезе содержание **нефтяных углеводородов** изменялось в диапазоне 0,01–0,19 мг/дм³ (3,8 ПДК), составив в среднем 0,070 мг/дм³ (табл. 1.1). Концентрация НУ равнялась или превышала установленный норматив в 11 пробах (73% проб). Концентрация СПАВ достигла 39 мкг/дм³, составив в среднем 28,3 мкг/дм³. Содержание легкоокисляемого органического вещества, определяемого по БПК₅ было в диапазоне 1,71–2,34 мгО₂/дм³, в среднем 1,92 мгО₂/дм³ (0,64 ПДК).

Концентрация **металлов** в воде восточного разреза составляла: медь 0,3–7,0 мкг/дм³ (max 1,4 ПДК), в среднем 1,72 мкг/дм³; цинк 6,7–41,1/22,5 мкг/дм³ (max 0,45 ПДК); никель 3,9–28,7/19,3 мкг/дм³ (max 2,9 ПДК); кобальт 0,7–168,5/39,2 мкг/дм³ (max 33,7 ПДК); кадмий 0,06–1,84/0,60 мкг/дм³ (max 0,18 ПДК); свинец 1,4–15,5/7,6 мкг/дм³ (max 1,6 ПДК); оло-

во 0,7–7,6/3,7 мкг/дм³; хром 5,6–40,9/20,9 мкг/дм³; молибден 0,9–2,4/1,5 мкг/дм³; марганец 2,4–8,5/4,9 мкг/дм³ (max 0,17 ПДК); барий 2,5–34,1/13,5 мкг/дм³ (max 0,02 ПДК); железо 80–130/92,7 мкг/дм³ (max 2,6 ПДК) и ртуть 0,02–0,08/0,055 мкг/дм³ (max 0,8 ПДК).

Кислородный режим в 2014 г. был ненарушенным, а значения — в пределах среднеголетних значений. Содержание растворенного в воде **кислорода** изменялось от 9,93–12,11 мгО₂/дм³, средняя величина равна 11,06 мгО₂/дм³. Значение индекса ИЗВ на Восточном разрезе в августе составило 1,53, что соответствует IV классу вод, «загрязнённые» (табл. 1.3). Расчет производился по средней концентрации НУ, цинка, меди и кислорода. Качество вод на восточном разрезе существенно ухудшилось по сравнению с прошлым годом за счет увеличения концентрации металлов и нефтяных углеводородов.

Северный Каспий (разрезы III, Северный, IIIa)

В период 22 августа — 9 сентября 2014 г. на трех разрезах центральной и восточной части мелководного Северного Каспия было отобрано 46 проб из поверхностного и придонного слоев водной толщи на 17 станциях с глубинами 4,4–22,2 м. Температура воды в период исследований была в диапазоне 22,0–28,8°C, и только на крайней южной станции Северного разреза в придонном слое опустилась до 6,3°C. Значения солёности изменялись от 3,66‰ до 11,81‰, при среднем значении 8,84‰. Значения водородного показателя pH были зафиксированы в пределах 7,63–8,56, при среднем значении 8,40. Количество взвешенных твердых частиц в морской воде изменялось от 2 до 63 мг/дм³, в среднем 26,9 мг/дм³. Диапазон содержания биогенных веществ в водах района в среднем составлял: неорганического фосфора (фосфатов) 0,6–28,2, в среднем 4,85 мкг/дм³; общего фосфора изменялось в диапазоне 32,4–85,4/47,6 мкг/дм³; аммонийного азота 0,8–60,0/14,0 мкг/дм³; нитритов 0,2–203,1/10,1 мкг/дм³, наибольшие величины 203,1, 117,9 и 46,3 мкг/дм³ были отмечены на двух северных станциях вблизи эстуария Волги; нитратов 2,2–191,1/15,2 мкг/дм³ и силикатов 600–2725/1438 мкг/дм³. В целом эти значения, за исключением выпадающих величин аммонийного азота, соответствуют естественному многолетнему режиму этой части северного мелководья.

В 46 отобранных пробах на разрезе содержание **нефтяных углеводородов** изменялось в диапазоне 0,02–0,14 мг/дм³ (2,8 ПДК), составив в среднем 0,070 мг/дм³. Концентрация НУ равнялась или превышала установленный норматив в 33 пробах (72% проб). Концентрация СПАВ достигала 68 мкг/дм³, составив в среднем 29,5 мкг/дм³. Фенолы отмечены во всех 23 пробах в концентрации 1–3 мкг/дм³, в среднем 1,7 мкг/дм³. Содержание легкоокисляемого органического вещества, определяемого по БПК₅ было в диапазоне 1,30–2,90 мгО₂/дм³, в среднем 1,99 мгО₂/дм³ (0,66 ПДК).

Концентрация **металлов** в воде трех разрезов составляла: медь 0,6–18,3 мкг/дм³ (max 3,7 ПДК), в среднем 4,7 мкг/дм³; цинк 6,6–45,8/18,4 мкг/дм³ (max 0,92 ПДК); никель 3,7–75,1/20,5 мкг/дм³ (max 7,5 ПДК); кобальт 2,7–478,7/39,2 мкг/дм³ (max 95,7 ПДК отмечен в придонном слое в середине Северного разреза); кадмий 0,06–1,87/0,89 мкг/дм³ (max 0,19 ПДК); свинец 1,3–17,3/9,2 мкг/дм³ (max 1,7 ПДК); олово 0,6–14,1/3,9 мкг/дм³; хром 5,9–57,0/21,8 мкг/дм³; молибден 0,5–2,5/1,2 мкг/дм³; марганец 1,4–14,2/4,2 мкг/дм³ (max 0,28 ПДК); барий 0–13,7/3,5 мкг/дм³ (max 0,007 ПДК); железо 40–170/100,1 мкг/дм³ (max 3,4 ПДК) и ртуть 0,01–0,06/0,032 мкг/дм³ (max 0,6 ПДК).

Кислородный режим в 2014 г. был в пределах естественных межгодовых значений. Содержание растворенного в воде **кислорода** изменялось от 9,32 до 12,00 мгО₂/дм³, средняя величина равна 10,79 мгО₂/дм³. Значение индекса ИЗВ на Восточном разрезе в августе составило 1,06, что соответствует III классу вод, «умеренно загрязнённые» (табл. 1.3). Расчет

производился по средней концентрации НУ, меди, железа и кислорода. Качество вод на мелководье Северного Каспия существенно ухудшилось на всех трех разрезах по сравнению с прошлым годом главным образом за счет увеличения концентрации тяжелых металлов.

Кизлярский залив

В заливе 22–23 октября 2014 г. было отобрано 22 пробы воды из поверхностного и придонного слоев на 11 станциях с глубинами 4,2–7,7 м. Температура воды в период исследования была в диапазоне 12,9–16,5°C, соленость — 2,39–9,91‰, при среднем значении 5,78‰. В целом залив является сильно распресненной акваторией. Значения водородного показателя рН были зафиксированы в пределах 8,20–8,39, при среднем значении 8,28. Диапазон содержания биогенных веществ в водах района в среднем составлял: неорганического фосфора (фосфатов) 3,0–7,5, в среднем 4,36 мкг/дм³; общего фосфора изменялось в диапазоне 5,8–12,7/8,6 мкг/дм³; аммонийного азота 111–389/242 мкг/дм³; нитритов 8,8–234,8/44,0 мкг/дм³; нитратов 1,01–5,12/2,91 мкг/дм³; общего азота 4,27–33,74/16,48 мкг/дм³ и силикатов 299–360/318 мкг/дм³. В целом значения концентрации биогенных элементов соответствуют естественному многолетнему режиму залива.

В 22 отобранных на разрезе пробах содержание **нефтяных углеводородов** изменялось в диапазоне 0,01–0,09 мг/дм³ (max 1,8 ПДК), составив в среднем 0,039 мг/дм³. Концентрация НУ равнялась или превышала установленный норматив в 8 пробах (36% проб). Содержание СПАВ в целом было невысоким и достигало 22,1 мкг/дм³, составив в среднем 15,4 мкг/дм³. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в интервале 7,41–10,35 мгО₂/дм³ и составило в среднем 9,61 мгО₂/дм³. Значение индекса ИЗВ для Кизлярского залива, рассчитанное по среднему содержанию НУ, аммонийного и нитритного азота, в октябре составило 0,69, что соответствует II классу вод, «чистые» (табл. 1.5). Качество вод этой части акватории Северного Каспия осталось на уровне предыдущих лет.

1.4. Состояние вод Дагестанского побережья

Наблюдения за загрязнением морских вод Дагестанского взморья в 2014 г. были выполнены на 33 станциях в районе Лопатина, Махачкалы, Каспийска, Избербаша, Дербента и на

устьевых взморьях рек Терек, Сулак и Самур (рис. 1.3). Всего обработано 137 пробы воды из поверхностного, промежуточного и придонного горизонтов. Станции расположены вблизи берега на мелководье, их глубина варьирует от 3,3 до 23 м. Наблюдения были выполнены Дагестанским ЦГМС (г. Махачкала) в июне, июле, октябре, и декабре.



Рис. 1.3. Схема расположения станций отбора проб на Дагестанском взморье в 2014 г.

Лопатин. В районе полуострова Лопатин всего в июне и октябре было отобрано 12 проб из поверхностного и придонного слоев на трех станциях (№4–6) с глубинами от 5 до 12 м. Температура морской воды изменялась от 14,6 до 25,1°C; соленость составила 8,02–9,25‰. (табл. 1.2). Водородный показатель pH варьировал в узком диапазоне 8,20–8,30. Концентрация всех форм биогенных веществ в морской воде была в пределах естественной межгодовой изменчивости и не превышала допустимого норматива.

Таблица 1.2. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов (мкг/дм³) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2014 г.

Район	Temp	Sal	O ₂ *	pH	PO ₄	P _{tot}	NO ₂	NO ₃	NH ₄	N _{tot}	Si
Лопатин	20,03	8,75	8,69	8,25	3,0	16,5	3,62	22,3	48,7	273	242
	25,1	9,25	7,57	8,30	5,4	25,9	5,0	33,1	92,0	345	644
Взморье р. Терек	18,91	7,65	8,84	8,26	4,8	15,2	6,2	37,2	67,8	282,2	556
	25,0	8,88	7,35	8,39	9,0	20,8	10,8	52,9	305,6	345,0	886
Взморье р. Сулак	20,8	8,83	8,41	8,34	4,5	14,7	2,8	30,4	47,1	287	648
	25,1	10,03	7,45	8,42	10,0	23,4	4,8	45,7	89,9	345	1416
Махачкала	18,08	9,02	8,92	8,37	4,4	18,0	2,8	30,0	40,8	244	236
	25,2	9,61	7,41	8,42	13,5	32,1	5,0	57,0	110,1	365	511
Каспийск	14,6	9,45	9,40	8,32	9,1	31,6	4,2	63,0	40,9	222	353
	24,9	11,15	7,57	8,43	58,6	155,6	8,0	127,2	63,6	311	671
Избербаш	14,1	10,12	9,27	8,31	6,2	21,6	2,6	34,6	35,4	144	286
	24,6	11,62	7,35	8,40	12,5	39,9	4,2	55,8	92,3	201	441
Дербент	14,74	9,86	9,69	8,22	6,1	15,3	2,1	41,6	56,1	176	247
	24,9	10,59	7,50	8,25	9,1	20,2	3,0	50,6	99,2	224	384
Взморье р. Самур	14,5	9,61	9,22	8,22	6,3	16,5	2,4	49,3	51,7	176	247
	24,5	10,44	7,14	8,26	9,4	25,5	3,1	70,6	85,0	224	384

* — средняя и минимальная концентрация растворенного кислорода (мгO₂/дм³).

Среднее содержание нефтяных углеводородов в 2014 г. составило 0,038 мг/дм³ (0,8 ПДК), диапазон изменений 0,01–0,07 мг/дм³. В октябре концентрация СПАВ достигала 23 мкг/дм³ при средней 19,8 мкг/дм³. В июне фенолы в пяти обработанных пробах равнялись 3 мкг/дм³, а в одной 2 мкг/дм³. Существенных изменений кислородного режима морских вод в районе Лопатина относительно предыдущих лет не произошло. Среднее содержание растворенного в воде кислорода составило 8,69 мгO₂/дм³, минимальное значение (7,57 мгO₂/дм³) существенно превышало минимально допустимое значение. Индекс загрязненности вод (ИЗВ), рассчитанный по средней концентрации НУ, СПАВ, фенолов и кислорода, составил 1,12 (II класс), а морские воды в районе теперь оцениваются как «чистые» (табл. 1.3). По сравнению с предыдущими годами качество прибрежных вод района Лопатина, оцениваемых по ИЗВ значительно улучшилось. Основными загрязняющими веществами остаются содержание меди, а также нефтяные углеводороды.

Взморье реки Терек. Вблизи Прорези на пяти станциях устьевого взморья реки Терек с глубинами от 3 до 10 м было отобрано 20 проб из поверхностного и придонного слоев воды в июне и октябре. Диапазон значений температуры воды 13,0–25,0°C; солености 7,12–8,88‰. Водородный показатель pH изменялся от 8,15 до 8,39 и составил в среднем 8,26. Содержание биогенных веществ в целом было в пределах естественных межгодовых колебаний. Значения всех форм не превышали установленных нормативов. В 20 отобранных пробах содержание нефтяных углеводородов изменялось в пределах от 0,04–0,09 мг/дм³ (0,8–1,8 ПДК), составив

в среднем $0,065 \text{ мг/дм}^3$ (1,3 ПДК). По сравнению с предыдущим годом среднее содержание нефтяных углеводородов в морской воде немного снизилось, а максимальное ниже в 2,6 раза. Концентрация СПАВ достигала $37,4 \text{ мкг/дм}^3$ (0,4 ПДК), составив в среднем $17,2 \text{ мкг/дм}^3$. В водах устьевого взморья Терека кислородный режим был в пределах среднесуточных значений. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в 2014 г. от $7,35$ до $10,33 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, средняя величина равна $8,84 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$; процент насыщения составлял $92,5\text{--}103,5\%$ ($98,4\%$). По сравнению с предыдущим годом значение индекса ИЗВ на взморье Терека понизилось до 1,14, что позволило перейти водам района из IV класса вод, «загрязнённые» в III класс, «умеренно загрязненные» (табл. 1.3). Расчет производился по средней концентрации растворенного кислорода, НУ, СПАВ и фенолов, высокое содержание которых в значительной степени определило качество вод.

Взморье реки Сулак. Отбор 20 проб морской воды на устьевом взморье реки производился в июне и октябре на пяти станциях (№12–16) с глубиной 6–14 м. В течение периода наблюдений температура воды изменялась в пределах $17,0\text{--}25,1^\circ\text{C}$; соленость $7,31\text{--}10,038\%$ (табл. 1.2). Водородный показатель pH изменялся в пределах $8,23\text{--}8,42$, а среднее значение составило 8,34. Содержание биогенных веществ в водах взморья Сулака было в целом в пределах обычной многолетней изменчивости. Содержание нефтяных углеводородов в водах района изменялось в пределах $0,02\text{--}0,09 \text{ мг/дм}^3$ ($0,4\text{--}1,8$ ПДК), составив в среднем $0,55 \text{ мг/дм}^3$, что практически равно прошлогоднему значению. Дeterгенты в октябре отмечены в диапазоне $9\text{--}35$ (max $0,35$ ПДК), в среднем $18,6 \text{ мкг/дм}^3$. Концентрация фенолов в июне изменялась от 1 до 4 мкг/дм^3 , в среднем $2,4 \text{ мкг/дм}^3$. Содержание растворенного в воде устьевой области Сулака кислорода летом и осенью 2014 г. изменялось от $7,45$ в июне до $9,89 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ в октябре, составив в среднем $8,42 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, что немного меньше прошлогоднего уровня. Процентное насыщение вод кислородом составляло $91,8\text{--}109,8\%$, в среднем $98,7\%$. Качество вод устьевого взморья р. Сулак ухудшилось по сравнению с 2013 г., а значение индекса ИЗВ составило 1,10. Воды характеризуются как «умеренно загрязненные» (III класс). Значительную долю в ухудшения качества вод вносили фенолы.

Махачкала. На мелководье вблизи столицы Дагестана наблюдения проводились на 9 станциях с глубинами от 4 до 14 м в июне и октябре, было отобрано 36 проб из поверхностного и придонного слоя вод. Температура морской воды во время наблюдений изменялась от $11,6^\circ\text{C}$ до $25,2^\circ\text{C}$; соленость $8,34\text{--}9,61\%$; pH изменялся от $8,29$ до $8,42$, среднее составило 8,37. Содержание в водах района биогенных веществ было в пределах среднесуточной изменчивости. Средняя концентрация аммонийного азота не превышала 0,1 ПДК (табл. 1.2). Содержание нефтяных углеводородов изменялось в пределах $0,02\text{--}0,09 \text{ мг/дм}^3$ ($0,4\text{--}1,8$ ПДК), среднее составило $0,060 \text{ мг/дм}^3$ (1,2 ПДК). В октябре максимальная концентрация СПАВ достигала $88,5 \text{ мкг/дм}^3$ (0,9 ПДК, поверхность); средний уровень загрязнения воды детергентами составил $18,2 \text{ мкг/дм}^3$ (0,2 ПДК). По сравнению с прошлым годом содержание детергентов увеличилось. В июне концентрация фенолов изменялась от 1 до 4 мкг/дм^3 , в среднем $2,6 \text{ мкг/дм}^3$. Кислородный режим вод района у Махачкалы в целом был в пределах нормы. Во время съемок концентрация растворенного в воде кислорода изменялась от $7,42$ до $10,62 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$; среднее значение равно $8,92 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Процентное насыщение вод кислородом в среднем составило $98,4\%$, значения колебались в пределах $93,2\text{--}103,7\%$, минимум отмечен в июне на поверхности при температуре воды $24,2^\circ\text{C}$. Многолетняя динамика наименьших значений растворенного кислорода на всем побережье Дагестана показывает устойчивую тенденцию на повышение минимальной аэрированности вод, в то же время при-

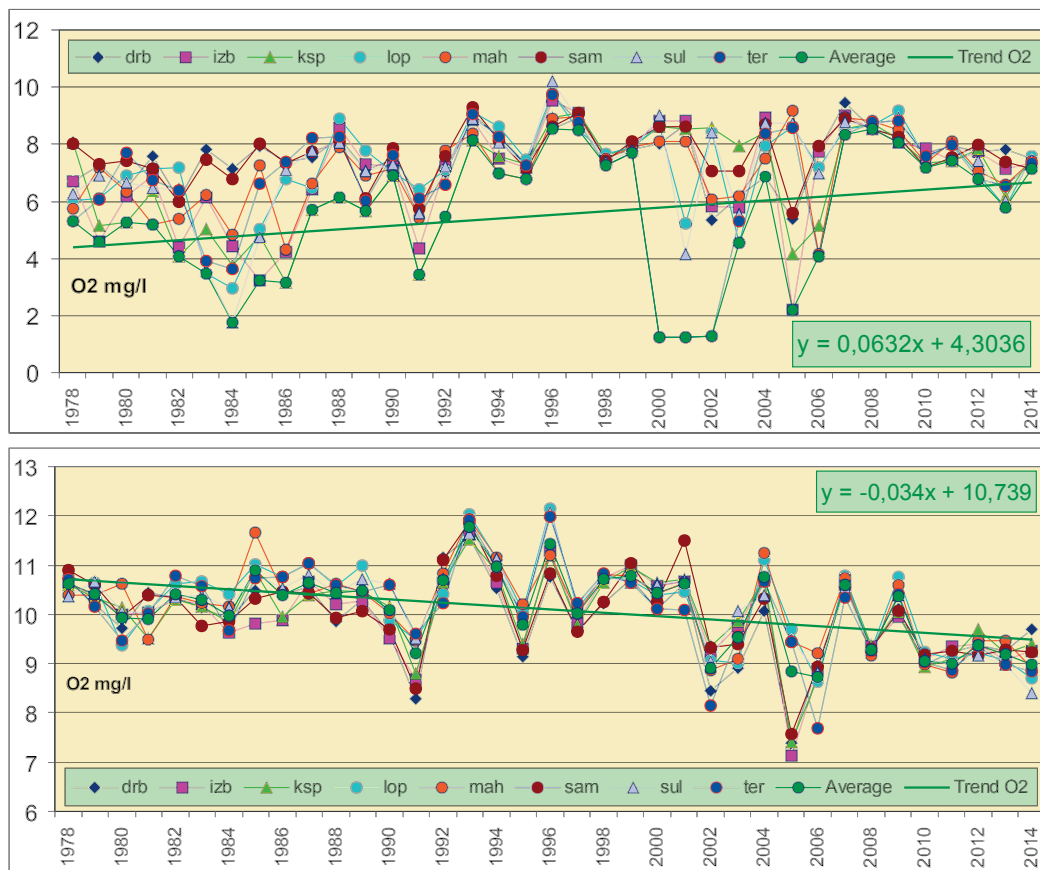


Рис. 1.4. Динамика минимальной и средней концентрации растворенного в воде кислорода ($\text{мгO}_2/\text{дм}^3$) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 1978–2014 гг.

мо противоположная закономерность фиксируется для средних значений (рис. 1.4). В целом в многолетнем ряду значений различия между отдельными участками акватории побережья очень незначительные, особенно для средних величин. Индекс загрязненности вод ИЗВ составил 1,15, что немного ниже прошлогоднего значения, а воды на мелководье Махачкалы оцениваются III классом, «умеренно загрязненные» (рис. 1.4). Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, СПАВ и фенолы.

Каспийск. В прибрежной зоне у г. Каспийска в июле и декабре было отобрано 18 проб из поверхностного и придонного слоев на 4 станциях с глубинами от 4 до 21 м. В период исследований температура морской воды изменялась в диапазоне 2,8–24,9°C; соленость 6,50–11,15‰ (в среднем 9,46‰); водородный показатель pH 8,18–8,43 (8,32), (табл. 1.2). И максимальная, и средняя концентрация различных форм биогенных веществ в водах района не превышала установленного норматива. Среднее содержание нефтяных углеводородов за год составило 0,052 мг/дм³, максимальное 0,09 мг/дм³ (1,8 ПДК). Концентрация детергентов в декабре достигала 24,1 мкг/дм³, в среднем 20,6 мкг/дм³ (0,1 ПДК). В июле средняя концентрация фенолов составила 2,5 мкг/дм³, максимум 3,0 мкг/дм³. Содержание растворен-

ного в воде кислорода изменялось от 7,57 мгО₂/дм³ (8 июля, придонный слой вод с температурой 23,9°С) до 12,33 мгО₂/дм³ (23 декабря при температуре 4,8°С), составив в среднем 9,40 мг/дм³. И средние, и минимальные значения концентрации кислорода не выходили за допустимую границу. Диапазон значений процентного насыщения вод кислородом в 2014 г. составил 85,8–100,3%; среднее значение — 94,4%. В прибрежной зоне у города Каспийск значение индекса ИЗВ в последние годы изменялось незначительно. В 2014 г. качество вод незначительно улучшилось и класс поменялся на III, «умеренно загрязненные» (ИЗВ 1,10).

Избербаш. В июле и декабре 2014 г. на 3 станциях (№24–26) с глубинами 18–22 метров в прибрежных водах города Избербаш был выполнен отбор 15 проб морской воды из поверхностного и придонного слоев. Температура воды изменялась от 4,2 до 24,6°С; соленость варьировала в пределах 8,47–11,62‰. Водородный показатель рН изменялся от 8,19 до 8,40, в среднем — 8,31. Содержание всех форм биогенных веществ не превышало установленных нормативов. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах 0,02–0,11 мг/дм³ (2,2 ПДК) при средней концентрации 0,052 мг/дм³. В декабре уровень загрязнения вод детергентами в среднем составлял 14,4 мкг/дм³, максимум (18,2 мкг/дм³, 0,2 ПДК) был зафиксирован в поверхностном слое. В июле средняя концентрация фенолов составила 2,1 мкг/дм³, максимум 3,0 мкг/дм³. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось от 7,35 до 13,2 мгО₂/дм³, в среднем 9,27 мгО₂/дм³, что примерно соответствует прошлогоднему уровню. Процент насыщения воды кислородом варьировал в пределах 81–105,9%, а среднее значение составляло 93,0%. Индекс загрязненности вод составил 0,99, что меньше показания прошлого года (1,21). Воды района относятся к III классу, «умеренно загрязненные».

Дербент. В июле и декабре 2014 г. в районе города Дербент было отобрано 8 проб морской воды из поверхностного и придонного слоя на 2 станциях (№27–28) с глубинами 4 и 9 метров. Во время наблюдений температуры морской воды изменялась в диапазоне 5,0–24,9°С; соленость 8,85–10,59‰, среднее значение 9,86‰. Водородный показатель рН изменялся от 8,18 до 8,25. Содержание биогенных элементов не выходило за рамки среднемноголетней нормы (табл. 1.2). Концентрация нефтяных углеводородов в водах района Дербента изменялась от 0,02 до 0,07 мг/дм³, составив в среднем 0,046 мг/дм³ (0,9 ПДК). В декабре максимальное значение загрязнения вод детергентами составило 22,1 мкг/дм³ (0,06 ПДК); среднее значение было гораздо ниже прошлогоднего и составило 18,0 мкг/дм³. В июле средняя концентрация фенолов составила 2,3 мкг/дм³, максимум 3,0 мкг/дм³. Кислородный режим в период наблюдений был в пределах обычной для района нормы. Содержание растворенного в воде кислорода в среднем 9,69 мгО₂/дм³, минимальное значение (7,50 мгО₂/дм³) наблюдалось в первой декаде июля. Насыщение вод кислородом понизилось и составило в среднем 97,5%, минимум насыщения равен 95,2% и был зафиксирован в июле в придонном слое. По комплексному индексу загрязнения ИЗВ (0,99) качество вод района по сравнению с прошлым годом улучшилось и перешло в III класс, «умеренно загрязненные». Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, СПАВ и фенолы.

Взморье реки Самур. На мелководном взморье реки Самур на двух станциях в июле и декабре было отобрано 8 проб из поверхностного и придонного слоев. Температура воды изменялась в диапазоне от 4,8°С до 24,5°С; соленость 8,32–10,44‰. Показатель водорода рН 8,18–8,26. Концентрация биогенных элементов в водах взморья была в пределах нормы и не превышала ПДК (табл. 1.2). Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах 0,01–0,09 мг/дм³ (max 1,8 ПДК), средняя величина 0,05 мг/дм³. Загрязнение воды детерген-

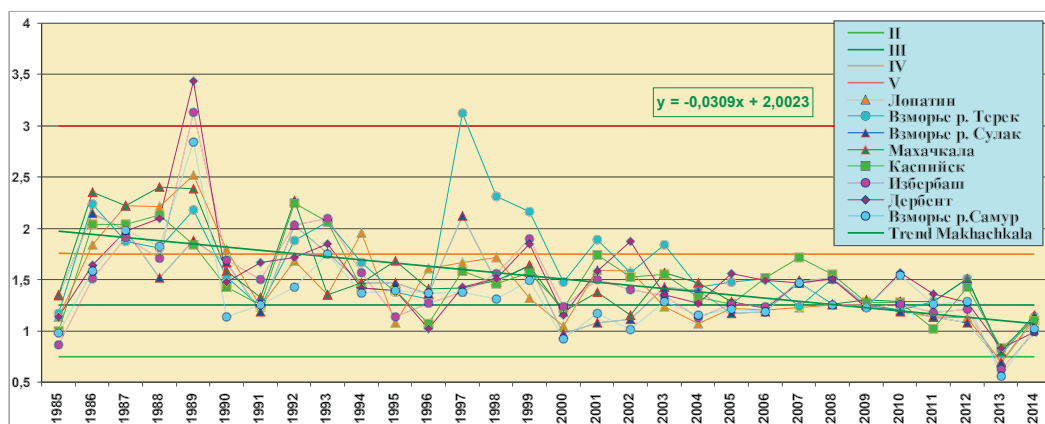


Рис. 1.5. Динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в прибрежных водах Дагестанского взморья в 1985–2014 гг.

тами было выше прошлогоднего уровня. Среднее значение составило 19,2 мкг/дм³; максимальное значение 23 мкг/дм³ (0,06 ПДК) было зафиксировано на поверхности. Кислородный режим морских вод был в пределах норма. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось от 7,14 (июль, придонный слой) до 11,50 мгО₂/дм³ (декабрь, поверхностный слой), средняя величина составила 9,22 мгО₂/дм³. Насыщение воды кислородом в среднем составило 93,0% и изменялось в диапазоне 88,5–97,9%. На устьевом взморье р. Самур в 2014 г. качество вод немного улучшилось, значение индекса ИЗВ составило 1,02 (III класс, «умеренно загрязненные») и было ниже прошлогоднего значения.

В целом по Дагестанскому побережью, в 2014 г. качественная оценка вод открытой части Каспийского моря в Кизлярском заливе позволяет отнести их ко второму классу («чистые»). На остальной акватории Северного Каспия значения индекса загрязненности вод было существенно выше и воды оцениваются как «умеренно загрязненные» и «загрязненные» (III–IV класс). Прибрежные воды Дагестана во всех восьми контролируемых районах оцениваются как «умеренно загрязненные» (III класс). В целом в последние три десятилетия наблюдается хорошо выраженная тенденция улучшения качества вод во всех контролируемых районах (рис. 1.5).

Таблица 1.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Северного и Среднего Каспия в 2012–2014 гг.

Район	Ингредиент	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Северный Каспий							
1. разрез Восточный	НУ	-		0,061	1,2	0,07	1,4
		-		0,16	3	0,19	3,8
	СПАВ	-		17	0,2	27,8	0,3
		-		120	1,2	39,0	0,4
	Азот аммонийный	-		28,5	<0,1	10,1	<0,1
		-		173,6	0,4	45,4	0,1
	Cu	-		5,8	1,2	18,7	4
		-		14,6	2,9	41,1	8
	Zn	-		24,6	0,5	22,0	0,4
		-		49,9	1,0	34,7	0,7

	Ni	-		32,2	3	37,4	4
		-		80,7	8	168,5	17
	Кислород мгО ₂ /дм ³	-		9,00		11,06	
		-		2,38	0,40	9,93	
2. разрез III	НУ	0,09	1,8	0,06	1,2	0,08	1,5
		0,2	4	0,1	2	0,14	2,8
	Фенолы	2	2	1	1,0	1,6	1,6
		5	5	2	2,0	2,0	2,0
	СПАВ	13	0,1	61,8	0,6	39,6	0,4
		23	0,2	170	1,7	68,0	0,7
	Азот аммонийный	33,32	<0,1	42,2	<0,1	12,1	<0,1
		89,6	0,2	288,8	0,7	34,1	<0,1
	Fe	167,1	3	121,8	2,4	131,4	2,6
		344	7	190	4	170	3
	Cu	-		7,5	1,5	5,0	1,0
		-		21	4,2	15,3	3
	Zn	-		20,1	0,4	19,4	0,4
		-		54	1,08	35,4	0,7
Ni	-		41,7	4	19,7	2,0	
	-		363,1	36	26,3	2,6	
Кислород мг О ₂ /дм ³	9,13		9,25		10,88		
	7,02		5,19	0,87	9,32		
3. Северный разрез	НУ	-		0,076	1,5	0,075	1,5
		-		0,16	3	0,120	2,4
	Фенолы	-		1,3	1,3	-	
		-		2,0	2,0	-	
	СПАВ	-		54,0	0,5	28,2	0,3
		-		270	2,7	36	0,4
	Азот аммонийный	-		31,7	<0,1	20,8	<0,1
		-		166,9	0,4	60,0	0,2
	Fe	-		114,3	2,3	50,0	1,0
		-		190	4	60	1,2
	Cu	-		6,3	1,3	5,8	1,2
		-		11,2	2,2	15,3	3
	Zn	-		19,9	0,4	17,8	0,4
		-		39,4	0,8	45,8	0,9
Кислород мгО ₂ /дм ³	-		8,90		10,91		
	-		3,78	0,63	10,35		
4. разрез IIIa	НУ	0,106	2,1	0,055	1,1	0,062	1,2
		0,2	4	0,2	4	0,13	2,6
	Фенолы	1,9	1,9	1,1	1,1	1,6	1,6
		3	3	4	4	3	3
	СПАВ	12,5	0,1	62,1	0,6	23,4	0,2
		27	0,3	192	1,9	60	0,6
	Азот аммонийный	20,76	<0,1	51,2	0,1	10,8	<0,1
		86,4	0,2	438,6	0,9	24,6	<0,1
	Fe	189,1	4	131,4	2,6	106,3	2,1
		377	8	190	4	160	3

	Cu	-		7,33	1,5	3,4	0,7
		-		28	6	18,3	4
	Zn	-		24,1	0,5	12,8	0,3
		-		92	1,8	35,3	0,7
Кислород мгО ₂ /дм ³	9,52		9,25		10,67		
	7,53		3,78	0,63	10,14		
5. Кизлярский залив	НУ	-		0,06	1,2	0,04	0,8
		-		0,15	3	0,09	1,8
	СПАВ	-		2	<0,1	15,4	0,2
		-		4,4	<0,1	22,1	0,2
	Азот аммонийный	-		146	0,4	242	0,6
		-		270	0,7	389	1,0
	Fe	-		85,7	1,7	-	
		-		240	5	-	
	Cu	-		6,7	1,3	-	
		-		14,7	3	-	
	Zn	-		11,2	0,2	-	
		-		36,3	0,7	-	
	Кислород мгО ₂ /дм ³	-		9,16		9,61	
		-		7,57		7,41	
Дагестанское побережье							
1. Лопатин	НУ	0,07	1,4	0,05	1,0	0,038	0,8
		0,17	3,4	0,2	4	0,07	1,4
	Фенолы	2,2	2,2	-		2,8	2,8
		3	3	-		3,0	
	СПАВ	94	0,9	32	0,3	19,8	0,2
		160	1,6	90	0,9	23,1	
	Азот аммонийный	128,1	0,3	184,6	0,5	48,7	0,1
		226	0,6	322,2	0,8	92	
	Cu	2,3	0,4	2,8	0,6	-	
		2,8	0,5	3,3	0,7	-	
	Zn	1,35	<0,1	1,28	<0,1	-	
		1,7	<0,1	1,6	<0,1	-	
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,5		9,06		8,69	
		6,93	0,1	5,78	0,96	7,57	
2. Взморье р. Терек	НУ	0,07	1,4	0,07	1,5	0,065	1,3
		0,18	3,5	0,23	5	0,09	1,8
	Фенолы	3,4	3,4	-		2,4	2,4
		6	6	-		3	3
	СПАВ	100	1,0	34	0,3	17,2	0,2
		160	1,6	100	1,0	37,4	0,4
	Азот аммонийный	206,5	0,5	212,3	0,5	67,8	0,2
		445	1,1	379,1	1,0	305,6	
	Cu	3	0,6	3,0	0,6	-	
		3,4	0,7	4,2	0,8	-	
	Zn	1,9	<0,1	1,8	<0,1	-	
		2,1	<0,1	2,2	<0,1	-	
	Кислород мгО ₂ /дм ³	10,2		8,99		8,84	
		6,79		6,55		7,35	

3. Взморье р. Сулак	НУ	0,05	1	0,061	1,2	0,55	1,1
		0,16	3,2	0,2	4	0,09	1,8
	Фенолы	2,6	2,6	-		2,4	2,4
		5	5	-		4,0	4,0
	СПАВ	90	0,9	3,1	<0,1	18,6	0,2
		130	1,3	9	0,09	35,4	0,4
	Азот аммонийный	160,5	0,4	162,1	0,4	47,1	0,1
		323	0,8	368	0,9	89,9	0,2
	Cu	3,31	0,6	2,8	0,6	-	
		4,1	0,8	3,2	0,6	-	
Zn	2	<0,1	1,9	<0,1	-		
	2,8	<0,1	2,4	<0,1	-		
Кислород мгО ₂ /дм ³	9,17		8,98		8,41		
	7,43		6,03		7,45		
4. Махачкала	НУ	0,06	1,2	0,068	1,3	0,060	1,2
		0,17	3,4	0,2	5	0,09	1,8
	Фенолы	4	4	-		2,6	2,6
		7	7	-		4,0	4
	СПАВ	18	0,18	36,4	0,4	18,2	0,2
		30	0,3	110	1,1	88,5	0,9
	Азот аммонийный	108,6	0,3	186,4	0,5	40,8	0,1
		189,4	0,5	328,5	0,8	110,1	0,3
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,46		9,48		8,92	
		7,06		6,57		7,41	
5. Каспийск	НУ	0,08	1,6	0,073	1,5	0,052	1,0
		0,2	4	0,23	5	0,09	1,8
	Фенолы	3,2	3,2	-		2,5	2,5
		5	5	-		3,0	3
	СПАВ	16,8	0,17	34,8	0,3	20,6	0,2
		80	0,8	100	1,0	24,1	0,2
	Азот аммонийный	136,6	0,4	110,2	0,3	40,9	0,1
		220	0,6	336,4	0,8	63,6	0,2
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,69		9,20		9,40	
		7,83		6,16		7,57	
6. Избербаш	НУ	0,07	1,4	0,059	1,2	0,052	1,0
		0,1	2	0,2	4	0,11	2,2
	Фенолы	2,5	2,5	-		2,1	2,1
		4	4	-		3,0	3,0
	СПАВ	9,4	<0,1	31,0	0,3	14,4	0,1
		18	0,2	90,0	0,9	18,2	0,2
	Азот аммонийный	156,4	0,4	121,2	0,3	35,4	<0,1
		240	0,6	172,2	0,4	92,3	0,2
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,4		9,07		9,27	
		7,73		7,15		7,35	
7. Дербент	НУ	0,05	1,0	0,075	1,5	0,046	0,9
		0,07	1,4	0,2	4	0,07	1,4
	Фенолы	3,3	3	-		2,3	2,3
		4,0	4	-		3,0	3,0
	СПАВ	18	0,2	29,4	0,3	18,0	0,2
		30	0,3	80	0,8	22,1	0,2

	Азот аммонийный	131,5	0,3	124,9	0,3	56,1	0,1	
		293	0,8	169,0	0,4	99,2	0,3	
	Cu	-		3,2	0,6	-		
		-		3,5	0,7	-		
	Zn	-		3,1	<0,1	-		
		-		3,7	<0,1	-		
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,38		9,25		9,69		
		7,75		7,82		7,50		
	8. Взморье р. Самур	НУ	0,05	1,0	0,079	1,6	0,05	1,0
			0,07	1,4	0,23	5	0,09	1,8
Фенолы		3,2	3,2	-		2,3	2,3	
		4	4	-		3,0	3,0	
СПАВ		10	0,1	25,3	0,3	19,2	0,2	
		18	0,2	70,0	0,7	23,1	0,2	
Азот аммонийный		155,7	0,4	127,5	0,3	51,7	0,1	
		291	0,7	189,6	0,5	85,0	0,2	
Кислород мгО ₂ /дм ³		9,17		9,27		9,22		
		7,96		7,36		7,14		
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 2012–2014 гг.

Район	2012 г.		2013 г.		2014 г.		Среднее содержание ЗВ в 2014 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Северный Каспий							
1. разрез Восточный	-		0,88	III	1,53	IV	НУ 1,40; Zn 0,44; Cu 3,74; O ₂ 0,54
2. III разрез	1,15	III	0,87	III	1,15	III	НУ 1,52; фенолы 1,56; Cu 0,98; O ₂ 0,55
3. разрез Северный	-		1,00	III	1,06	III	НУ1,50; Cu 1,17; Fe 1,00; O ₂ 0,55
4. IIIа разрез	1,20	III	0,87	III	1,51	IV	Фенолы 1,60; Fe 2,13; Ni 1,76; O ₂ 0,56
5. Кизлярский залив	0,60	II	0,61	II	0,69	II	НУ 0,80; NH ₄ 0,78; NO ₂ 0,55; O ₂ 0,62
Дагестанское побережье							
1. Лопатин	1,14	III	1,16	III	1,12	III	НУ 0,76; СПАВ 0,20; Фенолы 2,83; O ₂ 0,69
2. Взморье р.Терек	1,29	IV	1,49	IV	1,14	III	НУ 1,30; СПАВ 0,17; Фенолы 2,40; O ₂ 0,68
3. Взморье р.Сулак	1,14	III	1,21	III	1,10	III	НУ 1,10; СПАВ0,19; Фенолы 2,40; O ₂ 0,71
4. Махачкала	1,29	IV	1,51	IV	1,15	III	НУ 1,20; СПАВ 0,18; Фенолы 2,56; O ₂ 0,67
5. Каспийск	1,02	III	1,43	IV	1,10	III	НУ 1,04; СПАВ 0,21; Фенолы 2,50; O ₂ 0,64
6. Избербаш	1,18	III	1,21	III	0,99	III	НУ 1,04; СПАВ 0,14; Фенолы 2,11; O ₂ 0,65
7. Дербент	1,36	IV	1,26	IV	0,99	III	НУ 0,92; СПАВ 0,29; Фенолы 2,25; O ₂ 0,62
8. Взморье р.Самур	1,54	IV	1,29	IV	1,02	III	НУ 1,00; СПАВ 0,70; Фенолы 2,25; O ₂ 0,65

Глава 2. АЗОВСКОЕ МОРЕ

Хорошенькая Е.А., Иванова Л.Л., Резинькова И.А., Дербичева Т.И., Кобец С.В., Крутов 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 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 зарегулирован 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°C. 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°C (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°C и достигает 32,0–32,5°C у берегов. Зимой она имеет нулевые и близкие к ним значения почти во всем море. Многолетняя среднегодовая температура воды на поверхности моря равна 11°C. Распределение температуры по вертикали неодинаково в разные сезоны. Осенью и зимой она приблизительно на 1°C 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

Источниками загрязнения реки Дон в районе г. Азова являются промышленно-бытовые стоки очистных сооружений МП «Азовводоканал», водный транспорт, каналы оросительных систем, ливневые сточные воды, которые из-за отсутствия условий для их очистки поступают в р. Дон. Большое количество загрязняющих веществ поступает транзитом с вышележащих участков реки Дон. Длина глубоководного выпуска ОСК МП «Азовводоканал» составляет 253 метра, глубина реки в месте выпуска 8 метров.

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

В 2014 г. гидрохимические наблюдения в устьевой области реки Дон и восточной части Таганрогского залива были выполнены Донской устьевой станцией (ДУС) на трех станциях в устьях рукавов Мёртвый Донец (9р), Переволока (12р) и Песчаный (13р), а также на станциях №2,3,4,5,6 в восточной части и №10 и №14 в центральной части Таганрогского залива. Всего в протоках Дона были отобраны 24 пробы воды из поверхностного и придонного слоев 8 апреля, 15 мая, 9 июня и 7 октября с борта мотолодки «Прогресс» батометром Молчанова (рис. 2.1). На акватории Таганрогского залива 39 проб воды было отобрано 26–27 апреля и 27 сентября, а также 15 октября на 7 станциях с глубинами 0,5–7,3 м. Все пробы получены из поверхностного и придонного слоев. На борту определялись рН, производилась фиксация проб на кислород, аммонийный азот и ртуть, а также экстракция нефтепродуктов четыреххлористым углеродом и гексаном пестицидов. Окончание 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 заливе и устьевой области реки были отобрано 24 пробы донных отложений, в которых была определена концентрация НУ.

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

Речной сток в устьях рукавов р. Дон в течение года был пресным. Соленость вод дельты Дона изменялась в пределах 0,44–0,89‰, значения рН в устьях рукавов Дона были в диапазоне 7,59–8,43, составив в среднем 8,21. Щелочность изменялась от 3,027 до 4,688 мг-экв/дм³ и в среднем за год составила 3,718 мг-экв/дм³. В Таганрогском заливе соленость изменялась от 0,77 до 10,35‰, составив в среднем 0,51‰. Соленость выше 4,0‰ отмечалась на всех станциях, как в центральной, так и в восточной части залива на поверхности и у дна. Щелочность изменялась от 3,368 до 4,492 мг-экв/дм³ и в среднем за год составила 4,006 мг-экв/дм³.



Рис. 2.1. Станции отбора проб в устьевой области р. Дон и Таганрогском заливе в 2014г.



Концентрация **нефтяных углеводородов** в устьях рукавов р. Дон изменялась от предела чувствительности применяемого метода анализа ($0,02 \text{ мг/дм}^3$) в одной пробе, отобранной 9 июля в устье рукава Песчаный на глубине 5,5 м до $0,49 \text{ мг/дм}^3$ ($9,8 \text{ ПДК}$) 8 апреля в устье рукава Переволока с глубины 6,0 м. Среднее годовое содержание НУ составило $0,09 \text{ мг/дм}^3$ ($1,8 \text{ ПДК}$). Концентрация НУ во всех пробах, отобранных на акватории Таганрогского залива, была выше предела обнаружения. Средняя годовая концентрация составила $0,08 \text{ мг/дм}^3$, что более чем в 10 раз превышает прошлогоднюю величину ($0,006 \text{ мг/дм}^3$). Концентрация НУ выше $1,0 \text{ ПДК}$ зафиксирована в апреле, сентябре и октябре. Наиболее высокое загрязнение отмечено в октябре, когда по всей акватории залива значения концентрации НУ в пробах изменялись от $0,12 \text{ мг/дм}^3$ на ст. №6 у дна 15 октября до $0,28 \text{ мг/дм}^3$ ($5,6 \text{ ПДК}$) на ст. №4 у дна 15 октября. Среднее значение за октябрь составило $0,15 \text{ мг/дм}^3$. Средняя величина за весь период наблюдений по станциям 2–6, 10 и 14 составила $0,09 \text{ мг/дм}^3$. Устьевая область реки Дон и акватория Таганрогского залива по-прежнему остается значительно загрязненной нефтяными углеводородами. Изменение средней концентрации нефтяных углеводородов в водах устьевой области р. Дон и на акватории Таганрогского залива свидетельствует о постепенном повышении уровня загрязнения акватории в последние три года (рис. 2.2).

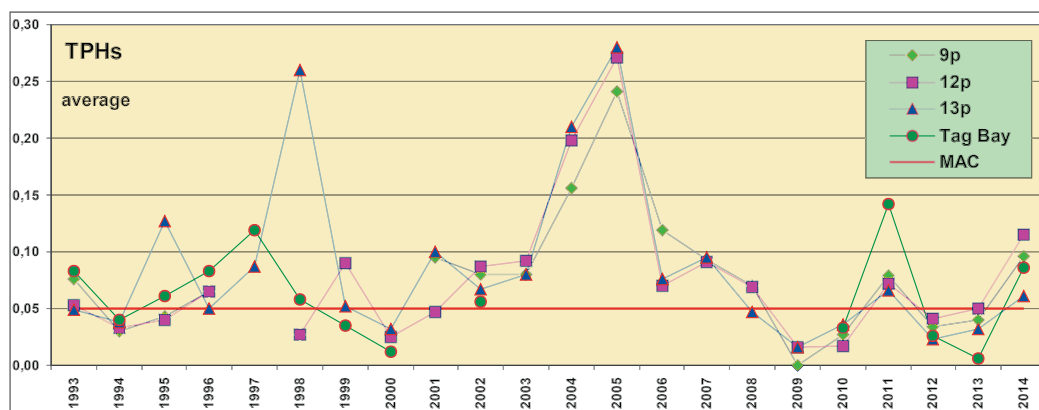


Рис. 2.2. Многолетняя динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 1993–2014 гг.

В речном стоке в устье Дона содержание **СПАВ** изменялось от предела обнаружения применяемого метода анализа (10 мкг/дм^3) до 19 мкг/дм^3 . Максимальная величина была зафиксирована в устье рукава Мертвый Донец на поверхности и у дна 8 апреля. Среднегодовая концентрация составила 9 мкг/дм^3 , что почти в 2 раза ниже средней концентрации за последние 2 года. В водах Таганрогского залива концентрация СПАВ была ниже предела обнаружения в 20 пробах, а максимальная величина достигала 40 мкг/дм^3 и была отмечена 27 сентября на поверхности на ст. №10. Среднегодовое значение СПАВ на акватории залива составило 13 мкг/дм^3 , что несколько ниже показателей 2012 и 2013 гг. (20 мкг/дм^3). Хлорорганические пестициды $\alpha\text{-ГХЦГ}$, $\gamma\text{-ГХЦГ}$, ДДТ и ДДЭ в отобранных 63 пробах воды в устьевой области Дона и восточной части Таганрогского залива обнаружены не были, как и растворенная **ртуть** в 23 пробах.

Концентрация аммонийного **азота** в устьевых протоках реки Дон изменялась в диапазоне от 47 мкг/дм^3 до максимального значения 549 мкг/дм^3 у дна в устье рукава Песчаный 9 июля. Повышенная концентрация (более 100 мкг/дм^3) фиксировалась повсеместно. Среднегодовая

концентрация в 2014 г. составила 217,5 мкг/дм³, что в 4 раза выше прошлогодней, а за все время наблюдений на этих станциях — 138 мкг/дм³. На акватории залива максимальная зафиксированная концентрация аммонийного азота (353 мкг/дм³) оказалась 4,6 раза выше, чем зафиксированная в 2013 г. (76 мкг/дм³), но в 4,3 раза меньше 2012 г. (1512 мкг/дм³). Среднегодовая концентрация составила 76,5 мкг/дм³, что в два раза больше 2013 г. (36,5 мкг/дм³). С 1993 по 1999 г. среднегодовая концентрация аммонийного азота была в пределах 146–289 мкг/дм³ при средней многолетней 212 мкг/дм³, а с 2000 по 2014 г. диапазон изменений среднегодовой концентрации составил 18–132 мкг/дм³ при среднемноголетней за этот период 61 мкг/дм³. В последние годы наблюдается тенденция снижения концентрации аммонийного азота в водах Таганрогского залива.

В устьевых протоках реки Дон концентрация **нитритов** в 24 пробах изменялась от 12,0 до 36,0 мкг/дм³, составив в среднем 23,0 мкг/дм³; это незначительно отличается от прошлогодней величины 25,4 мкг/дм³. Максимальное содержание нитритов зафиксировано 15 мая у дна рукава Переволока. Концентрация нитритов в восточной части залива изменялась в пределах 7–27 мкг/дм³. Максимум зафиксирован 27 сентября в придонном слое на ст. №14. Среднегодовая концентрация составила 13,8 мкг/дм³.

Концентрация **нитратов** в устьевых протоках реки Дон изменялась в диапазоне 24–530 мкг/дм³. Наибольшие значения зафиксированы у дна в устье рукава Песчаный 9 июля. Среднегодовая концентрация нитратов в устье рукавов составила: рукав Песчаный — 258 мкг/дм³, рукав Переволока — 234 мкг/дм³, рукав Мертвый Донец — 201 мкг/дм³. В восточной части залива она изменялась в пределах 18–296 мкг/дм³; максимум был зафиксирован на ст. №2 в поверхностном слое 14 октября. Концентрация более 100 мкг/дм³ зафиксирована в апреле на ст. №2 (108 мкг/дм³ — на поверхности), №3 (130 мкг/дм³ — на поверхности, 102 мкг/дм³ у дна), №10 (146 мкг/дм³ на поверхности), №14 (134 мкг/дм³ — на поверхности, 140 мкг/дм³ у дна). Среднегодовая концентрация нитратов в Таганрогском заливе составила 66 мкг/дм³.

В устьевой области р. Дон концентрация **фосфатов** изменялась от 43 до 239 мкгР/дм³. Наибольшая концентрация зафиксирована на поверхности в устье рукава Песчаный 8 апреля. Среднегодовая концентрация составила 151 мкг/дм³, что несколько выше 2012 г. (134,5 мкгР/дм³) и 2013 г. (101,0 мкгР/дм³). На акватории залива в течение периода исследований содержание фосфатов изменялось в интервале 21–84 мкгР/дм³, составив в среднем 38 мкгР/дм³. Наибольшее значение отмечено 27 сентября на поверхности на ст. №4. Концентрация общего фосфора в устьевой области Дона изменялась в диапазоне от 105 мкгР/дм³ (на поверхности в устье рукава Песчаный 15 мая) до 532 мкгР/дм³ (у дна в устье рукава Мертвый Донец 7 октября). Повышенные значения более 200 мкгР/дм³ были зафиксированы на всех станциях на поверхности и у дна. Среднегодовая концентрация составила 317 мкгР/дм³. На акватории восточной части залива концентрация общего фосфора изменялась в интервале 32–253 мкгР/дм³, составив в среднем 98 мкгР/дм³. Максимальная концентрация зафиксирована 27 апреля на поверхности на ст. №2. Содержание **силикатов** в водах устьевой области р. Дон изменялось от 1408 до 5898 мкг/дм³ при среднегодовом значении 3677 мкг/дм³. В водах Таганрогского залива диапазон значений концентрации силикатов составил 744–4042 мкг/дм³, средняя 2424 мкг/дм³.

В водах рукавов устьевой области р. Дон концентрация растворённого в воде **кислорода** изменялась от 6,59 до 12,40 мгО₂/дм³, составив в среднем 9,42 мгО₂/дм³. Минимальная величина была зафиксирована в устье рукава Песчаный 15 мая в придонном слое вод на глубине 7 м и составила 78% насыщения вод кислородом. В водах восточной части Таганрогского залива за время наблюдения концентрация растворенного кислорода у дна на ст. №10 однажды,

27 сентября, опускалась до 5,54 мгО₂/дм³ (0,9 ПДК). Среднегодовая концентрация растворенного кислорода составила 10,56 мгО₂/дм³. Насыщение вод кислородом в заливе в процентном выражении изменялось от 56% до 160%. В целом значения концентрации растворенного кислорода не выходили за пределы многолетней изменчивости.

Таблица 2.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Таганрогского залива в 2012–2014 гг.

Ингредиент	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Устьевая область реки Дон						
НУ	0,03	0,6	0,038	0,6	0,091	1,8
	0,08	1,6	0,15	3	0,49	10
СПАВ	18	0,2	20	0,2	9,4	<0,1
	52	0,5	36	0,4	19	0,2
Ртуть	0,001	<0,1	0,0013	<0,1	0	
	0,01	0,1	0,01	0,1	0	
Азот аммонийный	45,7	0,1	54,4	0,1	217,5	0,6
	202	0,5	153	0,4	549	1,4
Нитриты	33,3	1,4	25,4	1,1	23	1,0
	66	2,8	46	1,9	36	1,5
Фосфор общий	168		115		317	
	296		176		532	
Растворенный кислород	8,83		7,92		9,42	
	6,67		4,67	0,8	6,59	
% насыщения	96,6		85,1		94,6	
	72		55		78	
Восточная часть Таганрогского залива						
НУ	0,026	0,5	0,006	0,1	0,083	1,7
	0,11	2,2	0,03	0,6	0,28	6
СПАВ	24	0,2	20	0,2	14,3	0,1
	55	0,6	29	0,3	40	0,4
Азот аммонийный	62	0,2	26	<0,1	76,5	0,2
	1512	3,9	76	0,2	353	0,9
Нитриты	5,7	0,2	13,3	0,6	13,9	0,6
	37	1,5	39	1,6	27	1,1
Фосфор общий	59		78		97,7	
	142		176		253	
Растворенный кислород	9,11		9,41		10,6	
	3,54	0,6	5,09	0,8	5,54	0,9
% насыщения	104		104		105	
	42		56		56	
Рукава реки Дон и Таганрогский залив (совместно)						
НУ	0,03	0,6	0,02	0,4	0,086	1,7
	0,11	2,2	0,15	3,0	0,49	10
СПАВ	22	0,2	20	0,2	12,4	0,1
	55	0,6	36	0,4	40	0,4
Азот аммонийный	55,5	0,1	36,5	<0,1	130,2	0,3
	1512	3,9	153	0,4	549	1,4

Фосфор общий	101		93		181	
	296		176		532	
Растворенный кислород	9,01		8,85		10,13	
	3,54	0,6	4,67	0,8	5,54	
% насыщения	101		97		101	
	42		56		56	

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

В 2014 г. значение индекса загрязненности вод в устьевых протоках реки Дон существенно увеличилось и перешло в следующий класс качества вод (1,00, «умеренно загрязненные») главным образом за счет повышения концентрации нефтяных углеводородов и нитритного азота. Наибольшее значение концентрации нефтяных углеводородов достигало уровня 1,8 ПДК. Уровень содержания детергентов в дельте Дона составлял доли ПДК, а ртуть и хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ не обнаружены. Содержание биогенных элементов было достаточно высоким, что указывает на повышенный уровень эвтрофикации вод района. Кислородный режим в русловых протоках оценивается как «благоприятный». Состояние вод в устьевых участках дельтовых протоков реки Дон оценивается в последние годы как стабильное, а уровень загрязнения по нескольким контролируемым параметрам оценивается как незначительный.

В восточной части Таганрогского залива качество вод также ухудшилось за счет увеличения уровня загрязнения НУ, наибольшая концентрация которых достигала 1,7 ПДК. Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) в водах залива составляла доли ПДК. Содержание биогенных веществ оставалось в целом высоким. Уровень содержания растворенного в воде кислорода соответствовал многолетнему режиму и только в одной придонной пробе был ниже норматива (табл. 2.2). Несмотря на негативную тенденцию 2014 г. состояние вод восточной части залива в целом остается стабильным и удовлетворительным.

Таблица 2.2. Оценка качества вод устьевой области р. Дон и восточной части Таганрогского залива в 2012–2014 гг.

Район	2012 г.		2013 г.		2014 г.		Среднее содержание ЗВ в 2014 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Устье р. Дон	0,47	II	0,74	II	1,00	III	НУ 1,82; NH ₄ 0,56; NO ₂ 0,96; O ₂ 0,64
Таганрогский залив	0,38	II	0,43	II	0,74	II	НУ 1,66; NH ₄ 0,20; NO ₂ 0,54; O ₂ 0,57

2.2.3. Загрязнение донных отложений

В устьевой области р. Дон было отобрано 12 проб донных отложений одновременно с отбором проб воды с апреля по октябрь. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась от 30 до 60 мкг/г сухого остатка. Максимум отмечен в мае в устье рукава Песчаный и в июле в устье рук. Переволока. Среднегодовое содержание НУ (44,2 мкг/г, 0,9 ДК) было в 1,6 раза меньше уровня предыдущего года. В Таганрогском заливе в апреле, сентябре и октябре было отобрано 12 проб донных отложений на станциях №4,5,6,14. Средняя концентрация НУ составила 64,2 мкг/г, максимум достигал 90 мкг/г (1,8 ДК).

2.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань

2.3.1. Система мониторинга устьевое взморья р. Кубань

В дельте реки Кубань и на ее устьевом взморье в Темрюкском заливе мониторинг водной среды осуществлялся сотрудниками Устьевой ГМС Кубанская («У Кубанская», г. Темрюк). В порту Темрюка (ст. №1) наблюдения проводились в течение всего года ежедекадно; в Темрюкском заливе на устьевом взморье рукавов Кубань (ст. №2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) и Протока (ст. №29, 31), в устьевой области (ст. №8у, 9у, 10у, 11у, 17у, 18у) и в низовьях дельты Кубани (ст. №5у, 6у, 8у, 9у) — всего на 18 станциях (рис. 2.3). 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 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.



Рис. 2.3. Станции отбора проб в Темрюкском заливе, в устьевой области и дельте р. Кубань в 2014 г. Районы: 1 — дельта Кубани; 2 — порт Темрюк; 3 — взморье Кубани; 4 — взморье Протоки; 5 — протоки лиманов.

2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива

Низовья дельты реки Кубань — район 1. Исследования были проведены в двух точках, расположенных 500 м выше по течению устья Петрушина рукава и рукава Протока у пос. Ачуево. В устьях обоих рукавов Кубани вода была практически пресная. Наибольшая величина солёности в рукаве Протока не превышала 0,34‰ при средней солёности 0,30‰ (табл. 2.3), а хлорность 0,07‰ при средней 0,05‰. В Петрушином рукаве показатели солёности и хлорности были еще ниже. Так, наибольшая солёность в Петрушином рукаве составила 0,26‰ при средней 0,25‰, а наибольшая хлорность — 0,03‰ при средней 0,02‰. Концентрация **нефтяных углеводородов** изменялась от значений ниже предела обнаружения применяемого метода (0,02 мг/дм³) до максимальной 0,12 мкг/дм³ (2,4 ПДК, Петрушин рукав 8 июля, табл. 2.4). Среднегодовая концентрация НУ в Петрушином рукаве составила 0,05 мкг/дм³ (1 ПДК). В рукаве Протока максимальная концентрация составила 0,07 мг/дм³, а средняя 0,03 мг/дм³. По обеим станциям наблюдений максимальная зафиксированная концентрация составила 0,12 мкг/дм³, а средняя — 0,045 мкг/дм³. Концентрация СПАВ во всех отобранных пробах была ниже предела обнаружения (DL=10 мкг/дм³), как и хлорорганических пестицидов α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и его изомеров.

Концентрация ионов **аммония** в устьях обоих рукавов р. Кубань изменялась от 120 до 570 мкг/дм³ (табл. 2.3). Максимальная концентрация была зафиксирована в рукаве Протока 5 августа. Среднегодовая концентрация по обеим станциям составила 270 мкг/дм³, что немного выше прошлогоднего значения (222 мкг/дм³). За последние 10 лет среднее многолетнее значение концентрации аммонийного азота в водах района составило 140 мкг/дм³ и изменялось от 5 (2005 г.) до 570 мкг/дм³ (2014 г.). В устьях обоих рукавов среднегодовая концентрация фосфатов составила 27,1 мкг/дм³, что несколько выше прошлогоднего уровня (18,2 мкг/дм³). Наибольшая концентрация (41 мкг/дм³) была отмечена 13 октября в Петрушином рукаве. Концентрация общего фосфора изменялась в диапазоне 28–65 мкг/дм³; средняя составила 45,5 мкг/дм³, что несколько выше значения прошлого года (35,6 мкг/дм³). Среднегодовая концентрация силикатов в 2014 г. (2708 мкг/дм³) была несколько выше прошлогодней (2143 мкг/дм³) и за многолетие (2288 мкг/дм³). Максимум (2650 мкг/дм³) отмечен в Петрушином рукаве 26 марта.

Насыщение речных вод растворенным **кислородом** было достаточно хорошим и не опускалось ниже 6,64 мгО₂/дм³, а средняя концентрация составила 8,42 мгО₂/дм³. Минимальное насыщение составило 79% у Ачуево в начале июля. Сероводород в пробах не обнаружен. По ИЗВ (0,40) воды низовьев дельты реки Кубань в устье Петрушина рукава и в рукаве Протока у пос. Ачуево относились ко II классу качества вод, «чистые», как и в предыдущие три года (табл. 2.5).

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 2014 г.

Район	Т°С	Sal	O ₂ * мг/дм ³	O ₂ %*	pH	PO ₄	P _{общ}	NO ₂	NO ₃	NH ₄	N _{общ}	Si
1. Низовья дельты реки Кубань	18,4	0,27	8,42	89	8,2	27,1	45,5	15,8	751	270	-	2708
	26,2	0,34	6,64	79	8,3	41	65	31	900	570	-	2650
2. Порт Темрюк	13,1	9,26	9,0	88	7,9	10,7	10,7	8,96	206	251	1061	760
	27,4	14,64	3,14	41	8,8	48	48	18,0	480	590	2200	2850
3. Взморье реки Кубань	17,5	10,33	8,83	96	8,4	7,4	7,4	11,6	216	185	846	715
	26,1	13,08	4,82	61	8,7	33	33	35	1000	270	2300	2500

4. Взморье рукава Протока	16,5	10,32	8,77	93	8,4	10,06	10,06	9,19	240	191	840	711
	24,3	12,06	6,76	85	8,6	18	18	20	880	270	1350	1860
5. Гирла лиманов	17,9	4,45	8,32	89	8,5	9,66	25,34	11,3	186	234	-	1386
	26,3	12,39	5,93	74	8,9	28	37	35	930	340	-	3450
* средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода в мг/дм ³ и % насыщения.												

Порт Темрюк — район 2. В 2014 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, нитратов и общего азота, фосфатов и общего фосфора, СПАВ и ртути производились один раз в месяц. Соленость воды в канале порта изменялась от 9,26‰ до 14,24‰. Величина среднегодовой солености составила 11,35‰. Диапазон изменения хлорности 5,04–8,04‰. Средняя годовая хлорность составила 6,20‰. Щелочность изменялась в диапазоне 2,244–2,852 мг-экв/дм³. Температура воды в течение года изменялась от –0,2°C (7 февраля) до 28,4°C (11 августа). Из 72 отобранных в течение года проб только в двух концентрация **НУ** не превышала предел обнаружения (0,02 мг/дм³). Максимальное значение составило 0,22 мг/дм³ (4,4 ПДК) и было отмечено в начале года 24 февраля на поверхности канала (табл. 2.4). Средняя концентрация НУ составила 0,05 мг/дм³. За последние 5 лет среднегодовая концентрация возросла на 0,0025 мкг/дм³. Из 24 проанализированных проб концентрация СПАВ была выше предела обнаружения применяемого метода (DL=10 мкг/дм³) всего в 10 случаях. Максимум составил 18 мкг/дм³, что в пределах точности определения совпадает с прошлогодней величиной (19 мкг/дм³). Средняя за год — 5 мг/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, отобранной в апреле 2002 г., в которой содержание ДДЕ составило 0,0013 нг/дм³. В течение года сероводород в придонном слое в 36 отобранных пробах обнаружен не был. В 4 из 12 отобранных проб была обнаружена растворенная ртуть. В трех из этих проб концентрация составила 0,010 мкг/дм³ и еще в одной — 0,016 мкг/дм³. Средняя годовая концентрация растворенной ртути составила 0,0038 мкг/дм³.

Содержание **аммонийного азота** в водах порта изменялось от 56 до 490 мкг/дм³ (табл. 2.3). Максимум зафиксирован 7 февраля на поверхности. Среднегодовая концентрация для 24 проанализированных проб составила 251 мкг/дм³. За последние 10 лет среднегодовая концентрация аммонийного азота изменялась в диапазоне от 9,0 мкг/дм³ в ноябре и декабре 2009 г. до 670,0 мкг/дм³ в декабре 2013 г. Диапазон изменения концентрации нитритов снизился по сравнению с прошлым годом и составил: 1–18 мкг/дм³. Максимум отмечен в январе на поверхности. Средняя годовая концентрация составила 8,96 мкг/дм³. Концентрация нитратов изменялась от 72 до 480 мкг/дм³. Наибольшая величина зафиксирована 7 февраля на поверхности канала. Средняя годовая концентрация нитратов составила 206 мкг/дм³. Содержание общего азота в воде порта варьировало в пределах 400–2200 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация составила 1061 мкг/дм³. Тенденция к увеличению среднегодовой концентрации отмечается в течение последних 7 лет с 431 мкг/дм³ в 2008 г. В последние 3 года среднегодовая величина была в пределах 1003 мкг/дм³ (2013 г.) — 1129 мкг/дм³ (2012 г.). Концентрация силикатов изменялась от 100 мкг/дм³, отмеченной в апреле и сентябре, до максимума 2850 мкг/дм³, традиционно отмеченного в начале августа. Средняя годовая кон-

центрация силикатов составила 760 мг/дм³. Наибольшее содержание фосфатов (48 мг/дм³) было отмечено на поверхности 4 июля. При этом в 9 из отобранных 12 пробах концентрация фосфатов была ниже предела обнаружения применяемого метода. Средняя годовая концентрация составила 10,7 мг/дм³. Также как в случае с фосфатами, в 9 пробах из 12 отобранных концентрация общего фосфора была ниже предела обнаружения применяемого метода. Наибольшая концентрация общего фосфора (48 мг/дм³) была отмечена 4 июля.

Для определения концентрации растворенного **кислорода** всего было отобрано 72 пробы воды. Из них в 12 концентрация растворенного в воде кислорода была ниже норматива (6,0 мгО₂/дм³). Концентрация менее 6,0 мгО₂/дм³ отмечена с конца мая до середины сентября, как у дна, так и на поверхности. Наименьшая концентрация растворенного кислорода (3,14 мгО₂/дм³ или 41% насыщения) зафиксирована 14 июля у дна при температуре воды 25,2°C. Среднегодовая концентрация составила 9,0 мгО₂/дм³. В течение года насыщение вод растворенным кислородом менялось в диапазоне 41–137%. В 2014 г. воды акватории порта Темрюк по ИЗВ (0,63) относились ко II классу качества, «чистые». По сравнению с предыдущим годом (ИЗВ=0,60) качество вод несколько ухудшилось (табл. 2.5).

Взморье реки Кубань — район 3. В 2014 г. наблюдения проводились на 7 станциях в марте, июле, августе и октябре. В 2014 г. соленость вод взморья Кубани составляла 0,5–12,08‰. Минимальная соленость была отмечена на глубине 3,0 м в море в 600 м от устья р. Кубань, напротив рукава Средний 13 сентября. Максимум зафиксирован 26 марта в море в 9,8 км от устья р. Кубань напротив рукава Средний на глубине 9 м. Средняя соленость воды на взморье Кубани составила 10,33‰. За последние 5 лет средняя соленость на взморье р. Кубань возрастала в среднем на 1,72‰ в год (2009 — 8,84; 2010 — 9,39; 2011 — 9,49; 2012 — 9,91; 2013 — 10,47‰). Хлорность варьировала в диапазоне 0,16–7,17‰. Температура воды на взморье Кубани изменялась в течение года от 5,6°C у дна 26 марта в море в 7,0 км напротив гирла Пересыпское до 28,2°C в море в 600 м от устья р. Кубань напротив рукава Средний на глубине 3 м 7 августа. Показатель pH изменялся в диапазоне 8,10–8,70. Минимум был зарегистрирован дважды: в море в 600 м от устья р. Кубань напротив рукава Средний 26 марта на глубине 3 м и в море в 3,0 км от устья р. Кубань напротив рукава Средний 8 июля на глубине 7 м. Щелочность изменялась от 1,776 до 2,754 мг-экв/дм³.

За период наблюдений концентрация **НУ** изменялась от значений ниже предела определения применяемого метода (DL=0,02 мг/дм³) до 0,12 мг/дм³ (2,4 ПДК). Максимум был отмечен в июле на поверхности моря в 4,8 км от края дельты, в 2 км от приемного буя п. Темрюк. Средняя величина составила 0,032 мг/дм³, что несколько выше прошлогодней (0,028 мг/дм³). Концентрация НУ превышала ПДК в 10 случаях (18%). Содержание СПАВ в водах взморья Кубани в 47 пробах из 56 было ниже предела обнаружения применяемого метода (DL=10 мг/дм³). Максимум составил 16 мг/дм³, что незначительно отличается от значения прошлого года (11 мг/дм³). Среднегодовая концентрация составила 1,8 мг/дм³. В двух из восьми проанализированных проб была обнаружена растворенная ртуть с концентрацией 0,008 и 0,01 мг/дм³ (0,1 ПДК). Среднегодовая концентрация составила 0,002 мг/дм³. 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 91–270 мг/дм³. Максимум был отмечен 7 августа на глубине 7 м в море, в 600 м от устья гирла Пересыпское. Средняя годовая концентрация составила 185 мг/дм³, что несколько ниже прошлогоднего значения (191 мг/дм³) и близка к средней за последние 5 лет (188 мг/дм³). За последние 5 лет среднегодовая концентрация изменялась следующим образом: 2010 — 210 мг/дм³;

2011 — 92 мкг/дм³; 2012 — 262 мкг/дм³; 2013 — 191 мкг/дм³; 2014 — 185 мкг/дм³. Если исключить 2011 г., начало которого характеризуется аномально низкими значениями концентрации аммония, то средняя многолетняя за последние годы концентрация составит 212 мкг/дм³. Базируясь на этом значении можно сказать, что за последние два года среднегодовая концентрация была немного ниже средней многолетней. Концентрация нитритов изменялась в пределах 1–35 мкг/дм³. Средняя годовая концентрация составила 11,6 мкг/дм³, что немного ниже прошлогоднего значения (15 мкг/дм³). Среднее многолетнее за последние 5 лет значение концентрации составило 12,35 мкг/дм³. Содержание нитратов изменялась от 50 до 1000 мкг/дм³. Среднегодовая величина составила 216 мкг/дм³, что практически совпадает с прошлогодней (215 мкг/дм³). Среднемноголетнее за последние 5 лет значение концентрации составило 173 мкг/дм³. Таким образом можно говорить о том, что за последние два года среднегодовая величина превышает среднемноголетнюю за последние пять лет. Содержание общего азота изменялось в пределах от 380 до 2300 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация составила 846 мкг/дм³. Значения среднегодовой и максимальной концентрации практически совпали с прошлогодними. Концентрация фосфатов в течение года изменялась от значений менее предела обнаружения использованного метода химического анализа (5 мкг/дм³, 10 проб из 56) до 33 мкг/дм³. Среднегодовая величина составила 7,4 мкг/дм³. Максимум отмечен в море в 600 м от устья р. Кубань напротив рукава Средний 13 октября на глубине 3 м. Концентрация силикатов в водах взморья Кубани изменялась в пределах 69–2550 мкг/дм³. Максимальная концентрация была зафиксирована 13 октября на глубине 3 м в море в 600 м от устья р. Кубань напротив рукава Средний. Средняя годовая концентрация (715 мкг/дм³) была на 24% больше прошлогодней (547 мкг/дм³). Средняя многолетняя за последние пять лет концентрация составила 770 мкг/дм³. За последние пять лет значения средней годовой концентрации составили: 2010 — 960 мкг/дм³; 2011 — 781 мкг/дм³; 2012 — 856 мкг/дм³; 2013 — 547 мкг/дм³; 2014 — 715 мкг/дм³.

Концентрация растворенного **кислорода** изменялась от 4,82 до 12,45 мгО₂/дм³. Минимальное значение было зафиксировано 8 июля на глубине 9 м на станции расположенной в 9,8 км от устья р. Кубань напротив рукава Средний. Еще в двух пробах отмечен дефицит растворенного кислорода: 7 августа на глубине 6 м в 4,4 км от устья гирло Соловьевское — 5,76 мгО₂/дм³, а также в 600 м от устья р. Кубань, рукав Средний — 5,86 мгО₂/дм³. Сероводород в 28 проанализированных пробах не обнаружен. По индексу загрязненности ИЗВ (0,45) воды взморья Кубани в 2014 г. относятся ко II классу, «чистые».

Взморье рукава Протока — район 4. В 2014 г. наблюдения на взморье рукава Протоки выполнялись 3 апреля, 4 июля, 5 августа и 14 октября на двух станциях с глубинами 6 и 10 м. Соленость вод взморья Протоки изменялась от 6,46 до 12,06‰, среднегодовая составила 10,32‰. Средняя многолетняя за последние пять лет соленость составила 9,84‰, а средняя годовая: 2010 — 8,61‰; 2011 — 8,91‰; 2012 — 10,46‰; 2013 — 12,47‰; 2014 — 10,32‰. Таким образом можно говорить об увеличении солености вод за последние пять лет, по крайней мере на 1,71‰. Хлорность за этот период находилась в диапазоне 3,51–6,83‰. Температура воды за время исследований изменялась от 6,03°С у дна в апреле до 25,9°С на поверхности в июле. Показатель рН изменялся в пределах от 8,05 до 8,50. Максимальное значение отмечено на поверхности в октябре. Среднегодовая величина рН составила 8,29. Щелочность в водах взморья Протоки изменялась от 2,043 до 2,806 мг-экв/дм³ в октябре у дна. Среднегодовая величина хлорности составила 2,587 мг-экв/дм³.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в 2 из 16 отобранных проб была менее предела обнаружения применяемого метода (DL=0,02 мг/дм³). Наибольшее значение 0,04 мг/дм³ было отмечено четыре раза, на ст. №29 по одному разу в апреле, июле и в августе и два раза

в октябре на ст. №29,31. Средняя за год концентрация составила 0,027 мг/дм³, что больше прошлогодней на 37%. Средняя многолетняя концентрация за последние десять лет составила 0,0225 мг/дм³, а среднегодовая: 2003 — 0,030 мг/дм³; 2005 — 0,029 мг/дм³; 2007 — 0,008 мг/дм³; 2008 — 0,016 мг/дм³; 2009 — 0,023 мг/дм³; 2010 — 0,013 мг/дм³; 2011 — 0,033 мг/дм³; 2012 — 0,036 мг/дм³; 2013 — 0,017 мг/дм³; 2014 — 0,027 мг/дм³. Содержание СПАВ во всех обобранных пробах было ниже предела определения применяемого метода (DL=10 мкг/дм³). Загрязнение вод взморья детергентами было очень невысоким и уменьшилось по сравнению с прошлым годом. 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** не была обнаружена ни в одной из четырех исследованных проб.

Концентрация **аммонийного азота** в водах взморья Протоки в 2014 г. изменялась от 110 до 270 мкг/дм³. Максимальное значение зафиксировано в августе на поверхности. Среднегодовая концентрация составила 191 мг/дм³, что несколько выше прошлого года (156 мг/дм³). Содержание нитритов изменялось в пределах 3–20 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация составила 9,19 мкг/дм³ (в 2013 г. — 13 мг/дм³). Концентрация нитратного азота варьировала от 87 до 880 мкг/дм³. Наибольшее значение зафиксировано 14 октября на ст. №29. Среднегодовая концентрация составила 240 мг/дм³ (2013 г. — 192 мг/дм³). Содержание общего азота в 8 проанализированных пробах изменялось от 570 до 1350 мкг/дм³. Среднегодовое содержание общего азота составило 840 мкг/дм³, что на 16% больше 2013 г. (706 мг/дм³). Концентрация фосфатов изменялась от предела определения применяемого метода (менее DL=5 мкг/дм³) до 18 мкг/дм³, средняя составила 10,1 мкг/дм³. Концентрация кремния изменялась в диапазоне 130–1860 мкг/дм³, максимум отмечен в 14 октября у поверхности; среднегодовая 711 мкг/дм³.

Содержание растворенного в воде **кислорода** на взморье Протоки в этом году было удовлетворительным. Наименьшая концентрация (6,76 мгО₂/дм³ — при температуре 24°C) была зафиксирована 5 августа на поверхности на ст. №29. Максимум достигал 12,02 мгО₂/дм³ в апреле на поверхности при 6,4°C. Средняя концентрация растворенного кислорода составила 8,77 мгО₂/дм³ (105%). В большую часть исследованного периода года уровень аэрации всей толщи вод был достаточно высоким, поскольку разница в насыщении кислородом между поверхностными водами (среднее 9,20 мгО₂/дм³) и придонными (8,35 мгО₂/дм³) была невысокой. Сероводород на взморье Протоки в 8 отобранных в июле и августе пробах обнаружен не был. В 2014 г. по **ИЗВ** (0,46) воды взморья рукава Протока в Темрюкском заливе относились ко II классу качества вод («чистые») и практически не изменились по сравнению с предыдущим годом.

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, июле, 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 0,53 до 12,49‰. Хлорность в устьевой области р. Кубань изменялась в диапазоне 0,18–6,84‰. Эти характеристики свидетельствуют о значительной зависимости гидрохимических характеристик качества вод лиманов от пресноводного стока. Так влияние пресного стока наиболее ярко проявлялось на станции в 500 м от устья гирла Пересыпское, где соленость в этом году не превышала 1,99‰, а хлорность 1,02‰. Температура воды в гирлах лиманов изменялась от 8,3°C в апреле

до 26,3°C в августе. Показатель рН в течение отчетного года оставался достаточно стабильным. Его изменения не превышали 0,75 единицы и были в пределах 8,20–8,95. Максимальное значение показателя отмечено в августе в 500 м от устья гирла Сладковское. Среднегодовое значение показателя составило 8,54. Общая щелочность в водах взморья Протоки изменялась от 1,615 до 3,7705 мг-экв/дм³. Среднегодовая величина составила 2,587 мг-экв/дм³.

Концентрация **НУ** была ниже предела обнаружения применяемого метода (DL=0,02 мг/дм³) в четырех из отобранных проб. Максимум (0,08 мг/дм³) был отмечен в августе на поверхности в 500 м от устья гирла Соловьевского. Средняя величина за отчетный год составила 0,030 мг/дм³ и была практически равной прошлогодней (0,032 мг/дм³). В 26 пробах из 32 содержание СПАВ было ниже предела обнаружения применяемого метода (DL=10 мг/дм³). Максимальное зафиксированное значение (12 мг/дм³) было близко к прошлогоднему (14 мг/дм³); среднегодовая величина составила 2,0 мг/дм³. В 2014 г. хлорорганические пестициды γ -ГХЦГ, α -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ в водах взморья обнаружены не были. Последний раз пестициды были здесь зарегистрированы в 1995 г.

Концентрация **аммонийного азота** в устьевой области р. Кубань изменялась от 32 до 340 мг/дм³, среднегодовая составила 234 мг/дм³, что близко к значению прошлого года (269 мг/дм³). Значения выше средней были отмечены на разных станциях как в первой, так и во второй половине года. Концентрация нитритов изменялась в пределах 3–35 мг/дм³, среднегодовая 11,28 мг/дм³ (2013 г. — 12,42 мг/дм³). Концентрация нитратов изменялась в пределах 58–930 мг/дм³, при этом среднегодовая концентрация составила 186 мг/дм³ (2013 — 140 мг/дм³). Содержание фосфатов в 6 пробах из 32 было ниже предела обнаружения (5 мг/дм³). Среднегодовое содержание фосфатов составило 9,65 мг/дм³. Максимальное содержание достигало 28 мг/дм³, что почти в 4 раза меньше прошлогоднего. Содержание общего фосфора изменялось в диапазоне 15–37 мг/дм³. Максимум был зафиксирован 6 октября на станции Пересыпское гирло, Ахтанизовского лимана. Среднегодовое содержание общего фосфора составило 25,34 мг/дм³. Содержание силикатов в водах взморья изменялось в широких пределах от 97 до 3450 мг/дм³. Среднегодовое содержание составило 1386 мг/дм³ (2013 г. — 1800 мг/дм³).

Кислородный режим в устьевой области р. Кубань в отчетном году был лучше, чем в предыдущем. Содержание растворенного в воде **кислорода** изменялось в диапазоне 5,93–10,95 мгО₂/дм³ при этом среднее значение (8,32 мгО₂/дм³), оказалось выше, чем в прошлом году. Только в одной пробе из отобранных концентрация растворенного кислорода была незначительно ниже норматива. Процент насыщения вод кислородом изменялся в пределах от 74 до 103%. Среднее насыщение составило 89%. Наличие сероводорода на взморье Кубани не обнаружено. В 2014 г. по ИЗВ (0,36) воды гирл лиманов относились ко II классу качества вод («чистые»). Состояние вод по сравнению с предыдущим годом несколько улучшилось.

Таблица 2.4. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Темрюкского залива Азовского моря, в устьевой области и дельте р. Кубань в 2012–2014 гг.

Район	Ингредиент	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
1. Дельта реки Кубань	НУ	0,063	1,3	0,023	0,5	0,045	0,9
		0,16	3,2	0,05	1,0	0,12	2,4
	СПАВ	<0,1		0		0	
		10	0,1	0		0	
	Аммоний	263	0,7	222	0,6	270	0,5
		420	1,1	370	1,0	570	1,1

	Фосфаты	29,3	0,6	18,2	0,4	27,1	0,5
		50	1,0	37	0,7	41	0,8
	Растворенный кислород	8,11		8,08		8,42	
		6,0	1,0	5,80	0,9	6,64	
% насыщения	86		85		79		
	76		74		100		
2. Темрюкский залив: п. Темрюк	НУ	0,044	0,9	0,050	1,0	0,05	1,0
		0,16	3,2	0,23	5	0,22	4,4
	СПАВ	7,8	<0,1	6,4	<0,1	5	<0,1
		23	0,2	19	0,2	18	0,2
	Ртуть	0,004	0,4	0,002	0,2	0,0038	0,4
		0,01	1,0	0,008	0,8	0,016	1,6
	Аммоний	294	0,6	224	0,6	251	0,5
		610	1,2	670	1,7	590	1,2
	Растворенный кислород	9,26		9,16		9,0	
		4,89	0,8	3,06	0,5	3,14	1,9
	% насыщения	94		91,8		88	
		65		40		41	
3. Темрюкский залив: взморье р. Кубань	НУ	0,04	0,8	0,028	0,6	0,032	0,6
		0,15	3,2	0,11	2,2	0,12	2,4
	СПАВ	2,8	<0,1	1,1	<0,1	1,8	<0,1
		18	0,2	11	0,1	16	0,1
	Ртуть	0,004	<0,1	0,002	<0,1	0,002	0,2
		0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	1,0
	Аммоний	260	0,5	191	0,5	185	0,4
		450	0,9	310	0,8	270	0,5
	Растворенный кислород	8,01		7,92		8,83	
		3,10	0,5	4,33	0,7	4,82	1,2
	% насыщения	89		89		96	
		40		55		61	
4. Темрюкский залив: взморье рукава Протока	НУ	0,036	0,7	0,017	0,3	0,027	0,5
		0,14	2,8	0,05	1,0	0,04	0,8
	СПАВ	1,3	<0,1	0,6	<0,1	0	
		11	0,1	10	0,1	0	
	Ртуть	0		0,003	<0,1	0	
		0		0,01	0,1	0	
	Аммоний	241	0,5	156	0,4	191	0,4
		380	0,8	230	0,6	270	0,5
	Растворенный кислород	8,01		8,18		8,77	
		4,96	0,8	5,56	0,9	6,76	
	% насыщения	89		90		93	
		64		72		85	
5. Устьевая обл. р. Кубань: гирла лиманов	НУ	0,062	1,2	0,032	0,6	0,030	0,6
		0,22	4,4	0,12	2,4	0,080	1,6
	СПАВ	1,6	<0,1	2,2	<0,1	2,0	<0,1
		15	0,2	14	0,1	12	0,1
	Аммоний	267	0,7	269	0,5	234	0,5
		470	1,2	990	2,5	340	0,7

Растворенный кислород	7,74		7,11		8,32	
	3,89	0,65	0,87	0,11	5,93	1,0
% насыщения	85,5		78,1		89	
	50		11		74	

Примечания:

1. Концентрация (С)* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мгО₂/дм³; СПАВ, аммония и ртути — в мкг/дм³.
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке — максимальное (для кислорода — минимальное) значение.
3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.
4. Для всех определяемых ингредиентов в водах дельты реки Кубани и порта Темрюк использованы значения ПДК для пресных вод.
5. Концентрация всех определяемых в воде хлорорганических () и фосфорорганических (метафос, карбофос, фозалон и рогор) пестицидов не превышала предела обнаружения использованного метода анализа (0,05 нг/дм³).

Таблица 2.5. Оценка качества вод Темрюкского залива Азовского моря, устьевой области и дельты реки Кубань по ИЗВ в 2012–2014 гг.

Район	2012 г.		2013 г.		2014 г.		Среднее содержание ЗВ в 2014 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Дельта реки Кубань							
1. Дельта	0,63	II	0,53	II	0,66	II	НУ 0,9; NH ₄ 0,54; PO ₄ 0,54;
Темрюкский залив							
2. Порт Темрюк	0,64	II	0,60	II	0,63	II	НУ 1,00; Hg 0,38; NH ₄ 0,50;
3. Взморье рукава Кубань	0,52	II	0,46	II	0,45	II	НУ 0,06; Hg 0,2; NH ₄ 0,37; O ₂ 1,24
4. Взморье рукава Протока	0,49	II	0,38	II	0,46	II	НУ 0,54; СПАВ 0,00; NH ₄ 0,38;
Устьевая область реки Кубань							
5. Гирла лиманов	0,64	II	0,55	II	0,36	II	НУ 0,60; NH ₄ 0,47; СПАВ 0,02;

Глава 3. ЧЕРНОЕ МОРЕ

*Коршенко А.Н., Панченко А.В., Любимцев А.Л., Мезенцева И.В., Шиббаева С.А.,
Коновалов С.К., Кондратьев С.И.*

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 солонатоводные 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 стонно-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, Mee L., Jefic 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 орографии 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 с опережением 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 2014 г. мониторинг гидрохимического режима и загрязнения вод у Крымских берегов Чёрного моря проводился на акватории Севастопольской бухты (СО ГОИН, г. Севстополь) в феврале, мае, августе и декабре; на акватории порта Ялта (МГ «Ялта», г. Ялта) с января по декабрь; в северной узости Керченского пролива (МГС «Опасное», г. Керчь) с апреля по октябрь.

Севастопольская бухта

В период наблюдений загрязнение вод Севастопольской бухты СПАВ не превышало ПДК, достигая 55 мкг/дм^3 в поверхностных водах и 52 мкг/дм^3 в придонных. Максимальная концентрация общего фосфора (22 мкг/дм^3) была зафиксирована в августе в придонных водах бухты в районе Графской пристани. Содержание фосфатного фосфора не превышало 13 мкг/дм^3 . Содержание аммонийного азота изменялось от значений ниже предела обнаружения до 49 мкг/дм^3 в поверхностных водах и до 23 мкг/дм^3 в придонных. Наибольшие значения фиксировались в августе и декабре соответственно. Среднее за год содержание азота в слое поверхность-дно снизилось до 6 мкг/дм^3 . Однако в летний период по сравнению с сопоставимым периодом 2013 г. среднее содержание в поверхностных водах повышалось в 1,7 раза, в придонных — более чем на порядок (до 32 и 45 мкг/дм^3 соответственно). Концентрация нитритного азота была ниже предела определения. Содержание нитратного азота достигало 99 мкг/дм^3 у поверхности и 102 мкг/дм^3 у дна. Концентрация кремния достигала 240 мкг/дм^3 в поверхностных водах и 180 мкг/дм^3 в придонных.

Аэрация вод была достаточной только в мае, в остальной период дефицит растворенного кислорода достигал 9% насыщения в поверхностных водах и 13% насыщения в придонных. Абсолютное содержание растворенного кислорода варьировало от $7,02$ – $7,12$ до $10,07$ – $10,17 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Среднее содержание его в слое поверхность-дно составило $8,84 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (99% насыщения).

Порт Ялта

Содержание НУ в водах акватории порта было ниже предела количественного определения и только в январе достигало $0,13 \text{ мг/дм}^3$ (2,6 ПДК) в поверхностных водах, а также в январе и сентябре — $0,6 \text{ мг/дм}^3$ (1,2 ПДК) в придонных. Повторяемость концентрации НУ, равной и превышающей ПДК, в сравнении с 2013 г. возросла в 3 раза. Загрязнение придонных вод порта СПАВ не отмечено, в поверхностных водах концентрация СПАВ превысила нижний предел количественного определения только в июне (26 мкг/дм^3). Фенолы в водах акватории п. Ялта, как и в предыдущие годы, отсутствовали. В водах порта в 2014 г. было обнаружено присутствие ХОП за исключением альдрина и ДДТ. Загрязнение вод α -ГХЦГ наблюдалось в 17% отобранных проб, γ -ГХЦГ — 62%, гептохлором — в 21%, ДДЭ — в 8%. Концентрация α -ГХЦГ изменялась от «не обнаружено» до

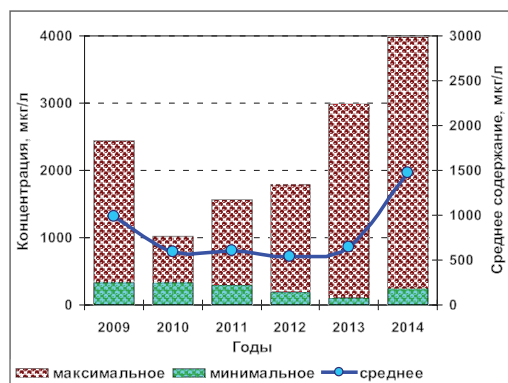


Рис. 3.1. Межгодовые изменения содержания общего азота (мкг/дм^3) в водах акватории порта Ялта.

7,3 нг/дм³ (декабрь), γ-ГХЦГ — до 7,0 нг/дм³ (сентябрь). Содержание ГПХ в январе достигало 1,1 нг/дм³, ДДЭ в апреле и мае — 2 нг/дм³ (поверхностный горизонт). ДДД, а так же ПХБ не превышали нижний предел количественного определения.

Концентрация общего азота в поверхностных водах в январе, марте, апреле и сентябре не превышала 800 мкг/дм³, в остальной период изменялась от 1200 до 3980 мкг/дм³. В придонных водах содержание общего азота в феврале, мае-июле и октябре достигало 1490–2990 мкг/дм³, в остальные месяцы варьировало от 250 до 950 мкг/дм³. Среднегодовое содержание в слое поверхность-дно составило 1470 мкг/дм³, что в 2,5 раза выше 2010–2013 гг. (рис. 3.1). Средняя за год концентрация аммонийного азота составила 13 мкг/дм³ и продолжила тенденцию снижения (рис. 3.2). Концентрация нитритного азота не превышала нижнего предела количественного определения. Нитратного азота изменялась в поверхностных водах в диапазоне от 20 до 250 мкг/дм³ (февраль), у дна от 7 до 48 мкг/дм³. Среднегодовое содержание составило 60 мкг/дм³.

Содержание общего фосфора варьировало в пределах 6–21 мкг/дм³, фосфатного фосфора — 2–17 мкг/дм³. Среднее за год содержание общего фосфора осталось на уровне предыдущего года, а содержание фосфатного фосфора возросло в 1,6 раза. Концентрация кремния в январе достигала 1680 и 940 мкг/дм³ в поверхностных и придонных водах соответственно, в остальной период наблюдений варьировала в пределах 41–620 мкг/дм³. Среднегодовое содержание в поверхностных водах составило 360, в придонных — 140 мкг/дм³. Водородный показатель изменялся от 8,33 до 8,58 при допустимом диапазоне 6,5–8,5 ед.рН. Относительное содержание растворенного кислорода на поверхности изменялось в пределах 81–102% насыщения, у дна 84–126%. По абсолютным значениям аэрация вод варьировала в пределах 6,13–10,59 мгО₂/дм³ на поверхности и 6,59–11,40 мгО₂/дм³ у дна. В мае-июне воды акватории порта были хорошо аэрированы, в остальные месяцы дефицит растворенного кислорода в слое поверхность-дно составлял от 3 до 12% насыщения. Среднегодовое относительное содержание растворенного кислорода (95% насыщения) было самым низким за последние годы.

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

В 2014 г. мониторинг состояния морских вод в северной узости Керченского пролива проводился МГС «Опасное» на разрезе между портами Крым и Кавказ (рис. 3.3) с апреля по октябрь.

Наиболее высокая концентрация НУ была отмечена в поверхностных водах в августе (0,21 мг/дм³, 4,2 ПДК), в придонных водах в сентябре (0,30 мг/дм³, 6 ПДК). Повторяемость концентрации, равной или превышающей ПДК, в сравнении с 2013 г. возросла вдвое до 49% от общего количества определений. Среднее за период наблюдений содержание НУ (рис. 3.4) возросло до 0,06 мг/дм³ (1,2 ПДК). Содержание СПАВ было ниже предела обнаружения ис-

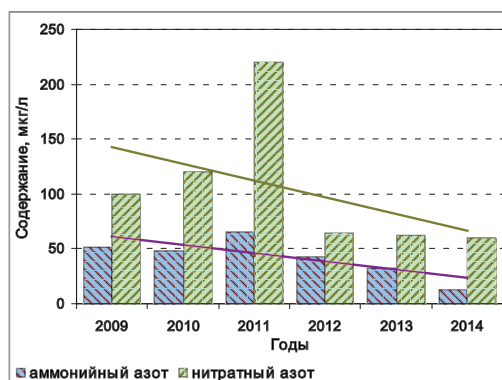


Рис. 3.2. Динамика среднегодовой концентрации аммонийного и нитратного азота (мкг/дм³) в водах акватории порта Ялта.

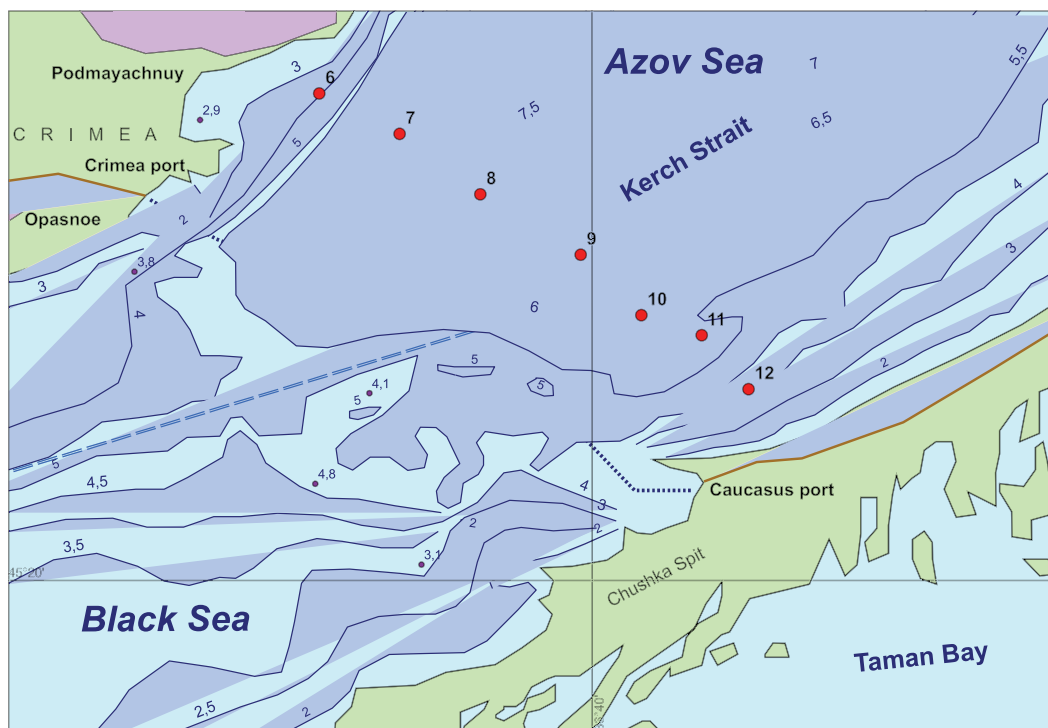
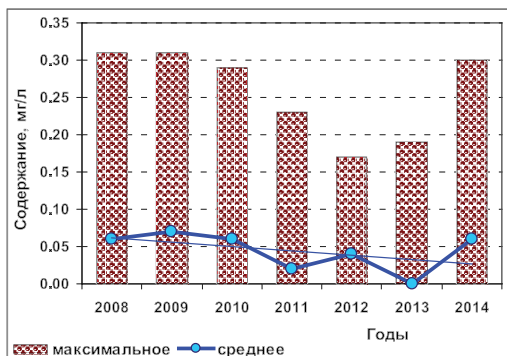


Рис. 3.3. Станции мониторинга (№№ 6–9) в северной узости Керченского пролива в 2014 г.

пользуемого метода химического анализа. Концентрация фенолов лишь в июле в единичных случаях достигала нижнего предела определения — 3 мкг/дм³ (3 ПДК). В 2014 г. из ХОП присутствие α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ и ГПХ наблюдалось в июне, августе и октябре. Содержание α-ГХЦГ не превышало ПДК, но присутствие отмечено в 35,4% проанализированных проб. Наиболее высокие значения концентрации α-ГХЦГ в июне достигали 6,1–8,9 нг/дм³, среднее содержание возросло до 0,7 нг/дм³. Максимальное содержание γ-ГХЦГ в июне достигало 15,4–17,4 нг/дм³. Линдан присутствовал в 73% от общего количества отобранных проб, среднее содержание составило 2,0 нг/дм³. В октябре загрязнение поверхностных вод ГПХ достигало 11,3 нг/дм³, придонных — 31,2 нг/дм³ (3 ПДК). Число случаев, когда концентрация достигала или превышала ПДК,



снизилось в сравнении с 2013 г. для γ-ГХЦГ до 4,2%, для ГПХ до 12,5% от количества определений. Присутствие альдрина, ДДТ и его метаболитов не обнаружено. Загрязнение вод ПХБ зафиксировано в июне, августе и октябре с максимальной концентрацией до

Рис. 3.4. Межгодовые изменения содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Керченского пролива.

50 нг/дм³ (5 ПДК) в поверхностных водах и до 36 нг/дм³ (3,6 ПДК) в придонных. Повторяемость значений выше норматива составила 16,7% от общего количества отобранных проб.

Концентрация общего азота в проливе изменялась от 450–460 до 930–960 мкг/дм³. Среднее содержание в слое поверхность-дно (740 мкг/дм³) в сравнении с 2013 г. возросло в 1,8 раза. Наибольшая концентрация аммонийного азота в июле достигала 110–140 мкг/дм³ (0,3–0,4 ПДК), а средняя (30 мкг/дм³) снизилась на 13 мкг/дм³ в сравнении с 2013 г. Концентрация нитритного азота не превышала 7 мкг/дм³. Содержание нитратного азота не превышало 23–24 мкг/дм³ и в среднем за год составило 7 мкг/дм³. Максимум фосфатного фосфора (40 и 35 мкг/дм³) отмечен в июле в поверхностных и придонных водах соответственно. Содержание общего фосфора на поверхностном горизонте достигло 46 мкг/дм³, на придонном — 40 мкг/дм³, среднее за год содержание (20 мкг/дм³) снизилось в сравнении с 2012–2013 гг. Концентрация кремния изменялась от 100 до 680–690 мкг/дм³; среднее содержание в слое поверхность-дно составило 340 мкг/дм³.

Аэрация вод в слое поверхность-дно была близка к норме за исключением июля и августа, когда недонасыщение вод достигало 14–16%. За период наблюдений отмечено 17 случаев низкой концентрации растворенного кислорода. По абсолютным значениям концентрация в июле и августе составила 5,29–7,44 мгО₂/дм³, а в остальной период изменялась от 6,62 до 10,96 мгО₂/дм³. Среднее содержание растворенного кислорода снизилось до уровня 2012 г. и составило 8,23 мгО₂/дм³ (96% насыщения). В период проведения наблюдений присутствие сероводорода в водах северной узости Керченского пролива не зафиксировано.

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. 3.1). В 2014 г. воды Северной узости Керченского пролива и Севастопольской бухты классифицировались как «чистые» (величина ИЗВ 0,66 и 0,28 соответственно); воды акватории порта Ялта — как «очень чистые» (ИЗВ 0,22).

Таблица 3.1. Оценка качества черноморских вод у берегов Крыма в 2012–2014 гг. по индексу загрязненности вод (ИЗВ).

Район	2012 г.		2013 г.		2014 г.		Среднее содержание ЗВ в 2014 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Севастопольская бухта	-	-	-	-	0,28	II	СПАВ 0,35; N-NH ₄ 0; N-NO ₂ 0,1; O ₂ 0,68
Акватория п. Ялта	0,22	I	0,17	I	0,22	I	СПАВ 0; γ-ГХЦГ 0,17; НУ 0; O ₂ 0,69
Керченский пролив (северная узость)	0,84	III	0,21	I	0,66	II	НУ 1,2; γ-ГХЦГ 0,2; ΣПХБ 0,5; O ₂ 0,73

3.3. Гидрохимический режим вод Севастопольской бухты

Исследования гидрохимического состояния вод Севастопольской бухты были выполнены сотрудниками Отдела Биогеохимии моря (ОБМ) Морского гидрофизического института МГИ 3–4 февраля, 22–23 апреля, 2–3 сентября и 10–11 ноября 2014 г. Отбор проб для химических анализов морской воды в бухте выполняли в поверхностном (0–0,5 м) и придонном (0,5–1 м

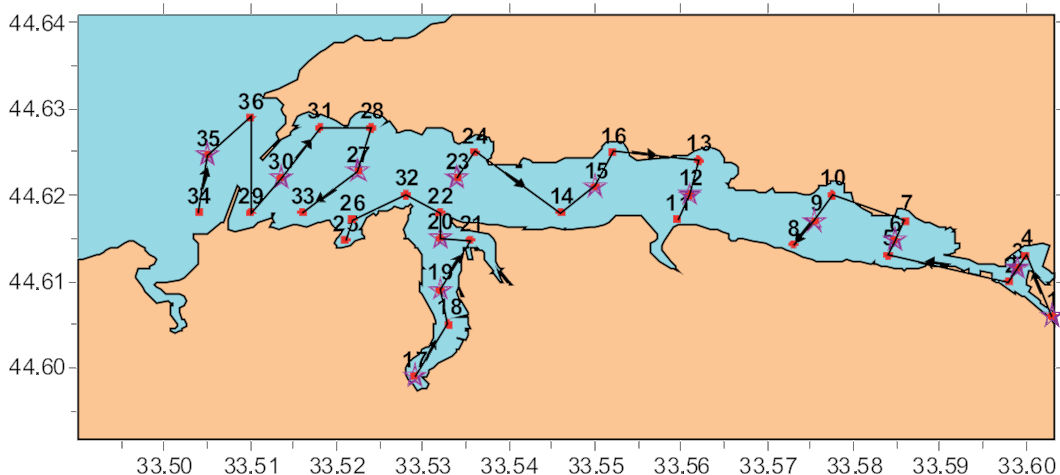


Рис. 3.5. Станции отбора проб в Севастопольской бухте в 2014 г.

от дна) слоев (рис. 3.5). В пробах определяли кислород, величину рН, общую щелочность, биогенные элементы, общий неорганический углерод, БПК₅ и общее взвешенное вещество (TSM). Полученные величины гидрохимических параметров во время всех съемок были 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) наблюдаются повышенное содержание кремнекислоты, нитритов, нитратов, а также иные значения величины щелочности — в сентябре ниже, в остальные сезоны выше фоновых.

2. На всей акватории Южной бухты постоянно наблюдается повышенная концентрация нитратов, максимум содержания которых в куте в 10–30 раз превышал фоновое значение.

3. На потенциально опасной для экологии бухты ст. №8, расположенной рядом с плавучим доком, придонные воды на глубине 19 метров в феврале практически не отличались по составу от вод бухты. В апреле они содержали заметно меньше кислорода, постепенно приближаясь к состоянию гипоксии, а в сентябре в них органолептически было зафиксировано присутствие сероводорода.

Таблица 3.1. Пределы изменений, средняя концентрация и среднееквадратичное отклонение (σ) гидрохимических параметров вод Севастопольской бухты в 2014 г.

Сев. бухта Параметры	3–4 февраля			22–23 апреля			2–3 сентября			10–11 ноября		
	пределы	среднее	σ	пределы	среднее	σ	пределы	среднее	σ	пределы	среднее	σ
O ₂ мл/дм ³	4,16–7,35	6,72	0,64	5,08–7,53	6,92	0,28	0,32–5,68	4,84	0,70	5,31–7,17	6,43	0,35
O ₂ %	56,2–97,3	90,3	8,2	73,4–111,9	105,4	5,0	5,8–109,5	92,0	13,5	80,9–107,5	98,2	5,6
Фосфор общий (P-P _{общ}) мкг/дм ³	4,3–126,7	19,8	27,6	3,1–26,9	7,7	5,6	3,7–124,8	13,0	19,5	0,0–106,5	8,1	16,1

Фосфаты (P-PO ₄) мкг/дм ³	0,6–25,4	3,1	3,1	0,0–8,1	1,5	1,2	0,0–113,0	3,7	13,3	0,0–4,6	0,9	0,9
Si мкг/дм ³	103,7–2110,0	177,0	238,8	2,5–229,5	26,4	36,2	36,5–598,3	207,6	108,0	25,3–648,9	75,8	78,7
Нитриты (N-NO ₂) мкг/дм ³	0,00–31,80	3,36	4,20	0,00–2,94	0,42	0,70	0,00–7,71	1,40	1,40	0,00–16,81	1,40	2,24
Нитраты (N-NO ₃) мкг/дм ³	29,4–3758,9	156,9	484,7	0,0–594,0	43,4	85,5	2,8–155,5	19,6	21,0	5,6–1036,7	37,8	124,7
Аммоний (N-NH ₄) мкг/дм ³	-	-	-	-	-	-	0,0–561,8	28,0	67,2	0,0–39,0	8,8	7,7
pH	8,07–8,40	8,34	0,04	8,16–8,34	8,29	0,03	7,92–8,41	8,26	0,07	8,27–8,43	8,40	0,03
Алк мг-экв/дм ³	3,319–3,508	3,352	0,030	3,318–3,396	3,35	0,016	3,275–3,578	3,333	0,043	3,209–3,391	3,268	0,025
C _{неорг общ} мг/дм ³	36,0–42,2	36,6	0,8	35,6–37,6	36,0	0,3	34,3–40,2	35,1	0,9	35,3–38,6	35,9	0,4
TSM мг/дм ³	0,88–5,23	2,01	1,18	1,10–8,79	4,18	2,74	0,51–13,48	3,10	2,89	0,89–9,21	4,22	2,23
БПК ₅ мЛО ₂ /дм ³	1,19–0,53	0,18	0,35	0,49–1,19	0,79	0,19	0,12–1,37	0,58	0,31	0,95–2,28	1,34	0,35

3.4. Стационарная океанографическая платформа (СОП) в пос. Кацивели

Гидролого-гидрохимические наблюдения на СОП выполнялись в периоды с 13 мая по 2 июня (39 станций), с 30 сентября по 10 октября (21 станция) и с 12 по 18 декабря (13 станций) 2014 г. Гидрохимические исследования выполнялись синхронно с гидрологическими не реже 3–4 раз в сутки на 3 горизонтах: 0; 0,5 и 5,0 метров. В верхнем 5-метровом слое воды проводились определения общего неорганического углерода (T_{CO2}), величины pH, величины щелочности, содержания растворенного кислорода, а также содержания в поверхностном слое воды элементов главного биогенного цикла — суммы нитритов и нитратов, кремнекислоты и фосфатов. Выполняли определение парциального давления CO₂ (P_{CO2} атм) в атмосфере над поверхностью моря и равновесного парциального давления CO₂ (P_{CO2} вода) в поверхностных водах. Результаты аналитических определений позволяют подтвердить нахождение контролируемых гидрохимических характеристик в пределах диапазонов характерных величин многолетних наблюдений (Табл. 3.2). Следует отметить характерное устойчивое превышение парциального давления углекислого газа в атмосфере над величинами равновесного парциального давления углекислого газа в поверхностных водах не только в декабре, но и в октябре 2014 г.

Таблица 3.2. Пределы изменений, средняя величина и среднее квадратичное отклонение (σ) характеристик в верхнем пятиметровом слое вод и в приземном слое атмосферы в районе СОП пос. Кацивели в разные сезоны 2014 г.

пос. Кацивели	13 мая–2 июня			30 сентября–10 октября			12–18 декабря		
	пределы	среднее	σ	пределы	среднее	σ	пределы	среднее	σ
PCO ₂ атм. мккатм	388,1–410,6	397,8	4,3	393,1–407,2	397,4	3,50	397,5–409,0	404,1	4,1
PCO ₂ вода мккатм	399,4–518,0	433,2	19,2	332,0–373,8	354,8	7,5	333,8–464,3	355,2	31,2

$C_{\text{неорг.обший}}$ (С мг/дм ³)	34,91– 35,64	35,42	0,18	35,55– 34,99	34,72	0,11	35,05– 35,81	35,43	0,21
Alk мг-экв/дм ³	3,334– 3,358	3,346	0,005	3,316– 3,338	3,328	0,006	3,321– 3,348	3,335	0,007
pH	8,30– 8,41	8,36	0,02	8,26– 8,42	8,38	0,03	8,31– 8,46	8,39	0,03
O ₂ мл/дм ³	6,10– 6,86	6,42	0,14	5,64– 5,97	5,78	0,09	6,5– 6,69	6,61	0,04
O ₂ %	102,4– 112,7	107,1	2,36	97,7– 101,7	99,4	0,89	96,3– 100,3	98,2	1,1
Фосфаты (P-PO ₄) мкг/дм ³	0,00– 25,09	2,79	5,57	0,00– 2,17	0,31	0,62	0,62– 3,72	1,86	0,93
Кремнекислота (Si мкг/дм ³)	12,1– 79,5	45,8	20,5	8,4– 44,9	20,8	7,0	38,8– 114,9	69,1	25,0
Сумма нитритов и нитратов (N мкг/дм ³)	0,00– 11,20	2,80	2,66	16,11– 21,16	19,05	1,54	14,32– 25,52	19,10	3,50

3.5. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе

В 2014 г. в рамках программы государственной службы наблюдений и контроля (ГСН) Гидрометеорологическое бюро г. Туапсе (ГМБ) Краснодарского краевого центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды выполнило в январе, апреле, июле и октябре наблюдения в прибрежных водах в районе Анапы, Новороссийска, Геленджика и Туапсе. На

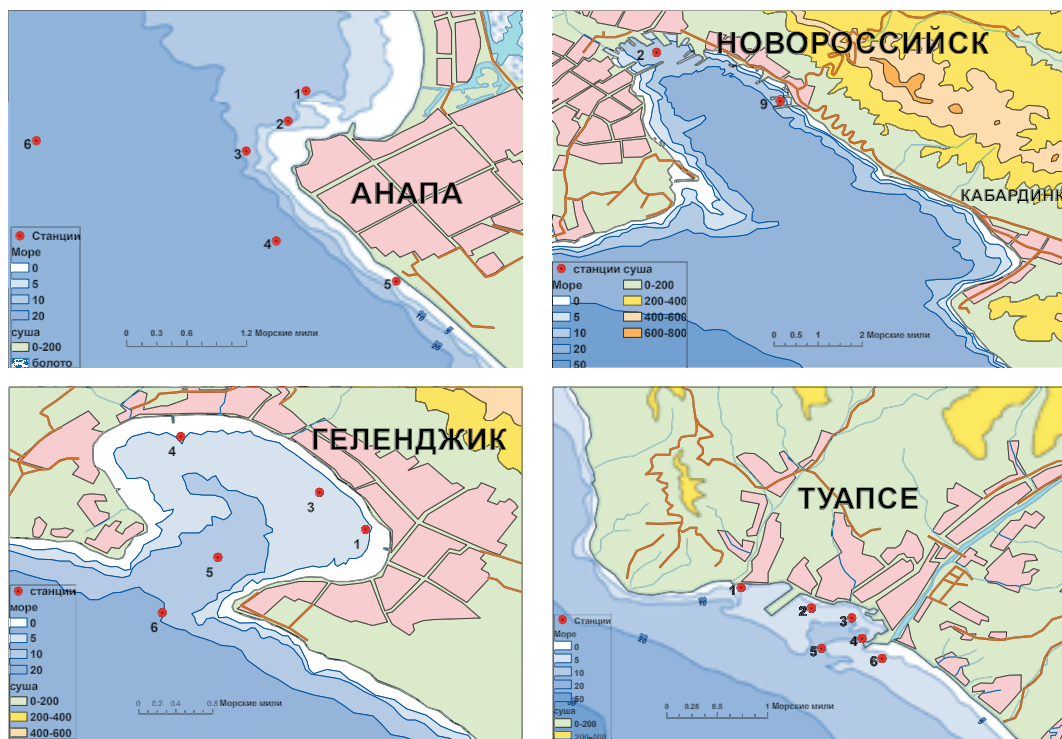


Рис. 3.6. Схема расположения станций отбора проб на акватории портов российской части Черного моря в 2014 г. (ГМБ Туапсе).

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. 3.6). В состав наблюдений входило определение стандартных гидролого-гидрохимических параметров (температура, соленость S‰, водородный показатель pH, растворенный кислород O₂ методом Винклера, щелочность Alk), концентрация биогенных элементов (фосфатов PO₄, аммонийного азота, нитритов NO₂ и силикатов SiO₃) и загрязняющих веществ — НУ, СПАВ, ХОП и растворенной в воде ртути. Экстракция нефтяных углеводородов производилась четырёххлористым углеродом, пестицидов — гексаном. Нефтяные углеводороды определялись ИКС-методом на приборе КН-2 (концентратомер). Определение концентрации хлорорганических пестицидов (газожидкостная хроматография) и растворённой ртути (поглощение УФ) производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды.

Анапа. В январе, апреле, июле и октябре 2014 г. на 5 прибрежных станциях с глубинами 6–22 м было отобрано и проанализировано из поверхностного слоя 20 проб воды. Соленость в период наблюдений изменялась в пределах 16,20–19,17‰ (оба значения 15 января), средняя за год величина была примерно равна прошлогодней и составила 18,32‰. Сезонные изменения температуры были значительными: 5,7–23,9°C. Значения водородного показателя pH укладывались в диапазон 8,15–8,51; общей щелочности 2,995–3,255 мг-экв/дм³. Гидролого-гидрохимические параметры и концентрация биогенных элементов находились в пределах естественных межгодовых колебаний (табл. 3.3).

Таблица 3.3. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья России в 2014 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	18,316/ 19,170	3,094/3,225	9,51/ 7,23	8,32/ 8,51	12,1/ 20	297/ 530	104/ 220	1,3/ 2,2
Новороссийск	18,30/ 18,98	3,155/3,573	9,44/ 7,79	8,37/ 8,53	12,3/ 23	266/ 470	94,5/ 175	1,3/ 3,9
Геленджик	18,30/ 19,13	3,101/3,203	9,38/ 7,79	8,33/ 8,51	13,5/ 25	240/ 500	113,5/ 184	1,4/ 2,7
Туапсе	17,26/ 18,56	3,051/3,548	8,79/ 6,92	8,33/ 8,47	39,1/ 74	169/ 610	61,0/ 157	2,3/ 4,8
O ₂ * — средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода.								

В 2014 г. среднегодовая концентрация фосфатов очень резко (в 2,5 раза) возросла в водах Туапсе до 39,10 мкг/дм³; немного возросла в Геленджике, а в Анапе, Новороссийске и Сочи снизилась. Тем не менее, среднее значение по всем районам контроля продолжило тенденцию последнего десятилетия по повышению концентрации фосфатов (рис. 3.7). Аналогичный тренд выявлен и для максимальных значений концентрации неорганического фосфора (фосфор фосфатов). Особенно значительный рост в 2014 г. отмечен в водах прибрежного района между устьями рек Сочи и Мзымта. Существенных изменений в содержании остальных форм биогенных веществ не отмечено.

Концентрация нефтяных углеводородов в поверхностных водах района у Анапы превышала предел обнаружения (DL=0,002 мг/дм³) во всех 11 проанализированных пробах. Максимум достигал 0,03 мг/дм³ в середине января и в июле; средняя за год составила 0,012 мг/дм³. Среднее значение за последнее десятилетие существенно варьировало год от года во всех

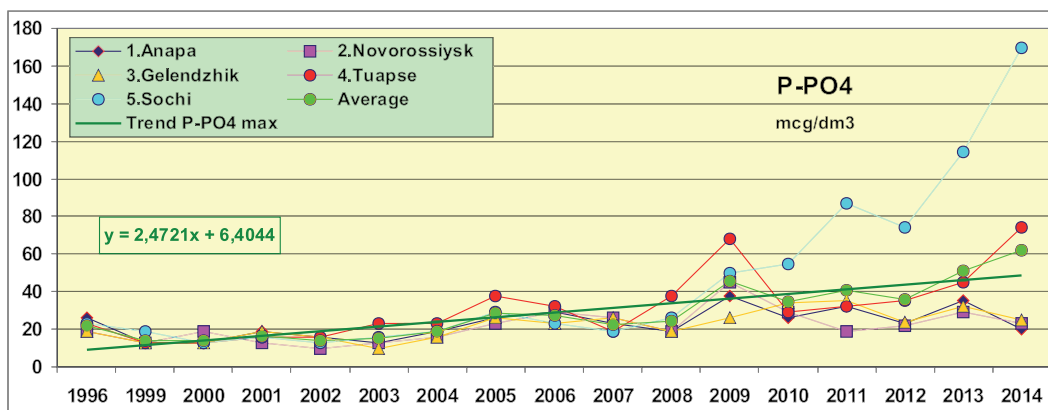
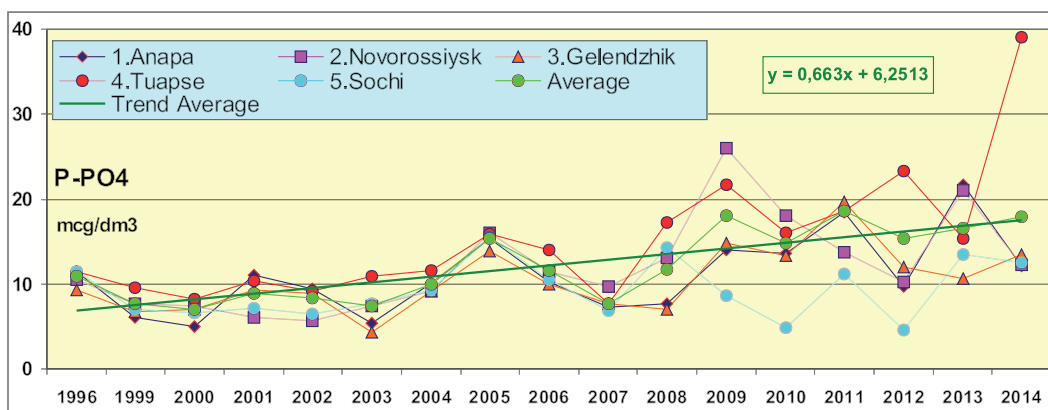


Рис. 3.7. Средняя и максимальная концентрация неорганического фосфора P-PO₄ (фосфаты, мкг/дм³) на акватории портов российской части Черного моря в 1996–2014 гг.

исследованных районах Кавказского побережья, однако в целом наблюдается тенденция понижение уровня загрязнения поверхностных вод НУ. Концентрация детергентов в 14 пробах изменялась от 5 до 10 мкг/дм³; средняя величина 7,9 мкг/дм³. Кислородный режим был в пределах нормы, дефицита растворенного кислорода в воде не наблюдалось. Наименьшие значения (менее 8,00 мгО₂/дм³) были отмечены в апреле и июле. Диапазон значений 7,23–11,83, в среднем 9,51 мгО₂/дм³. Относительное содержание растворенного в воде кислорода было в пределах 97–119% и в среднем составило 107,1% насыщения.

Новоросийск. В 2014 г. на 4 станциях в Цемесской бухте с глубинами 7–13 м было отобрано 16 проб воды из поверхностного слоя. Соленость была в узком диапазоне 17,740–18,980‰, наименьшие значения были в июле (средняя 17,775‰). Как и в прошлом году, уровень рН находился в узком диапазоне 8,25–8,53, а средняя величина составила 8,37 ед.рН. Значения общей щелочности были в пределах диапазона обычной сезонной и межгодовой изменчивости, однако выше прошлогодних (3,041–3,573 мг-экв/дм³). Концентрация фосфора фосфатов варьировала в пределах 5–23 мкг/дм³, в среднем 12,3 мкг/дм³ (табл. 3.3). Содержание аммонийного азота было в пределах 27–175 мкг/дм³; в среднем 94,5 мкг/дм³; нитритов 0,1–3,9/1,3 мкг/дм³. В течение последних двух десятилетий концентрация нитритов суще-

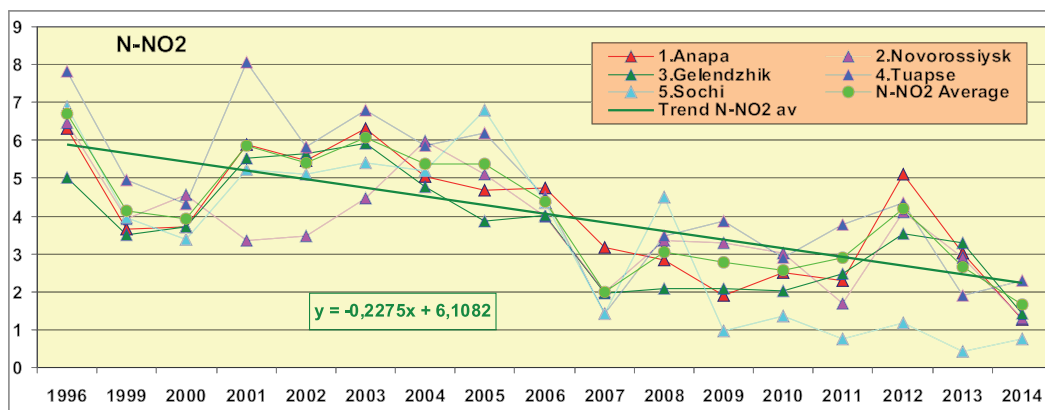


Рис. 3.8. Средняя концентрация нитритного азота $N\text{-NO}_2$ ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996–2014 гг.

ственно снижалась в водах Новороссийской бухты (рис. 3.8). Средняя концентрация кремния немного выросла и составила $266 \text{ мкг}/\text{дм}^3$; диапазон $140\text{--}470 \text{ мкг}/\text{дм}^3$.

Несмотря на интенсивное судоходство и наличие терминала по перевалке нефти уровень загрязнения Цемесской бухты нефтяными углеводородами остается относительно невысоким. Концентрация нефтяных углеводородов в поверхностном слое вод бухты в 13 пробах была выше предела обнаружения $DL=0,001 \text{ мг}/\text{дм}^3$ и достигала $0,05 \text{ мг}/\text{дм}^3$ в июле. В 12 пробах содержание СПАВ изменялось от 5 до $15 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, в среднем $9,2 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Кислородный режим был в пределах нормы, диапазон концентрации растворенного в воде кислорода составил $7,79\text{--}11,62 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, в среднем $9,44 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$.

Геленджик. В Геленджикской бухте на 5 станциях с глубинами 3–6 м было отобрано 20 проб воды. Минимальная соленость ($17,69\%$) была отмечена 5 июля в северной части бухты на ст. №4, а максимальная на ст. №7 ($19,13\%$) 15 января. Уровень pH изменялся в диапазоне $8,18\text{--}8,51$ ед.pH; значения общей щелочности лежали в диапазоне $3,000\text{--}3,203 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$, наименьшие величины зафиксированы в начале июля. Максимальная концентрация всех контролируемых биогенных элементов (нитритного и аммонийного азота, фосфатов и силикатов) была значительно ниже ПДК (табл. 3.3).

В 11 отобранных пробах содержание НУ находилось в пределах $0,001\text{--}0,02 \text{ мг}/\text{дм}^3$ и составило в среднем $0,009 \text{ мг}/\text{дм}^3$. Концентрация СПАВ $5\text{--}15 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, в среднем $8,6 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Концентрация растворенного кислорода изменялась в пределах $7,79\text{--}11,05 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, средняя $9,38 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Процентное содержание растворенного кислорода изменялось от $94,5\%$ до $133,4\%$; наименьшие значения отмечены в январе.

Туапсе. Кроме трех стандартных гидрохимических съемок на пяти станциях с глубинами от 5 до 10 м (20 проб), наблюдения также проводились еженедельно на штормовой станции №2 с глубиной 6 м у основания волнолома (33 пробы). Все 53 пробы отобраны из поверхностного слоя вод. И минимальная ($11,50\%$), и максимальная ($18,56\%$) соленость воды была отмечена 13 февраля. Значения pH и общей щелочности в водах вблизи Туапсе почти соответствовали прошлогодним и изменялись в узком диапазоне $8,15\text{--}8,47$ ед.pH и $2,746\text{--}3,548 \text{ мг-экв}/\text{дм}^3$. Содержание всех форм биогенных элементов не превышало допустимого норматива и в целом соответствовало диапазону многолетней изменчивости.

Содержание нефтяных углеводородов в поверхностных водах было невысоким, в одной пробе концентрация НУ была ниже предела обнаружения ($DL=0,001 \text{ мг/дм}^3$), а максимум достигал $0,41 \text{ мг/дм}^3$ (8,2 ПДК, 25 декабря). Следующее значение $0,13 \text{ мг/дм}^3$ было отмечено 5 июня. Средняя за год величина составила $0,042 \text{ мг/дм}^3$. Хотя в среднем в последние годы нефтяное загрязнение вод района Туапсе постенно снижалось, однако в 2014 г. за счет нескольких очень высоких значений резко увеличилось (рис. 3.9). В целом на всем Кавказском побережье наблюдается значительная вариабельность среднегодовых величин и существенный уровень различия между районами контроля. Тем не менее, за период наблюдений выявлена тенденция к снижению уровня нефтяного загрязнения. Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ равнялась аналитическому нулю только в одной пробе из 40, а в остальных достигала 15 мкг/дм^3 ; среднее значение составило $7,07 \text{ мкг/дм}^3$, что в 2 раза больше прошлогоднего значения. Многолетняя динамика средней концентрации СПАВ в Кавказских прибрежных водах показывает значительный рост. Кислородный режим поверхностного слоя вод был в пределах нормы. Минимальное значение растворенного кислорода ($6,92 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) зафиксировано 5 июня при температуре воды $21,0^\circ\text{C}$ и соответствовало 110,7% насыщения; среднее значение было чуть выше прошлогоднего и составило $8,79 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$.

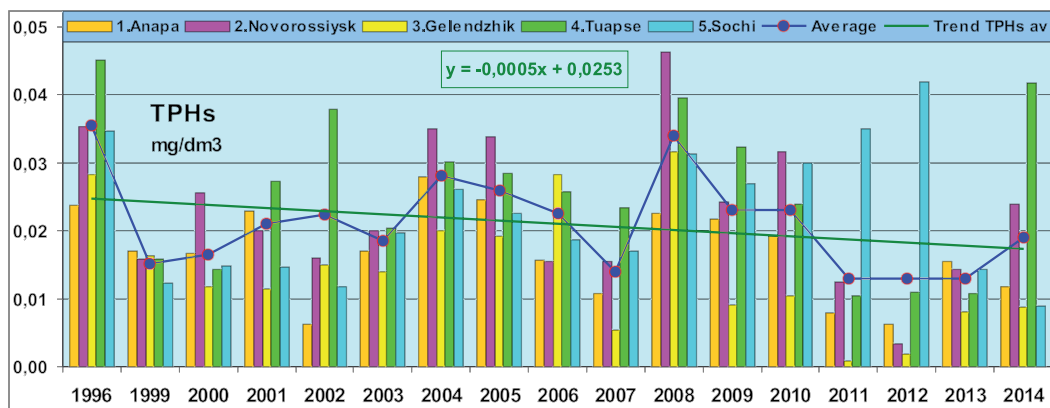


Рис. 3.9. Средняя концентрация нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996–2014 гг.

3.6. Прибрежная зона района Сочи — Адлер

В 2014 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 феврале, июне, августе и октябре. Наблюдения проводились с борта арендованного малого судна по 32 показателям на 8 станциях, расположенных на участке от устья реки Сочи до устья реки Мзымта (рис. 3.10). 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

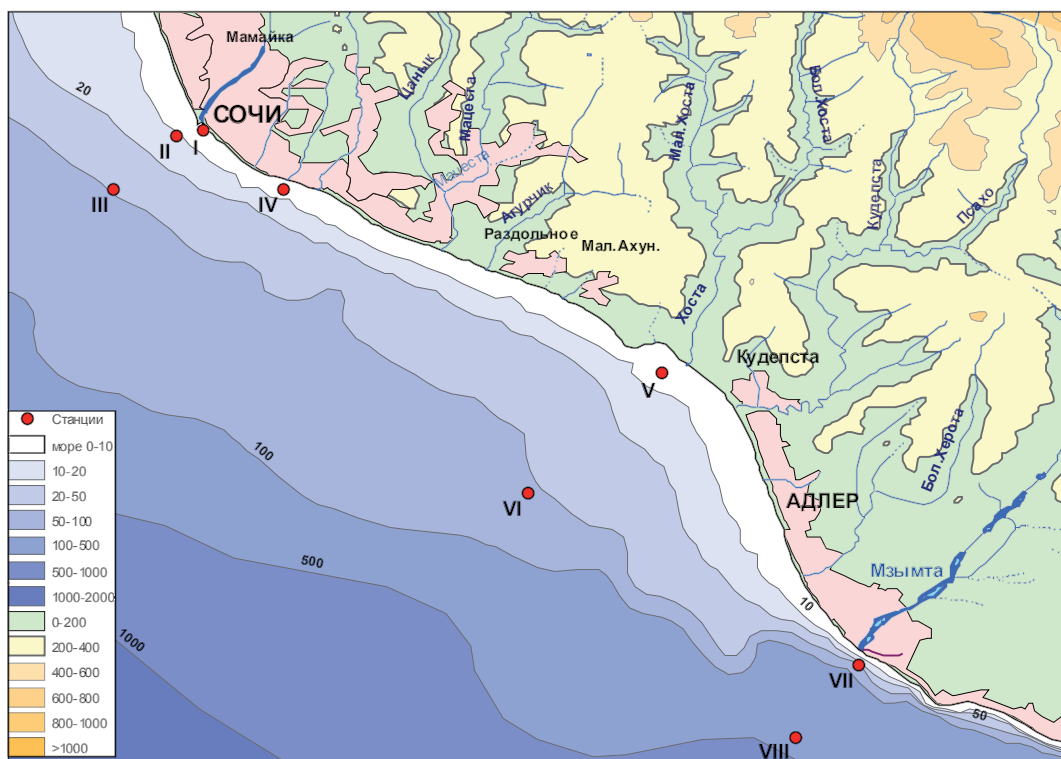


Рис. 3.10. Расположение станций отбора проб в прибрежной зоне района Сочи — Адлер в 2014 г. Станция VIII расположена на траверсе р. Мзымта в 2 морских милях от берега.

(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 определялся окислительно-восстановительный потенциал морской воды, электропроводность, соленость, хлорность, щелочность, pH, 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 2014 г. было отобрано 88 проб воды у Адлера (24), Хосты (24), Сочи (40) и произведено 2608 анализов (672, 672 и 1264 соответственно) по 37 ингредиентам и параметрам, из которых измерения гидрологических параметров составили 616 значения, стандартная гидрохимия — 1136, НУ и СПАВ по 64, взвешенные вещества 88, ТМ 192 и СОЗ 448.

Среднее значение **солёности** в исследуемом районе составило 17,14‰; минимум 7,30‰ зафиксирован на поверхности в устье реки Сочи 21 августа (6,57‰ ниже прошлогоднего минимума); максимум достигал 19,05‰ в июне ноября на глубине 50 м на траверсе устья

реки Мзымта, значение равно прошлогоднему максимуму (табл. 3.4). Значения ниже 16‰ были отмечены в 9 пробах из устьев рек Сочи и Хоста во все сезоны года. Значения pH были близки к прошлогодним и не выходили за пределы межгодовой изменчивости: 7,39–8,54 ед. pH. Значения щелочности изменялись в пределах 2,130–3,606 мг-экв/дм³. Содержание взвешенных веществ в водах района изменялось в течение года в пределах от значения меньше предела обнаружения в двух пробах до 5,9 мг/дм³ (в 2013 г. — 0,1–7,7; в 2012 г. — 0,14–14,3; в 2011 г. — 0,5–37,9 мг/дм³), максимальная мутность вод была зафиксирована 17 июня в эстуарии реки Хоста на поверхности.

Таблица 3.4. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья в районе Сочи-Адлер в 2014 г.

Район	S, ‰	Alk	O ₂ *	pH	P _{total}	PO ₄	SiO ₃	NH ₄	NO ₂	NO ₃	N _{total}
порт Сочи	17,506/ 18,239	2,878/ 3,492	9,22/ 7,85	8,34/ 8,48	43,2/ 86,8	16,3/ 51,3	222/ 737	12,0/ 22,1	0,4/ 0,9	14,7/ 40,3	345/ 554
Эстуарии рек	15,745/ 18,239	2,743/ 3,447	8,92/ 7,80	8,39/ 8,53	37,6/ 186,6	15,5/ 169,7	451/ 1751	24,0/ 115,3	1,1/ 15,0	28,9/ 247,0	286/ 740
Открытые воды	18,017/ 19,049	2,860/ 3,606	8,90/ 7,75	8,36/ 8,54	29,9/ 150,5	7,3/ 29,1	166/ 796	12,0/ 32,2	0,4/ 2,7	6,3/ 19,1	198/ 450
Суммарно район	17,144/ 19,049	2,819/ 3,606	8,94/ 7,75	8,37/ 8,54	35,4/ 186,6	12,6/ 169,7	316/ 1751	18,0/ 115,3	0,7/ 15,0	18,6/ 247,0	260/ 740
Alk — мг-экв/дм ³ ; O ₂ — мгO ₂ /дм ³ ; биогенные элементы — мкг/дм ³ . O ₂ * — средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода.											

В 2014 г. концентрация аммонийного азота в водах района Адлер-Сочи изменялась от аналитического нуля в четырех пробах до 115,3 мкг/дм³ в устье р. Сочи 21 августа на поверхности; средняя по всем станциям составила 18,0 мкг/дм³, что в 1,7 раза меньше прошлогодней. В поверхностном слое среднегодовое содержание аммония составило 18,59, а в придонном — 18,44 мкг/дм³. Концентрация нитритного азота изменялась от значений ниже предела обнаружения DL=0,1 мкг/дм³ в 23 пробах из 64 до 15,0 мкг/дм³ в устье реки Сочи 21 августа на поверхности. Средняя составила 0,74 мкг/дм³, что в 1,7 раза меньше прошлогодней. Средняя за год концентрация по всем станциям в поверхностном слое составила 1,07; в глубоких водах 0,44 мкг/дм³. Десятилетняя динамика нитритного азота в водах района свидетельствует о значительных межгодовых колебаниях его содержания в разных участках акватории, а также слабо выраженным трендом на понижение. Концентрация нитратов изменялась в диапазоне от аналитического нуля до 247,0 мкг/дм³, составив в среднем 18,6 мкг/дм³, что в 4 раза больше прошлогоднего. Наибольшая величина была зафиксирована на траверзе реки Сочи 21 августа на поверхности. В целом в последнее десятилетие среднее содержание нитратов в водах района изменяется в районе 10–30 мкг/дм³ с резким снижением в отдельные годы и общим трендом на снижение. Содержание общего азота изменялось, как обычно, в очень широком диапазоне 33,6–739,7 мкг/дм³, составив в среднем 260,2 мкг/дм³ (увеличение в 1,3 раза). В поверхностном слое среднегодовая концентрация по всем станциям увеличилась примерно в 1,4 раза и составила 267 мкг/дм³; в придонном слое эта величина составила 260 мкг/дм³. Среднее содержание суммарного азота в порту Сочи составило 345 мкг/дм³ (2013 — 220,3), в эстуариях рек 286 мкг/дм³ (192,1) и в открытом море 198 мкг/дм³ (224,8).

Концентрация **фосфатов** в пересчете на фосфор изменялась от аналитического нуля в 11 пробах из 64 проанализированных до 169,7 мкг/дм³ (увеличение в 1,5 раза) в придонном слое вод устья Сочи 17 июня. Средняя за год концентрация по всем станциям составила 12,6 мкг/дм³ (в 2013 г. — 13,5); в поверхностном слое — 10,0 мкг/дм³, в глубинных

слоях 16,2 мкг/дм³. Содержание в воде фосфатов было наименьшим в открытых водах района (7,3 мкг/дм³), а в эстуарных районах рек исследованной акватории (15,5) и в водах порта Сочи (16,3) было примерно одинаковым. Среднегодовая величина общего фосфора варьировала от 3,9 мкг/дм³ на глубине 50 м на траверзе устья р. Мзымта до 186,6 мкг/дм³ в устье реки Сочи 17 июня; среднее значение составило 35,4 мкг/дм³, в 1,1 раза меньше прошлогоднего. В приповерхностном слое вод среднее значение равнялось 34,0 мкг/дм³, а в глубинных водах 37,1 мкг/дм³. Концентрация **силикатов** в пересчете на кремний варьировала в диапазоне от аналитического нуля в одной пробе до 1751 мкг/дм³, максимум в 3,6 раза выше прошлогоднего и был зафиксирован в эстуарии реки Хоста 25 марта. Средняя составила 316 мкг/дм³, что в 2,7 раза больше прошлогоднего. Значения выше 600 мкг/дм³ зафиксированы в 11 пробах из устьев рек Мзымты, Хоста и р. Сочи. Поскольку важнейшим источником силикатов является речной сток, их содержание в эстуарной области рек было наибольшим (452 мкг/дм³), чуть менее в порту Сочи (222) и наименьшим в открытых водах на удалении от берега (166). В поверхностном слое в целом по району исследования содержание кремниевой кислоты (453) было выше, чем в глубинных водах или в придонном слое на мелководье (178 мкг/дм³).

В контролируемом районе между реками Мзымта и Сочи в 2014 г. уровень содержания **нефтяных углеводов** изменялся в 64 отобранных пробах в диапазоне от аналитического нуля (80% — 51 пробы из 64) до 0,13 мг/дм³; в среднем составил 0,009 мг/дм³ (табл. 3.1). Максимальная величина была в 2 раза больше прошлогодней, а средняя величина уменьшилась. Наибольшая концентрация зафиксирована 17 июня на глубине 50 м в 2 морских милях от устья реки Хоста. В поверхностном слое вод содержание нефтяных углеводов было немного больше (0,009 мг/дм³), чем в глубинных и придонных слоях (0,008 мг/дм³); средняя по всему району составила 0,0086 мг/дм³. СПАВ присутствовали в водах исследуемого побережья постоянно, хотя и в незначительном количестве. Концентрация изменялась в диапазоне значений ниже аналитического нуля (11 проб из 64) до 76,0 мкг/дм³, максимум был в 2 раза выше прошлогоднего и составил 0,8 ПДК на глубине 50 м в двух милях от устья Мзымты 2 октября; среднее значение было в 2 раза выше прошлогоднего и составило 9,6 мкг/дм³. Распределение детергентов было относительно однородным по всей исследованной акватории, поскольку существенных отличий не было между водами порта Сочи (средняя 8,2 мг/дм³), эстуарными (8,1) и мористыми (12,0) участками исследованного 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. Концентрация определяемых по БПК₅ органических веществ изменялась от 0,36–2,02 мгО₂/дм³; оба экстремума очень близкие к прошлогодним. Максимум был зафиксирован в придонном слое в эстуарном районе реки Хоста 21 августа при температуре воды 27,2 °С и солености 17,34‰. Среднее значение по всему району составило 1,24 мгО₂/дм³, что немного больше прошлогоднего значения. Наименьшие значения были отмечены на удалении от берега (средняя 0,98 мгО₂/дм³), более высоким было в порту Сочи (1,21) и в эстуарных районах (1,44). В глубинных слоях воды содержание органических веществ было на 11% больше (1,35 мгО₂/дм³), чем в поверхностных (1,20 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.

Pb. Среднее содержание свинца в прибрежных водах района Сочи-Адлер уменьшилось в 1,7 раза по сравнению с предыдущим годом и составило в среднем 3,65 мкг/дм³; диапазон 0,7–10,3 мкг/дм³; максимум (1,0 ПДК) был отмечен в эстуарных водах реки Хоста в конце августа на поверхности; это единственная проба со значением выше норматива.

Fe. Как и в прошлом году содержание железа в водах района между устьями рек Мзымта и Сочи изменялось в относительно узком диапазоне 3,6–64,5 мкг/дм³ и только в одном случае превышало ПДК — в придонном слое вод порта Сочи в начале августа. Максимальное значение немного превышало прошлогоднее. В поверхностном и придонном слоях воды средняя концентрация железа была одинаковой — 24,4 и 24,0 мкг/дм³, а среднегодовая для всех проб составила 24,3 мкг/дм³.

Кислородный режим вод исследуемого прибрежного района был в пределах обычной сезонной и межгодовой изменчивости. Минимальная концентрация (7,75 мгО₂/дм³, 108% насыщения) была отмечена 21 августа в прогретом до 27,2°С слое вод на траверзе эстуарного района Мзымты. Вертикальное перемешивание вод до нижнего горизонта отбора проб (50 м) было достаточным, чтобы различий между поверхностным и подстилающими слоями не наблюдалось: средняя на поверхности 8,95 мгО₂/дм³, а в более глубоких слоях 8,93 мгО₂/дм³; средняя по всем пробам 8,94 мгО₂/дм³. В среднем по всем станциям и горизонтам насыщение воды кислородом составило 107,2%, что близко к прошлогоднему значению, диапазон 84–133%.

Таблица 3.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах акватории Черного моря в районе Сочи–Адлер в 2012–2014 гг.

Район	Ингредиент	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Сочи — Адлер	НУ	0,042 0,08	0,8 1,6	0,014 0,06	0,3 1,2	0,009 0,13	0,2 2,6
	СПАВ	6,1 44,2	<0,1 0,4	5,9 35,5	<0,1 0,4	9,6 76,0	<0,1 0,8
	Аммонийный азот*	31,7 158,6	<0,1 <0,1	29,9 127,4	<0,1 <0,1	18,0 115,3	<0,1 <0,1
	Железо	30,1 58,1	0,6 1,2	22,8 52,6	0,5 1,1	24,3 64,5	0,5 1,3
	Свинец	3,7 10,2	0,4 1,0	6,2 16,4	0,6 1,6	3,7 10,3	0,4 1,0
	БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	1,2 2,7	0,4 0,9	1,1 2,0	0,4 0,7	1,2 2,0	0,4 0,7
	Взвешенные вещества	2,84 14,3		1,96 7,7		2,02 5,9	
	Кислород	9,33 7,40		9,46 7,87		8,94 7,75	
	Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов, взвешенных веществ и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм ³ ; фенолов, аммонийного азота, АПАВ, меди, железа, цинка, свинца, марганца, кадмия и ртути в мкг/дм ³ ; ДДТ, ДДЭ, ДДД, α-ГХЦГ в нг/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. Аммонийный азот* — использовано значение ПДК (2256 мкг/дм ³) в пересчете на азот. 5. Концентрация ртути и всех пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ была ниже предела обнаружения используемого метода химического анализа.						

Район Сочи-Адлер. Оценка качества морских вод в прибрежном районе между устьями рек Мзымта и Сочи выполнялась по комплексному индексу загрязненности вод ИЗВ и по показателям: 1) комплексности (отношение числа веществ, содержание которых превышает норму, к общему числу нормируемых ингредиентов), 2) устойчивости (количество проб, в которых обнаружено достижение или превышение ПДК) и 3) уровня (кратности превышения ПДК) загрязненности вод (раздел А.2). Из 37 показателей, наблюдения по которым прово-

дились в описываемом районе в 2013 г., нормируемыми являются 21. Превышение допустимых норм было установлено для pH, фосфатов, силикатов, нефтяных углеводородов, свинца и железа, т.е. коэффициент комплексности загрязнения морских вод был высоким и составил 28,6%. Однако если не принимать во внимание биогенные элементы и водородный показатель, повышенные значения которых могли быть обусловлены естественными экосистемными процессами сезонной динамики, то коэффициент комплексности составит всего 14,3%. Воды района характеризовались единичной загрязненностью НУ с 3,1% повторяемости превышения ПДК и уровнем кратности в 2,6 раза; железом с единичной устойчивостью 3,1% и низким уровнем кратности в 1,3 раза; по свинцу единичной устойчивостью в 3,1% и низкой кратностью в 1,03 раза. В 2014 г. загрязнение прибрежных вод нефтяными углеводородами было относительно невысоким, а средняя концентрация НУ в водах района между Адлером и Сочи стабилизировались на уровне в несколько раз ниже 1 ПДК. Содержание в воде железа и свинца было относительно невысоким. Как и в последние годы растворенная ртуть не выявлена в пробах воды. Нарушений кислородного режима не наблюдалось.

В целом загрязнение прибрежных вод Большого Сочи между эстуариями рек Сочи и Мзымта было невысоким и по расчетному комплексному индексу загрязненности вод в 2014 г. (0,48) позволяет их охарактеризовать как «чистые» (табл. 3.5). Средние значения контролируемых загрязняющих веществ были существенно ниже установленных для морских вод нормативов, тогда как максимальные величины превышали или достигали их для нефтяных углеводородов (2,6 ПДК), железа (1,3 ПДК) и свинца (1,0 ПДК). Наибольшее содержание легкоокисляемого органического вещества, определяемого по БПК₅, не достигало установленного предела и составляло 0,7 ПДК. Хлорорганические пестициды и гербицид трифлуралин в пробах морской воды выявлены не были. Рассчитанные для отдельных участков акватории значения индекса были очень близкими, что позволяет предполагать отсутствие значительных отличий между акваторией порта Сочи, эстуарных участков рек Сочи, Хоста и Мзымта, а также немного удаленными от берега открытыми водами. В последние годы существенных изменений качества морских вод отмечено не было и общий уровень загрязнения незначительный. Состояние вод района в многолетней динамике оценивается как стабильное.

Таблица 3.5. Оценка качества вод прибрежной акватории Черного моря в районе Сочи–Адлер в 2012–2014 гг.

Район и подрайоны	2012 г.		2013 г.		2014 г.		Среднее содержание ЗВ в 2014 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Район Сочи–Адлер	0,61	II	0,50	II	0,48	II	Fe 0,49; Pb 0,37; БПК ₅ 0,40; O ₂ 0,67
Акватория порта Сочи	0,56	II	0,53	II	0,47	II	Fe 0,52; Pb 0,31; БПК ₅ 0,40; O ₂ 0,65
Устья рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый	0,63	II	0,52	II	0,49	II	Fe 0,47; Pb 0,34; БПК ₅ 0,48; O ₂ 0,67
Открытое море	0,61	II	0,45	II	0,48	II	Fe 0,50; Pb 0,41; БПК ₅ 0,33; 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 20080 км³. На западе граница Балтийского моря проходит по линии мыс Скаген — юго-западная оконечность о.Черн. Связь Балтийского моря с Северным осуществляется через Датские проливы, которые включают проливы Малый Бельт (наименьшая ширина 0,5 км), Большой Бельт (3,7 км), Эресунн (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°C. 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°C, у берегов — ниже 0°C; летом температура воды повышается до 18–20°C. 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 мас-

сы: 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. Льдообразование начинается в начале ноября. В суровые зимы толщина неподвижного льда может достигать 1 м, а толщины плавучих льдов — 40–60 см. В мае море обычно очищается ото льда.

4.2. Система мониторинга восточной части Финского залива и Невской губы

В 2014 г. наблюдения в восточной части Финского залива и Невской губе были выполнены ФГБУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р» на 48 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) и на 1 ст. в устье р. Нева; с мая по октябрь на 16 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 в июне, августе и октябре проводили в Мелководной зоне (МЗ) на 6 станциях, в глубоководном районе восточной части залива (5 ст.), в Лужской и Копорской губах (4 ст.), а также на 7 ст. в Выборгском заливе и 1 станции в порту Выборга. 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; хлорорганических пестицидов — газохроматографическим методом; металлов — методом атомно-абсорбционной спектрометрии фильтрованных проб воды. Химические анализы выполнялись в Аналитической лаборатории, аккредитованной на техническую компетентность Росстандартом и зарегистрированной в государственном ре-

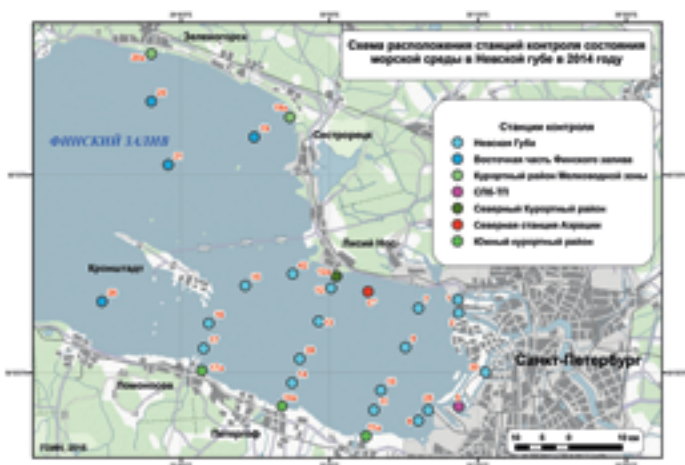


Рис. 4.1. Схема расположения станций контроля состояния морской среды в Невской губе в 2014 г.

стре с номером РОСС RU.0007.510422. В Невской губе и в курортной зоне мелководного района Восточной части Финского залива 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

Общая гидрохимия. В 2014 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 3,5–15 м). За весь период наблюдений было отобрано 228 проб с 17 станций. Содержание растворенного кислорода в пробах изменялось в диапазоне от 6,96 мгО₂/дм³ до 14,03 мгО₂/дм³. Среднее значение в Невской губе в поверхностном и придонном слоях составляло 10,58 и 10,33 мгО₂/дм³ соответственно. Минимальное значение растворенного кислорода было отмечено в июне в пробах из придонного слоя; максимальное — в декабрьских пробах из поверхностного слоя. Величина водородного показателя рН составляла от 6,83 до 8,32 (июль, поверхность), в среднем — 7,44. Значения показателя щелочности в Невской губе варьировали в интервале от 0,464 (октябрь, придонный слой) до 0,992 ммоль/дм³ (февраль, поверхность). В водах Невской губы величина биохимического потребления кислорода (БПК₅), определяющая содержание легкоокисляемых органических соединений, в течение всего года изменялась в диапазоне от 0,6 до 7,2 мгО₂/дм³. Среднее значение во всем столбе воды составило 1,71 мгО₂/дм³. Из 206 проб БПК₅ только 15 выше норматива (3,0 мгО₂/дм³). Абсолютный максимум БПК₅ был отмечен на ст. №12 в районе Лисьего Носа на севере Невской губы. Из 228 отобранных в Невской губе проб в 178 содержание фосфатного фосфора было ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм³). Остальные значения изменялись в интервале от 5 до 64 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация составила 2,88 мкг/дм³, что ниже прошлогоднего значения (3,86 мкг/дм³). Значения содержания общего фосфора варьировали в диапазоне от значений ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм³ — 80 проб из 228) до 79 мкг/дм³. В среднем концентрация общего фосфора за весь период наблюдений составила 7,16 мкг/дм³, что ниже прошлогоднего уровня в 1,3 раза (9,01 мкг/дм³). В шести из 228 проб содержание аммонийного азота было на уровне аналитического нуля (менее 10 мкг/дм³). В остальных изменялось в диапазоне от 10 мкг/дм³ до 870 мкг/дм³, среднегодовое значение составило 76,78 мкг/дм³, что выше прошлогоднего (60,63 мкг/дм³). Мак-

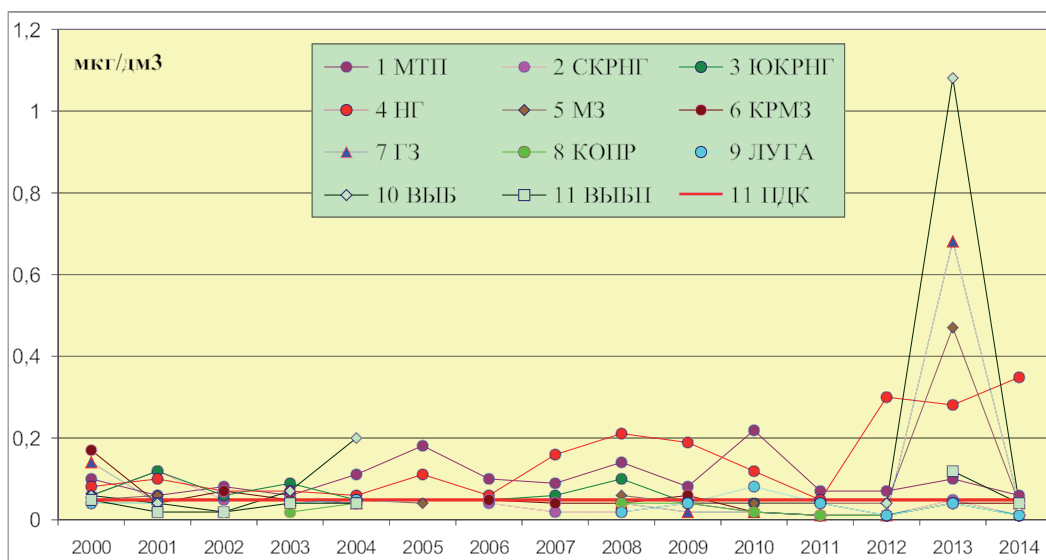
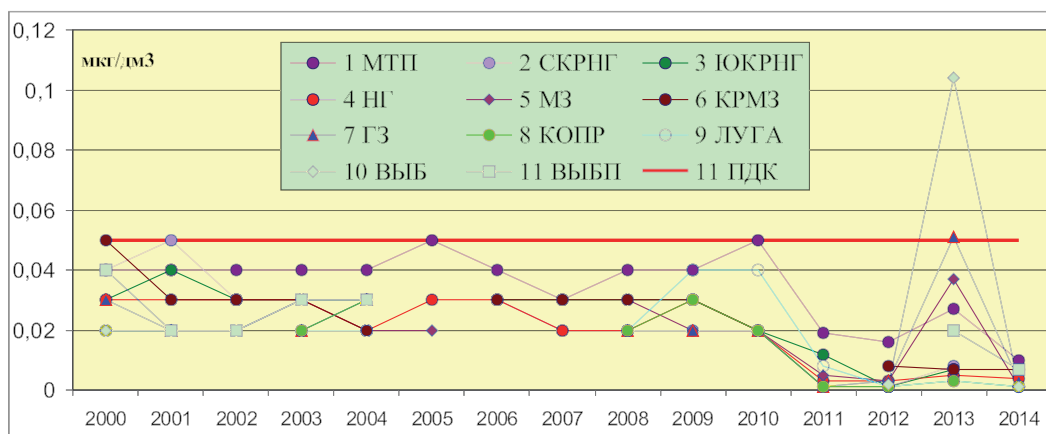


Рис. 4.2. Многолетняя изменчивость средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов в восточной части Финского залива в 2000–2014 гг.

симальная величина была отмечена в октябре на поверхности в районе Лисьего Носа в северной части Невской губы. В течение года концентрация нитратного азота в водах Невской губы изменялась от 58 до 690 мкг/дм³. Из 228 проб в 12 было отмечено высокое загрязнение (более 400 мкг/дм³). Средняя концентрация нитратов в течение всего года во всем столбе воды составляла 215,85 мкг/дм³, что ниже прошлогоднего значения — 238,46 мкг/дм³. Содержание кремнекислоты в 2014 г. в Невской губе варьировало в интервале от 20 мкг/дм³ до абсолютного максимума 1070 мкг/дм³, отмеченного в феврале на поверхности в районе Ломоносова. Среднее значение содержания кремнекислоты во всем столбе воды составляло 190,16 мкг/дм³, что в 1,4 раза ниже прошлогоднего значения — 273,00 мкг/дм³.

Органические загрязняющие вещества. В период с января по октябрь 2014 г. было отобрано 218 проб для определения концентрации нефтяных углеводородов. В 206 пробах содер-

жание нефтяных углеводородов было ниже уровня чувствительности метода химического анализа ($DL=0,04$ мг/дм³). Максимальное значение концентрации нефтяных углеводородов было зарегистрировано в февральских пробах на поверхности воды в районе Петродворца и составило 0,35 мг/дм³ (7 ПДК). Несмотря на высокое максимальное значение воды Невской губы не являются хронически загрязненными нефтяными углеводородами. Среднее значение концентрации нефтяных углеводородов во всем столбе воды по всем станциям наблюдений составило 0,004 мг/дм³. Максимальное значение только в Невской губе было сопоставимо с ПДК, а в остальных районах залива было очень невысоким (рис. 4.2). Средние значения по всем районам контроля в 2014 г. демонстрировали минимальные уровни загрязнения НУ, существенно ниже значений предыдущего десятилетия. Для определения концентрации СПАВ в 2014 г. было отобрано 183 пробы воды; в 69 из них содержание было ниже уровня аналитического нуля ($DL=0,01$ мг/дм³). В оставшихся пробах концентрация СПАВ изменялась в диапазоне от 0,01 до 0,07 мг/дм³, отмеченного в придонном слое в июльских пробах в районе Ломоносова в южной части Невской губы. Среднее значение во всем столбе воды составило 0,009 мг/дм³, что немного больше значений прошлого года. В 2014 г. из 168 проб только в четырех содержание фенола было выше уровня определения ($DL=0,5$ мг/дм³). Максимальное значение содержания фенола было зарегистрировано в майских пробах в придонном слое — 0,8 мг/дм³. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. В период с января по октябрь 2014 г. только одной пробе из 218 концентрации меди была ниже уровня определения ($DL=0,5$ мг/дм³). В остальных пробах значения изменялись в диапазоне от 1 до 10 мг/дм³, отмеченного в придонном слое в февральских пробах в северной части Невской губы. Среднее значение во всем столбе воды за весь период наблюдений составило 2,38 мг/дм³, что ниже прошлогоднего значения. В целом тенденция снижения меди в водах Невской губе продолжается. Ниже уровня определения ($DL=2$ мг/дм³) содержание свинца было в 124 случаях из 218 отобранных проб. В остальных концентрация свинца во всем столбе воды изменялась в диапазоне 2–4,6 мг/дм³. В 2014 г. среднее значение концентрации свинца составило 0,97 мг/дм³, что ниже прошлогоднего значения в 2,2 раза (2,17 мг/дм³). Из 219 проб, отобранных для определения концентрации цинка в 2014 г., в 147 пробах зарегистрирована концентрация цинка ниже уровня ПДК (10 мг/дм³). В остальных случаях она изменялась в интервале 11–62 мг/дм³ (более 6 ПДК, отмечен в придонном слое в северной части Невской губы в февральских пробах). В среднем концентрация цинка во всем столбе воды составила 9,7 мг/дм³, что ниже 2013 г. — 11,9 мг/дм³. Содержание никеля в водах Невской губы в течение всего года во всем столбе воды находилось практически на уровне определения $DL=5$ мг/дм³. Только в 36 пробах концентрация кобальта была выше уровня определения ($DL=2$ мг/дм³); среднее значение составило 0,33 мг/дм³. В 93 пробах из 218 концентрация хрома была ниже уровня определения ($DL=1$ мг/дм³), а в остальных случаях изменялась в интервале 1,0–3,2 мг/дм³, максимум отмечен в июньских пробах в придонном слое.

4.4. Южный курортный район Невской губы

Общая гидрохимия. В 2014 г. мониторинг Южного курортного района Невской губы обеспечивался наблюдениями на 3 станциях, на которых производился отбор проб в период с мая по октябрь на глубинах от 0 до 1 м. Всего было отобрано 19 проб. За весь период наблюдений содержание растворенного кислорода в пробах изменялось в диапазоне от 5,19 до 13,52 мгО₂/дм³; среднее значение во всем столбе воды 10,23 мгО₂/дм³, что сопоставимо с концентрацией кислорода в центральной части Невской губы. Величина водородного показателя в южном курортном

районе за весь период наблюдений варьировала 6,65–9,67, в среднем 7,71. Среднее значение щелочности за весь период наблюдений во всем столбе воды составило 1,06 ммоль/дм³, достигая максимального значения 1,52 ммоль/дм³ в летних пробах с поверхности. В 2014 г. в водах Южного курортного района величина биохимического потребления кислорода БПК₅, характеризующая содержание легкоокисляемых соединений, была зарегистрирована в интервале 1,4–5,2 мгО₂/дм³. В 7 пробах из 19 было отмечено превышение ПДК (3,0 мгО₂/дм³). Содержание аммонийного азота в 2014 г. изменялось в пределах от 12 до максимального значения 850 мкг/дм³, отмеченного на поверхности в июльских пробах. Среднее значение за весь период наблюдений по всем станциям во всем столбе воды составляло 232,83 мкг/дм³. Во всех пробах концентрация нитритного азота в Южном курортном районе фиксировалась выше уровня определения (DL=2,5 мкг/дм³) и изменялась в диапазоне 1,1–66 мкг/дм³, максимум отмечен на поверхности в июльских пробах. Среднее значение общего азота в водах Южного курортного района за весь период наблюдений во всем столбе воды составляет 885,5 мкг/дм³, достигая максимальных значений (1470 мкг/дм³) в июльских пробах, что немного выше прошлогодних значений. За весь период наблюдений значение концентрации кремнекислоты изменялось в интервале от 27 до 370 мкг/дм³. Среднее значение составляет 150,66 мкг/дм³, что ниже среднего значения концентрации кремнекислоты в Центральной части Невской губы (190,16 мкг/дм³) и практически равно значению прошлого года (150,33 мкг/дм³).

Органические загрязняющие вещества. В 2014 г. в водах Южного курортного района только в двух пробах из 19 содержание нефтяных углеводородов превышало уровень определения (DL=0,04 мг/дм³). В 10 из 19 отобранных проб концентрация СПАВ была ниже уровня определения (DL=0,01 мкг/дм³), в остальных изменялась в интервале 12–28 мкг/дм³. Во всех исследованных пробах воды содержание фенола, хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. В 2014 г. во всех пробах Южного курортного района концентрация меди была зарегистрирована выше уровня определения и изменялась в диапазоне от 1,9 до 5,2 мкг/дм³. Среднее значение во всем столбе воды составило 3,05 мкг/дм³, что выше прошлогоднего значения (2,7 мкг/дм³) и выше среднего значения центральной части Невской губы (2,39 мкг/дм³, более 2 ПДК). Концентрация цинка в шести пробах из 19 превышала ПДК (10 мкг/дм³), достигая максимального значения 20 мкг/дм³ в октябре на поверхности воды. Среднее значение за весь период наблюдений во всем столбе воды составляло 9,02 мкг/дм³, что выше прошлогоднего среднего значения по району — 7,79 мкг/дм³. Концентрация никеля во всех пробах была ниже уровня определения (5 мкг/дм³). Только в 3 пробах из 19 содержание кобальта зафиксировано выше уровня определения; средняя концентрация кобальта в Южном курортном районе во всем столбе воды составила 0,33 мкг/дм³. В 14 пробах значения содержания хрома зафиксированы выше уровня определения; среднее значение составило 1,11 мкг/дм³. За весь период наблюдений превышение ПДК по содержанию хрома, кобальта и никеля в Южном курортном районе зарегистрировано не было.

4.5. Северный курортный район Невской губы

Общая гидрохимия. В Северном курортном районе Невской губы 6 проб отобрано на одной станции в период с мая по октябрь на глубинах 0 и 2,8 м. Содержание растворенного кислорода изменялось в диапазоне от 8,06 до 13,33 мгО₂/дм³; среднее значение 11,06 мгО₂/дм³, что практически равно среднему содержанию растворенного кислорода в Центральной части Невской губы — 10,58 мг/мгО₂/дм³; максимальное значение было отмечено в октябре. Величина водородного показателя pH изменялась от 6,99 до 9,38, при среднем значении за

весь период наблюдений 8,07. В водах Северного курортного района в 2014 г. величина биохимического потребления кислорода БПК₅ варьировала в интервале 2–3,1 мгО₂/дм³; среднее значение составляла 2,5 мгО₂/дм³, что выше показателя в Центральной части Невской губы, но ниже прошлогоднего показателя 3,06 мгО₂/дм³. Из 6 проб в четырех значение фосфатного фосфора было ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм³), в остальных — 6,4 и 12,0 мкг/дм³; среднегодовая концентрация составила 3,07 мкг/дм³, что значительно ниже прошлогоднего значения 14,61 мкг/дм³. Содержание общего фосфора варьировало в диапазоне 5–19 мкг/дм³, а в одной пробе было ниже уровня определения. В среднем концентрация общего фосфора за весь период наблюдений составила 9,85 мкг/дм³. Содержание аммонийного азота изменялось от значений ниже чувствительности метода определения (10 мкг/дм³) до максимального значения 420 мкг/дм³, отмеченного на поверхности в майских пробах. Среднее значение за весь период наблюдений во всем столбе воды составило 117,6 мкг/дм³. Концентрация нитритного азота в Северном курортном районе изменялась в диапазоне от 0,6 до максимума 32,0 мкг/дм³ (поверхность, май); среднее — 11,9 мкг/дм³. Среднее значение содержания общего азота по всем пробам зафиксировано на уровне 736,7 мкг/дм³ при максимальном значении 1050 мкг/дм³ в мае. Содержание кремнекислоты в 2014 г. в водах Северного курортного района варьировало в интервале от 21,0 до 250,0 мкг/дм³, отмеченного в октябре на поверхности. Среднее значение содержания кремнекислоты составило 114,2 мкг/дм³, что немного выше прошлогоднего (107,67 мкг/дм³).

Органические загрязняющие вещества. Только в одной из 6 отобранных проб содержание нефтяных углеводородов достигало уровня определения (DL=0,04 мг/дм³). В трех пробах в течение периода наблюдений концентрация СПАВ изменялась в диапазоне 11–14 мкг/дм³, в остальных пробах была ниже DL=10 мкг/дм³. Содержание фенола лишь в одной пробе достигло уровня определения DL=0,5 мкг/дм³. Содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ во всех исследованных пробах было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. Во всех 6 пробах концентрация меди была выше уровня определения (DL=0,5 мкг/дм³) и изменялась в диапазоне 2,2–4,2 мкг/дм³, отмеченного в поверхностном слое в октябре. Среднее значение концентрации меди во всем столбе воды за весь период наблюдений составило 3,25 мкг/дм³, что ниже прошлогоднего значения 4,41 мкг/дм³. В 3 пробах из 6 содержание свинца достигало уровня определения (DL=2 мкг/дм³). Содержание цинка 11 мкг/дм³ (1,1 ПДК) было зафиксировано в одной майской пробе. Содержание никеля в водах Невской губы в течение всего года во всем столбе воды находилось практически на уровне определения 5 мкг/дм³. Содержание кобальта и хрома во всех пробах было ниже уровня определения концентрации DL=2 и 1 мкг/дм³ соответственно. За весь период наблюдений превышение ПДК по содержанию хрома, кобальта и никеля в Северном курортном районе зарегистрировано не было.

4.6. Морской торговый порт (МТП)

Общая гидрохимия. В 2014 г. пробы в районе Санкт-Петербургского Морского Торгового Порты (МТП) отбирались на одной станции в течение всего года в поверхностном и придонном слое. За весь период наблюдений было отобрано 23 пробы. Содержание растворенного кислорода в водах МТП за весь период наблюдений изменялось в диапазоне от 7,91 до 13,52 мгО₂/дм³; среднее значение 11,05 мгО₂/дм³, что немного выше прошлогоднего показателя 10,79 мгО₂/дм³. Максимальное значение было отмечено в январе на поверхности. Величина водородного показателя рН изменялась от 7,07 до 7,76, при среднем значении за

весь период наблюдений 7,48. В водах МТП в 2014 г. величина биохимического потребления кислорода БПК₅ варьировала в интервале от 0,8 до 3,3 мгО₂/дм³ (1,1 ПДК); среднее значение 1,6 мгО₂/дм³ (в 2013 г. 1,9 мгО₂/дм³). В 10 из 23 проб значение фосфатного фосфора было ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм³), а в остальных достигало 14 мкг/дм³; в среднем составило 4,3 мкг/дм³, что значительно ниже прошлогоднего значения 9,8 мкг/дм³. Содержание общего фосфора варьировало от значений ниже предела определения (2 пробы) до 19,0 мкг/дм³. В среднем концентрация общего фосфора за весь период наблюдений составила 9,56 мкг/дм³. Содержание аммонийного азота изменялось в пределах от 20,0 до 490,0 мкг/дм³, отмеченного на поверхности в ноябре. Среднее значение за период наблюдений во всем столбе воды составило 167,1 мкг/дм³, что ниже прошлогоднего значения (191,70 мкг/дм³). Концентрация нитритного азота изменялась в диапазоне 0,6–78,0 мкг/дм³, среднее значение — 13,14 мкг/дм³. Среднее значение содержания общего азота по всем пробам в водах МТП зафиксировано на уровне 793,04 мкг/дм³, при максимальном значении 1140 мкг/дм³, отмеченном в придонном слое в ноябре. Силикаты были в интервале 75–760 мкг/дм³ (февраль, придонный слой). Среднее значение содержания кремниевой кислоты составило 367 мкг/дм³, что ниже среднего прошлогоднего — 532 мкг/дм³.

Органические загрязняющие вещества. В 5 из 23 отобранных проб значения нефтяных углеводородов были выше уровня определения (DL=0,04 мг/дм³) и достигали 0,06 мкг/дм³, зафиксированного в феврале в придонном слое. В 12 пробах в течение периода наблюдений концентрация СПАВ изменялась в диапазоне 1–36 мкг/дм³, в остальных пробах была ниже уровня определения. В 5 пробах содержание фенола было выше уровня определения (DL=0,5 мкг/дм³), достигая в декабре максимального значения 0,8 мкг/дм³. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. На станции Морского торгового порта в 2014 г. во всех пробах была отмечена концентрация меди выше уровня определения (DL=0,5 мкг/дм³). Значения меди изменялись в диапазоне 1,7–4,1 мкг/дм³, отмеченного в поверхностном слое в декабре; среднее (3,08 мкг/дм³) ниже прошлогоднего (3,37 мкг/дм³). В 10 из 23 отобранных в водах МТП проб содержание свинца было ниже уровня определения (DL=2 мкг/дм³). В остальных случаях значение концентрации свинца во всем столбе воды изменялось в диапазоне от 2 до 6,4 мкг/дм³; средняя 2,04 мкг/дм³. Максимальное значение содержания цинка (25 мкг/дм³, 2,5 ПДК) было зафиксировано в августе; среднее составило 11,62 мкг/дм³. Концентрация никеля в водах Невской губы в течение всего года во всем столбе воды находилась практически на уровне определения концентрации — 5 мкг/дм³. Содержание кобальта во всех пробах находилось ниже уровня определения (DL=2 мкг/дм³), а хрома — в половине проб (DL=1 мкг/дм³). За весь период наблюдений наибольшее содержание кадмия (0,38 мкг/дм³), общего хрома (2,2 мкг/дм³), кобальта (2 мкг/дм³) не превышало установленных для пресных вод ПДК.

4.7. Северная станция аэрации

Общая гидрохимия. В 2014 г. в районе Северной станции аэрации (ССА) у пос. Ольгино отобрано 14 проб воды на одной станции в феврале и ежемесячно с мая по октябрь в поверхностном и придонном слоях. Содержание растворенного кислорода изменялось в диапазоне 8,45–13,32 мгО₂/дм³; среднее значение 10,14 мгО₂/дм³, что немного выше прошлогоднего показателя (9,99 мгО₂/дм³). Величина водородного показателя рН изменялась от 7,16 до 7,72, при среднем значении за весь период наблюдений 7,42. Величина биохимического потребления кислорода БПК₅ варьировала в интервале 1,5–4,8 мгО₂/дм³, средняя 2,57 мгО₂/дм³ (0,86 ПДК). В трех пробах содержание фосфатного фосфора было ниже уровня определения

(DL=5,0 мг/дм³); остальные значения были в интервале 7,7–47 мг/дм³; среднегодовая составила 15,62 мг/дм³. Значения общего фосфора варьировали в диапазоне 5,7–59 мг/дм³; в среднем 25,70 мг/дм³. В целом значения содержания фосфатного фосфора и общего фосфора в водах ССА выше, чем в других районах губы. Содержание аммонийного азота изменялось от 58 до 890 мг/дм³ (макс отмечен на поверхности в ноябре); среднее составило 424,93 мг/дм³. Концентрация нитритного азота была в диапазоне 3,7–110 мг/дм³ (придонный слой в июле); средняя 40,99 мг/дм³. Среднее содержание общего азота по всем пробам в районе Северной станции аэрации зафиксировано на уровне 1370 мг/дм³ при максимальном значении 2230 мг/дм³ (придонный слой в феврале). В целом содержание азотосодержащих веществ существенно превышало среднюю концентрацию по Невской губе. Концентрация кремнекислоты в 2014 г. в водах ССА варьировала в интервале 70–830 мг/дм³, а средняя составила 292 мг/дм³, что ниже прошлогоднего содержания силикатов — 374 мг/дм³.

Органические загрязняющие вещества. В 2014 г. в районе ССА только в 2 из 14 отобранных проб концентрация нефтяных углеводородов достигала предела обнаружения (DL=0,04 мг/дм³). Содержание СПАВ было выше уровня определения в 10 пробах и изменялось в диапазоне 10–31 мг/дм³. В 3 пробах содержание фенола было выше уровня определения (DL=0,5 мг/дм³) и достигало 0,9 мг/дм³ в октябре. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. В водах района ССА концентрация меди изменялась в диапазоне 1,7–7,1 мг/дм³; макс отмечен в придонном слое в августе; среднее значение во всем столбе воды за весь период наблюдений составило 3,4 мг/дм³, что немного выше прошлогоднего (2,3 мг/дм³). В 9 пробах из 14 отобранных содержание свинца было ниже DL=2 мг/дм³; в остальных достигало 2,9 мг/дм³; среднее составило 0,8 мг/дм³. Концентрация цинка была в пределах 2,6–52 мг/дм³; средняя 18,0 мг/дм³ (1,8 ПДК). Содержание никеля было ниже DL=5 мг/дм³. Содержание кобальта превысило DL=2 мг/дм³ лишь в 3 пробах и достигало 2,4 мг/дм³. В половине проб содержание хрома превышало DL=1 мг/дм³, но максимум составил всего 1,1 мг/дм³. За весь период наблюдений наибольшее содержание кадмия (0,39 мг/дм³), общего хрома (1,1 мг/дм³), кобальта (2,4 мг/дм³) не превышало установленных для пресных вод ПДК.

4.8. Восточная часть Финского залива. Курортный район мелководной зоны

В 2014 г. в восточной части Финского залива съемки были выполнены в мелководном районе (ст. 19, 20, 21, 22, 24 и 26), в курортном районе мелководной зоны (ст. 19а и 20а), глубоководном районе (ст.1, 2, 3, 4, А), в Лужской губе (ст. 6л и 18л) и Копорской губе (ст. 3к и 6к) с мая по октябрь (рис. 4.3).

Общая гидрохимия. В 2014 г. пробы в Курортном районе мелководной зоны (КРМЗ) отбирались на двух станциях ежемесячно, с мая по октябрь в поверхностном слое. За весь период наблюдений было отобрано 12 проб. Содержание растворенного кислорода за весь период наблюдений изменялось в диапазоне 8,95–11,75 мгО₂/дм³; среднее 10,70 мгО₂/дм³ (2013 г. — 10,46). Величина водородного показателя рН изменялась от 7,12 до 8,53, при среднем значении за весь период наблюдений 7,53. В водах Курортного района мелководной зоны в 2014 г. величина биохимического потребления кислорода БПК₅ варьировала в интервале от 1,2 до 4,0 мгО₂/дм³, среднее значение составило 2,2 мгО₂/дм³. В 7 из 12 отобранных проб содержание фосфатного фосфора было ниже уровня определения (DL=5,0 мг/дм³); остальные



Рис. 4.3. Станции мониторинга морской среды в восточной части Финского залива в 2014 г.

значения достигали 20 мкг/дм^3 ; среднегодовая — $5,1 \text{ мкг/дм}^3$. Значения общего фосфора варьировали в диапазоне $7,0\text{--}26,0 \text{ мкг/дм}^3$; в среднем $11,6 \text{ мкг/дм}^3$. Содержание аммонийного азота в 2014 г. изменялось в пределах от $11,0$ до $180,0 \text{ мкг/дм}^3$, отмеченного на поверхности в мае. Среднее значение за весь период наблюдений по всем станциям во всем столбе воды составило $52,2 \text{ мкг/дм}^3$. Концентрация нитритного азота изменялась от $1,4$ до $15,0 \text{ мкг/дм}^3$, пик в октябре; средняя составила $7,9 \text{ мкг/дм}^3$. Среднее значение содержания общего азота по всем пробам зафиксировано на уровне $791,7 \text{ мкг/дм}^3$; диапазон $320,0\text{--}1290,0 \text{ мкг/дм}^3$; кремнекислоты (силикатов) — 437 мкг/дм^3 и $55\text{--}2460 \text{ мкг/дм}^3$ соответственно.

Органические загрязняющие вещества. Только в 2 из 12 отобранных проб концентрация нефтяных углеводородов достигала предела обнаружения $DL=0,04 \text{ мг/дм}^3$. В 10 пробах концентрация СПАВ превышала уровень определения ($DL=10 \text{ мкг/дм}^3$) и достигала 30 мкг/дм^3 . Во всех исследованных пробах воды содержание фенола, хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности используемого метода химического анализа.

Металлы. На двух станциях Курортного района мелководной зоны в 2014 г. концентрация меди ниже уровня определения ($DL=0,5 \text{ мкг/дм}^3$) была в одной пробе и достигала $5,9 \text{ мкг/дм}^3$ в октябре. Среднее значение концентрации меди во всем столбе воды за весь период наблюдений составило $3,28 \text{ мкг/дм}^3$, что немного выше среднего прошлогоднего значения ($3,07 \text{ мкг/дм}^3$). В 10 из 12 проб содержание свинца было ниже $DL=2 \text{ мкг/дм}^3$, в остальных — 2 и $5,7 \text{ мкг/дм}^3$; среднее $0,64 \text{ мкг/дм}^3$. Наибольшая концентрация цинка (19 мкг/дм^3 , $1,9 \text{ ПДК}$) была зафиксирована в мае; среднегодовая $6,9 \text{ мкг/дм}^3$. Содержание никеля и кобальта было ниже уровня определения 5 и 2 мкг/дм^3 соответственно. При определении концентрации хрома в 75% проб зарегистрированы значения ниже уровня определения ($DL=1 \text{ мкг/дм}^3$). За весь период наблюдений наибольшее содержание кадмия ($0,3 \text{ мкг/дм}^3$) и общего хрома ($2,0 \text{ мкг/дм}^3$) не превышало установленных для пресных вод ПДК.

4.9. Мелководный район Восточной части Финского залива

Общая гидрохимия. В 2014 г. съемка в Мелководном районе Восточной части Финского залива проводилась на 6 станциях в июне-августе и октябре на глубинах от 7 до 23 м. За весь период наблюдений было отобрано 73 пробы. Содержание растворенного кислорода за весь период наблюдений во всем столбе воды изменялось в диапазоне от 4,69 мгО₂/дм³ в октябре в придонном слое до 11,03 мгО₂/дм³. Среднее значение составляло 8,63 мгО₂/дм³, что немного ниже прошлогоднего показателя (9,10 мгО₂/дм³). Величина водородного показателя рН изменялась от 6,73 до 7,82 при среднем значении 7,36. В 27 пробах из 45 отобранных значение фосфатного фосфора было ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм³), а максимальное составило 22 мкг/дм³; в среднем 4,7 мкг/дм³. Содержание общего фосфора варьировало в диапазоне 5,0–25,0 мкг/дм³; в среднем 8,2 мкг/дм³; аммонийного азота — от 0 (7 проб) до 67 мкг/дм³ (октябрь), среднее 32,73 мкг/дм³; нитритного азота — 0,6–15,0/5,2 мкг/дм³ соответственно. Среднее содержание общего азота по всем пробам зафиксировано на уровне 486 мкг/дм³ при минимальном значении 270,0 мкг/дм³ и максимальном 790 мкг/дм³. Содержание кремнекислоты в 2014 г. в водах Курортного района мелководной зоны варьировало в интервале 13–750 мкг/дм³, отмеченного в июне; среднее значение концентрации силикатов за весь период наблюдений во всем столбе воды составляет 187 мкг/дм³.

Органические загрязняющие вещества. В 2014 г. во всех отобранных пробах в Мелководном районе Восточной части Финского залива концентрация нефтяных углеводородов была ниже уровня определения (DL=0,04 мг/дм³). В 17 пробах из 36 проанализированных концентрация СПАВ была ниже уровня определения (DL=10 мкг/дм³), а в остальных достигала 45 мкг/дм³. Во всех исследованных пробах воды содержание фенола, хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. Во всех пробах, кроме одной, концентрация меди была выше уровня определения (DL=0,5 мкг/дм³); максимальная (8,2 мкг/дм³) была отмечена в августе в придонном слое. Среднее значение концентрации меди во всем столбе воды за весь период наблюдений составило 2,9 мкг/дм³, что ниже прошлогоднего (3,79 мкг/дм³). Из 36 отобранных проб содержание свинца в 26 случаях было ниже уровня определения (DL=2 мкг/дм³). В остальных случаях оно достигало 2,6 мкг/дм³; среднее составило 0,58 мкг/дм³. Максимальное значение содержания цинка 14,9 мкг/дм³ (1,4 ПДК) было зафиксировано в июле в поверхностном слое, а среднее составило 4,7 мкг/дм³. Максимальное содержание кобальта достигало 7,6 мкг/дм³ и было отмечено в июле в придонном слое. В 33 пробах из 36 концентрация хрома превышала предел обнаружения (DL=1 мкг/дм³) и достигала 4,6 мкг/дм³, средняя 2,49 мкг/дм³. Содержание никеля во всех пробах было менее DL=5 мкг/дм³. Растворенная ртуть зафиксирована в 4 пробах из 24 в концентрации 0,07 и 0,08 мкг/дм³ (0,8 ПДК).

4.10. Копорская губа

Общая гидрохимия. В 2014 г. в Копорской губе отобрано 29 проб из поверхностного и придонного слоев воды на двух станциях с глубинами 13 и 25 м в июне, августе и октябре. Содержание растворенного кислорода изменялось в диапазоне от 6,27 мгО₂/дм³, зафиксированного в октябре на поверхности, до 10,13 мгО₂/дм³. Среднее значение составило 8,20 мгО₂/дм³, что ниже прошлогоднего показателя (8,94). Величина рН изменялась от 7,22 до 8,21 в июне, средняя 7,56. Содержание фосфатного фосфора было ниже уровня определения (DL=5,0 мкг/дм³) в 5 пробах из 18, в остальных изменялось в интервале от 5,3 до 27,0 мкг/дм³, отмеченного в придонном слое в августе; среднегодовая концентрация соста-

вила 10,4 мг/дм³. Значения общего фосфора варьировали в диапазоне 5–33 мг/дм³ (придонный слой, август); в среднем 14,6 мг/дм³. Содержание аммонийного азота в 2014 г. изменялось от значений ниже предела определения (7 проб из 18) до максимального значения 47 мг/дм³, отмеченного на поверхности в июне. Среднее значение за весь период наблюдений по всем станциям во всем столбе воды составило 15,44 мг/дм³. В 4 пробах концентрация нитритного азота была ниже предела обнаружения, в остальных изменялась в пределах 1,0–6,7 мг/дм³ (максимум в июне); среднее значение 2,18 мг/дм³. Диапазон содержания общего азота 300–560 мг/дм³, среднее 438 мг/дм³. Концентрация силикатов была в пределах 35–770,0 мг/дм³, максимум отмечен в августе в придонном слое. Среднее значение содержания кремниевой кислоты за весь период наблюдений во всем столбе воды составляет 288 мг/дм³.

Органические загрязняющие вещества. В 2014 г. во всех отобранных в Копорской губе пробах концентрация нефтяных углеводородов была ниже уровня определения (DL=0,04 мг/дм³). В 7 из 13 проб концентрация СПАВ была ниже уровня определения (DL=10 мг/дм³), в остальных достигала 41 мг/дм³. Концентрация фенола в 2 пробах превышала DL и составила 0,5 и 0,08 мг/дм³ в августе. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. Концентрация меди в водах Копорской губы изменялась в диапазоне 1,0–7,9 мг/дм³, максимум зафиксирован в августе в придонном слое. Среднее значение составило 3,6 мг/дм³, что существенно ниже прошлогоднего 5,6 мг/дм³. Свинец обнаружен в двух пробах в концентрации 2,0 и 2,1 мг/дм³. Содержание цинка изменялось от 1,0 до 7,5 мг/дм³ (август, придонный слой); среднее 4,1 мг/дм³. Никель отмечен в трех пробах (5,0, 6,0 и 6,2 мг/дм³) из придонного слоя вод. Кобальт найден в 4 пробах, а максимум составил 2,9 мг/дм³ в июле в придонном слое. Содержание хрома за весь период наблюдений во всем столбе воды изменялось от значений ниже предела обнаружения (1 мг/дм³) до максимального значения 9,1 мг/дм³, зафиксированного в июньских пробах в придонном слое. Наибольшее содержание кадмия 0,4 мг/дм³. Ртуть отмечена в половине из восьми обработанных проб в концентрации 0,06–0,8, в среднем 0,036 мг/дм³.

4.11. Лужская губа

Общая гидрохимия. В 2014 г. в Лужской губе отобрано 29 проб воды из поверхностного и придонного слоев воды на двух станциях с глубинами 10 и 28 м в июне, августе и октябре. Содержание растворенного кислорода изменялось от 5,91 мгО₂/дм³, зафиксированного в июне в придонном слое, до 13,53 мгО₂/дм³. Среднее значение составляет 8,35 мгО₂/дм³, что немного ниже прошлогоднего показателя 8,61 мгО₂/дм³. Величина pH составляла 7,11–8,35 (максимум зафиксирован в июне), среднее значение 7,52. Только в 4 пробах из 18 значение фосфатного фосфора было ниже уровня определения (DL=5,0 мг/дм³), в остальных достигало 25,0 мг/дм³, отмеченного в придонном слое в октябре. Средняя концентрация составила 10,3 мг/дм³. Значения общего фосфора варьировали в диапазоне от 5,0 до максимума 28,0 мг/дм³, зафиксированного в придонном слое в октябре. В среднем концентрация общего фосфора за весь период наблюдений составила 16,2 мг/дм³, что практически равно прошлогоднему среднему показателю. Содержание аммонийного азота в 2014 г. изменялось в пределах 11,0–65,0 мг/дм³, отмеченного на поверхности в июне. В пяти пробах была зафиксирована концентрация ниже предела определения (10 мг/дм³), а среднее значение за весь период наблюдений во всем столбе воды составило 20,1 мг/дм³. Концентрация нитритного азота изменялась в диапазоне от 0,8 до максимума 7,5 мг/дм³, зафиксированного

в июне; средняя составила 2,15 мкг/дм³. В 2 пробах содержание нитритного азота было ниже уровня определения. Среднее содержание общего азота по всем пробам зафиксировано на уровне 494 мкг/дм³, при минимальном 360 и максимальном 1000 мкг/дм³ значениях. Содержание кремнекислоты в водах Лужской губы составило 28–710 мкг/дм³, тах отмечен в июне на поверхности; среднее значение за период наблюдений — 390,4 мкг/дм³.

Органические загрязняющие вещества. В 2014 г. во всех 15 отобранных пробах из Лужской губы концентрация нефтяных углеводородов была ниже уровня определения. В четырех из 13 отобранных проб концентрация СПАВ была ниже уровня определения (DL=10 мкг/дм³), а в остальных достигала 32 мкг/дм³, в среднем 15 мкг/дм³. Фенол обнаружен в июньской пробе в концентрации 0,9 мкг/дм³. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. В 2014 г. концентрация меди изменялась в диапазоне 1,0–8,7 мкг/дм³, наибольшее значение отмечено в августе в придонном слое, а среднее составило 3,6 мкг/дм³ (существенно ниже прошлогоднего — 6,51 мкг/дм³). Свинец зафиксирован в двух пробах из 12 в концентрации 2,0 и 2,2 мкг/дм³. Содержание цинка изменялось от 2,3 мкг/дм³ в октябре до 76,0 мкг/дм³ в июне; среднее значение за период наблюдений составило 15,1 мкг/дм³ (1,5 ПДК). Содержание никеля в водах Лужской губы в двух пробах равно пределу обнаружения — 5 мкг/дм³. Концентрация кобальта превышала DL=2 мкг/дм³ в четырех пробах и достигала в июле в придонном слое 3,6 мкг/дм³; средняя 0,9 мкг/дм³. Концентрация марганца была в пределах 0–21,0 мкг/дм³, в среднем 3,5 мкг/дм³. Содержание хрома изменялось от значений ниже предела обнаружения до 9,3 мкг/дм³, при среднем значении во всем столбе воды 5,9 мкг/дм³. Максимальное содержание кадмия (0,6 мкг/дм³) отмечено в середине августа у дна; среднее — 0,13 мкг/дм³. Концентрация растворенной ртути в пяти пробах была ниже предела обнаружения, а в трех составила 0,05, 0,05 и 0,07; в среднем 0,021 мкг/дм³.

Глава 5. БЕЛОЕ МОРЕ

Котова Е.И., Красавина А.С., Устинова А.А., Косевич Н.И.

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, проведенная от мыса Святой Нос (Кольский полуостров) до мыса Канин Нос (полуостров Канин). Площадь моря составляет 90,8 тыс.км² (вместе с многочисленными мелкими островами, среди которых наиболее известны Соловецкие острова), объем воды 4,4 тыс.км³ (Лоция, 1995). Белое море имеет довольно сложную конфигурацию с многочисленными заливами и островами, с сильно изрезанной береговой линией. Выделяют четыре крупных залива: Двинский, Онежский, Кандалакшский и Мезенский (рис. 5.1). Акваторию Белого моря принято делить на несколько районов — Воронка, Горло, Бассейн и заливы. Берега Белого моря имеют собственные названия и традиционно разделяются в порядке перечисления против часовой стрелки от побережья Кольского полуострова на Терский, Кандалакшский, Карельский, Поморский, Онежский, Летний, Зимний, Мезенский и Канинский берега; иногда Мезенский разделяют на Абрамовский и Конушинский, а часть Онежского называют Лямецким берегом. Берега северной части Белого моря мало изрезаны, преимущественно обрывисты и безлесны. Береговая линия Горла также мало изрезана и образует лишь несколько небольших губ. Берега Бассейна и его заливов на всем протяжении покрыты лесом и отличаются большой изрезанностью (Лоция, 1995). Северо-западные берега высокие и скалистые, юго-восточные — пологие и низкие; длина сильно изрезанной береговой линии не менее 2000 км (в скандинавской мифологии Белое море известно под названием «Гандвик», а также как «Båy 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 прогрева теплом промежуточном слое, температура несколько повышается до горизонта 75–100 м, а затем снова понижается. С глубины около 130–140 м и до дна она постоянная в течение всего года и составляет +1,4°C. Весной поверхность моря прогревается до глубин примерно 20 м, а далее

следует резкое понижение температуры до 0°С на горизонте 50–60 м. Летом толщина прогретого слоя увеличивается до 30–40 м. В Горле из-за интенсивного приливного турбулентного перемешивания вертикальное распределение температуры практически однородное.

Средняя соленость вод моря составляет 29‰. Опреснение распространяется до глубины 10–20 м. Глубже соленость сначала резко, а далее плавно увеличивается до дна. Горизонтальное распределение значений солености крайне неравномерное, минимумы (около 10–12‰) приурочены к заливам, а максимумы (34,5‰) обычно фиксируются в Бассейне. Устойчивая вертикальная стратификация исключает развитие конвекции на большей части моря ниже горизонтов 50–60 м. Несколько глубже (до 80–100 м) вертикальная зимняя циркуляция проникает вблизи Горла, где этому способствует связанная с 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 лёд наблюдается с ноября по май, но иногда он появляется в начале октября и исчезает в первой половине июля (Люция, 1995). Раньше всего лёд образуется в районах устьев рек, далее появляется у отмелей берегов. В начале ноября ледообразование начинается в вершинах Двинского, Онежского и Кандалакшского заливов. Центральная часть моря обычно покрыта плавучими льдами (до 90% ледового покрова), достигающими толщины 35–40 сантиметров, а в суровые зимы до полутора метров.

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

Основные порты: Архангельск (350 985 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 (188 539 человек), Онега (20 620), Беломорск (10 599), Кандалакша (34 127), Витино (грузооборот — 3,8 млн.т), Кемь (12 454 чел.) и Мезень (3419 чел.), (Численность..., 2013).

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

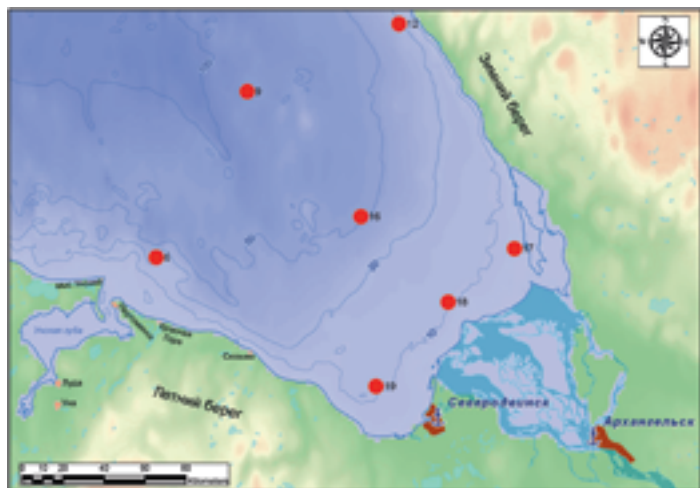


Рис. 5.1. Станции отбора проб в Двинском заливе Белого моря в 2014 г.

Северным УГМС в Двинском заливе Белого моря было проведено две гидрохимические съёмки 23–24 августа 2014 г. на 7 стандартных станциях мониторинга (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.

В водах залива летом 2014 г. была зафиксирована средняя солёность 26,20‰ при максимальном значении 28,58‰ (ст. №9) и минимальном 23,84‰ (ст. №19). В поверхностном слое значения составили 23,14‰, 25,84‰ и 18,91‰. За период наблюдений среднее значение рН составило 7,74 ед., при максимальном значении 8,17 ед. (поверхностный слой, ст. № 6) и минимальном 6,44 ед. (придонный слой, ст. №18).

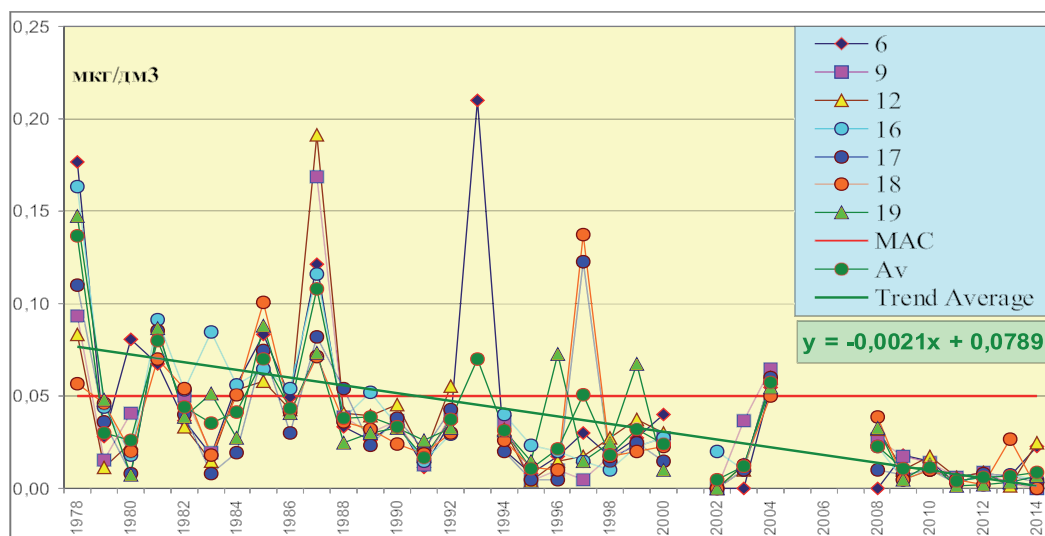


Рис. 5.2. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов ($\text{мг}/\text{дм}^3$) в водах Двинского залива в 1978–2014 гг.

Уровень загрязненности вод залива **нефтяными углеводородами** по сравнению с прошлым годом немного уменьшился. Средняя концентрация за период наблюдения составила $0,01 \text{ мг/дм}^3$ (табл. 5.1). В 14 пробах из 25 проанализированных содержание НУ было ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа, в 8 пробах равнялось $0,01 \text{ мг/дм}^3$, а в 5 пробах — от $0,02$ до $0,05 \text{ мг/дм}^3$. Начиная с 2000 г. уровень загрязненности вод залива НУ существенно снизился и средние значения не достигали ПДК (рис. 5.2). Средняя концентрация хлорорганических пестицидов группы ДДТ в поверхностных и придонных водах залива в период проведения наблюдений в 10 пробах составила $0,3 \text{ нг/дм}^3$ при максимальном значении $1,0 \text{ нг/дм}^3$. Линдан (γ -ГХЦГ) в пробах обнаружен не был, а вот его изомер α -ГХЦГ ($1,0 \text{ нг/дм}^3$) был выявлен в одной пробе из поверхностного слоя вод в центральной части залива на удалении от дельты Двины.

В 2014 г. в водах Двинского залива средняя концентрация **фосфатов** составила $7,6 \text{ мкг/дм}^3$, при максимальной концентрации $23,8 \text{ мкг/дм}^3$ (станция №9, придонный слой). Содержание общего фосфора варьировало в диапазоне $10,27$ – $67,33 \text{ мкг/дм}^3$, составив в среднем $20,26 \text{ мкг/дм}^3$. Минимальная концентрация общего фосфора отмечена у ст. №6 в поверхностном слое, а максимальная концентрация в промежуточном слое на станции №12. Незначительная разница в содержании в воде минерального и общего фосфора свидетельствует об относительно небольшой доли органического фосфора. Концентрация силикатов в отчетный период изменялась от 42 до 545 мкг/дм^3 , при среднем значении 193 мкг/дм^3 . Максимальное значение силикатов было отмечено у станции №9 в центре залива на траверзе порта Архангельск в придонном слое воды. В период исследований максимальное содержание аммонийного азота в Двинском заливе составило $5,22 \text{ мкг/дм}^3$ (ст. №19, придонный слой); минимум $0,82 \text{ мкг/дм}^3$ (ст. №16, промежуточный слой); средняя величина $2,36 \text{ мкг/дм}^3$. Среднее содержание нитритов в 2014 г. составило $1,58 \text{ мкг/дм}^3$, при максимальной концентрации $5,90 \text{ мкг/дм}^3$ (придонный слой на станции №18). В 2014 г. наибольшее содержание нитратов в пробах воды составило $91,89 \text{ мкг/дм}^3$ (придонный слой, ст. №9), минимум $0,46 \text{ мкг/дм}^3$ (поверхностный слой, ст. №18) при средней концентрации $22,41 \text{ мкг/дм}^3$.

Содержание растворенного **кислорода** в 2014 г. изменялось в июле в диапазоне $8,05$ – $10,59 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, составив в среднем $8,89 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Минимальные значения были получены у ст. №18 на траверзе порта Архангельск, а максимум — на ст. №16 в центральной части залива. Процент насыщения вод кислородом для периода наблюдений составил в среднем $94,2\%$. Минимальное значение (76%) было получено на ст. №18 в центральной части залива в среднем (промежуточном) слое, а максимальное значение (100%) в поверхностном слое у станций №6 и №17.

5.4. Кандалакшский залив

С марта по октябрь 2014 г. в торговом порту г. Кандалакша на водопосту (глубина 3 м) Мурманским УГМС из поверхностного слоя вод был проведен ежемесячный отбор шести гидрохимических проб. В период наблюдений температура изменялась от $0,2$ до $18,0^\circ\text{C}$, солёность $6,88$ – $20,80\%$ (минимум в марте и максимум в июне), значения pH — $7,15$ – $7,70$ единиц, щелочности $0,71$ – $1,26 \text{ мг-экв/дм}^3$.

Содержание **нефтяных углеводородов** за отчетный период изменялось от $0,007$ (июнь, август) до $0,013 \text{ мг/дм}^3$ (октябрь), при среднем содержании $0,009 \text{ мг/дм}^3$ (табл. 5.1). Загрязнение вод фенолом было в целом низким, среднее значение $0,20 \text{ мкг/дм}^3$, максимальное значение было отмечено в июне и составило $0,75 \text{ мкг/дм}^3$. Суммарное содержание веществ этой группы в водах водпоста достигало $1,34 \text{ мкг/дм}^3$ ($1,3$ ПДК) в середине июня; в среднем составило $0,47 \text{ мкг/дм}^3$. Содержание метакрезола и 2,6-Ксиленола в пробах воды обнаружено

не было. Ортокрезол был обнаружен только в трех пробах (март, май, июнь; максимум — 0,18 мкг/дм³, среднее — 0,07 мкг/дм³). Только в двух пробах был обнаружен паракрезол — 0,17 и 0,10 мкг/дм³ (март и май). Гваякол был обнаружен в трех пробах (0,25 мкг/дм³ — март, 0,18 мкг/дм³ — май и 0,43 мкг/дм³ — июнь). Среднее содержание СПАВ составило 5 мкг/дм³.

В 2014 г. хлорорганические **пестициды** в водах порта отмечались на протяжении всего периода наблюдений. За период наблюдений среднее содержание γ -ГХЦГ составило 0,33 нг/дм³ при максимальной концентрации 0,5 нг/дм³, отмеченной в марте и июле. Концентрация его изомера α -ГХЦГ существенно увеличилась (средняя 0,32 нг/дм³, максимальная 0,5 нг/дм³), тогда как его изомера β -ГХЦГ существенно уменьшилась (средняя 0,12; максимальная 0,2 нг/дм³ в июле и августе). Из группы ДДТ только ДДЭ отмечен в одной пробе (0,2 нг/дм³).

За период наблюдений в водах водопоста г. Кандалакша минимальная, максимальная и средняя концентрация тяжелых **металлов** составила: медь 4,0–7,0/5,5 мкг/дм³; никель 1,2–3,7/2,5; марганец 1,5–8,8/6,15; свинец 0,7–2,1/1,5; хром 0,3–0,5/0,4; железо 10–65/27; ртуть 0–0,040/0,020 и кадмий 0,07–0,53/0,19 мкг/дм³.

Количество легкоокисляемых органических веществ в воде по биохимическому потреблению кислорода БПК₅ составило 0,54–1,09 мкгО₂/дм³, среднее значение 0,83 мкгО₂/дм³. Концентрация аммонийного азота варьировала от 0,0 до 24 мкг/дм³, в среднем 14 мкг/дм³; нитритного азота 0,0–1,95/0,41 мкг/дм³; нитратного азота 0,0–154,6/48,2 мкг/дм³; фосфатного фосфора 3,33–14,17/7,85 мкг/дм³ и силикатов 567–6148/1736 мкг/дм³. В целом содержание биогенных веществ было в пределах естественных межгодовых колебаний. Содержание в воде порта легкоокисляемых органических веществ, определяемых по БПК₅, изменялось от 0,54 до 1,09 мгО₂/дм³.

Уровень растворенного кислорода в поверхностных водах порта Кандалакша был в целом пониженным, но в пределах естественной многолетней изменчивости. Концентрация растворенного кислорода в воде изменялась от 6,12 до 9,91 мгО₂/дм³, составляя в среднем 7,68 мгО₂/дм³. Процент насыщения вод кислородом во все сезоны был высоким, варьировал в пределах 96,8–104,3% и в среднем составлял 99,75%. Случаев дефицита кислорода отмечено не было, все значения превышали норматив.

Таблица 5.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Двинского и Кандалакшского заливов Белого моря в 2012–2014 гг.

Район	Ингредиент	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Двинский залив	НУ	0,006	<0,1	0,007	0,1	0,01	0,2
		0,02	0,4	0,07	1,4	0,05	1,0
	Нитриты	1,37	<0,1	2,74		1,58	
		3,27	<0,1	13,24		5,9	
	Аммонийный азот			6,57	<0,1	2,362	
				19,65	<0,1	5,22	
	α -ГХЦГ	0		0,5		0	
		0		1,5		0	
	γ -ГХЦГ (линдан)			0,8		0	
				1,5		0	
ГХЦГ (сумма)			0,13	<0,1	0		
			3,0	0,3	0		
Растворенный кислород	8,51		9,8		8,89		
	7,91		7,26		8,05		

	% насыщения	83,0		94,47		94,2	
		75		79		76	
Кандалакшский залив: порт Кандалакша	НУ	0,015	0,3	0,007	0,1	0,009	0,2
		0,07	1,4	0,008	0,2	0,013	0,3
	СПАВ	-		19	0,2	5	<0,1
		-		23	0,2	9	<0,1
	Фенол	0,038	<0,1	0,23	0,2	0,20	0,2
		0,14	0,1	0,34	0,3	0,75	0,8
	Медь	8,33	1,7	6,5	1,3	5,5	1,1
		13,0	2,6	9,7	1,9	7,0	1,4
	Никель	3,82	0,4	2,1	0,2	2,5	0,3
		10,5	1,1	2,7	0,3	3,7	0,4
	Свинец	2,67	0,3	0,7	<0,1	1,5	0,2
		6,8	0,7	1,3	0,1	2,1	0,2
	Марганец	6,87	0,1	6,6	0,1	6,2	0,1
		12,3	0,2	10,4	0,2	8,8	0,2
	Железо	69,17	1,4	87	1,7	27	0,5
		140,0	2,8	207	4	65	1,3
	γ-ГХЦГ (линдан)	0,27	<0,1	0,05	<0,1	0,3	<0,1
		1,0	0,1	0,2	<0,1	0,5	<0,1
	α-ГХЦГ	0,07	<0,1	0,1	<0,1	0,3	<0,1
		0,20	<0,1	0,6	<0,1	0,5	<0,1
	ДДТ	0,7	<0,1	0,18	<0,1	0	
		4,0	0,4	0,6	<0,1	0	
	Азот аммонийный	15,8	<0,1	16,6	<0,1	14	<0,1
		36	<0,1	36	<0,1	24	<0,1
БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	0,71	0,4	1,02	0,5	0,83	0,4	
	0,97	0,5	2,84	1,4	1,09	0,5	
Растворенный кислород	7,51		7,39		7,69		
	6,20		6,11		6,12		
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.							

Таблица 5.2. Оценка качества вод порта Кандалакша в Кандалакшском заливе Белого моря в 2012–2014 гг.

Район моря	2012 г.		2013 г.		2014 г.		Содержание ЗВ в 2013 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Торговый порт, г. Кандалакша	1,06	III	1,09	III	0,71	II	Fe 0,54; Cu 1,10; БПК ₅ 0,42; О ₂ 0,78

По шести пробам, отобраным ежемесячно с марта по октябрь 2014 г. в торговом порту г. Кандалакша качество вод по комплексному индексу загрязненности вод ИЗВ (0,71) существенно улучшилось и оценивается II классом, «чистые» (табл. 5.2, рис. 5.3). Приоритетными загрязняющими веществами остались железо, медь и легкоокисляемые органические вещества, однако их средняя концентрация значительно уменьшилась, железа в 3,2 раза. Хотя в по-



следние семь лет уровень загрязненности вод водпоста постенно повышался, однако в последний год эта тенденция резко изменилась. Общий фон содержания растворенного в воде кислорода несколько пониженный, однако в целом аэрация вод достаточная, а процент насыщения вод изменялся в пределах 96,8–104,3%. Случаев дефицита кислорода отмечено не было, все значения превышали норматив.

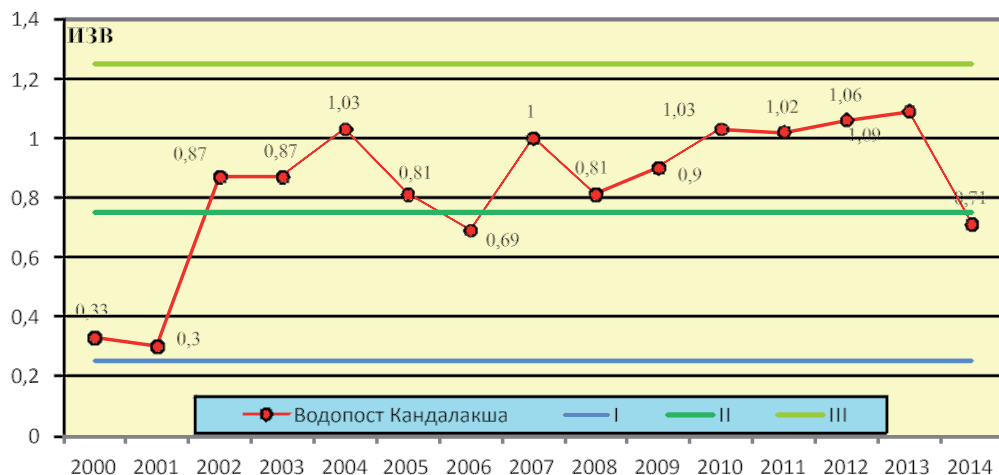


Рис. 5.3. Многолетняя динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в порту г. Кандалакша.

Глава 6. БАРЕНЦЕВО МОРЕ

Устинова А.А., Украинская К.В., Косевич Н.И.

6.1. Общая характеристика

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

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

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

промышленных и муниципальных сточных вод предприятия и коммунальные организации Мурманской области. Имеет значение также перенос ЗВ морскими течениями из сопредельных морей. В Кольский залив осуществляется сброс производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод муниципальными организациями, флотами и береговыми предприятиями различных ведомств, расположенными на его берегах. Основными сбрасывающими сточные воды предприятиями являются: ГОУП «Мурманскводоканал», 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 2014 г. Мурманское УГМС выполнило отбор шести проб воды из поверхностного слоя на водпосту в торговом порту г. Мурманска (рис. 6.1). Кроме этого, 25 июня была проведена гидрохимическая съемка Среднего колена Кольского залива, во время которой на 6 станциях (№№5–10) было отобрано 12 проб воды и выполнено 240 определений, включая водородный показатель рН, соленость, концентрация органических веществ по БПК₅, взвешенных веществ, фосфатов, соединений азота, нефтяных углеводородов, металлов (меди, никеля, марганца, свинца, хрома, железа, кадмия, цинка и ртути), детергентов, хлорорганических пестицидов и фенолов. Пробы были отобраны со стандартных гидрологических горизонтов до глубины 150 м.



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

Соленость вод в районе водпоста была существенно выше в первой половине года (22,11–25,54%), чем в июле-ноябре (13,31–19,22%). Температура за весь период наблюдений варьировала в пределах 2,1–9,9°C. Величина pH 7,61–7,92; максимум отмечен в июне на глубине 85 м. Общая щелочность в водах водпоста в торговом порту изменялась в диапазоне 0,86–1,42 мг-экв/дм³; среднегодовая 1,17 мг-экв/дм³.

Содержание **нефтяных углеводородов** в торговом порту г. Мурманск в течение года во всех шести пробах изменялось в диапазоне 0,032–0,234 мг/дм³ (4,7 ПДК, май). Среднее за год содержание НУ составило 0,137 мг/дм³ и было в 1,7 раза меньше прошлогоднего, а максимальное было в 3,5 раза ниже (табл. 6.1). В летних пробах за пределами водпоста концентрация НУ была существенно ниже и в среднем составила 0,050 мг/дм³; диапазон значений 0,028–0,080 мг/дм³.

Загрязнение вод порта **фенолом** было выше прошлогоднего, средняя концентрация составила 0,55 мкг/дм³ (в 2013 г. — 0,20), максимум достигал 1,26 мкг/дм³ (1,3 ПДК). Содержание метакрезола, 2,6-ксиленола и гваякола было меньше DL=0,05 мкг/дм³. Ортокрезол обнаружен в двух пробах 0,36 и 0,40 мкг/дм³; паракрезол — 0,05 и 0,40 мкг/дм³. Сумма всех определяемых фенолов варьировала от аналитического нуля в сентябре и ноябре до 1,78 мкг/дм³ в середине января, что в 12,7 раз выше прошлогоднего значения; среднегодовая величина 0,75 мкг/дм³. Количество легкоокисляемых органических веществ в воде по биохимическому потреблению кислорода БПК₅ было немного повышенным по сравнению с прошлым годом на всей исследованной акватории и варьировало в пределах 1,03–2,12; в среднем 1,49 мгО₂/дм³ (в 2013 г. — 0,71 мгО₂/дм³). По этому показателю воды в порту и в заливе практически не отличались. Содержание взвешенных частиц в воде было ниже предела обнаружения использованного метода определения во всех пробах. Концентрация СПАВ в водах Среднего колена была невысокой — 8–14 мкг/дм³, в среднем 10 мкг/дм³; немного выше в районе торгового порта — 7–47 мкг/дм³, в среднем 25 мкг/дм³.

В водах водпоста г. Мурманска хлорорганические **пестициды** обнаруживаются постоянно. Линдан (γ-ГХЦГ) отмечен не был в течение всего периода наблюдений. Его метаболиты α-ГХЦГ (0,3–0,8, в среднем 0,55 нг/дм³) и β-ГХЦГ (0,2–10,0, в среднем 4,3 нг/дм³) распространены более широко, а сумма достигала 10,7 нг/дм³. В 2014 г. пестициды группы ДДТ не обнаружены.

Воды торгового порта г. Мурманска остаются существенно загрязненными тяжелыми **металлами** (табл. 6.2). Превышение ПДК максимальными значениями концентрации отмечено для железа, меди и ртути; в то же время среднее значение превышало норматив только для железа. В пробах воды из Среднего колена Кольского залива, отобранных в июне, содержание ТМ было существенно меньше. Максимум превышал ПДК у железа и меди, а средняя — только железа. В целом загрязнение вод залива ТМ несколько снизилось.

Таблица 6.2. Минимальная, максимальная и средняя концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Кольского залива в 2014 г.

Район	Fe	Mn	Cu	Pb	Cd	Cr	Ni	Zn	Hg
Водпост, торговый порт	192/ 490/ 317	13/ 32 20	4,0/ 22,7/ 11,2	0,6/ 8,2/ 3,9	0,1/ 0,1/ 0,1	0,1/ 0,9/ 0,5	1,2/ 4,1/ 2,1	13,0/ 20,8/ 15,1	0,000/ 1,168/ 0,205
Среднее колено (июнь)	42/ 129/ 78	3,9/ 8,9/ 6,4	3,5/ 6,4/ 4,8	0,2/ 1,5/ 0,7	-	0,1/ 1,5/ 0,4	0,4/ 1,5/ 0,9	2,0/ 9,3/ 4,4	-
Средняя	158	11,0	6,9	1,7	0,1	0,4	1,3	8,0	0,205

* выделены значения выше ПДК.

Концентрация аммонийного азота изменялась на водпосту Мурманска в пределах от 220 до 590 мкг/дм³, в среднем 391 мкг/дм³ (в прошлом году — 369 мкг/дм³); на акватории залива летом значения были существенно меньше 0–59 мкг/дм³, средняя 25 мкг/дм³. В районе ВПМ содержание нитритов было относительно высоким и составляло 1,9–5,8; в среднем за год 3,28 мкг/дм³; летом в заливе севернее Мурманска нитриты часто отсутствовали и в среднем составили 1,6 мкг/дм³. Содержание нитратов в водах Мурманского порта было очень близким к прошлогоднему и варьировало в пределах 42,3–125,1; в среднем 85,4 мкг/дм³. В Среднем колене количество нитратов было примерно вдвое меньше — 3,6–99,9 мкг/дм³ (45,7). В районе водпоста содержание фосфатов было очень высоким, хотя и меньше прошлогодних величин. Их концентрация в течение года изменялась в пределах 163–617 мкг/дм³, максимальная величина была отмечена в ноябре, средняя за год 375 мкг/дм³, что в 2,6 раза меньше прошлогоднего значения. Концентрация силикатов изменялась от 325 до 2293 мкг/дм³, средняя 1262 мкг/дм³, что в 1,7 раза ниже прошлогодней.

Кислородный режим вод Кольского залива в районе торгового порта г. Мурманска был в пределах нормы в течение всего года, содержание растворенного кислорода изменялось в пределах 9,53–12,09 мгО₂/дм³, в среднем 11,13 мгО₂/дм³ (95,3–103,9% насыщения, диапазон уже прошлогоднего). В июне в поверхностном слое вод Среднего колена залива концентрация кислорода изменялась от 8,67 до 10,75 мгО₂/дм³; в глубинных водах — 7,72–9,57 мгО₂/дм³; в среднем в столбе воды — 8,97 мгО₂/дм³.

Таблица 6.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Кольского залива Баренцева моря в 2012–2014 гг.

Район	Ингредиент	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Торговый порт, г. Мурманск	НУ	0,25	5	0,236	5	0,137	2,7
		0,66	13	0,830	17	0,234	5
	СПАВ	18	0,2	20	0,2	24,8	0,2
		29	0,3	41	0,4	47	0,5
	Фенолы (сумма)	0,11	0,1	0,36	0,4	0,75	0,8
		0,23	0,2	0,73	0,7	1,78	1,8
	Медь	12,0	2,4	8,5	1,7	11,2	2,2
		24,7	6	15,9	3	22,7	5
	Никель	2,2	0,2	1,6	0,2	2,1	0,2
		2,9	0,3	3,6	0,4	4,1	0,4
	Свинец	0,8	<0,1	0,7	<0,1	3,9	0,4
		1,5	0,2	1,0	0,1	8,2	0,8
	Ртуть	0,03	0,3	0,011	0,1	0,205	2,1
		0,04	0,4	0,033	0,3	1,168	11,7
	Кадмий	0,07	<0,1	0,11	<0,1	0,1	<0,1
		0,11	<0,1	0,20	<0,1	0,1	<0,1
	Марганец	75,5	1,5	103,3	2,1	20,0	0,4
		190,6	4	465,7	9	31,8	0,6
	Железо	329	7	438	9	317	6
		578	12	877	18	490	10
γ-ГХЦГ (линдан)	11,4	1,1	0,2	<0,1	0		
	56,0	6	0,6	<0,1	0		

	α-ГХЦГ	1,1	0,1	0,4	<0,1	0,5	<0,1
		4,2	0,4	1,2	0,1	0,8	<0,1
	β-ГХЦГ	0,3	<0,1	0,6	<0,1	4,3	0,4
		0,7	<0,1	1,7	0,2	10,0	1,0
	ДДТ	6,9	0,7	0,8	<0,1	0	
		15,2	1,5	2,2	0,2	0	
	ДДД	2,2	0,2	0		0	
		9,9	0,99	0		0	
	ДДЭ	1,4	0,2	0,5	<0,1	0	
		4,6	0,5	1,3	0,1	0	
	Азот аммонийный	738	1,5	369	0,9	391	1,0
		917	1,9	538	1,4	590	1,5
	БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	1,70	0,9	1,40	0,7	1,49	0,7
		2,16	1,1	2,28	1,1	2,12	1,1
	Взвешенные вещества	-		0		0	
		-		0		0	
Растворенный кислород	11,44		11,05		11,13		
	10,23		8,35		9,53		
Среднее колено Кольского залива	НУ	0,036	0,7	0,014	0,3	0,050	1,0
		0,05	1,0	0,113	2,3	0,080	1,6
	СПАВ	5,9	<0,1	6,3	<0,1	10,0	0,1
		17	0,2	12	0,1	14	0,1
	Фенолы (сумма)	0,20	0,20	-		-	
		0,34	0,34	-		-	
	Медь	2,6	0,5	4,7	0,9	4,8	1,0
		5,2	1,0	6,5	1,3	6,4	1,3
	Никель	0,6	<0,1	0,7	<0,1	0,9	<0,1
		1,7	0,2	1,6	0,2	1,5	0,2
	Свинец	1,8	0,2	0,5	<0,1	0,7	<0,1
		18,0	1,8	1,4	0,1	1,5	0,1
	Ртуть	0,018	0,2	-		-	
		0,087	0,9	-		-	
	Кадмий	0,03	<0,1	-		-	
		0,13	<0,1	-		-	
	Цинк	9,7	0,2	3,6	<0,1	4,4	<0,1
		55,5	1,1	6,6	0,1	9,3	0,2
	Марганец	7,9	0,2	10,0	0,2	6,4	0,1
		10,1	0,2	11,1	0,2	8,9	0,2
Железо	116	2,3	73	1,5	78	1,6	
	235	4,7	103	2,1	129	2,6	
γ-ГХЦГ (линдан)	0,2	<0,1	-		-		
	0,7	<0,1	-		-		
α-ГХЦГ	0,6	<0,1	-		-		
	1,1	0,1	-		-		
ДДТ (сумма)	0,9	<0,1	-		-		
	2,9	0,3	-		-		
Азот аммонийный	10,0	<0,1	8,6	<0,1	24,6	<0,1	
	43	0,1	97	0,2	59	0,2	
БПК ₅ мгО ₂ /дм ³	0,66	0,3	0,49	0,2	1,49	0,7	
	1,41	0,7	0,88	0,4	2,12	1,1	
Взвешенные вещества	-		0		0		
	-		0		0		

	Растворенный кислород	-		10,17 9,38		8,97 7,72	
Примечания:							
1. Средняя концентрация (С)* нефтяных углеводородов (НУ), растворенного в воде кислорода и взвешенных веществ приведена в мг/дм ³ ; СПАВ, фенолов, аммонийного азота и металлов — в мкг/дм ³ , пестицидов — в нг/дм ³ .							
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке — максимальное (для кислорода — минимальное) значение.							
3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.							
4. В Кольском заливе съемка Среднего колена (ст.№5–10) была выполнена 25.06.2014.							

Таблица 6.3. Оценка качества вод торгового порта Мурманск и Кольского залива Баренцева моря в 2011–2014 гг.

Район моря	2012 г.		2013 г.		2014 г.		Содержание ЗВ в 2013 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
торговый порт, г. Мурманск	3,63	VI	4,03	VI	2,97	V	НУ 2,74; Cu 2,24; Fe 6,34; O ₂ 0,54
Кольский залив	1,03	III	0,82	III	1,05	III	НУ 1,00; Cu 0,96; Fe 1,57; O ₂ 0,67

Традиционно в водах торгового порта г. Мурманска в 2014 г. наблюдалась очень высокая концентрация нефтяных углеводородов и металлов, особенно железа, меди и ртути. Также было отмечено повышенное содержание в воде пестицидов — метаболитов линдана, фенолов и легкоокисляемых органических веществ по БПК₅. Хотя общий уровень загрязненности вод немного снизился, однако остается все еще очень высоким, сравнимым с уровнем бухты Золотой Рог в Японском море (рис. 6.2). Состояние вод торгового порта г. Мурманска может быть охарактеризовано как чрезвычайное в течение последних лет. В среднем колене Кольского залива по результатам летних съемок последних трех лет ситуация значительно лучше. Уровень загрязнения вод относительно невысокий, воды оцениваются как «умеренно загрязненные», а состояние вод можно оценить как удовлетворительное.

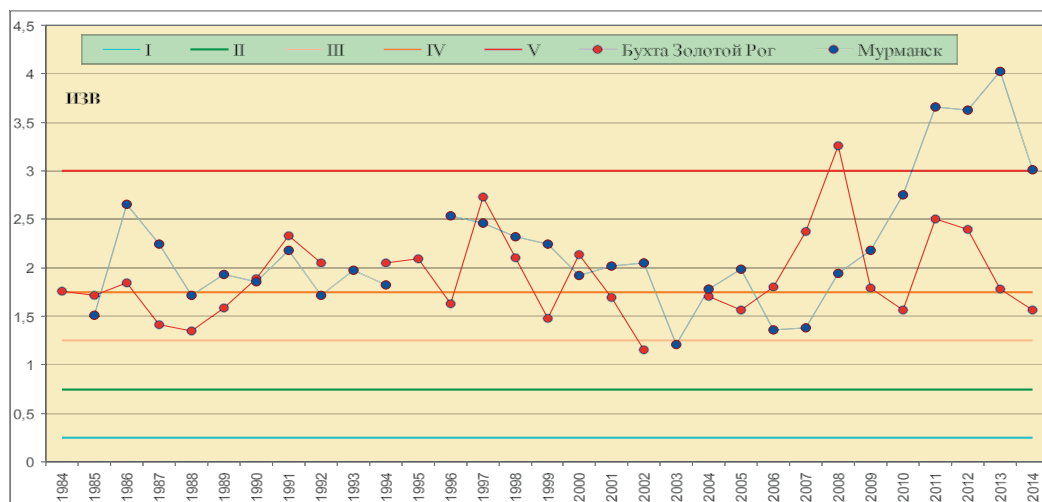


Рис. 6.2. Динамика комплексного индекса загрязненности вод в водах водпоста в торговом порту Мурманска и в бухте Золотой Рог Японского моря в 1984–2014 гг.

7. ГРЕНЛАНДСКОЕ МОРЕ (ШПИЦБЕРГЕН)

Демин Б.Н., Демешкин А.С., Бажуков К.А., Кочетков В.В.

7.1. Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген

В 2014 г. 9 апреля и 23 сентября в прибрежных водах поселок Баренцбург на акватории залива Гренфьорд (архипелаг Шпицберген, Гренландское море) Северо-Западным филиалом ФГБУ НПО «Тайфун» на 15 станциях был выполнен отбор 60 проб морской воды из поверхностного и придонного слоев с последующим определением основных гидролого-гидрохимических показателей и уровней содержания суммарных нефтяных углеводородов (НУ), СПАВ, индивидуальных фенолов (алкил-, хлор- и нитрофенолов), неполярных алифатических углеводородов (НАУ), летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), ПАУ, ТМ, ХОС и ПХБ (рис. 7.1).

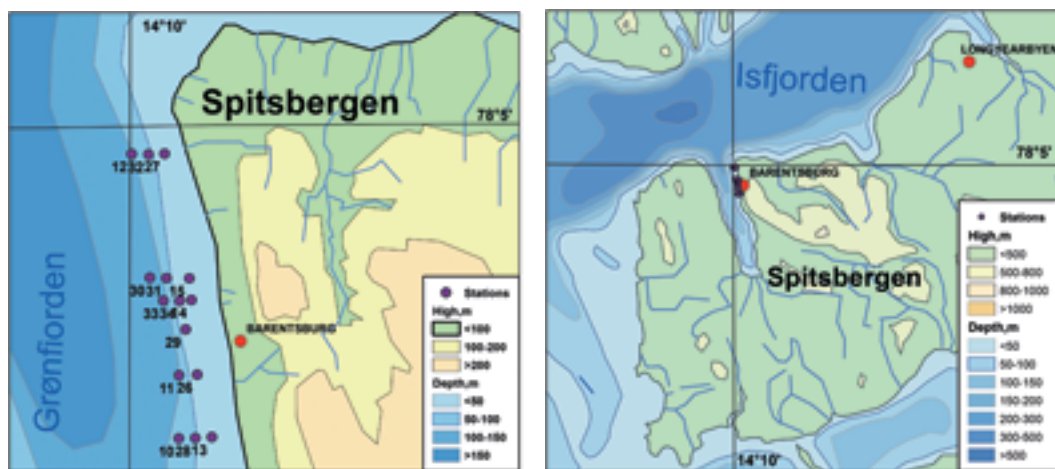


Рис. 7.1. Район наблюдений на акватории залива Гренфьорд архипелага Шпицберген в 2014 г.

7.2. Гидрохимические показатели

Водородный показатель (**pH**) морских вод в период весенних наблюдений находился в пределах от 7,33 до 7,93 ед. рН, а осенью — 7,79–8,34. Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) морских вод обследованной акватории в весенний период находился в пределах 134–264 мВ, составляя в среднем 210 мВ; в сентябре — 120–163 мВ (138 мВ). Значение электропроводности морской воды восточной части залива Гренфьорд весной изменялось в диапазоне 46,8–51,8 мС/см, в среднем 50,0 мС/см; осенью 47,0–50,4 мС/см (48,4 мС/см). Щелочность морских вод в районе проведения работ в период весенних наблюдений изменялась от 1,35 до 2,80 мг-экв/дм³ (среднее 2,13 мг-экв/дм³), а в сентябре — 1,31–2,35/1,80 мг-экв/дм³.

Содержание растворенного **кислорода** в поверхностном слое вод весной 2014 г. находилось в пределах 8,00–9,88 мгО₂/дм³ (68,9–92,6% насыщения); в осенний период — 8,67–10,4 мгО₂/дм³ (85,0–96,7%). Минимальное содержание кислорода было зафиксировано весной на придонном горизонте глубоководной части залива на траверсе ТЭЦ. Значения биокси-

мического потребления кислорода (БПК₅) морских вод и весной, и осенью находились ниже предела обнаружения используемого метода анализа (<1,0 мг/дм³).

Значения концентрации минеральных форм **азота** в водах обследованной акватории составляли: нитритный азот весной ниже <0,5 мг/дм³, осенью 1,55–3,25 мг/дм³, в среднем 2,51 мг/дм³; нитратный азот весной был ниже 5,0 мг/дм³, в сентябре 97,0–129,0/117,0 мг/дм³, аммонийный азот весной от <5,0 до 22,6 мг/дм³, осенью 38,4–236,0/115,0 мг/дм³; общий азот в период весенней съемки от <30 до 43,0 мг/дм³, а осенью 198–569/315 мг/дм³. Концентрация минерального **фосфора** в водах района исследований весной была ниже <5,0 мг/дм³, а осенью период находилась в пределах от <5,0 до 9,60 мг/дм³, в среднем 4,18 мг/дм³; содержание общего фосфора изменялось весной в пределах <5,0–12,9 мг/дм³, а в сентябре 17,9–33,9/23,6 мг/дм³. Содержание силикатов в водах обследованной акватории изменялось весной от 41 до 144, в среднем 109 мг/дм³, а осенью 36,9–129,0/81,2 мг/дм³. Концентрация взвешенного вещества в морских водах находилась в пределах 0–19,0/7,5 мг/дм³ в весенний период и 7,0–13,7/9,9 мг/дм³ в сентябре.

7.3. Загрязняющие вещества

В 2014 г. суммарное содержание нефтяных углеводородов (**НУ**) в водах обследованной акватории находилось весной от значений ниже предела обнаружения (DL=2,0 мг/дм³, 8 проб из 30) до 70,0 мг/дм³, в среднем 19,0 мг/дм³. Осенью значения достигали 26,8 мг/дм³ и в среднем составляли 6,4 мг/дм³. Максимальное содержание НУ (1,4 ПДК) было зафиксировано в весенний период в поверхностном слое морских вод в районе порта Баренцбурга. Концентрация СПАВ в весенний период наблюдений находилась от значений ниже предела обнаружения (DL=10,0 мг/дм³, 17 проб из 30) до 19,0 мг/дм³, а в сентябре в диапазоне 0–18,3 мг/дм³, в среднем 7,9 мг/дм³. Концентрация фенолов, летучих ароматических углеводородов (ЛАО) и неполярных алифатических углеводородов (НАО) в водах залива в 2014 г. была ниже предела чувствительности используемого метода химического анализа, менее 0,5, 0,1 и 0,1 мг/дм³ соответственно.

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (**ПАУ**) в весенний период в морских водах обследованной акватории обнаруживались 4 соединения — флуорантен, хризен, бенз/б/флуорантен и бенз/а/пирен. Остальные соединения находились ниже предела обнаружения. Максимальная концентрация идентифицированных ПАУ достигала: флуорантен 3,00 нг/дм³, хризен 16,0 нг/дм³, бенз/б/флуорантен 14,0 нг/дм³, бенз/а/пирен 3,00 нг/дм³. В сентябре фиксировались все соединения ПАУ за исключением аценафтилена. Наиболее высокие значения составили: фенантрен 44,3 нг/дм³, флуорантен 14,9 нг/дм³, флуорен 10,3 нг/дм³, а минимальные всех соединений группы ПАУ находились ниже предела обнаружения. Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в водах восточной акватории залива Гренфьорд в весенний период наблюдений составило 19,1 нг/дм³, а осенью 12,8 нг/дм³. В морской взвеси сумма идентифицированных ПАУ в период летне-осенней съемки находилась в пределах от 1,60 до 53,8 нг/мг взвеси.

Из анализируемых хлорорганических соединений (**ХОС**) в пробах морской воды зафиксировано наличие полихлорбензолов, ГХЦГ и пестицидов группы ДДТ. Соединения из группы ПХЦД в морских водах обнаружены не были, однако их удалось идентифицировать в водных взвесах. Из 15 контролируемых индивидуальных ПХБ в морской воде регулярно фиксировались конгенеры #52, #99, #101, #118, #138 и #153. Максимальная концентрация всех идентифицированных ХОС составляла в морской воде для суммы полихлорбензолов — 0,14 нг/дм³ весной и 0,34 осенью; для суммы ГХЦГ 0,60 нг/дм³ в морской воде и во взвези

си 1,27 нг/мг (осенью); для суммы ДДТ 0,57 нг/дм³ в морской воде весной и 10,1 осенью; 5,06 нг/мг во взвеси осенью; для суммы ПХБ 1,24 нг/дм³ весной и 187 нг/дм³ в морской воде осенью; 126 нг/мг в морской взвеси осенью, Повышенная концентрация контролируемых ХОС наблюдалась преимущественно поверхностном горизонте в районе порта и на некотором удалении от него.

Максимальная концентрация контролируемых тяжелых металлов в пробах морской воды составляла для железа 3,60 мкг/дм³; марганца 6,50; цинка 14,0; меди 2,60; никеля 0,69; кобальта 0,60; хрома 0,16; ртути 0,06 и кадмия 0,16 мкг/дм³ (табл. 7.1). Концентрация олова и мышьяка находилась ниже предела обнаружения. В целом содержание тяжелых металлов было очень незначительным в морской среде и максимально составляло доли ПДК. В пробах морской взвеси наибольшие значения содержания металлов достигали: железо 50,0 мкг/мг, марганец 4,40; цинк 2,90; медь 0,05; свинец 0,50; никель 0,06; кобальт 0,02 и хром 0,09 мкг/мг. Содержание остальных ТМ в пробах морской взвеси было ниже предела обнаружения.

Таблица 7.1. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах залива Гренфьорд в 2012–2014 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
сред	0,9/ 0,4/ 1,4	0,1/ 0,1/ 0,002	0,01/ 0,1/ 0,07	0,4/ 0,02/ 0,08	0,9/ 0,7/ 0,26	2,6/ 1,4/ 1,7	2,1/ 3,7/ 1,9	2,3/ 3,1/ 2,1	0,3/ 0,3/ 0,05	0/ 0/ 0,008
макс	2,7/ 1,7/ 2,6	0,5/ 0,8/ 0,04	0,11/ 0,3/ 0,16	1,2/ 0,1/ 0,6	1,7/ 2,4 0,99	5,5/ 5,6/ 14,0	8,2/ 14,0/ 6,5	5,7/ 6,4/ 3,8	1,0/ 1,2/ 0,6	0/ 0/ 0,06
мин	0/ 0/ 0	0/ 0/ 0	0/ 0/ 0	0,4/ 0/ 0	0/ 0/ 0	1,0/ 0,1/ 0	0,5/ 0,1/ 0,7	0,2/ 0,3/ 0	0/ 0/ 0	0/ 0/ 0
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/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1	0/ 0/ <0,1
ПДК max	0,5/ 0,3/ 0,5	<0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1	0,2/ <0,1/ 0,1	0,2/ <0,1/ <0,1	0,1/ 0,1/ 0,3	0,2/ 0,3/ 0,1	0,1/ 0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1	0/ 0/ 0,6

По результатам исследований 2014 г. на большей части акватории залива Гренфьорд в районе пос. Баренцбург значения большинства основных гидрохимических показателей, а также концентрация загрязняющих веществ в морских водах не выходили за рамки установленных ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов. Концентрация большинства групп загрязняющих веществ имела значения, характерные для прибрежных районов Норвежского и Северного морей со средним или незначительным уровнем воздействия на морскую акваторию береговых источников загрязнения. Качество вод залива Гренфьорд в 2014 г. можно оценить как очень хорошее, поскольку расчет комплексного индекса ИЗВ для обследованной акватории, выполненный с использованием даже не средних, а максимальных значений растворенного кислорода, содержания аммонийного азота, бенз/а/пирена плюс суммарного содержания НУ для весеннего периода, а для осеннего — суммарное содержание ПХБ, позволил оценить воды весенней и осенней съемки как «чистые» и отнести ко II классу качества.

Глава 8. МОРЯ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

Наблюдения не проводились.

Глава 9. ШЕЛЬФ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА (Тихий океан)

*Абросимова Т.М., Слепова Т.А., Лебедева Е.В., Ишонин М.И., Матвейчук И.Г.,
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. По берегам бухты находятся крупнейшие города полуострова Петропавловск-Камчатский и Вилючинск, 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, а также речной (реки Авача и Паратунка впадают в Авачинскую губу; реки Большая Быстрая и Амчигача — в Охотское море) и материковый стоки. Авачинская губа 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 в прибрежные районы Камчатского полуострова, представлены Отделом водных ресурсов по Камчатскому краю Амурского БВУ по результатам обобщения материалов статистической отчетности 2ТП-Водхоз. Объем сточных вод, поступивших в Авачинскую губу в 2014 г. составил 49,402 млн.м³, из них почти 14% без очистки (табл. 9.1), недостаточно очищенных — 0,467 млн.м³, нормативно очищенных 5,785 млн.м³, нормативно чистых — 36,315 млн.м³. По сравнению с 2013 г. общий объем сточных вод уменьшился на 1,1%. Наибольший объем сточных вод в районе г. Петропавловска-Камчатского поступает с ОАО «Камчатскэнерго» и МУП «Петропавловский водоканал»; в районе г. Вилючинска с МУП «Гортепловодоснабжение» (табл. 9.2). За 2014 г. в Авачинскую губу со стоком рек Авача и Паратунка поступило: нефтепродуктов — 0,596 тыс.т; фенолов — 0,019 тыс.т; детергентов — 0,074 тыс.т; взвешенных веществ — 54,807 тыс.т; неорганических соединений азота и фосфора — 2,166 тыс.т. Расход воды реки Авача уменьшился относительно 2013 г. на 14%, а расход воды река Паратунка, напротив, увеличился на 6%. Количество фенолов, взвешенных веществ и неорганических соединений азота и фосфора,

поступивших в Авачинскую губу с речным стоком, уменьшился на 21–33%, а нефтепродуктов и детергентов увеличилось на 5–9%.

Таблица 9.1. Объем сточных вод, поступивших с побережья полуострова Камчатка в Авачинскую губу в 2012–2014 гг.

Район	2012 г. *			2013 г.*			2014 г. *		
	всего	в том числе без очистки		всего	в том числе без очистки		всего	в том числе без очистки	
	тыс.м ³	тыс.м ³	%	тыс.м ³	тыс.м ³	%	тыс.м ³	тыс.м ³	%
Авачинская губа	56491,26	7879,49	13,9	49956,87	7488,34	14,99	49401,77	6833,21	13,83
Петропавловск-Камчатский	53725,34	5514,51	10,3	47394,57	5283,69	11,15	46979,94	4809,51	10,23
г. Вилючинск	2765,92	2364,98	85,5	2562,3	2204,62	86,04	2421,83	2023,7	83,56

* — информация неполная.

9.3. Загрязнение вод Авачинской губы

В 2014 г. специалистами лаборатории информационно-аналитических ресурсов центра по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЛИАР ЦМС) ФГБУ «Камчатское УГМС» в соответствии с планом было проведено 6 гидрохимических съемок с мая по октябрь на 9 станциях в Авачинской губе (рис. 9.1). Отбор проб морской воды выполнялся с горизонтов 0 м, 10 м и в придонном слое. Всего получено 138 проб морской воды. Программой работ предусматривалось определение стандартных гидрохимических показателей (рН, растворенный кислород, щелочность, кремний, фосфор минеральный и общий, нитриты, нитраты и аммонийный азот), концентрации загрязняющих веществ (фенолы, детергенты и нефтепродукты) и элементов гидрометеорологического режима (хлорность, соленость, температура воды и воздуха, скорость и направление ветра, атмосферное давление, облачность и волнение). Работы проводились силами специалистов ЦМС на арендуемом судне — катере «РУМ 45-63» Нефтяные углеводороды определялись методом ИК-спектрофотометрии на КН-2 по прилагаемой к прибору методике. Диапазон определения концентрации НУ находится в пределах 0,02–2,00 мг/дм³. Определение АПАВ и фенолов производилось с использованием анализатора «Флюорат 02-3М».

Как и в прошлом году, **соленость** в водах Авачинской губы изменялась в широком диапазоне от 0,74 до 33,92‰; значения ниже 10‰ были зафиксированы в 7 пробах, отобранных с по-



Рис. 9.1. Схема расположения станций мониторинга морских вод в Авачинской губе в 2014 г.

Таблица 9.2. Объем сточных вод и основные загрязняющие вещества, поступившие от отдельных предприятий в Авачинскую губу в 2014 г.

Предприятие/населенный пункт (г. Петропавловск-Камчатский, Вилочинск)	Всего (тыс. м ³)	Без очистки (тыс.м ³)	Недостаточ- но очищен- ные (тыс.м ³)	Нормативно Чистые (тыс.м ³)	Нормативно очищенные (тыс.м ³)	Взвешенные вещества (т)	Азот общий (т)	Нефть и нефтепро- дукты (т)	СПАВ (кг)	Фосфаты (P- PO ₄) (т)	Сульфаты (SO ₄) (т)	Хлориды (Cl) (т)
Открытое акционерное общество «Петро- павловск-Камчатский морской торговый порт» (ОАО «ПКМТП»), (ПК)	17,47	17,47	0	0	0	0,784	0,216	0,003	9,997	0,063	0,319	0,364
ЗАО «ПСРЗ» (ПК)	202,6	8,6	0	194	0	0,22	0	0	0,37	0	0,16	0,34
Общество с ограниченной ответственно- стью «Жестяно-баночная фабрика и Ко» (ООО «ЖБФ и Ко») (ПК)	135	0	135	0	7,3	1Д		0,04	96,84	0,02	2,57	1,61
Общество с ограниченной ответственностью «Петропавловск-Камчатский рыбоконсерв- ный завод» (ПК)	63,11	63,11	0	0	2,92	0,12	0	0	3,54	0,196	2,44	2,67
Общество с ограниченной ответственство- стью «Экология» (ПК)	1,99	0	0	0	1,99	0,001	0	0	0	0	0	0,007
Закрытое акционерное общество «Судо- ремсервис» (ПК)	470,48	0	262,45	200	8,03	2,07	2,019	0,003	25,658	0,191	4,026	5,67
Рыболовецкий колхоз им. В.И.Ленина (ПК)	180,09	0	0	0	180,09	1,85	0,27	0	4,54	0,02	1,64	1,33
Общество с ограниченной ответственство- стью «Аквафиш» (ПК)	10,2	0	9,3	0	0	1,05	0,08	0	3,99	0,05	1,99	29,65
Открытое акционерное общество Судоре- монтный завод «Фреза» (ОАО СРЗ «Фре- за») (ПК)	4,98	4,98	0	0	0	0,52	0	0	0	0	0	0
Общество с ограниченной ответственность «Авача» (ОО «Авач») (ПК)	14,82	14,82	0	0	0	0,845	0,002	0	2,43	0,013	0	0
Муниципальное унитарное предприятие Петропавловск-Камчатского городского округа «Петропавловский водоканал» (МУЛ «Петропавловский водоканал») (ПК)	9770,28	4371,57	0	0	5398,71	917,8	241,6	5,81	12861,1	96,87	178,18	430,02
Открытое акционерное общество «Камчат- геология» (ОАО «Камчатгеология») (ПК)	15,73	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0,001	0,001
Общество с ограниченной ответственство- стью «УКР» (ОО «УКР») (ПК)	254,4	254,4	0	0	0	0,986	0,053	0,005	16,409	0,01	200,849	1214,124
АО «ННК-Камчатнефтепродукт» (ПК)	4,28	0	3,22	0	0	0,021	0,004	0	0,035	0,003	0,039	0,016
Открытое акционерное энерге- тики и электрификации «Камчатскэнерго» (ОАО «Камчатскэнерго») филиал «Цен- тральные электрические сети» (ПК)	35832,51	71,56	52,95	35708	0	6,99	0,14	0,22	1,55	0,27	13,79	69,58
Открытое акционерное общество «Севе- ро-Восточный ремонтный центр» (ОАО «СВРЦ») (В)	402,93	4,8	0	208	190,13	18,173	0	0,064	6,48	0,024	2,992	2,982
Муниципальное унитарное предприятие «Городское теплоснабжение» Вилоч- инского городского округа (В)	2018,45	2018,45	0	0	0	122,532	40,519	0	577,851	14,545	126,901	81,381
ДВЦ «ДальРАО» — филиал ФГУП «Ро- сРАО» (В)	0,45	0,45	0	0	0	0,012	0	0	0,044	0	0,036	0
ВСЕГО	49401,77	6833,2	466,92	36315,03	5784,95	1091,07	294,12	15,15	13620,8	123,28	547,93	1852,75

верхностного слоя с мая по июль в эстуарных районах рек и в бухтах Моховая и Крашениникова. В подповерхностных водах на глубине 10 м соленость не опускалась ниже 24,89‰. В придонном слое она изменялась в диапазоне 30,53–33,92‰. Значения хлорности изменялись в диапазоне 0,41–18,78‰, составив в среднем для всей толщи 14,42‰. Средняя для поверхностного слоя — 9,96; промежуточного — 17,04 и придонного — 17,70‰. Температура морской воды изменялась от 0,81°C в центральной части Авачинской губы (ст. №2) на глубине 26 м в конце мая до 17,98°C там же на поверхности в середине июля. Среднемесячные показатели температуры в толще вод изменялись в диапазоне 5,15–8,34°C; на поверхности в пределах от 7,31 до 15,15°C; в придонном слое от 1,38 до 5,24°C. Значения pH были в диапазоне 7,46–8,56. Мутность воды варьировала в диапазоне от 18,8 (в устьевой зоне реки Авача) до 78,7 мг/дм³ (в октябре в приустьевой зоне реки Паратунки); среднегодовой показатель (55,08 мг/дм³) снизился по сравнению с уровнем прошлого года (65,9 мг/дм³).

Среднее содержание **нефтяных углеводородов** в водах Авачинской губы в 2014 г. повысилось по сравнению с прошлым годом в 1,6 раза и составило 1,6 ПДК (0,08 мг/дм³), (табл. 9.2). Концентрация НУ выше ПДК была зафиксирована в 44% проб против 24% в 2013 г. Наибольшее загрязнение морских вод нефтепродуктами отмечалось с мая по июль, достигнув максимальных значений в июне, когда среднемесячная концентрация НУ по всей толще составила 4 ПДК. В районе ПСРМЗ 23 июня на ст. №49 средняя концентрация НУ составила 8 ПДК, а в придонном слое был зафиксирован абсолютный годовой максимум — 13 ПДК (0,64 мг/дм³). В 2014 г. визуальные наблюдения за нефтяной пленкой на поверхности моря проводились на пяти гидрометеорологических станциях. В бухте Оссора на побережье Берингова моря нефтяная пленка отсутствовала. На ОГМС Никольское (Алеутские острова, Тихий океан) у пирса в районе стоянки рыболовецких и транспортных судов эпизодически отмечались небольшие нефтяные пятна слабой интенсивности с максимальной повторяемостью до 7 дней в весенние и летние месяцы. На ГМС Петропавловский маяк (Авачинский залив) нефтяная пленка слабой интенсивности с покрытием 10% видимой акватории наиболее часто отмечалась в апреле и ноябре большую часть месяца (по 14 дней), в феврале, сентябре и октябре — отсутствовала; в остальное время фиксировалась в течение 2–5 дней ежемесячно. С июня по сентябрь визуальные наблюдения за загрязненностью прибрежной части моря нефтепродуктами часто были невозможны из-за туманов и морозящих осадков, приводящих к существенному ухудшению видимости. На западном побережье Камчатки (район поселка Озерная, Охотское море) в январе и марте нефтяная пленка отсутствовала; с апреля по сентябрь нефтяная пленка слабой интенсивности (1 балл) с покрытием 10% видимой акватории отмечалась большую часть времени. Наиболее загрязненной акваторией по-прежнему является 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).

Фенолы являются наиболее распространенным загрязняющим веществом в водах Авачинской губы. Они образуются при биохимическом распаде и трансформации органических веществ в морских водах и донных отложениях. В Авачинскую губу фенолы поступают с хозяйственно-бытовыми и производственными стоками, а также приносятся речными водами. Источниками загрязнения фенолами рек является затопленная при сплаве древесина, отходы сельскохозяйственного производства и хозяйственно-бытовые сточные воды. 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 2014 г. по сравнению с 2013 г. снизилось с 4 до 3 мкг/дм³. Самая высокая среднемесячная концентрация фенолов в морской воде, достигавшая 5 ПДК, была отмечена в октябре 2014 г. Очаги самого высокого загрязнения были сосредоточены в бухте Моховая (ст. №17), в районе морского порта (ст. №47) и в приустьевой зоне р. Авача (ст. №4). Максимальная разовая величина была зафиксирована в бухте Моховая в октябре в поверхностном слое (18 мкг/дм³, 18 ПДК). В 2014 г. превышение предельно допустимой концентрации отмечено в 76% проб. Уровень загрязненности морских вод фенолами на уровне 3–5 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 2014 г. среднегодовая концентрация АПАВ по сравнению с прошлым годом повысилась в 1,6 раза и составила 52 мкг/дм³ (0,5 ПДК). Наиболее высокая среднемесячная концентрация АПАВ отмечалась в августе и сентябре — 0,8 ПДК. Максимальная концентрация (1,9 ПДК) была зафиксирована в июне и сентябре в поверхностном слое в приустьевой зоне реки Авача, а также в двух сентябрьских пробах, отобранных в центре Авачинской губы и на выходе из губы на холодных придонных горизонтах. Концентрация АПАВ превышала ПДК в 7% проб (2012 г. — 5%; 2011 г. — 9% проб, в 2013 г. в 2-х пробах из 138).

Биогенные элементы. Основными источниками поступления фосфора в морскую среду являются речной сток, хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды, минерализация органических остатков. Понижает содержание фосфора в морской воде его потребление фитопланктоном в период активной вегетации. В холодное время года процессы регенерации преобладают 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 2,5 до 123 мкг/дм³, составив в среднем 36,5 мкг/дм³, что соответствует прошлогоднему значению. Концентрация общего фосфора изменялась в диапазоне 9,3–139 мкг/дм³ (в среднем 47,8 мкг/дм³). Среднемесячная концентрация фосфатов изменялась в диапазоне 27,3–49,3 мкг/дм³, а общего фосфора — от 36,8 до 69,1 мкг/дм³, что соответствует показателям 2013 г. Максимальная концентрация и фосфатов, и общего фосфора была зафиксирована в октябре в придонном слое: фосфатов в центральной районе Авачинской губы — 123,0 мкг/дм³, а фосфора в бухте Крашенинникова — 139,0 мкг/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 17–288 мкг/дм³, составив в среднем 79,8 мкг/дм³, максимум был зафиксирован в августе в прибрежной зоне Петропавловска-Камчатского на ст. №49. В течение года среднемесячная концентрация аммонийного азота изменялась от 61 мкг/дм³ в сентябре до 120,7 мкг/дм³ в августе. Самая высокая концентрация была зафиксирована в центральном районе губы. В течение всего периода наблюдений содержание аммонийного азота в придонном слое (среднегодовое значение — 125,16 мкг/дм³) превышало его содержание в поверхностном слое (64,6 мкг/дм³). У дна в условиях пониженных темпе-

ратур 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 2014 г. содержание нитритов в морской воде было в диапазоне 0,0–23,9 мкг/дм³, составив в среднем 4,8 мкг/дм³. Среднемесячная в толще вод концентрация нитритов изменялась от 2,4 в июле до 8,0 мкг/дм³ в сентябре; среднегодовая снизилась почти в 1,4 раза. У дна количество нитритов увеличивалось, а наибольшие величины обнаружены в зонах дефицита кислорода. Разовая концентрация достигала 1,2 ПДК и была зафиксирована в четырех пробах, отобранных в сентябре и октябре на придонном горизонте у входа в бухту Крашенинникова (ст. №3), в центральной части губы (ст. №2) и в приустьевой зоне реки Паратунка (ст. №48). Так как нитриты являются неустойчивыми соединениями, которые при наличии кислорода окисляются до нитратов, то в морской воде преобладают нитраты как конечные продукты минерализации. В 2014 г. концентрация нитратного азота изменялась в диапазоне от 1 до 510 мкг/дм³, а среднемесячная — от 61,8 мкг/дм³ в октябре до 147,4 мкг/дм³ в мае. Среднегодовое содержание нитратов составило 98,2 мкг/дм³ и не изменилось по сравнению с 2013 г (97 мкг/дм³). Наибольшие величины отмечались в мае и июне (510 и 304,2 мкг/дм³), когда потребление биогенных элементов водными организмами в условиях низких температур было минимальным; более низкие величины отмечались с августа по октябрь. Максимум был отмечен в мае на поверхностном горизонте в дельте реки Паратунки. Наиболее высокие значения содержания нитратов отмечались в приустьевых зонах рек Авача и Паратунка (ст. №№4, 48) и в центральной части Авачинской губы (ст. №50), наименьшие — на выходе из Авачинской губы (ст. №43). Количество нитратов в промежуточном и придонном слоях (среднегодовой показатель — 112,7 мкг/дм³) превышало их количество в поверхностном слое (75,6 мкг/дм³) в течение почти всего периода наблюдений. Только в период пика весенне-летнего половодья (май — июнь) наблюдалась обратная картина: среднемесячная концентрация нитратов на поверхности составила в мае 192,8 и в июне 160,2 мкг/дм³, а в глубинных водах 118,2 и 97,5 мкг/дм³ соответственно.

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 в обычно 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 2014 г. среднегодовое значение для поверхностного слоя составило 1437 мкг/дм³, для придонного — 707 мкг/дм³, а для промежуточной водной толщи — 526 мкг/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 2014 г. пик содержания кремния пришелся на май 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 2014 г. среднемесячные показатели содержания кремния в толще вод изменялись в пределах 822–1064 мкг/дм³, составив в среднем за год 953 мкг/дм³ (в 2013 г. — 982). Наиболее высокая среднемесячная концентрация отмечена в мае (1005 мкг/дм³) и августе (1064 мкг/дм³). Максимальная разовая

концентрация (1980 мкг/дм³) была отмечена дважды 30 мая в поверхностном слое приустьевой зоны реки Авача и в Моховой бухте.

Содержание растворенного **кислорода** в период наблюдений изменялось в пределах 2,94–14,58 (26,9–150% насыщения), составив в среднем 10,38 мгО₂/дм³ (101% насыщения). В поверхностном слое среднемесячное значение варьировало в диапазоне 11,72–12,80 мгО₂/дм³ (в среднем за год 12,18 мгО₂/дм³); в придонном слое — в диапазоне 2,94–12,96 (8,78); в толще вод в диапазоне 5,17–13,49 (10,02 мгО₂/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 и биохимическое окисление 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 2014 г. с установлением летнего типа стратификации вод Авачинской губы насыщенность глубинных слоев кислородом падала: среднемесячные значения в придонном слое в августе-сентябре-октябре составили 8,72; 5,83 и 6,59 мгО₂/дм³ (80,3, 57,3 и 66,9% насыщения), а для всей толщи вод — 10,32; 8,64 и 9,15 мгО₂/дм³ (104,8; 88,7 и 91,0% насыщения). В сентябре и октябре 2014 г. в 10 пробах из придонного слоя вод на всей акватории губы на глубинах 10–26 м наблюдался дефицит кислорода, средняя величина 4,97 мгО₂/дм³. В центральном районе Авачинской губы на ст. №2 значение опустилось до уровня высокого загрязнения (В3) — концентрация растворенного в воде кислорода снизилась до 2,94 мгО₂/дм³ (0,5 ПДК).

Таблица 9.2. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Авачинской губы п-ова Камчатка в 2012–2014 гг.

Район	Ингредиент	2012 г.		2013 г.		2014 г.		
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК	
Авачинская губа	НУ	0,047	0,9	0,048	0,96	0,08	1,6	
		0,97	19	0,98	20	0,64	13	
	Фенолы	2,5	2,5	3,7	4	2,6	2,6	
		14	14	11	11	18	18	
	СПАВ	45	0,5	32	0,3	52	0,5	
		200	2,0	140	1,4	192	1,9	
	Азот аммонийный	120	<0,1	93,8	<0,1	80	<1	
		445	<0,1	476	<0,1	288	0,1	
	Растворенный кислород	10,41		10,32		10,38		
		3,43	0,6	4,13	0,7	2,94	0,5	
	Примечания:							
	1. Среднегодовая концентрация (С)* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм ³ ; СПАВ, аммонийного азота, фенолов — в мкг/дм ³ .							
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке — максимальное (для кислорода — минимальное) значение.								
3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.								

Рассчитанный для периода наблюдений индекс загрязнения вод (ИЗВ) составил 1,30 (IV класс, «загрязненные»), (табл. 9.3). Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, фенолы и детергенты. По сравнению с 2013 г. качество вод немного улучшилось главным образом за счет снижения содержания фенолов в воде губы. В целом

в последние годы наблюдается стабилизация состояния вод Авачинской губы с небольшими межгодовыми вариациями. Источники поступления в морскую среду загрязняющих веществ и интенсивность стока сохраняются на прежнем уровне. Кислородный режим в целом удовлетворительный и следует 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 9.3. Оценка качества вод Авачинской губы п-ова Камчатка в 2012–2014 гг.

Район	2012 г.		2013 г.		2014 г.		Среднее содержание ЗВ в 2014 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Авачинская губа	1,48	III	1,48	IV	1,30	IV	НУ 1,56; фенолы 2,59; СПАВ 0,52; O ₂ 0,58

Глава 10. ОХОТСКОЕ МОРЕ

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

10.1. Общая характеристика

Охотское море относится к наиболее крупным и глубоким морям мира. Его площадь равна 1603 тыс.км², объем — 1316 тыс.км³, средняя глубина — 821 м, наибольшая глубина — 3521 м. Охотское море относится к окраинным морям смешанного материково-океанского типа. При большой протяженности береговая линия изрезана относительно слабо. Вместе с тем она образует несколько крупных заливов (Анива, Терпения, Сахалинский, Академии, Тугурский, Аян, Шелихова) и губ (Удская, Тауйская, Гижигинская и Пенжинская), (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); оставшая 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 $-1,5$ – $-1,7^{\circ}\text{C}$. 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 соленость 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>).

10.2. Загрязнение Охотского моря

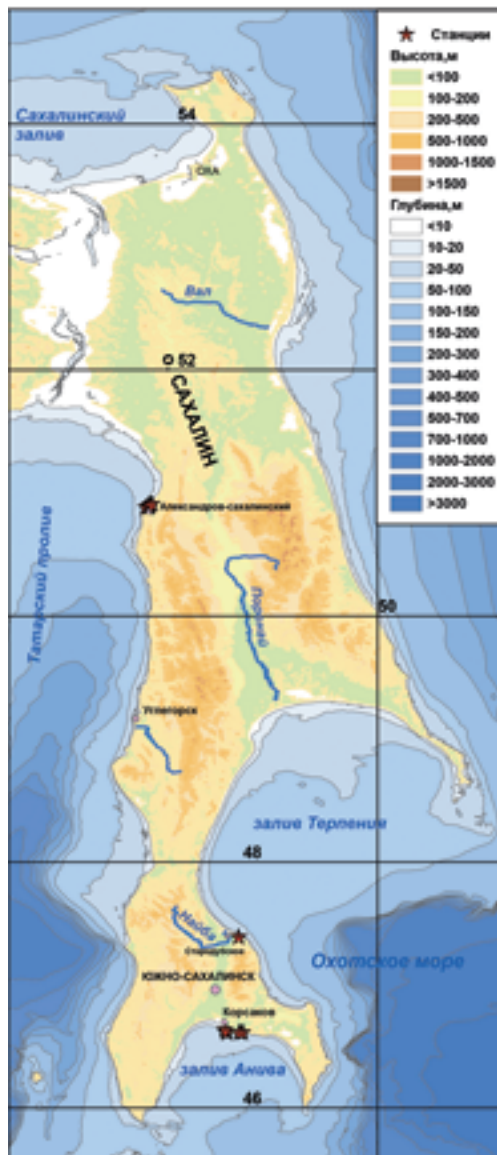
Наибольшей антропогенной нагрузке подвергаются районы Тауйской губы в северной части моря и шельфовые районы острова Сахалин. В северную часть моря ежегодно поступает около 23 т нефтепродуктов, при этом 70–80% с речным стоком. В Тауйскую губу загрязняющие вещества поступают от береговых промышленных 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-бу-

мажными 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 нефтяные углеводороды 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>).

10.3. Загрязнение шельфа о. Сахалин

В 2014 г. на шельфе о. Сахалин в районе поселка Стародубское 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 пяти станциях с мая по октябрь (рис. 10.1). Шельфовая зона острова загрязняется угле-, нефте- и газодобывающими предприятиями, муниципальными сточными водами коммунально-бытовых объектов, целлюлозно-бумажными комбинатами, рыбопромысловыми и перерабатывающими судами и предприятиями. Значительную роль в загрязнении морских вод играет речной сток.

Рис. 10.1. Станции мониторинга состояния морской среды на шельфе о. Сахалин в 2014 г.



10.3.1. Район поселка Стародубское

Температура поверхностного слоя вод в 2014 г. у пос. Стародубское варьировала в диапазоне 9,2–22,5°C; соленость изменялась в пределах 28,16–31,04‰; хлорность 15,59–17,18; рН 7,6–8,1; щелочность была в диапазоне 1,742–2,318 мг-экв/дм³. Концентрация твердых взвешенных веществ изменялась от 1,9 (8 июля) до 53,5 мг/дм³ (20 мая), а легко окисляемого органического вещества по БПК₅ в интервале 0,96–3,4 мгО₂/дм³.

Концентрация нефтяных **углеводородов** в шести обработанных пробах воды изменялись от значений ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (0,020 мг/дм³, 3 пробы) до 0,03 мг/дм³, 0,6 ПДК (табл. 10.1). Содержание фенолов в прибрежных водах было ниже DL=0,5 мг/дм³ в августе и достигало 5,0 мг/дм³ в июне. Среднее содержание фенолов в прибрежных водах составило 1,4 мг/дм³ (1,4 ПДК; в 2013 г. — 3 ПДК). Уровень загрязненности морских вод СПАВ немного снизился и составил в среднем за год 11,5 мг/дм³ (0,1 ПДК), диапазон значений 0–39 мг/дм³, максимум был отмечен в мае.

Содержание тяжелых **металлов** в поверхностном слое вод составляло: медь 0,0–5,7 мг/дм³ (1,1 ПДК), средняя концентрация увеличилась по сравнению с предыдущим годом в 2,3 раза (3,1 мг/дм³ и 1,3 мг/дм³ в 2013 г.); цинк 1,1–19,9 мг/дм³, средняя концентрация (10,1 мг/дм³) увеличилась в 5,6 раза; содержание свинца было ниже предела обнаружения DL=0,3 мг/дм³ в 1 пробе в начале лета, максимум достигал 6,7 мг/дм³, среднее значение составило 3,2 мг/дм³ (что больше прошлогодних значений в 3,5 раза); содержание кадмия в 5 пробах было ниже предела обнаружения (0,3 мг/дм³), в 1 пробе достигало 0,6 мг/дм³. В целом в 2014 г. отмечено значимое повышение содержания этих металлов в водах района по сравнению со значениями 2013 г.

Концентрация всех определяемых форм азота в 2014 г. снизилась относительно значений 2013 г. Средняя концентрация аммонийного **азота** понизилась с 246 до 56 мг/дм³, максимальная — с 631 до 131 мг/дм³, уменьшение в 4,3 и 4,8 раза соответственно; нитриты — средняя с 16,6 до 4,8 мг/дм³, максимальная с 41,8 до 13,7 мг/дм³, уменьшение в 3,4 и 3 раза; нитратов — с 155 до 24 мг/дм³ и с 732 до 90 мг/дм³, соответственно в 6,5 и в 8,1 раз. Среднегодовое содержание фосфатов составило в 2014 г. 47,5 мг/дм³, что в 3,4 раза больше прошлогоднего. Содержание силикатов изменялось от 107 до 687 мг/дм³; среднее — 329 мг/дм³ было в 2,2 раза выше уровня 2013 г.

Концентрация кислорода в 2014 г. была в диапазоне 8,9–11,9 мгО₂/дм³ (62,7–83,8% насыщения). Среднегодовой показатель содержания растворенного кислорода составил 10,35 мгО₂/дм³. По ИЗВ качество вод на фоновой станции в районе пос. Стародубское в 2014 г. может быть отнесено ко II классу (0,72), «чистые» (табл. 10.2). Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, фенолы и медь.

Загрязнение **донных отложений** нефтяными углеводородами в шельфовой зоне о. Сахалин в районе пос. Стародубское повысилось: диапазон концентрации от аналитического нуля (5 мг/г, две пробы) до 157 мг/г сухого вещества. Среднее (60 мг/г) и максимальное значение было выше прошлогоднего в 3 и 2,8 раза соответственно. Содержание фенолов также немного повысилось. Среднее содержание составило 61 мг/г, максимальное — 158 мг/г. Существенно повысилось и содержание меди и цинка в донных отложениях. Средняя концентрация меди в 2014 г. составила 53,4 мг/г, диапазон 6,5–118 мг/г; цинка — 32,8 мг/г, диапазон 8,1–68,5 мг/г. Среднее содержание свинца (10,6 мг/г) также увеличилось в 4 раза; диапазон 3,5–18,6 мг/г. Содержание кадмия в трех пробах было ниже предела обнаружения, в трех других — 0,2; 0,46 и 0,54 мг/г; среднее — 0,2 мг/г. В целом уровень загрязненности донных осадков в 2014 г. в районе поселка значительно увеличился по сравнению с 2013 г.

10.3.2. Залив Анива. Район порта г. Корсакова

В районе порта г. Корсакова в 2014 г. мониторинг состояния морской среды проводился с мая по октябрь на трех станциях. Температура морской воды изменялась от 5,0 до 21,7°С, составив в среднем 13,9°С. Соленость была в пределах 18,3–31,96‰, составив в среднем 29,84‰; минимум отмечен в мае, максимум — в августе и сентябре. Хлорность изменялась в диапазоне 10,13–17,69‰, составив в среднем 16,53‰; рН 7,60–8,30; щелочность 1,802–2,346 мг-эquiv/дм³. Концентрация твердых взвешенных веществ изменялась от 0,8 (август) до 255 мг/дм³ (октябрь), в среднем 28,4 мг/дм³, а легко окисляемого органического вещества по БПК₅ от менее 1,0 (в июне и августе) до 3,02 мгО₂/дм³ (июль).

Концентрация **НУ** в прибрежных водах залива в районе п. Корсаков изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,02 мг/дм³ в мае, сентябре и октябре, 7 проб из 17) до 0,06 мг/дм³ (1 ПДК в августе). Средняя за год величина составила 0,02 мг/дм³ (0,5 ПДК), что в 4 раза ниже уровня предыдущего года. Содержание фенолов в водах залива изменялось от значений ниже предела обнаружения (0,5 мкг/дм³ в июне, июле, августе и октябре, 7 проб из 17) до 1,9 мкг/дм³ в мае; средняя концентрация составила 0,6 мкг/дм³, что в 2 раза ниже уровня прошлого года. Как в 2011–2013 гг., загрязнение вод залива Анива СПАВ было незначительным. Наибольшая величина (38 мкг/дм³) была отмечена в сентябре, а в 8 пробах из 17 в период проведения работ была ниже предела обнаружения (DL=10 мкг/дм³). Средняя величина 13,7 мкг/дм³, оказалась также ниже прошлогодних значений в 1,2 раза.

В 2014 г. концентрация **меди** в морской воде в районе порта изменялась в диапазоне 0,7–32,3 мкг/дм³ (табл. 10.3); средняя была выше прошлогодней в 2,3 раза, а максимальная — в 2,5 раза. Уровень содержания свинца и цинка в морских водах практически не изменился за последние годы. Содержание кадмия во всех пробах, кроме двух, было ниже предела обнаружения DL=0,3 мкг/дм³.

Таблица 10.3. Концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах залива Анива в 2012/2013/2014 гг.

	Cu	Cd	Pb	Zn
Район п. Корсаков				
сред	6,1/3,2/7,3	<0,3/<0,3/0,025	0,45/0,94/2,4	6,7/5,5/10,5
макс	10,2/13,1/32,3	<0,3/<0,3/0,3	1,8/3,4/7,3	32,6/27,5/45,9
мин	1,8/1,0/0,7	<0,3/<0,3/<0,3	<0,3/<0,3/<0,3	3,2/1,4/<0,3
ПДК сред	1,2/0,6/1,5	<0,1/<0,1/<0,1	<0,1/<0,1/0,2	0,1/0,1/0,2
ПДК max	2,0/2,6/6,5	<0,1/<0,1/<0,1	0,2/0,3/0,7	0,7/0,6/0,9
Район п. Пригородное				
сред	4,5/4,2/4,13	<0,3/0,14/0,03	0,29/2,11/1,8	5,5/5,9/8,2
макс	9,1/15,6/9,0	<0,3/0,3/0,06	1,6/10,4/3,8	9,5/16,8/64,3
мин	1,5/0,1/0,9	<0,3/<0,3/<0,3	<0,3/<0,3/<0,3	3,6/1,8/<0,3
ПДК сред	0,9/0,8/0,8	<0,1/<0,1/<0,1	<0,1/0,2/0,2	0,1/0,1/0,2
ПДК max	1,8/3,1/1,8	<0,1/<0,1/<0,1	0,2/ 1,0/0,4	0,2/0,3/1,3

Концентрация различных форм **азота** в водах залива в районе п. Корсаков была в пределах естественной межгодовой изменчивости: средняя концентрация аммонийного азота составила 96 мкг/дм³, максимальная — 284 мкг/дм³ (что практически равно прошлогодним значениям); содержание нитритов 21,28 и 33,80 мкг/дм³, максимум в мае; нитратов — 130 и 613 мкг/дм³. Концентрация неорганического фосфора в течение теплого периода года из-

менялась от 0 до 1364 мг/дм³, в среднем 216 мг/дм³; максимум отмечен в мае. Содержание силикатов в водах района изменялось в диапазоне 134–3288 мг/дм³, составив в среднем 555,3 мг/дм³; максимум также в мае. По сравнению с 2013 г. среднее содержание кремния в морских водах уменьшилось в 2,4 раза.

Кислородный режим в водах порта Корсаков в целом был удовлетворительным. Среднее содержание растворенного кислорода в период проведения наблюдений составило 8,6 мгО₂/дм³ (97,2% насыщения) при диапазоне концентрации 4,5–13,2 мгО₂/дм³. Минимальное значение было отмечено в августе при наибольшей температуре воды (21,7°C) и высокой солености (30,31‰). По ИЗВ воды залива Анива в районе порта Корсаков в 2014 г. по-прежнему могут быть отнесены к III классу (0,79), «умеренно-загрязненные» (табл. 10.2). По сравнению с предыдущим годом качество вод в районе порта немного улучшилось. Доминирующими загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, фенолы и медь.

В **донных отложениях** прибрежной зоны залива Анива в районе порта Корсаков содержание нефтяных углеводородов изменялось в диапазоне 20–369 мг/г, составив в среднем 117 мг/г (2,3 ДК), в 2013 г. — 2,1 ДК, максимум отмечен в августе. Средняя и максимальная концентрация остались на том же уровне. Концентрация фенолов не превысила предела обнаружения DL=0,3 мг/г в 8 пробах из 17, в остальных значения колебались от 0,3 до 2,3 мг/г, что превышает прошлогодние значения в 4,6 раз.

Содержание тяжелых металлов в осадках у порта Корсаков изменялось в следующих диапазонах: медь 23,0–154,0 мг/г (средняя 54,3 мг/г, 1,6 ДК, в 2 раза больше значения 2013 г.); цинк 18,6–116,0 мг/г (среднее 40,7 мг/г, 0,3 ДК, что в 1,8 раза меньше прошлогоднего). Значения кадмия были ниже предела обнаружения DL=0,01 мг/г в 7 пробах из 17. В остальных значения колебались от 0,02 до 0,83 мг/г, в среднем 0,16 мг/г. Содержание свинца изменялось в диапазоне 5,9–27,6 мг/г, среднее составило 12,2 мг/г; 0,14 ДК (по сравнению с 2013 г. среднее меньше в 3,6 раз, максимум — в 7,5 раз). И средняя, и максимальная концентрация цинка и свинца значительно уменьшилась по сравнению с прошлым годом.

10.3.3. Залив Анива. Район пос. Пригородное

В 2014 г. мониторинг качества морской среды в прибрежной акватории в черте пос. Пригородное в заливе Анива проводился с мая по октябрь на трех станциях ГСН II категории. Температура поверхностного слоя вод колебалась от 6,0 до 20,7°C; соленость была в пределах 13,12–31,49‰, минимум отмечен в мае, а максимум в октябре; хлорность 7,26–17,43‰; pH 7,74–8,20; щелочность изменялась в диапазоне 1,124–2,265 мг-экв/дм³. Концентрация твердых взвешенных веществ изменялась от 0,8 (август) до 49,6 мг/дм³ (октябрь), а легко окисляемого органического вещества по БПК₅ от значений менее <1,0 (6 проб из 18) до 2,5 мгО₂/дм³, в среднем 1,04 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 течение периода наблюдений концентрация **НУ** изменялась от значений ниже предела обнаружения (DL=0,02 мг/дм³; 12 проб из 18) до 0,056 мг/дм³, составив в среднем 0,010 мг/дм³ (0,2 ПДК). По сравнению с 2013 г. максимальное значение понизилось в 2 раза, а среднее — в 1,7 раз. Содержание фенолов в прибрежье изменялось от значений ниже предела обнаружения (0,5 мг/дм³, 12 проб из 18) до 2,2 мг/дм³ в мае; средняя концентрация составила 0,3 мг/дм³. Уровень загрязнения вод залива АПАВ в целом был невысоким. В 12 пробах концентрация была менее DL=10 мг/дм³; наибольшая величина (41 мг/дм³) была отмечена в мае и июне, а средняя (7,8 мг/дм³) понизилась в 1,5 раза. Содержание **меди** в морской

воде в районе пос. Пригородное изменялось в диапазоне 0,9–9,0 мкг/дм³, составив в среднем 4,13 мкг/дм³ (0,8 ПДК), что соответствует уровню 2013 г. (табл. 10.3). Максимальная величина уменьшилась в 1,7 раз. Содержание цинка колебалось в значениях 0–64,3 мкг/дм³, в среднем 8,19 мкг/дм³ (0,5 ПДК). Уровень загрязненности морских вод свинцом остался на прошлогоднем уровне: среднегодовое содержание составило 0,2 ПДК. Концентрация кадмия во всех пробах, кроме одной была ниже предела обнаружения DL=0,3 мкг/дм³.

Таблица 10.1. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах и донных отложениях шельфа о. Сахалин в 2012–2014 гг.

Район	Ингредиент	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
пос. Стародубское	НУ	0,025 0,087	0,5 1,7	0,032 0,058	0,6 1,2	0,013 0,030	0,3 0,6
	Фенолы	1,3 2,4	1,3 2,4	2,9 5,1	2,7 5,1	1,42 5,0	1,4 5,0
	СПАВ	18 44	0,2 0,4	13 19	0,1 0,2	11,5 39	0,1 0,4
	Кадмий	<0,3 <0,3	<0,1 <0,1	<0,3 <0,3	<0,1 <0,1	0,1 0,6	<0,1 <0,1
	Медь	5,2 7,2	1,0 1,4	1,3 1,9	0,3 0,4	3,1 5,7	0,6 1,1
	Цинк	6,5 14,6	0,1 0,3	1,8 5,5	<0,3 0,1	10,1 19,9	0,2 0,4
	Свинец	0,2 1,1	<0,1 0,1	0,9 1,7	<0,1 0,2	3,2 6,7	0,3 0,7
	Аммонийный азот*	40 92	<0,1 <0,1	246 631	0,1 0,3	56 151	<0,1 <0,1
	БПК ₅	2,6 3,4	0,9 1,1	2,9 5,0	1,0 1,7	2,6 3,4	0,9 1,1
	Кислород	9,72 7,5		9,25 4,4	0,7	10,35 8,9	
Залив Анива: порт г. Корсакова	НУ	0,014 0,074	0,3 1,5	0,080 0,458	1,6 9	0,021 0,055	0,4 1,1
	Фенолы	1,3 1,1	1,3 1,1	1,2 3,7	1,2 3,7	0,58 1,9	0,6 1,9
	СПАВ	17 76	0,2 0,8	17 52	0,2 0,5	13,7 38,0	0,1 0,4
	Кадмий	<0,3 <0,3	<0,1 <0,1	0,025 0,3	<0,1 <0,1	0,05 0,6	<0,1 <0,1
	Медь	6,1 10,2	1,2 2,0	3,2 13,1	0,6 2,6	7,4 32,3	1,5 6,5
	Цинк	8,7 32,6	0,2 0,7	5,5 27,5	0,1 0,6	10,5 45,9	0,2 0,9
	Свинец	1,0 1,8	0,1 0,2	0,9 3,4	<0,1 0,3	2,4 7,3	0,2 0,7
	Аммонийный азот*	57 240	<0,1 <0,1	87 261	<0,1 0,1	96 284	<0,1 0,1
	БПК ₅	2,5 4,1	0,8 1,4	1,7 3,9	0,6 1,3	1,9 3,0	0,6 1,0
	Кислород	7,16 5,2	0,9	8,50 5,4	0,9	8,65 4,47	0,75
Залив Анива: район пос. Пригородное	НУ	0,004 0,029	<0,1 0,6	0,017 0,121	0,3 2,4	0,010 0,056	0,2 1,2
	Фенолы	0,3 1,8	0,3 1,8	2,1 16,0	2,1 16,0	0,3 2,2	0,3 2,2

	СПАВ	13 42	0,1 0,4	12 42	0,1 0,4	7,8 41,0	<0,1 0,4
	Кадмий	<0,3 <0,3	<0,1 <0,1	0,14 1,0	<0,1 0,1	0,03 0,6	<0,1 <0,1
	Медь	4,6 9,1	0,9 1,8	4,2 15,6	0,8 3	4,1 9,0	0,8 1,8
	Цинк	5,5 9,5	0,1 0,2	5,9 16,8	0,1 0,3	8,2 64,3	0,2 1,3
	Свинец	0,2 1,6	<0,1 0,2	2,1 10,4	0,2 1,0	1,8 3,8	0,2 0,4
	Аммонийный азот*	22 55	<0,1 <0,1	14 82	<0,1 <0,1	67,2 317,0	<0,1 0,1
	БПК ₅	2,1 3,9	0,7 1,3	1,4 3,2	0,5 1,1	1,04 2,50	0,3 0,8
	Кислород	7,61 6,0		8,23 6,1		8,55 5,25	0,9
Александровск Сахалинский	НУ	0,016 0,067	0,32 1,3	0,046 0,136	0,92 2,7	0,030 0,110	0,6 2,2
	Фенолы	0,5 2,0	0,5 2,0	1,2 10,0	1,1 10	0,0 0,0	0,0 0,0
	СПАВ	9,5 61	<0,1 0,6	10 46	<0,1 0,5	20,6 54,0	0,2 0,5
	Кадмий	0 0	<0,1 <0,1	<0,3 <0,3	<0,1 <0,1	<0,3 0,9	<0,1 <0,1
	Медь	3,3 6,9	0,7 1,4	2,5 8,5	0,5 1,7	2,5 8,7	0,5 1,7
	Цинк	4,5 9,3	<0,1 0,2	3,0 6,2	<0,1 0,1	3,6 24	<0,1 0,5
	Свинец	0,4 2,4	<0,1 0,2	1,3 10,3	0,1 1,0	1,0 3,9	0,1 0,4
	Аммонийный азот*	18,9 77	<0,1 <0,1	22,4 56	<0,1 <0,1	10,9 40,0	<0,1 <0,1
	Кислород	8,73 6,9		9,05 7,5		8,7 7,6	
Донные отложения							
пос. Стародубское	НУ	18 31	0,4 0,6	20 56	0,4 1,1	60 157	0,4 1,1
	Фенолы	<0,3 <0,3		0,10 0,30		0,6 1,6	0,6 1,6
	Медь	3,8 6,1	0,1 0,2	1,1 2,2	<0,1 <0,1	53,4 118	10,7 23,6
	Цинк	4,7 7,0	<0,1 <0,1	4,3 5,9	<0,1 <0,1	32,8 68,5	0,6 1,4
	Кадмий	<0,01 <0,01	<0,1 <0,1	0,02 0,04	<0,1 <0,1	0,20 0,54	<0,1 <0,1
	Свинец	2,6 3,5	<0,1 <0,1	2,6 4,4	<0,1 <0,1	10,6 18,6	1,06 1,86
порт г Корсакова	НУ	233 776	5 16	107 217	2,1 4	117 369	2,3 7,4
	Фенолы	<0,3 <0,3		0,06 0,5		0,4 2,3	0,4 2,3
	Медь	22,1 36,7	0,6 1,0	28,2 72,4	0,8 2,1	54,3 154,0	10,7 30,8
	Цинк	21,9 29,6	0,2 0,2	73,6 342,5	0,5 2,4	40,7 116,0	0,8 2,3

	Кадмий	<0,01 <0,01	<0,1 <0,1	0,05 0,16	<0,1 0,2	0,16 0,83	<0,1 <0,1
	Свинец	9,3 15,2	0,1 0,2	44,2 206,6	0,5 2,4	12,1 27,6	0,2 2,8
пос. Пригородное	НУ	16 61	0,3 1,2	8 37	0,2 0,7	11 50	0,2 1,0
	Фенолы	0 0		0 0		0,2 0,8	0,2 0,8
	Медь	5,9 12,8	0,2 0,4	3,9 9,2	0,1 0,3	36,4 106,5	7,3 21,3
	Цинк	6,9 15,0	<0,1 0,1	6,5 19,3	<0,1 0,1	203 46,7	0,4 0,9
	Кадмий	<0,01 <0,01	<0,1 <0,1	0,003 0,03	<0,1 <0,1	0,06 0,21	<0,1 <0,1
	Свинец	4,2 11,2	<0,1 0,1	2,8 6,2	<0,1 <0,1	8,2 12,6	0,8 1,3
Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов, растворенного в воде кислорода и БПК ₅ приведена в мг/л; СПАВ, фенолов, металлов и аммонийного азота в мг/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 2012–2014 гг.

Район	2012 г.		2013 г.		2014 г.		Содержание ЗВ в 2014 г. (ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
поселок Стародубское	0,87	III	1,24	III	0,72	II	НУ 0,26; фенолы 1,42; медь 0,63; O ₂ 0,58
порт Корсаков	0,91	III	1,00	III	0,79	III	НУ 0,42; фенолы 0,58; Cu 1,48; O ₂ 0,69
поселок Пригородное	0,54	II	1,04	III	0,51	II	НУ 0,20; фенолы 0,30; Cu 0,83; O ₂ 0,70
Суммарно шельф о. Сахалин	0,65	II	0,93	III	0,66	II	НУ 0,30; фенолы 0,58; Cu 1,06; O ₂ 0,68

Концентрация различных форм азота в водах залива в районе п. Пригородное изменялась в следующих значениях. Аммонийный азот от 6,25 до 312 мкг/дм³, среднее значение увеличилось в 4,9 раз и составило 67,21 мкг/дм³; азот нитритов 3,57–130,00 мкг/дм³, в среднем 33,93 мкг/дм³ — увеличение в 22,6 раз; нитратов 0–1361 мкг/дм³, в среднем 159,8 мкг/дм³ (среднее значение увеличилось в 7,8 раз, максимальное — в 27,2 раза). В целом содержание нитратов в морской воде у п. Пригородное значительно повысилось по сравнению с 2013 г. Концентрация неорганического фосфора была в пределах от аналитического нуля при DL=5 мкг/дм³ (4 пробы) до 294,5 мкг/дм³, средняя величина увеличилась в 2,4 раза и составила 32,4 мкг/дм³; максимум отмечен в середине октября. Содержание силикатов изменялось в диапазоне 158,3–4564,0 мкг/дм³, среднее значение составило 1385,2 мкг/дм³ (увеличение в 1,6 раз), максимум отмечен 26 мая. В период наблюдений уровень содержания биогенных элементов в водах залива Анива в районе Пригородного значительно увеличился.

Кислородный режим в районе п. Пригородное был в пределах естественной нормы. Диапазон составил 5,25–12,9 мг/дм³, среднегодовой показатель 8,5 мг/дм³, что соответствует

прошлогодним значениям. Минимальное содержание растворенного кислорода ($5,25 \text{ мг/дм}^3$) было отмечено в октябре. Насыщение вод кислородом изменялось от 60,3% в октябре до 87,5% в мае. По индексу загрязненности ИЗВ воды залива Анива в районе п. Пригородное (0,51) относятся ко II классу, «чистые» (табл. 10.2). По сравнению с 2013 г. качество морских вод в исследуемом районе немного улучшилось за счет уменьшения уровня загрязненности вод нефтяными углеводородами, фенолами и СПАВ, однако уровень загрязненности биогенными веществами повысился. Приоритетными ЗВ были фенолы, нитриты и медь.

Содержание нефтяных углеводородов в **донных отложениях** побережья у п. Пригородное изменялось от значений ниже 5 мкг/г до 50 мкг/г (1 ДК); среднегодовое значение составило 11 мкг/г (0,22 ДК), что в 1,3 раза выше прошлогоднего уровня. Уровень загрязненности донных отложений НУ у поселка Пригородное значительно ниже, чем в районе порта Корсаков. Содержание фенолов в 11 пробах из 18 было ниже предела обнаружения $DL=0,3 \text{ мкг/г}$, в остальных изменялось от 0,29 до $0,84 \text{ мкг/г}$. Среднее значение составило $0,16 \text{ мкг/г}$.

Содержание тяжелых металлов изменялось в следующих пределах: медь $9,4\text{--}106,5 \text{ мкг/г}$ (среднее $36,4 \text{ мкг/г}$, 1 ДК); цинк $8,9\text{--}46,7 \text{ мкг/г}$ ($20,3 \text{ мкг/г}$, 0,14 ДК); содержание кадмия не превышало $0,02 \text{ мкг/г}$ (0,25 ДК, в 5 пробах ниже $DL=0,01 \text{ мкг/г}$); свинец $5,0\text{--}12,6 \text{ мкг/г}$ ($8,2 \text{ мкг/г}$, 0,1 ДК). В большинстве случаев и средняя, и максимальная концентрация всех анализируемых металлов была существенно ниже, чем в районе порта Корсаков, хотя и повысилась по сравнению с 2013 г. Донные отложения у п. Пригородное могут считаться чистыми по всем контролируемым параметрам.

В последние годы 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 Стародубское в заливе Терпения остаются относительно чистыми и характеризуются по комплексному индексу загрязненности вод в основном как «чистые». В течение периода наблюдений в 2012–2014 гг. доминирующими загрязняющими веществами в разных районах контроля являлись нефтяные углеводороды (среднегодовая концентрация изменялась в пределах $0,04\text{--}1,6 \text{ ПДК}$), фенолы ($0,0\text{--}2,7 \text{ ПДК}$) и медь ($0,3\text{--}1,5 \text{ ПДК}$). Содержание детергентов, цинка и свинца было не столь высоким. Концентрация кадмия и в воде, и в донных отложениях обычно была ниже предела обнаружения. Осадки сильно загрязнены медью на всех контролируемых участках шельфа острова, допустимая концентрация в 2014 г. у Стародубского и Корсакова достигала 10,7 ДК. В порту Корсакова донные отложения традиционно загрязнены нефтяными углеводородами — 2,3 ДК. Кислородный режим вод в районах наблюдения в целом был в пределах нормы, а несколько зафиксированных значений немного ниже норматива (наименьшая величина $4,47 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ у Корсакова в первой декаде августа) были отмечены в разных участках шельфа в августе, сентябре и октябре. 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., Агеева Л.В., Шулятьева Л.В., Мельникова Т.М., Золотухин Е.Г.,
Матвейчук И.Г., Погожева М.П., 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 нефtezачистных 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 подвергаются влиянию городских стоков г. Владивостока. На их акваторию поступают сточные воды городской канализации; негативное воздействие оказывают городские порты и судоремонтные заводы, маломерный и крупнотоннажный флот. В течение последних 50 лет в бухту Золотой Рог сливались стоки с различными нефтепродуктами, вследствие чего на дне бухты образовался осадочный «нефтебитумный» слой, который местами достигает толщины 0,7–1,5 м.

В 2014 г. гидрохимические исследования Японского моря проводились лабораторией мониторинга загрязнения морских вод Приморского Центра мониторинга окружающей среды Приморского УГМС (г. Владивосток) на 39 станциях в шести районах прибрежной части залива Петра Великого с апреля по ноябрь. В бухтах Золотой Рог (5 станций) и Диомид (1 ст.), в проливе Босфор Восточный (2 ст.); бухте Улисс (1 ст.); в Амурском заливе (9 ст.); в Уссурийском заливе (9 ст.); в заливе Находка (12 ст., включая бухты Находка и Врангеля). В связи с закрытием навигации 31 октября 2014 г. пробы в бухтах Золотой Рог и Диомид, а также в проливе Босфор Восточный были отобраны 30 октября вместо ноября. Отбор проб проводился на э/с «Гидробиолог» ДВНИИГМИ. Работы осуществлялись в рамках программы Государственной системы наблюдений (ГСН) за состоянием и загрязнением морской среды. Всего в 2014 г. отобрано 499 проб воды и 171 проба донных отложений. Выполнено 12129 определений в воде и 1326 определений в донных отложениях на 45 ингредиентов.

11.3. Бухта Золотой Рог

Рис. 11.1. Схема расположения станций мониторинга в бухтах Золотой Рог и Диомид в 2014 г.

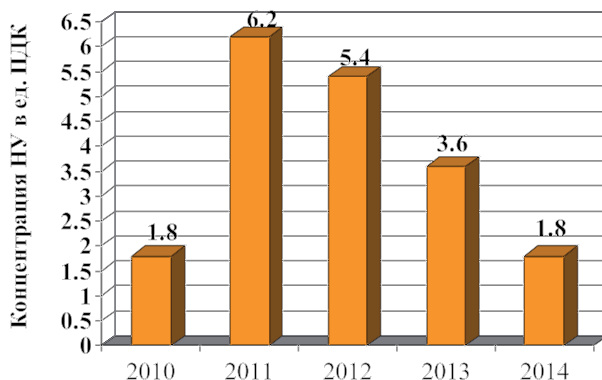


Значения **температуры** морской воды в поверхностном слое бухты Золотой Рог в 2014 г. изменялись в период наблюдений от 1,150°C (в апреле на станции № 14) до 25,960°C (в августе в куту бухты на станции № 1); в придонном горизонте — от 0,280°C до 20,720°C на станции № 1 в вершине бухты (рис. 11.1). Средне-

годовое значение температуры воды в бухте Золотой Рог составило 11,584°C. Среднемесячные значения температуры в поверхностном горизонте изменялись от 3,47°C до 25,098°C и в придонном горизонте от 0,97°C до 13,94°C. Соленость изменялась от 30,250‰ в августе до 33,92‰ в июне. Среднегодовой показатель солености в 2014 г. составил 32,774‰. Значения водородного показателя pH изменялись от 7,36 в августе до 8,50 в июле; среднегодовой показатель составил 8,01. Концентрация взвешенных частиц изменялась от 0,8 мг/дм³ в мае до 31,2 мг/дм³ в июле (зафиксирована в июле на станции №1 в вершине бухты), средняя величина в толще воды составила 7,2 мг/дм³. Содержание взвешенных частиц в водах бухты снижается уже пятый год. Среднегодовое значение биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) в толще воды увеличилось по сравнению с 2013 г. практически в 3 раза: с 1,31 до 3,89 мг/дм³; максимальное значение (19,00 мг/дм³, 9,7 ПДК) было зафиксировано в июле в вершине бухты. В 2014 г. в бухте Золотой Рог зарегистрировано 7 случаев высокого загрязнения (ВЗ) БПК₅ — два в июле на ст. №1 и №7, пять — в августе на ст. №1, 7, 11 и 12.

В 2014 г. уровень загрязненности вод бухты Золотой Рог **нефтяными углеводородами** (НУ) снизился по сравнению с 2013 г., но бухта по-прежнему самая загрязненная из прибрежных акваторий залива Петра Великого, в которых проводятся наблюдения. Концентрация НУ в 92 отобранных и проанализированных пробах была в диапазоне 0,01–1,02 мг/дм³ (табл. 11.1). Максимальное значение было отмечено в апреле в центральной части бухты на ст. №7 в поверхностном слое (20 ПДК). Концентрация НУ в 51,3% проб превысила ПДК. Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в толще воды бухты Золотой Рог снизилась по сравнению с 2013 г. в 2 раза, но по-прежнему превышает норматив (0,09 мг/дм³, 1,8 ПДК), (рис. 11.2).

Рис. 11.2. Изменение среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов в воде бухты Золотой Рог в 2010–2014 гг.



По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод бухты Золотой Рог вся акватория покрыта плавающим мусором и нефтяной плёнкой. Здесь наблюдались нефтяные пятна интенсивностью 1–2 балла, при этом в исследуемый период процент покрытия нефтяными пятнами почти повсеместно достигал 91–100%, и только в двух случаях 51–60% и в трёх случаях 71–80%.

Концентрация **фенолов** в бухте Золотой Рог в течение безледного периода изменялась в диапазоне 0,9–14,0 мкг/дм³. Максимальное значение зарегистрировано на поверхностном горизонте в июле на ст. №1. Содержание фенолов превышало 1 ПДК в 100% проб воды (в 2013 г. этот показатель составил 75,8%). Среднегодовая концентрация фенолов повысилась по сравнению с 2013 годом в 1,6 раза и составила 2,9 мкг/дм³, (почти 3 ПДК).

Среднегодовое содержание АПАВ в 39 пробах воды из бухты составило 85 мкг/дм³ (0,9 ПДК), диапазон от 55 в октябре до 208 мкг/дм³ в апреле. По сравнению с 2013 г. среднегодовое содержание АПАВ в водах бухты повысилось в 1,3 раза.

В 2014 г. среднегодовая концентрация всех исследуемых тяжелых **металлов** в водах бухты не превышала норматива (табл. 11.2). Максимальные значения превышали ПДК по железу и ртути более 3 раз, по цинку и марганцу в 2 раза, максимум по меди составил 1 ПДК. Повысилось загрязнение морских вод ртутью: в 2014 г. среднегодовая концентрация ртути в водах бухты составила 0,023 мкг/дм³, в 2012 и 2013 гг. это значение было равно или меньше 0,01 мкг/дм³. В 38 пробах из 91 отобранной был превышен предел обнаружения (DL=0,01 мкг/дм³). Максимальная концентрация зарегистрирована в вершине бухты в июле 2014 г.

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

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	1,2/ 0,8/ 1,5	0,2/ 0,2/ 0,5	0,3/ 0,2/ 0,2	-/ 0/ 0	0,3/ 0,3/ 1,6	7,1/ 6,0/ 21,4	19,0/ 5,4/ 10,5	76,6/ 27,7/ 32,6	0,3/ 0,3/ 0,6/	0,01/ 0,00/ 0,02
Макс.	6,3/ 2,3/ 4,9	1,2/ 0,7/ 7,9	5,5/ 1,9/ 2,2	0,1/ 0/ 0	0,9/ 0,5/ 7,3	31/ 55/ 100	73,0/ 29,0/ 103	624/ 220/ 181	1,5/ 1,2/ 4,3	0,12/ 0,01/ 0,34
Мин.	0/ 0/ 0,1	0/ 0/ 0	0/ 0/ 0	0/ 0/ 0	0/ 0/ 1,6	1,0/ 0,9/ 6,0	0/ 0/ 1,8	0,1/ 1,2/ 3,1	0/ 0/ 0,1	0/ 0,01/ 0,00
ПДК сред.	0,24/ 0,16/ 0,3	<0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1 <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ <0,16	0,14/ 0,12/ 0,4	0,38/ 0,1/ 0,2	1,5/ 0,5/ 0,65	<0,1/ <0,1/ <0,1	0,1/ <0,1/ 0,2
ПДК max.	1,26/ 0,46/ 1,0	0,12/ <0,1/ 0,8	0,55/ 0,2/ 0,2	<0,1/ <0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1/ 0,7	0,6/ 1,1/ 2,0	1,46/ 0,6/ 2,0	12,5/ 4,4/ 3,6	<0,1/ <0,1/ <0,1	1,2/ 0,1/ 3,4

Концентрация **аммонийного азота** в толще вод бухты Золотой Рог изменялась в диапазоне 7–2270 мкг/дм³; максимум отмечен в июле на ст. №1 в кутовой части бухты. По сравнению с 2013 г. среднегодовое содержание азота аммонийного практически не изменилось и составило 217 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация нитритов (по азоту) в толще воды снизилась с 12,4 до 11,7 мкг/дм³. Максимальная (275,0 мкг/дм³) отмечена в октябре в вершине бухты на ст. №1 вблизи устья реки Объяснение. Среднее содержание нитратов существенно снизилось и составило в 2014 г. 31,5 мкг/дм³ (в 2013 г. — 51,3 мкг/дм³); максимальная концентрация (219 мкг/дм³) зафиксирована также в куту бухты на ст. №1 в июне. Значения общего азота в бухте Золотой Рог изменялись в пределах 125–6307 мкг/дм³, среднегодовое значение снизилось с 1369 до 1163 мкг/дм³. Концентрация органического азота в пробах изменялась в пределах 131–4901 мкг/дм³, а среднегодовая составила 932 мкг/дм³ (в 2013 г. — 1056 мкг/дм³).

Среднегодовая концентрация минерального (фосфатов) и общего фосфора составила 32,8 и 51,9 мкг/дм³; наибольшие — 673 (4,5 ПДК) и 1470 мкг/дм³ были отмечены в июле на ст. №1 в вершине бухты. По сравнению с 2013 г. среднегодовое содержание минерального фосфора повысилось в 1,3 раза, а общего фосфора в 1,4 раза. Среднегодовая концентрация органического фосфора составила в 2014 г. 17,7 мкг/дм³. Среднее содержание кремния в бухте Золотой Рог практически осталось на уровне 2013 г. и составило 291 мкг/дм³; максимальная концентрация (982 мкг/дм³) была зафиксирована в августе на станции №11 в районе мыса Чуркина.

Содержание растворенного в воде **кислорода** в течение исследуемого периода изменялось в пределах от 2,99 мгО₂/дм³ до 13,96 мгО₂/дм³ (21,6–108,1% насыщения), в среднем за год содержание растворенного кислорода составило 8,31 мгО₂/дм³. В течение теплого времени года с июля по октябрь кислородный режим в водах бухты ухудшался. В этот период был отмечен случай снижения концентрации растворенного кислорода до уровня высокого загрязнения (ВЗ) в глубине бухты в придонном слое вод первого июля. В 13 случаях из 91 концентрация растворенного кислорода была ниже установленного норматива 1 ПДК (6 мгО₂/дм³), из них в девяти пробах из придонного слоя.

В 2014 г. качество вод бухты Золотой Рог по ИЗВ (2,26) немного ухудшилось по сравнению с 2013 г., (табл. 11.3), но осталось в том же V классе, «грязные». Бухта Золотой Рог остается наиболее загрязненной акваторией в заливе Петра Великого. Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, фенолы, железо, цинк, АПАВ и аммонийный азот. Содержание растворенного в воде кислорода в целом было пониженным и в период июня-октября тринадцать раз опускалось ниже норматива, и в одном случае было ниже уровня Высокого Загрязнения (табл. А.4).

В бухте Золотой Рог в апреле и июле 2014 г. было отобрано 10 проб донных отложений. Содержание нефтяных углеводородов в пробах изменялось в пределах 3620–19290 мкг/г. Среднегодовое содержание НУ по сравнению с 2013 г. возросло в 1,7 раза и составило 10524 мкг/г (в 2005 — 1440; 2006 — 12850; 2007 — 15830; 2008 — 4900; 2009 — 8150; 2010 — 8350; 2011 — 8930, в 2012 — 6966, в 2013 — 6136 мкг/г). Средняя величина превышала допустимый уровень концентрации (ДК) в 210,5 раза (табл. А.5), максимальное значение (385,8 ДК) было отмечено в июле в районе ст. №12. Превышение допустимого уровня концентрации отмечалось в 100% проб. Определение уровня загрязненности донных отложений фенолами проводилось только в апреле. Содержание фенолов изменялось в пределах 8,1–11,6 мкг/г (в среднем — 9,62 мкг/г, что в 6 раз больше уровня 2013 г.). Максимум отмечен на станции №1 в вершине бухты. В ходе определения уровня загрязненности донных отложений бухты Золотой Рог пестицидами было обнаружено, что концентрация а ГХЦГ в пробах изменялась в диапазоне от 0,3 до 1,5 нг/г сухого вещества (в среднем 0,5 нг/г), g -ГХЦГ — в диапазоне 0,1–0,5 нг/г (в среднем 0,2 нг/г). Средняя и максимальная концентрация ХОП группы ДДТ составила: ДДТ — 3,6 и 11,1; ДДЭ — 12,9 и 28,8; ДДД — 22,5 и 60,7 нг/г. Среднее суммарное содержание ДДТ и его метаболитов составило 39 нг/г (15,6 ДК). Среднегодовая концентрация полихлорбифенилов (ПХБ) в донных отложениях бухты Золотой Рог составила 391 нг/г, что почти в 2 раза меньше 2013 г. (747,6 нг/г); диапазон значений 26,7–1569,4 нг/г. Наиболее высокая концентрация ПХБ зафиксирована в центральной части бухты в районе ст. №7. Динамика среднегодовых значений пестицидов группы ДДТ в донных отложениях различных прибрежных районов залива Петра Великого в 2012–2014 гг. свидетельствует о постепенном увеличении их содержания в осадках бухты, однако на выходе в бухте Диомид и в проливе Босфор Восточный отмечено существенное снижение (рис. 11.3). В заливах уровень загрязненности осадков существенно ниже и не испытывает значительной межгодовой изменчивости.

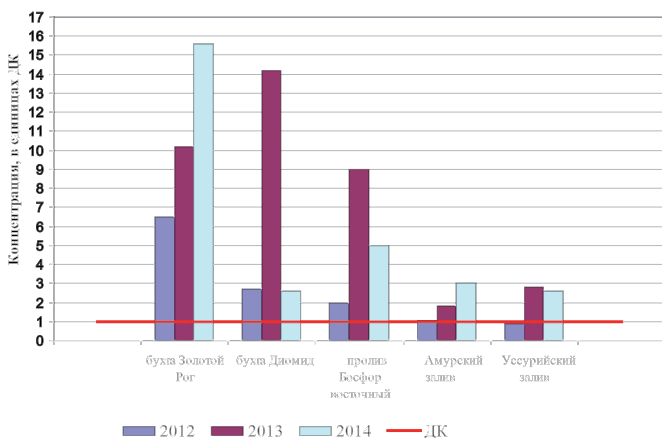


Рис. 11.3. Изменение среднегодовой суммарной концентрации пестицидов группы ДДТ в донных отложениях залива Петра Великого в 2012–2014 гг.

По сравнению с 2013 г. в донных отложениях бухты Золотой Рог заметно повысилась среднегодовая концентрация ртути (табл. 11,4), а максимальное значение (4,0 ДК) было зафиксировано в октябре на ст. №11 в районе мыса Чуркина. Среднее содержание всех остальных металлов осталось на прошлогоднем уровне или немного снизилось. В то же время максимальная концентрация меди, кадмия и цинка немного увеличилась.

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

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

* выделенные значения выше ДК.

11.4. Бухта Диомид

В 2014 г. наблюдения за состоянием вод и донных отложений бухты Диомид проводились с апреля по август и в октябре на ст. №22; всего отобрано 14 проб воды и 7 грунта (рис. 11.1). Диапазон значений **температуры** воды в период наблюдений составлял 1,960°C в апреле до 24,750°C в августе; в среднем для всей толщи 12,477°C. Соленость изменялась от 30,340 ‰ в августе на поверхности до 33,550‰ в июне в придонном слое, в среднем 32,553 ‰. Зна-

чения рН от 7,89 в августе до 8,37 в апреле, в среднем 8,12. Концентрация взвешенных частиц изменялась в диапазоне от 2,0 мг/дм³ до 20,1 мг/дм³ (зафиксирована в июле — 2 ПДК); средняя величина 8,2 мг/дм³. В 2014 г. резко повысилось среднее значение биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅). По сравнению с 2013 г. оно возросло почти в 3 раза с 1,22 до 3,54 мгО₂/дм³, а максимальное значение (11 мгО₂/дм³) было зарегистрировано в августе, когда большое содержание легкоокисляемого органического вещества было и на поверхности, и на придонном горизонте.

Среднегодовое содержание **нефтяных углеводородов** в 14 отобранных пробах составило 0,07 мг/дм³ (1,4 ПДК), а диапазон изменений составил 0,00–0,24 мг/дм³ (табл. 11.1). По сравнению с 2013 г. среднегодовое содержание НУ в исследуемом районе немного снизилось с 1,9 до 1,4 ПДК. Максимальная концентрация (4,8 ПДК) зарегистрирована в июне в поверхностном слое. Равенство или превышение предельно допустимой концентрации было отмечено в 50% проб и в каждый месяц всего периода наблюдений. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод бухты Диомид наблюдалось почти повсеместное покрытие нефтяной пленкой разной интенсивности (1–2 балла). Процент покрытия акватории бухты Диомид нефтяными пятнами в исследуемый период был не менее 51%. Концентрация фенолов изменялась в пределах 1,3–5,3 мкг/дм³ (5,3 ПДК, июль); среднее содержание составило 2,7 ПДК, что более двух раз выше уровня 2013 г. Превышение ПДК отмечено в 100% проб. Концентрация АПАВ в шести пробах воды, отобранных для анализа в апреле, июле и октябре, варьировала в диапазоне 46–138 мкг/дм³ (макс отмечен в апреле). Среднегодовая величина (82 мкг/дм³, 0,8 ПДК) повысилась примерно в 1,3 раза.

В 2014 г. среднегодовая и максимальная концентрация всех исследуемых **тяжелых металлов** в воде бухты не превышала установленного норматива. 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. Содержание кобальта было ниже предела обнаружения во всех проанализированных пробах. Другое распределение было отмечено для ртути. В пяти пробах, отобранных весной и в начале лета, ее содержание в водах бухты было ниже DL, а в восьми остальных достигало 0,06 мкг/дм³. И только в одной июльской придонной пробе была зафиксирована очень высокая величина (0,49 мкг/дм³, 4,9 ПДК), совсем немного не дотянувшая до порогового уровня экстремально высокого загрязнения (**ЭВЗ**). Из-за этого максимума среднегодовая концентрация ртути существенно повысилась и составила 0,5 ПДК.

Концентрация **биогенных элементов** в бухте Диомид в период проведения исследований не превышала норматива для рыбохозяйственных водоемов. Содержание аммонийного азота изменялось в пределах 22–392 мкг/дм³; среднегодовая концентрация составила 116,6 мкг/дм³ (0,17 ПДК), что близко к уровню 2013 г. (146 мкг/дм³). В 2014 г. среднее содержание нитритов, нитратов и общего азота в морской воде составило 3,2, 13,6 и 824,5 мкг/дм³; максимальное — 5,9, 35,0 и 1563 мкг/дм³ соответственно. По сравнению с 2013 г. средняя концентрация нитритов возросла в 1,7 раза, а нитратов и общего азота снизилась в 1,4 и 1,5 раза. Среднегодовая концентрация органического азота составила 747 мкг/дм³, максимальная 1339 мкг/дм³; по сравнению с 2013 г. среднее содержание органического азота снизилось в 1,8 раза. За наблюдаемый период концентрация фосфатов изменялась от 4,5 до 62,0 мкг/дм³, составив в среднем 15,8 мкг/дм³; общего фосфора 7,8–63 мкг/дм³ (19,3 мкг/дм³); максимум обоих показателей был отмечен в апреле. Среднегодовая концентрация органического фосфора составила 3,5 мкг/дм³, диапазон 0,0–13,6 мкг/дм³. По сравнению с прошлым годом концентрация фосфатов повысилась в 1,3 раза, общего фосфора практически не изменилась, а органического фосфора снизилась в 2,25 раза. Содержание кремния изменялось в преде-

лах 26–586 мкг/дм³, составив в среднем за год 187,6 мкг/дм³, что в 1,4 раза ниже значения 2013 г. — 266 мкг/дм³; максимум зафиксирован в августе.

Среднегодовая концентрация растворенного **кислорода** составила 9,18 мгО₂/дм³ (105,7% насыщения). Минимальное значение (5,52 мгО₂/дм³ или 71,0% насыщения) было отмечено в августе у дна. По индексу загрязненности вод ИЗВ (1,37, IV класс, «загрязненные») качество вод бухты Диомид немного ухудшилось по сравнению с предыдущим годом за счет повышения уровня загрязненности вод фенолами.

Отбор проб **донных отложений** в бухте Диомид в 2014 г. проводился в апреле и июле. Содержание нефтяных углеводородов составило в двух пробах 3360 и 7360 мкг/г сухого вещества; в среднем 5510 мкг/г (около 110 ДК), что более трех раз выше уровня прошлого года. Максимальная концентрация 7,36 мг/г с.о. (147,2 ДК) зафиксирована в июле. За последние 10 лет среднегодовая концентрация НУ в донных отложениях бухты Диомид составила: в 2005 — 310; 2006 — 5380; 2007 — 5340; 2008 — 2790, 2009 — 6660; 2010 — 3300; 2011 — 4470; в 2012 г. — 2860, в 2013 — 1460 мкг/г (29,2 ДК). В целом очень высокий уровень загрязнения донных отложений бухты НУ сохраняется и превышение ДК наблюдалось в 100% проб. Содержание фенолов в пробах составило 5,6 и 10,4 мкг/г, в среднем 8,0 мкг/г, что в 8 раз выше 2013 г. (0,9 мкг/г).

В 2014 г. содержание α-ГХЦГ в период наблюдений изменялось в диапазоне 0,4–0,6 нг/г, составив в среднем 0,5 нг/г, что в 7,5 раз меньше прошлого года (3,8 нг/г). Концентрация γ-ГХЦГ изменялась от 0,1 до 0,4 нг/г, в среднем — 0,2 (4 ДК), что в 10 раз меньше значения 2013 г. (2,0 нг/г, 40 ДК). Текущее загрязнение осадков бухты Диомид пестицидами группы ГХЦГ существенно снизилось. Уровень загрязненности морских вод пестицидами группы ДДТ также существенно снизился. Среднегодовая концентрация ДДТ составила 1,0 нг/г (в 2013 г. — 8,5 нг/г); ДДЭ — 2,1 нг/г (7,1 нг/г); ДДД — 3,5 нг/г (19,9 нг/г). Средняя суммарная концентрация ХОП группы ДДТ равнялась 6,6 нг/г (2,6 ДК), что в 5,5 раза ниже уровня 2013 г. (35,4 нг/г — 14,2 ДК). Среднегодовая концентрация ПХБ в донных отложениях бухты Диомид в 2014 г. составила 351,8 нг/г (около 18 ДК), что выше уровня прошлого года в 1,2 раза (14,5 ДК).

Загрязнение донных отложений бухты Диомид тяжелыми металлами в 2013 г. было традиционно высоким (табл. 11.5). Ниже принятого норматива ДК было среднее содержание кобальта, никеля и хрома, а для всех остальных металлов ДК была превышена. По сравнению с 2013 г. повысилось среднее содержание меди, свинца, кадмия, цинка и ртути. Особенно резким было повышение уровня загрязнения донных осадков соединениями ртути: среднее содержание возросло почти в 3 раза. Содержание марганца существенно уменьшилось в грунтах района, а железа осталось практически неизменным.

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

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg	
Сред.	203,3/ 268,7/ 360,5/ 185,0/ 261,0	142,3/ 240,3/ 245,0/ 111,0/ 169,0	4,1/ 2,6/ 1,5/ 2,2/ 2,6	4,0/ 6,0/ 4,2/ 3,0/ 2,5	12,1/ 11,7/ 15,0/ 11,5/ 12,5	293/ 425/ 877,5/ 324,5/ 490,5	106/ 133/ 169/ 128/ 55,5	22076/ 22602/ 37401/ 26080/ 26146	153/ 239/ 194,5/ 76,0/ 69,0	0,55/ 1,59/ 0,32/ 0,15/ 0,64	
	Макс.	405/ 457/ 504/ 278/ 402	259/ 477/ 369/ 150/ 270	9,5/ 3,7/ 2,7/ 3,4/ 4,4	6,9/ 8,5/ 5,2/ 3,9/ 2,8	19,0/ 14,0/ 19,0/ 13,0/ 14,0	533/ 708/ 1422/ 458/ 800	140/ 139/ 211/ 136/ 97	34843/ 25233/ 48487/ 30579/ 35324	399/ 428/ 309/ 111/ 84	0,82/ 3,87/ 0,36/ 0,17/ 0,94

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	1,7/ 2,8/ 2,9/ 1,3/ 2,0	5,1/ 3,3/ 1,9/ 2,75/ 3,25	0,2/ 0,3/ 0,2/ 0,15/ 0,1	0,3/ 0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,36	2,1/ 3,0/ 6,3/ 2,3/ 3,5	-	-	1,5/ 2,4/ 1,95/ 0,8/ 0,7	1,8/ 5,3/ 1,2/ 0,5/ 2,1
ДК max.	11,6/ 13,1/ 14,4/ 7,9/ 11,5	3,0/ 5,6/ 4,3/ 1,8/ 3,2	11,9/ 4,6/ 3,4/ 4,25/ 5,5	0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,19/ 0,14	0,5/ 0,4/ 0,5/ 0,4/ 0,4	3,8/ 5,1/ 10,2/ 3,3/ 5,7	-	-	4,0/ 4,3/ 3,0/ 1,1/ 0,8	2,7/ 12,9/ 1,2/ 0,5/ 3,1
* выделенные значения выше ДК.										

11.5. Пролив Босфор Восточный (включая бухту Улисс)

В 2014 г. наблюдения за гидрохимическим состоянием и уровнем загрязнения вод и донных отложений в проливе Босфор Восточный и бухте Улисс проводились на трех станциях с апреля по октябрь, в октябре выполнено два отбора проб — в начале месяца и в конце, всего отобрано 77 проб воды и 6 проб донных отложений (рис. 11.4). В этот период **температура** воды изменялась от 0,010°C в апреле до 24,350°C в августе, среднегодовое значение составило 9,74°C. Значения солёности изменялись от 29,04‰ в июне в поверхностном слое до 33,93‰ в октябре в придонном слое. Среднегодовой показатель солёности в 2014 г. составил 33,07‰. Значения pH изменялись от 7,71 на глубине 27 м до 8,42 на глубине 38 м; среднее значение pH составило 8,09. Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне от 1,3 мг/дм³ в октябре до 20,1 мг/дм³ в августе у дна; средняя величина — 6,27 мг/дм³. Максимальное содержание взвешенных веществ было зарегистрировано в августе на станции №19 в бухте Улисс. Среднее за 2014 г. значение биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) повысилось по сравнению с 2013 г. в 2,8 раза с 1,06 до 2,95 мгО₂/дм³; максимальное значение (10 мгО₂/дм³) было зарегистрировано в августе в центральной части пролива на станциях №18 и 23.

Концентрация **НУ** в морской воде изменялась в диапазоне 0,00–0,37 мг/дм³ (7,4 ПДК, в июне на горизонте 10 м на ст. №23); среднее содержание НУ в проливе Босфор Восточный составило 0,062 мкг/дм³ (1,2 ПДК) и снизилось по сравнению с 2013 г. в 1,3 раза. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод в проливе Босфор Восточный наблюдался плавающий мусор. Нефтяные пятна с процентом покрытия поверхности воды не менее 50% наблюдались трижды — в августе на станции №23 и в октябре на станциях №18 и №23. Концентрация фенолов в пробах воды



Рис. 11.4. Схема расположения станций мониторинга в проливе Босфор Восточный и бухтах Улисс, Аякс и Парис в 2014 г.

в 2014 г. варьировала от 0,9 до 5,3 мкг/дм³. Среднегодовое содержание повысилось в 1,7 раза и составило 1,9 мкг/дм³ (1,9 ПДК); максимум отмечен в бухте Улисс в июле. Только в двух пробах из 63 концентрация была ниже ПДК. Концентрация анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) в морских водах изменялась в пределах 47–159 мкг/дм³; средняя величина увеличилась по сравнению с 2013 г. с 64 до 86 мкг/дм³ (0,9 ПДК). Максимальное значение (1,6 ПДК) было отмечено в апреле на ст. №18 в центральной части пролива в районе мыса Новосильского.

Как и в предыдущий год, среднегодовое содержание определяемых в водах пролива Босфор Восточный **металлов** не превышало 1 ПДК (табл. 11.6). Относительно других немного повышенным было содержание ртути и железа, максимальные концентрации которых превышали ПДК в 4 и 1,8 раза соответственно. Ртуть не была обнаружена в 22 пробах из 63, еще в 40 значения в диапазоне 0,01–0,16 мкг/дм³. Максимальная концентрация ртути (0,40 мкг/дм³) зарегистрирована в июле на ст. №18 в районе мыса Новосильского, железа — в июле на ст. №23 в районе мыса Безымянный.

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 гг.

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

Концентрация биогенных элементов в водах пролива была в пределах естественной межгодовой изменчивости. Содержание аммонийного **азота** изменялось в диапазоне 3,0–361 мкг/дм³; среднее значение (81,0 мкг/дм³) снизилось по сравнению с прошлым годом и не превысило 0,1 ПДК. Среднегодовая и максимальная концентрация нитритов не изменилась по сравнению с 2013 г. и составила 2,6 и 9,2 мкг/дм³. Диапазон значений нитратного азота был широким (1,5–176,0 мкг/дм³); максимальная концентрация была отмечена в октябре на ст. №18 в придонном слое; среднегодовая концентрация снизилась по сравнению с 2013 г. в 1,4 раза с 27,4 до 19,0 мкг/дм³. Среднее содержание общего азота было несколько ниже, чем в 2013 г. — 841 мкг/дм³ (в 2013 г. — 988 мкг/дм³), максимум (9540 мкг/дм³) был зарегистрирован в июле в придонном слое на ст. №19. Среднегодовая концентрация органического

азота составила в 2014 г. 787 мкг/дм³, максимальная концентрация зарегистрирована в июле на поверхностном горизонте на ст. №19. В 2014 г. отмечено дальнейшее повышение среднегодового содержания минерального фосфора; в 2010–2013 гг. эти значения составили — 10,8; 5,2; 9,6 и 10,8 мкг/дм³, в 2014 г. среднее значение фосфатов составило 15,6 мкг/дм³. Максимальная концентрация (85,0 мкг/дм³) была зафиксирована в апреле на ст. №19 в бухте Улисс. Среднегодовая концентрация общего фосфора также повысилась по сравнению с 2013 г. с 15,9 до 19,3 мкг/дм³, максимум отмечен в апреле на ст. №19 — 86,0 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация органического фосфора в воде пролива Босфор Восточный снизилась с 5,0 до 3,7 мкг/дм³. Концентрация кремния изменялась от 25 до 1058 мкг/дм³ (зарегистрирована в августе), а средняя составила 303 мкг/дм³.

Среднее содержание растворенного **кислорода** в водах пролива Босфор Восточный составило в 2014 г. 9,06 мгО₂/дм³ (97,7% насыщения). Минимальное значение растворенного кислорода зарегистрировано в июле на ст. №23 — 4,74 мгО₂/дм³ или 49,5% насыщения (уровень ВЗ). По **ИЗВ** (1,17, III класс, «умеренно-загрязненные») качество вод пролива Босфор Восточный в 2014 г. практически не изменилось. Приоритетными ЗВ в этом районе остаются НУ, фенолы, детергенты и железо.

В проливе Босфор Восточный в 2014 г в апреле и июле было отобрано шесть проб на загрязнение **донных отложений**. Содержание нефтяных углеводородов повысилось по сравнению с 2013 г. в 1,4 раза и находилось в пределах 1260–2590 мкг/г сухого остатка, составив в среднем 1625 мкг/г (32,5 ДК); максимальная концентрация превысила ДК в 52 раза. В предыдущие годы средняя концентрация составила: в 2005 — 120; 2006 — 820; 2007 — 2560; 2008 — 1780; 2009 — 2690, 2010 — 1510, в 2011 — 2343, в 2012 — 902, в 2013 — 1050 мкг/г сухого остатка. В 2014 г. в 100% обработанных проб концентрация НУ в донных отложениях превышала норматив. Максимальное значение зафиксировано в июле в бухте Улисс. В 2014 г. уровень загрязненности донных отложений пролива фенолами резко повысился по сравнению с 2013 г. Среднее содержание фенолов возросло в 7 раз и составило 7,2 мкг/г (в 2013 г. — 1,0 мкг/г) при диапазоне концентрации 6,7–7,7 мкг/г.

Загрязнение донных отложений пролива Босфор Восточный тяжелыми металлами в 2014 г. было ниже, чем в бухте Золотой Рог (табл. 11.7). Среднее содержание почти всех определяемых металлов изменялось в диапазоне 0,13–0,9 ДК, значение в 1 ПДК превысила лишь медь (1,2 ПДК). Максимальные значения кобальта, никеля и хрома не достигали уровня ДК. Максимальная концентрация меди составила 1,5 ДК (июль), свинца — 2 ДК (июль), кадмия — 1 ДК, цинка — 1,16 ДК (октябрь, ст. №23), ртути — 1,7 ДК (октябрь, ст. №23). По сравнению с 2013 г. повысилось содержание ртути в донных отложениях пролива с 0,7 до 1,7 ДК.

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 гг.

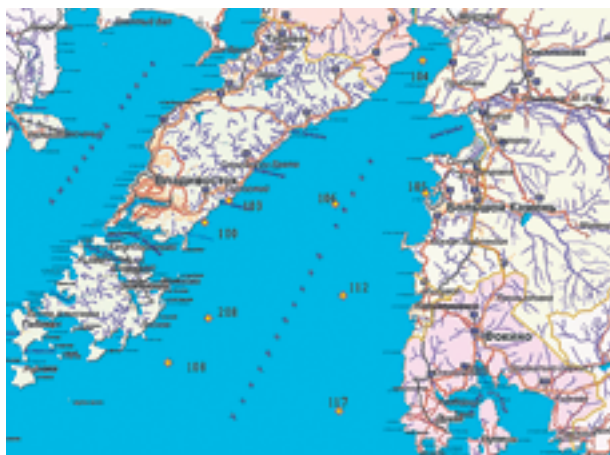
	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg	
сред	32,8/ 42,8/ 33,0/ 33,2/ 43,0	47,6/ 66,7/ 44,3/ 43,3/ 68,0	0,3/ 0,2/ 0,4/ 0,5/ 0,6	3,6/ 14,0/ 4,1/ 3,2/ 2,5	11,4/ 12,9/ 11,1/ 13,5/ 15,2	91/ 112,6/ 110/ 131,8/ 131,0	126,4/ 151,6/ 141,2/ 139,3/ 82,9	25294/ 28392/ 29769/ 29525/ 31699	22,3/ 22,2/ 26,3/ 27,7/ 29,3	0,40/ 0,29/ 1,13/ 0,18/ 0,26	
	макс	61/ 99/ 64/ 54/ 54	100/ 98/ 71/ 55/ 167	0,8/ 0,7/ 0,8/ 0,8/ 0,8	4,8/ 34/ 5,2/ 3,7/ 2,9	21/ 20/ 14/ 17/ 20	164/ 135/ 179/ 224/ 218	194,0/ 185/ 177/ 174/ 184	41568/ 35276/ 34324/ 31887/ 49382	44/ 42/ 37/ 37/ 34	1,06/ 0,44/ 7,60/ 0,22/ 0,51

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	0,6/ 0,8/ 0,5/ 0,5/ 0,8	0,4/ 0,3/ 0,5/ 0,6/ 0,75	0,2/ 0,7/ 0,2/ 0,16/ 0,13	0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,4/ 0,4	0,7/ 0,8/ 0,8/ 0,9/ 0,9	-	-	0,2/ 0,2/ 0,3/ 0,3/ 0,3	1,3 / 0,96/ 3,8 / 0,6/ 0,9
ДК max	1,7 / 2,8 / 1,8 / 1,5 / 1,5	3,0 / 5,6 / 0,8/ 0,6/ 1,96	1,0 / 0,9/ 1,0 / 1,0 / 1,0	0,2/ 1,7 / 0,3/ 0,18/ 0,15	0,6/ 0,6/ 0,4/ 0,5/ 0,6	1,2 / 0,96/ 1,3 / 1,6 / 1,6	-	-	0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,3	3,5 / 1,5 / 25,3 / 0,7/ 1,7

11.6. Амурский залив

В 2014 г. гидрохимические наблюдения за состоянием акватории Амурского залива и отбор 125 проб воды проводились с апреля по октябрь на 9 станциях, в апреле также было отобрано 9 проб донных отложений (рис. 11.5). В период наблюдений **температура** воды изменялась от 0,010°C (в апреле на ст. №24) до 23,780°C (в августе на ст. №52), составив в среднем для всей толщи 13,077°C. Соленость варьировала от 17,24‰ (в июне на ст. №12 в поверхностном слое) до 34,12‰ (в апреле на ст. №24), составив в среднем — 32,29‰. Значения pH изменялись от 7,74 в сентябре на ст. №37 и 24 до 8,31 в июне на ст. №12; среднее — 8,09. Концентрация взвешенных веществ изменялась в диапазоне 0,6–17,7 мг/дм³; средняя величина 5,8 мг/дм³; максимум зафиксирован в апреле на ст. №11. Среднее за 2014 г. значение биохимического потребления кислорода БПК₅ возросло по сравнению с 2013 г. в 2,5 раза: с 1,15 до 2,96 мгО₂/дм³; максимальное значение (7,00 мгО₂/дм³) зарегистрировано в августе и сентябре на прибрежных станциях №№ 24 и 12.

В период наблюдений концентрация **нефтяных углеводородов** в водах Амурского залива изменялась от 0,00 мг/дм³ до 0,16 мг/дм³ (3,2 ПДК); максимум отмечен в сентябре на ст. №35 вблизи о. Русский. Среднегодовая концентрация снизилась в 2 раза и составила 0,037 мг/дм³ (0,74 ПДК). Превышение ПДК было отмечено в 21,7% проб воды. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности Амурского залива в течение года нефтяной плёнки с покрытием поверхности воды более 50% не наблюдалось. В течение последних пяти лет концен-



трация нефтяных углеводородов изменялась главным образом на уровне 1–2 ПДК, однако в 2014 г. произошло существенное снижение этого показателя (рис. 11.6). По сравнению с другими районами залива Петра Великого воды Амурского залива немного менее загрязнены нефтяными

Рис. 11.5. Станции отбора проб в Амурском заливе в 2014 г.

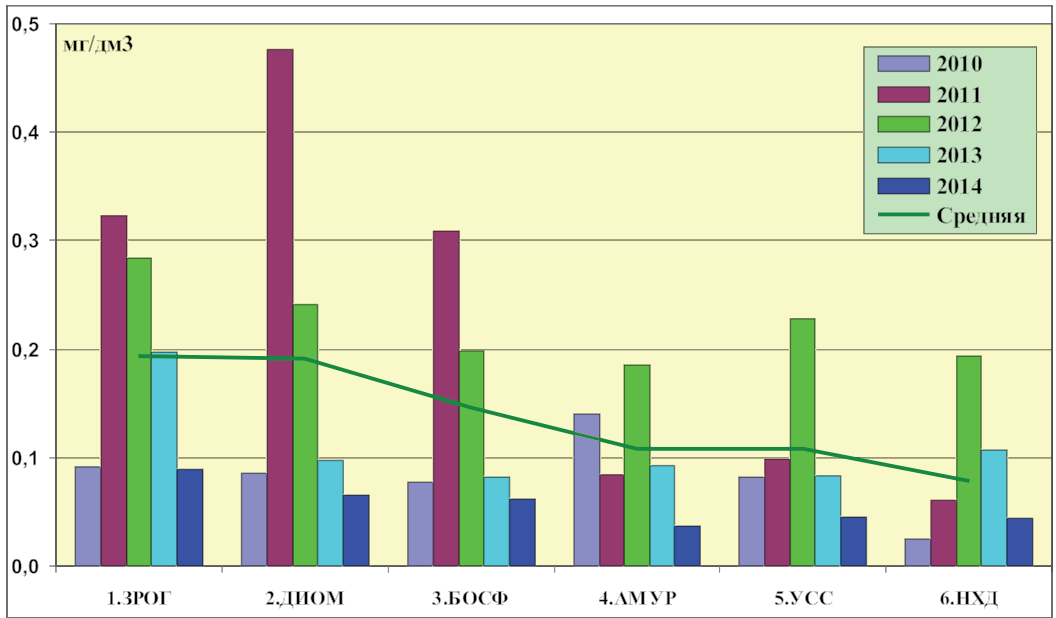


Рис. 11.6. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов в отдельных районах залива Петра Великого Японского моря в 2010–2014 гг.: 1 — бухта Золотой Рог, 2 — бухта Диомид, 3 — пролив Босфор Восточный, 4 — Амурский залив, 5 — Уссурийский залив, 6 — залив Находка.

углеводородами, однако межгодовая изменчивость может существенно изменить такое распределение, как по пространству, так и по времени.

Пространственное распределение НУ в целом достаточно однородное на акватории залива. Вопреки ожиданиям станции в кутовой части залива №11 и 12 относительно невысоко загрязнены НУ по сравнению с точками вблизи Владивостока (№16, 24) или в открытой части

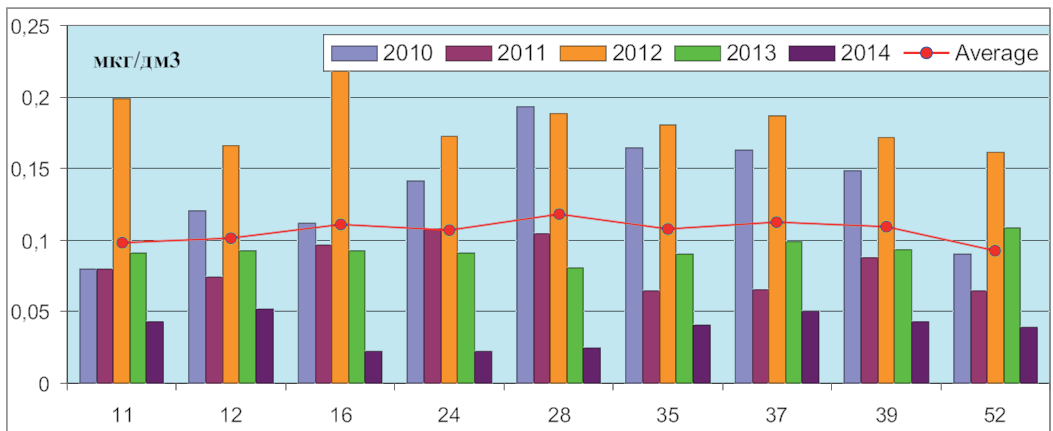


Рис. 11.7. Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов на станциях в Амурском заливе в 2010–2014 гг.

залива (№28,35,37). Впрочем, отличия небольшие, а в 2014 г. наблюдалась противоположная картина распределения средних значений НУ по акватории залива (рис. 11.7)

Уровень загрязненности морских вод фенолами повысился. Диапазон значений составил 0,7–4,9 мкг/дм³; максимальная концентрация была зафиксирована в августе в прибрежных водах на поверхностном горизонте ст. №16. Средняя величина составила 1,8 мкг/дм³, что в 1,6 раза выше прошлогоднего значения. Превышение ПДК было отмечено в 114 пробах из 120. Концентрация АПАВ в водах Амурского залива в апреле, августе и сентябре 2014 г. изменялась от 51 до 137 мкг/дм³, составив в среднем 73 мкг/дм³. По сравнению с 2013 г. среднегодовое содержание детергентов практически не изменилось. Уровень загрязненности морских вод АПАВ с 2010 г. остается в среднем на уровне менее 1 ПДК.

Концентрация тяжелых металлов в водах Амурского залива была сравнительно невысокой по сравнению с прибрежными бухтами. Однако в 2014 г. отмечено некоторое небольшое повышение уровня загрязненности морских вод некоторыми металлами. Среднее содержание меди повысилось с 0,12 до 0,4 ПДК, цинка — с 0,15 до 0,3 ПДК, никеля с <0,1 до 0,2 ПДК. Содержание железа и ртути не изменилось. Концентрация свинца, кадмия, кобальта и хрома в водах Амурского залива в 2014 г. была практически в следовых количествах (табл. 11.8). Превышала ПДК максимальная концентрация по меди и цинку (1,2 ПДК), железу (4,3 ПДК) и никелю (4,3 ПДК). В 2014 г. средняя и максимальная концентрация ртути по-прежнему были ниже ПДК, но по сравнению с 2013 г. уровень загрязненности вод Амурского залива ртутью повысился.

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

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

Концентрация аммонийного азота в водах Амурского залива изменялась в пределах 0,0–254,0 мкг/дм³, составив в среднем за год 65 мкг/дм³. Среднегодовое значение по сравнению с 2013 г. снизилось очень незначительно: в 1,1 раза. В 2014 г. среднее содержание нитритов в водах Амурского залива снизилось с 3,8 до 1,7 мкг/дм³ (диапазон концентрации 0,2–9,2 мкг/дм³). Среднее содержание нитратов снизилось в 4,2 раза с 29,7 до 7,0 мкг/дм³ (1,3–92 мкг/дм³). Среднее содержание общего азота снизилось в 1,3 раза с 899 до 714 мкг/дм³ (125–1256 мкг/дм³). Среднегодовое содержание органического азота снизилось в 1,2 раза

с 781 до 627 мкг/дм³; максимальное значение — 1181 мкг/дм³ — зарегистрировано в августе на ст. №12 в поверхностном слое.

Среднее содержание **фосфатов** в водах Амурского залива снизилось по сравнению с 2013 г. в 1,4 раза с 13,2 до 9,7 мкг/дм³, концентрация изменялась в диапазоне 1,8–31,0 мкг/дм³; максимальное значение отмечено в октябре. Концентрация общего фосфора в Амурском заливе изменялась в диапазоне 3,9–35,0 мкг/дм³; среднее содержание общего фосфора снизилось с 20,1 до 13,5 мкг/дм³, практически в 1,6 раза. Среднее содержание органического фосфора снизилось с 6,3 до 3,7 мкг/дм³; максимальное значение — 22 мкг/дм³ — отмечено в сентябре. Средняя концентрация кремния в водах Амурского залива снизилась в 2,3 раза и составила в 2014 г. 330 мкг/дм³ (в 2013 г. — 749 мкг/дм³); максимальная концентрация — 2157 мкг/дм³ — была отмечена в июне.

Содержание растворенного **кислорода** в Амурском заливе изменялось в диапазоне 3,22–13,65 мгО₂/дм³, среднее составило 8,64 мгО₂/дм³ (98,9% насыщения). С апреля по октябрь 2014 г. сезонный ход средней концентрации растворенного кислорода характеризуется минимумом в сентябре и максимумом в апреле. Концентрация кислорода была ниже установленного норматива в 5 пробах из придонного слоя из 125 отобранных. Воды Амурского залива в 2014 г. по расчетному индексу **ИЗВ** (1,01) соответствовали III классу и оценивались как «умеренно-загрязненные», качество вод не изменилось по сравнению с 2013 годом. Приоритетными загрязняющими веществами в заливе были нефтяные углеводороды, фенолы, детергенты и соединения меди и железа. Как обычно, был нарушен кислородный режим в период августа-октября в придонном слое вод в заливе на глубинах от 18 до 36 м.

В 2014 г. было отобрано 9 проб **донных отложений** в Амурском заливе только в апреле. Концентрация нефтяных углеводородов в пробах изменялась в диапазоне 130–1130 мкг/г сухого грунта. Максимальная концентрация отмечена в октябре на ст. №24 в прибрежной зоне вблизи Владивостока. Среднегодовое содержание НУ составило 370 мкг/г (7 ДК), по сравнению с 2013 г. (5,4 ДК) оно возросло в 1,3 раза. Превышение допустимого уровня отмечено в 100% проанализированных проб. Содержание фенолов изменялось в пределах от 5,1 до 12,2 мкг/г, составив в среднем 8,2 мкг/г. Среднегодовой показатель загрязненности донных отложений фенолами повысился по сравнению с 2013 г. в 10 раз.

Хлорорганические пестициды. В период проведения работ концентрация а -ГХЦГ в донных отложениях Амурского залива была от значений ниже предела обнаружения метода определения до 0,7 нг/г, средняя концентрация составила 0,2 нг/г. Концентрация g -ГХЦГ изменялась в диапазоне 0,1–0,3 нг/г, а среднее содержание составило 0,1 нг/г (2 ДК). По сравнению с 2013 г. среднегодовая концентрация а -ГХЦГ не изменилась, а g -ГХЦГ (линдана) снизилась в 2 раза. Уровень загрязненности донных отложений залива пестицидами группы ДДТ в 2014 г. повысился. Среднее содержание ДДТ повысилось с 2,0 до 3,3 нг/г; ДДЭ — с 1,2 до 1,4 нг/г; ДДД — с 1,4 до 2,9 нг/г. Среднее суммарное содержание пестицидов группы ДДТ составило 7,6 нг/г (3 ДК), (в 2013 — 1,8 ДК, в 2012 г. — 1 ДК). Среднегодовая концентрация ПХБ в донных отложениях Амурского залива составила в 2014 г. 36,9 нг/г (1,8 ДК), максимальная — 99,7 нг/г (5 ДК). По сравнению с 2013 г. среднее и максимальное содержание снизилось в 2,4 раза.

В 2014 г. среднегодовая концентрация всех тяжелых металлов в донных отложениях Амурского залива не превышала допустимого уровня, изменяясь в диапазоне 0,2–0,5 ДК (табл. 11.9). По сравнению с прошлым годом изменения были незначительными (в пределах 1 ДК): не изменилось среднее содержание меди, кобальта, железа и цинка; очень незначительно возросло по никелю (с 0,4 до 0,5 ДК) и хрому (с 0,2 до 0,3 ДК); среднее содержание марганца возросло в 1,4 раза. Наиболее значительное снижение отмечено по кадмию (с 1,1 до 0,5 ДК). Макси-

мальная концентрация кадмия и ртути составили 0,8 и 1,4 ДК соответственно. Максимальные концентрации других металлов остались в пределах допустимых зарубежных норм.

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

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	15,9/ 21,5/ 12,7/ 13,1/ 13,4	15,3/ 14,5/ 13,9/ 10,7/ 12,4	0,4/ 0,2/ 0,3/ 0,9/ 0,4	5,6/ 12,7/ 4,2/ 5,1/ 3,6	14,2/ 11,6/ 11,1/ 14,7/ 17,5	67/ 64,6/ 85,6/ 63,1/ 63,4	125,5/ 120,4/ 108,7/ 116,1/ 166,3	27966/ 22876/ 25763/ 30441/ 30364	21,1/ 17,3/ 21,6/ 18,3/ 27,2	0,11/ 0,10/ 0,10/ 0,12/ 0,19
Макс.	55,0/ 261,0/ 27,0/ 42,0/ 32,0	44,0/ 40,0/ 28,0/ 24,0/ 28,0	1,5/ 0,8/ 0,7/ 1,6/ 0,6	10,0/ 38,0/ 6,4/ 8,3/ 5,8	27,0/ 21,0/ 18,0/ 24,0/ 27,0	132/ 115/ 437/ 140/ 105	274/ 249/ 179/ 177/ 261	70595/ 44311/ 39040/ 54655/ 46272	34,0/ 39,0/ 39,0/ 36,0/ 37,0	0,34/ 0,37/ 0,25/ 0,29/ 0,42
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	0,2/ 0,2/ 0,16/ 0,13/ 0,15	0,5/ 0,3/ 0,4/ 1,1/ 0,5	0,3/ 0,6/ 0,2/ 0,25/ 0,2	0,4/ 0,3/ 0,3/ 0,4/ 0,5	0,5/ 0,5/ 0,6/ 0,45/ 0,47	-	-	0,2/ 0,2/ 0,2/ 0,2/ 0,3	0,4/ 0,3/ 0,33/ 0,40/ 0,36
ДК макс.	1,6/ 7,5/ 0,8/ 1,2/ 0,9	0,5/ 0,5/ 0,3/ 0,3/ 0,3	1,9/ 1,0/ 0,87/ 2,0/ 0,8	0,5/ 1,9/ 0,3/ 0,4/ 0,3	0,8/ 0,6/ 0,5/ 0,7/ 0,77	0,9/ 0,8/ 3,1/ 1,0/ 0,8	-	-	0,3/ 0,4/ 0,4/ 0,4/ 0,4	1,1/ 1,2/ 0,83/ 1,0/ 1,4

11.7. Уссурийский залив

В 2014 г. гидрохимические наблюдения за состоянием загрязнения акватории Уссурийского залива проводились в апреле, июле и сентябре на 9 станциях ГСН, всего было отобрано

84 пробы воды и 18 проб донных отложений всеной и летом (рис. 11.8). В этот период температура воды изменялась от минус 0,830°C в апреле в придонном слое на ст. №117 до 22,200°C в июле в поверхностном слое на ст. №104, составив в среднем 12,104°C. Значения солёности изменялись в июле от 30,920‰ в поверхностном слое на ст. №104 до 34,080‰ в придонном слое на



Рис. 11.8. Станции отбора проб в Уссурийском заливе в 2014 г.



ст. №117; средний показатель составил 33,410‰. Значения pH изменялись от 7,87 до 8,35, в среднем 8,13. Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне 0,3–16,7 мг/дм³, составив в среднем 4,7 мг/дм³; максимальное значение зарегистрировано в сентябре на ст. №104 в вершине залива. Среднее за 2014 г. значение биохимического потребления кислорода БПК₅ возросло по сравнению с прошлым годом почти в 3,7 раза и составило 3,73 мгО₂/дм³ (в 2012 г. — 2,17 мгО₂/дм³, в 2013 г. — 1,01 мгО₂/дм³). Максимальное значение (7,00 мгО₂/дм³) было зарегистрировано в поверхностном и промежуточном слоях в апреле на ст. №108 на выходе из залива.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в водах Уссурийского залива изменялась от 0,02 до 0,16 мг/дм³ (3,2 ПДК); максимальное значение было зафиксировано в апреле на поверхностном горизонте на ст. №208 на выходе из залива. Концентрация НУ превышала ПДК более чем в 65% проб. Среднегодовая величина снизилась в 2 раза и составила 0,04 мг/дм³ (рис. 11.6) По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности Уссурийского залива за весь период наблюдений покрытие нефтяной пленкой более 50% поверхности наблюдалось один раз в сентябре на ст. №100.

Аналогично другим районам залива Петра Великого уровень загрязненности морских вод фенолами повысился по сравнению с 2013 г. в 1,3 раза (рис. 11.9). Концентрация в пробах изменялась от 0,8 до 3,1 мкг/дм³; среднегодовая концентрация составила 1,6 мкг/дм³. Максимум был зафиксирован в июле в поверхностном горизонте на ст. № 208. Превышение ПДК наблюдалось в 86,2% проб (в 2010 г. — 51,4%, в 2011 г. — 40,3%, в 2012 г. — 51,4%, в 2013 г. — 56,9%). Несмотря на повышение содержания фенолов в водах Уссурийского залива в среднем за последние годы эта акватория остается одной из наименее загрязненных.

Уровень загрязненности вод залива АПАВ не изменился по сравнению с 2013 г. и составил в среднем 70 мкг/дм³ (0,7 ПДК). Минимальная концентрация составила 47 мкг/дм³, максимальная (117 мкг/дм³, 1,2 ПДК) была отмечена в апреле на поверхностном горизонте ст. № 208.

Концентрация тяжелых **металлов** в водах Уссурийского залива была ниже, чем в большинстве других прибрежных районах залива Петра Великого. Минимальная концентрация половины определяемых металлов была ниже предела обнаружения (табл. 11.10). Среднее содержание почти всех определяемых металлов были ниже 0,3 ПДК; только среднегодовая концентрация железа составила в 2014 г. 1,2 ПДК. Максимум по железу составил 5,5 ПДК, по марганцу — 1,8 ПДК, по ртути — 2 ПДК, по цинку достигал 1,0 ПДК. По сравнению

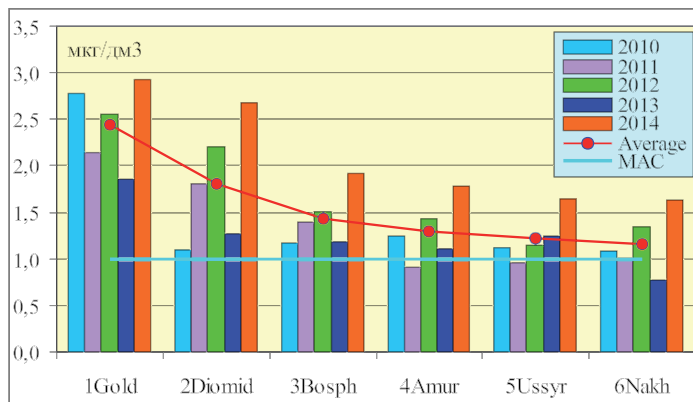


Рис. 11.9. Динамика среднегодовой концентрации фенолов в отдельных районах залива Петра Великого Японского моря в 2010–2014 гг.: 1 — бухта Золотой Рог, 2 — бухта Диомид, 3 — пролив Босфор Восточный, 4 — Амурский залив, 5 — Уссурийский залив, 6 — залив Находка. МАС — предельно допустимая концентрация.

с 2013 г. уровень загрязненности вод залива соединениями тяжелых металлов в среднем в некоторых случаях повысился, но остался в пределах 1 ПДК (медь, свинец, цинк, марганец, хром и ртуть). Значительно возросло содержание в водах залива ртути, максимальная величина достигала 2 ПДК и наблюдалась на ст. №103 рядом с Владивостоком в придонном слое на глубине 10 м в первой половине июля.

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

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

Содержание биогенных элементов в водах Уссурийского залива в 2014 г. в целом было в пределах наблюдаемой многолетней изменчивости. Средняя за год концентрация аммонийного азота практически не изменилась по сравнению с 2013 г. и составила 80,1 мкг/дм³ (<0,1 ПДК). Значения изменялись в пределах 40–222 мкг/дм³, максимальная концентрация была отмечена в апреле в придонном слое на ст. №208. Среднее содержание нитритов составило 2,5 мкг/дм³ (в 2013 г. — 2,2 мкг/дм³) при диапазоне значений 0,4–12 мкг/дм³, максимум зарегистрирован в апреле в придонном слое на ст. №117 на выходе из залива. Среднее содержание нитратов составило 8,6 мкг/дм³ (диапазон 1,4–108 мкг/дм³), максимум отмечен в сентябре в придонном слое на ст. №117. Среднегодовое содержание общего азота составило 677 мкг/дм³, что в 1,4 раза меньше прошлогоднего значения (926 мкг/дм³). Диапазон концентрации общего азота в 2014 г. составил 213–2088 мкг/дм³; максимум отмечен в апреле на ст. №208. Среднегодовая концентрация органического азота снизилась в 1,4 раза с 834 до 580 мкг/дм³; концентрация в пробах изменялась от 160 до 1861 мкг/дм³.

Содержание **фосфатов** в водах Уссурийского залива изменялось от 2,1 до 48,0 мкг/дм³, составив в среднем 11,7 мкг/дм³; максимум зарегистрирован в июле на поверхности на ст. №100 вблизи Владивостока. По сравнению с 2013 г. среднее содержание минерального фосфора практически не изменилось. Среднегодовая концентрация органического фосфора составила 2,3 мкг/дм³, что в 2 раза ниже, чем в 2013 г. (5,0 мкг/дм³) при диапазоне значе-

ний от 0 до 9 мкг/дм³. Среднее содержание общего фосфора также снизилось и составило в 2014 г. 13,9 мкг/дм³ (16,1 мкг/дм³) при диапазоне концентраций от 4,7 до 54 мкг/дм³. Максимальная концентрация общего фосфора была отмечена в апреле на ст. №100 в поверхностном слое. Средняя концентрация кремния в воде снизилась в 1,3 раза и составила в 2014 г. 131,5 мкг/дм³; (в 2013 г. 169 мкг/дм³), диапазон значений 17–1124 мкг/дм³, максимум отмечен в сентябре на ст. №108.

Среднегодовое содержание растворенного **кислорода** в водах Уссурийского залива соответствовало среднемуголетнему и составило 9,14 мгО₂/дм³ (103,0% насыщения). Минимальное значение (6,27 мгО₂/дм³, 67,5% насыщения) не вышло за пределы ПДК. Качество вод Уссурийского залива в 2013 г. по ИЗВ (1,09) практически не изменилось по сравнению с 2013 г. и соответствовало III классу, «умеренно-загрязненные». Нефтяные углеводороды и фенолы остаются приоритетными загрязняющими веществами наряду с детергентами и железом. Заметно повысилось содержание ртути в водах залива, максимум достигал 2 ПДК.

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

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

Работы по определению состояния загрязнения **донных отложений** Уссурийского залива в 2014 г. проводились в апреле и июле, всего было отобрано 18 проб. Содержание НУ в пробах донных отложений изменялось от 40 до 400 мкг/г сухого остатка, составив в среднем 126 мкг/г (2,5 ДК). Максимум (8 ДК) отмечен в апреле на ст. №103 в прибрежном районе вблизи Владивостока. По сравнению с 2013 г. уровень загрязненности донных отложений НУ в среднем снизился в 1,4 раза. Превышение ДК было отмечено в 92,6% проб. Концентрация фенолов в пробах донных отложений была в пределах 0,4–6,0 мкг/г, составив в среднем 2,9 мкг/г. В 2014 г. среднее содержание фенолов в донных отложениях Уссурийского залива возросло более, чем в 8 раз (2013 г. — 0,35 мкг/г). Максимальное значение зарегистрировано в июле.

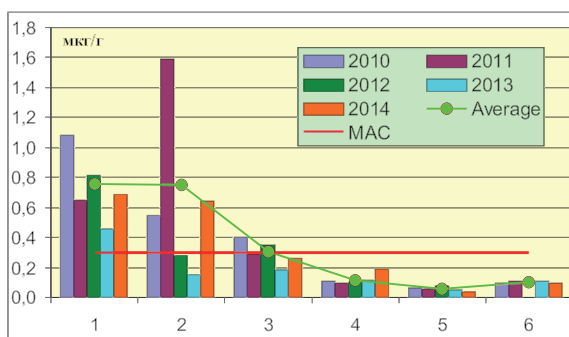


Рис. 11.10. Средняя концентрация ртути (мкг/г) в донных отложениях отдельных районов залива Петра Великого в 2010–2014 гг.: 1 — бухта Золотой Рог, 2 — бухта Диомид, 3 — пролив Босфор Восточный, 4 — Амурский залив, 5 — Уссурийский залив, 6 — залив Находка. МАС — допустимая концентрация ДК=0,3 мкг/г.

Концентрация а-ГХЦГ изменялась в диапазоне от аналитического нуля до 2,2 нг/г сухого осадка, среднее значение 0,4 нг/г. Содержание г -ГХЦГ в 2014 г. варьировало в диапазоне 0,0–0,9 нг/г, составив в среднем 0,2 нг/г (4 ДК). Среднее содержание а -ГХЦГ возросло в 2 раза, среднее содержание г -ГХЦГ не изменилось по сравнению с 2013 г. Максимальная концентрация г -ГХЦГ (18 ДК) отмечена в апреле. Среднегодовая концентрация ПХБ в донных отложениях Уссурийского залива снизилась по сравнению с 2013 г. в 1,2 раза и составила 37,5 нг/г при диапазоне концентрации 11,4–88,2 нг/г. Наиболее загрязнены грунты в районе ст. №100, где средняя концентрация составила 70,6 нг/г. Содержание ДДТ было в пределах 0,1–15,6 нг/г (среднее 2,6 нг/г); ДДЭ 0,2–18,2 нг/г (1,9 нг/г); ДДД 0,2–13,1 нг/г (2,1 нг/г). По сравнению с 2013 г. среднее содержание ДДТ не изменилось, ДДЭ возросло в 1,7 раза, ДДД снизилось в 1,6 раза. Максимальное суммарное значение пестицидов группы ДДТ (46,9 нг/г, 18,8 ДК) повысилось по сравнению с 2013 г. в 1,3 раза (в 2013 г. — 35,7 нг/г, 14,3 ДК). Средняя суммарная концентрация ХОП группы ДДТ в 2014 г. осталась практически на уровне 2013 г. — 6,6 нг/г (2,6 ДК); в 2013 г. этот показатель составил 2,8 ДК.

И средняя, и максимальная концентрация всех определяемых в донных отложениях Уссурийского залива металлов была ниже 1 ДК. По сравнению с 2013 г. концентрация свинца, меди, кобальта и цинка практически не изменилась (табл. 11.11). Содержание кадмия, никеля, марганца, железа и ртути немного уменьшилось, а хрома — незначительно повысилось с 0,13 до 0,17 ДК.

В 2014 г. концентрация ртути в донных отложениях залива изменялась от 0,02 до 0,08 мкг/г, максимум составил 0,27 ДК. Уровень загрязненности донных отложений в Уссурийском заливе были в среднем наименьшими по сравнению с другими районами залива Петра Великого (рис. 11.10).

11.8. Залив Находка

На акватории залива Находка в 2014 г. в период с мая по сентябрь на 12 станциях ГСН было отобрано 108 проб воды, а также весной и летом 24 пробы донных отложений (рис. 11.11). В эти месяцы температура воды изменялась в пределах 3,890–22,450°C, составив в среднем 13,749°C. Соленость варьировала от 10,040‰ в мае в устье реки Партизанская до 33,990‰ на глубине 20 м на ст. №152 также в мае; среднегодовое значение составило 32,385°C. Значения pH изменялись от 7,91 до 8,43; в среднем 8,11. Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне 0,4–21,2 мг/дм³, максимум отмечен в июле. Средняя величина возросла с 4,7 до 5,7 мг/дм³. Среднегодовое значение биохимического потребления кислорода (БПК₅) в 2014 г. возросло более, чем в 3 раза по сравнению с предыдущим годом с 1,05 до 3,43 мгО₂/дм³

Рис. 11.11. Станции отбора проб в заливе Находка в 2014 г.



(1,7 ПДК). Максимальное значение (17,0 мгО₂/дм³, 8,5 ПДК) зарегистрировано в июле в устье реки Партизанская на ст. №18 на поверхности; это значение соответствует уровню **ВЗ**.

Содержание **НУ** в водах залива в период наблюдений изменялось в диапазоне 0,00–0,14 мг/дм³ (2,8 ПДК), составив в среднем 0,04 мг/дм³ (0,8 ПДК), что в 2,7 раза меньше прошлогоднего значения. Максимальная концентрация (0,14 мг/дм³) была зафиксирована дважды в июле на поверхности: на ст. №7 (вершина залива) и №35 (вблизи м. Козьмина). Превышение ПДК наблюдалось в 80,3% проанализированных проб. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности залива Находка в 2014 г. случаев значительного покрытия видимой водной поверхности пятнами нефтепродуктов (50% и выше) не наблюдалось. Концентрация фенолов изменялась в пределах 0,1–7,8 мкг/дм³, а среднегодовой показатель повысился в 2 раза и составил 1,6 ПДК. Максимальная концентрация (около 8 ПДК) была зарегистрирована в июле на ст. №1 в бухте Находка. Содержание АПАВ соответствовало прошлогодним значениям: среднегодовая концентрация 0,7 ПДК; диапазон значений: 45–117 мкг/дм³ (рис. 11.12). Почти все последние годы содержание детергентов в водах залива Находка было минимальным среди других районов залива Петра Великого как по среднегодовым, так и по максимальным значениям. Очевидно, что по средним и особенно максимальным величинам наибольший уровень загрязнения вод был зафиксирован в бухте Золотой Рог.

Среднегодовой уровень содержания всех тяжелых **металлов** в водах залива Находка в 2014 г. не превышал уровень 1 ПДК. Исключением было железо, по которому среднее содержание достигало норматива (табл. 11.12). Также заметно повышенной была средняя концентрация ртути, содержание которой и по средним, и по максимальным значениям увеличилось более, чем на по-

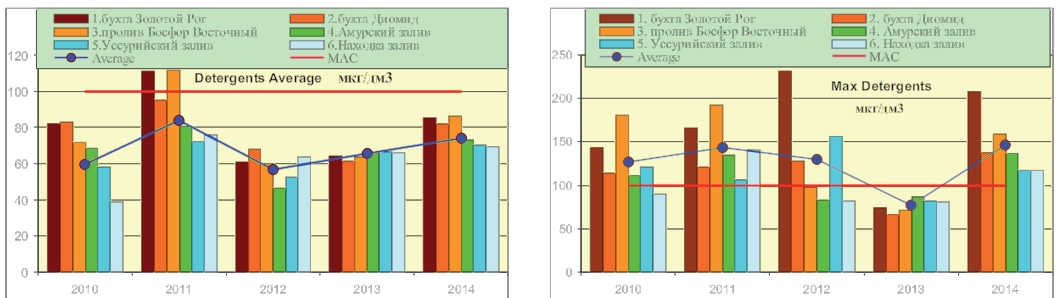


Рис. 11.12. Многолетняя динамика среднегодовой и максимальной концентрации СПАВ в различных районах залива Петра Великого в 2010–2014 гг.

рядок и почти достигало очень высоких значений 2010 г. Для большинства остальных металлов значения не превышали 0,3 или 0,1 ПДК. Максимальные величины большинства определяемых в воде металлов не превышали ПДК. Превышение ПДК отмечено по цинку (2,7), по марганцу (1,2), по железу (7,7) и по ртути (6,0). По сравнению с 2013 г. очень значительно повысился уровень загрязненности вод железом и ртутью; а более умеренно медью, цинком и марганцем.

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

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

Концентрация аммонийного азота в водах залива изменялась в диапазоне от 3 до 804 мкг/дм³, составив в среднем 75,2 мкг/дм³. Максимум отмечен в бухте Находка на ст. №1 в поверхностном слое в июле. Среднегодовое содержание аммонийного азота по сравнению с 2013 г. практически не изменилось. Содержание нитритов изменялось от 0,3 до 12,0 мкг/дм³, составив в среднем 2,3 мкг/дм³; нитратов было в интервале 1,4–384,0 мкг/дм³, среднее значение (21,4) снизилось по сравнению с 2013 г. (32,3 мкг/дм³) в 1,5 раза. Среднегодовая концентрация органического азота снизилась в 1,2 раза по сравнению с 2013 г. и составила 827 мкг/дм³; диапазон 104–2762 мкг/дм³. Среднее содержание общего азота повысилось по сравнению с прошлым годом в 1,2 раза и составило 945 мкг/дм³, диапазон 396–3081 мкг/дм³; максимум зарегистрирован в сентябре в бухте Находка на ст. №1 на поверхности.

Содержание фосфатов в заливе Находка изменялось в пределах 2,2–59,0 мкг/дм³, составив в среднем за период наблюдений 9,2 мкг/дм³. Среднегодовое содержание фосфатов снизилось в 1,2 раза. Максимальная концентрация была зарегистрирована в сентябре в бухте Находка на ст. №1 на поверхности. Концентрация общего фосфора изменялась от 5,8 до 76,0 мкг/дм³; максимум был зафиксирован в бухте Находка на ст. №1 в сентябре. Среднее содержание общего фосфора практически не изменилось и составило в 2014 г. 12,7 мкг/дм³. Концентрация органического фосфора находилась в диапазоне 0,0–17,0 мкг/дм³; среднее содержание снизилось по сравнению с 2013 г. более чем в 2 раза и составило 3,4 мкг/дм³ (в 2013 г. — 7,6 мкг/дм³). Среднегодовая концентрация кремния в воде залива в 2014 г. практически не изменилась и составила 325,4 мкг/дм³ (в 2013 г. — 333 мкг/дм³), диапазон концентрации составил 41–4469 мкг/дм³. Максимальная концентрация была зафиксирована в мае в устьевой зоне реки Партизанская на ст. №18 на поверхности.

Кислородный режим в 2014 г. в целом был удовлетворительным. Среднее содержание растворенного **кислорода** в воде залива Находка составило 8,95 мг/дм³ (104,1% насыщения). Минимальное содержание растворенного кислорода было ниже допустимой нормы (5,86 мг/дм³, 74,7% насыщения) в июле в бухте Находка на ст. №1 на придонном горизонте. По значению расчетного индекса **ИЗВ** качество вод в заливе Находка в период наблюдений в 2014 г. не изменилось и осталось на уровне III класса («умеренно загрязненные»). Традиционно приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, фенолы, металлы железо и ртуть. Пониженное содержание растворенного кислорода в основном отмечено в июле и сентябре в придонном слое: в 22 пробах из 36 значение было ниже среднего. Отдельные участки залива Находка существенно различались (табл. 11.5). Качество воды в бухте Находка было значительно хуже остальных районов в основном за счет высокого содержания фенолов в воде. Здесь, также как и в бухте Козьмина, существенно повышенным было содержание растворенной ртути.

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

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
Сред.	28,4/ 20,4/ 23,4/ 15,7/ 14,6	20,5/ 16,7/ 18,6/ 18,7/ 17,6	0,10/ 0,44/ 0,2/ 0,8/ 0,4	4,4/ 5,6/ 4,1/ 2,7/ 4,8	8,5/ 13,2/ 9,6. 13,4/ 10,1	80,9/ 75,3/ 83,4/ 72,3/ 60,4	134,1/ 131,0/ 145,2/ 139,8/ 105,8	27136/ 21763/ 26340/ 20935/ 24239	13,0/ 14,5/ 23,3/ 12,7/ 17,6	0,09/ 0,11/ 0,08/ 0,11/ 0,10
Макс.	227,0/ 175,0/ 177,0/ 71,0/ 54,0	119,0/ 104,0/ 134,0/ 107,0/ 74,0	1,0/ 7,8/ 1,1/ 2,3/ 0,8	9,1/ 15,0/ 7,3/ 6,0/ 7,1	16,0/ 80,0/ 15,0/ 22,0/ 16,0	373,0/ 422,0/ 408,0/ 288,0/ 260,0	225,0/ 245,0/ 232,0/ 345,0/ 137,0	62293/ 46576/ 44018/ 39423/ 35824	26,0/ 35,0/ 43,0/ 36,0/ 26,0	0,31/ 0,96/ 0,39/ 0,53/ 0,47
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	0,2/ 0,2/ 0,2/ 0,2/ 0,2	0,1/ 0,6/ 0,25/ 1,0/ 0,5	0,2/ 0,3/ 0,2/ 0,14/ 0,2	0,2/ 0,4/ 0,3/ 0,4/ 0,3	0,6/ 0,5/ 0,6/ 0,5/ 0,4	-	-	0,1/ 0,1/ 0,2/ 0,1/ 0,2	0,3/ 0,4/ 0,3/ 0,4/ 0,3
ДК max.	6,5/ 5,0/ 5,0/ 2,0/ 1,5	1,4/ 1,2/ 1,6/ 1,3/ 0,9	1,3/ 9,8/ 1,4/ 2,9/ 1,0	0,5/ 0,8/ 0,4/ 0,3/ 0,4	0,5/ 2,3/ 0,4/ 0,6/ 0,5	2,7/ 3,0/ 2,9/ 2,1/ 1,86	-	-	0,3/ 0,4/ 0,43/ 0,36/ 0,3	1,0/ 3,2/ 1,3/ 1,8/ 1,6

В заливе Находка в мае и июле 2014 г. было отобрано 24 пробы **донных отложений**. Содержание нефтяных углеводородов варьировало от 40 до 1870 мкг/г сухого грунта (0,6–37,4 ДК), в среднем 370 мкг/г (7,8 ДК). Максимальное значение зарегистрировано в июле на ст. №1 в бухте Находка. Превышение допустимого уровня концентраций отмечено в 83,3% проб. Содержание фенолов в донных отложениях залива изменялось в пределах 1,1–15,3 мкг/г, среднее значение возросло по сравнению с прошлым годом в 4,7 раза и составило 4,2 мкг/г. В бухтах Находка и Врангеля, входящих в состав акватории залива Находка, среднегодовая концентрация фенолов возросла в 4,3 и 7,3 раза и составила 4,4 и 3,9 мкг/г соответственно.

В целом содержание ДДТ и его метаболитов изменилось незначительно по сравнению с прошлым годом. Средняя суммарная концентрация ХОП группы ДДТ несколько возросла и составила 3,6 ДК, что ниже уровня 2013 г. (3,0 ДК). Средняя концентрация а -ГХЦГ не

изменилась и составила 0,2 нг/г; г -ГХЦГ (линдана) снизилась по сравнению с 2013 г. с 5 до 2 ДК; максимальная составила 16 ДК и была зарегистрирована в сентябре. Среднее содержание ПХБ в 2014 г. несколько снизилось и составило 47,7 нг/г (2,4 ДК), (в 2013 г. — 57,5 нг/г, 2,9 ДК); максимальная концентрация достигала 241,4 нг/г (12 ДК).

Средняя концентрация всех определяемых в донных отложениях металлов залива Находка была ниже 1 ДК (табл. 11.13). По сравнению с 2013 г. концентрация свинца и меди практически не изменилась. Содержание кадмия, никеля, цинка, марганца и ртути немного уменьшилось, а кобальта, железа и хрома — незначительно повысилось. Максимальные значения концентрации меди, кадмия, цинка и ртути превысили ДК в 1,5, 1,0, 1,86 и 1,6 раза соответственно. Традиционно высокими были показатели по железу, среднее и максимальное содержание которого достигало 24239 и 35824 мкг/г соответственно. В то же время количество марганца в осадках немного уменьшилось.

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 загрязненности морских вод и донных отложений проводились Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск) в период с мая по октябрь 2014 г. ежемесячно на 5 станциях. Всего было отобрано и обработано 30 проб.

В исследуемый период времени **температура** воды изменялась в пределах 8,5–19,0°C, составив в среднем 14,06°C; наибольший прогрев наблюдался в августе. Соленость варьировала от 4,98‰ в мае до 33,53‰ в июне, составив в среднем 29,70‰. Хлорность изменялась в диапазоне 2,74–18,56‰. Разброс значений рН был 7,76–8,17; в среднем за весь теплый период года 8,06. Щелочность была в пределах 0,688–2,336 мг-экв/дм³, в среднем за период наблюдений — 2,12 мг-экв/дм³.

В 2014 г. содержание **НУ** в водах рейда порта пос. Александровск изменялось от значений ниже предела обнаружения в 10 пробах из 30 (DL=0,02 мг/дм³) до 0,110 мг/дм³ (2,2 ПДК). Средняя концентрация по сравнению с 2013 г. снизилась в 1,6 раза и составила 0,030 мг/дм³ (табл. 11.1). Максимальная концентрация снизилась в 1,2 раза и была зафиксирована в июле. В период с мая по октябрь 2014 г. концентрация фенолов в морской воде лишь в одной пробе в мае достигла предела обнаружения (0,5 мкг/дм³). Среднее содержание составило 0,016 мкг/дм³, что существенно меньше значений 2013 г. (1,13 мкг/дм³). Уровень загрязненности морских вод СПАВ практически не изменился по сравнению с предыдущим годом и в среднем составил 17,1 мкг/дм³ (0,2 ПДК), максимальная концентрация (54 мкг/дм³, 0,5 ПДК) была зафиксирована в августе. В водах Татарского пролива в 2014 г. среднее содержание металлов (медь, цинк, кадмий и свинец) было невысоким и составило 2,5; 3,6, 0,08 и 1,1 мкг/дм³ (0,4, <0,1, <0,1 и 0,1 ПДК) соответственно. Как и в предыдущие годы, было отмечено повышенное содержание меди, максимальная концентрация которой в октябре составила 1,7 ПДК.

Концентрация биогенных элементов изменялась в следующих пределах: **аммонийный азот** — от значений ниже предела обнаружения (<15 мкг/дм³, 16 проб) до 40 мкг/дм³ (в среднем 10,8 мкг/дм³); нитриты — от значений ниже DL=0,5 мкг/дм³ в 21 пробе из 30 обработанных до 1,0 мкг/дм³, в среднем — 0,3 мкг/дм³; нитраты — от значений ниже 5 мкг/дм³ в 20 пробах до

47 мг/дм³, в среднем — 5,66 мг/дм³. Среднее содержание аммонийного азота, нитритов и нитратов в течение периода наблюдений было в пределах среднемноголетних значений. В течение периода наблюдений в 28 пробах содержание минерального фосфора было ниже предела обнаружения DL=5 мг/дм³; появляются фосфаты в воде пролива в сентябре— 5 мг/дм³, в среднем за весь теплый период года — 0,33 мг/дм³. Диапазон концентрации кремния составил 121–2341 мг/дм³, средняя концентрация — 418,23 мг/дм³; максимум отмечен в мае.

Кислородный режим в водах Татарского пролива соответствовал многолетней норме: диапазон изменчивости составил 7,6–10,6 мгО₂/дм³; в среднем 8,60 мгО₂/дм³. В период проведения наблюдений среднемесячная концентрация растворенного кислорода составляла: в мае — 10,1; в июне — 9,1; в июле — 7,7; в августе — 8,0; в сентябре — 7,9 и в октябре — 9,1 мгО₂/дм³. Самые низкие показатели отмечались в июле-сентябре при наибольшем прогреве воды.

По значению индекса **ИЗВ** (0,49) в 2014 г. воды Татарского пролива соответствовали II классу качества, «чистые» (табл. 11.5). По сравнению с 2013 г. качество вод улучшилось за счет снижения концентрации приоритетных загрязняющих веществ вод района — нефтяных углеводородов и фенолов. Кислородный режим вод был удовлетворительным.

В 2014 г. 30 проб **донных отложений** с целью определения уровня загрязненности были отобраны ежемесячно с мая по октябрь. Содержание нефтяных углеводородов снизилось по сравнению с предыдущими годами: в 8 пробах из 30 значения были ниже предела обнаружения, максимум составил 56 мг/г сухого грунта (в 2013 г. — 1015), среднее содержание — 14 мг/г; максимум составил 1,1 ДК; по сравнению с 2013 г. среднее содержание снизилось в 3,2 раза (табл. 11.14). Содержание фенолов в донных отложениях в 25 пробах из 30 не превысило уровня чувствительности метода определения; в пяти оставшихся составила 0,360–0,457 мг/г. Средняя концентрация увеличилась по сравнению с прошлым годом и составила 0,067 мг/г.

Содержание металлов повысилось по сравнению с 2013 г. Концентрация меди изменялась в пределах от 1,9 до 108,3 мг/г (2,2 ДК, в прошлый год 0,2 ДК), средняя концентрация составила 21,7 мг/г. Содержание цинка изменялось в диапазоне 3,1–46,9 мг/г (0,33 ДК/0,02 ДК); среднее 13,8 мг/г; свинца 2,5–13,6 мг/г (0,16 ДК/0,03 ДК); среднее 5,8 мг/г; кадмия от <0,01 до 0,46 мг/г (0,6 ДК/0,018 ДК); среднее 0,06 мг/г. В 2014 г. среднегодовая концентрация всех определяемых металлов по-прежнему не превышала 0,1 ДК. Но в абсолютном выражении в 2014 г. уровень загрязненности донных отложений соединениями меди, цинка, свинца и кадмия повысился, что особенно четко прослеживается по значениям максимальной концентрации.

Таблица 11.14. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ (мг/г) в донных отложениях Татарского пролива у г. Александровск-Сахалинский в 2012–2014 гг.

Донные отложения							
Район	Ингредиент	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
		С*	ДК	С*	ДК	С*	ДК
Татарский пролив: г. Александровск- Сахалинский	НУ	11 81	0,2 1,6	56 1015	1,1 20	14 56	0,3 1,1
	Фенолы	0 0		0,01 0,3		0,1 0,5	
	Медь	3,4 12,6	<0,1 0,4	2,1 7,1	<0,1 0,2	21,7 108,3	0,6 3,1
	Цинк	5,1 13,8	<0,1 <0,1	3,5 10,4	<0,1 <0,1	13,8 46,9	<0,1 0,33

	Кадмий	0 0		0,014 0,13	<0,1 0,2	0,060 0,460	0,2 0,57
	Свинец	3,1 5,4	<0,1 <0,1	2,7 12,3	<0,1 0,1	5,8 13,6	<0,1 0,16

11.10. Выводы

В 2014 г на контролируемых в рамках программы государственного мониторинга различных участках залива Петра Великого качество вод существенно различалось (рис. 11.13). Акватория бухт Золотой Рог и Диомид, пролив Босфор Восточный и прилегающие к г. Владивостоку участки акватории Амурского и Уссурийского заливов остаются одними из самых загрязненных на всем шельфе РФ. В 2014 г. в наиболее загрязненной бухте Золотой Рог концентрация нефтяных углеводородов в целом снизилась, однако по индексу загрязненности вод состояние вод несколько ухудшилось за счет существенного роста содержания фенолов и железа. По уровню ИЗВ воды бухты вернулись на уровень 2011–2012 гг. и по-прежнему характеризуются как «грязные».

Вследствие постоянного поступления в море большого объема сточных и ливневых вод, приносящих в море значительное количество антропогенных загрязняющих веществ, значительного улучшения морской среды не зафиксировано. Максимальная концентрация нефтяных углеводородов в 2014 г. превысила 20 ПДК, фенолов — 14 ПДК, железа — 3,6 ПДК, ртути — 3,4 ПДК. В бухте нарушен кислородный режим: это особенно четко прослеживается на примере бухты Золотой Рог и Амурского залива, где ежегодно в теплое время года отмечаются случаи резкого снижения содержания растворенного кислорода, вплоть до уровня ВЗ и ЭВЗ (высокое загрязнение и экстремально-высокое загрязнение). В 2014 г. в этих прибрежных районах содержание растворенного кислорода снижалось до 0,5 ПДК. По сравнению с бухтами Золотой Рог и Диомид, а также по сравнению с проливом Босфор Восточный и Амурским заливом, уровень загрязнения вод Уссурийского залива и залива Находка может считаться относительно невысоким, а качество вод можно оценить как удовлетворительное. Приоритетными загрязняющими веществами являются, как правило, нефтяные углеводороды, фенолы, детергенты, железо, ртуть и цинк. Остальные контролируемые ЗВ, включая

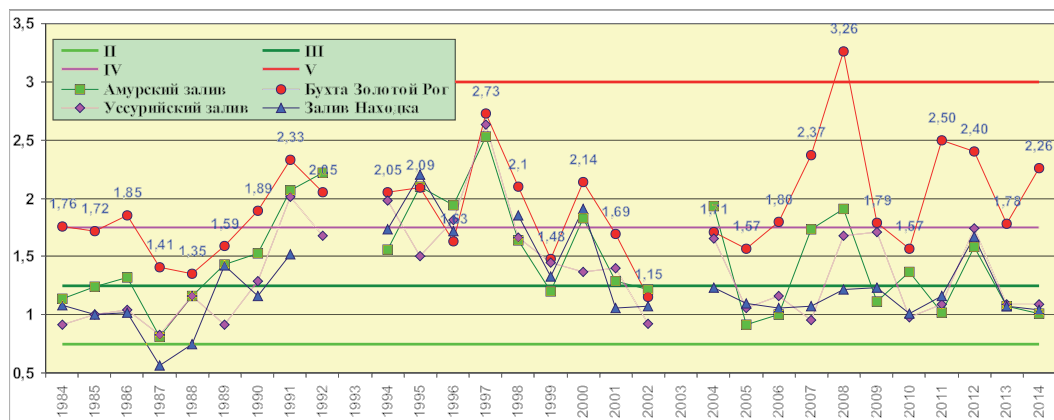


Рис. 11.13. Многолетняя динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в различных районах залива Петра Великого в 1984–2014 гг.

пестициды, также присутствуют в водах залива Петра Великого, однако зачастую даже их максимальные значения не превышают норматива.

Загрязнение донных отложений залива Петра Великого было особенно высоким в бухте Золотой Рог, где средняя величина содержания нефтяных углеводородов превышала допустимый уровень концентрации (ДК) в 210,5 раза, а максимальное значение достигала 386 ДК. Превышение допустимого уровня концентрации НУ отмечалось в 100% проб. Концентрация других загрязняющих веществ, включая хлорорганические пестициды, ПХБ и тяжелые металлы, была также чрезвычайно высокой в осадках этой бухты и на сопредельных участках. Наименее загрязненными оставались осадки в заливах Уссурийском и Находке, хотя по отдельным показателям, включая ртуть, наблюдались чрезвычайно высокие значения и на этих акваториях.

Таблица 11.1. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах залива Петра Великого Японского моря в 2012–2014 гг.

Район	Ингредиент	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
		С*	пдк	С*	пдк	С*	пдк
1. бухта Золотой Рог	НУ	0,283	6	0,198	4,0	0,089	1,8
		0,73	15	2,49	50	1,02	20
	Фенолы	2,6	2,6	1,9	1,9	2,9	2,9
		6,8	7	6,3	6	14,0	14
	АПAB	61,1	0,6	64	0,6	85	0,9
		231	2,3	74	0,7	208	2,1
	Аммонийный азот	255	<0,1	228	0,1	223	0,1
		1473	0,5	1200	0,5	2270	1,0
	Медь	1,3	0,3	0,8	0,2	1,6	0,3
		2,5	0,5	2,3	0,5	4,9	1,0
	Железо	-		28,2	0,6	35,0	0,7
		-		220	4	181	4
	Цинк	6,8	0,1	6,0	0,1	22,7	0,5
		17,0	0,3	55,0	1,1	100,0	2,0
	Свинец	0,23	<0,1	0,21	<0,1	0,59	<0,1
		0,8	<0,1	0,7	<0,1	7,9	0,8
	Марганец	31,7	0,6	5,8	0,1	10,9	0,2
		73,0	1,5	29,0	0,6	103,0	2,1
	Кадмий	0,5	<0,1	0,2	<0,1	0,2	<0,1
		5,5	0,6	1,9	0,2	2,2	0,2
Ртуть	0,017	0,2	0,0005	<0,1	0,023	0,2	
	0,12	1,2	0,01	0,1	0,34	3,4	
ДДТ	3,0	0,3	1,5	0,2	-		
	25,1	2,5	6,1	0,6	-		
ДДЭ	3,7	0,4	0,8	<0,1	-		
	6,9	0,7	2,1	0,2	-		
ДДД	1,3	0,1	2,2	0,2	-		
	4,2	0,4	14,8	1,5	-		
α-ГХЦГ	0,2	<0,1	0,1	<0,1	-		
	0,6	<0,1	0,2	0,2	-		
γ-ГХЦГ (линдан)	0,09	<0,1	0,2	<0,1	-		
	0,8	<0,1	1,9	0,2	-		
Взвешенные вещества	10,2	1,0	7,3	0,7	7,2	0,7	
	108,0	10,8	27,0	2,7	31,2	3,1	
Кислород	7,86		8,89		8,31		
	1,57	0,21	2,86	0,48	2,99	0,50	
2. бухта Диомид	НУ	0,24	5	0,097	1,9	0,066	1,4
		0,47	9	0,24	5	0,24	5

	Фенолы	2,2 4,2	2,2 4,2	1,3 2,1	1,3 2,1	2,7 5,3	2,7 5
	АПАВ	68,0 128	0,7 1,3	62,0 66,0	0,6 0,7	82 138	0,8 1,4
	Аммонийный азот	188 424	0,5 1,1	146,9 324,0	0,4 0,8	116,6 392,0	<0,1 0,17
	Медь	0,9 1,7	0,2 0,3	0,8 1,4	0,2 0,3	1,8 3,7	0,36 0,74
	Железо	- -		39,4 239,0	0,8 5	30,2 41,0	0,6 0,8
	Цинк	4,7 8,2	<0,1 0,2	3,3 5,7	<0,1 0,1	13,2 20,0	0,26 0,4
	Свинец	0,13 0,20	<0,1 <0,1	0,1 0,4	<0,1 <0,1	0,4 1,0	<0,1 0,1
	Марганец	15,3 32,0	0,3 0,6	4,4 18,0	<0,1 0,4	4,8 8,5	<0,1 0,17
	Кадмий	0,2 0,4	<0,1 <0,1	0,1 0,4	<0,1 <0,1	0,1 0,3	<0,1 <0,1
	Ртуть	0,003 0,01	<0,1 0,1	0,00 0,00	<0,1 <0,1	0,047 0,49	0,5 5
	ДДТ	0,6 0,6	<0,1 <0,1	0,9 1,2	<0,1 0,1	- -	
	ДДЭ	2,5 3,6	0,3 0,4	0,8 0,9	<0,1 <0,1	- -	
	ДДД	1,2 1,2	0,1 0,1	0,8 0,8	<0,1 <0,1	- -	
	α-ГХЦГ	0,3 0,3	<0,1 <0,1	0,0 0,0	<0,1 <0,1	- -	
	γ-ГХЦГ (линдан)	0 0		0,0 0,0	<0,1 <0,1	- -	
	Кислород	8,81 5,92	0,99	9,76 7,04		9,18 5,52	0,92
3. пролив Босфор Восточный и бухта Улисс	НУ	0,198 0,59	4,0 12	0,083 0,39	1,6 8	0,062 0,37	1,2 7
	Фенолы	1,5 3,2	1,4 3	1,2 5,0	1,2 5	1,9 5,3	1,9 5
	АПАВ	60 98	0,6 0,98	64 71	0,6 0,7	86 159	0,86 1,6
	Аммонийный азот	143 343	0,4 0,9	101 231	0,3 0,6	81,0 361,0	<0,1 0,2
	Медь	0,7 1,4	0,1 0,3	0,6 1,4	0,1 0,3	1,4 3,7	0,3 0,7
	Железо	- -		27,6 302	0,6 6	26,6 91,0	0,5 1,8
	Цинк	8,9 113,0	0,2 2,3	5,7 118,0	0,1 2,4	11,8 38,0	0,2 0,8
	Свинец	0,1 0,4	<0,1 <0,1	0,2 0,8	<0,1 <0,1	0,3 1,0	<0,1 0,1
	Марганец	28,6 111,0	0,6 2,2	4,4 46,0	<0,1 0,9	5,3 31,0	0,1 0,6
	Кадмий	0,2 0,4	<0,1 <0,1	0,2 5,6	<0,1 0,6	0,1 0,4	<0,1 <0,1
	Ртуть	0,00 0,02	<0,1 0,2	0,00 0,00	<0,1 <0,1	0,027 0,40	0,3 4
	ДДТ	0,4 1,3	<0,1 0,1	1,3 2,5	0,1 0,3	- -	
	ДДЭ	1,0 5,4	0,1 0,5	1,0 3,4	0,1 0,3	- -	

	ДДД	0,2 1,2	<0,1 0,1	1,53 7,0	0,2 0,7	- -	
	α-ГХЦГ	0,17 0,4	<0,1 <0,1	0,11 0,3	<0,1 <0,1	- -	
	γ-ГХЦГ (линдан)	0,04 0,4	<0,1 <0,1	0,04 0,1	<0,1 <0,1	- -	
	Кислород	8,90 3,14	0,52	9,46 2,79	0,47	9,06 4,74	0,79
4. Амурский залив	НУ	0,185 0,75	4 15	0,093 0,35	1,9 7	0,037 0,16	0,7 3,2
	Фенолы	1,44 6,8	1,4 7	1,1 2,5	1,1 2,5	1,8 4,9	1,8 5
	АПАВ	46,0 83	0,5 0,8	66,0 87	0,7 0,9	83 798	0,8 8,0
	Аммонийный азот	128 330	0,3 0,8	79 423	0,2 1,1	65,0 254,0	<0,1 0,1
	Медь	0,9 1,8	0,2 0,4	0,6 1,5	0,1 0,3	1,9 6,1	0,4 1,2
	Железо	- -		33,0 1085	0,7 22	31,8 216,0	0,6 4,3
	Цинк	5,9 9,8	0,1 0,2	7,3 160	0,1 3	15,0 61,0	0,3 1,2
	Свинец	0,14 1,2	<0,1 0,1	0,16 0,6	<0,1 <0,1	0,3 2,0	<0,1 0,2
	Марганец	6,2 62,0	0,1 1,2	2,0 14,0	<0,1 0,3	4,0 25,0	<0,1 0,5
	Кадмий	1,92 29,0	0,2 2,9	0,13 1,2	<0,1 0,1	0,3 1,0	<0,1 0,1
	Ртуть	0 0		0,0003 0,01	<0,1 0,1	0,014 0,06	0,14 0,6
	ДДТ	0,96 2,5	<0,1 0,3	0,93 5,2	<0,1 0,5	- -	
	ДДЭ	1,04 6,6	0,1 0,7	0,30 0,7	<0,1 <0,1	- -	
	ДДД	0 0		0,45 1,5	<0,1 0,2	- -	
	α-ГХЦГ	0,28 0,8	<0,1 <0,1	0,17 0,4	<0,1 <0,1	- -	
	γ-ГХЦГ (линдан)	0 0		0,03 0,1	<0,1 <0,1	- -	
	Взвешенные вещества	5,6 17,2	0,6 1,7	4,7 23,0	0,5 2,3	5,8 17,7	0,6 1,8
	Кислород	8,49 1,89	0,3	9,04 2,50	0,4	8,64 3,22	0,54
	5. Уссурийский залив	НУ	0,23 0,41	5 8	0,08 0,18	1,6 3,6	0,045 0,16
Фенолы		1,1 2,5	1,1 2,5	1,2 4,7	1,2 4,7	1,6 3,1	1,6 3,1
АПАВ		52,3 156,0	0,5 1,56	66,0 82,0	0,7 0,8	70 117	0,7 1,2
Аммонийный азот		130,2 216,0	0,3 0,6	83,7 227,0	0,2 0,6	80,1 222,0	<0,1 <0,1
Медь		1,1 8,0	0,2 1,6	0,5 1,9	0,1 0,4	1,1 2,4	0,22 0,5
Железо		43,3 309,0	0,86 6,0	41,2 569,0	0,8 11,4	58,3 275,0	1,2 6
Цинк		6,6 54,0	0,1 1,1	4,4 10,0	<0,1 0,2	12,6 50,0	0,25 1,0

	Свинец	0,25 1,9	<0,1 0,2	0,15 0,6	<0,1 <0,1	0,3 1,4	<0,1 0,1
	Марганец	6,7 35,0	0,14 0,7	2,5 30,0	<0,1 0,6	12,3 91,0	0,2 1,8
	Кадмий	0,2 3,2	<0,1 0,3	0,2 0,5	<0,1 <0,1	0,2 0,9	<0,1 <0,1
	Ртуть	0,00 0,01	<0,1 0,1	0,00 0,01	<0,1 0,1	0,033 0,20	0,3 2,0
	ДДТ	0,4 1,5	<0,1 0,15	0,9 2,5	<0,1 0,25	- -	
	ДДЭ	0,7 1,1	<0,1 0,11	0,5 1,3	<0,1 0,13	- -	
	ДДД	0,05 0,3	<0,1 <0,1	1,5 3,7	0,15 0,4	- -	
	α-ГХЦГ	0,21 0,4	<0,1 <0,1	0,1 0,2	<0,1 <0,1	- -	
	γ-ГХЦГ (линдан)	0,006 0,1	<0,1 0,13	0,06 0,2	<0,1 <0,1	- -	
	Взвешенные вещества	5,11 16,1	0,5 1,6	5,12 17,0	0,5 1,7	4,67 16,7	0,5 1,7
	Кислород	9,46 5,66	0,94	9,52 6,32		9,14 6,27	
6. залив Находка (с бухтами)	НУ	0,194 0,64	3,9 13	0,106 0,58	2,2 12	0,044 0,14	0,9 2,8
	Фенолы	1,3 5,1	1,3 5	0,8 2,2	0,8 2,2	1,6 7,8	1,6 8
	АП АВ	64 82	0,6 0,8	66 81	0,7 0,8	69 117	0,7 1,2
	Аммонийный азот	140,5 953,0	0,4 2,45	115,2 1262	0,3 3,24	75,2 804,0	<0,1 0,4
	Медь	1,0 10,0	0,2 2,0	0,5 1,4	0,1 0,3	1,3 3,0	0,3 0,6
	Кадмий	0,3 1,9	<0,1 0,2	0,09 0,5	<0,1 <0,1	0,3 3,8	<0,1 0,4
	Железо	35,5 437	0,7 9	18,1 43	0,4 0,9	48,5 387	1,0 8
	Цинк	8,0 49,0	0,2 1,0	5,7 109,0	0,1 2,1	15,3 137,0	0,3 2,7
	Свинец	0,1 0,4	<0,1 <0,1	0,12 0,4	<0,1 <0,1	0,3 1,6	<0,1 0,2
	Марганец	5,6 38,0	0,1 0,76	3,5 23,0	<0,1 0,5	7,8 60,0	0,2 1,2
	Ртуть	0,01 0,23	0,1 2,3	0,00 0,00	<0,1 <0,1	0,054 0,6	0,5 6,0
	ДДТ	0,3 4,8	<0,1 0,5	1,46 8,8	0,1 0,9	- -	
	ДДЭ	0,3 10,2	<0,1 1,0	0,43 1,3	<0,1 0,1	- -	
	ДДД	0,0 0,8	<0,1 <0,1	0,36 1,8	<0,1 0,2	- -	
	α-ГХЦГ	0,0 0,6	<0,1 <0,1	0,21 0,9	<0,1 <0,1	- -	
	γ-ГХЦГ (линдан)	0,1 0,8	<0,1 <0,1	0,16 1,8	<0,1 0,2	- -	
	Взвешенные вещества	8,23 25,5	0,8 2,6	4,69 13,0	0,5 1,3	5,74 21,2	0,6 2,1
	Кислород	8,00 4,90	0,82	9,48 5,20	0,87	8,95 5,86	0,97

7. Татарский пролив: г. Александровск-Сахалинский	НУ	0,016 0,067	0,32 1,3	0,046 0,136	0,92 2,7	0,030 0,110	0,6 2,2
	Фенолы	0,5 2,0	0,5 2,0	1,1 10,0	1,1 10	0,017 0,5	<0,1 0,5
	СПАВ	9,5 61	<0,1 0,6	9,8 46	<0,1 0,5	17,1 54	0,2 0,5
	Аммонийный азот*	18,9 77	<0,1 <0,1	22,4 56	<0,1 <0,1	10,9 40	<0,1 <0,1
	Кадмий	0 0	<0,1 <0,1	<0,3 <0,3	<0,1 <0,1	0,08 0,9	<0,1 <0,1
	Медь	3,3 6,9	0,7 1,4	2,5 8,5	0,5 1,7	2,5 8,7	0,4 1,7
	Цинк	4,5 9,3	<0,1 0,2	3,0 6,2	<0,1 0,1	3,6 24	<0,1 0,5
	Свинец	0,4 2,4	<0,1 0,2	1,3 10,3	0,1 1,0	1,1 3,9	0,1 0,4
	Кислород	8,73 6,9		9,05 7,5		8,67 7,60	

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 11.5. Оценка качества прибрежных вод залива Петра Великого Японского моря в 2012–2014 гг.

Район	2012 г.		2013 г.		2014 г.		Содержание ЗВ в 2014 г. (ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
1. бухта Золотой Рог	2,40	V	1,78	V	2,26	V	НУ 1,78; фенолы 2,92; Fe 3,62; O ₂ 0,72
2. бухта Диомид	2,09	V	1,16	III	1,37	IV	НУ 1,32; фенолы 2,68; СПАВ 0,82; O ₂ 0,65
3. пролив Босфор Восточный	1,70	IV	1,03	III	1,17	III	НУ 1,24; фенолы 1,92; СПАВ 0,86; O ₂ 0,66
4. Амурский залив	1,58	IV	1,07	III	1,01	III	НУ 0,74; фенолы 1,78; СПАВ 0,83; O ₂ 0,69
5. Усурийский залив	1,74	IV	1,09	III	1,09	III	НУ 0,89; фенолы 1,65; Fe 1,17; O ₂ 0,66
6. залив Находка (с бухтами)	1,67	IV	1,07	III	1,04	III	НУ 0,88; фенолы 1,64; Fe 0,97; O ₂ 0,67
6.1. бухта Находка	1,87	V	1,23	III	1,41	IV	НУ 0,92; фенолы 3,32; Hg 0,68; O ₂ 0,72
6.2. бухта Козьмина	1,91	V	0,91	III	0,88	III	НУ 0,78; фенолы 1,27; Hg 0,80; O ₂ 0,66
6.3. бухта Врангеля	1,32	IV	0,95	III	1,11	III	НУ 0,86; фенолы 1,43; Fe 1,46; O ₂ 0,67
Татарский пролив: Александровск-Сахалинский	0,55	II	0,80	III	0,49	II	НУ 0,60; СПАВ 0,17; Cu 0,50; O ₂ 0,69

Литература

1. Положение о государственной наблюдательной сети. РД 52.04.567–2003.
2. Приказ 156. О введение в действие Порядка подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды. — Приказ Руководителя Росгидромета №156 от 31.10.2000 г.
3. РД 243. Руководство по химическому анализу морских вод. РД 52.10.243–92. ред. С.Г.Орадовский, СПб, Гидрометеиздат, 1993, 264 с.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. МР 1988. Методические Рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. — Москва, Госкомитет СССР по гидрометеорологии, 1988, 9 с.
8. 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.
9. Warmer H., van Dokkum R., Water pollution control in the Netherlands. Policy and practice 2001, RIZA report 2002.009, Lelystad, 2002, 77 p. (Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95).
10. ПП № 477. Постановление Правительства РФ от 06.06.2013 № 477 «Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды. Положение о государственном мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды», 2013, с. 6.
11. Бухарицин П.П. Гидрологические процессы в Северном Каспии. — Москва, ИВП РАН, 1996, 62 с.
12. Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. — Москва, МГУ, 1975, 272 с.
13. Крицкий С. К. Колебания уровня Каспийского моря. — Москва, Наука, 1975, с. 149–152.
14. Тарасова Р.А., Макарова Е.Н., Татарников В.О., Монахов С.К. «О происхождении загрязняющих веществ в водах Северного Каспия» Вестник АГТУ, №6, 2008, с. 208–211.
15. 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.
16. Репетин Л.Н. Климатические изменения ветрового режима северного побережья Черного моря. — Тез. Докл. На II междуна. Конф. посвящ. 75-летию ОГЭУ «Навколишнє природнє середовище-2007: актуальні проблеми екології та гідрометеорології; інтеграція освіти і науки», Одеса, 26–28.09.2007 г., с. 173.
17. Азовское море: Справочник по гидрометеорологии, 1962, Л., Гидрометеиздат, 856 с.
18. 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.
19. Суховой В.Ф. Моря Мирового океана. — Л., Гидрометеиздат, 1986, 288 с.
20. Mee L., Jeftic L. AoA Region: Black Sea. — UNEP, 2010, 9 p.
21. Лоция, 1995
22. Гидрометеорология..., 1991
23. Филатов, 2007
24. Численность..., 2013
25. Залогин Б.С., Косарев А.Н. Моря. — М.: Мысль, 1999, с.
26. Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. — Издательство Московского университета, 1982, с.
27. Моря СССР, Охотское море, 1992, с.

Авторы, владельцы материалов и организации, принимаящие участие в подготовке Ежегодника-2014

Каспийское море

- 1). Астраханский ЦГМС (АстрЦГМС, г. Астрахань): Ильзова Ф.Ш., Конотопова Е.А., Баринов А.И.
- 2). Дагестанский ЦГМС (ДагЦГМС, г. Махачкала): Османова С.Ш., Поставик Д.П., Шалапутин Н.В., Алиев А.М., Магомедова Ш.М.

Азовское море

- 1). Донская устьевая гидрометеорологическая станция (ДУС, г. Азов), ФГБУ «Ростовский ЦГМС-Р»: Хорошенькая 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.
- 3). Комплексная лаборатория наблюдений за загрязнением природной среды Морской гидрометеорологической станции «Опасное» (КЛНЗПС МГ Опасное, г. Керчь): Головненко С.И., Алексеев А.И., Махмаева Ю., Полубинская Е., Пискарева А.П.
- 4). Комплексная лаборатория наблюдений за загрязнением природной среды Морской гидрометеорологической станции Ялта (КЛНЗПС МГ Ялта, г. Ялта): Парфенова В.А., Протачик Л.А., Маринкевич Т.В., Коберник Р.Е.
- 5). Севастопольское отделение ФГБУ «ГОИН» (Крым, г. Севастополь): Мезенцева И.В., Шибеева С.А., Вареник А.В.
- 6). Отдел биохимии моря (ОБМ) ФГБУН «Морской гидрофизический институт РАН» (МГИ) (г. Севастополь): Коновалов С.К., Кондратьев С.И., Хоружий Д.С., Свищев С.В., Козловская О.Н. Орехова Н.А., Внуков Ю.Л., Медведев Е.В., Гуров К.И.

Балтийское море

- 1). ФГБУ «Северо-Западное УГМС» (г. Санкт-Петербург), Отдел информации и методического руководства сетью (ОМС) Центра мониторинга загрязнения природной среды (ЦМС): Луковская А.А., Ипатова С.В., Фомина Л.Б.; 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): Котова Е.И., Агапитова Д.С., Красавина А.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., Дворникова Н.Я., Мусорина Л.Д.

Гренландское море (Шпицберген)

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

Шельф Камчатки, Авачинская губа, Тихий океан

- 1). Лаборатория информационно-аналитических ресурсов центра по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЛИАР ЦМС) ФГБУ «Камчатское УГМС» (г. Петропавловск-Камчатский): Абросимова Т.М., Слепова Т.А., Лебедева Е.В., Ишонин М.И.

Охотское море

- 1). ФГБУ «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., Агеева 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.Величkevич, Е.П.Кириллова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. — Москва, 1968, 161 с.
- Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1967 г. — А.С.Пахомова, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. — Москва, 1969, 282 с.
- Обзор состояния химического загрязнения прибрежных вод морей Советского Союза за 1968 год. — А.С.Пахомова, Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, Г.В.Лебедева, И.А.Акимова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. — Москва, 1969, 257 с.
- Обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1969 г. — Т.А.Бакум, Е.П.Кириллова, Л.К.Лыкова, С.К.Ревина, Н.А.Соловьева, И.А.Акимова, В.В.Мошков, Т.Б.Хороших, А.С.Пахомова, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1970, 650 с.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1970 год — С.К.Ревина, Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, А.С.Пахомова, Н.А.Соловьева, Т.А.Бакум, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1971, 64 с.
- Обзор состояния 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.Кириянова. — Москва, 1990, 279 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1990 год. — Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, И.А.Писарева, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1991, 277 с.

- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1991 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1992, 347 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1992 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1996, 247 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1993 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1996, 230 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1994 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1996, 126 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1995 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1996, 261 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1996 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1997, 110 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 1999. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, И.Г.Матвейчук, под ред. А.Н.Коршенко. — Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат, 2001, 80 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2000. — Н.А.Афанасьева, И.Г.Матвейчук, И.Я.Агарова, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, под ред. А.Н.Коршенко, Санкт-Петербург. — Гидрометеоиздат, 2002, 114 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2002. — И.Г.Матвейчук, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, под ред. А.Н.Коршенко. — Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат, 2005, 127 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2003. — А.Н.Коршенко, И.Г.Матвейчук, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков. — М, Метеоагентство Росгидромета, 2005, 111 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2004. — А.Н.Коршенко, И.Г.Матвейчук, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, В.С.Кириянов. — 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., Кириянов 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., Кириянов 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., Кириянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В. — Обнинск, «Артифекс», 2010, 174 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2010. — Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифекс», 2011, 196 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2011. — Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифекс», 2012, 196 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2012. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, 2013, 200 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2013. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, 2014, 208 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. Marine environmental monitoring at 2014	16
Chapter 1. Caspian Sea	
1.1. General information	19
1.2. Discharge of the pollutants	21
1.3. Water conditions of the Northern Caspian	21
1.4. Waters conditions of the Dagestan coastal area	24
Chapter 2. Azov Sea	
2.1. General information	34
2.2. Taganrog Bay	35
2.2.1. Monitoring system of the Don estuarine region and Taganrog Bay	36
2.2.2. Water pollution of the Don estuarine region and Taganrog Bay	36
2.2.3. Bottom sediments pollution of the Don estuarine region	40
2.3. Marine estuary and Delta of the Kuban River	41
2.3.1. Monitoring system of the Kuban River marine estuary	41
2.3.2. Pollution of the Kuban Delta and the Temruk Bay	42
Chapter 3. Black Sea	
3.1. General information	50
3.2. Pollution of the Crimean coastal waters	52
3.3. Hydrochemistry of Sevastopol Bight waters	55
3.4. Permanent oceanographic platforme near the village Katsively	57
3.5. Pollution of the coastal waters in Anapa-Tuapse area	58
3.6. Coastal area of Adler-Sochi	62
Chapter 4. Baltic Sea	
4.1. General information	68
4.2. Monitoring systems in the eastern part of the Gulf of Finland and Neva Bay	69
4.3. Central part of the Neva Bay	70
4.4. Southern resort part of the Neva Bay	72
4.5. Northern resort part of the Neva Bay	73
4.6. Marine Trade Port (MTP)	74
4.7. Northern WWT plant	75
4.8. Eastern part of the Finnish Gulf. Shallow water resort area	76
4.9. Shallow water area of the Eastern part of the Finnish Gulf	78
4.10. Koporsky Bay	78
4.11. Luzsky Bay	79
Chapter 5. White Sea	
5.1. General information	81
5.2. Sources of pollution	82
5.3. Dvina Bay	83
5.4. Kandalaksha Bay	84

Chapter 6. Barents Sea	
6.1. General information	88
6.2. Sources of pollution	88
6.3. Water pollution of the Kolsky Bay.	89
Chapter 7. Greenland Sea (Spitsbergen)	
7.2. Expeditions in Spitsbergen archipelago waters	94
7.2. Hydrochemical parameters.	94
7.3. Pollution	95
Chapter 8. Arctic Seas	
Chapter 9. Kamchatka shelf (Pacific ocean)	
9.1. General information	97
9.2. Sources of pollution	97
9.3. Water pollution in the Avacha Bay.	98
Chapter 10. Okhotsk Sea	
10.1. General information	105
10.2. Pollution of the Okhotsk Sea	106
10.3. Pollution of the Sakhalin shelf	107
10.3.1. Area near village Starodubskoe.	108
10.3.2. Aniva Bay. Area near port Korsakov	109
10.3.3. Aniva Bay. Area near village Prigorodnoe	110
Chapter 11. Japan Sea	
11.1. General information.	115
11.2. Sources of pollution.	116
11.3. Golden Horn Bay	117
11.4. Diomedea Bay	120
11.5. Eastern Bosphor Strait and Ulyss Bight	123
11.6. Amur Bay	126
11.7. Ussuri Bay	130
11.8. Nakhodka Bay	134
11.9. Western shelf of the Sakhalin Island. The Tatarsky Strait	138
11.10. Conclusions	140
Literature cited	146
Annex 1. The authors and owners of the data	147
Annex 2. The list of the published Annual Repots	149
CONTENTS.	151
CONTENTS (Rus)	153

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 2014 г.	16
Глава 1. Каспийское море	
1.1. Общая характеристика	19
1.2. Поступление загрязняющих веществ	21
1.3. Состояние вод Северного Каспия	21
1.4. Состояние вод Дагестанского побережья	24
Глава 2. Азовское море	
2.1. Общая характеристика	34
2.2. Таганрогский залив	35
2.2.1. Система мониторинга устьевой области р. Дон и Таганрогского залива	36
2.2.2. Загрязнение вод устьевой области р. Дон и Таганрогского залива	36
2.2.3. Загрязнение донных отложений	40
2.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань	41
2.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань	41
2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива	42
Глава 3. Черное море	
3.1. Общая характеристика	50
3.2. Загрязнение морских вод у Крымских берегов Чёрного моря.	52
3.3. Гидрохимический режим вод Севастопольской бухты.	55
3.4. Стационарная океанографическая платформа (СОП) в пос. Кацивели	57
3.5. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе	58
3.6. Прибрежная зона района Сочи — Адлер	62
Глава 4. Балтийское море	
4.1. Общая характеристика	68
4.2. Система мониторинга восточной части Финского залива и Невской губы.	69
4.3. Центральная часть Невской губы	70
4.4. Южный курортный район Невской губы	72
4.5. Северный курортный район Невской губы	73
4.6. Морской торговый порт (МТП)	74
4.7. Северная станция аэрации	75
4.8. Восточная часть Финского залива. Курортный район мелководной зоны	76
4.9. Мелководный район Восточной части Финского залива.	78
4.10. Копорская губа.	78
4.11. Лужская губа	79
Глава 5. Белое море	
5.1. Общая характеристика	81
5.2. Источники поступления загрязняющих веществ.	82
5.3. Двинский залив	83
5.4. Кандалакшский залив	84

Глава 6. Баренцево море	
6.1. Общая характеристика	88
6.2. Источники поступления загрязняющих веществ.	88
6.3. Загрязнение вод Кольского залива.	89
Глава 7. Гренландское море (Шпицберген)	
7.1. Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген.	94
7.2. Гидрохимические показатели	94
7.3. Загрязняющие вещества	95
Глава 8. Моря Северного ледовитого океана	
Глава 9. Шельф полуострова Камчатка (Тихий океан)	
9.1. Общая характеристика	97
9.2. Источники поступления загрязняющих веществ.	97
9.3. Загрязнение вод Авачинской губы.	98
Глава 10. Охотское море	
10.1. Общая характеристика	105
10.2. Загрязнение Охотского моря	106
10.3. Загрязнение шельфа о. Сахалин	107
10.3.1. Район поселка Стародубское	108
10.3.2. Залив Анива. Район порта г. Корсакова	109
10.3.3. Залив Анива. Район пос. Пригородное.	110
Глава 11. Японское море	
11.1. Общая характеристика	115
11.2. Источники загрязнения	116
11.3. Бухта Золотой Рог	117
11.4. Бухта Диомид	120
11.5. Пролив Босфор Восточный (включая бухту Улисс).	123
11.6. Амурский залив	126
11.7. Уссурийский залив.	130
11.8. Залив Находка	134
11.9. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив	138
11.10. Выводы	140
Литература	146
Приложение 1. Авторы, владельцы материалов и организации, принимающие участие в подготовке Ежегодника-2014	147
Приложение 2. Список опубликованных Ежегодников	149
CONTENTS	151
СОДЕРЖАНИЕ	153

Качество морских вод по гидрохимическим показателям.
Ежегодник 2014. — под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука»,
2015, 156 с.

ISBN 978-5-9908503-5-4

© Коршенко А.Н.

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

ISBN 978-5-9908503-5-4



Формат 70x100 1/16. Условных п.л. 9,75.

Тираж 400 экз. Зак. № 1427.

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