

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. Н.Н. ЗУБОВА»

(ГОИН)



КАЧЕСТВО МОРСКИХ ВОД ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

ЕЖЕГОДНИК

2011



**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

2011

Editor Alexander Korshenko

**“Artifex”
Obninsk, 2012**

**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

2011

Редактор Коршенко А.Н.

**«Артифекс»
Обнинск 2012**

АННОТАЦИЯ

В Ежегоднике-2011 описаны гидрохимические характеристики и уровень загрязнения вод и донных отложений прибрежных районов морей Российской Федерации в 2011 г. Ежегодник содержит обобщенную информацию о результатах регулярных наблюдений в рамках государственной программы мониторинга морской среды, проводимых 12 химическими лабораториями региональных подразделений Росгидромета. Также использованы данные Северо-Западного филиала ГУ "НПО "Тайфун" Росгидромета (г. Санкт-Петербург), институтов Российской Академии Наук и других специализированных организаций. По Каспийскому, Азовскому и Черному морям дополнительно включена информация о результатах исследований, проводимых в рамках национальных программ мониторинга морской среды организациями Казгидромета, МО УкрНИГМИ и МГИ НАНУ (г. Севастополь), ЮгНИРО (г. Керчь), Институтом Океанологии Болгарской Академии Наук (г. Варна), подразделениями Национального Агентства по Окружающей Среде Министерства Охраны Окружающей Среды и Природных Ресурсов Грузии (г. Батуми). Работа по подготовке Ежегодника выполнена в лаборатории мониторинга загрязнения морской среды Государственно-го океанографического института Росгидромета (ЛМЗ ГОИН, г. Москва).

Ежегодник содержит средние и максимальные за год или сезон/месяц значения отдельных гидрохимических показателей морских вод контролируемых прибрежных районов в 2011 г., а также характеристику уровня загрязнения вод и донных отложений широким спектром веществ природного и антропогенного происхождения. Для контролируемых акваторий 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, при достаточной длительности рядов накопленной информации системы мониторинга, выявлены многолетние тренды концентрации загрязняющих веществ в морской среде и характеристик качества вод.

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

Ссылка для цитирования:

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2011. – Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифекс», 2012, 196 с.
ISBN 978-5-9903653-8-4

© Коршенко А.Н.

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

ABSTRACT

The Annual Report 2011 reviews the hydrochemical state and pollution of marine coastal waters and bottom sediments of the seas of the Russian Federation in 2011. The Annual Report summarizes routine observation data on the quality of the sea waters and bottom sediments conducted by 12 chemical laboratories of the Roshydromet regional offices under the State Program for marine monitoring, as well as by the North-Western Branch of NPO “Typhoon” (St.Petersburg), and by Institutions of the Russian Academy of Sciences and other specialized organizations.

To cover the Caspian, Azov and Black Seas, additional information was gathered by the Kazhydromet institutions, Marine Branch of the Ukraine Hydrometeorological Institute (MB UHMI, Sevastopol) under the Ukrainian national marine monitoring program, as well as by MHI NASU (Sevastopol), YugNIRO (Kerch), IO BAS (Varna) and Georgian Agency on Environment (Batumi).

The Report contains annual and/or seasonal/monthly averages and maximal values of individual hydrochemical parameters of the sea waters for 2011, and describes the level of pollution of waters and bottom sediments with a wide spectrum of natural and synthetic substances. Quality of marine waters assessments based on the concentration of individual pollutants and with the complex Index of Water Pollution (IWP). Inter-annual variations and long-term trends, where possible, are identified.

The Annual Report 2011 is aimed for federal and regional administration bodies, environment protection and offshore industry managers, Russian and international public and ecologists. The assessments of the current state and of the long-term changes of the marine environmental pollution may be used for research and for planning of environmental protection activities.

The Annual Report 2011 was compiled in the Marine Pollution Monitoring Laboratory of the State Oceanographic Institute of Roshydromet (SOI, Kropotkinsky Lane 6, 119034 Moscow, Russia).

For bibliographic purposes this document shall be cited as:

Marine Water Pollution. Annual Report 2011. – Ed. Alexander Korshenko, Obninsk, “Artifex”, 2012, 196 p.

ISBN 978-5-9903653-8-4

© A. Korshenko

© 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 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 2011 г. Основой для составления Ежегодника явились отчетные материалы 12 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 по отдельным районам 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 Казахстана, Болгарии, Украины и Грузии на Каспийском, Азовском и Черном морях, а также информация различных российских и зарубежных научно-исследовательских учреждений и материалы открытых источников в печати или интернете. Сводный Ежегодник-2011 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,
www.oceanography.ru, korshenko@mail.ru.

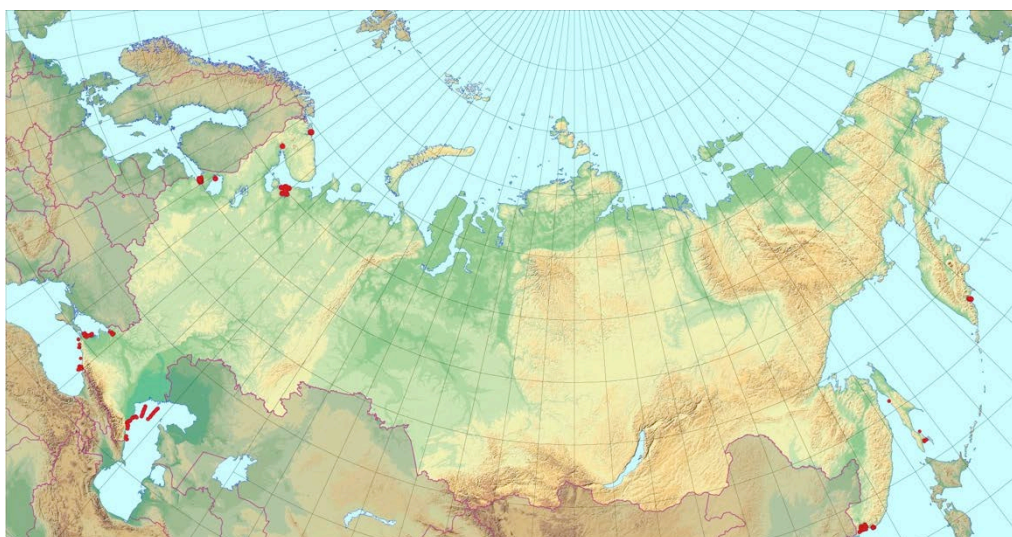


Рис. В1. Районы мониторинга гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды в 2011 г.

А. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ

А.1. Станции мониторинга

Основные наблюдения за качеством вод в прибрежных районах морей России 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 рН и концентрации одного-двух приоритетных загрязняющих ингредиентов, характерных для данного района наблюдений. Одновременно проводятся визуальные наблюдения за загрязнением поверхности моря.

По полной программе пробы отбирают один раз в месяц. В состав наблюдений обычно входит определение концентрации нефтяных углеводородов (НУ), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), фенолов, хлорорганических пестицидов (ХОП), тяжелых металлов (ТМ) и специфических для данного района ЗВ; отдельных показателей морской среды – концентрации растворенного в воде кислорода (O_2), сероводорода (H_2S), ионов водорода (рН), щелочности (Alk), нитритного азота ($N-NO_2$), нитратного азота ($N-NO_3$), аммонийного азота ($N-NH_4$), общего азота (Ntotal), фосфатного фосфора ($P-PO_4$), общего фосфора (Ptotal), 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 и цветности воды, щелочности и других параметров.

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 тексте и таблицах настоящего Ежегодника уровень загрязненности морских вод и донных отложений характеризуется концентрацией отдельного химического соединения или 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., зарегистрированного 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
<i>Биогенные вещества</i>					
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 2900	
Нитрат-анион (4э)	603	NO ₃ ⁻	для пресных вод – 40,0; 9,0 в пересчете на азот	40000	
Нитрит-анион (4э)	608	NO ₂ ⁻	для пресных вод – 0,08; 0,02 в пересчете на азот	80	
Силикат калия (3)	757	K ₂ SiO ₃	для пресных вод – 2,0 или 1,0 по SiO ₃ ²⁻	1000	
Фосфаты Na,K,Ca (4э)	935	PO ₄	0,05 олиготрофные водоёмы; 0,15 мезотрофные; 0,2 эвтрофные	50 150 200	
<i>Металлы</i>					
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 двух- валентный (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 трех-валентный (3)	995	Cr ³⁺	– для пресных вод – 0,07	– 70	
Хром шести-валентный (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	Phenols 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
Гексахлорциклопексан (гексахлоран). ГХЦГ Смесь изомеров 1,2,3,4,5,6- гексахлорциклопексана	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 ₄ H ₇ 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 , Dichlophos	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), гербицид	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), инсектицид	295	C ₁₄ H ₉ OCl ₅	0,00001	0,01	10
Пропанид/пропанил (2), гербицид	302	C ₉ H ₉ NOCl ₂	0,0003	0,3	300
2,4-Дихлорфенол (1)	309	C ₆ H ₄ OCl ₂	0,0001	0,1	100
Фозалон (1), пестицид	335	C ₁₂ H ₁₅ ClNO ₄ PS ₂	0,00001	0,01	10
Додещилбензол (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 ₉ H ₁₂ NO ₃ PS	0,0000001	0,0001	0,1
Полихлорпинен (1)	705		0,00001	0,01	10
Тетрабутилолово (1)	820	TBT (C ₄ H ₉) ₄ Sn	0,0001	0,1	100
Голуол/метилбензол (3)	846	C ₇ H ₈	0,5	500	
Трибутиламин (1)	854	(C ₄ H ₉) ₃ N	0,00005	0,05	50
Трихлорбензол (2), смесь изомеров	877	C ₆ H ₃ Cl ₃	0,001	1,0	
Трихлорфенол (1), смесь изомеров	883	C ₆ H ₃ Cl ₃ O	0,0001	0,1	100
Хлорбензол (3)	961	C ₆ H ₅ Cl	0,001	1,0	
2-Хлорфенол (1), смесь изомеров	983	C ₆ H ₅ OCl	0,0001	0,1	100
Циклогексан (3)	1006	C ₆ H 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 ⁰ С не должно превышать 3,0 мг/л		
Взвешенные вещества (4)	143	Suspended solids	ПДК 10,0 мг/дм ³ . Инертная природная минеральная взвесь, состоящая из неорганического осадочного материала (глинистые и обломочные материалы, горные породы, силикаты, карбонаты и др.) с дисперсностью частиц от 0,5 мкм. Для континентальной шельфовой зоны морей с глубинами более 8 м.		
Сера элементарная (4)	755	S	10,0 мг/дм ³		

Номер* – 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 (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 C , мг/л	Норматив, мг/л
$6 \leq C$	6
$5 \leq C < 6$	12
$4 \leq C < 5$	20
$3 \leq C < 4$	30
$2 \leq C < 3$	40
$1 \leq C < 2$	50
$C < 1$	60

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 обозримой площади до 6 км²;
- покрытие пленкой поверхности водного объекта на площади 2 км² и более при его обозримой площади более 6 км²;
- снижение содержания растворенного кислорода до значения 2 мг/л и менее;
- увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) свыше 40 мг О₂/л;
- массовая гибель моллюсков, раков, лягушек, рыб, других водных организмов и водной растительности.

Высокое загрязнение (ВЗ) водной среды определяется следующими критериями:

- максимальное разовое содержание, превышающее ПДК для нормируемых веществ 1–2 класса опасности в 3–5 раз; для веществ 3–4 класса опасности превышение в 10–50 раз (для нефтепродуктов, фенолов, соединений меди, железа, и марганца – от 30 до 50 раз);
- величина биохимического потребления кислорода (БПК₅) – от 10 до 40 мг О₂/л, снижение концентрации растворенного кислорода до значений от 3 до 2 мг/л;
- покрытие пленкой (нефтяной, масляной или другого происхождения) от 1/4 до 1/3 поверхности водного объекта при его обозримой площади до 6 км²;
- покрытие пленкой поверхности водного объекта на площади от 1 до 2 км² при его обозримой площади более 6 км².

В разработанной в 2001 г. «Инструкции по формированию и представлению оперативной информации об экстремально высоких и высоких уровнях загрязнения поверхностных и морских вод, а также их аварийном загрязнении» 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. Большшему 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 коэффициента загрязненности вод:

- 1) комплексности – отношение числа веществ, содержание которых превышает норму, к общему числу нормируемых ингредиентов, определяемых на исследуемой акватории; незначительная комплексность загрязненности воды водного объекта ($K < 10\%$) и более высокая комплексность ($K \geq 10\%$).
- 2) устойчивости (повторяемость случаев загрязненности по отдельным ингредиентам) – количество проб, в которых обнаружено превышение ПДК; характеристика загрязненности воды по коэффициенту повторяемости – 1–10% единичная, 10–30% неустойчивая, 30–50% устойчивая и 50–100% характерная.
- 3) уровня – максимальная или средняя кратность превышения ПДК для каждого отдельного нормируемого ингредиента; Характеристика уровня загрязненности по кратности – 1–2 низкий, 2–10 средний, 10–50 высокий и более 50 экстремальный.

Для морских донных отложений в российских территориальных водах в настоящее время не существует нормативно закреплённых характеристик их качества по уровню концентрации загрязняющих веществ. Хотя содержание ЗВ в донных отложениях российскими нормативными документами не регламентируются, 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, Warner H., van Dokkum R., 2002).

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

В настоящем Ежегоднике по каждому контролируемому району приведены, по возможности, сведения об объемах поступающих в море с берега сточных вод и степени их очистки; а также о поступлении отдельных видов ЗВ со сточными и речными водами. Для всех морей основными источниками загрязнения являются объекты коммунального хозяйства, 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.

Глава 1. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

Ильзова Ф.Ш., Поставик П.В., Архипцева Н.А., Аляутдинов В.А, Гусев А.В.

1.1. Общая характеристика

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

С территории России в Каспий впадают реки Волга, Терек, Сулак и Самур; последняя является пограничной рекой с Азербайджанской Республикой. Сток р. Волги, в среднем равный 255 км³ в год, составляет примерно 80% поверхностного стока в море. Каспий является солоноватоводным водоемом. Соленость на большей части акватории моря составляет 12,6–13,2‰; средняя равна 12,66‰. На севере диапазон значительно шире и укладывается в границы 1–8‰. Прилегающая к территории России мелководная акватория значительно опреснена речным стоком. Даже на удалении от устья Волги у побережья Среднего Каспия в районе г. Махачкала средняя соленость равна 10,44‰. Распределение солености по вертикали относительно равномерное. Конвективное перемешива-

ние 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 24–27⁰С, зимой колеблется от 0⁰С на севере до 11⁰С 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 редчайшими полями лотоса. В водноболотистых районах Северного Каспия водится множество птиц (более 100 видов), таких как утки, лебеди, цапли, кулики, чайки и др. Единственное обитающее в море морское млекопитающее – эндемик каспийский тюлень.

Бассейн Каспийского моря и особенно территория по берегам р. Волги отличаются высокой степенью промышленного и сельскохозяйственного освоения. Западное побережье Каспийского моря освоено лучше, чем восточное. Здесь на южном берегу Апшеронского полуострова расположен крупнейший на Каспийском море порт и самый большой на Кавказе город Баку, с площадью 2130 км² и населением агломерации более 2,5 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. Однако значение имеет также эоловый вынос, атмосферные осадки, сбросы воды из оросительных систем, судовые сбросы, эксплуатация и разведка морских нефтепромыслов, предприятия нефтяной и нефтехимической промышленности, транспортировка нефти морским путем, коммунальные стоки городов и сброс вод с сельхозугодий, а также газовые и жидкие выделения со дна моря. В зависимости от уровня загрязнения речных и морских вод их вклад в загрязнение северную часть моря меняется. Например, в связи с уменьшением поступления хлорорганических пестицидов (ХОП) с речным стоком, основным источником загрязнения ими акватории Северного Каспия в последние годы выступает адвекция морских вод. В связи с этим при уменьшении стока и увеличении водообмена уровень загрязнения Северного Каспия может повышаться. Хотя в морскую среду поступает более 1000 химических соединений, включая токсичные, однако сырая нефть и нефтепродукты остаются приоритетными загрязнителями моря. Основными источниками поступления углеводородных соединений в воды Северного Каспия является транспортировка нефти и водный транспорт (утечка топлива или сброс нефтесодержащих промывных и балластных вод), просачивание углеводородов со дна моря, промышленные сбросы и нефтеперерабатывающая индустрия, а также утечки с прибрежных нефтяных разработок и при эксплуатации нефтяных и газовых скважин у берегов России, Азербайджана и Туркменистана. Опыт освоения нефтегазоносных месторождений на морской акватории показывает, что даже при нормативном режиме добычи нефти каждая буровая установка является источником множества загрязнений, в которые входят твердые, жидкие и газообразные компоненты. В среднем при освоении морских месторождений в водную среду поступает от одной скважины от 30 до 120 тонн нефти в год (Тарасова Р.А. и др., 2008).

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.). В бассейн Волги, обеспечивающей основную долю стока из 130

впадающих в море рек, сбрасывается 2,5 км³ неочищенных и 7 км³ условно очищенных сточных вод (табл. 1.1). В речных стоках иногда обнаруживается содержание НУ в пределах 8–60 ПДК. В последние годы наблюдалось некоторое снижение уровня загрязнения впадающих в море рек за исключением Терека (400 и более ПДК по нефтяным углеводородам), куда попадает нефть и отходы с разрушенной нефтяной инфраструктуры Чеченской республики (<http://www.neapsd.kz/kaspi/rus/text/cep/problem/pollut.htm>, http://www.caspinfo.ru/news/zips/Timur05_02).

Таблица 1.1. Поступление загрязняющих веществ и биогенных элементов в Каспийское море с водами р. Волга в 2011 г. по данным Дагестанского ЦГМС Росгидромета.

Месяц	Сток W	НУ	Фенолы	СПАВ	ХПК	Фосфор минеральный	Азот аммонийный	Азот нитритный	Азот нитратный	Кремне-кислота	Суммарные сульфиды и сероводород	Железо общее
I	12,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
II	11,3	0,0	0,0	0,6	305,1	1,0	0,0	0,2	3,1	65,5	0,1	1,8
III	13,4	2,0	40,2	0,7	188,9	–	–	–	–	–	0,1	3,2
IV	13,2	0,8	52,8	0,8	258,3	0,0	0,8	0,1	1,3	36,0	0,4	5,3
V	43,1	3,9	86,2	2,2	765,9	0,4	4,7	2,1	6,0	161,6	0,9	12,1
VI	16,5	1,5	66,0	1,2	382,8	–	–	–	–	–	0,2	4,1
VII	13,6	1,4	27,2	0,7	350,5	0,1	0,5	0,3	2,0	77,5	0,1	3,0
VIII	13,2	1,2	13,2	0,8	368,7	0,1	0,3	0,4	2,4	74,3	0,0	4,4
IX	12,6	1,6	12,6	0,5	429,3	–	–	–	–	–	0,1	4,3
X	13,3	1,5	13,3	0,5	411,0	0,7	0,4	0,2	3,7	116,6	0,1	2,5
XI	12,2	0,6	12,2	0,7	337,9	–	–	–	–	–	0,1	3,2
XII	15,3	0,0	15,3	0,9	382,5	–	–	–	–	–	0,0	2,6
2011	189,7	17,1	379,4	9,5	4638,2	3,6	11,4	5,1	32,2	965,6	1,9	53,1

Мель	Цинк	Никель	Хром общ.	Свинец	Кобальт	Ртуть	Кадмий	Олово	Молибден	Марганец	ДДТ, ДДЭ	α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ
тонн												
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
11,3	79,1	9,0	4,5	1,1	1,1	0,1	0,1	7,9	1,1	50,9	0,01	0,00
80,4	147,4	40,2	1,3	2,7	0,0	0,1	0,1	5,4	2,7	79,1	–	–
127,6	149,6	159,7	8,3	43,2	1,3	0,1	1,5	66,4	1,7	64,7	0,04	0,07
107,8	395,2	868,5	14,2	51,7	3,0	0,9	3,0	108,6	9,5	220,7	0,13	0,17
49,5	153,9	–	–	–	–	0,3	–	–	–	–	–	–
22,7	185,9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,03	0,04
52,8	96,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,04	0,07
84,0	646,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
115,3	518,7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,07	0,05
36,6	146,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
61,2	168,3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
880,2	3333,0	2777,2	75,9	297,8	13,3	1,9	13,3	540,6	34,1	961,8	0,38	0,57

1.3. Состояние вод Северного Каспия

В 2011 г. Астраханский ЦГМС провёл гидрохимические исследования морских вод Северного Каспия на 8 станциях III векового разреза и 10 станциях разреза Ша в апреле, июле, августе, сентябре, октябре и ноябре (рис. 1.1). В открытых водах на границе между Северным и Средним Каспием работы проводились на 4 станциях IV векового разреза между о. Чечень и п-овом Мангышлак в мае и августе. Пробы воды были отобраны на судах Дагестанского ЦГМС из поверхностного, промежуточного и придонного слоев. В береговой стационарной лаборатории были определены стандартные гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ – НУ (ИКС-метод), фенолов, СПАВ, цинк и медь.



Рис 1.1. Станции отбора проб на акватории Северного Каспия в 2011 г.

Вековой разрез III

За весь период наблюдений в 2011 г. на разрезе было отобрано 52 пробы из различных слоев водной толщи. Среднее суммарное содержание **нефтяных углеводородов** составило $0,055 \text{ мг/дм}^3$ (1 ПДК), что равно уровню предыдущего года; диапазон изменений был от значений ниже предела обнаружения до $0,11 \text{ мг/дм}^3$ (2,2 ПДК), (табл. 1.4). Максимальное значение концентрации нефтяных углеводородов было отмечено 29 августа на севере разреза на наиболее близко расположенной к берегу станции. Концентрация суммарных фенолов составляла $1\text{--}2 \text{ мкг/дм}^3$, при среднем значении 1 мкг/дм^3 (1 ПДК). Эти значения были в пределах обычного диапазона концентрации фенолов. Содержание цинка изменялось в пределах $17,0\text{--}90,0 \text{ мкг/дм}^3$ (0,3–1,8 ПДК). Максимальная величина наблюдалась в придонном слое на самой южной станции в середине апреля. Загрязнение вод разреза медью было обычным: средняя концентрация составила $3,4 \text{ мкг/дм}^3$ (0,7 ПДК), а максимум достигал $11,6 \text{ мкг/дм}^3$ в придонном слое на 18 станции разреза 29 августа.

Основные гидрохимические параметры и содержание **биогенных веществ**, включая аммонийный азот, были в пределах естественных межгодовых колеба-

ний значений и не превышали 1 ПДК (табл. 1.2). На станциях разреза закономерно отмечен очень широкий диапазон значений солености – почти 9‰. Минимум был зафиксирован в поверхностном слое на ближайшей к берегу станции в июле, а максимум в придонных водах на самой южной станции разреза в августе. Среднее содержание фосфатов на разрезе составило 2,38 мкг/дм³. При этом концентрация заметно уменьшилась, минимальное значение зафиксировано на самой северной станции разреза 18 апреля и составило 0,6 мкг/дм³. Максимальное значение наблюдалось в апреле (10,14 мкг/дм³), что ненамного превышает прошлогодние значения.

В 2011 г. **кислородный** режим морских вод разреза изменился незначительно относительно предыдущих лет. Среднегодовая концентрация растворенного в воде кислорода (9,4 мгО₂/дм³) была немного выше значения прошлого года (9,16 мгО₂/дм³). Максимальная величина (11,94 мгО₂/дм³) наблюдалась в начале августа в промежуточном слое при температуре воды 5,7⁰С, а минимальная (5,97 мгО₂/дм³) была отмечена в конце августа в придонном слое вод на глубине 16 м. В целом аэрация вод на III вековом разрезе на всех горизонтах характеризуется как хорошая. Воды III векового разреза за период наблюдений в 2011 г. по индексу загрязненности вод ИЗВ (0,84) оцениваются как «умеренно-загрязненные», III класс качества (табл. 1.5). Из контролируемых загрязняющих веществ приоритетными в водах всего Северного Каспия были нефтяные углеводороды, фенолы и медь.

Таблица 1.2. Гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ на вековых разрезах в водах Северного Каспия в 2011 г.

Параметр	Вековой разрез IIIa			Вековой разрез III			Вековой разрез IV		
	Сред.	Мин.	Макс.	Сред.	Мин.	Макс.	Сред.	Мин.	Макс.
Соленость, ‰	8,8	3,34	12,06	10,32	5,88	13,58	10,56	9,22	11,65
Растворённый кислород, мл/дм ³	6,69	4,12	8,77	6,6	4,18	8,35	6,59	5,45	7,66
Растворённый кислород, мг/дм ³	9,56	5,88	12,53	9,43	5,97	11,94	9,41	7,79	10,95
pH	8,33	7,62	8,65	8,33	7,85	8,51	–	–	–
Фосфаты (P-PO ₄), мкг/дм ³	4,09	0,6	46	2,38	0,6	10,4	–	–	–
Нитриты (N-NO ₂), мкг/дм ³	3,09	0,3	26,3	3,14	0,2	24,9	1,56	1,02	2
Нитраты (N-NO ₃), мкг/дм ³	22,67	0,4	144	13,98	0	255	11,55	7,5	17,3
Аммоний (N-NH ₄), мкг/дм ³	16,61	0,5	76,3	11,59	0,2	105,6	128,7	98	164,1
Si, мкг/дм ³	1571,76	425	7325	1439,86	200	6313	503,95	362	764
Фенолы, мкг/дм ³	2	1	3	1	1	2	3	1	5
HУ, мг/дм ³	0,07	0,01	0,16	0,05	0,01	0,11	0,042	0,001	0,08
СПАВ, мкг/дм ³	–	–	–	–	–	–	4	3	7
Cu, мкг/дм ³	41,22	43	98	34,77	8	116	2,55	1	3,8
Zn, мкг/дм ³	58,91	12	218	52,92	17	90	1,83	0,8	2,6

Вековой разрез Ша

В среднем за 2011 г. содержание **нефтяных углеводородов** на разрезе составило $0,07 \text{ мг/дм}^3$ (1,4 ПДК), что ненамного превышает прошлогодние значения. Максимальная концентрация $0,16 \text{ мг/дм}^3$ (3,2 ПДК) была зафиксирована в поверхностном слое на станции на юге разреза 24 октября. Минимальное же значение ($0,01 \text{ мг/дм}^3$) было зафиксировано 7 июля на самой южной станции на глубине 18 метров. Диапазон концентрации фенола варьировал в пределах от 1 до 3 мкг/дм^3 , среднее значение составило 1 мкг/дм^3 (1 ПДК), что соответствует фоновому уровню. Из тяжелых металлов в комплекс наблюдений вошли медь и цинк (табл. 1.2). Максимальная концентрация этих металлов в 2011 г. была наибольшей величиной за весь период наблюдений, а средняя существенно выше среднегодовой для вод этого разреза – $26,9$ и $46,1 \text{ мкг/дм}^3$, соответственно.

В 2011 г. даже максимальная концентрация всех форм биогенных веществ не превышала 1 ПДК (табл. 1.2). **Кислородный** режим вод векового разреза Ша был в пределах нормы. Насыщение вод кислородом варьировало в пределах 71,7–126%, в среднем 99,35%, что не намного ниже показателей прошлого года. Минимальное значение растворенного кислорода составило $5,88 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, и было отмечено в начале июля в придонном слое в середине разреза (станция 7а). Воды разреза за исследуемый период 2011 г. оцениваются как «умеренно загрязненные» (III класс, ИЗВ=1,06). По индексу ИЗВ их качество ухудшилось по сравнению с предыдущим годом (0,86).

Вековой разрез IV

В мае и августе 2011 г. на четырех станциях пограничного между Северным и Средним Каспием IV векового разреза между о. Чечень и полуостровом Мангышлак Дагестанским ЦГМС были выполнены экспедиционные работы по исследованию гидрохимических характеристик и уровня загрязнения вод. Всего было отобрано 22 пробы из поверхностного, промежуточного (10 м) и придонного слоев воды. Было выполнено определение стандартных гидрологических параметров, концентрации растворенного кислорода и биогенных элементов, а также нефтяных углеводородов и фенолов. Концентрация последних в морской воде определялась экстракционно-фотометрическим методом, фиксирующим суммарное содержание фенольных соединений, большинство из которых имеют естественное, а не антропогенное происхождение.

Среднее содержание **нефтяных углеводородов** составило 0,8 ПДК ($0,04 \text{ мг/дм}^3$), а максимальное значение $0,08 \text{ мг/дм}^3$ (1,6 ПДК) было зафиксировано на самой восточной станции разреза в поверхностном слое 4 мая. Показатели фенолов варьируют в узком диапазоне $1\text{--}5 \text{ мкг/дм}^3$, среднее значение 3 мкг/дм^3 . На центральной станции разреза 4 мая было зафиксировано максимальное значение 5 мкг/дм^3 (5 ПДК) на глубине 14 метров.

Во всех пробах морской воды в 2011 году концентрация аммонийного **азота** изменялась от 98 мкг/дм^3 (конец августа) до $164,1 \text{ мкг/дм}^3$, составив в среднем $128,7 \text{ мкг/дм}^3$. По сравнению с предыдущим годом диапазон концентрации аммонийного азота значительно увеличился, а средняя немного уменьшилась. Среднее содержание общего азота в водах района увеличилось в полтора раза до 382 мкг/дм^3 , а экстремальные значения выявлены в июне – 564 мкг/дм^3 в поверхностном слое и 298 мкг/дм^3 у дна.

Кислородный режим в водах IV векового разреза в целом был в пределах нормы. Минимальное значение было выше допустимой минимальной нормы и составило $7,79 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ в промежуточном слое в середине разреза в конце августа.

Для комплексной оценки качества вод использовался индекс загрязненности вод ИЗВ, для расчета которого учитывалось содержание в морской воде четырех нормируемых показателей: растворённого кислорода, нефтяных углеводородов, фенолов и меди. В 2010 г. он немного повысился (1,03) по сравнению с уровнем предыдущего года (0,93), в 2011 г. понизился до 0,98, поэтому морские воды на границе Северного и Среднего Каспия оцениваются III классом, «умеренно загрязненные» (рис. 1.2). Из контролируемых загрязняющих веществ приоритетными в водах всего Северного Каспия были нефтяные углеводороды, фенолы и медь.

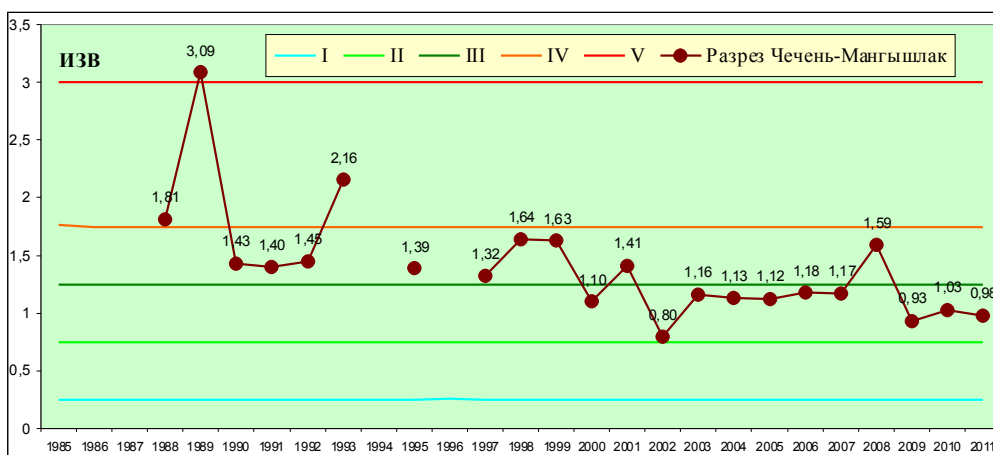


Рис. 1.2. Динамика ИЗВ на разрезе о. Чечень – п-ов Мангышлак в 1988–2011 гг.

1.4. Состояние вод Дагестанского побережья

Наблюдения за загрязнением морских вод Дагестанского взморья в 2011 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 167 проб воды из поверхностного, промежуточного и придонного горизонтов, максимальная глубина отбора проб составила 22 м. Наблюдения были выполнены Дагестанским ЦГМС (г. Махачкала) в апреле, мае, июне, августе и сентябре.

Лопатин. В районе полуострова Лопатин всего в мае и сентябре было отобрано 12 проб из поверхностного и придонного слоев на трех станциях (№4–6) с глубинами от 4 до 10 м. Температура морской воды значительно изменялась по сезонам от $11,8^{\circ}\text{C}$ в мае до $21,4^{\circ}\text{C}$ в сентябре (табл. 1.3, рис. 1.4). Средняя величина солёности в отобранных пробах воды составила $11,61\text{‰}$, а диапазон изменений от $10,26\text{‰}$ в мае до $13,21\text{‰}$ в сентябре. Водородный показатель pH варьировал от 8,17 до 8,5 и в среднем составил 8,34, что немного меньше значения 2010 г.



Рис. 1.3. Карта-схема расположения станций отбора проб на Дагестанском взморье в 2011 г.

Таблица 1.3. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров и концентрация биогенных элементов (мкг/дм^3) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2011 г.

Район	Temp	Sal	O ₂ %*	pH	PO ₄	P tot	NO ₂	NO ₃	NH ₄	N tot	Si
Лопатин	17,37	11,61	101,57	8,34	4,71	11,24	1,80	12,34	172,32	332,42	424,92
	21,4	13,2	96,1	8,5	6,5	16,4	2,20	18,2	185	412	570,00
Взморье р. Терек	17,41	11,13	98,89	8,38	7,17	13,29	1,85	12,02	160,17	349	434,25
	21,5	13,76	95,3	8,61	10,0	17,0	2,3	17,3	177	445	564,00
Взморье р. Сулак	17,64	10,67	100,21	8,44	6,04	13,31	1,91	11,33	176,78	355,85	467,05
	21,7	13,76	95,9	8,71	8,2	18,4	2,8	16,3	220	501	567,00
Махачкала	17,54	11,92	99,41	8,41	7,94	15,08	2,09	13,56	201,2	343,61	390,70
	20,6	13,70	95,1	8,59	11	19,9	3	18,8	299	521	690,00
Каспийск	15,37	11,16	97,59	8,39	6,56	19,05	1,69	13,85	124,54	332,04	426,17
	26,7	13,13	74	8,57	8,7	29,7	2,50	21	199	560	750,00
Избербаш	14,49	10,76	96,44	8,31	6,25	13,83	1,89	11,58	160,08	396,17	405,73
	26,5	11,62	73,2	8,62	9,6	18,4	2,80	16,8	199	546	490,00
Дербент	16,81	10,33	99,55	8,47	6,21	13,69	1,68	11,79	144,27	401,62	382,75
	26,2	11,25	91,9	8,7	8,2	16,4	2,2	16,8	178,2	520	417,00
Взморье р. Самур	17,19	9,06	99,72	8,38	7,46	11,89	1,93	11,37	156,11	386,62	368,87
	26,5	11,11	95,6	8,45	9,9	13,6	2,9	16,8	178	555	400,00

* – среднее и минимальное процентное насыщение вод растворенным кислородом.

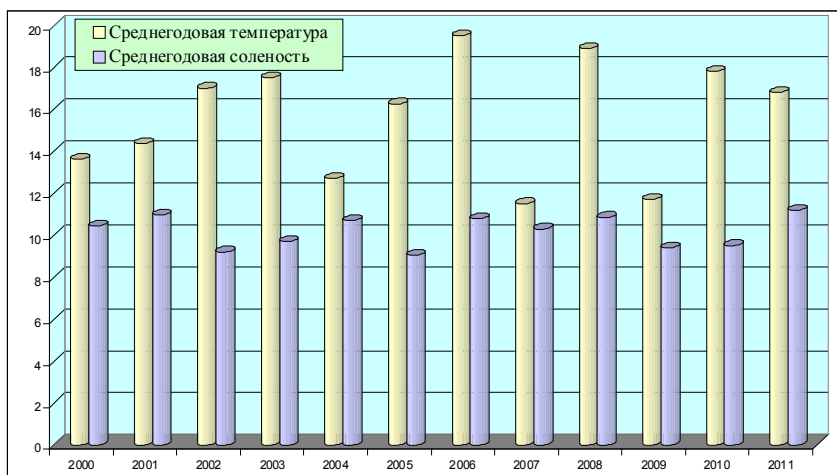


Рис. 1.4. Динамика среднегодовой солености и температуры в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2000–2011 гг.

Концентрация **биогенных веществ** в морской воде была в пределах естественной межгодовой изменчивости. Среднегодовое содержание в водах района фосфатов составило $4,71 \text{ мкг/дм}^3$, силикатов – $424,92 \text{ мкг/дм}^3$, нитритов – $1,80 \text{ мкг/дм}^3$, нитратов – $12,34 \text{ мкг/дм}^3$ (табл. 1.3). Среднее содержание аммонийного азота в 2011 г. составило $172,32 \text{ мкг/дм}^3$ (понижилось по сравнению с предыдущим годом); максимальное значение было зафиксировано 12 мая и составило 194 мкг/дм^3 . В 2011 г. содержание общего азота составило в среднем $332,42 \text{ мкг/дм}^3$; диапазон изменений $291\text{--}12 \text{ мкг/дм}^3$.

Среднее содержание **нефтяных углеводородов** в 2011 г. составило $0,04 \text{ мг/дм}^3$ (0,8 ПДК), диапазон изменений $0,02\text{--}0,06 \text{ мг/дм}^3$ (0,4–1,4 ПДК), фенолов – от 1 до 5 ПДК. Существенных изменений в кислородном режиме морских вод относительно предыдущих лет не произошло. Среднее содержание растворенного в воде кислорода составило $9,1 \text{ мг/дм}^3$, минимальное значение ($8,03 \text{ мг/дм}^3$) наблюдалось в промежуточном слое вод в середине сентября; процентное насыщение вод кислородом изменялось от 96,1% до 109,8%, среднее 101,5%. Индекс загрязненности вод (ИЗВ), рассчитанный по средней концентрации НУ, фенолов и меди, составил 1,14 (III класс), а морские воды в районе оцениваются как «умеренно загрязненные» (табл. 1.5). По сравнению с предыдущими годами качество прибрежных вод района Лопатина, оцениваемых по ИЗВ, немного улучшилось. Основными загрязняющими веществами остаются фенолы природного и антропогенного происхождения, и нефтяные углеводороды.

Взморье реки Терек. Вблизи Прорези на пяти станциях устьевого взморья реки Терек с глубинами до 10 м было отобрано 20 проб из поверхностного и придонного слоев воды. Отбор производился в мае и сентябре. Среднее значение температуры воды было $17,41^\circ\text{C}$, максимальная температура ($21,4^\circ\text{C}$) была зафиксирована в сентябре (табл. 1.3). Соленость в период наблюдений изменялась от 5,36‰ в мае до 20,1‰ в сентябре. Водородный показатель pH изменялся от 8,11 до 8,61 и составил в среднем 8,38.

Содержание **биогенных веществ** в целом было в пределах естественных межгодовых колебаний. В водах устьевой области реки Терек среднегодовая концентрация фосфатов составила $7,17 \text{ мкг/дм}^3$, силикатов, нитритов и нитратов осталась практически на прежнем уровне – $434,25$, $1,85$ и $12,02 \text{ мкг/дм}^3$ соответственно. Содержание аммонийного азота в среднем составило $160,17 \text{ мкг/дм}^3$, максимальное значение 177 мкг/дм^3 отмечено 12 мая в поверхностном слое. Концентрация общего азота в воде по сравнению с 2009 г. незначительно повысилась и составила в среднем 349 мкг/дм^3 , минимум отмечен в мае (283 мкг/дм^3) в промежуточном слое, а максимум (445 мкг/дм^3) наблюдался в середине сентября на поверхности. Максимальное значение общего фосфора в морской воде района значительно уступало прошлогоднему уровню и составило 17 мкг/дм^3 (12 сентября). Средняя концентрация также понизилась и составила $13,3 \text{ мкг/дм}^3$, а минимальная ($8,5 \text{ мкг/дм}^3$) была зафиксирована в середине сентября.

В 20 отобранных пробах содержание **нефтяных углеводов** изменялось в пределах от $0,03$ – $0,09 \text{ мг/дм}^3$ ($0,6$ – $1,8$ ПДК), составив в среднем $0,05 \text{ мг/дм}^3$ (1 ПДК). По сравнению с предыдущим годом среднее и максимальное содержание нефтяных углеводов в морской воде несколько понизилось. Загрязнение морских вод фенолами за истекший период наблюдений изменялось в узких пределах 1 – 5 мкг/дм^3 при среднем значении $2,9 \text{ мкг/дм}^3$ (3 ПДК). По сравнению с предыдущим годом содержание фенолов в воде практически не изменилось. Концентрация СПАВ достигала 7 мкг/дм^3 (7 ПДК), составив в среднем $4,3 \text{ мкг/дм}^3$.

В водах устьевого взморья Терека **кислородный режим** был в пределах среднееголетних значений. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в 2011 г. от $7,97$ до $9,75 \text{ мг/дм}^3$, средняя величина равна $8,86 \text{ мг/дм}^3$; процент насыщения составлял $95,3$ – $103,5\%$ ($98,9\%$). По сравнению с предыдущим годом значение индекса ИЗВ на взморье Терека повысилось до $1,29$, что соответствует IV классу вод, «загрязнённые» (табл. 1.5). Расчет производился по средней концентрации НУ, фенолов и меди.

Взморье реки Сулак. Отбор проб морской воды на устьевом взморье реки производился в мае и сентябре на пяти станциях (№12–16) с глубиной до 9 м. В течение периода наблюдений минимальная температура воды ($12,6^{\circ}\text{C}$) была зафиксирована в мае, а максимальная ($21,7^{\circ}\text{C}$) в сентябре (табл. 1.3). Соленость в период наблюдений изменялась от $4,75\%$ весной до $13,76\%$ осенью. Водородный показатель pH изменялся в пределах $8,13$ – $8,71$, а среднее значение составило $8,44$.

Содержание **биогенных веществ** в водах взморья было в целом в пределах обычной многолетней изменчивости. Среднегодовая концентрация в водах района неорганического фосфора (фосфатов) составила $6,04 \text{ мкг/дм}^3$, силикатов – $467,05 \text{ мкг/дм}^3$, нитритов – $1,91 \text{ мкг/дм}^3$, нитратов – $11,33 \text{ мкг/дм}^3$. В 2011 г. среднегодовое содержание аммонийного азота понизилось по сравнению с предыдущим годом и составило $176,78 \text{ мкг/дм}^3$, максимальное значение отмечено в мае в поверхностном слое (220 мкг/дм^3), минимальное ($110,1 \text{ мкг/дм}^3$) в сентябре в промежуточном слое вод. Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже 1 ПДК. Содержание общего азота в морской воде по сравнению с 2010 г. повысилось и составило в среднем $355,85 \text{ мкг/дм}^3$,

минимум отмечен в мае (291 мкг/дм^3) в промежуточном слое, максимум (501 мкг/дм^3) наблюдался в сентябре у поверхности. Максимальное значение общего фосфора $18,4 \text{ мкг/дм}^3$ было зафиксировано в мае, минимальное значение составило $6,9 \text{ мкг/дм}^3$ в октябре в промежуточном слое.

Содержание **нефтяных углеводородов** в водах района изменялось в пределах $0,02\text{--}0,07 \text{ мг/дм}^3$ ($0,4\text{--}1,4$ ПДК), составив в среднем $0,04 \text{ мг/дм}^3$. Концентрация фенолов в исследуемый период времени изменялась в пределах $1\text{--}5 \text{ мкг/дм}^3$; средняя $2,4 \text{ мкг/дм}^3$ ($2,4$ ПДК). Как максимальное, так и среднее содержание практически не изменилось по сравнению с предыдущим годом. Дeterгенты в водах взморья были отмечены в пределах обычной межгодовой изменчивости, в среднем $4,1 \text{ мкг/дм}^3$, а максимум достигал 7 мкг/дм^3 ($0,07$ ПДК) и был существенно меньше норматива.

Содержание растворенного в воде устьевой области Сулака **кислорода** в период наблюдений в 2011 г. изменялось от $8,02 \text{ мг/дм}^3$ в промежуточном слое в сентябре до $10,16 \text{ мг/дм}^3$ в мае, составив в среднем $9,00 \text{ мг/дм}^3$, что немного меньше прошлогоднего уровня. Процентное насыщение вод кислородом составляло $95,9\text{--}104,8\%$, в среднем $100,21\%$. Качество вод устьевого взморья р. Сулак немного улучшилось по сравнению с 2010 г., а значение индекса ИЗВ составило $1,14$. Воды характеризуются как «умеренно загрязнённые» (III класс).

Махачкала. На мелководье вблизи столицы Дагестана наблюдения проводились на 9 станциях с глубинами от 4 до 12 м. В мае, июне, и сентябре были отобраны 52 пробы из поверхностного, промежуточного (горизонт 10 м) и придонного слоя вод. Температура морской воды за период наблюдений изменялась от $13,8^\circ\text{C}$ до $20,6^\circ\text{C}$. Соленость варьировала от $10,02\%$ в июне в промежуточном слое до $13,7\%$ в сентябре; pH изменялся от $8,1$ до $8,59$, среднее же составило $8,41$.

Содержание в водах района **биогенных веществ** составило в среднем: неорганического фосфора (фосфатов) $7,94 \text{ мкг/дм}^3$, силикатов – $390,70 \text{ мкг/дм}^3$, нитритов – $2,09 \text{ мкг/дм}^3$, нитратов – $13,56 \text{ мкг/дм}^3$. Концентрация аммонийного азота в 2011 г. в среднем равнялась $201,2 \text{ мкг/дм}^3$ ($0,4$ ПДК), минимальное значение ($105,6 \text{ мкг/дм}^3$) зафиксировано на глубине 7 м в сентябре, максимум (299 мкг/дм^3 , $0,6$ ПДК) в мае у поверхности. Содержание общего азота в морской воде ($343,61 \text{ мкг/дм}^3$) было примерно равным показателям предыдущих лет. Средняя концентрация общего фосфора на мелководье Махачкалы ($15,08 \text{ мкг/дм}^3$) была немного больше прошлогодних значений, минимальное и максимальное значения также несколько возросли и составили $8,3$ и $19,9 \text{ мкг/дм}^3$ соответственно.

Содержание **нефтяных углеводородов** изменялось в пределах от $0,02$ до $0,08 \text{ мг/дм}^3$ ($0,4\text{--}1,6$ ПДК), среднее составило $0,05 \text{ мг/дм}^3$ (1 ПДК). В 21 пробах из 52 отобранных (56%) концентрация НУ была равной или больше 1 ПДК. Содержание фенолов варьировалось от 1 до 6 мкг/дм^3 при среднем значении $3,1 \text{ мкг/дм}^3$. По сравнению с прошлым годом загрязнение вод фенолами практически не изменилось. Максимальная концентрация СПАВ достигала 7 мкг/дм^3 ($0,07$ ПДК), данное значение было отмечено в мае; средний уровень загрязнения воды дeterгентами составил 4 мкг/дм^3 ($0,04$ ПДК). По сравнению с прошлым годом содержание дeterгентов повысилось незначительно.

Кислородный режим вод района в целом был в пределах многолетней изменчивости. За период наблюдений концентрация растворенного в воде кислорода изменялась от 8,09 мг/дм³ в придонных водах 12 сентября при 20⁰С до 9,75 мг/дм³ на поверхности 12 мая при 15,8⁰С; среднее значение равно 8,82 мг/дм³. Процентное насыщение вод кислородом составило 99,41%, значения колебались в пределах 95,1–108,3%, максимум отмечен в июне. Индекс загрязненности вод ИЗВ составил 1,29, что равно прошлогоднему значению, а воды на мелководье Махачкалы оцениваются IV классом, «загрязненные» (рис. 1.5). Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, фенолы и аммоний.

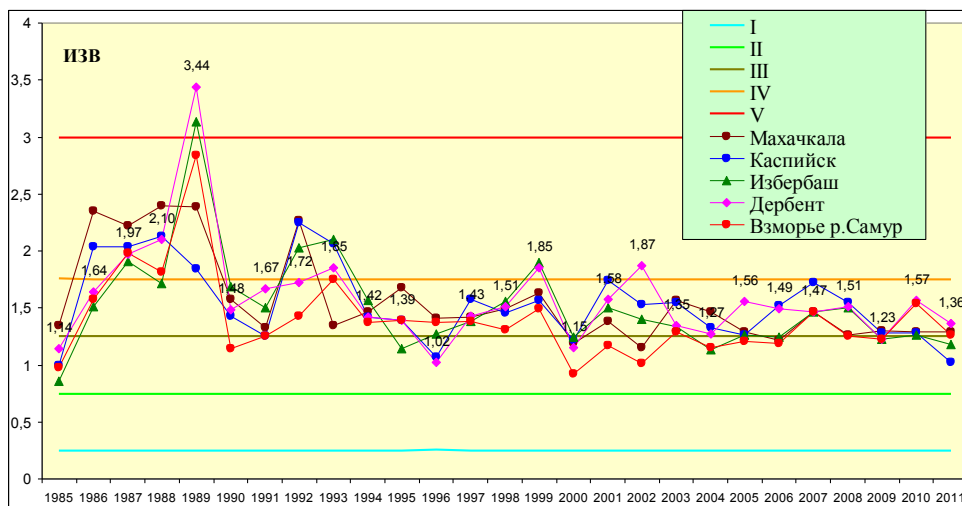


Рис. 1.5. Динамика ИЗВ в южной части Дагестанского побережья в 1985–2011 гг.

Каспийск. В прибрежной зоне у г. Каспийска в период с мая по декабрь была отобрана 31 проба из поверхностного и придонного горизонтов на 4 станциях с глубинами от 4 до 22 метров. В течение периода исследований температура морской воды изменялась в диапазоне от 2,2⁰С до 26,7⁰С; соленость 9,28–13,13‰ (в среднем 11,15‰); водородный показатель рН 7,89–8,57 (8,39), (табл. 1.3).

Содержание в водах района **биогенных веществ** в среднем составило: неорганического фосфора (фосфатов) – 6,56 мкг/дм³, силикатов – 426,17 мкг/дм³, нитритов – 1,69 мкг/дм³, нитратов – 13,85 мкг/дм³. Диапазон изменений концентрации аммонийного азота 91–199 мкг/дм³; среднее значение 124,54 мкг/дм³; максимальное отмечено в конце апреля в поверхностном слое. В 2011 г. содержание общего азота по сравнению с предыдущим годом несколько повысилось и составило в среднем 332,04 мкг/дм³, максимум 560 мкг/дм³ (конец августа, поверхность), минимум 231 мкг/дм³ (середина июня, промежуточный слой). Концентрация общего фосфора в морской воде изменялась от 10 мкг/дм³ до 29,7 мкг/дм³, составив в среднем 19,05 мкг/дм³, максимальное значение было отмечено 13 июня на поверхностном горизонте.

Среднее содержание **нефтяных углеводородов** за год составило 0,054 мг/дм³, максимальное 0,08 мг/дм³ (1,6 ПДК). Концентрация фенолов изменялась в пределах от 1 до 5 мкг/дм³ (среднее 2,4 мкг/дм³), все значения были на уровне или выше установленного ПДК. Содержание детергентов в водах района было в пределах

обычной нормы, в среднем составило 4 мкг/дм^3 , а максимум 6 мкг/дм^3 ($0,06 \text{ ПДК}$) был зафиксирован 13 июня.

Содержание растворенного в воде **кислорода** в период наблюдений изменялось в пределах от $7,43 \text{ мг/дм}^3$ (21 августа в промежуточном слое при температуре воды $12,2^\circ\text{C}$) до $10,68 \text{ мг/дм}^3$ (26 апреля при температуре $8,2^\circ\text{C}$), составив в среднем $9,1 \text{ мг/дм}^3$. И средние, и минимальные значения концентрации кислорода были ниже предыдущих лет, хотя и не выходили за допустимую границу. Диапазон значений процентного насыщения вод кислородом несколько понизился в 2011 г. ($74,0\text{--}98,4\%$) по сравнению с прошлым годом ($94,3\text{--}117,1\%$); среднее значение – $97,6\%$. В прибрежной зоне у города Каспийск значение индекса ИЗВ в последние годы оставалось практически неизменным ($2010=1,28$), но в 2011 г. качество вод значительно улучшилось и их класс поменялся на III, «умеренно загрязнённые».

Избербаш. В 2011 г. на 3 станциях (№24–26) с глубинами 10–22 метров в прибрежных водах города Избербаш был выполнен отбор 19 проб морской воды в августе и апреле. Максимальная температура воды ($26,5^\circ\text{C}$) отмечена в августе, минимальная ($6,6^\circ\text{C}$) в апреле. Соленость варьировала от $9,7\%$ в апреле до $26,5\%$ в августе. Водородный показатель pH изменялся от 7,87 до 8,62, в среднем – 8,31.

Содержание в водах района **биогенных веществ** в среднем составило: неорганического фосфора (фосфатов) – $6,25 \text{ мкг/дм}^3$, силикатов – $405,73 \text{ мкг/дм}^3$, нитритов – $1,89 \text{ мкг/дм}^3$, нитратов – $11,58 \text{ мкг/дм}^3$. Концентрация аммонийного азота в 2011 г. уменьшилась и составила в среднем $160,1 \text{ мкг/дм}^3$ ($0,3 \text{ ПДК}$), минимальное значение (119 мкг/дм^3) зафиксировано 26 апреля на глубине 21 м, максимум (199 мкг/дм^3) – 21 августа на поверхности. По сравнению с прошлым годом содержание аммонийного азота в прибрежных водах существенно понизилось. Концентрация общего фосфора в морской воде изменялась от $6,2 \text{ мкг/дм}^3$ до $18,4 \text{ мкг/дм}^3$, составив в среднем $13,83 \text{ мкг/дм}^3$.

Концентрация **нефтяных углеводородов** изменялась в пределах $0,032\text{--}0,060 \text{ мг/дм}^3$ ($1,2 \text{ ПДК}$) при средней концентрации $0,04 \text{ мг/дм}^3$. Концентрация фенолов в период наблюдений была сопоставима с прошлогодними значениями, максимум понизился; диапазон изменений $1\text{--}5 \text{ мкг/дм}^3$ (5 ПДК), в среднем 3 мкг/дм^3 . Уровень загрязнения вод детергентами в среднем составлял 3 мкг/дм^3 , максимум (5 мкг/дм^3 , $0,05 \text{ ПДК}$) был зафиксирован в конце апреля у поверхности.

Содержание растворенного в воде **кислорода** изменялось от $7,41 \text{ мг/дм}^3$ в августе до $11,06 \text{ мг/дм}^3$ в апреле, в среднем $9,34 \text{ мг/дм}^3$, что немного выше прошлогоднего уровня ($9,10 \text{ мг/дм}^3$). Процент насыщения воды кислородом варьировал в пределах $73,2\text{--}107,5\%$, а среднее значение составляло $96,44\%$. Индекс загрязненности вод составил 1,18, что значительно ниже показателя прошлого года (1,26). Это позволило перейти морским водам из класса «загрязненные» (IV класс) в класс «умеренно загрязнённые» (III класс).

Дербент. В 2011 г. в районе города Дербент было отобрано 8 проб морской воды на 2 станциях (№27–28) с глубинами 7 и 9 метров. За период наблюдений температура морской воды изменялась в диапазоне $7,7\text{--}26,2^\circ\text{C}$. Значения солености колебались от $8,78\%$ в августе до $11,25\%$ в апреле, среднее значение – $10,33\%$. Водородный показатель pH изменялся от 8,17 до 8,7, составив в среднем 8,47.

Среднегодовая концентрация в водах района неорганического **фосфора** (фосфатов) составила $6,21 \text{ мкг/дм}^3$, силикатов – $382,75 \text{ мкг/дм}^3$, нитритов – $1,68 \text{ мкг/дм}^3$, нитратов – $11,79 \text{ мкг/дм}^3$. В 2011 г. среднегодовое содержание аммонийного азота понизилось по сравнению с предыдущим годом и составило $144,27 \text{ мкг/дм}^3$ (0,3 ПДК), максимальное значение отмечено в августе ($178,2 \text{ мкг/дм}^3$, 0,4 ПДК), минимальное (120 мкг/дм^3) в апреле. Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже 1 ПДК. В противоположность аммонийному содержанию общего азота в морской воде по сравнению с 2010 г. повысилось и составило в среднем $401,6 \text{ мкг/дм}^3$, минимум отмечен в конце апреля (290 мкг/дм^3), максимум (520 мкг/дм^3) наблюдался в августе. Минимальное значение общего фосфора ($9,1 \text{ мкг/дм}^3$) было зафиксировано в августе, а максимальное в апреле ($16,4 \text{ мкг/дм}^3$); среднее значение составило $13,7 \text{ мкг/дм}^3$.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в водах района Дербента изменялась от $0,02$ до $0,07 \text{ мг/дм}^3$, составив в среднем $0,05 \text{ мг/дм}^3$ (1 ПДК). Концентрация фенолов изменялась в пределах $1\text{--}5 \text{ мкг/дм}^3$ (5 ПДК) при среднем содержании $3,2 \text{ мкг/дм}^3$ (3 ПДК). По сравнению с предыдущим годом максимальное и среднее содержание фенолов понизилось. Загрязнение вод детергентами было очень невысоким и изменялось в диапазоне $1\text{--}5 \text{ мкг/дм}^3$ (0,05 ПДК); среднее значение было не намного ниже прошлогоднего и составило $3,5 \text{ мкг/дм}^3$.

Кислородный режим в период наблюдений был в пределах обычной для района нормы. По сравнению с 2010 г. содержание растворенного в воде кислорода немного повысилось и составило в среднем $9,24 \text{ мг/дм}^3$, минимальное значение ($7,94 \text{ мг/дм}^3$) наблюдалось в конце августа, максимальное ($10,42 \text{ мг/дм}^3$) в конце апреля. Насыщение вод кислородом понизилось и составило в среднем 99,5%, минимум насыщения равен 91,9% и был зафиксирован на глубине 9 метров в апреле. По комплексному индексу загрязнения ИЗВ (1,36) качество вод района по сравнению с прошлым годом понизилось, но воды оставались в IV классе, «загрязненные».

Взморье реки Самур. На мелководном взморье реки Самур в апреле и августе было отобрано 8 проб на двух станциях. Температура воды изменялась в диапазоне от $7,9^\circ\text{C}$ весной до $26,5^\circ\text{C}$ в августе. В течение периода исследований соленость варьировала от 6,7‰ в августе в поверхностном слое до 11,1‰ в апреле в промежуточном слое. Показатель водорода pH $8,28\text{--}8,45$, среднее значение 8,37.

В 2011 г. средняя концентрация **биогенных элементов** в водах района составила: неорганического фосфора (фосфатов) – $7,46 \text{ мкг/дм}^3$, силикатов – $368,87 \text{ мкг/дм}^3$, диапазон $290\text{--}400 \text{ мкг/дм}^3$, нитритов – $1,93 \text{ мкг/дм}^3$, нитратов – $11,38 \text{ мкг/дм}^3$. Средние показатели фосфора, силикатов и нитратов ниже прошлогодних значений, нитриты же превышают их. Содержание аммонийного азота на устьевом взморье изменялось от $132,2 \text{ мкг/дм}^3$ в августе до 178 мкг/дм^3 (0,3 ПДК) в апреле, среднее значение в 1,4 раза ниже прошлогоднего ($225,2 \text{ мкг/дм}^3$). Содержание общего азота в районе наблюдений по сравнению с предыдущим годом несколько повысилось и составило в среднем $386,6 \text{ мкг/дм}^3$, максимум – 403 мкг/дм^3 в августе в промежуточном слое, минимум – 317 мкг/дм^3 в апреле у поверхности. Концентрация общего фосфора в воде района незначительно уменьшилась, изменяясь в диапазоне $8,2\text{--}13,6 \text{ мкг/дм}^3$, в среднем $11,9 \text{ мкг/дм}^3$.

Концентрация **нефтяных углеводов** изменялась в пределах 0,03–0,07 мг/дм³ (1,4 ПДК), средняя величина 0,047 мг/дм³. Концентрация фенолов варьировала в пределах 1–5 мкг/дм³, в среднем 3,1 ПДК. Загрязнение воды детергентами было на прошлогоднем уровне. Среднее значение составило 4 мкг/дм³ (0,04 ПДК); максимальное значение 6 мкг/дм³ было зафиксировано в конце апреля на поверхности воды.

В **кислородном режиме** морских вод относительно предыдущих лет существенных изменений не отмечено. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в 2011 г. от 7,50 мг/дм³ (21 августа в промежуточном слое) до 10,62 мг/дм³ (27 апреля у поверхности), средняя величина составила 9,18 мг/дм³. Насыщение воды кислородом в среднем составило 99,72% и изменялось в диапазоне 95,6–106,6%. На устьевом взморье р. Самур в 2011 г. качество вод существенно улучшилось, значение индекса ИЗВ составило 1,26 (IV класс, «загрязненные») и было существенно ниже значения 2010 г. (1,54).

В целом, в 2011 г. качественная оценка вод открытой части Каспийского моря на разрезе от острова Чечень до п-ова Мангышлак не изменилась: они остались в третьем классе («умеренно загрязненные»). В районе взморья реки Терек индекс ИЗВ превысил границу между классами и воды оцениваются как «загрязнённые». В районе городов Каспийск и Избербаш по сравнению с предыдущим годом значение индекса ИЗВ значительно уменьшилось и оценка уровня загрязнения вод изменилась на III класс, «умеренно загрязнённые».

Таблица 1.4. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Северного и Среднего Каспия в 2009–2011 гг.

Район	Ингредиент	2009 г.		2010 г.		2011 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Северный Каспий: III разрез	НУ	0,07	1,4	0,05	1,0	0,05	1,0
	Фенолы	0,34	7	0,13	2,6	0,11	2,2
		1	1,0	1	1,0	1	1,0
	СПАВ	3	3	4	4	2	2,0
		43	0,4	44	0,4	–	–
	Азот	72	0,7	70	0,7	–	–
		119	0,2	129,1	0,3	11,6	<0,1
	аммонийный	299,4	0,6	391	0,8	105,6	0,2
		Сu	–	–	2,9	0,6	3,4
	Zn	–	–	3,8	0,8	1,2	2,4
		–	–	1,9	<0,1	53	1,1
	Кислород	–	–	2,7	<0,1	90	1,8
		11,32	–	9,16	–	9,4	–
мг О ₂ /дм ³	6,99	–	7,55	–	5,97	1,0	
Ша разрез	НУ	0,08	1,6	0,048	1,0	0,07	1,4
	Фенолы	0,50	10	0,15	3,0	0,16	3
		2	2,0	1	1,0	1	1,0
	СПАВ	5	5	4	4	3	3,0
		45	0,5	39	0,4	–	–
	Азот	88	0,9	60	0,6	–	–
		93,17	0,2	95,02	0,2	16,6	<0,1
	аммонийный	221,8	0,4	380	0,8	76,3	0,1
		Сu	–	–	12	2,3	4,2
	–	–	–	34	7	9,8	2,0

	Zn	–		33	0,7	59	1,2
		–		103	2,1	218	4
	Кислород	11,43		9,33		9,6	
	мгО ₂ /дм ³	7,75		7,36		5,88	1,0
IV разрез	НУ	0,04	0,8	0,048	1,0	0,04	0,8
о. Чечень –		0,07	1,4	0,15	3,0	0,08	1,6
п-ов	Фенолы	2	2,0	2	2,0	2	2,0
Мангышлак		5	5	4	4	5	5
	СПАВ	3	<0,1	46	0,5	4	<0,1
		7	<0,1	100	1,0	7	<0,1
	Азот	185,2	0,4	198,6	0,4	128,7	0,3
	аммонийный	545,0	1,1	391	0,8	164,1	0,3
	Cu	2,98	0,6	2,4	0,5	2,6	0,5
		4,5	0,9	3,6	0,7	3,8	0,8
	Zn	1,33	<0,1	1,8	<0,1	1,83	<0,1
		2,2	<0,1	2,8	<0,1	2,6	<0,1
	Кислород	11,20		9,16		9,41	
	мгО ₂ /дм ³	9,72		7,49		7,79	
Средний	НУ	0,05	1,0	0,044	0,9	0,04	0,8
Каспий:		0,08	1,6	0,06	1,2	0,07	1,4
Лопатин	Фенолы	2,6	2,6	2,9	2,9	2,6	2,6
		4	4	5	5	5	5
	СПАВ	3,3	<0,1	3,3	<0,1	3,8	<0,1
		5	<0,1	5	<0,1	6	<0,1
	Азот	198,8	0,4	176	0,4	172,3	0,3
	аммонийный	241,0	0,5	348	0,7	194	0,4
	Cu	–	–	3,0	0,6	2,7	0,5
		–	–	3,7	0,7	3,4	0,7
	Zn	–	–	1,53	<0,1	1,25	<0,1
		–	–	2,0	<0,1	1,5	<0,1
	Кислород	10,75		9,23		9,1	
	мгО ₂ /дм ³	9,19		7,51		8,03	
Взморье	НУ	0,05	1,0	0,05	1,0	0,05	1,0
р. Терек		0,08	1,6	0,06	1,2	0,09	1,8
	Фенолы	2,9	2,9	2,7	2,7	2,9	2,9
		5	5	5	5	5	5
	СПАВ	3,6	<0,1	3,3	<0,1	4,3	<0,1
		5	<0,1	6	<0,1	7	<0,1
	Азот	202,9	0,4	203,7	0,4	160,2	0,3
	аммонийный	272,0	0,5	381	0,8	177	0,4
	Cu	2,5	0,5	3,51	0,7	3	0,6
		3,4	0,7	4,9	1,0	3,8	0,7
	Zn	1,71	<0,1	2,19	<0,1	2,23	<0,1
		2,2	<0,1	2,8	<0,1	3,1	<0,1
	Кислород	10,40		9,02		8,86	
	мгО ₂ /дм ³	8,82		7,58		7,97	
Взморье	НУ	0,048	1,0	0,046	1,0	0,04	0,8
р. Сулак		0,07	1,4	0,06	1,2	0,07	1,4
	Фенолы	2,8	2,8	2,8	2,8	2,4	2,4
		4	4	5	5	5	5
	СПАВ	4	<0,1	4,2	<0,1	4,1	<0,1
		6	<0,1	7	<0,1	7	<0,1
	Азот	203,3	0,4	153,4	0,3	176,8	0,4
	аммонийный	273,0	0,5	355	0,7	220	0,5

	Cu	3,33	0,7	3,34	0,71	3,3	0,7
		4,1	0,8	4,4	0,88	4,2	0,8
	Zn	1,36	<0,1	2,11	<0,1	2,06	<0,1
		2,2	<0,1	3,0	<0,1	3,1	<0,1
	Кислород	10,38		9,10		8,97	
	мгО ₂ /дм ³	8,93		7,55		8,01	
Махачкала	НУ	0,06	1,2	0,05	1,0	0,05	1,0
		0,11	2,2	0,07	1,4	0,08	1,6
	Фенолы	3	3,0	3	3,0	3,1	3,1
		5	5	6	6	6	6,0
	СПАВ	4	<0,1	4	<0,1	4	<0,1
		7	<0,1	7	<0,1	7	<0,1
	Азот	212,4	0,4	226,7	0,5	201,2	0,4
	аммонийный	381,00	0,8	342	0,7	299	0,6
	Кислород	10,59		8,97		8,82	
	мгО ₂ /дм ³	8,49		7,34		8,08	
Каспийск	НУ	0,06	1,2	0,05	1,0	0,04	0,8
		0,13	2,6	0,07	1,4	0,08	1,6
	Фенолы	3	3,0	3	3,0	2,4	2,4
		6	6	6	6	5	5
	СПАВ	3	<0,1	4	<0,1	4	<0,1
		5	<0,1	6	<0,1	6	<0,1
	Азот	162,1	0,3	230,13	0,46	124,5	0,3
	аммонийный	240,0	0,5	392	0,8	199	0,4
	Кислород	10,05		8,93		9,1	
	мгО ₂ /дм ³	8,17		7,34		7,43	
Избербаш	НУ	0,05	1,0	0,043	0,9	0,04	0,8
		0,10	2,0	0,07	1,4	0,06	1,2
	Фенолы	3	3,0	3	3,0	3	3,0
		5	5	6	6	5	5
	СПАВ	4	<0,1	3	<0,1	3	<0,1
		6	<0,1	6	<0,1	5	<0,1
	Азот	168,9	0,3	224,9	0,5	160,1	0,3
	аммонийный	243,0	0,5	365	0,7	199	0,4
	Кислород	9,95		9,10		9,34	
	мгО ₂ /дм ³	8,05		7,85		7,41	
Дербент	НУ	0,05	1,0	0,05	1,0	0,05	1,0
		0,08	1,6	0,07	1,4	0,07	1,4
	Фенолы	3	3,0	4	4	3,2	3
		4	4	6	6	5	5
	СПАВ	5	<0,1	4	<0,1	3,5	<0,1
		6	<0,1	6	<0,1	5	<0,1
	Азот	143,2	0,3	235,4	0,5	144,3	0,3
	аммонийный	160,0	0,3	363	0,7	178,2	0,4
	Cu	3,15	0,6	2,75	0,6	2,8	0,6
		4,4	0,9	3,6	0,7	3,4	0,6
	Zn	1,2	<0,1	2,95	<0,1	2,1	<0,1
		1,7	<0,1	3,8	<0,1	3,2	<0,1
	Кислород	10,12		8,97		9,24	
	мгО ₂ /дм ³	8,28		7,71		7,94	
Взморье	НУ	0,05	1,0	0,05	1,0	0,05	1,0
р. Самур		0,08	1,6	0,07	1,4	0,07	1,4
	Фенолы	3	3,0	4	4	3,1	3
		4	4	5	5	5	5

	СПАВ	4	<0,1	4	<0,1	4	<0,1
		5	<0,1	6	<0,1	6	<0,1
	Азот	160,2	0,3	225,2	0,5	156,11	0,3
	аммонийный	200,0	0,4	360	0,7	178	0,4
	Кислород	10,06		9,18		9,25	
	мгО ₂ /дм ³	8,25		7,17		7,53	

Примечания:

1. Концентрация С* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм³; фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ, аммонийного азота, меди и цинка – в мкг/дм³.

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

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

Таблица 1.5. Оценка качества морских вод Северного и Среднего Каспия по ИЗВ в 2009–2011 гг.

Район	2009 г.		2010 г.		2011 г.		Среднее содержание ЗВ в 2011 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
III разрез	0,83	III	0,82	III	0,84	III	НУ 1,0; фенолы 1,0; Cu 0,7; O ₂ 0,64
IIIa разрез	1,16	III	0,86	III	1,06	III	НУ 1,4; фенолы 1,0; Zn 1,2; O ₂ 0,62
IV разрез: о.Чечень – п-ов Мангышлак	0,93	III	1,03	III	0,98	III	НУ 0,8; фенолы 2,0; Cu 0,5; O ₂ 0,64
Лопатин	1,25	III	1,20	III	1,14	III	НУ 0,8; фенолы 2,6; Cu 0,5; O ₂ 0,66
Взморье р.Терек	1,25	III	1,20	III	1,29	IV	НУ 1,0; фенолы 2,9; Cu 0,6; O ₂ 0,68
Взморье р. Сулак	1,25	III	1,19	III	1,14	III	НУ 0,8; фенолы 2,4; Cu 0,7; O ₂ 0,67
Махачкала	1,30	IV	1,29	IV	1,29	IV	НУ 1,0; фенолы 3,1; NH ₄ 0,4; O ₂ 0,68
Каспийск	1,28	IV	1,28	IV	1,02	III	НУ 0,8; фенолы 2,4; NH ₄ 0,25; O ₂ 0,66
Избербаш	1,23	III	1,26	IV	1,18	III	НУ 0,8; фенолы 3,0; NH ₄ 0,3; O ₂ 0,64
Дербент	1,23	III	1,57	IV	1,36	IV	НУ 1,0; фенолы 3,2; Cu 0,6; O ₂ 0,65
Взморье р. Самур	1,23	III	1,54	IV	1,26	IV	НУ 1,0; фенолы 3,1; NH ₄ 0,31; O ₂ 0,65

1.5. Исследования качества морских вод в Казахстане

Информация о состоянии морских вод опубликована в «Информационном бюллетене о состоянии окружающей среды Казахстанской части Каспийского моря за 1 полугодие 2011 года» Республиканского госпредприятия «Казгидромет» (Астана, 2011 г.) и аналогичном издании, посвященном специальной экономической зоне «Морпорт Актау» (http://eco.gov.kz/ekolog/ekolog_arch.php).

Пробы морской воды и донных отложений были отобраны на прибрежных станциях, на станциях вековых разрезов и вблизи нефтяных месторождений на шельфе акватории Северного (Атырауская область) и Среднего (Мангистауская область) Каспия (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Станции отбора проб морской воды и донных отложений Казахстанской части Каспийского моря в 1 полугодии 2011 г.

В пробах морских вод определялось содержание взвешенных веществ, рН, растворимого кислорода и БПК₅, нефтяных углеводородов, фенолов, хлора общего, фосфатов, аммонийного, нитритного и нитратного азота, металлов (медь, марганец, цинк, никель, свинец, железо общее и хром⁶⁺). В пробах донных отложений анализировалось содержание суммарного количества нефтяных углеводородов и концентрация тяжелых металлов: медь, никель, хром⁶⁺, марганец, цинк, свинец и кадмий (содержание двух последних металлов во всех пробах было ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа).

Атырауская область. Наблюдения за состоянием морских вод и донных отложений были выполнены в мае 2011 г. на прибрежных станциях морского судоходного канала (2 станции) и на взморье р. Урал (5 ст.), в районе Тенгизского месторождения (5 ст.), а также на станциях векового разреза Шалыги-Кулалы (7 ст.) и дополнительных разрезах А и В (9 ст.). *Морской судоходный канал.* На прибрежных станциях средняя концентрация взвешенных веществ (ВВ) составила 5,00 мг/дм³, величина рН – 8,5, жесткость – 8,5 мг-экв/дм³, содержание растворенного кислорода 10,2 мг/дм³ (предел нормы 6 мг/дм³). Качество морской воды оценивается как "чистая" (ИЗВ=0,55, II класс). В пробах донных отложений содержание нефтяных углеводородов находилось в пределах 232–237 мкг/г, меди 0,5–0,7 мкг/г, хрома⁶⁺ – 0,1–0,2 мкг/г, никеля 1,37–1,46 мкг/г, марганца 5,1–5,2 мкг/г, цинка 2,1–2,2 мкг/г, свинца и кадмия ниже предела обнаружения.

Тенгизское месторождение. На прибрежных станциях концентрация взвешенных веществ находилась в пределах 5,0–6,5 мг/дм³, величина рН – 8,9–9,9 (слабощелочная, сильноокислая), жесткость – 8,2–8,5 мг-экв/дм³, содержание растворенного кислорода 10,5–10,6 мг/дм³. Качество морской воды оценивается как "чистая" (ИЗВ=0,59, II класс). В пробах донных отложений моря содержание нефтяных углеводородов находилось в пределах 224–247 мкг/г, меди 0,6–1,0 мкг/г, хрома⁶⁺ 0,1–10,9 мкг/г, никеля 1,37–1,48 мкг/г, марганца 4,2–5,5 мкг/г, цинка 2,0–2,5 мкг/г, кадмия и свинца – аналитический ноль. *Взморье реки Урал.* На прибрежных станциях концентрация взвешенных веществ находилась в пределах 6,0–6,9 мг/дм³, величина рН 8,6–10,5 (слабощелочная, сильноокислая), жесткость 8,0–8,8 мг-экв/дм³, содержание растворенного кислорода 10,0–10,7 мг/дм³. Качество морской воды оценивается как "чистая" (ИЗВ=0,64, II класс). В пробах донных отложений взморья содержание нефтяных углеводородов находилось в пределах 210–275 мкг/г, меди 0,8–1,2 мкг/г, хрома⁶⁺ 0,2–0,8 мкг/г, никеля 1,25–1,43 мкг/г, марганца 2,56–6,40 мкг/г, цинка 2,1–2,8 мкг/г, кадмия и свинца – аналитический ноль.

На станциях векового разреза *Шалыги-Кулалы* концентрация ВВ находилась в пределах 4,9–7,2 мг/дм³, величина рН 8,2–8,6 (слабощелочная), жесткость 7,0–8,6 мг-экв/дм³, содержание растворенного кислорода 10,2–10,5 мг/дм³. Качество морской воды оценивается как "чистые" (ИЗВ=0,49, II класс). В пробах донных отложений моря содержание нефтяных углеводородов находилось в пределах 211–345 мкг/г, меди 1,0–1,2 мкг/г, хрома⁶⁺ 0,1–0,6 мкг/г, никеля 1,39–1,99 мкг/г, марганца 2,4–4,2 мкг/г, цинка 2,4–3,0 мг/кг, кадмия и свинца – аналитический ноль. На дополнительных разрезах «А» и «В» концентрация взвешенных веществ находилась в пределах 6,1–7,2 мг/дм³, величина рН 8,0–8,8 (слабощелочная), жесткость 7,2–8,0 мг-экв/дм³, содержание растворенного кислорода 10,0–10,9 мг/дм³. Качество морской воды оценивается как "чистые" (ИЗВ=0,45, II класс). В пробах донных отложений содержание нефтяных углеводородов находилось в пределах 215–268 мкг/г, меди 1,1–1,3 мкг/г, хрома⁶⁺ 0,8–1,0 мкг/г, никеля 1,25–2,00 мкг/г, марганца 3,6–4,2 мкг/г, цинка 2,0–3,0 мкг/г, свинца и кадмия ниже предела обнаружения. В сравнении с I полугодием 2010 г. качество морской воды на всех станциях улучшилось. На всех прибрежных акваториях, в районе месторождений и на станциях вековых разрезов превышение ПДК не наблюдалось.

Мангистауская область. На всех прибрежных станциях в районе Форт-Шевченко, Фетисово и Каламкас величина рН морской воды находилась в пределах 8,06–8,11 (слабощелочная), концентрация ВВ 7,5–9,0 мг/дм³. Содержание растворенного кислорода находилось в диапазоне 6,06–6,10 мг/дм³. Морская вода на прибрежных станциях оценивалась как "умеренно загрязненная" (ИЗВ=1,13–1,17, III класс). Концентрация БПК₅ составила 1,8 ПДК. В районе нефтяных месторождений Каражанбас и Арман величина рН морской воды находилась в пределах 8,11–8,17 (слабощелочная), растворенного кислорода 6,1–6,11 мг/дм³ и взвешенных веществ 4,5–7,5 мг/дм³. Морские воды на месторождениях оценивались как "умеренно загрязненные" (ИЗВ=0,94, III класс). У Каражанбаса концентрация нефтяных углеводородов в воде составила 1,1 ПДК. По сравнению с 2010 г. качество морских вод на прибрежных станциях и месторождениях значительно не изменилось. На разрезе Кендерли-Дивичи величина рН морской воды составила 7,3–8,0 (нейтральная и слабощелочная); концентрация ВВ находилась в пределах 6,0–6,3 мг/дм³; растворенного в воде кислорода 10,3–10,5 мг/дм³. На разрезе Песчаный–Дербент значения параметров составили рН 7,2–7,7 (слабощелочная), кислорода 10,8–11,0 мг/дм³; взвешенных веществ 6,2–6,9 мг/дм³; на разрезе Мангышлак-Чечень рН составлял

7,5–8,0 (нейтральная и слабощелочная), растворенный кислород 10,2–10,9 мг/дм³, ВВ 7,7–7,8 мг/дм³. Качество морской воды на всех разрезах оценивалось как "чистые" (ИЗВ=0,47–0,53, II класс). На всех разрезах превышение ПДК по отдельным ингредиентам не наблюдалось. По сравнению с 2010 г. качество морской воды на разрезах Песчаный-Дербент и Мангышлак-Чечень улучшилось, а на разрезе Кендерли-Дивичи существенно не изменилось.

В пробах донных отложений на прибрежных станциях Среднего Каспия содержание нефтяных углеводородов составляло 140–160 мкг/г, марганца 1,11–1,20 мкг/г, хрома⁶⁺ 0,01 мкг/г (в отдельных точках не обнаружено), цинка 0,09–0,14 мкг/г, никеля 0,03–0,05 мкг/г, свинца 0,001–0,002 мкг/г (в отдельных точках не обнаружено), а меди было ниже предела обнаружения. *Нефтегазовые месторождения на шельфе.* В пробах донных отложений этой части моря содержание нефтяных углеводородов находилось в пределах 0,019–0,022%, марганца 0,18–0,21 мкг/г, хрома⁶⁺ 0,01 мкг/г, цинка 0,08–0,09 мкг/г, никеля 0,047–0,28 мкг/г, свинец и медь не были обнаружены. *Разрезы.* На станциях вековых разрезов в донных отложениях концентрация нефтяных углеводородов находилась в пределах 226–312 мкг/г, марганца 3,55–4,25 мкг/г, хрома⁶⁺ 0,8–1,0 мкг/г, цинка 2,0–3,0 мкг/г, никеля 1,25–2,00 мкг/г, меди 1,0–1,3 мкг/г, свинец не был обнаружен.

1.6. Атмосферные выпадения

Трансграничное загрязнение акватории Каспийского моря тяжелыми металлами (ТМ) и стойкими органическими загрязнителями (СОЗ) в 2011 г. оценивалось в рамках работы Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. Величины суммарных годовых выпадений и вклады различных стран в загрязнение были рассчитаны Метеорологическим Синтезирующим Центром Восток (МСЦ-В, г. Москва; Meteorological Synthesizing Centre – East, MSC-E, <http://www.msceast.org>), работающим в рамках Совместной программы наблюдений и оценки переноса на большие расстояния загрязняющих воздух веществ в Европе (ЕМЕП). Расчеты выпадений ТМ и СОЗ производились на основе математического моделирования дальнего переноса и выпадений от эмиссионных источников с использованием официальных данных, экспертных оценок выбросов в атмосферу и метеорологических данных за 2011 г.

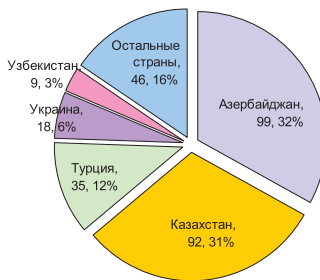
Согласно данным расчетов, проведенных МСЦ-В в рамках деятельности программы ЕМЕП, суммарные годовые выпадения тяжелых металлов свинца, кадмия и ртути на акваторию Каспийского моря в 2011 г. составили около 508, 16 и 2 тонн соответственно (Iyın et al., 2013). Значительная часть выпадений свинца и кадмия обусловлена вторичными источниками эмиссии за счет ветрового подъема выпадений свинца прошлых лет. Для ртути большой вклад в выпадения внесли глобальные антропогенные и природные источники эмиссии. Наиболее интенсивные потоки выпадений, выше 3 кг/км² для свинца, 75 г/км² для кадмия и 7 г/км² для ртути, характерны для прибрежных западных районов Центрального и Южного Каспия (рис. 1.7а,б,в). Основной вклад в антропогенные выпадения свинца на Каспийское море принадлежит источникам выбросов Казахстана (32%), Узбекистана (13%), Туркменистана (13%), Азербайджана (11%) и Украины (7%). Для кадмия основной вклад в антропогенные выпадения принадлежит источникам выбросов Азербайджана (44%), России (17%), Казахстана (12%), Турции (9%) и Узбекистана (4%). В случае ртути преобладают источники выбросов Азербайджана (32%), Казахстана (31%), Турции (12%), Украины (6%) и Узбекистана (3%).



a



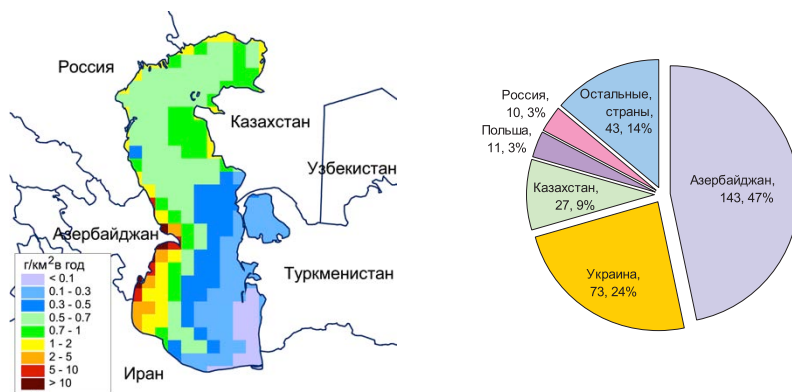
б



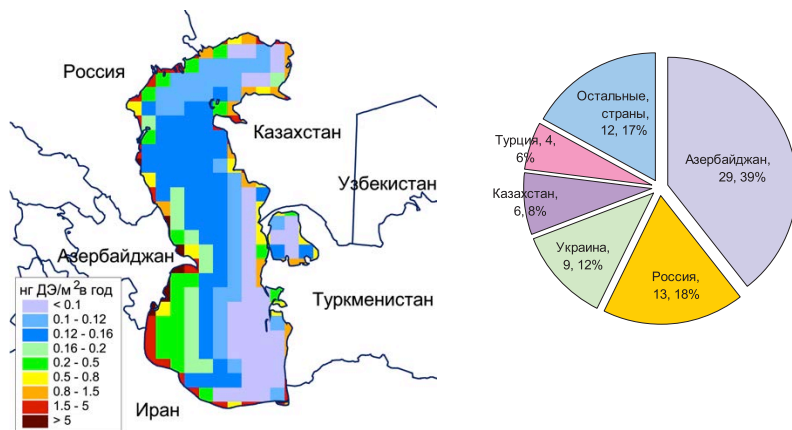
в

Рис. 1.7. Пространственное распределение атмосферных выпадений (g/km^2 в год) и вклад стран Европы и Центральной Азии в атмосферное выпадение свинца (а), кадмия (б) и ртути (в) на акваторию Каспийского моря в 2011 г. (в kg в год и процентах).

Суммарные годовые выпадения стойких органических загрязнителей – бенз(а)пирена, диоксинов и фуранов – на акваторию Каспийского моря в 2011 г. составили около 0,3 тонны и 155 г ДЭ, соответственно (Gusev et al., 2013). Повышенные уровни потоков выпадений бенз(а)пирена (выше 1 г/км²) характерны для прибрежных западных районов Каспия (рис. 1.8а). В отличие от остальных загрязнителей повышенные выпадения диоксинов и фуранов (выше 0,5 нг ДЭ/м²) получены для большинства прибрежных районов моря (рис. 1.8б). Основной вклад в антропогенные выпадения бенз(а)пирена на Каспийское море принадлежит источникам выбросов Azerbaijan (47%), Украины (24%), Казахстана (9%), Польши (3%) и России (3%). Для диоксинов и фуранов основной вклад в антропогенные выпадения на Каспийское море принадлежит источникам выбросов Azerbaijan (39%), России (18%), Украины (12%), Казахстана (8%) и Турции (6%).



а



б

Рис. 1.8. Пространственное распределение атмосферных выпадений (нгДЭ/км² в год) и вклад стран Европы и Центральной Азии в выпадения бенз(а)пирена (а) и диоксинов и фуранов (б) от антропогенных источников на акваторию Каспийского моря в 2011 г. (в г ДЭ в год и процентах).

Глава 2. АЗОВСКОЕ МОРЕ

Хорошенькая Е.А., Иванова Л.Л., Дербичева Т.И., Кобец С.В., Шибаета С.А.,
Мезенцева И.В., Крутов А.Н., Коршенко А.Н., Кочетков В.В.

2.1. Общая характеристика

Азовское море относится к системе Средиземного моря Атлантического океана, в южной части соединяется с Черным морем через неглубокий Керченский пролив. Географическая граница Азовского моря располагается между крайними точками: 47°17' с.ш. и 39°49' в.д. на северо-востоке в вершине Таганрогского залива, 39°18' в.д. на западе (Арабатский залив) и на юге Керченского пролива (45°17' с.ш.) между мысами Такиль и Панагия. Площадь поверхности моря без залива Сиваш и лиманов восточного побережья по разным оценкам составляет 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. Водобмен 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. Положи-

тельный 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 2–5⁰С. 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 23–25⁰С (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 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 неперIODические сгонно-нагонные колебания уровня – в среднем от 2 до 3 м. Также хорошо выражена одноузловая сейша с суточным периодом. Азовское море бесприливное.

В Азовском море в холодную часть года господствующие северо-восточные и восточные ветры вызывают волнение, при котором высота волн в открытом море достигает 2,1–3,0 м. 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 24–25⁰С и достигает 32,0–32,5⁰С у берегов. Зимой она имеет нулевые и близкие к ним значения почти во всем море. Многолетняя среднегодовая температура воды на поверхности моря равна 11⁰С. Распределение температуры по вертикали неодинаково в разные сезоны. Осенью и зимой она приблизительно на 1⁰С повышается с глубиной, весной и летом картина прямо противоположная (Азовское море, 1962).

Пространственное распределение солености характеризуется наличием значительных горизонтальных и вертикальных градиентов. Наиболее ярко они проявляются во фронтальных зонах вблизи Керченского пролива, а также эстуариев Дона и Кубани. Соленость моря в среднем составляет около 11–12‰. Сезонные колебания достигают 1‰. Вертикальное распределение солености 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

Локальными источниками загрязнения реки Дон в районе г. Азова являются промышленно-бытовые стоки очистных сооружений МП «Азовводоканал» (Министерство строительства, архитектуры и коммунального хозяйства), водный транспорт, каналы оросительных систем, а также ливневые сточные воды, которые из-за отсутствия условий для их очистки поступают в реку. 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. Биологический комплекс очистных сооружений мощностью 9125 тыс. м³ в 2011 г. работал без перегрузок, аварийных сбросов не было. Объём сточных вод составил 4910 тыс.м³, что на 283 тыс.м³ меньше чем в 2010 г. С этими водами в устьевую область реки Дон попало 2 т СПАВ, 6,3 т аммонийного азота, 1,6 т нитритного азота, 165,2 т нитратного азота, 5,2 т фосфатов, 377,3 т хлоридов, 2,0 т взвешенных веществ, 6,0 т органического вещества по БПК₅, 1141,6 т сухого остатка, 0,1 т общего хрома, 0,01 т свинца. В Таганрогский залив также сбрасываются воды с предприятий МУП «Управление «Водоканал» (г. Таганрог) и ГУП «Южводопровод» (г. Ейск).

В 2011 г. МП «Азовводоканал» были проведены следующие мероприятия по обновлению основных фондов и оборудования системы водоотведения и очистки загрязненных вод: мероприятия по очистке водоохраных зон на 160 тыс.руб.; капитальный ремонт в/сетей на 1,892 млн.руб.; ведение мониторинга водных объектов на 125 тыс.руб.; капитальный ремонт различного технологического оборудования ОСВ на 191 тыс.руб. и капитальный ремонт различного технологического оборудования ОСК на 295 тыс.руб.

Отличительной особенностью гидрометеорологических условий региона Таганрогского залива в 2011 г. было жаркое лето. Максимальная температура воздуха +39,7⁰С была отмечена 27 июля. Среднегодовая температура воздуха составила +10,4⁰С, что на 1,1⁰С выше нормы. Минимальная температура воздуха -16,7⁰С отмечена 19 февраля. По данным ГП «Азов» сумма выпавших осадков в 2011 г. составила 436 мм при норме 539 мм. Наибольшее количество осадков наблюдалось в сентябре (60,3 мм при норме 39 мм), а наименьшее в апреле (16,2 мм при норме 37 мм). В течение года преобладал ветер восточного направления. При среднем многолетнем за период 1952–2008 гг. стоке р. Дон 21,6 км³, сток за последние пять лет составил: 2007 – 16,5; 2008 – 17,9; 2009 – 14,5; 2010 – 17,5 и 2011 – 12,9 км³.

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

В 2011 г. гидрохимические наблюдения в устьевой области реки Дон были выполнены Донской Устьевой Станцией на трех станциях в устьях рукавов Мёртвый Донец (9р), Переволока (12р) и Песчаный (13р). Пробы воды были отобраны с поверхностного и придонного горизонтов 18 апреля, 18 мая, 26 июля и 31 октября с борта мотолодки «Прогресс» батометром Молчанова (рис. 2.1). Всего на краю дельты Дона отобрано и обработано 42 пробы воды. На акватории Таганрогского

залива 66 проб воды было отобрано с борта э/с «Гидрофизик» ежемесячно с апреля по октябрь на 6 станциях с максимальной глубиной 5,5 м. Все пробы получены из поверхностного слоя с глубины 0,5 м и из придонного слоя. На борту определялись рН, производилась фиксация проб на кислород, аммонийный азот и ртуть, а также экстракция нефтепродуктов четыреххлористым углеродом и пестицидов – гексаном. Окончание определения содержания нефтяных углеводородов (ИКС-метод), растворенных в воде соединений ртути (атомно-абсорбционный метод) и хлорорганических пестицидов (газожидкостная хроматография) производилось в лаборатории ГУ «Ростовский ЦГМС-Р». В период с апреля по ноябрь в заливе и устьевой области реки были отобраны пробы донных отложений, в которых была определена концентрация НУ и пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ.

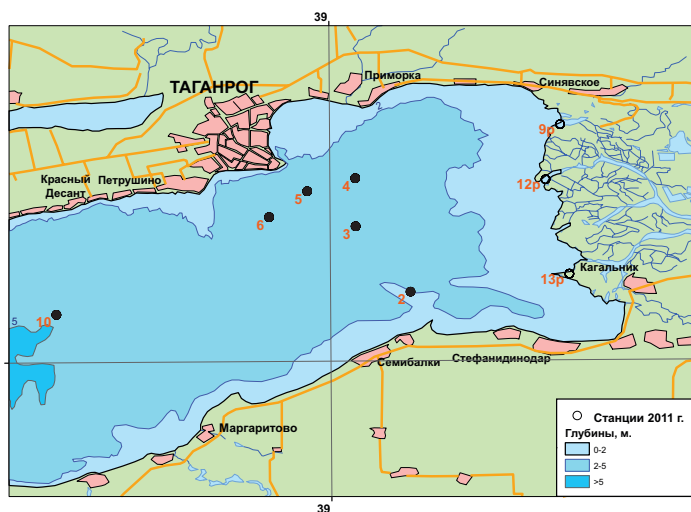


Рис. 2.1. Станции отбора проб в устьевой области р. Дон и Таганрогском заливе в 2011 г.

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

В отличие от предыдущего года только в двух пробах воды из 42 отобранных на трех станциях в устьевой области Дона концентрация **нефтяных углеводородов** была ниже предела чувствительности применяемого метода анализа ($0,02 \text{ мг/дм}^3$). Среднее содержание НУ составило $0,070 \text{ мг/дм}^3$ и в несколько раз превышало прошлогоднее (рис. 2.2); максимум был отмечен 3 сентября в устье рукава Мертвый Донец и составил $0,21 \text{ мг/дм}^3$ ($4,2 \text{ ПДК}$). На акватории Таганрогского залива только в одной пробе из 65 концентрация НУ была ниже предела обнаружения. Особенно высокий уровень загрязнения был зафиксирован 25 мая, когда по всей акватории залива значения НУ в пробах были выше $0,17 \text{ мг/дм}^3$ и достигали на ст. №4 близкого к уровню ВЗ значения $1,39 \text{ мг/дм}^3$ ($27,8 \text{ ПДК}$). Среднее значение за май составило $0,51 \text{ мг/дм}^3$, а в другие месяцы было в пределах $0,04\text{--}0,12 \text{ мг/дм}^3$. Средняя величина за весь период наблюдений составила $0,140 \text{ мг/дм}^3$, что существенно превышает прошлогоднюю величину $0,033 \text{ мг/дм}^3$. В целом устьевая область реки Дон и акватория Таганрогского залива остается хронически загрязненной нефтяными углеводородами, а средняя концентрация в 2001 г. составила $0,114 \text{ мг/дм}^3$, что в 3,8 раза выше прошлогодней (табл. 2.1).

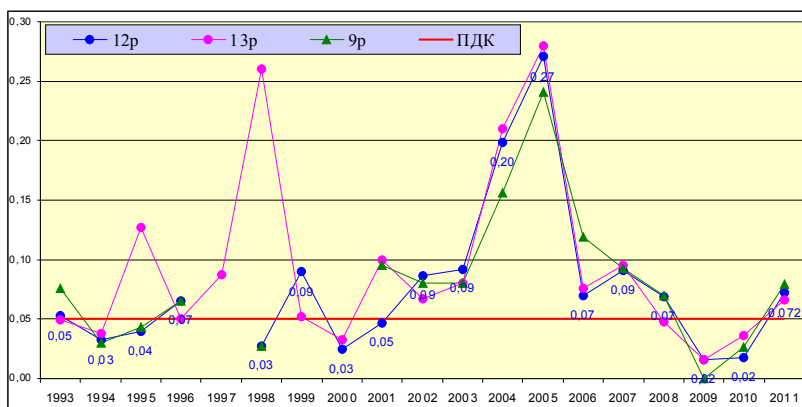


Рис. 2.2. Многолетняя динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в водах устьевого области р. Дон.

В устье Дона содержание **СПАВ** во всех 42 пробах превышало DL применяемого метода анализа (10 мкг/дм^3). Максимальная величина (50 мкг/дм^3) была зафиксирована в устье рукава Песчаный 22 сентября в поверхностном слое; среднегодовая составила 20 мкг/дм^3 и точно соответствовала прошлогодней. В отличие от 2010 г. в водах залива концентрация СПАВ была ниже предела обнаружения только в 7 пробах из 66; максимальная величина достигала 70 мкг/дм^3 и была отмечена 3 октября на поверхности на ст. №2. Среднегодовое значение на акватории залива (20 мкг/дм^3) незначительно превышало прошлогоднее.

Хлорорганические **пестициды** α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ в 108 пробах воды из устьевого области Дона и восточной части Таганрогского залива обнаружены не были. Из 36 отобранных проб воды пять содержали растворенную **ртуть** в концентрации $0,01 \text{ мкг/дм}^3$, а в августе и сентябре она доходила до $0,10$ (1 ПДК, устье рукава Песчаный) и $0,05 \text{ мкг/дм}^3$ (Мертвый Донец) соответственно.

Концентрация **аммонийного азота** в устьевых протоках реки Дон и на акватории залива изменялась в значительном диапазоне от предела обнаружения до максимального значения 312 мкг/дм^3 , отмеченного в устье рукава Песчаный 27 августа. Максимальная концентрация почти в 2 раза больше, чем зафиксированная в 2010 г. (190 мкг/дм^3) и более чем в 3 раза больше 2009 г. (100 мкг/дм^3). Повышенные значения более 100 мкг/дм^3 были отмечены в 11 пробах из 108 отобранных в мае, августе и сентябре в устьевой части р. Дон и в одной пробе, отобранной в восточной части залива (ст. №6, 25 мая). Средняя концентрация по всем отобранным пробам составила $47,6 \text{ мкг/дм}^3$. Это меньше значений предыдущих лет: 2010 г. – $49,0$; 2009 г. – $132,5$ и 2008 г. – $104,2 \text{ мкг/дм}^3$. Концентрация нитритов в 2011 г. изменялась в широких пределах от $1,0$ до $67,0 \text{ мкг/дм}^3$, составив в среднем $17,3 \text{ мкг/дм}^3$, что значительно меньше прошлогоднего уровня ($78,4$); максимум зафиксирован 18 мая в придонном слое вод рукава Песчаный. Всего в 2011 г. было сделано 102 определения концентрации нитратов, которая изменялась в диапазоне 32 – 3484 мкг/дм^3 . Наибольшие значения зафиксированы в устьевой части р. Дон, и в особенности в рукаве Песчаный. На этой станции чаще, чем на других отмечалось повышенное содержание нитратов. Так, 18 апреля в поверхностном слое была зафиксирована концентрация 1015 мкг/дм^3 ; 22 сентября в поверхностном слое 1706 и в придонном слое 1587 мкг/дм^3 ; 3 ок-

тября в поверхностном 2365 и придонном слое 3484 мкг/дм³; 31 октября в поверхностном слое 1186 мкг/дм³. Средняя за период наблюдений здесь составила 905 мкг/дм³, тогда как в Переволоке (12р) и Мертвом Донце (9р) только 770 и 533 мкг/дм³. Восточная часть залива также характеризуется повышенной концентрацией нитратов, что вероятно связано с выносом азотосодержащих соединений со стоком р. Дон. Так, в восточной части залива на ст.2 в поверхностном слое 3 октября была зафиксирована концентрация 1334 мкг/дм³; ст.4 в придонном слое 25 мая 1343 мкг/дм³; ст.10 в поверхностном слое 25 мая 1476 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация нитратов в дельте Дона и Таганрогском заливе подвержена значительным межгодовым колебаниям и составляла в 2005 г. 627; 2006 – 573; 2007 – 323; 2008 – 557; 2009 – 479; 2010 – 425 и в 2011 г. превысила 448 мкг/дм³.

Концентрация **фосфатов** в 2011 г. изменялась от 7 до 213 мкгР/дм³. В пробах воды из устьевой области Дона в течение года отмечались более высокая концентрация фосфатов, которая изменялась от 25 до 213, составив в среднем 116 мкгР/дм³. На акватории залива в течение периода исследований их содержание было в интервале 7–79 мкгР/дм³, составив в среднем по этим станциям 28 мкгР/дм³. Среднегодовая концентрация фосфатов по всем 108 обработанным пробам составила 62 мкгР/дм³, что несколько ниже, чем в прошлом 2010 г. (92,9) и в позапрошлом 2009 г. (103,6). Концентрация общего фосфора изменялась в диапазоне от 20 мкгР/дм³ в поверхностном слое в восточной части залива в апреле до 249 мкгР/дм³ в поверхностном слое устья рукава Песчаный 31 октября. Повышенные значения более 200 мкгР/дм³ также были зафиксированы в устье рукава Мертвый Донец 18 апреля и 26 июля, в рукавах Переволока и Песчаный 26 июля и 31 октября как на поверхности, так и у дна. В целом в устьевой области реки содержание общего фосфора более высокое; диапазон 48–249 мкгР/дм³, средняя 146,0 мкгР/дм³. На акватории восточной части залива в течение периода исследований концентрация общего фосфора изменялась в интервале 20–96 мкгР/дм³, составив в среднем 50,5 мкгР/дм³. Среднегодовая концентрация общего фосфора по всем 108 обработанным пробам составила 87,6 мкгР/дм³, что в 2,3 раза меньше прошлогодней величины 198,5 мкгР/дм³.

Содержание **силикатов** в период наблюдений в водах устьевой области Дона изменялось от 1070 до 4754 мкг/дм³, при среднегодовом значении 3224 мкг/дм³. В водах Таганрогского залива диапазон значений концентрации силикатов составил 564–5667 мкг/дм³, среднее 2234 мкг/дм³. Среднегодовое значение концентрации по всей акватории составило 2619 мкг/дм³, что незначительно отличается от прошлогодней (3384 мкг/дм³).

На протяжении исследуемого периода на станциях в устьях рукавов концентрация растворённого в воде **кислорода** изменялась от 6,77 до 13,30 мг/дм³, составив в среднем 9,55 мг/дм³. Минимальная величина была зафиксирована трижды в устье рукавов Переволока и Песчаный в мае и в июле в придонном слое вод на глубине 3–4 м (73–83% насыщения вод кислородом). В водах восточной части Таганрогского залива ситуация была более напряженная. Концентрация растворенного кислорода в теплый период года у дна три раза опускалась ниже норматива: 25 мая на ст. №6 – 2,96 мг/дм³ (34% насыщения, уровень В3) и на ст. №3 – 4,19 мг/дм³ (48%); 9 июня на ст. №10 – 5,84 мг/дм³ (71%). По всем станциям устьевой области р. Дон и восточной части залива диапазон значений составил 2,96–16,39, в среднем 10,59 мг/дм³. Насыщение вод кислородом в заливе изменялось от 34% до 180%. В целом значения не выходили за пределы многолетней изменчивости.

В устьях рукавов Дона вода в течение года была почти пресная (0,35–0,60‰), в заливе соленость достигала 7,00‰, однако все значения выше 3,09‰ были отмечены только на ст. №10 как на поверхности, так и у дна. Значения pH варьировали в диапазоне 7,07–9,00, составив в среднем 8,19; щелочность 2,307–4,464, в среднем 3,245 мг-экв/дм³.

Таблица 2.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах устьевой области реки Дон и в восточной части Таганрогского залива в 2009–2011 гг.

Ингредиент	2009 г.		2010 г.		2011 г.	
	С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
НУ	0,07	1,4	0,030	0,6	0,114	2,3
	0,08	1,6	0,16	3	1,39	28
СПАВ	31	0,3	50	0,5	20	0,2
	60	0,6	110	1,1	70	0,7
Азот аммонийный	133	0,3	48,7	0,1	47,6	0,1
	1000	2,0	190	0,4	312	0,6
Фосфор общий	176		209		87,6	
	384		1557		249	
Растворенный кислород	9,38		8,40		10,18	
	7,37		4,2	0,7	2,96	0,5
% насыщения	99		98		109	
	82		54		34	

Примечания: 1. Концентрация (С) нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм³; СПАВ в мкг/дм³; аммонийного азота в мкгN/л, общего фосфора в мкгP/л. 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 2011 г. значение комплексного индекса загрязненности вод ИЗВ (0,823) резко увеличилось за счет существенного роста в 3,6 раза средней концентрации НУ в водах устья реки Дон и восточной части Таганрогского залива по сравнению с 2010 г. Вследствие этого качество вод в целом ухудшилось и они стали относиться к III классу – «умеренно загрязненные» (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Оценка качества вод устьевой области р. Дон и восточной части Таганрогского залива в 2009–2011 гг.

Район	2009 г.		2010 г.		2011 г.		Среднее содержание ЗВ в 2011 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Устье р. Дон и Таганрогский залив	0,43	II	0,40	II	0,82	III	НУ 2,28; СПАВ 0,20; NO ₂ 0,22; O ₂ 0,59

2.2.3. Загрязнение донных отложений

Устьевая область р. Дон

Отбор проб донных отложений проводился одновременно с отбором проб воды в апреле, мае, июле и октябре. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась от 70 до 120 мкг/г сухого остатка. Максимум отмечен в мае в устье рук. Переволока и в октябре в устье рук. Мертвый Донец. Среднегодовое содержание (100 мкг/г, 2 ДК) НУ осталось на уровне прошлого года. Содержание ХОП группы ГХЦГ в донных осадках изменялось от 1 до 4 нг/г сухих отложений. Максимальная концентрация γ -ГХЦГ (3 нг/г, 60 ДК) была отмечена в июле в устье рук. М.Донец; а α -ГХЦГ (4 нг/г) – в июле в устье рук. Переволока. Содержание ДДТ и ДДЭ в донных отложениях изменялось от 1 до 5 нг/г. Максимум ДДТ (4 нг/г) зафиксирован в мае и июле в устье рук. Переволока и рук. М.Донец; ДДЭ (5 нг/г, 2 ДК) отмечен в июле в устье рукава Мертвый Донец. Хотя по сравнению с 2010 г. среднегодовое содержание всех пестицидов, кроме α -ГХЦГ, уменьшилось в 1,3–2,3 раза, однако все равно осталось очень высоким и значительно превышало нормативы.

Таганрогский залив

Концентрация НУ в пробах донных отложений изменялась от 60 до 110 мкг/г сухого остатка (2,2 ДК, июль, ст. №6). Средняя величина за период наблюдений 90 мкг/г. Содержание ХОП группы ГХЦГ в донных отложениях восточной части залива изменялось от 2 до 5 нг/г. Максимальная концентрация γ -ГХЦГ (4 нг/г, 80 ДК по линдану) была измерена в июле, сентябре и октябре; α -ГХЦГ (5 нг/г) в июле на ст. №6. Содержание ДДТ и ДДЭ в донных отложениях изменялось в интервале 2–9 нг/г (3,6 ДК). Максимум ДДТ (6 нг/г) отмечен в июле и сентябре на ст. №6; ДДЭ (9 нг/г) – там же в сентябре. По сравнению с 2010 г. среднегодовое содержание γ -ГХЦГ не изменилось; α -ГХЦГ увеличилось в 2 раза; ДДТ уменьшилась в 1,3 раза, а ДДЭ увеличилось в 1,3 раза.

2.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань

2.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань

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

держания хлорорганических (группа ДДТ) и фосфорорганических пестицидов, а также растворенной ртути в отобранных пробах воды производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды.

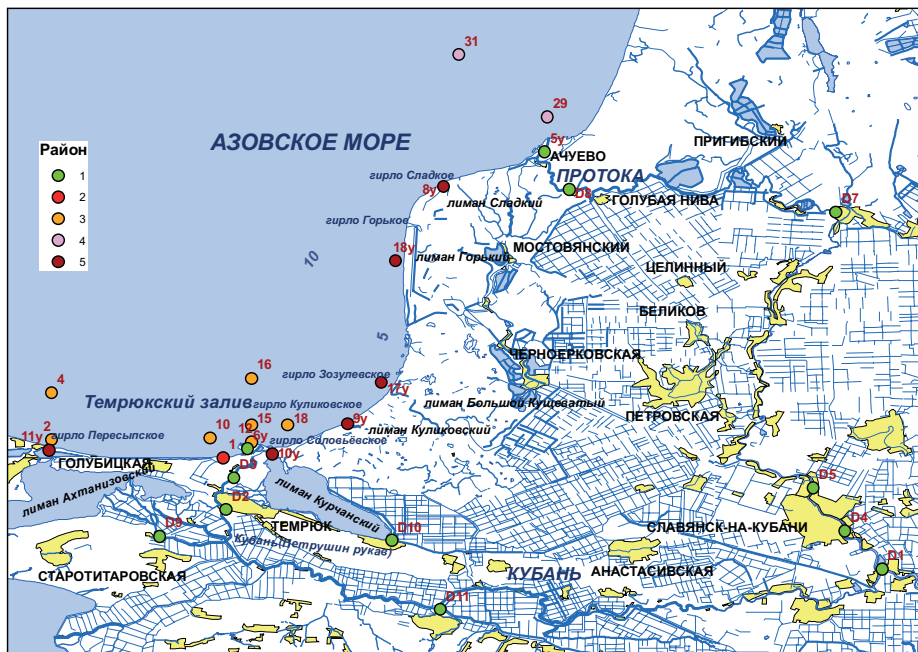


Рис. 2.3. Станции отбора проб в Темрюкском заливе, в устьевой области и дельте р. Кубань в 2011 г. (1 – дельта Кубани; 2 – порт Темрюк; 3 – взморье Кубани; 4 – взморье Протоки; 5 – протоки лиманов).

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 – соленость не превышала 0,4‰ при средней солености 0,282‰ (табл. 2.3). Концентрация нефтяных углеводородов изменялась от значений ниже $DL=0,02 \text{ мг/дм}^3$ до максимальной $0,11 \text{ мкг/дм}^3$ (2,2 ПДК, у пос. Ачуево 4 апреля, табл. 2.4). Уровень максимальных значений концентрации НУ в последние годы стабилизировался в районе чуть менее 1 ПДК (рис. 2.4). Среднегодовая концентрация составила $0,042 \text{ мкг/дм}^3$ (0,8 ПДК). Концентрация СПАВ во всех отобранных пробах была ниже предела обнаружения (10 мкг/дм^3). Хлорорганические пестициды не были обнаружены. Среднегодовая концентрация фосфатов составила $19,2 \text{ мкг/дм}^3$, это ниже прошлогоднего уровня ($33,8 \text{ мкг/дм}^3$), а среднегодовая концентрация общего фосфора составила $31,9 \text{ мкг/дм}^3$, что более чем в два раза ниже прошлого года ($71,2 \text{ мкг/дм}^3$). Среднегодовая концентрация силикатов оказалась ниже, чем в прошлом году (2563 мкг/дм^3) и составила 1948 мкг/дм^3 ; максимум 2650 мкг/дм^3 отмечен в начале апреля у Ачуево. Среднее содержание нитритного азота составило $16,4 \text{ мкг/дм}^3$ (2010 г. – 9,9); нитратов – 537 мкг/дм^3 (678), максимум 740 мкг/дм^3 отмечен 18 апреля в Петрушином рукаве. Максимальная

концентрация ионов аммония была зафиксирована на уровне 110 мкг/дм³ (Ачуево, 4 октября) а среднегодовая концентрация составила 67,9 мкг/дм³, что в 2,8 раза ниже прошлогоднего. Насыщение речных вод растворенным кислородом было достаточно хорошим и не опускалось ниже 6,43 мгО₂/дм³, а средняя составила 8,74 мгО₂/дм³. Минимальное насыщение составило 81% 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).

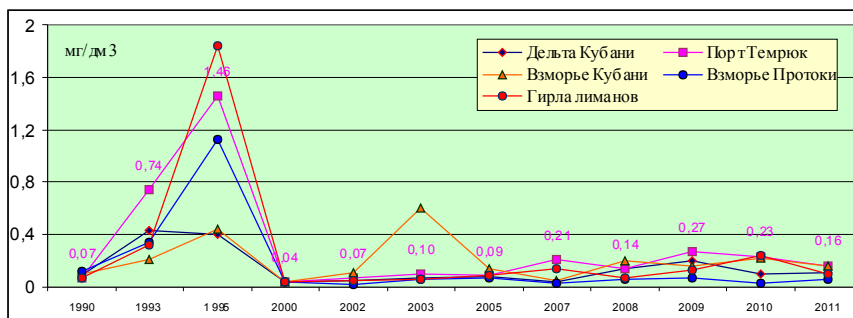


Рис. 2.4. Многолетняя динамика максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах отдельных районов Темрюкского залива в 1990–2011 гг.

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 2011 г.

Район	T°С	Sal	O ₂ * мг/дм ³	O ₂ %*	pH	PO ₄	P _{общ}	NO ₂	NO ₃	NH ₄	N _{общ}	Si
1. Низовья дельты реки Кубань	20,1	0,28	8,74	95,6	8,1	19,2	32	16,4	527	67,9	–	1948
	27,6	0,40	6,43	81	8,3	38	50	32	740	110	–	2650
2. Порт Темрюк	12,5	10,19	9,78	93,7	8,3	21,9	34,7	15,4	167,6	98,3	758	653
	28,3	11,68	4,03	53	8,6	71	120	34	440	200	1780	1790
3. Взморье реки Кубань	19,3	9,49	8,73	98,2	8,3	13,3	30,6	17,7	143	92	638	769
	28,2	12,27	2,66	34	8,9	81	94	45	820	260	2400	1660
4. Взморье рукава Протока	19,4	8,91	8,07	90,8	8,3	13,4	36,6	17,2	171	100	630	851
	26,6	11,55	5,73	73	8,6	30	73	42	700	160	940	1260
5. Гирла лиманов	19,1	3,21	8,13	87,8	8,4	10,6	41,3	18,8	138	123	–	1530
	28,3	10,75	4,54	58	9,1	36	110	58	620	450	–	3300

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

Порт Темрюк – район 2. В 2011 г. отбор проб осуществлялся на одной станции в середине канала порта напротив затона Чирчик ежемесячно с января по декабрь, а температура, соленость, pH, растворенный кислород и нефтяные углеводороды контролировались ежедекадно. Из 66 отобранных в течение года проб концентрация **НУ** превышала предел обнаружения (0,02 мг/дм³) в шести.

Максимальное значение достигало $0,16 \text{ мг/дм}^3$ ($3,2 \text{ ПДК}$) и было отмечено в начале года 17 января на поверхности канала (табл. 2.4). В отличие от предыдущего года наибольшее содержание НУ уменьшилось, тогда как средняя величина не изменилась. Также осталась на прежнем уровне повторяемость случаев превышения 1 ПДК – $1/3$ от общего количества наблюдений, а в 2 пробах в январе и феврале концентрация НУ превышала 2 ПДК – $0,16$ и $0,11 \text{ мг/дм}^3$. В отличие от прошлого года среднее содержание НУ в поверхностном слое вод ($0,043$, 2010 г. – $0,037 \text{ мг/дм}^3$) было выше значения в придонном слое на глубине 5 м ($0,038$, 2010 г. – $0,049 \text{ мг/дм}^3$). В целом загрязнение вод порта нефтяными углеводородами осталось на прошлогоднем уровне.

Хотя во всех 24 проанализированных пробах концентрация **СПАВ** была выше $DL=10 \text{ мкг/дм}^3$, максимум составил всего 17 мкг/дм^3 , что в $2,8$ раза ниже прошлогодней величины; средняя за год ($13,2 \text{ мг/дм}^3$) также в 2 раза была ниже. 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 DL во всех пробах, начиная с 2002 и 1995 гг. соответственно. В течение года концентрация **сероводорода** в придонном слое (36 проб) и растворенной в воде **ртути** в поверхностном слое вод порта (22 проб) была ниже DL , за исключением двух проб с поверхности в апреле и ноябре с содержанием ртути $0,01 \text{ мкг/дм}^3$.

В 2011 г. содержание в воде аммонийного **азота** варьировало от 18 до 200 мкг/дм^3 (табл. 2.3). Максимум зафиксирован 7 февраля на поверхности. Среднегодовая концентрация в 24 проанализированных пробах составила 98 мкг/дм^3 . Содержание нитритов почти не изменилось по сравнению с прошлым годом; максимум отмечен 1 августа в придонном слое. Концентрация нитратов была ниже предела обнаружения ($0,05 \text{ мкг/дм}^3$) только в двух пробах, а наибольшая величина зафиксирована 7 февраля на поверхности канала. Среднее содержание общего азота в воде порта хотя и было немного меньше прошлогоднего (776 мкг/дм^3), однако максимум был выше и достигал 1780 мкг/дм^3 (7 февраля на поверхности). В отличие от прошлого года значений концентрации силикатов менее 100 мкг/дм^3 отмечено не было, минимум составил 140 мкг/дм^3 в начале мая, а максимум традиционно отмечен в начале августа. Наибольшее содержание **фосфатов** и общего фосфора было отмечено 1 августа (рис. 2.5). В отличие от предыдущих лет пик концентрации был смещен на $1-2$ месяца, одновременно осенний максимум обеих форм фосфора отсутствовал.

Соленость воды в канале порта была весьма высокой и в течение всего года не опускалась ниже $8,42\%$, что существенно выше прошлогоднего экстремума $5,64\%$, и достигала максимума 4 мая на глубине 5 м (табл. 2.3). Хлорность варьировала в диапазоне $4,57-6,39 \%$, щелочность $2,727-3,024 \text{ мг-экв/дм}^3$. Температура в течение года изменялась от минус $-0,5^\circ\text{C}$ (24 февраля) до $+28,3^\circ\text{C}$ в середине августа. Минимальная прозрачность воды составила 1 августа 50 см , а наибольшая $1,2 \text{ м}$ отмечена в марте и июне. Как и в прошлом году, концентрация растворенного в воде **кислорода** была ниже норматива в 7 пробах из обоих слоев воды в период с конца мая по конец августа. Причиной дефицита кислорода являются длительный период высоких температур, слабое перемешивание водной массы, окисление отмерших гидробионтов и температурная стратификация. Минимум ($4,03 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, 53%) был отмечен 18 июля у дна при температуре $25,8^\circ\text{C}$. Процент насыщения вод O_2 изменялся в диапазоне $53-129\%$. Гибели рыбы не было. Сероводород в 36 отобранных в течение года пробах не обнару-

жен. В 2011 г. воды акватории порта Темрюк по **ИЗВ** (0,48) относились ко II классу качества – «чистые». По сравнению с предыдущим годом значение индекса почти не изменилось (табл. 2.5).

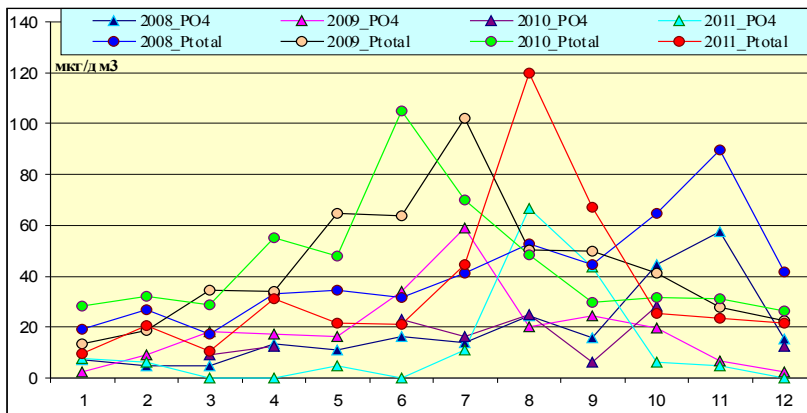


Рис. 2.5. Сезонная динамика среднемесячной концентрации фосфатов и общего фосфора (мкг/дм³) в водах порта Темрюк в 2008–2011 гг.

Взморье реки Кубань – район 3. В 2011 г. наблюдения проводились на 7 станциях в апреле, июле, августе и октябре. Концентрация **НУ** изменялась от значений ниже $DL=0,02$ мг/дм³ (10 проб из 56 проанализированных) до $0,16$ мг/дм³ (3,2 ПДК). Максимум был отмечен 5 октября на поверхности моря в 3,0 км от устья рукава Средний. Средняя величина за период наблюдений практически не изменилась по сравнению с прошлым годом. Превышение ПДК встречалось почти вдвое чаще прошлого года – 24 пробы (42,9%). Содержание СПАВ в водах взморья Кубани в 23 пробах из 56 было ниже $DL=10$ мкг/дм³; максимум составил 18 мкг/дм³ – это в 2 раза ниже значения прошлого года, однако средняя концентрация даже немного превышала уровень 2010 г. Растворенная ртуть, 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 24 – 260 мкг/дм³, максимум был в 2 раза ниже прошлогоднего и отмечен 19 июля в поверхностном слое вод в 4,4 км от устья гирла Соловьевское Курчанского лимана; средневзвешенная величина в 2,3 раза ниже прошлогодней. Содержание нитритов изменялось в пределах 3 – 45 мкг/дм³ (в среднем $17,7$ мкг/дм³); нитратов – 12 – 820 (143); общего азота – 200 – 2400 (638); максимальное содержание общего азота было в 1,3 раза выше прошлогоднего и отмечено не в октябре, а 18 апреля. В целом все значения были близкими к прошлогодним.

Концентрация **фосфатов** в течение года изменялась от значений менее предела обнаружения использованного метода химического анализа 5 мкг/дм³ (28 проб из 56) до 81 мкг/дм³; среднегодовая величина – $8,3$ мкг/дм³, максимум отмечен на расстоянии $9,8$ км от устья рукава Средний 19 июля в придонном слое на глубине 9 м. Здесь же был отмечен и максимум общего фосфора, концентрация которого составляла 14 – 94 мкг/дм³, среднее значение составило $30,6$ мкг/дм³, что на 27% меньше уровня 2010 г. Содержание **силикатов** в водах

взморья Кубани изменялось в пределах 44–1660 мкг/дм³; максимум отмечен 18 апреля у поверхности в 600 м от устья реки; средняя величина (769 мкг/дм³) была на 191 мкг/дм³ меньше прошлогодней и на 437 мкг/дм³ – позапрошлогодней. За последние 4 года отмечается тенденция уменьшения содержания кремния в этой части акватории залива.

В 2011 г. **соленость** вод взморья Кубани составляла 2,11–12,27‰; минимальная была отмечена 18 апреля и была вызвана поступлением пресных вод с речным стоком; максимум зафиксирован в этот же день, только в придонном слое на глубине 11 м в 7 км от гирла Пересыпское. Средняя соленость воды в 2008–2011 гг. составила на взморье Кубани 9,34; 9,51; 9,93 и 9,48‰ соответственно, т.е. соленость вод взморья Кубани увеличиваться перестала. Хлорность варьировала в диапазоне 1,09–6,72 ‰. Температура воды на взморье Кубани варьировала от 7,1⁰С у дна в апреле до 28,2⁰С в поверхностном слое в середине июля; величина рН 7,80–8,85, минимум зарегистрирован на придонном горизонте 19 июля одновременно с резким дефицитом кислорода; щелочность 2,174–2,980 мг-экв/дм³.

В водах взморья Кубани 19 июля 2011 г. на всех 6 станциях было отмечен дефицит кислорода в придонных водах на глубине 5–11 м – от 2,66 мгО₂/дм³ (34% насыщения) до 5,03 мгО₂/дм³ (65%). Причиной дефицита кислорода был длительный период высоких температур воды и воздуха, слабое перемешивание водной массы и речной сток, что привело к значительной температурной и плотностной вертикальной стратификации. В этот день поверхность воды взморья прогрелась в среднем до 26,4⁰С, соленость составила 8,66‰, содержание кислорода 8,66 мгО₂/дм³ (113% насыщения), а в придонном слое – 24,73⁰С, 10,98‰, 4,38 мгО₂/дм³ (56%) соответственно. В 2011 г. содержание кислорода на взморье Кубани варьировало от 34 до 136% насыщения, среднее составило 98% насыщения; средняя концентрация 8,73 мгО₂/дм³, диапазон 2,66–12,03 мгО₂/дм³. Сероводород в 28 пробах не обнаружен. По индексу загрязненности ИЗВ (0,44) воды взморья Кубани в 2011 г. относятся ко II классу, «чистые».

Взморье рукава Протока – район 4. В 2011 г. наблюдения на взморье рукава Протоки выполнялись 19 апреля, 11 июля, 5 августа и 4 октября на двух станциях с глубинами 6 и 10 м. Концентрация **НУ** в 2 из 16 отобранных проб была менее DL=0,02 мг/дм³, а в остальных была немного выше; наибольшее значение 0,06 мг/дм³ было отмечено дважды в апреле и августе; средняя за год величина 0,0325 мг/дм³ была в 2,6 раз выше прошлогодней. Содержание СПАВ было выше DL=10 мкг/дм³ только в трех пробах, а максимум 11 мкг/дм³ более 2 раз ниже прошлогоднего. 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 последний раз были обнаружены в 1990 г. Растворенная ртуть не была обнаружена ни в одной пробе из четырех отобранных.

Концентрация аммонийного **азота** в 2011 г. варьировала в водах взморья Протоки от 55 до 160 мкг/дм³ (в 2,9 раз ниже прошлогоднего, зафиксирован в октябре у дна); средняя за год в 2 раза ниже прошлогодней. Содержание нитритов 6–42 мкг/дм³; средняя 17,2 мкг/дм³ была выше прошлогодней, а нитратов 170 мкг/дм³ снились. В то же время наибольшие величины нитратного азота (630 и 700 мкг/дм³) были отмечены в обоих слоях воды в апреле недалеко от устья Протоки, а остальные значения были ниже 200 мкг/дм³. Содержание общего азота в 8 проанализированных пробах изменялось от 300 до 940 мкг/дм³, сумма минеральных форм азота в этих пробах была в пределах 97–302 мкг/дм³.

Среднегодовое содержание общего азота составило 630 мкг/дм³, что в 2 раза ниже прошлогоднего. Концентрация общего фосфора (21–73 мкг/дм³, средняя 36,6) значительно превышала уровень **фосфатов** (от менее DL=5 до 30 мкг/дм³, средняя 6,7), что отражает превышение доли органической формы фосфора над неорганической. Содержание растворенного в воде **кремния** изменялась в диапазоне 160–1260 мкг/дм³, максимум отмечен в августе у поверхности; средняя составила 850 мкг/дм³, что является наименьшим значением за последние годы. В целом изменения концентрации биогенных элементов в водах взморья Протоки были в пределах естественных межгодовых колебаний.

В 2011 г. **соленость** вод взморья Протоки изменялась от 0,87 до 11,55‰; наименьшее значение в апреле вблизи устья определялось опреснением вследствие интенсивного речного стока; наибольшие значения зафиксированы в этот же день на удаленной станции в обоих слоях. Средняя соленость воды в 2008–2011 гг. составила на взморье Протоки 8,64; 7,24; 8,61 и 8,91‰ соответственно; хлорность 0,37–6,32‰. Температура воды варьировала от 9,0°C у дна в апреле до 26,6°C на поверхности в июле. Величина pH варьировала от 8,00 до 8,60; максимум отмечен на поверхности в июле; среднегодовая величина pH составила 8,26. Общая щелочность изменялась в водах взморья Протоки от 2,260 до 3,024 мг-экв/дм³ (придонный горизонт, апрель); среднегодовая 2,773 мг-экв/дм³.

Содержание растворенного в воде **кислорода** на взморье Протоки однажды опускалось ниже норматива в придонном слое вод на глубине 10 м в июле 5,73 мгО₂/дм³, 73% насыщения, при температуре 24,5°C. Максимум достигал 10,22 мгО₂/дм³ в апреле на поверхности при 9,8°C. Средняя концентрация О₂ снизилась после трехлетнего роста: 8,26; 8,58; 8,80 и 8,07 мгО₂/дм³; 94,3; 96,6; 97,6 и 90,8% соответственно. В большую часть исследованного периода года уровень аэрации всей толщи вод был достаточно высоким, поскольку разница в насыщении кислородом между поверхностными водами (среднее 8,47 мгО₂/дм³) и придонными (7,68) была невысокой. Сероводород на взморье Протоки в 8 отобранных в июле и августе пробах обнаружен не был. В 2011 г. по **ИЗВ** (0,40) 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 2011 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), с марта по ноябрь, 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 0,30 до 10,75‰, что свидетельствует о значительном влиянии пресноводного стока из лиманов на все гидрохимические характеристики района. Хлорность изменялась в диапазоне 0,05–5,87‰. Температура воды в гирлах лиманов варьировала от 6,9°C в апреле до 28,3°C в августе. Величина pH 7,80–9,10; максимум отмечен в августе у Зозулиевского гирла; среднегодовая величина pH составила 8,44. Общая щелочность в водах взморья Протоки составила 1,538–4,451 мг-экв/дм³ (поверхность, апрель); среднегодовая 2,58 мг-экв/дм³.

Концентрация **НУ** была ниже предела обнаружения (DL=0,02 мг/дм³) только в одной пробе. Максимум (0,10 мг/дм³) был отмечен в августе на поверхности в 500 м от устья гирла Пересыпское Ахтанизовского лимана. Средняя величина за период наблюдений была практически равной прошлогодней и составила 0,038 мг/дм³. Со-

держание СПАВ в 23 пробах из 32 было ниже $DL=10$ мкг/дм^3 . Максимум 17 мкг/дм^3 был существенно ниже уровня прошлого года. В 2011 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 реки изменялась от 14 до 450 мкг/дм^3 , средняя составила 123 мкг/дм^3 , что в 1,4 раза ниже прошлогодней. Значения выше средней были отмечены на разных станциях только во второй половине года. Концентрация нитритов увеличилась примерно на треть. Она была ниже $DL=0,5$ мкг/дм^3 только в одной пробе, и достигала 58 мкг/дм^3 , в среднем 18,1 мкг/дм^3 ; азот нитратов также несколько снизился: 7–620 мкг/дм^3 (138) соответственно. Содержание фосфатов в 12 пробах из 32 было ниже предела обнаружения (5 мкг/дм^3), а максимум достигал только 36 мкг/дм^3 , что в 6 раз меньше прошлогоднего экстремума. Максимум общего фосфора достигал высокого значения 110 мкг/дм^3 8 августа в 500 м от устья гирла Зозулиевское за счет повышенного содержания органического фосфора, поскольку фосфаты в этой пробе составляли только 6 мкг/дм^3 . Содержание силикатов в водах взморья было в пределах 140–3300 мкг/дм^3 (1 августа вблизи устья Пересыпского гирла), средняя величина (1530 мкг/дм^3) была в 1,4 раза ниже прошлогодней.

Содержание растворенного в воде кислорода в устьевой области Кубани изменялось в значительно более узком диапазоне, чем в прошлом году – 4,54–12,13 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ при этом среднее значение осталось на прежнем уровне. Только в пяти пробах, отобранных в середине и конце июля из обоих слоев, концентрация растворенного O_2 была незначительно ниже норматива. В целом кислородный режим более благоприятный, чем в 2010 г. Процент насыщения вод кислородом 58–118%, в среднем 87,8%, что равняется прошлогоднему значению. В последние годы сероводород на взморье Кубани не обнаружен. В 2011 г. по ИЗВ (0,44) воды взморья гирл лиманов относились ко II классу качества вод («чистые»). По сравнению с предыдущим годом значение индекса практически не изменилось.

Таблица 2.4. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Темрюкского залива Азовского моря, в устьевой области и дельте р. Кубань в 2009–2011 гг.

Район	Ингредиент	2009 г.		2010 г.		2011 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
1. Дельта реки Кубань	НУ	0,05	1,0	0,045	0,9	0,042	0,8
		0,20	4	0,10	2,0	0,11	2,2
	СПАВ			4,8	<0,1	0	
				25	0,3	0	
	Аммоний	62,5	0,1	190	0,4	68	0,1
		120	0,2	460	0,9	110	0,2
	Растворенный кислород	8,9		9,06		8,74	
		3,23	0,5	6,84		6,43	
% насыщения	94		97		96		
	40		91		81		
2. Темрюкский залив: п. Темрюк	НУ	0,05	1,0	0,04	0,8	0,041	0,8
		0,27	5,4	0,23	5	0,16	3
	СПАВ	37	0,1	27	0,3	13	0,1
		63	0,6	48	0,5	17	0,2
	Ртуть	0		0,002	0,2	0,002	0,2
		0		0,01	1,0	0,01	1,0

	Аммоний	34	<0,1	135,2	0,3	98	0,2
		70	0,1	310	0,6	200	0,4
	Растворенный кислород	9,60		9,58		9,78	
		4,09	0,7	2,7	0,5	4,03	0,7
	% насыщения	94		94		94	
51			36		53		
3. Темрюкский залив: взморье р. Кубань	НУ	0,025	0,5	0,038	0,8	0,042	0,8
		0,16	3,2	0,22	4,4	0,16	3
	СПАВ	<25	<0,3	11	0,1	7	<0,1
		<25	<0,3	35	0,4	18	0,2
	Ртуть	0,001	0,1	0		0	
		0,01	1,0	0		0	
	Аммоний	41	<0,1	210	0,4	92	0,2
		110	0,2	550	1,1	260	0,5
	Растворенный кислород	8,64		8,89		8,73	
		2,56	0,4	1,74	0,3	2,66	0,4
	% насыщения	97		97		98	
		33		22		34	
4. Темрюкский залив: взморье рукава Протока	НУ	0,02	0,4	0,013	0,3	0,033	0,7
		0,07	1,4	0,08	1,6	0,06	1,2
	СПАВ	10	0,1	8	<0,1	2	<0,1
		30	0,3	25	0,3	11	0,1
	Ртуть	0,003	<0,1	0		0	
		0,01	0,1	0		0	
	Аммоний	36	<0,1	186	0,4	100	0,2
		67	0,1	430	0,9	160	0,3
	Растворенный кислород	8,58		8,8		8,07	
		7,15		5,19	0,9	5,73	0,9
	% насыщения	97		98		91	
		80		69		73	
5. Устьевая обл. р. Кубань: гирла лиманов	НУ	0,03	0,6	0,03	0,6	0,038	0,7
		0,13	2,6	0,24	4,8	0,10	2,0
	СПАВ	13,6	0,1	5,2	<0,1	4	<0,1
		38	0,4	28	0,3	17	0,2
	Аммоний	66	0,1	167	0,3	123	0,2
		220	0,4	760	1,5	450	0,9
	Растворенный кислород	7,72		8,04		8,13	
		4,49	0,75	0,83	0,14	4,54	0,76
	% насыщения	85		88		88	
		45		11		58	

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 использованы значения ПДК для пресных вод.

5. Концентрация всех определяемых в воде хлорорганических (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ), и фосфорорганических (метафос, карбофос, фозалон и розгор) 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 2009–2011 гг.

Район	2009 г.		2010 г.		2011 г.		Среднее содержание ЗВ в 2011 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Дельта реки Кубань							
1. дельта	0,47	II	0,50	II	0,40	II	НУ 0,8; СПАВ 0,0; NH ₄ 0,1; O ₂ 0,69
Темрюкский залив							
2. порт Темрюк	0,46	II	0,51	II	0,48	II	НУ 0,9; Нг 0,2; NH ₄ 0,2; O ₂ 0,61
3. взморье рукава Кубань	0,37	II	0,49	II	0,44	II	НУ 0,8; СПАВ 0,07; NH ₄ 0,2; O ₂ 0,69
4. взморье рукава Протока	0,33	II	0,37	II	0,40	II	НУ 0,65; СПАВ 0,02; NH ₄ 0,2; O ₂ 0,74
Устьевая область реки Кубань							
5. гирло лиманов	0,39	II	0,42	II	0,44	II	НУ 0,76; NH ₄ 0,2; СПАВ 0,04; O ₂ 0,74

2.4. Загрязнение прибрежных вод украинской части Азовского моря

2.4.1. Таганрогский залив

Порт Мариуполь. На внешнем рейде порта Мариуполь (ст. 28, 29, 31, 35-42) гидрохимические исследования вод проводились в мае–октябре 2011 г., на акватории порта (ст. 30, 32, 33, 34) в течение всего года; в районе дампинга (ст. 1д, 2д и 3д) – в июне и сентябре Мариупольской гидрометеороbservаторией (ГМО), (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Станции мониторинга на акватории и на внешнем рейде порта Мариуполь в 2011 г.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в районе Мариуполя в 2011 г. изменялась от аналитического нуля до 0,20 мг/дм³ (4 ПДК), зафиксированного в ноябре на акватории порта металлургического комбината «Азовсталь». В 2011 г. загрязнение вод района нефтяными углеводородами не изменилось по сравнению с 2009–2010 гг. (табл. 2.6). В водах внешнего рейда средняя концентрация НУ составила 5 ПДК. В этом районе в 5% проб содержание НУ превышало ПДК, тогда как в водах акватории порта повторяемость концентрации выше ПДК составила 11% от общего числа наблюдений. В районе дампинга на взморье концентрация НУ в июне и сентябре была менее 0,05 мг/дм³ во всех пробах, тогда как в 2010 г. среднее содержание составило соответственно 0,06 и 0,16 мг/дм³, т.е. воды

В водах внешнего рейда средняя концентрация НУ составила 5 ПДК. В этом районе в 5% проб содержание НУ превышало ПДК, тогда как в водах акватории порта повторяемость концентрации выше ПДК составила 11% от общего числа наблюдений. В районе дампинга на взморье концентрация НУ в июне и сентябре была менее 0,05 мг/дм³ во всех пробах, тогда как в 2010 г. среднее содержание составило соответственно 0,06 и 0,16 мг/дм³, т.е. воды

в этом районе сброса грунта стали чище. Концентрация СПАВ изменялась от отсутствия до 67 мкг/дм^3 ($0,7 \text{ ПДК}$). Средняя за год величина содержания СПАВ в водах порта и в районе дампинга была менее 25 мкг/дм^3 . Максимум в районе дампинга зафиксирован в июне и составил 47 мкг/дм^3 . Содержание фенолов в 2011 г. не превышало 3 мкг/дм^3 . Пестициды: α -ГХЦГ обнаружен в поверхностном слое вод устья р. Кальмиус в двух пробах: в сентябре ($0,7 \text{ нг/дм}^3$) и в октябре ($1,0 \text{ нг/дм}^3$). Присутствие γ -ГХЦГ отмечено на акватории п. Мариуполь в двух пробах в январе ($0,5 \text{ нг/дм}^3$) и июле ($0,6 \text{ нг/дм}^3$), и в восьми пробах на внешнем рейде порта в октябре ($0,6\text{--}1,8 \text{ нг/дм}^3$). Концентрация ДДТ, ДДЭ, ДДД во всех районах наблюдения была ниже предела определения. ГПХ обнаружен во всех районах мониторинга. Его содержание в районе п. Мариуполь изменялось от «не обнаружено» до $2,3 \text{ нг/дм}^3$, максимум зафиксирован в мае на внешнем рейде. ПХБ и альдрин не были обнаружены.

В водах акватории п. Мариуполь средняя за год концентрация аммонийного азота составила 120 мкг/дм^3 , на внешнем рейде порта – 26 мкг/дм^3 . Максимальная концентрация 700 мкг/дм^3 зафиксирована в январе. В 2011 г., по сравнению с аналогичным периодом 2010 г., среднее содержание аммонийного азота в порту осталось неизменным, на внешнем рейде уменьшилось с 45 до 20 мкг/дм^3 . В районе дампинга средняя концентрация в июне и сентябре составила соответственно 18 и 31 мкг/дм^3 . Максимальная (190 мкг/дм^3) зафиксирована в придонных водах в сентябре. Средняя концентрация нитритного азота на поверхностном и придонном горизонтах вод акватории порта составила 44 и 12 мкг/дм^3 , внешнего рейда порта – 5 и 6 мкг/дм^3 соответственно; максимум (420 мкг/дм^3) был зафиксирован в июне. В 2011 г. на акватории п. Мариуполь содержание нитритного азота было равно среднему за 2007–2011 гг. и 2002–2011 гг., а на внешнем рейде было самым высоким за 2007–2011 гг. В районе дампинга средняя концентрация нитритного азота в июне составила 9 мкг/дм^3 (максимум 18 мкг/дм^3), в сентябре – 7 мкг/дм^3 . Концентрация нитратного азота на поверхности и в придонном слое вод порта составила в среднем 620 и 140 мкг/дм^3 соответственно, на внешнем рейде – 24 мкг/дм^3 . Максимальная концентрация (2560 мкг/дм^3) была зафиксирована в апреле. В сравнении с аналогичным периодом 2010 г., средняя концентрация нитратного азота в водах внешнего рейда не изменилась, а на акватории порта увеличилась с 460 до 620 мкг/дм^3 . В районе дампинга средняя концентрация в июне составила 53 мкг/дм^3 (максимум 110 мкг/дм^3), в сентябре – 24 мкг/дм^3 . Средняя за год концентрация общего азота на поверхности и у дна в порту составила 1660 и 1080 мкг/дм^3 соответственно, на внешнем рейде порта – 1000 и 800 мкг/дм^3 . Максимальная концентрация (4700 мкг/дм^3) зафиксирована в марте. В 2011 г. среднее содержание общего азота в водах порта было выше, а на внешнем рейде ниже на 200 мкг/дм^3 , чем в 2010 г. В районе дампинга средняя концентрация общего азота в июне составила 690 мкг/дм^3 , в сентябре – 940 мкг/дм^3 (максимум 1120 мкг/дм^3). Средняя концентрация общего **фосфора** на поверхностном и придонном горизонтах акватории порта составила 60 и 57 мкг/дм^3 соответственно, на внешнем рейде – 45 мкг/дм^3 . Максимальная концентрация (330 мкг/дм^3) была зафиксирована в январе. В районе дампинга средняя концентрация в июне составила 44 мкг/дм^3 (максимум 49 мкг/дм^3), в сентябре – 40 мкг/дм^3 . В 2011 г. содержание фосфатного фосфора в водах п. Мариуполь увеличилось, по сравнению с 2010 г., с 12 до 25 мкг/дм^3 , а на внешнем рейде было самым высоким за пятилетний период.

Содержание растворенного **кислорода** в порту изменялось в пределах 83–168% насыщения в поверхностных водах и 57–142% в придонных, средние значения составили 110% и 96%, на внешнем рейде 114%. Минимальное содержание кислорода ($4,23 \text{ мг/дм}^3$, 57%) зафиксировано в августе. В районе дампинга средняя концентрация изменялась в диапазоне 107–142% насыщения. Присутствие **сероводорода** не было зафиксировано.

По величине **ИЗВ** в 2011 г. воды акватории п. Мариуполь (0,75; II класс качества) классифицировалась как «чистые», внешнего рейда порта (0,25; I класс качества) – как «очень чистые» (табл. 2.7). Приоритетными загрязняющими веществами были НУ, аммонийный и нитритный азот. В районе дампинга на взморье г. Мариуполя в июне и сентябре вода классифицировалась как «чистая» (ИЗВ 0,30 и 0,26 соответственно; II класс качества воды).

На акватории порта Мариуполь отбор проб **донных отложений** проводился в мае и ноябре. Содержание НУ в верхнем слое грунтов было ниже предела определения. Концентрация фенолов изменялась от 0,4 до 1,9 мкг/г абсолютно сухого грунта. Максимальная концентрация зафиксирована в мае в устье р. Кальмиус. Средняя концентрация в мае была 1,0 мкг/г, в ноябре – 0,8 мкг/г. Присутствие γ -ГХЦГ в мае зафиксировано в одной пробе в концентрации 9,9 нг/г. Присутствия других ХОП и ПХБ зафиксировано не было.

2.4.2. Бердянский залив

В 2011 г. в Бердянском заливе мониторинг гидрохимического состояния проводился Мариупольской ГМО в июле и сентябре, в районе дампинга – в июле (рис. 2.7). Содержание **СПАВ** было ниже 25 мкг/дм^3 . Средняя концентрация фенолов не превышала 3 мкг/дм^3 . Из ХОП γ -ГХЦГ был обнаружен в июле в пяти пробах с максимальным значением $1,8 \text{ нг/дм}^3$ на придонном горизонте, в сентябре был обнаружен ДДЭ в одной пробе ($8,7 \text{ нг/дм}^3$) на придонном горизонте. ГПХ в заливе обнаружен в сентябре в двух пробах ($0,8 \text{ нг/дм}^3$), а в районе дампинга – в июле с максимальной концентрацией $1,3 \text{ нг/дм}^3$ в придонных водах. Содержание α -ГХЦГ, ДДТ, ДДД, ПХБ и альдрина в водах Бердянского залива было ниже предела определения используемого метода химанализа.



Рис. 2.7. Станции мониторинга в Бердянском заливе в 2011 г.

Содержание аммонийного **азота** в водах залива было ниже, чем в районе п. Мариуполь. Максимальная концентрация составила 55 мкг/дм^3 в поверхностном слое в сентябре. В районе дампинга средняя концентрация составила на поверхности 15, у дна 6 мкг/дм^3 . Содержание нитритного азота было ниже предела определения. Концентрация нитрат-

ного азота была невысокой: максимум составил 49 мкг/дм³ и был зафиксирован в поверхностных водах в июле. В районе дампинга средняя концентрация нитратного азота составила на поверхности 22, у дна 25 мкг/дм³. Средняя концентрация общего азота в заливе составила в июле 880 мкг/дм³ (максимум 1160), в сентябре 380 мкг/дм³, в районе дампинга – 670 на поверхности и 640 мкг/дм³ у дна. В июле 2011 г. концентрация общего **фосфора** изменялась в диапазоне 30–71, в сентябре – 32–52 мкг/дм³, максимум наблюдался в поверхностных водах. В районе дампинга средняя концентрация составила на поверхности 37 мкг/дм³, у дна 40 мкг/дм³.

Содержание растворенного **кислорода** в водах залива изменялось в июле в интервале 87–106% насыщения, в сентябре 101–125% насыщения, а в районе дампинга оно составило 103% на поверхности и 95% у дна. В период наблюдений воды залива были хорошо аэрированы. Присутствие сероводорода не зафиксировано. По величине **ИЗВ** воды Бердянского залива классифицировались как «очень чистые» (0,22 в июле, 0,17 в сентябре; I класс качества), в районе дампинга – также как «очень чистые» (0,21; I класс качества).

Таблица 2.6. Среднегодовая и максимальная концентрация биогенных элементов и загрязняющих веществ в водах украинской части Азовского моря в 2009–2011 гг.

Район	Ингредиент	2009 г.		2010 г.		2011 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Порт Мариуполь, внешний рейд	НУ	–		–		–	
		0,27	5	0,26	5	0,10	2,0
	СПАВ	–		–		–	
		52	0,5	56	0,6	38	0,4
	γ-ГХЦГ	–		–		–	
		2,2	0,2	0,9	<0,1	1,8	0,2
	Гептахлор	–		–		–	
		11,5	1,2	2,6	0,3	2,3	0,2
Азот аммонийный	44	0,1	45	0,1	20	<0,1	
	760	1,9	340	0,9	380	1,0	
Растворенный кислород %	117		117		114		
	97		88		94		
Порт Мариуполь, акватория	НУ	–		–		–	
		1,47	29	0,43	9	0,20	4
	СПАВ	–		–		–	
		57	0,6	35	0,4	67	0,7
	α-ГХЦГ	–		–		–	
		2,2	0,2	4,0	0,4	1,0	0,1
	γ-ГХЦГ	–		–		–	
		2,3	0,2	2,4	0,2	0,6	<0,1
	Гептахлор	–		–		–	
		0,6	<0,1	1,2	0,1	1,4	0,1
	Азот аммонийный	150	0,4	120	0,3	120	0,3
		1110	2,8	960	2,5	700	1,8
Растворенный кислород %	106		108		110		
	65		61		83		

Бердянский залив	НУ	0		0,02	0,4	0	
		0		0,11	2,2	0,23	5
	СПАВ	0		0		0	
		29	0,3	72	0,7	0	
	Азот аммонийный	0		20	<0,1	18	<0,1
		120	0,3	64	0,2	55	0,1
	Азот нитритный	0		0		0	
		6	0,3	17	0,8	0	
	Азот общий	850		760		630	
		1380		1200		1160	
	Фосфор общий	32		30		42	
		47		44		71	
	Растворенный кислород %	108		107		102	
		104		97		87	

Примечания:

1. Концентрация (С*) НУ приведена в мг/дм³; СПАВ, фенолов, аммонийного азота, нитритного азота, общего азота и общего фосфора – в мкг/дм³; растворенного кислорода – в % насыщения; α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ, ГПХ, альдрин – 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. Для всех ингредиентов использованы значения ПДК для морских вод.

5. Для акватории п. Мариуполь данные приведены для поверхностного горизонта.

Таблица 2.7. Оценка качества вод украинской части Азовского моря в 2009–2011 гг.

Район	2009 г.		2010 г.		2011 г.		Среднее содержание ЗВ в 2011 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Внешний рейд п. Мариуполь	0,19	I	0,19	I	0,25	I	NH ₄ 0,05; NO ₂ 0,3; O ₂ 0,65
Акватория п. Мариуполь	0,61	II	0,44	II	0,75	II	NH ₄ 0,31; NO ₂ 2,2; O ₂ 0,50
Бердянский залив			0,30	II	0,19	I	NH ₄ 0,05; O ₂ 0,72

Глава 3. ЧЕРНОЕ МОРЕ

Коршенко А.Н., Кочетков В.В., Панченко А.В., Любимцев А.Л.,
Клименко Н.П., Шibaева С.А., Мезенцева И.В., Коновалов С.К.,
Кондратьев С.И., Троценко Б.Г., Щерева Г., Арабидзе М.А., Барамидзе И.Н.,
Кучава Г.П., Бакрадзе Э.М.

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 (8,9⁰С) среднюю температуру воды. Зимой средняя температура воды на поверхности в открытом море составляет 6–8⁰С, однако на северо-западе и к югу от Керченского пролива опускается до 0,5⁰С и даже «минус» 0,5⁰С. Летом на всей акватории моря поверхностные воды прогревается до 25⁰С 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 7–8⁰С. Ниже температура с глубиной очень медленно повышается из-за геотермического притока тепла от дна и на глубине 2 км достигает 9,2⁰С.

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

Приливы незначительные и их максимальная величина не превышает 10 см. Хорошо выражены в море сгонно-нагонные явления под влиянием сильных зимних ветров, достигающие 20–60 см у берегов Кавказа и Крыма и до 2 м в северо-западной части. Осенне-зимние штормовые ветра могут развивать волны высотой до 6–8 м. Стоячие колебания уровня моря (сейши) развиваются в бухтах с периодами от нескольких минут до 2 ч и амплитудой в 40–50 см (Суховой В.Ф., 1986, 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 орорафии 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 23,5–24,9⁰С. 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. Гидрохимическое состояние вод Варненского залива

Варненский залив расположен между мысами Святой Георгий и Галата на северном болгарском побережье с общей поверхностью приблизительно 20 км² при ширине 4,5 км и длине 7,5 км. Залив связан с Варненским озером (лиманное образование в устье Провадийской реки) двумя судоходными каналами, поэтому водообмен с озером значительно влияет на качество вод залива. Индустрия, урбанизация, туризм, транспорт и сельское хозяйство – главные факторы антропогенного воздействия на морскую среду. Химический индустриальный комплекс Девня играет существенную роль в эмиссии биогенных элементов и загрязняющих веществ в воды водосборного района залива. Существенный вклад в загрязнение залива вносят реки Провадийска и Девня, которые принимают сточные воды химических заводов после очистных сооружений и втекают в Белославское озеро. Туризм, как одна из основных отраслей экономики района, также является существенным фактором воздействия на экологическое состояние залива и прилегающую акваторию. Кроме постоянных жителей Варны (число жителей в 2011 г. составило 343478 человек) количество отдыхающих и туристов оценивается выше, чем 4 млн. ночевок по данным Национального статистического института (Ежегодник, 2011). После спада в 2009 г. количество ночевок увеличивается (рис. 3.1).

Водная система Белославское озеро–Варненское озеро–Варненский залив является основным водным путем между портами Варна-Запад и Варна-Восток, поэтому она подвержена воздействию не только промышленного и коммунального стока, но и загрязнению от морского транспорта. Увеличение количества судов с заходом в порт Варна свидетельствует о потенциальном нарастании влияния судоходства.

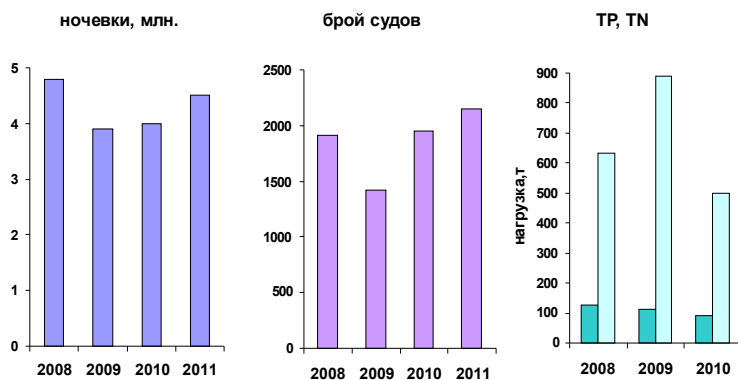


Рис. 3.1. Изменение нагрузки антропогенных факторов в районе г. Варна в период 2008–2011 гг.

Вклад городской станции очистки сточных вод «Варна» составляет свыше 90% общего поступления загрязненных вод в залив и Варненское озеро. Концентрация фосфора и азота даже после первичной очистки не всегда соответствует нормам. Поэтому с очищенными водами станции «Варна» в морскую среду обычно поступает более 90 т фосфора и 450 т азота в год. В целом береговой сток, включающий ливневые воды и сточные канализационные сбросы, определяет режим биогенных элементов акватории залива. Объем сброса фосфора и азота со станции очистки варьирует от года к году, однако наблюдается общий тренд к уменьшению.

Исследования гидрохимического состояния вод Варненского залива в 2011 г. проводились Институтом океанологии Болгарской академии наук (ИО БАН) на одной станции в северной части залива. Пробы отбирались 2 раза в месяц и анализировались по стандартным химическим параметрам: $T^{\circ}C$, $S\%$, pH, O_2 , БПК₅, $N-NO_3$, $N-NO_2$, $N-NH_4$, $P-PO_4$, $P_{общ}$ и Si (табл. 3.1). Министерство окружающей среды Болгарии обеспечило проведение исследования уровня загрязнения вод залива летом и осенью. Анализировались приоритетные и специфические загрязняющие вещества, в том числе хлорбифенилы, пестициды, тяжелые металлы и нефтяные углеводороды.

Таблица 3.1. Минимальное, максимальное и среднегодовое значение гидрохимических параметров в поверхностных водах Варненского залива в 2011 г.

2011	T	pH	S	O ₂	БПК ₅	NO ₃	NO ₂	NH ₄	P _{общ}	PO ₄	Si
	°C		%	мг/дм ³	мг/ дм ³	мкг/ дм ³	мкг/ дм ³	мкг/ дм ³	мкг/ дм ³	мкг/ дм ³	мкг/ дм ³
Сред	13,76	8,32	16,11	8,9	1,48	48,8	3,96	31,0	14,3	7,1	254,5
Макс	25,5	8,64	17,54	12,24	2,08	144,4	8,4	225,6	24,9	17,75	830
Мин	3,5	8,14	13,25	5,41	0,81	6,7	1,34	8,1	7,3	1,61	37,5

Минимальная соленость в заливе (13,25‰) была отмечена в январе, а максимальная (17,54‰) в сентябре. Значения БПК₅ варьировали в узком диапазоне 0,81–2,08 мг/дм³. Высокая концентрация кислорода (>12 мг/дм³) была измерена зимой с максимумом в марте, а наиболее низкая (5,41 мг/дм³) в августе в период максимального прогрева морской воды (рис. 3.2).

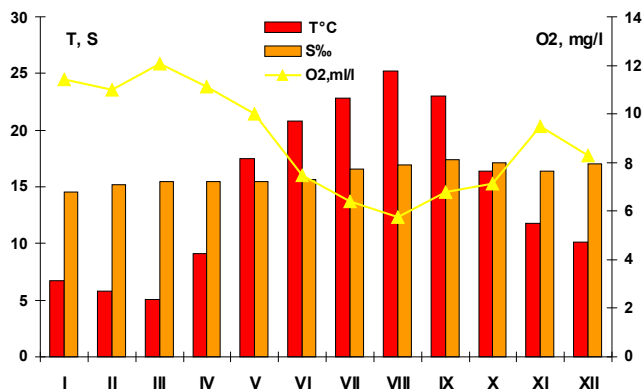


Рис. 3.2. Внутригодовое распределение температуры, солености и содержания кислорода в поверхностных водах Варненского залива в 2011 г.

Концентрация биогенных элементов в водах залива наиболее высокая в зимний период (рис. 3.3), а самые низкие значения нитратов и фосфатов были зафиксированы в августе-сентябре ($N-NO_3 < 15$ мкг/дм³) и в мае и августе ($P-PO_4 < 3$ мкг/дм³) соответственно. Преобладающая форма азота, нитратная, отличается максимальным процентным вкладом в содержание неорганического азота (DIN) в апреле и только летом уступает аммонийной форме. Максимальный вклад аммония в составе DIN устанавливается в августе и в октябре (>60%). В отличие от 2010 г. повышенные значения концентрации аммонийного азота летом не превышали 45 мкг/дм³. Самый высокий вклад нитритной формы азота (>10%) отмечен в сентябре. Сезонная динамика кремния отличается высокими значениями (>800 мкг/дм³) в январе. Кроме абсолютного максимума концентрации фосфатов и общего фосфора в январе выделяются повышенные значения в июле и октябре. По сравнению с предыдущим годом среднее содержание двух форм минерального азота ($N-NO_3$, $N-NO_2$) снизилось, фосфора повысилось, а кремния, растворенного кислорода и БПК₅ осталось на прежнем уровне.

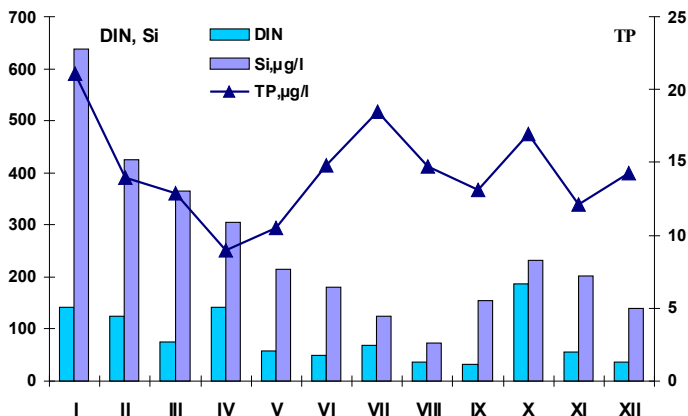


Рис. 3.3. Внутригодовое распределение биогенных элементов в водах Варненского залива в 2011 г.

В 2011 г. были проведены исследования по содержанию в морских водах «приоритетных» и «специфических» ЗВ в соответствии с требованиями европейской Рамочной директивы вод (WFD). Согласно Докладу Басейновой дирекции управления вод черноморского региона Болгарии (БДЧР, 2011) полученные результаты химического анализа проб показывают, что концентрация всех исследуемых загрязнителей в районе Варненского залива была ниже предела обнаружения используемых методов химического анализа:

- *Металлы*: Hg, Cd <1 мкг/дм³; Zn <8 мкг/дм³; Cu, Co, Ni, As, Li <3 мкг/дм³;
- *Полихлорированные бифенилы (ПХБ)*: PCB28, PCB52, PCB101, PCB105, PCB118, PCB138, PCB153, PCB156, PCB180 < 10 нг/дм³;
- *Пестициды и метаболиты*: 2,4' ДДЕ, 2,4' ДДД, 4,4' ДДД, 2,4' ДДТ <10 нг/дм³;
- *Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)*: нафтаден, антрацен, флуорантрен, бензо(б)флуорантен, бензо(к)флуорантен, бензо(г,х,и)перилен <50 нг/дм³; этилбензен, m-ксилен, p-ксилен <100 нг/дм³; пентахлоробензен, гексахлоробензен, индено(1,2,3)пирен <10 нг/дм³.

По болгарскому законодательству должно быть вычислено среднегодовое содержание, которое не должно превышать нормы, установленные в Постановлении о стандартах качества окружающей среды (Наредба СКОС, 2010). На основании результатов 2011 г. нельзя оценить качество вод, т.к. фактически большинство значений оказалось ниже предела обнаружения. Особенно это относится к ПХБ, поскольку предел обнаружения аналитического метода был выше, чем стандарты качества.

3.3. Загрязнение прибрежных вод украинской части моря

В 2011 г. мониторинг гидрохимического режима и загрязнения вод украинской части Чёрного моря проводился на устьевом участке и в устье дельтовых водотоков р. Дунай (Дунайская ГМО), в Сухом лимане (ГМБ «Ильичевск»), в устье р. Южный Буг и Бугском лимане (Николаевский ЦГМ), на акватории портов Одесса (Одесским ГМЦЧАМ) и Ялта (МГ «Ялта») с января по декабрь; в районе входного канала и очистных сооружений г. Ильичёвска (ГМБ «Ильичевск») – один раз в два месяца; в Днепровском лимане – с апреля по декабрь и в устье р. Днепр (Николаевский ЦГМ) – в апреле, июне, августе и декабре.

3.3.1. Устьевой участок р. Дунай

Содержание **нефтяных углеводородов** (НУ) в период наблюдений, как и в предыдущие годы, было ниже предела определения использованного метода анализа (0,05 мг/дм³). Концентрация СПАВ изменялась от «не обнаружено» до 70 мкг/дм³ (0,7 ПДК). Содержание фенолов варьировало от аналитического нуля до 5 мкг/дм³ (5 ПДК). Максимальное значение наблюдалось в июле в районе п. Измаил. Повторяемость концентрации фенолов, достигавших и превышавших ПДК, составила 60% от общего числа наблюдений. Среднегодовой уровень не изменился. В дунайских водах отмечались случаи присутствия хлорорганических **пестицидов**. Их максимальная концентрация достигала следующих величин: α-ГХЦГ 25 (июль), β-ГХЦГ 180, ДДЭ 50, ДДД 320 и ДДТ 280 нг/дм³ (сентябрь). Среднее за год содержание пестицидов осталось на уровне предыдущих лет. Содержание шестивалентного **хрома** изменялось в диапазоне 0–23 мкг/дм³

(23 ПДК). Максимальная концентрация зафиксирована в мае в районе п. Измаил. Повторяемость значений концентрации хрома, достигавших и превышавших ПДК, составила 98% от общего числа наблюдений. Среднегодовое содержание хрома в последние три года изменялось в пределах 7–8 ПДК.

Концентрация общего **фосфора** изменялась от 39 до 210 мкг/дм³; максимальная концентрация зафиксирована в июне в районе п. Измаил. Среднемесячные величины содержания фосфора изменялись от 59 до 190 мкг/дм³. Среднегодовая величина осталась на уровне предыдущего года и составила 100 мкг/дм³. Содержание аммонийного **азота** изменялось от значений ниже предела обнаружения до 260 мкг/дм³ (0,7 ПДК). За последние три года содержание аммонийного азота уменьшилось почти вдвое. Концентрация нитритного азота варьировала в диапазоне 9–54 мкг/дм³ (2,7 ПДК). Наибольшие значения наблюдались в августе в районе пп. Килия и Вилково. Повторяемость в этом районе концентрации азота равной или превышавшей ПДК составила 62% от общего числа наблюдений. Среднегодовое содержание азота существенно не изменилось и составило 20 мкг/дм³. Концентрация нитратного азота изменялась от 320 до 2600 мкг/дм³; максимум был отмечен в феврале в районе п. Измаил. Среднегодовое содержание нитратов составило 1230 мкг/дм³, оставаясь на уровне среднемноголетнего за 2009–2011 гг.

Абсолютное содержание растворённого **кислорода** в дунайских водах изменялось в пределах 4,76–11,90 мг/дм³, относительное содержание – от 60 до 111% насыщения. Дефицит растворенного кислорода по среднемесячным значениям достигал 19%. Среднегодовое содержание растворенного кислорода за последние годы снизилось на 6% насыщения.

3.3.2. Устье дельтовых водотоков р. Дунай

Уровень загрязнения вод **НУ** в устье дельтовых водотоков р. Дунай, как и в предыдущие годы, был невысоким, а их максимальная концентрация достигала 0,05 мг/дм³ и была зафиксирована в декабре. Присутствие СПАВ отмечено только в марте, августе и декабре. Максимальная концентрация составила 50 мкг/дм³ в рук. Потаповский. Содержание фенолов изменялось от «не обнаружено» до 5 мкг/дм³ (5 ПДК), а максимальное загрязнение вод наблюдалось в июле в рук. Белгородский. В 23% проб концентрация фенолов достигала или превышала ПДК. Среднее за год содержание фенолов было минимальным за последние три года. В устье дельтовых водотоков были отмечены единичные случаи присутствия **ХОП**. Максимальная концентрация α -, γ -ГХЦГ, ДДЭ, ДДД и ДДТ составила 0,6; 3,4; 2; 5 и 6 нг/дм³ соответственно. В период наблюдений содержание ПХБ было ниже предела обнаружения (20 нг/дм³).

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 32–220 мкг/дм³, а максимальная величина зафиксирована в рук. Старостамбульский в июне. За последние годы среднее содержание общего фосфора выросло на 30 мкг/дм³, достигнув 120 мкг/дм³. Содержание общего **азота** изменялось в пределах 1610–3600 мкг/дм³, максимальное наблюдалось в декабре в рук. Быстрый. Среднемесячные значения азота в январе и апреле составили 1900 и 1920 мкг/дм³, в остальное время достигали 2700–2780 мкг/дм³; среднегодовое содержание составило 2190 мкг/дм³. Концентрация аммонийного азота изменялась от «не обнаружено» до 210 мкг/дм³ (0,5 ПДК). За последние годы содержание аммония уменьшилось в 1,7 раза. Концентрация нитритного азота изменялась от 8 до

47 мг/дм³ (2,4 ПДК). Повторяемость концентрации нитритов выше или равной нормативу составила 66% от общего числа наблюдений. Среднегодовое содержание (18 мг/дм³) было в 1,5 раза ниже, чем за аналогичный период наблюдений в предыдущем году. Концентрация нитратного азота изменялась в диапазоне 530–2900 мг/дм³ (макс февраль, рукав Старостамбульский). Высокие среднемесячные концентрации 1550–2320 мг/дм³ наблюдались с февраля по апрель. Среднегодовое содержание азота составило 1030 мг/дм³ и было наибольшим за последние три года.

Абсолютное содержание растворённого **кислорода** в устье дельтовых водотоков изменялось в пределах 4,45–11,90 мг/дм³, относительное содержание – от 54 до 111% насыщения. Дефицит растворенного кислорода (за исключением апреля) по среднемесячным значениям достигал от 7 до 20%. Среднегодовое содержание растворенного кислорода с 2009 по 2011 г. снизилось на 8% насыщения.

3.3.3. Сухой лиман

Содержание **НУ** в водах Сухого лимана в январе и апреле составляло до 0,06 мг/дм³ (1,2 ПДК), а в остальные месяцы они не были обнаружены. Присутствие СПАВ было зафиксировано только в поверхностных водах, а их концентрация изменялась в пределах 0–190 мг/дм³ (1,9 ПДК) с максимумом в мае. Среднегодовое содержание СПАВ составило 0,2 ПДК. Фенолы в водах лимана, как и в предыдущие годы, обнаружены не были. Концентрация общего **фосфора** изменялась от 13 до 140 мг/дм³, в среднем 60 мг/дм³. Максимальное значение зафиксировано в придонных водах в марте. Содержание общего **азота** изменялось от 50 до 430 мг/дм³ (ноябрь). Среднее за год содержание составило 97 мг/дм³ в поверхностном слое и 160 мг/дм³ у дна. Концентрация аммонийного азота варьировала от отсутствия до 76 мг/дм³. Содержание нитритного азота было менее 1 ПДК, максимальная концентрация достигала в мае 12 мг/дм³ (0,6 ПДК). Концентрация нитратного азота изменялась от «не обнаружено» до 81 мг/дм³ (сентябрь).

Абсолютное содержание растворённого **кислорода** в водах лимана изменялось в пределах 4,99–12,63 мг/дм³, относительное содержание – от 47 до 115% насыщения. Средняя за год концентрация растворённого кислорода в поверхностном слое вод составила 87%, у дна – 68% насыщения. По среднемесячным значениям в период наблюдений дефицит растворенного кислорода в поверхностном слое достигал 24%, в придонном – 38% насыщения. За последние три года аэрация вод улучшилась и составила в среднем 78% насыщения. Сероводород в водах Сухого лимана, как и в предыдущие годы, не обнаружен.

3.3.4. Район входного канала и очистных сооружений г. Ильичевска

Содержание **НУ** в придонных водах в марте достигало 0,05 мг/дм³ (1 ПДК), а в остальные месяцы НУ не были обнаружены. Присутствие СПАВ было зафиксировано только в поверхностных водах, где их максимальная концентрация в мае превысила ПДК в 1,4 раза. В течение последних лет концентрация фенолов в районе была ниже предела определения (3 мг/дм³). Содержание общего **фосфора** в поверхностном слое вод изменялось в диапазоне 18–110 мг/дм³; у дна

40–120 мкг/дм³. Максимальная концентрация зафиксирована в марте. Среднегодовое содержание фосфора составило 77 мкг/дм³ и было максимальным за последние три года. Концентрация общего **азота** изменялась от 50 до 450 мкг/дм³. Среднее за год содержание составило 93 мкг/дм³ на поверхности и 140 мкг/дм³ у дна. Концентрация нитритного азота не превышала 8 мкг/дм³ (январь, ноябрь), нитратного азота изменялась в пределах 11–85 мкг/дм³ (сентябрь). Содержание аммонийного азота варьировало от «не обнаружено» до 32 мкг/дм³ (ноябрь). За последние три года среднегодовое содержание этой формы азота было самым низким и составило 8 мкг/дм³.

Аэрация вод в период наблюдений была недостаточной. Относительное содержание растворенного в воде **кислорода** изменялось в диапазоне 71–93% на поверхностном горизонте и 51–75% насыщения на придонном; среднегодовая величина составила 74% насыщения. По абсолютным значениям содержание кислорода варьировало в пределах 7,23–10,10 и 5,96–8,59 мг/дм³ соответственно. Сероводород не был обнаружен.

В мае и сентябре в Сухом лимане и в районе входного канала проводились наблюдения за содержанием в верхнем слое **донных отложений** НУ и суммы фенолов; концентрация этих загрязняющих веществ была ниже предела определения.

3.3.5. Порт Одесса

Содержание **НУ** варьировало от значений ниже предела обнаружения до 0,65 мг/дм³ (13 ПДК) на поверхности и до 0,26 мг/дм³ (5,2 ПДК) у дна. Среднемесячная концентрация в течение года в поверхностных водах порта превышала ПДК в 2–7,6 раза. Максимальное загрязнение наблюдалось в апреле. Среднегодовое содержание НУ составило 0,18 мг/дм³ и было максимальным за последние три года. Концентрация СПАВ изменялась от «не обнаружено» до 210 мкг/дм³ (2,1 ПДК, ноябрь), среднегодовая 90 мкг/дм³. Повторяемость концентрации, достигавшей или превышавшей ПДК, составила 65% от общего числа наблюдений. Содержание фенолов в водах порта изменялось от аналитического нуля до 12 мкг/дм³, максимум отмечен в августе и октябре. В 49% проб концентрация фенола достигала или превышала норматив. Среднегодовая величина осталась на уровне предыдущих лет и составила 4 ПДК.

Концентрация общего **фосфора** изменялась в диапазоне 14–49 мкг/дм³. Среднегодовое значение составило 31 мкг/дм³ и было наименьшим за последние три года. Содержание общего **азота** варьировало от 45 до 90 мкг/дм³. Среднегодовое значение (60 мкг/дм³) было минимальным за последние три года. Концентрация нитритного азота не превышала 10 мкг/дм³ (июль), нитратного азота – 15 мкг/дм³ (июль и сентябрь). Концентрация аммонийного азота, за исключением января и февраля, изменялась от 20 до 55 мкг/дм³ (июль).

В период наблюдений воды порта были аэрированы недостаточно хорошо. Относительное содержание растворенного **кислорода** изменялось в диапазоне от 72 до 122% насыщения. По абсолютным значениям содержание растворенного кислорода варьировало в пределах 6,52–11,75 мг/дм³. Дефицит растворенного кислорода по среднемесячным значениям составлял на обоих горизонтах от 2 до 22% насыщения. В сравнении с аналогичным периодом предыдущего года кон-

центрация растворенного кислорода снизилась на 5%, и составила 87% насыщения. **Сероводород**, как и в предыдущие годы, не был обнаружен.

Мониторинг загрязнения НУ и фенолами (сумма) верхнего слоя **донных отложений** акватории п. Одесса проводился в мае и сентябре. Среднее содержание НУ изменялось от 0,33 в мае до 0,38 мг/г абсолютно сухого грунта в сентябре. Максимальная концентрация в пробе (0,55 мг/г) отмечена в сентябре. Среднее содержание НУ (0,21 мг/г) было минимальным за последние четыре года. Концентрация суммы фенолов варьировала в пределах 3–6 мкг/г абсолютно сухого грунта. Максимальным загрязнение верхнего слоя донных отложений было в мае. Среднее за период наблюдений содержание (5 мкг/г) оставалось на уровне предыдущих лет.

3.3.6. Устье реки Южный Буг, Бугский лиман

Концентрация **нефтяных углеводородов** в водах лимана изменялась от аналитического нуля до 0,72 мг/дм³ (14,4 ПДК). Максимальное загрязнение зафиксировано в сентябре на придонном горизонте в устье р. Ю.Буг. В 77% от общего числа наблюдений концентрация достигала или превышала ПДК. Среднегодовое содержание НУ (0,16 мг/дм³) втрое превысило ПДК. Концентрация СПАВ в течение года изменялась от «не обнаружено» до 130 мкг/дм³ (1,3 ПДК, июнь) на поверхности и до 90 мкг/дм³ у дна. В январе, октябре и декабре фенолы в водах лимана отсутствовали, а в остальные месяцы их максимальная концентрация достигала 3–10 мкг/дм³ (3 и 10 ПДК). В 41% проб концентрация фенолов превышала норматив, а среднегодовое содержание осталось на уровне предыдущих лет. В отдельных пробах вод лимана были обнаружены **ХОП**. Максимальная концентрация достигала для α -ГХЦГ – 6,2 нг/дм³ (июль), γ -ГХЦГ – 3,3 (сентябрь), ГХП – 8,0 (июль), альдрин – 3,9 (август), ДДЭ – 4 нг/дм³ (июль). Концентрации ДДД и ДДТ были ниже предела определения (3 нг/дм³). Среднее за год содержание указанных пестицидов осталось на уровне предыдущих лет. Концентрация ПХБ в водах лимана была менее предела количественного определения (20 нг/дм³).

Содержание общего **фосфора** изменялось в пределах 23–360 мкг/дм³, максимальное наблюдалось в декабре. За последние три года среднегодовое содержание фосфора было наибольшим и составило 200 мкг/дм³. Концентрация общего **азота** в поверхностных водах лимана изменялась в диапазоне от 110 до 1910 мкг/дм³ (февраль), в придонных – 160–670 мкг/дм³. Среднегодовое содержание за последние годы снизилось на 80 мкг/дм³. Концентрация аммонийного азота изменялась от «не обнаружено» до 450 мкг/дм³ (1,2 ПДК), максимум наблюдался в сентябре в устье р. Ингул. Среднегодовое содержание азота (130 мкг/дм³) было максимальным за последние три года. Концентрация нитритного азота в декабре в районе морского порта достигала 31 мкг/дм³ (1,6 ПДК). Повторяемость концентрации, достигавшей или превышавшей ПДК, составила 11% от общего числа наблюдений. Среднегодовое содержание азота составило 14 мкг/дм³. Концентрация нитратного азота была менее ПДК, изменяясь от аналитического нуля до 590 мкг/дм³. Среднегодовое содержание этого ингредиента выросло на 13 мкг/дм³.

Относительное содержание растворённого **кислорода** варьировало от 15 до 148% для поверхностных вод и от отсутствия до 111% насыщения для придонных. По абсолютным значениям содержание растворенного кислорода в водах лимана изменялось в пределах 5,09–18,83 мг/дм³ на поверхности и от «не обнаружено» до 13,18 мг/дм³ у дна. Дефицит растворенного кислорода на поверхности по среднемесячным значениям достигал 15%, на придонном горизонте с апреля по ноябрь составил 13–90% насыщения. С мая по сентябрь зафиксировано шесть случаев низкого и шесть случаев экстремально низкого содержания растворённого кислорода, в том числе дважды отмечалось его полное отсутствие. За последние годы кислородный режим ухудшился, среднегодовое содержание растворенного кислорода в водах лимана снизилось на 22% и составило 72% насыщения. Присутствие **сероводорода** было обнаружено в июне и августе в придонных водах лимана с максимальной концентрацией 0,77 и 0,38 мл/дм³ соответственно.

3.3.7. Днепровский лиман

Содержание **НУ** изменялось от значений ниже предела обнаружения до 0,58 мг/дм³, среднее за год составило 0,22 мг/дм³. Максимальная концентрация (11,6 ПДК) была зафиксирована в октябре в поверхностных водах Кинбурнского пролива. Среднемесячное содержание НУ на обоих горизонтах в октябре и ноябре превышало ПДК в 8–10 раз, в остальные месяцы (за исключением декабря) – в 1,8–5,2 раза. В 84% проанализированных проб воды концентрация нефтяных углеводородов превышала допустимый норматив, однако общий уровень загрязнения вод лимана несколько уменьшился. СПАВ были обнаружены в апреле и октябре в концентрации на поверхностном горизонте не более 60 мкг/дм³ (апрель) и 30 мкг/дм³ у дна. Присутствие фенолов (до 4 мкг/дм³, 4 ПДК) зафиксировано только в летний период (июнь–июль) в поверхностных водах Кинбурнского пролива. Повторяемость значений выше ПДК составила 16% от общего числа наблюдений. В пробах вод были зафиксированы единичных случаи присутствия **ХОП**, в том числе α - и γ -ГХЦГ с концентрацией 3,1 и 0,8 нг/дм³ соответственно, ГХП – от 0,8 до 6,0 нг/дм³. В единичных пробах отмечено присутствие ПХБ.

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 22–160 мкг/дм³ (декабрь). Среднегодовое содержание (60 мкг/дм³) за последние три года снизилось на 22 мкг/дм³. Концентрация общего **азота** в поверхностных водах изменялась от 220 до 730 мкг/дм³, у дна 80–820 мкг/дм³. Максимум отмечен в июне в водах Кинбурнского пролива. Среднегодовое содержание азота (450 мкг/дм³) за последние три года было максимальным. Концентрация аммонийного азота изменялась от «не обнаружено» до 260 мкг/дм³ (сентябрь). За последние три года его среднее содержание снизилось до 76 мкг/дм³. Концентрация нитритного азота не превышала 27 мкг/дм³ (1,4 ПДК). Максимум зафиксирован в октябре на придонном горизонте. Среднегодовое содержание составило 5 мкг/дм³. Концентрация нитратного азота была менее ПДК и изменялась от «не обнаружено» до 43 мкг/дм³, за исключением октября, когда она варьировала в диапазоне 120–290 мкг/дм³. Среднегодовое содержание (24 мкг/дм³) осталось на уровне предыдущих лет.

Относительное содержание растворённого **кислорода** в водах лимана изменялось в пределах 57–113% насыщения на поверхностном горизонте и 27–89% на придонном. По абсолютным значениям содержание растворенного кислорода варьировало в пределах 4,80–12,38 мг/дм³ на поверхности и 2,29–8,92 мг/дм³ у дна. Дефицит растворенного кислорода на поверхности в среднем за месяц достигал 35%, у дна – от 18 до 72% насыщения. Среднегодовое содержание растворенного кислорода выросло на 3% насыщения. Присутствие сероводорода в придонных водах лимана не было зафиксировано.

3.3.8. Устье реки Днепр

Содержание **нефтяных углеводородов** в водах устьевой области реки Днепр изменялось от 0 до 0,48 мг/дм³ (9,6 ПДК, июнь), среднее за год (0,16 мг/дм³) повысилось в 2,7 раза. Среднемесячная величина (за исключением апреля) превышала ПДК в 2–7 раз. В половине проб концентрация НУ превышала установленный норматив. В период наблюдений концентрация СПАВ не превышала 60 мкг/дм³. Присутствие фенолов (сумма) зафиксировано в июне, августе и декабре и их содержание достигало 5 мкг/дм³ (5 ПДК, август). Повторяемость концентрации, достигавшей или превышавшей ПДК, составила 50% от общего числа наблюдений. В единичных пробах днепровских вод наблюдалось присутствие **ХОП**, в том числе ГПХ и γ -ГХЦГ с концентрацией 1,9 нг/дм³ (август, декабрь), ДДЭ – 2 нг/дм³ (декабрь). Единичные значения ПХБ были менее 20 нг/дм³.

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 30–170 мкг/дм³ (декабрь). Среднегодовое содержание фосфора за последние три года снизилось до 94 мкг/дм³. Концентрация общего **азота** изменялась от 90 до 490 мкг/дм³ (август). Среднегодовое содержание было минимальным за последние годы и составило 280 мкг/дм³. Концентрация аммонийного азота изменялась от «не обнаружено» до 81 мкг/дм³ (июнь); средняя снизилась до 17 мкг/дм³. Содержание нитритного азота не превышало 10 мкг/дм³. Концентрация нитратного азота была менее ПДК и изменялась от 76 до 140 мкг/дм³ (август), среднегодовое его содержание составило 105 мкг/дм³.

Относительное содержание растворённого **кислорода** варьировало в пределах 62–105% насыщения, а по абсолютным значениям изменялось в пределах 7,33–12,50 мг/дм³. Дефицит растворенного кислорода по среднемесячным значениям составлял 3–20% насыщения. Среднегодовое содержание растворенного кислорода (93%) за последние три года снизилось на 5% насыщения.

3.3.9. Экспедиционные исследования у крымского побережья

В августе 2011 г. в 69-м рейсе НИС "Профессор Водяницкий" отрядом ОБМ МГИ НАНУ (рис. 3.4) были выполнены исследования особенностей гидрохимического режима вод районов около крымского побережья (Коновалов С.К., Еремеев В.Н., 2012). В состав работ вошло определение pH, щелочности (Моисеенко О.Г., Коновалов С.К., Козловская О.Н., 2010), растворенного кислорода, сероводорода, биогенных элементов; вдоль западного побережья Крыма были отобраны пробы донных отложений. Станции были расположены: над грязевыми вулканами (Коновалов С.К., Овсяный Е.И., 1998), где на 5 горизонтах до 30 метров от дна отбирались пробы (по два батометра на каждом горизонте) на се-

роводород, рН и щелочность; над континентальным склоном и глубоководной частью моря, на которых на придонном горизонте и в интервалах изопикн 16,3–14,4 кг/м³ отбирались пробы на растворенный кислород, сероводород, рН, щелочность (Коновалов С.К., Еремеев В.Н., 2012); на СЗ шельфе Черного моря, на которых на поверхности и придонном горизонте отбирались пробы на растворенный кислород, рН, щелочность; в Каламитском заливе, на которых дночерпателем отбирались пробы донных осадков; в глубоководной части моря, на которых геологической трубкой отобраны пробы верхней 50-сантиметровой фракции донных осадков через 5 см для изучения особенностей вертикального распределения микроэлементов и тяжелых металлов.

Полученные в ходе работ вертикальные профили величин щелочности и рН во всей толще вод моря позволили рассчитать зависимости распределения этих параметров от глубины и относительной плотности воды (рис. 3.5).

В аэробной зоне до изопикны $\sigma_t = 15,8$ кг/дм³ (глубины около 100 м) среднее значение щелочности составляет 3,296 мг-экв/дм³ (53 определения, СКВО=0,009, исключен поверхностный горизонт). В сероводородной зоне до глубины 1700 м щелочность линейно зависит от концентрации сероводорода по уравнению: $TA = 3,318 + 1,472 \cdot 10^{-1} [H_2S]$, коэффициент детерминации 0,9994, где TA – величина щелочности в мг-экв/дм³, $[H_2S]$ – концентрация сероводорода в мл/л. Глубже горизонта 1700 м значение величины щелочности принимает постоянное значение 4,521 мг-экв/дм³ (18 определений, СКВО=0,012). Характерное уменьшение щелочности при значениях солености менее 18‰ в верхней 100-метровой толще вод отражается на пространственном распределении щелочности в поверхностных водах на глубине 1 м возле побережья Крыма в августе 2011 г. (рис. 3.6).

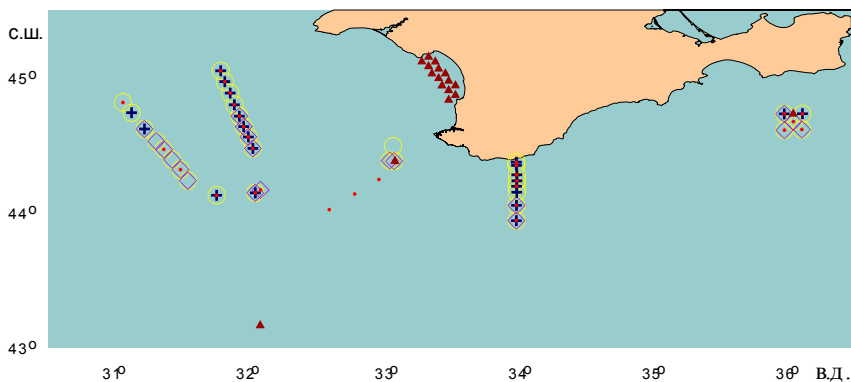


Рис. 3.4. Схема расположения гидрохимических станций в 69-м рейсе НИС "Профессор Водяницкий" в августе 2011 г.

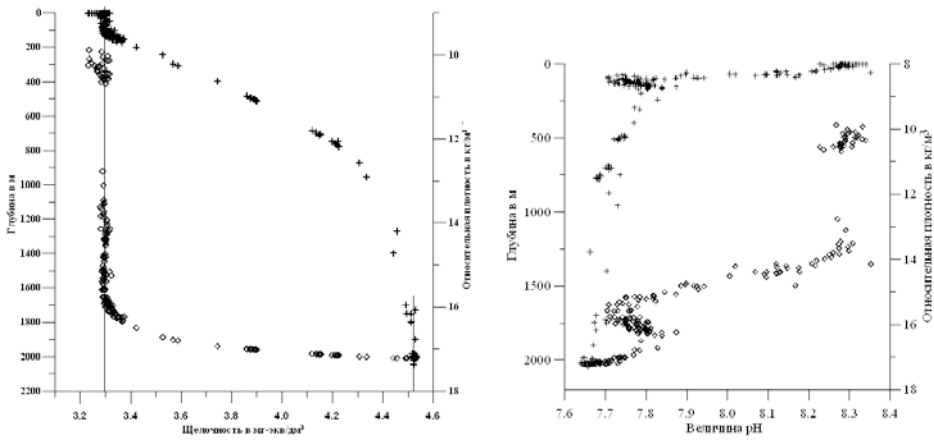


Рис. 3.5. Вертикальные профили величин щелочности и pH относительно глубины (+) и относительной плотности (◇) в августе 2011 г.

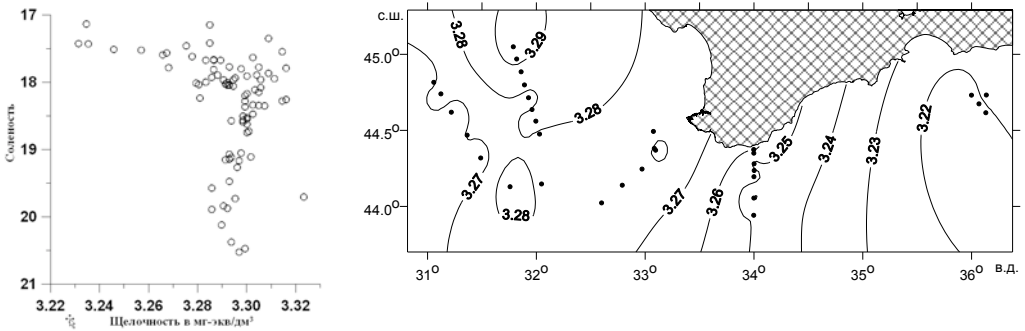


Рис. 3.6. Зависимость щелочности от солёности в верхней 100-метровой толще вод и распределение величины щелочности (мг-экв/дм³) на поверхностном горизонте в августе 2011 г.

В центральной глубоководной части моря вертикальные профили концентрации сероводорода в августе 2011 г. показывали характерное увеличение его содержания с ростом глубины (Δ) более 150–200 м и относительной плотности (O) выше 15,8 кг/м³ (рис. 3.7).

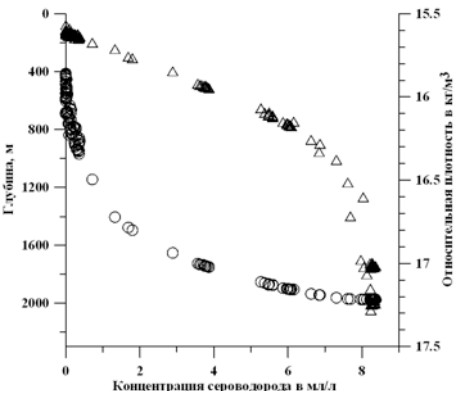


Рис. 3.7. Вертикальное распределение концентрации сероводорода (мл/дм³) относительно глубины (Δ) и относительной плотности (O) в августе 2011 г.

3.3.10. Гидрохимический режим и загрязнение атмосферных осадков (г. Севастополь)

Исследования гидрохимического состояния вод Севастопольской бухты были выполнены сотрудниками Отдела Биогеохимии моря (ОБМ) Морского гидрофизического института (МГИ НАН Украины) 1–2 февраля, 15–16 сентября и 30 ноября – 1 декабря 2011 г. (http://wiki.iczm.org.ua/ru/index.php/Прибрежный_мониторинг_отдела_биогеохимии_моря_МГИ_НАНУ), (Долотов В.В. и др., 2012, Konovalov S. et al., 2011), (рис. 3.8).

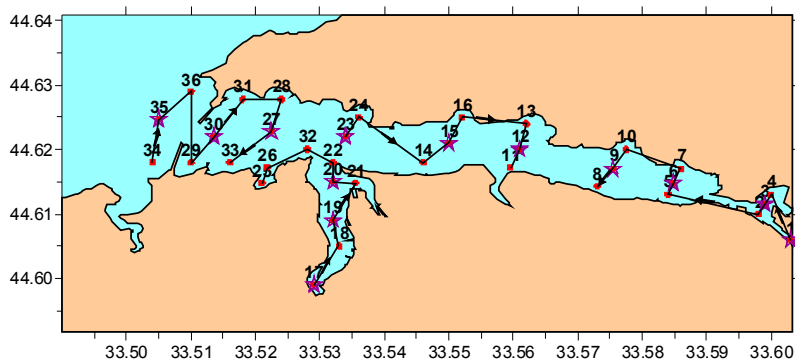


Рис. 3.8. Станции отбора проб в Севастопольской бухте в 2011 г.

Отбор проб для химических анализов морской воды в бухте выполняли в поверхностном (0–1 м) и придонном (0,5–1 м от дна) слоях. Невысокий процент насыщения вод бухты кислородом в сентябре был связан с низким содержанием кислорода в придонных водах, где происходило разложение осевшего органического вещества (табл. 3.2).

Таблица 3.2. Пределы изменений, средняя концентрация и среднее квадратичное отклонение (σ) гидрохимических параметров вод Севастопольской бухты в разные сезоны 2011 г.

Сев. бухта	1–2 февраля			15–16 сентября			30 ноября – 1 декабря		
	пределы	сред.	σ	пределы	сред.	σ	пределы	сред.	σ
О ₂ мл/дм ³	6,57–7,95	7,53	0,26	2,24–6,08	5,16	0,58	6,64–7,94	7,13	0,31
О ₂ %	88,9–105,8	100,1	3,1	35,9–110,9	92,4	11,7	94,1–108,5	99,6	3,1
pH	8,34–8,50	8,47	0,03				8,30–8,48	8,41	0,04
Фосфаты (P-PO ₄) мкг/дм ³	0,00–3,10	0,31	0,62	0,00–31,9	6,19	4,96	0–6,81	2,79	1,55
Si мкг/дм ³	2,8–28,1	22,5	44,9	44,9–342,7	146,1	56,2	0–820,2	44,9	103,9
Нитриты (N-NO ₂) мкг/дм	0–89,2	8,4	13,4						
Нитраты (N-NO ₃) мкг/дм ³	25,1– 718,7	92,5	99,5						
Аммоний (N-NH ₄) мкг/дм ³	0,0–33,6	7,0	7,0				0–37,4	5,0	8,3
Alk мг-экв/дм ³	3,331–3,645	3,371	0,041				3,299–3,518	3,328	0,026
C _{неорг} общий мг/дм ³	36,50–41,23	37,04	0,70						
TSM мг/дм ³	0,61–8,10	2,34	1,78	0,59–7,14	2,39	2,13	0,82–18,33	4,30	3,64

В 2011 г. **МО УкрНИГМИ** (г. Севастополь) продолжил исследования кислотно-щелочного баланса (рН) атмосферных выпадений и загрязнения дождевых вод АСПАВ. Для исследования атмосферных выпадений пробы отбирались на морской гидрометеостанции (МГ «Севастополь»). Диапазон значений рН составил 3,78 (14.01.11 г.) – 8,07 (10.02.11 г.) ед.рН. В 66% проб дождевые воды имели кислую среду менее 7,00 ед. Внутригодовое изменение значений рН имело монотонный характер, за исключением января, когда средняя месячная величина рН была минимальной (5,38). Концентрация анионных СПАВ изменялась от «не обнаружено» до 250 мкг/дм³. Экстремально высокая концентрация наблюдалась в период гидрологической весны (24.05.2011 г.). Среднее содержание для холодного и теплого периодов составило 40 мкг/дм³.

В атмосферных аэрозолях, отбираемых в центральной части г. Севастополя, определялось содержание фосфатного фосфора (0,023–0,064 мкг/м³, в среднем 0,036 мкг/м³) и АСПАВ (0–0,86 мкг/м³). Максимальное загрязнение аэрозолей детергентами наблюдалось в период гидрологической весны (апрель–июнь), минимальное – в период гидрологического лета (июль–сентябрь).

3.3.11. Порт Ялта

Содержание **НУ** в водах порта изменялось от значений ниже предела обнаружения до 0,07 мг/дм³ (1,4 ПДК, июнь и декабрь). Среднемесячное содержание на обоих горизонтах в основном было ниже предела определения. Только в 4% от общего числа наблюдений концентрация нефтяных углеводородов достигала или превышала ПДК, а в целом уровень загрязнения остался на уровне предыдущих лет. Содержание СПАВ не превышало 15 мкг/дм³ (декабрь). Фенолы на акватории порта Ялта, как и в предыдущие годы, отсутствовали. В единичных пробах воды были обнаружены **ХОП**: γ -ГХЦГ, ГПХ и ДДЭ с максимальной концентрацией 3,6 (декабрь), 2,0 (март–май) и 3,0 нг/дм³ (март) соответственно. Полихлорбифенилы не были обнаружены.

Содержание общего **фосфора** варьировало в пределах 0–27 мкг/дм³, а среднее за год (13 мкг/дм³) было минимальным за последние три года. Концентрация общего **азота** в поверхностных водах изменялась от 500 до 1570 мкг/дм³ (август), у дна 290–610 мкг/дм³ (ноябрь). Среднегодовое содержание за последние три года снизилось с 990 до 600 мкг/дм³. Концентрация аммонийного азота была ниже ПДК и изменялась от 34 до 99 мкг/дм³; среднее за год значение выросло до 65 мкг/дм³. Концентрация нитритного азота не превышала 9 мкг/дм³; нитратного азота изменялась в поверхностных водах в диапазоне от 90 до 480 мкг/дм³ (декабрь), у дна 0–160 мкг/дм³. В среднем поверхностные воды содержали нитратов в 4,2 раза больше, чем придонные, а общий уровень нахождения в водах порта за последние годы увеличился в 2,2 раза.

Относительное содержание растворённого **кислорода** на поверхности изменялось в пределах 86–105% насыщения, у дна 90–108%. По абсолютным значениям аэрация вод варьировала в пределах 6,60–11,22 мг/дм³ на поверхности и 7,45–10,97 мг/дм³ у дна. Годовое содержание растворённого кислорода на обоих горизонтах составило соответственно 95 и 99% насыщения.

3.3.12. Керченский пролив

Северная узость (разрез порт Крым – порт Кавказ). В 2011 г. мониторинг состояния морских вод в северной узости Керченского пролива проводился МГС «Опасное» на разрезе между портами Крым и Кавказ с апреля по октябрь (рис. 3.9).

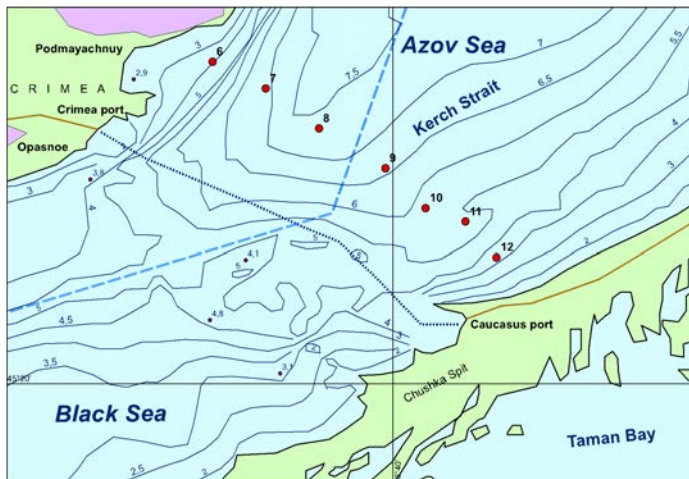


Рис. 3.9. Станции мониторинга (№№ 6–9) в северной узости Керченского пролива в 2011 г.

Средняя концентрация **НУ** составила $0,02 \text{ мг/дм}^3$ (0,4 ПДК), заметно снизившись в сравнении с 2002–2010 гг. (рис. 3.10). Максимальная концентрация достигала $0,23 \text{ мг/дм}^3$ (5 ПДК) и была зафиксирована в августе (табл. 3.3). Максимальное содержание СПАВ в водах пролива достигало 26 мкг/дм^3 (0,3 ПДК, сентябрь), а средняя за год была менее 25 мкг/дм^3 , т.е. на уровне предыдущего года и самой низкой за десятилетний период. Максимальные значения концентрации фенолов достигали 3 мкг/дм^3 (3,0 ПДК) практически в течение всего периода наблюдений. В 2011 г. содержание **пестицидов**: α -ГХЦГ, ДДТ, ДДД и ПХБ в водах северной узости пролива было ниже предела определения использованного метода химического анализа. Присутствие γ -ГХЦГ зафиксировано в октябре: концентрация изменялась от «не обнаружено» до $2,3 \text{ нг/дм}^3$ (поверхностные воды). ДДЭ обнаружен в июне в двух пробах ($2,2$ и $2,1 \text{ нг/дм}^3$). Альдрин был обнаружен в одной пробе в июне ($11,8 \text{ нг/дм}^3$, 1,2 ПДК). Присутствие ГПХ зафиксировано с июня по сентябрь: в июне в одной пробе ($7,0 \text{ нг/дм}^3$), в августе во всех пробах ($1,0$ – $3,4 \text{ нг/дм}^3$).

Наибольшая концентрация аммонийного **азота** в октябре достигала 75 мкг/дм^3 (0,2 ПДК), а средняя (менее 10 мкг/дм^3) была минимальной за последнее десятилетие (рис. 3.10). Содержание нитритного азота изменялось в диапазоне 0 – 5 мкг/дм^3 (май, июнь и август). Концентрация нитратного азота изменялась от значений ниже предела обнаружения до 42 мкг/дм^3 (октябрь). В целом наблюдаемые величины существенно ниже установленных нормативов. Максимальная концентрация общего азота (1040 мкг/дм^3 , август) была на 110 мкг/дм^3 ниже прошлогодней. Средняя концентрация составила 560 мкг/дм^3 ,

оставаясь на уровне предыдущего года. Среднее содержание общего **фосфора**, как и в 2010 г., составило 20 мкг/дм³. Максимум (45 мкг/дм³) зафиксирован в августе. В целом сравнение средних значений за аналогичные периоды показывает соответствие уровня 2011 г. всему последнему десятилетию.

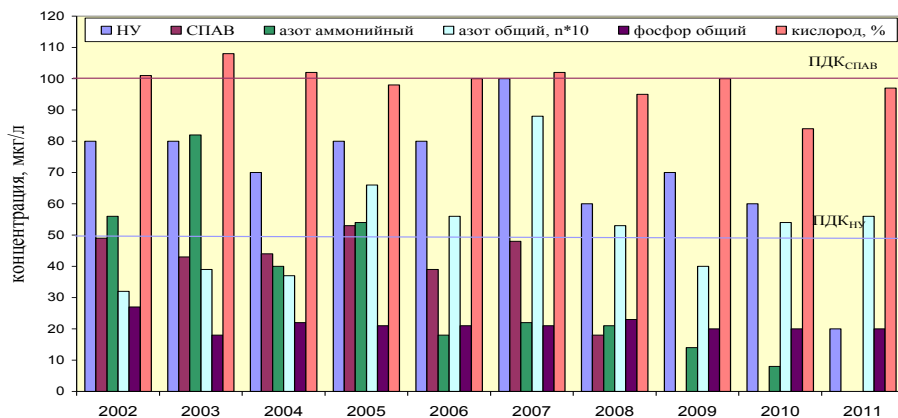


Рис. 3.10. Многолетний ход средней концентрации *НУ*, *СПАВ*, аммонийного и общего азота, общего фосфора и растворенного кислорода в северной узости Керченского пролива в 2002–2011 гг.

Таблица 3.3. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Керченского пролива в 2009–2011 гг.

Район	Ингредиент	2009 г.		2010 г.		2011 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Керченский пролив: разрез п.Крым – п.Кавказ	НУ	0,07	1,4	0,06	1,2	0,02	0,04
		0,31	6	0,29	6	0,23	5
	СПАВ	0		0		0	
		33	0,3	84	0,8	26	0,3
	Фенолы	0		0		0	
		4	4	3	3,0	3	3,0
	γ-ГХЦГ	0		1,5	0,2	1,4	0,1
		8,6	0,9	5,9	0,6	2,3	0,2
	ДДЭ	0		0		0	
		0		3,6	0,4	2,2	0,2
	ГПХ	0		0		0,2	<0,1
		2,6	0,3	0		7,0	0,7
Альдрин	0		0		0		
	0		0,7	0,1	11,8	1,2	
Азот аммонийный	14	<0,1	8	<0,1	0		
	110	0,3	230	0,6	75	0,2	
Растворенный кислород %	100		84		97		
	81		58		62		

Среднее содержание растворенного **кислорода** на поверхностном и придонном горизонтах составило 100% и 94% насыщения соответственно, что существенно выше предыдущего года. Минимальная аэрация вод придонного горизонта зафиксирована в мае (62% насыщения). В период проведения наблюдений присут-

ствие сероводорода в водах северной узости Керченского пролива не зафиксировано. По **ИЗВ** в период апреля–октября 2011 г. воды северной узости Керченского пролива классифицировались как «чистые» (0,32; II класс качества). Приоритетными загрязняющими веществами были НУ, ГПХ и γ -ГХЦГ (табл. 3.4).

3.3.13. Керченский пролив (ЮгНИРО)

В 2011 г. ЮгНИРО выполнил исследования качества вод Керченского пролива и Керченской бухты в рамках программы ежегодного мониторинга на стандартной сетке станций (рис. 3.11). Дополнительно в августе была выполнена совместная с ВНИРО (г. Москва, Россия) параллельная съемка на всей акватории Керченского пролива.

Диапазон концентрации **нефтяных углеводородов** в водах пролива составил в апреле 0,02–0,05 мг/дм³. В июне в воде поверхностного горизонта превышений ПДК не зафиксировано, а в придонной воде на отдельных участках акватории содержание НУ составляло 1,2–1,4 ПДК. В сентябре их концентрация составляла 0,03–0,04 мг/дм³, а максимальный уровень загрязнения нефтяными углеводородами (0,03–0,11 мг/дм³) зафиксирован в декабре. Концентрация железа в водах Керченского пролива в апреле изменялась в пределах 40–60 мкг/дм³ (1,2 ПДК). В минимальной степени загрязнены водные массы железом были в июне (20–50 мкг/дм³), а наибольший уровень (30–110 мкг/дм³) был отмечен в сентябре.

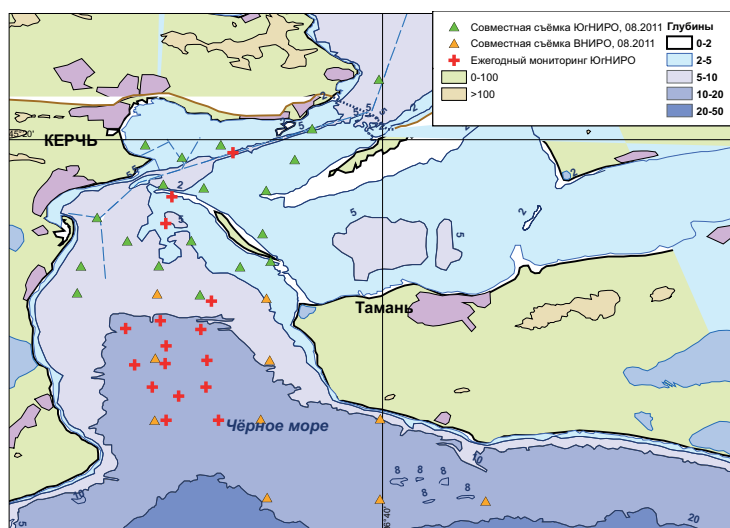


Рис. 3.11. Станции мониторинга ЮгНИРО в Керченском проливе в 2011 г.

В течение периода исследований содержание минеральных форм **азота** не превышало предельно допустимых величин. В августе 2011 г. в воде Керченского пролива преобладающим компонентом минерального азота был аммонийный азот. Его содержание в поверхностном слое вод пролива изменялось в пределах 1,4–25,0 (в среднем 9,1) мкг/дм³, в придонном 14,0–48,6 (19,1) мкг/дм³. В пространственном распределении аммонийного азота по исследуемой акватории

выделяются зоны максимума, приуроченные в поверхностном горизонте к зоне влияния азовских вод в северной части пролива, в придонном горизонте – к Аршинцевской косе. Диапазон содержания нитритного азота был невелик и составил 1,4–3,2 (в среднем 2,3) и 1,9–5,6 (3,9) мкг/дм³ в поверхностном и придонном горизонтах соответственно. Максимальное содержание отмечено у дна в центральной части пролива южнее косы Чушка. Среднее содержание нитратного азота в поверхностном горизонте составило 8,0 мкг/дм³, в придонном – 8,6 мкг/дм³ при диапазоне изменения 4,3–13,8 и 6,6–11,4 мкг/дм³ соответственно. Максимум приурочен к району преобладания черноморских вод у Аршинцевской косы. Во всех участках пролива отмечается преобладание органической компоненты азота над минеральной. Среднее содержание общего азота в поверхностном слое вод составило 1194 мкг/дм³, из них органического азота 1174,7 мкг/дм³, в придонном 1211,9 и 1180,5 мкг/дм³ соответственно.

Концентрация органического **фосфора** была на порядок ниже концентрации органического азота. Содержание валового фосфора в водах Керченского пролива варьировало от 11,8 до 59,0 (в среднем 31,8) мкг/дм³ в поверхностном слое и 19,7–78,7 (44,1) мкг/дм³ в придонном. При этом преобладала органическая форма фосфора, содержание которой изменялось от 6,7 до 42,8 (в среднем 23,0) мкг/дм³ у поверхности и 6,9–74,4 (31,0) мкг/дм³ у дна. Средняя концентрация минерального фосфора была примерно в 2,5 раза меньше, чем органического и составляла на поверхностном горизонте 8,8 мкг/дм³ при диапазоне 0,9–25,7 мкг/дм³, на придонном 0,9–25,7 (13,3) мкг/дм³. Пространственное распределение минерального фосфора во всей толще вод характеризовалось повышенными значениями в северной части Керченского пролива в зоне влияния азовских вод. Средняя концентрация **кремния** на поверхностном горизонте составила 389 мкг/дм³ при диапазоне 162,6–937,2 мкг/дм³, на придонном горизонте 380,2 (191,3–814,1) мкг/дм³.

Величина **pH** в поверхностном слое вод пролива изменялась от 8,15 до 8,53 единиц, составляя в среднем 8,40. Наименьшая величина отмечалась вблизи северной оконечности о. Тузла, максимальная – у м. Фонарь, где в наибольшей степени проявляется влияние азовоморских вод. В придонном горизонте величины pH были несколько ниже, наблюдаемые показатели изменялись от 8,15 до 8,40 ед. pH, в среднем 8,40 ед. Содержание растворенного **кислорода** в поверхностном горизонте обследованной акватории варьировало от 5,14 до 6,59 мл/дм³, составляя в среднем 5,44 мл/дм³. В придонном горизонте оно было несколько ниже (4,80–5,44, в среднем 5,20 мл/дм³). В пространственном распределении кислорода в поверхностном слое вод исследуемой акватории выделяется зона максимальных значений, приуроченная к северной части Керченского пролива и характеризующейся минимальными значениями солености. В придонном горизонте максимальное содержание кислорода отмечается в центральной части обследованной акватории, а минимальное в Керченской бухте и прилегающей к ней акватории (Троценко, 2012).

В **донных отложениях** содержание смолистых компонентов нефтепродуктов находилось в диапазоне 59–244 мкг/г сухого вещества (в среднем 118 мкг/г), а содержание нефтяных углеводородов изменялось в пределах 79–473 мкг/г сухого вещества, составляя в среднем 188 мкг/г (4 ДК). По сравнению с 2010 г. уровень загрязнения донных отложений нефтепродуктами практически не изменился (Петренко, 2012). Уровень загрязнения осадков пролива железом был относительно невысоким, его содержание составило 4440–20970, в среднем 12056 мкг/г сухого вещества.

На акватории **Керченской бухты** исследования проводились на 12 станциях в воде поверхностного и придонного горизонтов ежеквартально и в донных отложениях 1 раз в год. Концентрация нефтяных углеводородов в воде бухты находилась в пределах среднемноголетних величин: на поверхности средняя за год 0,04, максимальная 0,08; у дна 0,06 и 0,08 мг/дм³ соответственно. В июне в воде поверхностного горизонта содержание НУ изменялось в пределах 0,02–0,08 мг/дм³, придонного 0,02–0,07 мг/дм³. В сентябре уровень загрязнения поверхностного и придонного горизонтов воды был одинаков 0,03–0,06 мг/дм³. В декабре содержание НУ в воде исследуемой акватории увеличилось до 0,02–0,06 (поверхностная вода) и 0,03–0,08 мг/дм³ (придонный слой). Превышение нормативной величины для нефтяных углеводородов фиксировалось в районе причалов. В течение периода исследований наибольшее содержание железа, иногда превышающее предельно допустимую величину, фиксировалось по всей акватории бухты, как в зоне деятельности портов, так и на фоновых станциях. В июне концентрация этого металла составила 10–70 мкг/дм³, в сентябре 30–60 мкг/дм³, в декабре 30–130 мкг/дм³; средняя и максимальная за год в поверхностном слое 40 и 100 мкг/дм³, у дна 40 и 130 мкг/дм³.

В течение июня–декабря 2011 г. содержание неорганических форм **азота** в водной среде исследуемой акватории бухты не превышало предельно допустимых величин. В июне в воде поверхностного слоя содержание аммония изменялось в диапазоне 20–70 мкг/дм³, на придонном горизонте 10–50 мкг/дм³. В сентябре значения увеличились в среднем в полтора раза и составили 30–100 и 20–90 мкг/дм³ соответственно для поверхностной и придонной воды. В декабре в поверхностном слое вод зафиксировано снижение до минимума 0–50 мкг/дм³, при этом в придонной воде содержание аммонийного азота было выше и составило 0–110 мкг/дм³. Средняя концентрация нитритов в июне составила 10 мкг/дм³, в сентябре она снизилась до абсолютного минимума, а в декабре увеличилась до 20 мкг/дм³. Временная динамика нитратного азота (среднегодовая в поверхностном слое 120, максимальная 580 мкг/дм³; в придонном 51 и 100 мкг/дм³) характеризовалась их наименьшим содержанием в июне и наибольшим сентябре, в декабре по сравнению с сентябрем оно снизилось в среднем в 2 раза. В июне и сентябре содержание **фосфатов** в водах бухты составило 10–50 мкг/дм³, а наибольшим было декабре: в поверхностной воде 30–80, в придонной 30–180 мкг/дм³.

В водной среде бухты наименьшее содержание **кислорода** определено в июне 6,73–8,97 мг/дм³ и 5,96–8,70 мг/дм³ соответственно для поверхностного и придонного слоев. С понижением температуры воды концентрация растворенного кислорода увеличилась в сентябре до 8,00–10,00 мг/дм³ (поверхность) и 7,30–9,90 мг/дм³ (придонная вода), декабре – 11,49–12,83 мг/дм³ (поверхность) и 11,62–12,60 мг/дм³ (придонный горизонт).

В **донных отложениях** прибрежной акватории Керченской бухты содержание смолистых компонентов нефтепродуктов находилось в диапазоне 1033–3773 мкг/г сухого вещества (в среднем 1836 мкг/г); содержание нефтяных углеводородов изменялось в пределах 633–1587 мкг/г, составляя в среднем 1117 мкг/г (22 ДК). Содержание железа составило 8840–30450, в среднем 20560 мкг/г сухого вещества.

3.3.14. Качество вод украинской части Черного моря

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 в различных участках побережья Украины (табл. 3.4). В 2011 г. наиболее загрязненными были воды акватории порта Одесса, которые классифицировались как «грязные»; воды Днепровского лимана как «загрязненные»; воды Бугского лимана и устья р. Днепр как «умеренно загрязненные»; воды Сухого лимана, входного канала и акватории п. Ялта как «чистые». На устьевом участке р. Дунай воды классифицировались как «умеренно загрязненные», в устье дельтовых водотоков были «чистыми». По сравнению с сопоставимым периодом 2010 г. ухудшилось качество вод акватории п. Одесса. В период апреля–октября 2011 г. воды северной узости Керченского пролива классифицировались как «чистые» (0,32; II класс качества). Приоритетными загрязняющими веществами были НУ, ГПХ и γ -ГХЦГ.

Таблица 3.4. Оценка качества вод украинской части Черного моря в 2009–2011 гг.

Район	2009 г.		2010 г.		2011 г.		Среднее содержание ЗВ в 2011 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Устьевой участок р. Дунай	1,68	III	1,79	III	1,80	III	НУ 0; СПАВ 0,1; фенолы 1; хром 8; N-NO ₂ 1; O ₂ 0,66
Устье дельтовых водотоков	0,3	II	0,55	II	0,31	II	НУ 0; СПАВ 0; фенолы-0; N-NH ₄ 0,15; N-NO ₂ 0,9; O ₂ 0,81
Сухой лиман	0,24	I	0,27	II	0,24	I	НУ 0; СПАВ 0,22; фенолы 0; O ₂ 0,73
Входной канал и ОС г. Ильичевска	0,20	I	0,26	II	0,21	I	НУ 0; СПАВ 0,11; фенолы 0; O ₂ 0,86
Акватория п. Одесса	–	–	1,59	IV	1,98	V	НУ 2,4; СПАВ 0,88; фенолы 4; O ₂ 0,72
Устье р. Южный Буг, Бугский лиман	1,32	IV	0,98	III	1,21	III	НУ 3,2; N-NO ₂ 0,7; СПАВ 0; O ₂ 0,94
Устье р. Днепр	0,65	II	1,17	III	1,18	III	НУ 3,6; N-NO ₂ 0,35; СПАВ 0,1; O ₂ 0,65
Днепровский лиман	1,06	III	1,44	IV	1,38	IV	НУ 4,8 фенолы 1; N-NO ₂ 0,2; O ₂ 0,76
Акватория п. Ялта	0,27	II	0,28	II	0,18	I	НУ 0; СПАВ 0; N-NO ₂ 0,1; O ₂ 0,64
Керченский пролив (северная узость)	0,55	II	0,54	II	0,32	II	НУ 0,4; ГПХ 0,02; γ -ГХЦГ 0,1; O ₂ 0,77

3.4. Загрязнение прибрежных вод Анапа–Туапсе

В 2011 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 станции штормовой

информации в порту Туапсе отбор проб проводили каждые десять дней в течение всего года. Пробы воды отбирались из приповерхностного слоя на прибрежных мелководных станциях с использованием арендованных маломерных плавсредств (рис. 3.12). В состав наблюдений входило определение стандартных гидролого-гидрохимических параметров (температура, соленость S‰, 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.



Рис. 3.12. Схема расположения станций отбора проб на акватории портов российской части Черного моря в 2011 г. (ГМБ Туапсе).

Анапа. В 2011 г. на 6 прибрежных станциях с глубинами 6–25 м было отобрано и проанализировано из поверхностного слоя 24 пробы воды. Соленость в период наблюдений изменялась от 12,646‰ (12 октября) до 16,948‰ (13 июля), средняя за год величина была почти на полпромилле выше прошлогодней и составила 14,583‰. Сезонные изменения температуры были значительными 8,1–20,2⁰С. Минимальное значение pH было отмечено в июле (8,10), а максимальное в январе (8,46). Общая щелочность изменялась от 2,887 мг-экв/дм³ (18 янва-

ря) до 3,691 мг-экв/дм³ (12 апреля). Контролируемые гидрологические характеристики и концентрация биогенных элементов были очень близкими к значениям 2010 года и находились в пределах естественных межгодовых колебаний (табл. 3.5). За последнее десятилетие не только максимальные, но и средние значения концентрации неорганического фосфора в целом возросли во всех районах наблюдений (рис. 3.13). Наиболее высокое значение концентрации силикатов отмечено в середине октября и было почти в 3 раза меньше прошлогоднего, а среднегодовая величина была в 2 раза ниже. Также в 2 раза снизилась средняя и максимальная концентрация в водах района аммонийного азота, а нитритного азота практически не изменилось.

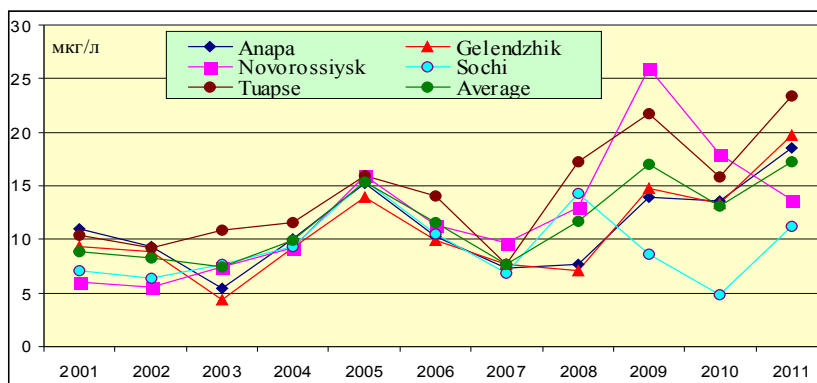


Рис. 3.13. Средняя концентрация неорганического фосфора (фосфатов, мкг/дм³) на акватории портов российской части Черного моря в 2001–2011 г.

Таблица 3.5. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья России в 2011 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	14,583/ 16,948	3,340/ 3,447	9,05/ 6,90	8,24/ 8,46	18,5/ 32	199/ 360	27/ 66	2,3/ 4,8
Новорос- сийск	14,231/ 16,898	3,358/ 3,585	8,86/ 6,82	8,23/ 8,33	13,8/ 19	128/ 200	52/ 130	1,7/ 3,0
Геленджик	14,474/ 16,959	3,503/ 3,617	9,13/ 7,32	8,26/ 8,45	19,7/ 35	200/ 420	27/ 47	2,5/ 8,8
Туапсе	13,957/ 17,995	3,356/ 3,681	9,06/ 6,70	8,27/ 8,44	18,6/ 32	359/ 1000	37/ 93	3,8/ 9,3

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

Концентрация нефтяных углеводородов в поверхностных водах района превышала предел обнаружения только в начале года в январе (0,01–0,03 мг/дм³) и в октябре (0,01–0,04 мг/дм³); средняя за год 0,01 мг/дм³. Максимальное значение не изменилось по сравнению с прошлым годом (0,8 ПДК, рис. 3.14) и было отмечено на самой южной и на самой мористой станциях района Анапы. В трети из 24 отобранных в течение года проб концентрация детергентов была ниже предела обна-

ружения (5 мкг/дм^3). Максимальная величина достигала 20 мкг/дм^3 и была в 5 раз ниже допустимого уровня. Наиболее загрязнены воды Анапы синтетическими моющими веществами в октябре, средняя концентрация в этот месяц составила 14,2 против $3,9 \text{ мкг/дм}^3$ в другие сезоны. Хлорорганические пестициды обнаружены не были. В единственной январской проанализированной пробе содержание растворенной ртути составило $0,02 \text{ мкг/дм}^3$. Кислородный режим был в пределах нормы, дефицита растворенного кислорода в воде не наблюдалось во все сезоны. Минимальное значение было выше норматива, отмечено в середине июля на морской станции и составило $6,9 \text{ мг/дм}^3$ (78,5% насыщения).

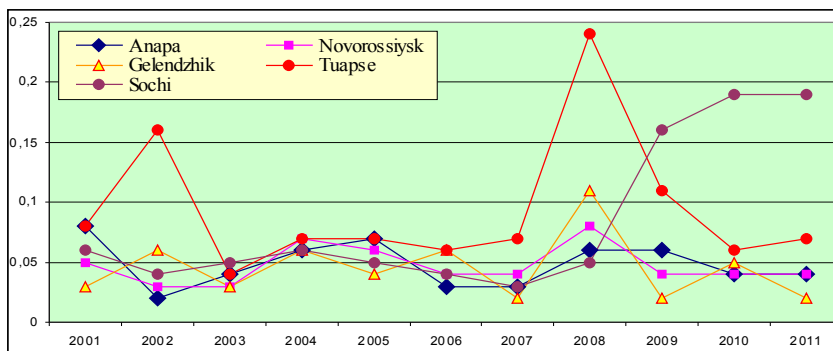


Рис. 3.14. Максимальная концентрация нефтяных углеводородов (мг/дм^3) на акватории портов российской части Черного моря в 2011 г.

Новороссийск. В 2011 г. на станции в ктовой части Цемесской бухты (глубина 12 м) было отобрано 4 пробы воды. Наибольшая соленость отмечена в июле, а наименьшая 12,4–12,8‰ в апреле и октябре. Средний уровень pH практически равнялся прошлогоднему значению, как и в 2010 г. минимум (8,15) отмечен в июле. Значения общей щелочности были в пределах диапазона обычной сезонной и межгодовой изменчивости. Максимальная концентрация фосфатов достигала только 0,13 ПДК для мезотрофных водоемов, тогда как нитритного азота была существенно ниже норматива (0,04 ПДК). Средняя концентрация кремния была ниже прошлогоднего уровня более 3 раз, а максимальная – в 5 раз (июль). Как и в 2010 г. максимальное содержание в воде аммонийного азота было отмечено в середине октября.

Несмотря на крупный порт, интенсивное судоходство и близко расположенную нефтеперевалочную базу с глубоководным причалом оригинальной конструкции в нефтегавани «Шехарис» для приемки нефтеналивных судов, уровень загрязнения Цемесской бухты нефтяными углеводородами, как и в предыдущие годы, был невысоким. В поверхностном слое вод ктовой части бухты максимальная концентрация нефтяных углеводородов (0,8 ПДК) была отмечена в январе, а средняя составила $0,01 \text{ мг/дм}^3$. Содержание СПАВ во всех пробах не превышало 5 мкг/дм^3 . Хлорорганические пестициды не обнаружены. Содержание растворенной ртути в январе составило $0,03 \text{ мкг/дм}^3$. Концентрация растворенного в воде кислорода не выходила за установленный норматив, минимальное значение наблюдалось 13 июля (79,8% насыщения).

Геленджик. В Геленджикской бухте на 6 станциях с глубинами от 3 до 12 м в январе, апреле, июле и октябре было отобрано 24 пробы. Минимальная соленость (12,789‰) была отмечена 13 октября, а максимальная – в июле. Уровень рН и значения общей щелочности изменялись в узком диапазоне 8,09–8,45 и 3,256–3,585 мг-экв/дм³ соответственно. Максимальная концентрация всех контролируемых биогенных элементов (нитритного и аммонийного азота, фосфатов и силикатов) была значительно ниже ПДК. Аммонийный азот был отмечен во всех пробах, кроме двух январских; в целом его средняя и максимальная концентрация снизилась примерно в 2 раза по сравнению с прошлогодним уровнем. Содержание кремния также снизилось примерно наполовину, а максимум зафиксирован в середине октября.

Только в одной из 24 отобранных проб содержание НУ (0,02 мг/дм³, октябрь) было выше предела обнаружения. Дeterгенты не обнаружены в 8 зимне-весенних пробах, в остальных их концентрация не превышала 15 мкг/дм³. Хлорорганические пестициды не обнаружены. Содержание растворенной ртути в течение года в трех пробах составило 0,01 мкг/дм³ (0,1 ПДК). Минимальная концентрация растворенного кислорода (соответствовала 83,5% насыщения) была отмечена в середине октября в открытом море на выходе из бухты.

Туапсе. Кроме стандартных гидрохимических съемок на пяти станциях с глубинами от 5 до 12 м, наблюдения также проводились ежедекадно на штормовой станции №2 у основания волнолома. Все 56 проб отобраны из поверхностного слоя вод. Минимальная соленость воды (10,997‰, почти на 2,5‰ выше прошлогодней) была отмечена в конце года 26 декабря, а максимальная (16,496‰, выше на 1,5‰) – 15 июля. Значения рН и общей щелочности в водах района практически соответствовали прошлогодним и изменялись в узком диапазоне 8,02–8,44 и 2,773–3,681 мг-экв/дм³. Содержание фосфатов в пяти пробах ноября–декабря было ниже предела обнаружения, а значения выше среднего были отмечены в течение всего периода наблюдений, но чаще всего в июле. Концентрация нитритного азота (0,8–9,3 мкг/дм³) на всех станциях оставалась в пределах среднесезонной нормы. Содержание аммония в водах района снизилось по сравнению с 2010 г. примерно в 1,7 раз, следовательно, диапазон значений сузился до 12–93 мкг/дм³. Концентрация кремния немного уменьшилась по сравнению с прошлым годом и изменялась от 60 до 1000 мкг/дм³ (1,0 ПДК); максимальные величины закономерно были отмечены в начале года в январе и марте.

Содержание нефтяных углеводородов в поверхностных водах в целом было невысоким, в 34 пробах из 56 концентрация НУ была ниже предела обнаружения, а максимум достигал 0,07 мг/дм³ (1,4 ПДК, 5 апреля); средняя за год величина была в 2 раза ниже прошлогодней и составила 0,01 мг/дм³. В целом за два последних года нефтяное загрязнение вод района Туапсе вернулось на обычный уровень 2003–2007 гг. (рис. 3.14). Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ была в целом невысокой, изменялась от аналитического нуля до 20 мкг/дм³ в июне; значения 15 мкг/дм³ и выше были отмечены в течение всего года. Хлорорганические пестициды не обнаружены. Содержание растворенной ртути в единственной отобранной 28 февраля пробе составило 0,03 мкг/дм³. Кислородный режим поверхностного слоя вод был удовлетворительным. Минимальное значение растворенного кислорода (6,70 мг/дм³) отмечено в конце декабря и соответствовало 64,2% насыщения.

3.5. Прибрежная зона района Сочи – Адлер

В 2011 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. 3.15). В районе г. Сочи одна станция находится в центральной части акватории порта (I), вторая в устье реки Сочи и загрязняется ее стоком (II), третья расположена на траверзе реки, но удалена от берега на 2 морские мили и поэтому может считаться условно чистой зоной (III). Южнее две прибрежные станции в устье ручья Малый (IV) и устье реки Хоста (V) позволяют контролировать загрязнение прибрежной зоны, а фоновой служит станция в 2 милях от берега на траверзе устья р. Хоста (VI). В районе Адлера одна станция (VII) также расположена на мелководье (глубина 6 м) немного южнее устья реки Мзымта, а вторая (VIII) в 2 милях от берега в условно чистой зоне (глубина 950 м).

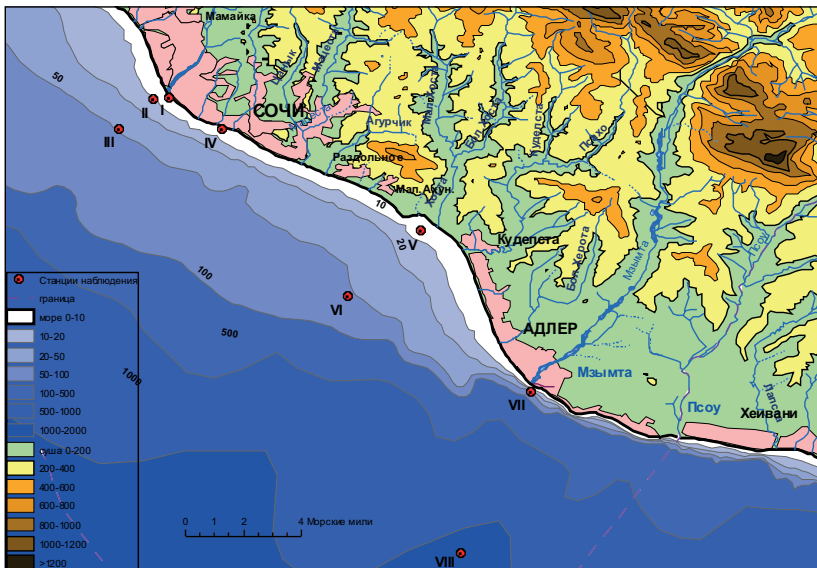


Рис. 3.15. Расположение станций отбора проб в прибрежной зоне района Сочи – Адлер в 2011 г. Станция VIII расположена на траверзе р. Мзымта в 2 морских милях от берега.

Пробы воды отбирались батометрами на мелководных станциях из поверхностного и придонного слоев, на глубоких станциях – со стандартных гидрологических горизонтов 0, 10, 15, 25 и 50 м. На борту судна определялся окислительно-восстановительный потенциал морской воды, электропроводность, соленость, хлорность, щелочность, рН, 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 2011 г. было отобрано 88 проб и произведено 2496 анализов по 37 ингредиентам и параметрам, а также 553 холостых анализа в рамках внутрилабораторного контроля качества.

В 2011 г. среднее значение **солености** составило 17,32‰ и изменялось от 7,47‰ на поверхности в устье реки Сочи 7 июня до 19,22‰ на глубине 50 м на траверзе устья реки Мзымта 1 ноября (табл. 3.6). Значения ниже 15‰ были отмечены в устьях всех трех крупных рек – Сочи, Хоста и Мзымта, в основном в период половодья 17 марта. В 2011 г. вдали от берега факелы распресненных вод не отмечены. Значения рН не выходили за пределы межгодовой изменчивости: от 7,65 в 2 милях от устья р. Хоста 27 июля до 8,56 там же 17 марта. Среднее за год значение водородного показателя по всем станциям и горизонтам практически не отличалось от прошлогоднего. Разница между среднегодовыми значениями общей щелочности в поверхностном слое и в придонном слое незначительная. В поверхностном слое значения изменялись от 2,36 мг-экв/дм³ на станции II до 2,68 мг-экв/дм³ на станции IV, в придонном – от 2,64 мг-экв/дм³ на станции V до 2,78 мг-экв/дм³ на станции VIII. Наибольшее значение 3,02 мг-экв/дм³ было отмечено в ноябре на станции IV у дна. Минимальная величина 1,925 мг-экв/дм³ зафиксирована в поверхностном слое в июне в устье р. Сочи. Среднее значение общей щелочности прибрежных вод в контролируемом районе по четырем съемкам по всем станциям и горизонтам составило 2,66 мг-экв/дм³, что полностью соответствует прошлогоднему уровню. Содержание взвешенных веществ в водах района сильно варьировало в течение года в пределах 0,5–37,9 мг/дм³, максимальная мутность вод была зафиксирована 17 марта в поверхностном слое в устье Мзымты. Повышенные значения более 10 мг/дм³ (всего 4 пробы из 88) были отмечены в эстуариях Мзымты, Хосты и ручья Малый. Среднегодовое содержание взвешенных веществ составляло 2,99 мг/дм³, что в 6,6 раз меньше прошлогоднего значения.

Таблица 3.6. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья в районе Сочи–Адлер в 2011 г.

Район	S, ‰	Alk	O ₂ *	pH	Ptotal	PO ₄	SiO ₂	NH ₄	NO ₂	NO ₃	Ntotal
порт Сочи	17,419/	2,640/	8,99/	8,31/	9,9/	3,6/	170/	12,3/	0,4/	16,9/	238/
	18,459	2,773	7,62	8,45	33,2	14,7	272	46,4	1,3	29,1	510
Эстуарии рек	16,318/	2,580/	8,98/	8,31/	33,4/	11,5/	336/	17,9/	1,0/	28,7/	213/
	18,712	3,023	7,55	8,42	224,2	42,3	1313	101,4	24,3	139,1	977
Открытые воды	17,975/	2,710/	9,13/	8,25/	24,9/	13,3/	157/	12,5/	0,5/	14,4/	172/
	19,218	3,068	7,54	8,45	133,6	87,1	319	61,3	2,8	94,1	563
Суммарно район	17,322/	2,660/	9,06/	8,28/	27,3/	11,2/	248/	15,0/	0,8/	21,8/	201/
	19,218	3,068	7,54	8,56	224,2	87,1	1313	101,4	24,3	139,1	977

Alk – мг-экв/дм³; O₂ – мгO₂/дм³; биогенные элементы – мкг/дм³.

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

В 2011 г. среднегодовая концентрация аммонийного **азота** в поверхностном слое вод района Адлер–Сочи изменялась от 1,70 мкг/дм³ в открытом море на траверзе устья Сочи до 30,50 мкг/дм³ в устье этой реки; там же в июне наблю-

дался максимум 101,41 мкг/дм³; средняя у поверхности по всем станциям составила 15,02 мкг/дм³. В придонном слое среднегодовое содержание аммония варьировало от 7,10 (траверз Сочи) до 22,90 мкг/дм³ (устье р. Хосты); средняя в придонном слое по всем станциям составила 15,01 мкг/дм³. Максимальное значение 61,30 мкг/дм³ отмечено в ноябре в море на траверзе Хосты. Значения ниже DL=0,2 мкг/дм³ были отмечены в 13 пробах из 64 отобранных в обоих слоях. Концентрация нитритного азота изменялась от значений ниже предела обнаружения DL=0,2 мкг/дм³ в 34 пробах из 64 до 24,3 мкг/дм³ в середине марта в устье реки Мзымта. Однако, за исключением максимума, остальные значения содержания нитритов в воде района укладывались в узкий интервал 0,2–2,8 мкг/дм³, средняя составила 0,76 мкг/дм³ и была в 1,8 раз меньше прошлой годней. Средняя за год концентрация по всем станциям в поверхностном слое составила 1,01; в глубоких водах – 0,51 мкг/дм³. Концентрация нитратов изменялась в широком диапазоне 0,8–139,1 мкг/дм³, составив в среднем 21,83 мкг/дм³. Наибольшая величина была зафиксирована в устье реки Мзымта 17 марта. В поверхностном слое контролируемого района среднегодовые величины изменялись от 4,40 мкг/дм³ у устья ручья Малый до 75,6 мкг/дм³ в устье Сочи. Средняя за год концентрация в поверхностном слое по всем станциям составила 23,82 мкг/дм³. В придонном слое – от 13,60 (траверз Сочи) до 28,70 мкг/дм³ (устье Хосты). Средняя за год концентрация в придонном слое по всем станциям составила 19,90 мкг/дм³. Содержание общего азота изменялось в диапазоне 0–976,9 мкг/дм³, составив в среднем 200,7 мкг/дм³. В поверхностном слое среднегодовая концентрация была в пределах от 64,00 мкг/дм³ (траверз устья Сочи) до 194,10 мкг/дм³ (устье Мзымты); средняя концентрация по всем станциям составила 140,25 мкг/дм³. В придонном слое эта величина изменялась от 169,90 мкг/дм³ в устье ручья Малый до 409,00 мкг/дм³ в устье Мзымты; среднее значение для всех станций 261,09 мкг/дм³. В целом эти значения были очень близки к прошлогодним величинам. Немного повышенным было содержание суммарного азота в порту Сочи (средняя 238,3 мкг/дм³) и в эстуариях рек (212,9) по сравнению с открытым морем (171,8).

В поверхностном слое среднегодовая концентрация **фосфатов** в пересчете на фосфор изменялись от 4,1 мкг/дм³ в порту Сочи до 16,20 мкг/дм³ у ручья Малый. Средняя за год концентрация по всем станциям составила 9,45 мкг/дм³; максимум (40,90 мкг/дм³) отмечен в устье Мзымты в июле. В марте и июне в 13 поверхностных пробах со всех станций района было отмечено полное отсутствие фосфатов в морской воде (DL=0,2 мкг/дм³). В придонном слое среднее содержание фосфатов изменялось от 3,20 в порту Сочи до 27,20 мкг/дм³ на траверзе устья Сочи. Средняя за год концентрация по всем станциям в придонном слое составила 12,91 мкг/дм³. Максимум (87,1 мкг/дм³) наблюдался в июле в двух милях от устья Сочи. Также в течение года отмечено 11 случаев отсутствия фосфатов в глубинных слоях. По сравнению с прошлым годом, в 2011 г. отмечено увеличение содержания фосфатов в придонном слое. Среднее значение концентрации фосфора фосфатов в прибрежных водах в контролируемом районе по четырем съемкам составило 11,18 мкг/дм³, что в 2,3 раза больше прошлой годней величины.

В поверхностном слое среднегодовая величина общего фосфора варьировала от 15,60 мкг/дм³ в двух милях от устья Хосты до 67,80 мкг/дм³ у ручья Малый; среднее значение по всем станциям в поверхностном слое 39,52 мкг/дм³. Мак-

симальная концентрация достигала 224,2 мкг/дм³ в ноябре у ручья Малый. В глубинных водах среднее содержание общего фосфора менялось от 2,69 на траверзе Хосты до 38,04 мкг/дм³ у устья ручья Малый; средняя по всем станциям 15,02 мкг/дм³. Наибольшее значение 104,1 мкг/дм³ наблюдалось в июле на траверзе Сочи на глубине 55 м. Как и в прошлом году в 13 пробах из 64 содержание общего фосфора равнялась нулю, пробы в основном из глубинных слоев. Средняя концентрация общего фосфора в прибрежных водах в контролируемом районе по четырем съемкам 32,70 мкг/дм³, что в полтора раза выше аналогичного показателя 2010 г.

Концентрация **силикатов** в пересчете на кремний в поверхностном слое варьировала от 46,7 до 1312,5 мкг/дм³ (1,3 ПДК, устье реки Сочи, 17 марта); в среднем 306,1 мкг/дм³. В целом значения на порядок были ниже прошлогодних (рис. 3.16). В глубинных водах наименьшее значение концентрации силикатов (56,3) отмечено в ноябре у ручья Малый; наибольшее (690,5 мкг/дм³) наблюдалось в середине марта вблизи устья реки Хоста. Средняя за год концентрация по всем станциям в глубоких слоях составила 190,17 мкг/дм³, что в 1,6 раза меньше поверхностных вод. Среднее значение концентрации кремния в контролируемом районе по четырем съемкам составило 248,15 мкг/дм³, что почти в 7 раз ниже уровня предыдущего года.

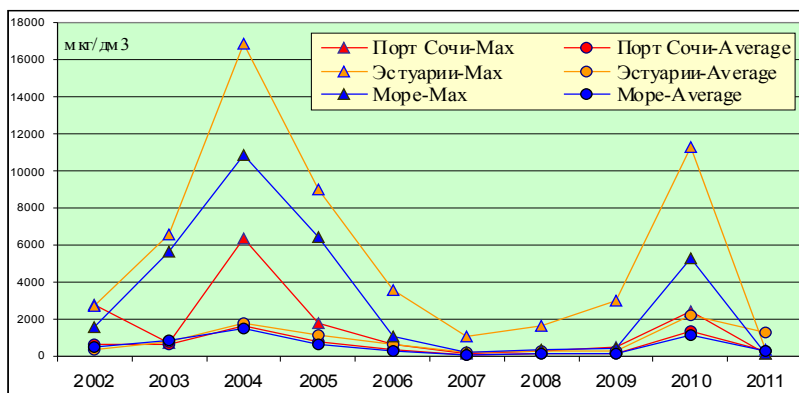


Рис. 3.16. Максимальная и средняя концентрация силикатов (мкг/дм³) в открытых и прибрежных водах района Адлер–Сочи, а также в порту Сочи в 2002–2011 гг.

В районе Адлер–Сочи в 2011 г. уровень присутствия **нефтяных углеводородов** в прибрежных водах остается относительно высоким (рис. 3.17). Хотя в 18 пробах из 64 концентрация НУ была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (0,01 мг/дм³), однако в остальных пробах было зафиксировано их присутствие, а наибольшая величина достигала 0,19 мг/дм³ (3,8 ПДК), там же, где и в 2010 г. – на глубине 50 м в двух милях от берега на траверзе устья р. Мзымта, только 17 марта; второе по уровню значение (0,14 мг/дм³) было отмечено здесь же, только в поверхностном слое. Средняя по всем пробам составила 0,035 мг/дм³, однако распределение значений в течение года было неравномерным: март 0,078, июнь 0,023, июль 0,008 и ноябрь

0,030 мг/дм³. Как и в предыдущие два года в придонном слое и на мористых станциях на глубинах до 50 м содержание НУ было немного выше, чем в поверхностном слое вод – 0,38 и 0,32 мг/дм³ соответственно. За последние годы и максимальные, и средние значения концентрации НУ в водах района стабилизировались на уровне 1–4 ПДК. Превышение или равенство ПДК в морской воде на всех станциях и горизонтах контролируемого района составило 32,8% случаев против 23,4%, 21,9%, 37,5% и 48,9% – в 2010–2007 гг. соответственно.

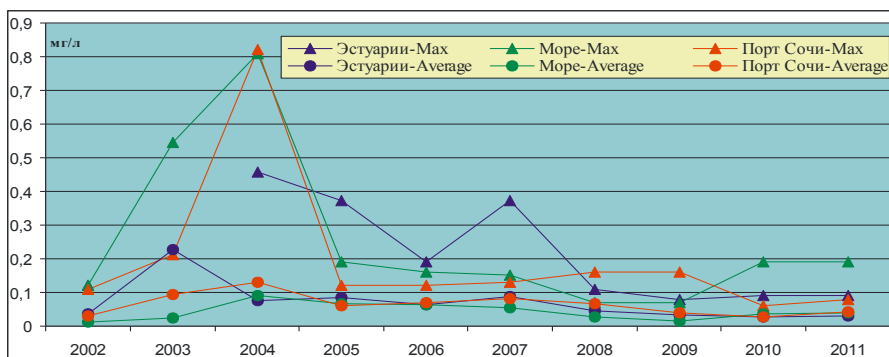


Рис. 3.17. Максимальная и средняя концентрация нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах района Адлер–Сочи в 2002–2011 гг.

СПАВ присутствовали в водах побережья постоянно в незначительном количестве. Их концентрация изменялась в диапазоне 2,5–31,2 мкг/дм³ (0,3 ПДК, на траверзе Хосты на глубине 58 м в первой декаде июня); среднее значение 7 мкг/дм³. Распределение детергентов было относительно однородным по всей исследованной акватории, поскольку существенных отличий не было ни между эстуарными (средняя 7,1 мг/дм³), мористыми (7,7) участками исследованной акватории и портом Сочи (5,2), ни между поверхностными (6,4) и придонными (7,7 мг/дм³) водами. Концентрация хлорорганических **пестицидов** и гербицида трифлуралина во всех пробах 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 0,26 до 3,35 мгО₂/дм³, как и в прошлом году максимум был отмечен в середине лета (27 июля) в придонном слое вод акватории порта Сочи. Среднее значение по всему району составило 1,18 мгО₂/дм³ (увеличение на 27%). Как и в прошлом году, наименьшие значения были отмечены на удалении от берега (средняя 1,01/ 2010 г.–0,72 мгО₂/дм³), немного больше было в эстуарных участках (1,21/0,88), а наибольшее значение было зафиксировано в порту Сочи (1,53/1,22). В придонных слоях воды содержание органических веществ было в среднем больше (1,36 мгО₂/дм³), чем в поверхностных (0,99). Наименьшие величины содержания органического вещества были отмечены в марте (0,73 мгО₂/дм³), затем в июне, июле и ноябре они повышались до 1,03; 1,53 и 1,42 мгО₂/дм³ соответственно.

Нг. В отличие от прошлого года концентрация растворенной в морской воде ртути была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (DL=0,01 мкг/дм³) во всех 64 проанализированных пробах.

Рв. Содержание свинца в прибрежных водах района Сочи–Адлер выросло по сравнению с предыдущими годами и составило в среднем $4,78 \text{ мкг/дм}^3$; диапазон $0,22\text{--}23,19 \text{ мкг/дм}^3$, максимум (2,3 ПДК) был отмечен в порту Сочи в конце июля. Концентрация свинца была выше ПДК в 12 пробах, отобранных в июле и ноябре по всей акватории района.

Fe. Содержание железа в воде района между устьями рек Мзымта и Сочи изменялось в очень широком диапазоне $0,23\text{--}713,0 \text{ мкг/дм}^3$ и в 34,4% (22 пробы из 64) случаев превышало допустимую норму, что существенно меньше уровня 2010 г. – 66%. Максимальное значение было немного ниже прошлогоднего, достигало 14,3 ПДК и было отмечено на траверзе реки Хоста 17 марта в поверхностном слое. Следующее по уровню значение $580,0 \text{ мкг/дм}^3$ было отмечено в этот же день, но уже в устье этой реки в придонном слое; третье (208,8) было отмечено в порту Сочи в июле. В отличие от прошлого года в поверхностном слое ($68,3 \text{ мкг/дм}^3$) концентрация железа была в 1,4 раза выше его содержания в подповерхностных и придонных водах (48,8), а среднегодовая для всех проб составила $58,5 \text{ мкг/дм}^3$.

Кислородный режим вод исследуемого прибрежного района в целом не отличался от обычного среднеклиматического. Минимальная концентрация ($7,54 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) была отмечена в открытом море на траверзе реки Хоста 27 июля в сильно прогретом ($27,7^\circ\text{C}$) поверхностном слое вод. В целом пониженная концентрация растворенного кислорода менее 8 мг/дм^3 была зафиксирована на всех станциях района в конце июля в поверхностном прогретом ($25,6\text{--}27,7^\circ\text{C}$) слое вод до глубины 10 м. Вертикальное перемешивание вод до нижнего горизонта отбора проб (58 м) было достаточным, чтобы различий между поверхностным и подстилающими слоями не наблюдалось: средняя на поверхности $9,02 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$; в промежуточных слоях 9,18; в придонных и глубинных пробах 8,98; в среднем за год $9,06 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. В среднем по всем станциям и горизонтам насыщение воды кислородом составило 103,1% (на 2% выше прошлогоднего уровня), диапазон 80–124%; минимум закономерно отмечен на горизонте 58 м в ноябре.

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 проводились в 2011 г. в описываемом районе, нормируемыми являются 16. В прибрежных водах района Сочи – Адлер превышение допустимых норм было установлено для нефтяных углеводородов, железа, БПК₅ и свинца, т.е. коэффициент комплексности загрязнения морских вод был высоким и составил 25%. Воды района характеризовались устойчивой загрязненностью НУ с 33% повторяемостью превышения ПДК и средним уровнем кратности в 3,8 раза; железом с устойчивой загрязненностью 34,4% и высоким уровнем кратности в 14,3 раза; по свинцу неустойчивой повторяемостью 18,8% и средней кратностью в 2,3 раза, а также по БПК₅ единичной повторяемостью в 7,8% и низкой кратностью в 1,7 раз. В 2011 г. загрязнение прибрежных вод нефтяными углеводородами носило непостоянный характер. Максимальное загрязнение (0,8–3,8 ПДК) было отмечено в первом квартале; к

середине лета их содержание упало до низких значений, а осенью возросло примерно до половины весеннего уровня. Общее за год содержание НУ осталось практически на прежнем уровне, хотя количество значений выше ПДК увеличилось. За последние годы и максимальные, и средние значения концентрации НУ в водах района стабилизировались на уровне 1–4 ПДК. В целом содержание в воде железа несколько снизилось по сравнению с 2010 г., а свинца повысилось. В 2011 г. растворенная ртуть не выявлена в пробах воды. Отмечены случаи неблагоприятной ситуации по содержанию в воде органических веществ в разное время в порту Сочи, а также в конце июля на траверзе рек Сочи и Мзымты. Нарушений кислородного режима не наблюдалось.

При расчете комплексного индекса загрязненности вод были использованы значения средней концентрации растворенного в воде кислорода, нефтяных углеводородов, БПК₅, железа и свинца. По ИЗВ (0,90) морские воды в прибрежном районе Адлер–Сочи оцениваются как «умеренно загрязненные» (табл. 3.7). Качество вод отдельных характерных участков района было практически одинаковым. Из загрязняющих веществ наибольший вклад в суммарное значение индекса вносили нефтяные углеводороды и очень высокое содержание железа в водах района. Таким образом, по данным наблюдений 2011 г. морские воды в устьевых участках рек от Мзымты до Сочи, а также в порту по качеству относятся к III классу, являясь «умеренно загрязненными». Несколько улучшилось состояние открытых вод, которые оцениваются как «чистые».

Таблица 3.7. Оценка качества вод прибрежной акватории Черного моря в районе Сочи–Адлер в 2009–2011 гг.

Район	2009 г.		2010 г.		2011 г.		Среднее содержание ЗВ в 2011 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Район Адлер–Сочи	0,73	II	0,90	III	0,75	III	НУ 0,70; Fe 1,17; Pb 0,48; O ₂ 0,66
Акватория порта Сочи	0,60	II	0,90	III	0,76	III	НУ 0,82; Fe 1,13; Pb 0,42; O ₂ 0,67
Устья рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый	0,66	II	0,92	III	0,76	III	НУ 0,62; Fe 1,21; Pb 0,55; O ₂ 0,67
Открытое море	0,56	II	0,87	III	0,74	II	НУ 0,76; Fe 1,13; Pb 0,40; O ₂ 0,66

3.6. Грузинское побережье

Мониторинг Черного моря в прибрежной зоне Грузии был начат в 1971 г. и проводился систематически до 1990 г., после чего проводились только эпизодические наблюдения. В 2006–2007 гг. Центром Мониторинга и Прогнозирования (ныне Национальное Агентство по Окружающей среде) и группой исследователей Батумского филиала были выполнены исследования гидрохимических и биологических параметров прибрежной зоны моря под эгидой Черноморской Комиссии. В 2011 г. с целью выполнения программы мониторинга осуществлялся отбор проб на 5 станциях вдоль побережья Грузии у Батуми, Кобулети, Натанеби, Супса и Поти (рис. 3.18). На каждой станции были отобраны по 4 пробы с глубины 0, 10, 15 и 20 м. Были определены физико-химические параметры (рН, температура, соленость, электропроводность) и концентрация биогенных веществ (NH₄⁺, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻ и SiO₃²⁻).

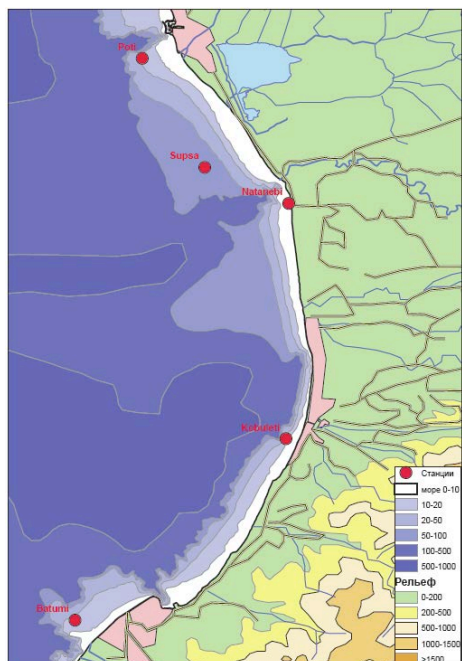


Рис. 3.18. Мониторинг прибрежных вод Грузии в 2011 г.

Поти. Отбор проб проводился в июне. По результатам анализов концентрация ионов аммония составляла $0,50 \text{ мкмоль/дм}^3$, как на поверхности, так и на глубине 10 метров; нитритов составляла $0,30\text{--}0,28 \text{ мкмоль/дм}^3$; нитратов на поверхности была $3,62 \text{ мкмоль/дм}^3$ и на глубине 10 метров $2,12 \text{ мкмоль/дм}^3$ (рис. 3.19). Концентрация фосфатов в обоих слоях составила $0,35$ и $0,32 \text{ мкмоль/дм}^3$; а силикатов $19,80$ и $7,50 \text{ мкмоль/дм}^3$ соответственно.

Супса. Отбор проб проводился в июне. Концентрация нитратов составила $2,12 \text{ мкмоль/дм}^3$ в поверхностном слое и $0,77 \text{ мкмоль/дм}^3$ на глубине 10 метров;

нитритов $0,26\text{--}0,24 \text{ мкмоль/дм}^3$; аммония $0,50\text{--}0,30 \text{ мкмоль/дм}^3$; фосфатов $0,34\text{--}0,33 \text{ мкмоль/дм}^3$ и силикатов $1,40\text{--}1,20 \text{ мкмоль/дм}^3$ соответственно.

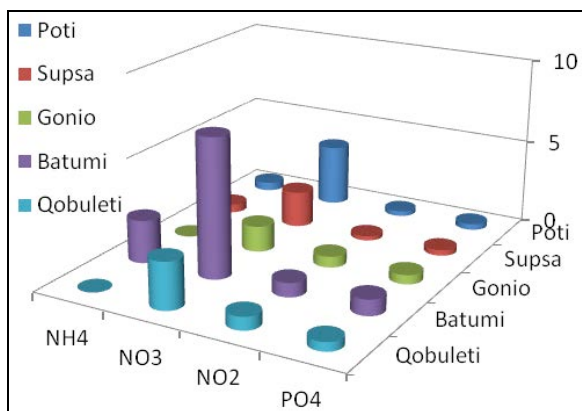


Рис. 3.19. Концентрация биогенных элементов вблизи Поти, Батуми, Супсы, Гонио и Кобулету в 2011 г.

Батуми. Отбор проб проводился в декабре. Концентрация нитратов в поверхностном слое составила $8,17 \text{ мкмоль/дм}^3$ и $0,97 \text{ мкмоль/дм}^3$ на глубине 20 м; нитритов $0,83\text{--}0,73 \text{ мкмоль/дм}^3$; аммония $2,54 \text{ мкмоль/дм}^3$ на поверхности и аналитический ноль на глубине 20 м; фосфатов $0,93\text{--}0,54 \text{ мкмоль/дм}^3$ и силикатов $55,36\text{--}4,59 \text{ мкмоль/дм}^3$ соответственно.

Кобулету. Отбор проб проводился в декабре. Концентрация нитратов составила $2,77 \text{ мкмоль/дм}^3$ на поверхности и $1,08 \text{ мкмоль/дм}^3$ на глубине 15 м; нитри-

тов 0,77–0,67 мкмоль/дм³; аммоний не был обнаружен; концентрация фосфатов 0,52–0,51 мкмоль/дм³ и силикатов 19,88–3,88 мкмоль/дм³ соответственно.

Многолетняя динамика биогенных веществ на станциях у Поты и Кобулету в 2006–2011 гг. свидетельствует о повышении доли нитратов в общем объеме форм азота по сравнению с аммонием и нитритами за последние 2 года (рис. 3.20). Содержание фосфатов не превышало 1,23 мкмоль/дм³ за весь период наблюдений.

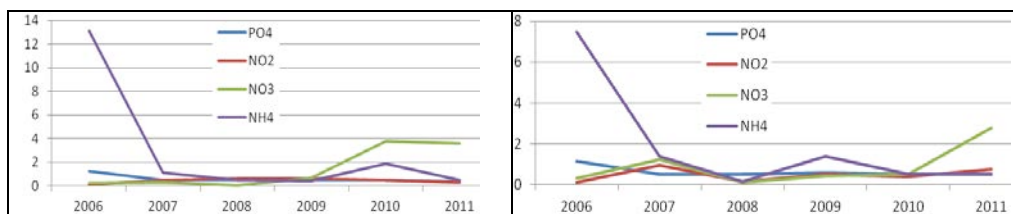


Рис. 3.20. Динамика концентрации биогенных элементов (мкмоль/дм³) вблизи Поты и Кобулету в 2006–2011 гг.

3.7. Атмосферные выпадения

Величина суммарных годовых выпадений тяжелых металлов (ТМ) и стойких органических загрязнителей (СОЗ) на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2011 г., а также вклады различных стран в атмосферное загрязнение были рассчитаны МСЦ-В (см. раздел 1.6) в рамках Совместной программы наблюдений и оценки переноса на большие расстояния загрязняющих воздух веществ в Европе (ЕМЕП). Расчеты выпадений ТМ и СОЗ производились на основе математического моделирования дальнего переноса и выпадений от эмиссионных источников с использованием официальных данных и экспертных оценок выбросов в атмосферу и метеорологических данных за 2011 г. Согласно расчетам суммарные годовые выпадения **тяжелых металлов** (свинца, кадмия и ртути) на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2011 г. составили около 519, 21 и 3 тонны соответственно (Şuyn et al., 2013). Значительная часть выпадений свинца и кадмия обусловлена вторичными источниками эмиссии за счет ветрового подъема выпадений прошлых лет. Для ртути большой вклад в выпадения принадлежит природным и глобальным источникам эмиссии. Наиболее интенсивные потоки выпадений, выше 1,4 кг/км² для свинца, 60 г/км² для кадмия и 10 г/км² для ртути, были характерны для прибосфорского района на западе моря, прибрежных восточных районов Черного и Азовского морей, а в случае ртути также в прибрежных водах вдоль побережья Турции (рис. 3.21а,б,в).

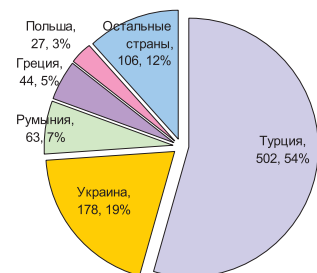
Основной вклад в антропогенные выпадения свинца на Чёрное и Азовское моря (рис. 3.21а) принадлежит источникам выбросов Турции (25%), Украины (24%), Польши (11%), Болгарии (6%) и Румынии (6%). Для кадмия (рис. 3.21б) доли стран немного другие – Турция (39%), Польша (18%), Россия (13%), Украина (10%) и Румыния (3%). В случае ртути (рис. 3.21в) преобладают источники эмиссии Турции (54%), Украины (19%), Румынии (7%), Греции (5%) и Польши (3%).



а



б



в

Рис. 3.21. Пространственное распределение атмосферных выпадений ($г/км^2$ в год) и вклад стран Европы и Центральной Азии в атмосферное выпадение свинца (а), кадмия (б) и ртути (в) от антропогенных источников на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2011 г. (в кг в год и процентах).

Суммарные годовые выпадения стойких органических загрязнителей – бенз(а)пирена, диоксинов и фуранов – на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2011 г. составили около 2,4 тонны и 635 г ДЭ соответственно (Gusev et al., 2013). Поступление СОЗ с воздушным переносом существенно отличается от тяжёлых металлов. Значительная плотность потоков выпадений бенз(а)пирена (выше $6 г/км^2$) и диоксинов и фуранов (выше $0,5 нг ДЭ/м^2$) характерна для прибрежных западных районов морей (рис. 3.22а,б).

Основной вклад в антропогенные выпадения бенз(а)пирена на Чёрное и Азовское моря (рис. 3.22а) принадлежит источникам выбросов Украины (47%), Турции (21%), Румынии (14%), Болгарии (4%) и Польши (4%). Для диоксинов и фуранов (рис. 3.22б) преобладают источники Украины (42%), России (8%), Грузии (3%) и Румынии (3%).

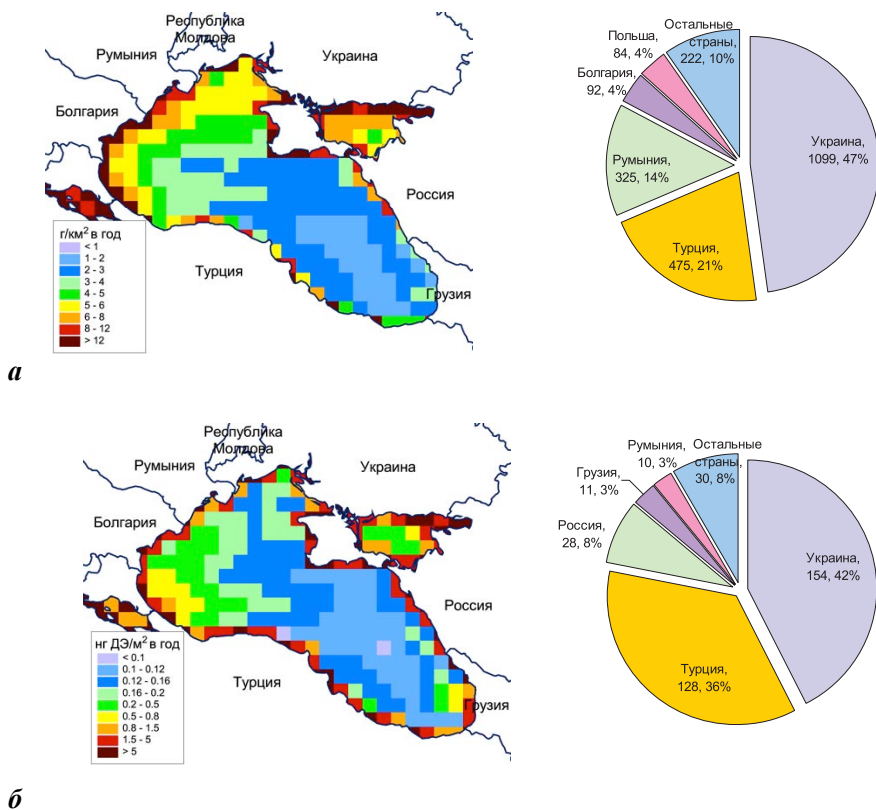


Рис. 3.22. Пространственное распределение атмосферных выпадений (нг ДЭ/км² в год) и вклад стран Европы и Центральной Азии в атмосферное выпадение бенз(а)пирена (а), диоксинов и фуранов (б) от антропогенных источников на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2011 г. (в г ДЭ в год и процентах).

Глава 4. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ

Луковская А.А., Попова Л.Б., Лавинен Н.А., Коршенко А.Н.,
Кириянов В.С., Гусев А.В.

4.1. Общая характеристика

Балтийское море – внутриматериковое море Атлантического океана. Площадь моря составляет 419 тыс.км², объем воды – 21,5 тыс.км³, средняя глубина – 51 м, максимальная – 470 м. Балтийское море соединяется с Северным морем проливом Скагеррак и Датскими проливами. На севере берега скалистые, преимущественно шхерного и фьордового типа, на юге и юго-востоке – низменные, песчаные, лагунного типа. Береговая линия сильно изрезана. В море впадает 250 рек. Годовой сток составляет примерно 433 км³.

Для Балтики характерен морской климат умеренных широт. Температура воды зимой на поверхности в открытом море составляет 1–3⁰С, у берегов – ниже 0⁰С; летом температура воды повышается до 18–20⁰С. 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.

Специфической чертой гидрологической структуры Балтики является двойной скачок плотности. Временный верхний слой образуется за счет распреснения и часто совпадает с сезонным термоклином. Постоянный нижний галоклин с очень высокими градиентами солености формируется как вертикальная граница между верхними распресненными водами и глубинными морскими, периодически поступающими в Балтику из пролива Скагеррак через Датские проливы. Вследствие этой особенности обычно выделяют три водные массы: 1) поверхностную с соленостью 7–8‰, она покрывает всю южную и центральную части моря, на севере и в заливах соленость существенно ниже, температура изменяется в широком пределе от нуля до 20⁰С; 2) придонную с соленостью 10–21‰ и температурой от 4,5 до 12⁰С, она занимает впадины в открытых районах моря; 3) переходная (2–6⁰С, 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 толщина плавучих льдов – 40–60 см. В мае море обычно очищается ото льда.

4.2. Система мониторинга восточной части Финского залива и Невской губы

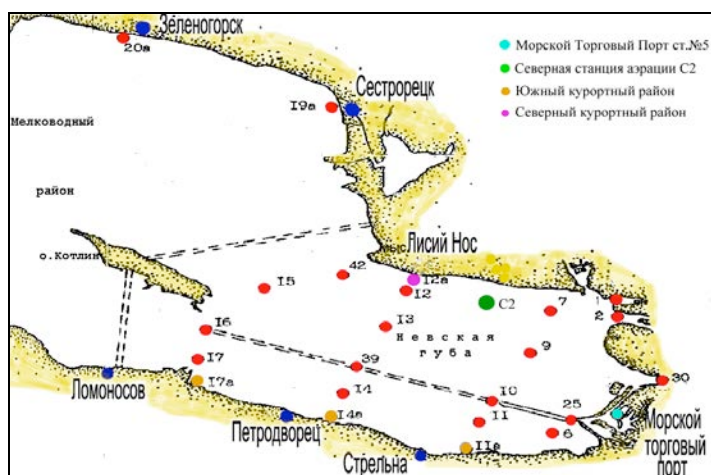


Рис. 4.1. Схема расположения станций контроля состояния морской среды в Невской губе в 2011 г.

В 2011 г. наблюдения в восточной части Финского залива и Невской губе были выполнены ФГБУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р» на 24 станциях в навигационный период с мая по октябрь. В Невской губе работы выполнялись ежемесячно на 1 станции на акватории морского торгового порта (МТП); на 17 станциях в открытой части Невской губы от устья р. Невы на востоке до комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС), в южной и северной курортных зонах Невской губы на 4 станциях (рис. 4.1). В восточной части Финского залива за пределами КЗС наблюдения проводили в курортной зоне мелководного района на 2 станциях, а также в глубоководной зоне восточной части залива, в Лужской и Копорской губах. 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 n-дней инкубации (БПК_{полн}) в поверхностных, пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных водах» (ПНДФ 14.1:2:3:4.123-97, изд. 2004 г.). Содержание нефтяных углеводородов определялось ИК – фотометрическим методом; фенола – методом хроматографии; СПАВ – (для Невской губы) методом экстракции-

онно-фотометрическим; хлорорганических пестицидов – газохроматографическим методом; металлов – методом атомно-абсорбционной спектроскопии фильтрованных проб воды. Химические анализы выполнялись в лаборатории гидрохимии Аналитической лаборатории (центра), аккредитованной на техническую компетентность Росстандартом и зарегистрированной в государственном реестре за номером РОСС RU.0007.510422. В Невской губе расчет ИЗВ производили с учетом БПК₅ (ПДК = 2 мг/л). Принимая во внимание пресноводный характер Невской губы, при расчете ИЗВ использовались значения ПДК для поверхностных вод суши.

4.3. Гидрологическая характеристика стока Невы

Для Ладожского озера два последних года были многоводными, особенно в 2010 г., когда уровни воды превышали норму на 50–60 см. В среднем за 2011 г. уровень воды в истоке р. Невы (ГП «Петрокрепость») был на 3 см выше нормы. С января по август уровень воды в истоке р. Невы был немного выше средних многолетних значений, а максимальное отклонение (12 см) отмечалось в феврале и июле. С сентября по декабрь наблюдалось понижение уровня воды от 429 см БС до 412 см БС. Отклонение среднего месячного уровня от нормы в сентябре и декабре составило -6 см, в октябре и ноябре -3 см и -2 см соответственно. В период январь–март средние месячные расходы превышали норму на 9–25%; с апреля по ноябрь водность р. Невы была близка к норме или на 1–6% меньше ее. Повышенная водность реки в декабре (27%) обусловлена большим количеством осадков с превышением нормы на 150% и отсутствием ледяного покрова вследствие высокой температуры воздуха – декабрь в среднем был на 5⁰С теплее обычного. Абсолютный максимум стока Невы относится к июню и составляет 3170 м³/с, минимальное значение 1820 м³/с отмечалось в феврале. Водность р. Невы за осенний сезон была близка к средней многолетней (К_{ср.сез.}=1,02); в зимний сезон была выше средней многолетней на 14%; в весенний сезон была на 4% выше нормы; в летний сезон (июнь–сентябрь) водность была немного ниже средней по сравнению со средней многолетней за сезон (К_{ср.сез.}=0,96). На летний сезон пришлась, как обычно, наибольшая доля годового стока, 37,3% по сравнению с 39,6% в многолетнем распределении. Для остальных сезонов было следующее распределение стока: доля осеннего стока составила 17,6% от годовой суммы, что близко к норме; доля зимнего стока 20,1%, что на 2,1% выше, чем в многолетнем распределении; на весенний сток пришлось 25%, что очень близко к норме. В осенне-зимний период 2011 г. в связи с усилением циклонической деятельности отмечалось 17 случаев, когда уровень воды в устье р. Большая Нева у Горного института превысил отметку 600 см (над «0» поста, «0» поста = -5,00 м БС), из них 1 раз опасную отметку 660 см. Максимальный уровень в устье р. Большая Нева 28 декабря составил 668 см, что квалифицировалось как наводнение. В то же время случаев сгонов уровня ниже критической отметки 450 см над «0» поста не отмечалось.

4.4. Гидрохимические показатели вод Невской губы

Солёность. В течение всего года открытая часть губы была практически постоянно заполнена водами с солёностью 0,07–0,08‰. В мае морские воды из открытой части залива распространились по всей юго-западной части Невской губы, самая высокая солёность (3,59‰, дно) была на ближайшей к КЗС станции №16. В августе наблюдался еще один заток солоноватых вод, у Ворот Морского канала солёность у дна достигала 3,14‰. Абсолютное максимальное значение солёности у южного побережья восточной части Финского залива отмечено в мае (5,73‰, МГ-2 Шепелево), у северного берега в апреле (4,07‰, МГ-2 Озерки), в Выборгском заливе в январе – 2,87‰.

Температура. В период с января по апрель акватория Невской губы и восточной части Финского залива была покрыта льдом, а температура воды была близка к 0⁰С. Полное очищение акватории губы произошло в последней декаде апреля, что соответствует норме; Финского залива в конце первой – начале второй декад мая на 1,5–2 недели позже обычного. Максимальная средняя месячная температура воды по всей акватории относилась к июлю и составляла около 21,6⁰С для всей акватории восточной части Финского залива и около 23,7⁰С для мелководных районов северного побережья Невской губы. Как обычно, несколько понижена температура воды в баровой зоне Невы за счет ее охлаждающего стока. Абсолютный максимум температуры воды в восточной части Финского залива наблюдался в июле и составил 26,5⁰С. На мелководных участках Невской губы (МГ-2 Лисий Нос) зарегистрирована максимальная температура воды 28,9⁰С. В целом за год температура воды была выше средней многолетней на 0,8–1,1⁰С.

Прозрачность и цвет воды. В Невской губе с января по март в водо- и судопропускных сооружениях КЗС отмечалось наличие ледяного покрова. На свободной ото льда акватории в пролетах водопропускного сооружения прозрачность составила 2,2 м, цвет воды желтый. В апреле прозрачность снижалась до 1,1–1,5 м, минимальная 0,9 м – в пролетах водопропускного сооружения В-2; цвет воды был везде коричневато-желтый. В мае прозрачность воды в Невской губе повсеместно составляла 1,0–1,3 м, а наименьшая прозрачность 0,8 м была у южного берега в районе Петродворца и в Морском канале; цвет изменялся от желтого до коричневато-желтого. В июне прозрачность воды повсеместно находилась в пределах 1,2–1,6 м, цвет не изменился. Во время проведения июльской съемки наименьшая прозрачность воды 0,9 м отмечена в районе Южных ворот и вдоль южного берега Невской губы. На остальной акватории прозрачность воды находилась в пределах 1,1–1,5 м. Цвет воды был преимущественно желтый, коричневато-желтый. В августе преимущественно наблюдалась прозрачность 1,1–1,7 м, цвет воды был желтый, коричневато-желтый. Минимальная прозрачность 0,9 м отмечена у южного берега Невской губы в районе г. Ломоносов, цвет воды желтый. В сентябре прозрачность воды к северу от Морского канала и в водопропускных сооружениях северного створа КЗС была в пределах 1,3–1,9 м; в южной части Невской губы и в районе южного створа КЗС прозрачность составляла 1,0–1,3 м, цвет воды изменялся от желтого до коричневато-желтого. Во время октябрьской съемки прозрачность в основном составляла 1,4–1,9 м, у южного створа КЗС 1,0–1,2 м; цвет коричневато-желтый. В ноябре 1,6–2,0 м,

а в декабре 0,9–1,7 м; цвет воды коричневато-желтый. В восточной части Финского залива 12–15 октября 2011 г. наименьшая прозрачность воды (0,9 м) наблюдалась в вершине Лужской губы и в районе Лондонской отмели; цвет желтый. На входе в Лужскую губу прозрачность воды 2,3 м, в Копорской губе 2,8–3,0 м, цвет воды зеленовато-желтый. На станциях мелководного северного района прозрачность изменялась от 1,5 до 2,0 м, цвет воды желтый. На глубоководных станциях восточной части Финского залива прозрачность увеличивалась с востока на запад от 2,0 до 4,1 м у о-ва Гогланд. Цвет воды изменялся от зеленовато-желтого до желтовато-зеленый. На прозрачность вод губы и восточной части залива влияли гидротехнические работы по намыву новой территории у Васильевского острова; в юго-восточной части Невской губы строится жилой комплекс «Балтийская жемчужина»; в Южных воротах на берегу около поселка Бронка с января 2011 г. ведется строительство Многофункционального морского перегрузочного комплекса (ММПК) «Бронка» (Большой порт Санкт-Петербург). Проект аванпорта Бронка реализуется в районе примыкания дамбы Д-1 КЗС к существующей береговой черте. В Лужской губе вдоль восточного берега ведутся гидротехнические работы по строительству новых портов.

Водородный показатель, рН. На акватории открытой части Невской губы в течение всего 2011 г. величина рН, варьируя практически идентично в поверхностных и придонных слоях воды, не выходила за рамки нормативного интервала (рН 6,5–8,5). В зимний период (февраль) величина рН изменялась в диапазоне 7,32–8,01. С мая по октябрь значения были 7,15–7,93 (май, придонный слой). Самые низкие показатели рН были зафиксированы в мае и августе и составили 7,27 и 7,15 соответственно. Разница в средних значениях между южной и северной частью губы отсутствовала. Среднее значение в слое воды поверхность-дно составило рН 7,58 и было максимальным в многолетнем ряду данных.

Щелочность. В 2011 г. значения щелочности изменялись в пределах 0,482–1,431 мг-экв/дм³. Самые высокие значения (0,927–1,147 мг-экв/дм³) были зафиксированы в февральских пробах из южной части Невской губы. В период с мая по октябрь концентрация щелочности изменялась в диапазоне 0,482–1,431 мг-экв/дм³, максимум был зафиксирован в поверхностном слое в августе, что связано с затокком солоноватых вод из открытой части Финского залива. В южном районе щелочность была несколько выше и на поверхности, и у дна. Среднее значение щелочности (0,568 мг-экв/дм³) на фоне незначительных межгодовых колебаний было ниже данных 2008–2010 гг. и ниже среднемноголетних, но выше 2007 г.

Кислород. В течение года содержание кислорода во всех отобранных пробах в открытой части Невской губы было в пределах нормы и определялось сезонным ходом интенсивности фотосинтеза. За период наблюдений самое высокое насыщение вод кислородом наблюдалось в мае и июле, это обусловлено весенней и летней вспышкой численности фитопланктона. В мае перенасыщенность вод кислородом наблюдалась на всех станциях и охватывала всю толщу вод до дна, значения изменялись в диапазоне 91–106% на поверхности и 93–106% у дна. И только на двух станциях в Морском канале в придонном слое относительное содержание в воде кислорода составило 64%. В июле перенасыщенность вод кислородом наблюдалась преимущественно на поверхности, однако

на трех станциях высокое насыщение было отмечено и у дна; диапазон значений составил 91–109% на поверхности и 89–107% у дна. В августе было зафиксировано минимальное для Невской губы содержание кислорода ($6,93 \text{ мг/дм}^3$, 66%) на придонном горизонте у Ворот Морского канала, что, вероятно, было связано с подтоком солоноватых вод. У дна содержание кислорода в северной части несколько выше, чем в южной, а на поверхности различия незначительные. Средняя концентрация за период наблюдений составила $11,0 \text{ мг/дм}^3$, среднее насыщение 95%.

БПК₅. Всего в феврале и мае–октябре 2011 г. в открытой части Невской губы было отобрано и проанализировано 196 проб. В 36 из них значения были выше нормы $2,0 \text{ мг/дм}^3$ и 11 из них были отобраны в июле. Максимальная величина ($3,99 \text{ мг/дм}^3$) была зафиксирована в феврале на поверхности. Средние за месяц значения БПК₅ как в северном, так и в южном районах в целом не превышали норму – исключением стало значение, полученное в июле для придонного горизонта в северном районе. В этом же месяце наблюдались и самые высокие значения концентрации кислорода. В 2011 г. в северном районе Невской губы значения БПК₅ были выше, чем в южном районе. В целом среднее за 2011 г. значение БПК₅ ($1,67 \text{ мг/дм}^3$) было довольно низким, и стало минимальным в многолетнем ряду данных 2007–2011 гг. Повторяемость случаев превышения нормы значениями БПК₅ в 2011 г. составила 18%.

Фосфор. Наибольшие значения минерального фосфора были отмечены в феврале (5–27, среднее 15 мкг/дм^3). Средние за месяц значения в северной части губы изменялись от концентрации ниже предела обнаружения ($<5,0 \text{ мкг/дм}^3$) до 14 мкг/дм^3 . В южной части губы средние значения варьировали в диапазоне от менее $5,0$ до 26 мкг/дм^3 . Среднее значение за 2011 г. составило $6,0 \text{ мкг/дм}^3$ и было минимальным в ряду данных 2007–2011 гг. В северной части губы среднее годовое значение концентрации общего фосфора на поверхности составило 10 и у дна 11 мкг/дм^3 . Максимальные значения были в августе на поверхностном (56 мкг/дм^3) и придонных горизонтах (51). В южной части губы среднее содержание составило 8 и 9 мкг/дм^3 на поверхности и у дна; наибольшие значения (35 и 32 мкг/дм^3) отмечались в феврале и августе у дна. Средняя за год концентрация общего фосфора (9 мкг/дм^3) была минимальной с 2007 г.

Азот. Концентрация аммонийного азота в поверхностном слое вод губы изменялась в диапазоне <15 – 350 мкг/дм^3 (май, поверхность), у дна <15 – 470 мкг/дм^3 (февраль, у дна). Средняя за 2011 г. (57 мкг/дм^3) очень близка к среднемноголетней (65 мкг/дм^3). Среднемесячная концентрация нитритного азота в северной и южной частях Невской губы была невысокой; наибольшие значения были зафиксированы в августе, сентябре и октябре. Диапазон значений в феврале был от значений ниже $DL=2,5$ до $6,5 \text{ мкг/дм}^3$ на поверхности и $<2,5$ – $11,0 \text{ мкг/дм}^3$ у дна. Средняя за период наблюдений концентрация нитритов составила $5,5 \text{ мкг/дм}^3$ и совсем незначительно отличалась от среднемноголетней ($5,0 \text{ мкг/дм}^3$). Содержание нитратного азота в водах открытой части Невской губы во всем столбе воды изменялось от 85 до 860 мкг/дм^3 . Максимальная концентрация была зафиксирована южнее судоходного канала в сентябре на придонном горизонте. Средняя за год составила 260 мкг/дм^3 , что почти равно среднемноголетней 271 мкг/дм^3 . Диапазон концентрации общего азота в 2011 г.

составил в открытой части Невской губы 340–1420 мкг/дм³, максимум зафиксирован в февральских пробах у дна. Наименьшая среднемесячная концентрация отмечена в июне и июле, в остальные месяцы значения изменялись от 634 до 1054 мкг/дм³. С мая по октябрь среднее содержание общего азота было значительно ниже, чем в феврале, и составило около 600 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация общего азота (703 мкг/дм³) была выше, чем в 2007 и 2010 гг. и близкой к среднемноголетней (706 мкг/дм³).

4.5. Загрязнение вод центральной части Невской губы

Органические ЗВ. В 2011 г. концентрация нефтяных углеводородов в водах Невской губы в 202 пробах из 218 (93%) была ниже предела чувствительности метода определения ($DL=0,04$ мг/дм³); в остальных содержание НУ изменялось в пределах 0,04–0,05 мг/дм³; максимум был зафиксирован в мае на поверхности. По сравнению с предыдущим годом произошло существенное снижение среднего уровня загрязнения вод Торгового порта, центральной части губы и глубоководной зоны при сохранении низкого уровня на остальных участках акватории залива (рис. 4.2). В течение всего периода наблюдений концентрация СПАВ не превышала предела обнаружения в 39% случаев. Максимальная концентрация составила 0,077 мг/дм³ (дно, май). Концентрация фенолов в водах Невской губы в 80 пробах из 94 проанализированных (85%) была ниже предела обнаружения используемого метода химического анализа ($DL=0,5$ мкг/дм³). Максимальная концентрация (0,9 мкг/дм³) была зарегистрирована в июне в придонном слое. По сравнению с предыдущим годом количество значений ниже предела обнаружения увеличилось. Во всех исследованных пробах воды в 2011 г. содержание хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) было ниже предела определения использованного аналитического метода.

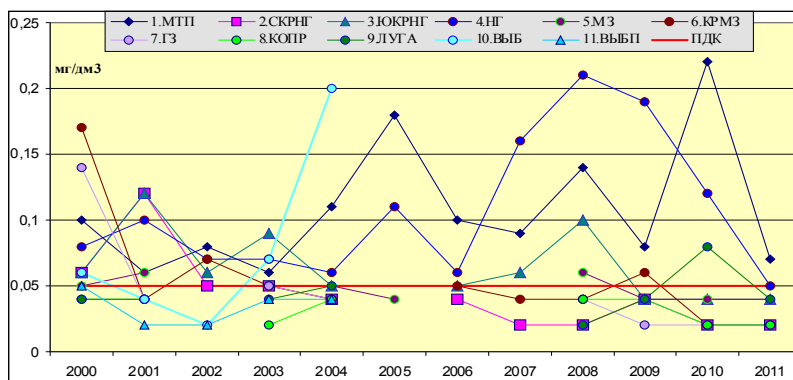


Рис. 4.2. Динамика максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах различных районов Невской губы в 2000–2011 гг. Районы: Невская губа – Акватория Морского Торгового Порта МТП, Северный курортный район СКРНГ, Южный курортный район ЮКРНГ, Центральная часть губы НГ; восточная часть Финского залива – Мелководная зона МЗ, Курортный район мелководной зоны КРМЗ, Глубоководная зона ГЗ; Копорская губа КОПР, Лужская губа ЛУГА, Выборгский залив ВЫБ, Выборг-порт ВЫБП.

Металлы. Концентрация меди была ниже $DL=0,5 \text{ мкг/дм}^3$ в 7 из 218 проанализированных проб. В 96% проб значения были выше ПДК. Максимальное значение достигало 19 мкг/дм^3 в придонном слое вод в феврале и на обоих горизонтах в июне. Средняя за год величина составила $3,71 \text{ мкг/дм}^3$. Все средние за месяц значения превышали норматив, максимум отмечен в феврале ($6,82 \text{ мкг/дм}^3$, $6,8 \text{ ПДК}$), а в летний период наблюдалось понижение уровня содержания меди ($2,88\text{--}3,69 \text{ мкг/дм}^3$). Несмотря на наблюдавшиеся в 2011 г. высокие значения концентрации меди в водах Невской губы, однако в целом за последнее десятилетие отмечается хорошо выраженная тенденция снижения ее содержания во всех районах губы, за исключением южного курортного района (рис. 4.3).

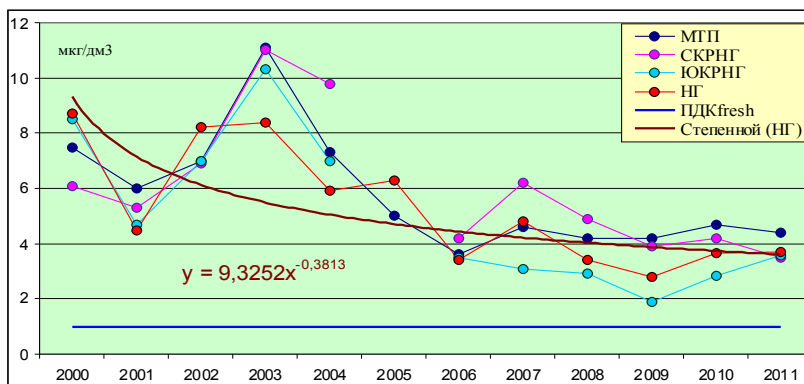


Рис. 4.3. Динамика средней концентрации меди (мкг/дм^3) в водах различных районов Невской губы в 2000–2011 гг.

В 2011 г. во всех пробах концентрация цинка была выше DL . Максимальное значение в поверхностном горизонте ($55,0 \text{ мкг/дм}^3$, $5,5 \text{ ПДК}$) было отмечено в июне, а в придонном слое в феврале ($87,0 \text{ мкг/дм}^3$, $8,7 \text{ ПДК}$). Средняя концентрация за весь период наблюдений составила $15,1 \text{ мкг/дм}^3$. Повторяемость превышения ПДК за год составила 80%. Среднемесячная концентрация цинка изменялась в диапазоне от $10,4$ до $26,2 \text{ мкг/дм}^3$. Максимальное превышение ПДК было зафиксировано в феврале и составило $8,7 \text{ ПДК}$. В течение всего периода наблюдений средние за месяц значения превышали ПДК.

Концентрация марганца в 8% проб из 218 обработанных была ниже предела обнаружения ($DL=1 \text{ мкг/дм}^3$), а в 20,0% была выше ПДК. Наиболее высокие значения были зафиксированы в августе и составили на поверхности $189,0 \text{ мкг/дм}^3$ (у Гребного канала, 19 ПДК) и у дна 137 мкг/дм^3 . В октябре месяце не было зафиксировано ни одного превышения ПДК. Средняя за год концентрация составила $7,7 \text{ мкг/дм}^3$.

В 119 из 218 обработанных проб (55%) концентрация свинца была ниже предела чувствительности метода определения $DL=2,0 \text{ мкг/дм}^3$. Среднее значение за год было $2,3 \text{ мкг/дм}^3$. В 7 пробах концентрация превышала ПДК= 6 мкг/дм^3 . Максимум ($9,0 \text{ мкг/дм}^3$, $1,5 \text{ ПДК}$) был зарегистрирован в августе в придонном слое у о. Котлин.

В 44% и 62% из 218 отобранных проб значения никеля и кадмия были ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа $DL=0,5$ мкг/дм³. В остальных пробах концентрация никеля менялась в диапазоне 2,0–40,0 мкг/дм³ (4 ПДК, июнь), средняя 3,3 мкг/дм³; кадмия 0,5–2,8 мкг/дм³ (2,8 ПДК, май, о. Котлин, придонный слой). Концентрация кобальта (максимум 3,7 мкг/дм³, 0,5 ПДК) и хрома (5,5 мкг/дм³, 0,16 ПДК) была ниже предела чувствительности метода определения в 79% и 94% проб. В 2011 г. содержание в воде марганца и никеля было максимальным за последние пять лет. Уровень загрязненности медью остался примерно на прошлогоднем уровне, а свинцом снизился.

4.6. Загрязнение вод курортных районов Невской губы Южный курортный район

Органические ЗВ. Из 17 отобранных проб в 12 (71%) содержание нефтяных углеводородов было ниже предела чувствительности метода определения ($DL=0,04$ мг/дм³), а в остальных равнялась этому уровню. По сравнению с 2010 г. содержание НУ в водах района увеличилось. В 47% и 82% проб концентрация СПАВ и фенола была ниже предела обнаружения, 10 и 0,5 мкг/дм³ соответственно. Диапазон значений СПАВ составил 12–16 мкг/дм³, максимум зафиксирован в сентябре рядом с берегом у Петродворца; наибольшее содержание фенолов фиксировалось у берега восточнее Стрельны. По сравнению с предыдущим годом количество проб с концентрацией фенола выше предела обнаружения увеличилось. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. В 2011 г. в южном курортном районе Невской губы концентрация меди была выше ПДК во всех отобранных пробах. Диапазон значений составил 2,4–6,3 мкг/дм³, максимум 6,3 ПДК зафиксирован в июле у Стрельны; среднее за год значение по всему району равнялась 3,59 мкг/дм³.

Концентрация цинка ($DL=1$ мкг/дм³) изменялась в пределах 3,8–35,0 (3,5 ПДК, октябрь, вблизи берега у Стрельны); средняя величина в районе составила 15,8 мкг/дм³ (1,6 ПДК). В 12 пробах из 17 концентрация цинка превышала ПДК, такие случаи были зафиксированы во все месяцы наблюдений. Наибольшая среднемесячная величина была зафиксирована в октябре (22,0 мкг/дм³). Содержание марганца в 2011 г. в четырех случаях было ниже $DL=1,0$ мкг/дм³ и не превысило ПДК (10,0 мкг/дм³) ни разу за весь период наблюдений. Наибольшие значения наблюдались на ст.11а в августе (4,0 мкг/дм³), на ст.14а в июне (8,2 мкг/дм³) и на ст.17а в июле (9,7 мкг/дм³). Концентрация никеля и свинца из 17 отобранных проб в 10 (59%) и в 6 (35%) была ниже $DL=2,0$ мкг/дм³; максимум составлял 9,0 мкг/дм³ (0,9 ПДК) и 4,2 мкг/дм³ (0,7 ПДК) соответственно; наибольшие среднемесячные значения (6,8 и 2,8 мкг/дм³) были отмечены в мае и июле. Концентрация кадмия ($DL=0,5$ мкг/дм³) достигала 0,68 мкг/дм³, кобальта и хрома (для обоих $DL=2,0$ мкг/дм³) – 4,2 мкг/дм³ (0,6 ПДК) и 2,0 мкг/дм³ соответственно, превышение ПДК в период наблюдений зафиксировано не было.

Северный курортный район

Органические ЗВ. Во всех отобранных пробах значения концентрации нефтяных углеводородов были ниже предела чувствительности метода определения ($0,04 \text{ мг/дм}^3$). В пяти из 6 проанализированных проб концентрация фенола была ниже DL, а в октябре было определено $0,7 \text{ мкг/дм}^3$ ($0,7 \text{ ПДК}$). В 67% отобранных проб концентрация СПАВ была ниже предела обнаружения, а среднее за год содержание составило 9 мкг/дм^3 . Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов ДДТ и ГХЦГ было ниже DL.

Металлы. В течение 2011 г. во всех отобранных в северном курортном районе пробах значения концентрации меди превысили ПДК (1 мкг/дм^3) и составили $2,3\text{--}6,8 \text{ мкг/дм}^3$; максимальная концентрация была зафиксирована в июле ($6,8 \text{ ПДК}$). Диапазон значений цинка составил $4,0\text{--}82,0 \text{ мкг/дм}^3$ ($8,2 \text{ ПДК}$ в августе); среднегодовое значение составило $14,0 \text{ мкг/дм}^3$ ($1,4 \text{ ПДК}$). В четырех из шести отобранных проб (67%) концентрация цинка не превышала ПДК. В двух пробах концентрация марганца превышала ПДК и составляла $22,0$ (июль) и $11,0 \text{ мкг/дм}^3$ ($1,1 \text{ ПДК}$, август). Значений ниже предела чувствительности метода ($<1,0 \text{ мкг/дм}^3$) зафиксировано не было. Только в одной пробе концентрация кадмия ($1,1 \text{ мкг/дм}^3$) превысила ПДК; в трех пробах содержание вещества было ниже предела чувствительности метода определения ($DL=0,5 \text{ мкг/дм}^3$); а в оставшихся составила $0,54$ и $0,80 \text{ мкг/дм}^3$ (май и сентябрь соответственно). Во всех пробах концентрация свинца превысила предел чувствительности метода определения ($2,0 \text{ мкг/дм}^3$), диапазон значений составил $2,0\text{--}5,4 \text{ мкг/дм}^3$, максимальное значение было зафиксировано в октябре. Концентрация никеля, кобальта и общего хрома в водах северного курортного района в большинстве случаев не превышала предел обнаружения: 50%, 83% и 100%, а максимальные значения составили $5,9 \text{ мкг/дм}^3$ для никеля и $4,2 \text{ мкг/дм}^3$ для кобальта соответственно. Превышения ПДК по этим металлам зафиксировано не было. В 2011 г. воды курортных районов Невской губы были более всего загрязнены марганцем, медью и цинком.

4.7. Курортная зона мелководного района восточной части Финского залива (ст. 19а и 20а)

Органические ЗВ. Концентрация СПАВ в большинстве проб была ниже предела чувствительности метода определения, максимальная (20 мкг/дм^3) была зафиксирована в мае. Из 12 отобранных проб в 9 значения были ниже $DL=0,5 \text{ мкг/дм}^3$; максимум достигал $0,6 \text{ мкг/дм}^3$ в июле и августе. Концентрация НУ была ниже $DL=0,04 \text{ мг/дм}^3$ в половине из 12 проб; а наибольшее значение равнялось $0,06 \text{ мг/дм}^3$ ($1,2 \text{ ПДК}$). По сравнению с 2010 г. загрязненность вод НУ незначительно возросла. Хлорорганические пестициды ДДТ и ГХЦГ не обнаружены.

Металлы. В 2011 г. в 5 пробах воды из 12 концентрация меди была выше ПДК и в одной пробе ниже $DL=0,5 \text{ мкг/дм}^3$. Диапазон значений выше DL составил $2,20\text{--}7,40 \text{ мкг/дм}^3$; максимум ($1,5 \text{ ПДК}$) был зафиксирован в июле. Концентрация цинка была выше $DL=1 \text{ мкг/дм}^3$ во всех пробах. а наибольшая величина достигала $92,0 \text{ мкг/дм}^3$ ($1,8 \text{ ПДК}$) в августе. Содержание марганца выше аналитического нуля ($DL=1 \text{ мкг/дм}^3$) было во всех пробах, кроме одной, а максимум достигал 85 мкг/дм^3 в мае у Зеленогорска. Концентрация свинца изменялась в

диапазоне 2,0–9,4 мкг/дм³ (октябрь). Из 12 отобранных проб в пяти концентрация никеля была ниже предела чувствительности метода (42%). В остальных пробах значения менялись в диапазоне от 2,0 до 16 мкг/дм³ (1,6 ПДК, май, Сестрорецк). Концентрация общего хрома была ниже DL в 100% проб, кадмия – в 58%. Содержание кобальта превышало ПДК дважды в сентябре, составляя 13,0 мкг/дм³ у Сестрорецка и 5,20 мкг/дм³ у Зеленогорска. Более всего в 2011 г. воды курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива были загрязнены медью, цинком и марганцем. Наибольшие значения наблюдались у г. Зеленогорска. Также было отмечено увеличение содержания кобальта. По сравнению с 2010 г. количество проб с концентрацией меди выше ПДК увеличилось с 17 до 42%, несмотря на снижение среднегодового значения. Уменьшилось количество случаев превышения ПДК для никеля. По среднегодовым величинам выделяется значительное увеличение концентрации марганца до 24,4 мкг/дм³ и цинка до 13,1 мкг/дм³.

4.8. Морской торговый порт (МТП)

Наблюдения в МТП в 2011 г. проводились ежемесячно с февраля по декабрь. Отбор проб осуществлялся с поверхностного и придонного горизонтов. **Соленость** в порту составляла 0,06–0,09‰, повышенная соленость наблюдалась в августе и декабре. Содержание в воде растворенного кислорода было в пределах нормы и изменялось в диапазоне 7,49–14,2 мг/дм³ на поверхности и 7,37–14,2 мг/дм³ у дна; наименьшие значения наблюдались в августе. На придонном горизонте насыщение вод кислородом составило 99% в мае, в остальные месяцы не превышало 97%. Величина водородного показателя рН была в пределах нормы и изменялась от 7,25 до 7,74. На акватории МТП за весь период наблюдений с февраля по декабрь щелочность варьировала в узком интервале 0,513–0,668 ммоль/дм³. Максимальные значения щелочности обнаружены на двух горизонтах в пробах, отобранных в декабре. В водах порта величина биохимического потребления кислорода (БПК₅), характеризующая содержание легкоокисляемых органических соединений, в течение года варьировала в широких пределах 0,74–2,76 мгО₂/дм³ на поверхности и 0,95–3,73 мгО₂/дм³ у дна. В 36% случаев значения БПК₅ превышали норму 2,0 мгО₂/дм³, максимум зафиксирован в придонной пробе в ноябре.

Содержание в воде порта фосфатного **фосфора** в течение 2011 г. изменялось от значения ниже предела обнаружения (<5,0 мкг/дм³) до 21 мкг/дм³ в ноябре. В теплый период содержание в воде фосфатов уменьшается и большинство значений с мая по август находятся ниже DL в связи с активным фотосинтезом, а при его затухании в осенне–зимний период концентрация фосфатов возрастает. Содержание общего фосфора изменялось от <5 мкг/дм³ до 28 мкг/дм³ (ноябрь).

Содержание аммонийного **азота** в водах порта было ниже DL в сентябре, а в остальные месяцы изменялось 53–520 мкг/дм³. В августе наблюдались максимальные для обоих горизонтов значения (520 мкг/дм³ на поверхности и 420 мкг/дм³ у дна), что может быть обусловлено усилением процессов бактериального разложения органического вещества. Концентрация нитритного азота в порту изменялась от значений ниже DL=2,5 мкг/дм³ до 31 мкг/дм³. Наименьшие значения наблюдались в феврале и ноябре, а максимальное содержание нитри-

тов наблюдалось в конце лета (август), когда интенсивно идет процесс распада образовавшегося за лето органического вещества. Концентрация нитратов изменялась в пределах 120–470 мкг/дм³. Наименьшее содержание (120–260 мкг/дм³) наблюдалось в теплый период года (май–август) при интенсивно протекающем фотосинтезе. Высокое содержание в воде нитратного азота (до 440 мкг/дм³) наблюдалось в осенне-зимний период, а максимальное – в декабре, когда при минимальном его потреблении происходит распад органического вещества и переход азота из органических форм в минеральные. Также высокие значения концентрации нитратов (400 мкг/дм³ на поверхности и 470 мкг/дм³ у дна) были зафиксированы в апреле из-за поступления веществ вместе с талыми водами. Содержание в воде акватории МТП общего азота в 2011 г. изменялось в широком диапазоне 350–1470 мкг/дм³. Максимальные значения на поверхности (1470 мкг/дм³) и у дна (1180 мкг/дм³) были зафиксированы в августе. Концентрация кремния была в пределах 100–940 мкг/дм³. Максимальное содержание кремния было зафиксировано в апреле у дна, а наименьшие значения наблюдались в июне и июле (100–140 мкг/дм³).

Органические ЗВ. Содержание нефтяных углеводородов в водах порта в 2011 г. изменялось от значений ниже предела обнаружения (DL=0,04 мг/дм³) до 0,07 мг/дм³ (1,4 ПДК, придонный слой). В большинстве проанализированных проб концентрация СПАВ находилась ниже предела обнаружения DL=15 мкг/дм³, а максимальная за год величина (66 мкг/дм³) была зафиксирована в мае в придонном слое. Из 22 отобранных в порту проб воды в 8 концентрация фенолов превышала DL, что составило 37%. Наибольшее количество значений ниже предела чувствительности метода наблюдалось в поверхностном слое (82% от общего количества наблюдений на этом горизонте). Остальные полученные в поверхностном слое значения были равны 0,5 мкг/дм³. Максимальная концентрация (1,1 мкг/дм³, 1,1 ПДК) была зарегистрирована в апреле в придонном слое. За исключением максимума, значения концентрации выше DL составляли 0,6–0,7 мкг/дм³.

Металлы. На станции Морского торгового порта в 2011 г. съёмки проводились с февраля по декабрь включительно. Во всех 22 пробах воды концентрация меди превышала ПДК. Среднее за год значение составило 4,39 мкг/дм³; диапазон на поверхности 1,30–8,60 мкг/дм³ и 1,70–11,0 мкг/дм³ (11 ПДК) у дна в феврале. Среднемесячное содержание меди в зимний период (поверхностный горизонт 5,8; у дна 7,3 мкг/дм³) было выше, чем в другие сезоны – летом на поверхности 4,0, у дна 4,7 мкг/дм³, максимум достигал 5,3 мкг/дм³ в июне и 5,8 мкг/дм³ в июле соответственно по слоям. В 19 из 22 отобранных проб (86%) концентрация цинка была выше ПДК. Диапазон значений составил на поверхности 8,2–85, у дна 9,9–99,0 мкг/дм³. Среднее за год значение составило 24,2 мкг/дм³. В годовом распределении самая высокая концентрация цинка наблюдалась в феврале (поверхность 85,0, дно 77,0 мкг/дм³) и августе (у дна 99,0 мкг/дм³, 9,9 ПДК для пресных вод). В весенний период средние значения содержания цинка в приповерхностном слое вод (12,0 мкг/дм³) и в придонном (17,5 мкг/дм³) были ниже, чем в другие сезоны. Концентрация марганца в толще вод была выше ПДК в 8 пробах из 22 (36%). Значения изменялись на поверхности и у дна от значений ниже предела обнаружения (DL=1,0 мкг/дм³) до 24,0

и $32,0 \text{ мкг/дм}^3$ (февраль) соответственно. Среднее за год значение в столбе воды от поверхности до дна составило $9,6 \text{ мкг/дм}^3$. Концентрация свинца была ниже предела чувствительности метода определения ($DL=2 \text{ мкг/дм}^3$) в 9 пробах из 22, что составило 41%. Максимальное значение на поверхности ($5,6 \text{ мкг/дм}^3$) было зафиксировано в декабре, на дне – в мае ($7,1 \text{ мкг/дм}^3$). В 9 пробах из 22 концентрация никеля была ниже $DL=2,0 \text{ мкг/дм}^3$; в поверхностном слое в 46% проб зафиксирован аналитический ноль. Максимальная концентрация составила на поверхности $3,3 \text{ мкг/дм}^3$ (август), у дна $6,3 \text{ мкг/дм}^3$ (август, $0,6 \text{ ПДК}$). В 73% проб из 22 концентрация кобальта была ниже $DL=2,0 \text{ мкг/дм}^3$. Концентрация кадмия находилась ниже предела обнаружения ($0,5 \text{ мкг/дм}^3$) в 10 из 22 проанализированных проб. Максимальное содержание кадмия ($1,0 \text{ мкг/дм}^3$) было отмечено в марте на поверхностном горизонте. В 21 пробе из 22 концентрация общего хрома была ниже предела чувствительности метода определения ($2,0 \text{ мкг/дм}^3$).

В целом в 2011 г. в воде порта содержание меди и марганца несколько снизилось по сравнению с предыдущим годом, а содержание цинка возросло.

4.9. Восточная часть Финского залива

В восточной части Финского залива съемка была выполнена в глубоководном районе (ст.1) и мелководном районе (ст. 26, 24, 20, 22, 19 и 21) 12 октября 2011 г., в Лужской губе (ст. 6л и 18л) и Копорской губе (ст. 3к и 6к) 15 октября 2011 г. (рис. 4.4).

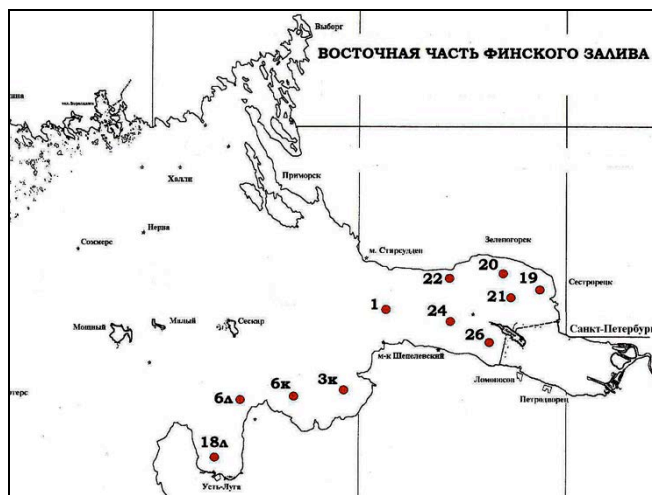


Рис. 4.4. Расположение станций мониторинга состояния морской среды в восточной части Финского залива в 2011 г.

В глубоководной части Финского залива диапазон значений солёности составил от 2,41‰ на поверхности до 3,02‰ у дна на глубине 20 м. С увеличением глубины значение солёности постепенно возрастало из-за притока солоноватых вод из центральной части залива. Содержание растворенного кислорода во всех пробах воды было в пределах нормы ($\geq 6,0 \text{ мг/дм}^3$) и менялось в незначительном диапазоне значений от $8,2 \text{ мг/дм}^3$ (у дна) до $9,9 \text{ мг/дм}^3$ (на поверхности).

В целом распределение кислорода по вертикали было равномерным. Значения относительного содержания растворенного кислорода изменялись от 79,1% у дна до 92,4% на горизонте 10 м. Во всех пробах величина водородного показателя укладывалась в узкий диапазон значений 7,65–7,74 и не выходила за рамки нормативной величины ($6,5 < \text{pH} < 8,5$). Значения щелочности на придонном горизонте ($1,019 \text{ ммоль/дм}^3$) было выше, чем на поверхности ($0,922 \text{ ммоль/дм}^3$), постепенно возрастая с увеличением глубины.

Во всех пробах воды содержание фосфатного фосфора не превышало предельно допустимой концентрации (200 мкг/дм^3). Распределение в водной толще фосфатного и общего фосфора было идентичным: в поверхностном слое концентрация была на уровне $22,0 \text{ мкг/дм}^3$, у дна от $30,0 \text{ мкг/дм}^3$ и $43,0/83,0 \text{ мкг/дм}^3$ соответственно. На станции глубоководного района концентрация кремния на поверхности и у дна составила 400 мкг/дм^3 . Значения нитритного азота не превышали уровень (20 мкг/дм^3) и изменялись в диапазоне от 3,90 у дна до $5,80 \text{ мкг/дм}^3$ на глубине 10 м. Диапазон изменений нитратного азота составил $100\text{--}160 \text{ мкг/дм}^3$. Концентрация аммонийного азота на поверхности составила 59, у дна 67 мкг/дм^3 . Содержание общего азота изменялось от 630 мкг/дм^3 на поверхности до 640 мкг/дм^3 у дна. Все вертикальные различия концентрации общего азота обусловлены колебаниями содержания органического азота, доля которого в составе общего в толще воды (поверхность-дно) преобладала, составив более 60%.

4.10. Копорская губа

Значения **солености** в водах губы изменялись от 3,78‰ на поверхности до 4,10‰ у дна при изменении температуры от $11,30^\circ\text{C}$ у поверхности до $11,58^\circ\text{C}$ у дна. Концентрация кислорода в поверхностном слое на мелководной ст.3к была максимальной для всей губы и составила $9,8 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ при насыщении 91,6%; на более глубокой ст.6к она составила $9,6 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ и 89,9%. В придонном слое эти показатели были на ст.3к $9,5 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ и 90,3%, на ст.6к $9,4 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ и 88,6% соответственно. Во всех пробах воды величина водородного показателя не выходила за рамки норматива ($6,5 < \text{pH} < 8,5$), вертикальные различия от поверхности до дна на обеих станциях были незначительными; диапазон значений составил 7,60–7,76; максимум зафиксирован на глубине 20 м. Значения общей щелочности изменялись от 1,156 до $1,218 \text{ ммоль/дм}^3$ и с глубиной увеличивались.

Биогенные элементы. Концентрация фосфатного фосфора в водах губы незначительно менялась с глубиной в диапазоне $13,0\text{--}22,0 \text{ мкг/дм}^3$. На ст.3к с глубиной содержание общего фосфора снизилось с 45 до 27 мкг/дм^3 . На более глубокой ст.6к максимальное значение общего фосфора (27 мкг/дм^3) было зафиксировано на глубине 20 м, остальные значения составили $17\text{--}19 \text{ мкг/дм}^3$. На обеих станциях концентрация кремния на поверхности и у дна была одинаковой – 390 и 380 мкг/дм^3 . Концентрация аммонийного азота достигала в поверхностном слое 64 мкг/дм^3 , в придонном 62 мкг/дм^3 . Максимальное содержание нитритного азота ($5,1 \text{ мкг/дм}^3$) было значительно ниже ПДК= 20 мкг/дм^3 и зафиксировано в поверхностном слое. Концентрация нитратов в обоих слоях воды изменялась в диапазоне $44\text{--}69 \text{ мкг/дм}^3$. Значения общего азота менялись в диапазоне $610\text{--}790 \text{ мкг/дм}^3$, максимум был зафиксирован на ст.6к на глубине 20 м. Как и во всех остальных районах восточной части Финского залива, основную долю общего азота занимал органический азот – 82%.

Тяжелые металлы. Концентрация меди в трех из четырех отобранных проб превысила ПДК=5 мг/дм³, максимум достигал 8,0 мг/дм³. Среднее значение было несколько выше уровня предыдущего года, однако находилось в пределах естественных межгодовых колебаний (табл. 4.1). Диапазон содержания кадмия в пробах составил 0,50–0,65 мг/дм³; максимум отмечен на поверхности; цинка 12,0–16,0 мг/дм³; все значения были ниже уровня ПДК. Во всех отобранных пробах концентрация марганца была значительно ниже ПДК: 1,0–2,6 мг/дм³; максимальное значение было зафиксировано на придонном горизонте. Концентрация свинца изменялась в диапазоне 6,20–9,40 мг/дм³; максимум отмечен в придонном слое вод. Значимая концентрация хрома (5,9 и 4,3 мг/дм³) была зафиксирована в двух пробах из четырех, в двух других была ниже предела обнаружения <2,0 мг/дм³.

Таблица 4.1. Средняя концентрация и диапазон изменений (мг/дм³) тяжелых металлов в Копорской губе в 2007–2011 гг.

Элемент	2007	2008	2009	2010	2011
Свинец	3,7	8,0	< 2,0	6,5	8,2 (6,2–9,4)
Марганец	< 1,0	< 1,0	53	< 1,0	2,0 (1,0–2,6)
Медь	2,9	7,4	4,5	5,8	6,9 (4,7–8,0)
Цинк	2,4	9,3	21,5	12,5	13,8 (12,0–16,0)

Органические ЗВ. Во всех пробах концентрация нефтяных углеводородов (DL=0,04 мг/дм³), фенола (DL=0,5 мг/дм³) и хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) была ниже предела чувствительности метода определения. Диапазон концентрации СПАВ составил 28–41 мг/дм³ (ст. 3к, на поверхности).

4.11. Лужская губа

В октябрьскую съемку значения **солености** в Лужской губе изменялись в диапазоне 3,74–4,52‰. Концентрация кислорода на более глубокой станции №бл на поверхностном горизонте составила 10,2 мг/дм³ при насыщении 94%, у дна несколько ниже – 9,7 мг/дм³ (91,5%). В более мелководной части губы (ст.18л) содержание кислорода составило 10,6 мг/дм³ при насыщении 94,8% (поверхность) и 9,8 мг/дм³, 90,6% (дно). В поверхностном слое на этой станции оно было максимальным для всей губы и выше, чем на обеих станциях Копорской губы. На обеих станциях величина водородного показателя не выходила за рамки нормативной величины (6,5<pH<8,5). Вертикальные различия от поверхности до дна были незначительными, диапазон величин составил 7,80–7,86 на ст.бл и 7,84–7,89 на ст.18л. Значения общей щелочности изменялись в узком диапазоне 1,253–1,535 ммоль/дм³.

Биогенные элементы. В октябре 2011 г. на выходе из губы вертикальные различия концентрации фосфатного и общего фосфора были незначительными и менялись от поверхности ко дну от 15,0 до 22,0 мг/дм³ и от 26,0 до 19,0 мг/дм³ соответственно. В кутовой части губы с увеличением глубины содержание фосфатов значительно снижалось с 110 до 27 мг/дм³, а общего фосфора у дна составило 32 мг/дм³. Концентрация обеих форм фосфора в поверхностном слое и у дна на ст. 18л в глубине Лужской губы была максимальной и выше, чем в Копорской губе. Содержание кремния варьировало в диапазоне 390–830 мг/дм³; в глубине губы было выше, чем на выходе. Концентрация нитритного азота изменялась в довольно узком диапазоне от 3,8 до 7,8 мг/дм³, максимум отмечен у поверхности. Содержа-

ние нитратного азота на поверхности изменялись в диапазоне 50–120 мкг/дм³, у дна 42–48 мкг/дм³. Концентрация аммонийного азота не превышала ПДК (400 мкг/дм³) и на ст.18л уменьшалась от максимального значения (100 мкг/дм³) на поверхности ко дну, что может быть связано с усилением процессов нитрификации с глубиной. На ст.6л диапазон значений составил 50–58 мкг/дм³, минимальная величина отмечена на поверхности и на глубине 20 м. Концентрация общего азота на глубоководной станции на поверхностном и придонном горизонтах составила 710 и 620 мкг/дм³ соответственно; на ст.18л – 920 и 610 мкг/дм³.

Тяжелые металлы. Во всех отобранных в Лужской губе пробах содержание меди превышало уровень ПДК и было в диапазоне 6,8–8,5 мкг/дм³. Максимальная концентрация была отмечена на ст.6л в поверхностном горизонте. Практически во всех пробах концентрация кадмия была ниже предела обнаружения (DL=0,50 мкг/дм³), а единственная значимая цифра (0,52 мкг/дм³) была зафиксирована на ст.18л в поверхностном горизонте. Концентрация цинка изменялась в пределах 10,0–21,0 мкг/дм³, максимум (21 мкг/дм³) был зафиксирован на поверхности на ст.6л. Диапазон концентрации марганца составил 1,7–6,9 мкг/дм³, а максимум зафиксирован на придонном горизонте на ст.6л. Концентрация свинца изменялась в диапазоне 4,90–6,90 мкг/дм³; максимум был зафиксирован в поверхностном слое вод на ст.6л. Диапазон значений общего хрома составил 2,60–5,0 мкг/дм³. Максимальное значение было зафиксировано на поверхности в глубине губы ст.18л.

Таблица 4.2. Средняя концентрация и диапазон изменений (мкг/дм³) тяжелых металлов в Лужской губе в 2007–2011 гг.

Элемент	2007	2008	2009	2010	2011
Свинец	< 2,0	7,7	< 2,0	10,5	5,7 (4,9–6,9)
Марганец	1,5	2,6	138	40	4,4 (1,70–6,9)
Медь	8,7	5,7	6,4	6,4	7,5 (6,8–8,5)
Цинк	6,0	10,1	30,5	18,3	14,3 (10,0–21,0)

Органические ЗВ. Только в одной пробе, отобранной у дна на ст.18л содержание нефтяных углеводородов (DL=0,04 мг/дм³) равнялось пределу обнаружения, в остальных была ниже. Концентрация фенола составила 0,5 и 0,7 мкг/дм³ при DL=0,5 мкг/дм³. Содержание хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) было ниже предела чувствительности метода определения. Диапазон концентрации СПАВ составил 28–53 мкг/дм³ (ст. 6л, на поверхности).

По результатам анализа наблюдений за качеством вод в восточной части Финского залива можно сделать вывод, что среди определяемых тяжелых металлов и органических загрязняющих веществ основной вклад в загрязнение района вносят медь и свинец. Более чем в 30% случаев концентрация меди превысила ПДК в мелководном районе, в 100% проб в глубоководном районе, и в 75% и 100% – в Копорской и Лужской губах соответственно. Хотя в период проведения наблюдений в 2011 г. превышения ПДК по свинцу зафиксировано не было, однако максимальные значения во всех рассматриваемых районах находились чуть ниже уровня ПДК. В 2011 г. концентрация марганца была значительно ниже ПДК, а в 17% проб из мелководного района значения были ниже предела обнаружения.

Качество вод Невской губы в 2011 г. по индексу загрязненности вод оценивалось как «умеренно загрязненные» ($1,48 < \text{ИЗВ} < 2,08$) во всех локальных районах акватории (табл. 4.3). Оценка производилась по шкале качества для поверхностных вод суши, в которой «умеренно загрязненные» воды характеризуются значениями ИЗВ от 1,0 до 2,5. Наиболее загрязненными были воды морского торгового порта Санкт-Петербурга. Восточная часть Финского залива в целом была более чистой. Индекс ИЗВ изменялся в разных участках акватории в диапазоне 0,69–0,85, что соответствует классам «чистые» и «умеренно загрязненные» воды.

Таблица 4.3. Оценка качества вод Невской губы и восточной части Финского залива в 2009–2011 гг.

Район	2009 г.		2010 г.		2011 г.		Среднее содержание ЗВ в 2011 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Невская губа*							
1. МТП СПб	2,09	III	2,10	III	2,08	III	БПК ₅ 0,99; Cu 4,39; Zn 2,42; O ₂ 0,52
2. Северный курортный район	1,66	III	1,73	III	1,62	III	БПК ₅ 1,06; Cu 3,48; Zn 1,40; O ₂ 0,54
3. Южный курортный район	1,07	III	1,43	III	1,78	III	БПК ₅ 1,40; Cu 3,38; Zn 1,74; O ₂ 0,59
4. Центральная часть	1,47	III	1,68	III	1,48	III	Mn 0,86; Cu 3,48; Zn 1,04; O ₂ 0,54
Восточная часть Финского залива							
5. Мелководная зона	0,68	II	0,68	II	0,85	III	HУ 0,40; Cu 0,91; Pb 0,84; O ₂ 0,42
6. Курортный район мелководной зоны	0,68	II	0,91	III	0,70	II	БПК ₅ 1,09; Cu 0,56; HУ 0,60; O ₂ 0,54
7. Глубоководная зона	0,66	II	1,16	III	0,69	II	Cu 1,41; Pb 0,47; HУ 0,40; O ₂ 0,46
8. Копорская губа	0,78	III	0,75	II	0,82	III	Cu 1,58; Pb 0,86; HУ 0,40; O ₂ 0,44
9. Лужская губа	1,22	III	1,00	III	0,75	II	HУ 0,60; Cu 1,47; Pb 0,52; O ₂ 0,41

* для поверхностных вод суши (Невская губа) шкала качества вод отличается от морских вод: I «очень чистая» $\leq 0,3$; II «чистая» $> 0,3$ до 1,0; III «умеренно загрязненные» $> 1,0$ до 2,5; IV «загрязненная» $> 2,5$ до 4; V «грязная» > 4 до 6; VI «очень грязная» > 6 до 10; VII «чрезвычайно грязная» > 10 .

4.12. Атмосферные выпадения

Согласно данным расчетов, проведенных МСЦ-В в рамках программы ЕМЕП, суммарные годовые выпадения тяжелых металлов (**свинец, кадмий и ртуть**) на акваторию Балтийского моря в 2011 г. составили около 226,8 и 3,4 тонн соответственно (Шуйн et al., 2013). Значительная часть выпадений свинца и кадмия обусловлена вторичными источниками эмиссии за счет ветрового подъема выпадений прошлых лет. Для ртути большой вклад в выпадения принадлежит природным источникам эмиссии. Наиболее интенсивные потоки выпадений, выше $0,5 \text{ кг/км}^2$ для свинца, 20 г/км^2 для кадмия и 7 г/км^2 для ртути, были характерны для южных районов Балтийского моря (рис. 4.5а,б,в). Основной вклад в антропогенные выпадения свинца на Балтийское море принадлежит источникам выбросов Польши (43%), Германии (14%), Эстонии (6%), Финляндии (4%) и Франции (3%). Для кадмия основной вклад в антропогенные выпадения на Бал-

тийское море принадлежит источникам выбросов Польши (62%), Германии (7%), России (5%), Финляндии (5%) и Бельгии (2%). В случае ртути в антропогенных выпадениях на Балтийское море преобладают источники выбросов Польши (27%), Германии (20%), Великобритании (7%), Дании (7%) и Чехии (5%).

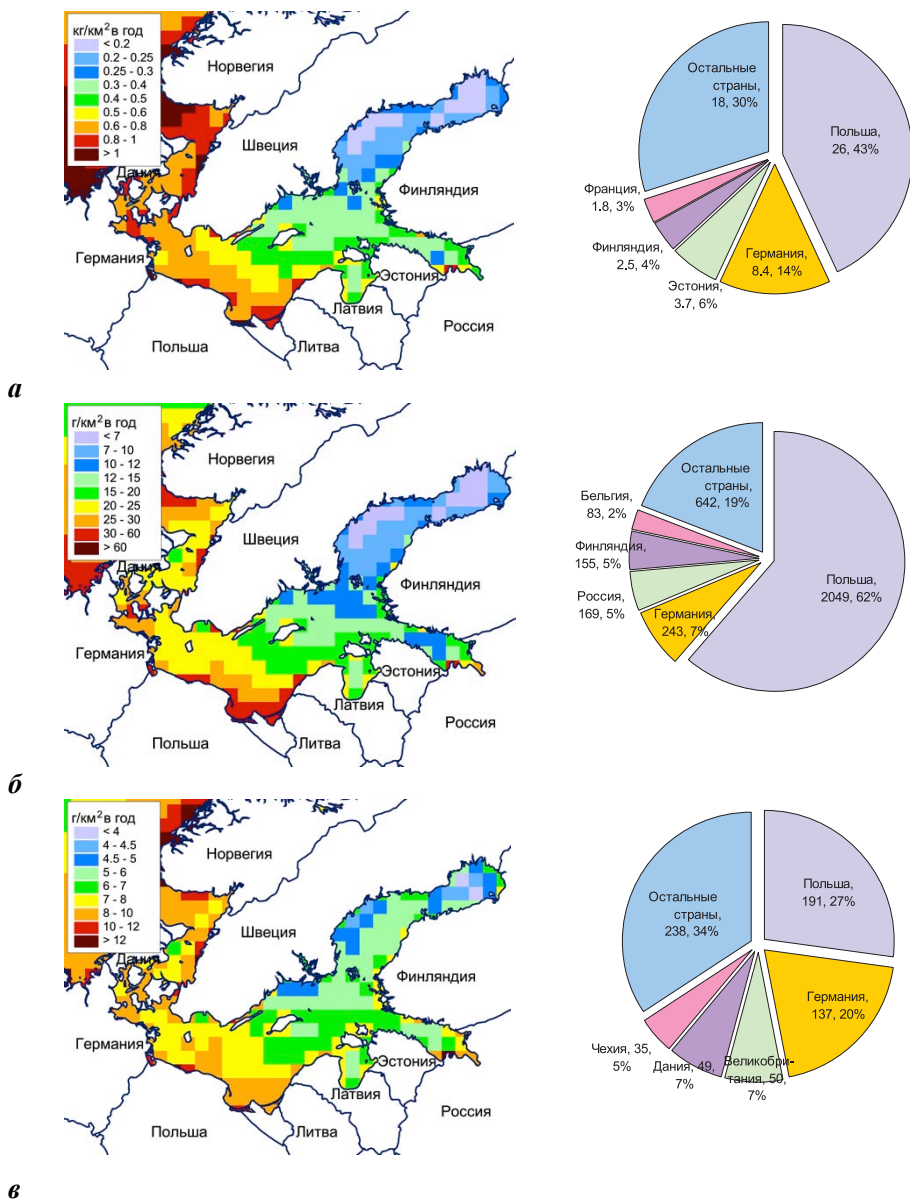
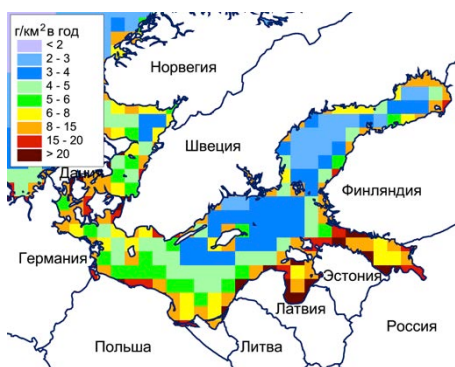
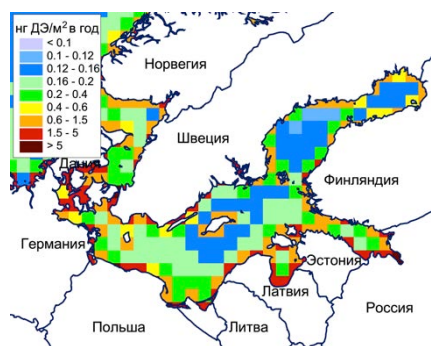


Рис. 4.5. Пространственное распределение атмосферных выпадений ($г/км^2$ в год) и вклады стран Европы в выпадения свинца (а), кадмия (б) и ртути (в) от антропогенных источников на акваторию Балтийского моря (в кг в год и процентах) в 2011 г.

Суммарные годовые выпадения стойких органических загрязнителей **бенз(а)пирена, диоксинов и фуранов** на акваторию Балтийского моря в 2011 г. составили около 3,2 тонн и 282 г ДЭ соответственно (Gusev et al., 2013). Высокие уровни потоков выпадений бенз(а)пирена, выше 8 г/км^2 , характерны для восточных районов Балтийского моря (рис. 4.6а). В отличие от остальных загрязнителей повышенные уровни выпадений диоксинов и фуранов, выше $0,6 \text{ нг ДЭ/м}^2$, получены для большинства прибрежных районов моря (рис. 4.6б). Основной вклад в антропогенные выпадения бенз(а)пирена на Балтийское море принадлежит источникам выбросов Польши (20%), Германии (11%), Латвии (10%), Дании (10%) и Эстонии (9%). Для диоксинов и фуранов основной вклад в антропогенные выпадения на Балтийское море принадлежит источникам выбросов Польши (17%), России (14%), Швеции (13%), Дании (11%) и Латвии (7%).



а



б

Рис. 4.6. Пространственное распределение атмосферных выпадений (нг ДЭ/км^2 в год) и вклады стран Европы в выпадения бенз(а)пирена (а), диоксинов и фуранов (б) от антропогенных источников на акваторию Балтийского моря (в г ДЭ в год и процентах) в 2011 г.

Глава 5. БЕЛОЕ МОРЕ

Соболевская А.П., Коробицына Ю.С., Скрипник Е.Н.,
Мокротоварова О.И., Зуева М.Н.

5.1. Общая характеристика

Белое море относится к внутренним морям Северного Ледовитого океана. На севере соединяется с Баренцевым морем проливами Горло и Воронка; границей между морями 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. Северо-западные берега высокие и скалистые, юго-восточные – пологие и низкие; длина сильно изрезанной береговой линии не менее 2000 км (в скандинавской мифологии Белое море известно под названием «Гандвик», а также как «Väy of Serpents» из-за изогнутой береговой линии). 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. 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.

Акватория Белого моря делится на несколько частей: Бассейн, Горло, Воронка, Онежская губа, Двинская губа, Мезенская губа и Кандалакшский залив (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Районирование Белого моря (<http://ru.wikipedia.org/wiki>).

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

Климат субарктический с чертами как морского, так и континентального. В летний период поверхностные воды заливов и центральной части моря прогреваются до 15–16⁰С, а в Онежском заливе и Горле не выше 9⁰С. Зимой температура поверхностных вод понижается до -1,3...-1,7⁰С в центре и на севере моря, а в заливах – до -0,5...-0,7⁰С. 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 +1,4⁰С. Весной поверхность моря прогревается до глубин примерно 20 м, а далее следует резкое понижение температуры до 0⁰С 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 солёность вод моря составляет 29‰. Опреснение распространяется до глубины 10–20 м. Глубже солёность сначала резко, а далее плавно увеличивается до дна. Горизонтальное распределение значений солёности 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 акватории моря ниже горизонтов 50–60 м. Несколько глубже (до 80–100 м) вертикальная зимняя циркуляция проникает вблизи Горла, где этому способствует связанная с приливами интенсивная турбулентность. Ограниченная глубина распространения вертикальной зимней циркуляции является характерной особенностью Белого моря. В море обычно выделяют несколько водных масс: баренцевоморские воды, опресненные воды вершин заливов, глубинные воды Бассейна и воды Горла.

Общий характер горизонтальной циркуляции вод моря – циклонический. Вдоль западных берегов в Белое море поступают более солёные баренцевоморские воды, а вдоль восточных берегов опреснённые поверхностные воды продвигаются 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.

Ежегодно на 6–7 месяцев море покрывается льдом. У берега и в заливах образуется припай, центральная часть моря обычно покрыта плавучими льдами (до 90% ледового покрова), достигающими толщины 35–40 сантиметров, а в суровые зимы до полутора метров.

Основные порты: Архангельск, Северодвинск, Онега, Беломорск, Кандалакша, Кемь и Мезень.

5.2. Источники поступления загрязняющих веществ

Речной сток является главным источником загрязнения Белого моря. Реки выносят в прибрежные акватории загрязняющие вещества, поступающие от предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, Минэнерго, жилищно-коммунального хозяйства, судов речного и морского флота. Значительным источником загрязнения вод Белого моря является сброс сточных вод предприятиями городов и поселков, расположенных в прибрежных районах и устьевых областях рек.

В Кандалакшский залив Белого моря вблизи г. Кандалакша отводят сточные воды 6 предприятий, наиболее крупными из которых являются Кандалакшаводоканал, Кандалакшский алюминиевый завод СУАЛ и Апатитыводоканал (табл. 5.1). В 2011 г. в залив было сброшено более 10,2 млн.м³ сточных вод, в т.ч. загрязненных без очистки 4,6 млн.м³. Со сточными водами в море поступило 58,7 т органических веществ (по БПК₅), 50,8 т взвешенных веществ, 1 тонна нефтяных углеводородов, больше полутонны детергентов, почти тонна железа и другие загрязняющие вещества.

Таблица 5.1. Суммарное поступление загрязняющих веществ (т) в Кандалакшский залив Белого моря в 2011 г.

Предприятие	Сточные воды тыс. м ³ /год		Загрязняющие вещества, тонн					
	всего	без очистки	НУ	СПАВ	БПК ₅	ВВ*	СО**	Fe
Апатитыводоканал	852	61	0,14	0,21	17,5	12,6	170,4	0,316
Кандалакшский морской торговый порт	12,1	12,1	0,009	0,004	0,54	0,18	2,16	0,008
«КАЗ-СУАЛ»	756,5	756,5	0,107	–	1,59	1,83	62,2	0,105
Кандалакшаводоканал	3390+ 4838	3390	0,42	0,322	33,0	33,4	765,0	0,451
Беломорская нефтебаза	371,2	371,2	0,30	–	1,05	2,79	75,0	–
Княжеский рыболовный завод	5,39	5,39	0,07		5,03	–	–	–
Итого:	10225	4596	1,046	0,536	58,71	50,8	1074,8	0,88

*ВВ** – взвешенные вещества

*СО*** – сухой остаток.

5.3. Двинский залив

В 2011 г. Северным УГМС в Двинском заливе Белого моря было выполнено две гидрохимические съемки 17–18 июля и 16–17 октября на 7 стандартных станциях мониторинга. Пробы воды были отобраны из поверхностного и придонного слоев на мелководных станциях и дополнительно со стандартных гидрологических горизонтов на глубоководных. Всего отобрано и проанализировано 48 проб.

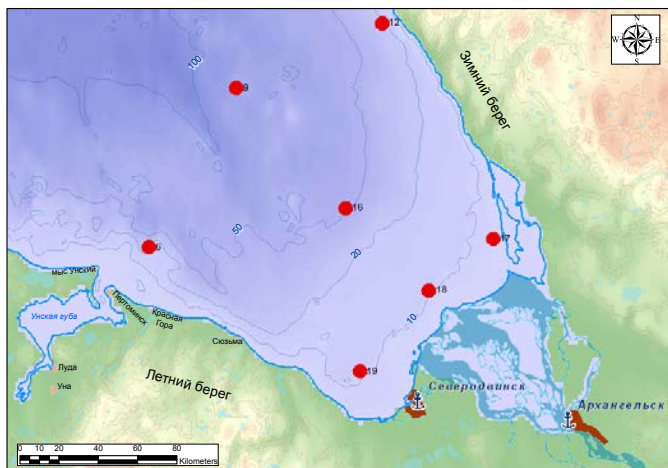


Рис. 5.2. Расположение стандартных станций отбора проб в Двинском заливе Белого моря в 2011 г.

Соленость в водах залива летом-осенью изменялась от 19,6‰ на поверхности в середине июля вблизи Северодвинска до 28,7‰ у дна на центральной станции №9. Вследствие речного стока поверхностный слой более распресненный, средняя величина составила 24,15‰ против 26,4‰ в промежуточных и придонных водах. Величина рН изменялась в узком диапазоне 7,71–8,13 и в среднем составила 7,93 ед. рН.

В отличие от прошлого года уровень загрязненности вод залива **нефтяными углеводородами** существенно снизился. Средняя концентрация по результатам двух съёмок в июле и октябре составила 0,004 мг/дм³ (табл. 5.3). В 25 пробах из 34 проанализированных содержание НУ было ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа, а в остальных равнялась 0,01 мг/дм³. Концентрация хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ в поверхностных и придонных водах залива в период проведения наблюдений была ниже предела обнаружения.

Средняя и максимальная концентрация **фосфатов** в водах Двинского залива в 2011 г. составила 16,5 и 64,1 мкг/дм³; максимум отмечен на поверхности около Зимнего берега в октябре. Содержание общего фосфора варьировало в диапазоне 9,60–154,49 мкг/дм³, составив в среднем 25,34 мкг/дм³. Максимум отмечен в октябре в придонном слое на глубине 9 м на центральной станции №18 у устья Северной Двины. Незначительная разница в содержании в воде минерального и общего фосфора свидетельствует об относительно небольшой доли органического фосфора. Концентрация силикатов изменялась от 21 до 517 мкг/дм³, в среднем 269 мкг/дм³. Наибольшая величина закономерно зафиксирована в центре залива на глубине 79 м в июле. Среднее содержание нитритов составило 1,14 мкг/дм³, что почти в 2 раза больше прошлогоднего значения. Максимальная концентрация составила 3,70 мкг/дм³ в июле на глубине 20 м в центре залива. Наибольшее и среднее содержание аммонийного азота составило 12,56 и 3,19 мкг/дм³ соответственно, оба значения почти в 2 раза меньше прошлогод-

него. Максимум отмечен на поверхности в октябре на ст. №19. Содержание нитратов было примерно на уровне 2010 г. – 56,48 и 186,56 мг/дм³; максимум зафиксирован в придонных водах на глубине 80 м в центре залива.

Кислородный режим в водах залива соответствовал норме. Содержание растворенного **кислорода** изменялось в диапазоне 7,29–9,44 мгО₂/дм³, составив в среднем 8,49 мгО₂/дм³. Минимум отмечен в июле в западной части устьевого взморья реки у Северодвинска в наиболее распресненных поверхностных водах. Процент насыщения водных масс кислородом изменялся в диапазоне 74–87%, в среднем 84%. Минимальное значение было зарегистрировано в придонном слое вод на глубине 80 м в центре залива. По сравнению с 2010 г. годом кислородный режим практически не изменился.

5.4. Кандалакшский залив

С марта по октябрь 2011 г. Мурманским УГМС на водпосту (глубина 3 м) в торговом порту г. Кандалакша из поверхностного слоя вод был проведен ежемесячный отбор шести гидрохимических проб. Температура в период наблюдений изменялась от -0,20 до 14,00⁰С; соленость 9,51–14,76‰ с минимумом в октябре и максимумом в июне; значения рН не выходили за рамки диапазона 7,35–7,75; щелочности – 0,57–0,90 мг-экв/дм³.

Содержание **нефтяных углеводородов** в двух весенних пробах из поверхностного слоя вод порта составило 0,02 мг/дм³, а в остальных было ниже предела обнаружения (табл. 5.3). Загрязнение вод фенолом было в целом невысоким, его содержание в двух пробах составило 0,01 и 0,07 мг/дм³, а в остальных было ниже DL. Аналогично был выявлен метакрезол (три пробы 0,05; 0,06 и 0,07 мг/дм³); ортокрезол (0,03; 0,08; 0,08 и 0,12 мг/дм³); паракрезол (0,94 мг/дм³); 2,6-ксиленол (0,05; 0,05; 0,20 и 0,23 мг/дм³); гваякол не был обнаружен. Суммарная величина содержания фенолов была от аналитического нуля в октябре до 1,32 мг/дм³ в начале июня. Количество легкоокисляемых органических веществ в воде по биохимическому потреблению кислорода БПК₅ было близким к прошлогоднему уровню и варьировало в пределах 0,40–1,17 мгО₂/дм³ (средняя 0,71 мгО₂/дм³). Содержание взвешенных в воде частиц достигало 8 мг/дм³, что в 8 раз больше прошлогоднего максимума; в среднем составило 2 мг/дм³. Концентрация аммонийного азота варьировала от 0,0 до 30,0 мг/дм³, в среднем 9,8 мг/дм³; нитритного азота 0,0–1,4/0,45 мг/дм³; нитратного азота 11,1–77,8/42,0 мг/дм³; фосфатного фосфора 3,0–28,0/8,4 мг/дм³ и силикатов 751–2671/1744 мг/дм³. В целом содержание биогенных веществ было в пределах естественных межгодовых колебаний.

В водах порта были обнаружены хлорорганические **пестициды** и все контролируемые тяжелые металлы (табл. 5.2). Максимальные значения линдана и его конгенера α-ГХЦГ были на уровне 0,4 и 4,1 нг/дм³, а ДДТ и его метаболитов ДДД и ДДЭ составлял 4,1; 0,0 и 5,9 нг/дм³ (0,6 ПДК). Как и в прошлом году, концентрация железа и меди превышала ПДК почти во всех отобранных пробах, а средняя за год составляла 1,6 и 1,3 ПДК соответственно. Содержание в водах порта всех остальных металлов было невысоким, даже максимальные величины не превышали долей ПДК. Растворенная в воде ртуть была обнаружена во всех пробах, а ее концентрация изменялась от 0,015 до 0,036 мг/дм³ (0,4 ПДК).

Таблица 5.2. Концентрация хлорорганических пестицидов и тяжелых металлов в поверхностных водах порта Кандалакша в 2011 г.

	ХОП, нг/дм ³				Тяжелые металлы, мкг/дм ³						
	α-ГХЦГ	γ-ГХЦГ	ДДТ	ДДЭ	Cu	Ni	Mn	Pb	Fe	Cr	Cd
сред	1,83	0,20	0,88	2,70	6,6	2,7	5,43	3,17	79,5	0,32	0,10
макс	4,1	0,4	4,1	5,9	10,7	4,0	3,6	5,4	48	0,14	0,20
мин	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	1,0	6,8	1,2	141	1,0	0,03

Кислородный режим поверхностных вод в порту Кандалакша был в пределах многолетней изменчивости. Концентрация растворенного в воде кислорода изменялась от 6,33 до 8,78 мгО₂/дм³, составляя в среднем 7,50 мгО₂/дм³. Процент насыщения вод кислородом во все сезоны был низким, варьировал в пределах 64,43–69,65%, и в среднем составлял 66,4%.

Таблица 5.3. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Двинского и Кандалакшского заливов Белого моря в 2009–2011 гг.

Район	Ингредиент	2009 г.		2010 г.		2011 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Двинский залив	НУ	0,01	0,2	0,01	0,2	0,004	<0,1
		0,08	1,6	0,03	0,6	0,01	0,2
	Нитриты	2		0,7	<0,1	1,14	<0,1
		6		2,5	<0,1	3,70	<0,1
	ГХЦГ	<1	<0,1	0,6	<0,1	0	
		<1	<0,1	8,6	0,9	0	
	Растворенный кислород	9,03		9,01		8,49	
		7,26		7,30		7,29	
	% насыщения	86		84,5		84,0	
		69		72		74	
Кандалакшский залив: порт Кандалакша	НУ	0,03	0,6	0,00	<0,1	0,007	0,1
		0,09	1,8	0,02	0,4	0,02	0,4
	Фенол	0,06	<0,1	0,04	<0,1	0,34	0,3
		0,11	0,1	0,06	<0,1	1,32	1,3
	Медь	9,18	1,8	7,83	1,6	6,62	1,3
		12,3	2,5	12,50	2,5	10,7	2,1
	Никель	3,82	0,4	2,82	0,3	2,72	0,3
		4,70	0,5	4,30	0,4	4,0	0,4
	Свинец	3,50	0,4	2,47	0,2	3,10	0,3
		13,1	1,3	3,90	0,4	5,4	0,5
	Марганец	5,75	0,1	7,03	0,1	5,40	0,1
		8,10	0,2	8,80	0,2	6,8	0,1
	Железо	53	1,1	75	1,5	80	1,6
		60	1,2	132	2,6	141	2,8
	γ-ГХЦГ (линдан)	0,50	<0,1	0,10	<0,1	0,20	<0,1
		1,50	0,2	0,60	<0,1	0,40	<0,1
	α-ГХЦГ			0,18	<0,1	1,83	0,2
				1,10	0,1	4,1	0,4
	ДДТ	1,65	0,2	0,12	<0,1	0,88	<0,1
		8,50	0,9	0,70	<0,1	4,1	0,4

Кандалакш-ский залив: порт Кандалакша	Азот аммонийный	32	<0,1	18	<0,1	9,8	<0,1
		55	0,1	30	<0,1	30	<0,1
	БПК ₅ мгО ₂ /л	0,69	0,3	0,74	0,4	0,71	0,4
		0,91	0,5	1,23	0,6	1,17	0,6
	Растворенный кислород	7,88		7,76		7,50	
		6,77		6,50		6,33	

Примечания: 1. Концентрация (С)* нефтяных углеводородов (НУ), БПК₅ и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм³; металлов, фенола, аммонийного азота и нитритов – в мкг/дм³, пестицидов – в нг/дм³.

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

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

Индекс загрязненности вод ИЗВ по наблюдениям в 2011 г. составил 0,80, а качество вод в торговом порту Кандалакша оценивается III классом, «умеренно загрязненные» (табл. 5.4, рис. 5.3). Приоритетными загрязняющими веществами были железо, медь и органические вещества.

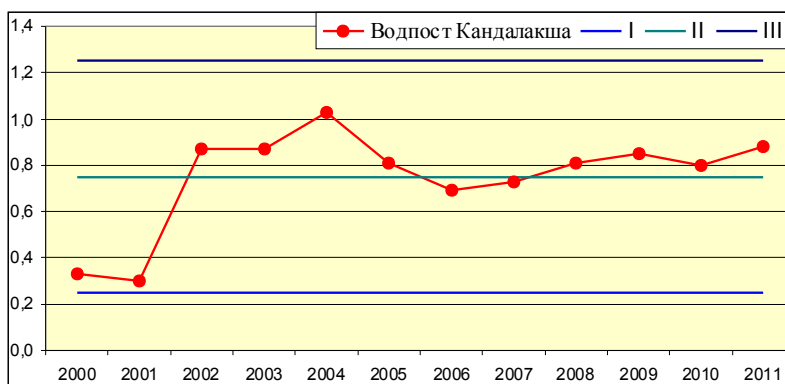


Рис. 5.3. Многолетняя динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в порту г. Кандалакша.

Таблица 5.4. Оценка качества вод порта Кандалакша в Кандалакшском заливе Белого моря в 2009–2011 гг.

Район моря	2009 г.		2010 г.		2011 г.		Содержание ЗВ в 2011 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
торговый порт, г. Кандалакша	0,90	III	1,03	III	1,02	III	Fe 1,59; Cu 1,32; БПК ₅ 0,36; O ₂ 0,80

Глава 6. БАРЕНЦЕВО МОРЕ

Мокротоварова О.И., Зуева М.Н., Ипатова С.В., Самойлова М.А.,
Коршенко А.Н.

6.1. Общая характеристика

Баренцево море – окраинное море Северного Ледовитого океана, расположенное между северным берегом Европы и островами Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и Новая Земля. В южной части сообщается с Карским морем проливом Карские ворота, с Белым проливами Горло и Воронка. Берега преимущественно фьордовые, высокие, скалистые, сильно изрезанные, восточнее прова 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 0–5⁰С, летом на юге 8–9⁰С, в центральной части 3–5⁰С, на севере 0⁰С. 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 -1,5⁰С). В слое 50–100 м температура повышается до -1⁰С, а затем ко дну – до +1⁰С. Между горизонтами 50 и 100 м располагается холодный промежуточный слой. В результате обтекания глубинными атлантическими водами подводных возвышенностей над ними образуются "шапки холода", характерные для банок Баренцева моря.

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

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

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.

По данным статистической отчетности предприятий, предоставленных отделом водных ресурсов по Мурманской области Двинско-Печорского водного бассейнового управления, в 2011 г. в Кольский залив Баренцева моря было сброшено 49,7 млн.м³ сточных вод, 44,5 (90%) из них – без очистки (табл. 6.1). Со сточными водами в Кольский залив было сброшено 4511 т органических веществ (по БПК₅), 3095 т взвешенных веществ, 18 т нефтепродуктов, 419 т жиров, 118 т железа и 52 т СПАВ, а также многие другие загрязняющие вещества, не учитываемые в статистических таблицах отчетности 2ТП-водхоз. С речным стоком в залив в 2011 г. попало 8806 т ОВ, 324 т ВВ, 17 т НУ, 223 т Fe и 52 т СПАВ.

Таблица 6.1. Объем сточных вод и количество загрязняющих веществ, поступивших в отдельные районы Кольского залива Баренцева моря в 2009/2010/2011 гг.

Район моря	Всего	В том числе без очистки		Сброс ЗВ в 2011 г.
		тыс. м ³	тыс. м ³	
Кольский залив:				тонн
г. Мурманск	41097,61 40674,79 38671,41	27206,11 34217,82 33685,65	66,2 84,1 87,1	НУ 14,6; ВВ 2399,2; СПАВ 47,0; Fe 30,7; Жиры 419,2; БПК ₅ 3846,3
г. Кола	226,3 142,5 –	83,8 – –	37,0 – –	
г. Североморск	8816,3 8835,64 7971,36	8757,7 8777,04 7971,36	99,3 99,3 100	НУ 3,0; ВВ 611,6; СПАВ 4,20; Fe 3,41; Жиры 0; БПК ₅ 579,2
г. Полярный	6561,6 4803,2 3017,42	2945,5 3177,6 2801,9	44,9 66,2 92,9	НУ 0,31; ВВ 84,4; СПАВ 1,27; Fe 83,8; БПК ₅ 85,1
Сумма	56701,81 54456,13 49660,19	38993,11 46172,46 44458,91	68,8 84,8 89,5	НУ 17,95; ВВ 3095,1; СПАВ 52,4; Fe 117,9; Жиры 419,2; БПК ₅ 4510,5

6.3. Загрязнение вод Кольского залива

С января по декабрь 2011 г. Мурманское УГМС выполнило 6 съемок на водопосту в торговом порту г. Мурманск, а также 8 июля была проведена гидрохимическая съемка Южного колена залива на ст. №1–6 (рис. 6.1). Пробы были отобраны из поверхностного слоя вод.



Рис. 6.1. Станции гидрохимического мониторинга в Кольском заливе Баренцева моря в 2011 г.

Содержание **нефтяных углеводородов** в торговом порту г. Мурманск в течение года было выше предельно допустимого уровня, изменяясь в пределах от 0,04 до 0,59 мг/дм³ (0,8–11,8 ПДК). Среднее за год содержание НУ здесь было немного

выше прошлогоднего (в 1,1 раза), а максимальное было ниже в 1,3 раза (табл. 6.3). Наибольшее значение зафиксировано в конце сентября при достаточно высокой температуре воды 8,8⁰С. Концентрация НУ на станциях южного колена в июле в трех пробах была ниже предела обнаружения, а в остальных составила 0,02–0,04 мг/дм³. Многолетняя динамика средней концентрации нефтяных углеводородов в водах Кольского залива показывает достаточно невысокий уровень загрязнения, не превышающий 7 ПДК в 2005 г. и стабилизирующийся в районе 2–3 ПДК в последние годы (рис. 6.2). Однако разовая максимальная концентрация НУ достигает чрезвычайно высоких величин (более 70 ПДК) в начале десятилетия и опускается в конце примерно до 10 ПДК.

Содержание суммы фенолов в водах водпоста было в среднем (0,71 мкг/дм³) существенно выше, чем в южном колене в июле (0,22 мкг/дм³) главным образом за счет очень высокой концентрации мета-крезола (1,30) и пара-крезола (1,43 мкг/дм³), зафиксированной здесь 18 января. Средняя концентрация суммы фенолов во всех пробах составила 0,46 мкг/дм³ (0,5 ПДК), что на порядок больше прошлогодней величины. Концентрация фенола в районе водпоста достигала

0,12 мкг/дм³, тогда как в южном колене все значения были ниже предела обнаружения (0,01 мкг/дм³). Также в южном колене не был обнаружен пара-крезол (в водах водпоста средняя 0,30 мкг/дм³), 2-хлорфенол и во всех пробах – гваякол. Средняя концентрация мета-крезола у водпоста составила 0,26 мкг/дм³, в южном колене почти на порядок меньше – 0,03 мкг/дм³; аналогичное распределение орто-крезола – 0,12 и 0,05 мкг/дм³ соответственно. Как и в 2010 г. содержание детергентов (АПАВ) было в пределах характерной для этого района залива многолетней нормы, изменяясь в пределах от 3 до 27 мкг/дм³; средняя величина на водпосту составила 22,3, а в южном колене в июле – 4,2 мкг/дм³. Концентрация взвешенных веществ в воде уменьшилась в среднем в 3 раза (1,1 мкг/дм³) и находилась в пределах 0–3 мг/дм³. Из определяемых в июле в воде южного колена ПАУ концентрация бенз(а)пирена была ниже предела обнаружения, а бенз(б)флуорантена превышала DL в трех пробах из шести (0,169–0,274 нг/дм³).

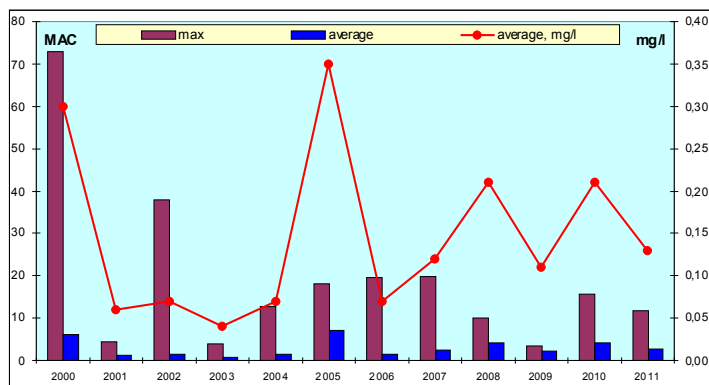


Рис. 6.2. Динамика максимальной и средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в Кольском заливе Баренцева моря в 2000–2011 г.

В водах водпоста г. Мурманска хлорорганические **пестициды** обнаруживаются постоянно и в значительном количестве. В отдельных пробах содержание γ -ГХЦГ (линдана) и его изомера α -ГХЦГ было менее предела обнаружения используемого метода химического анализа (аналитический ноль), однако в других они определялись в концентрации 0,2–1,0 нг/дм³, достигая 10,5 нг/дм³ (α -ГХЦГ, 21 июля). В водах южного колена в июле пестициды группы ГХЦГ были отмечены во всех пробах: α -ГХЦГ средняя 1,3, максимум 2,6 нг/дм³; β -ГХЦГ – 1,4 и 2,8 нг/дм³; γ -ГХЦГ – 0,4 и 0,6 нг/дм³. В целом уровень присутствия пестицидов этой группы в водах Кольского залива снизился на порядок и более по сравнению с прошлым годом. В противоположность ГХЦГ содержание пестицидов группы ДДТ существенно увеличилось в водах залива. Средняя концентрация суммы метаболитов составила 3,1 нг/дм³, что равняется максимальной величине прошлого года. Значительный вклад в это высокое значение вносят результаты анализа пробы 21 июля из района водпоста, в которой концентрация ДДЭ достигала 19,8 нг/дм³, а ДДТ – 4,8 нг/дм³, в сумме 2,5 ПДК; в этой же пробе концентрация суммы изомеров ГХЦГ достигала 1,1 ПДК. В среднем концентрация ДДЭ составила 2,2; ДДД 0,2 и ДДТ 0,8 нг/дм³.

Содержание **тяжелых металлов** в исследованной части Кольского залива было неодинаковым в различных участках. Воды в районе водпоста г. Мурманска загрязнены железом, марганцем, медью, цинком и хромом значительно в большей степени, чем на акватории южного колена (табл. 6.2). Также в несколько раз здесь повышено содержание растворенной в воде ртути. В то же время средняя и максимальная концентрация свинца, и до некоторой степени кадмия и никеля, выше в водах южного колена в июле. Значительно выше предельно допустимых значений было только содержание железа, меди и марганца, особенно в районе водпоста.

Таблица 6.2. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Кольского залива в 2011 г.

Район	Fe	Mn	Cu	Pb	Cd	Cr	Ni	Zn	Hg
Водпост	364/ 526*	23,3/ 71,0	9,3/ 14,4	1,1/ 1,7	0,06/ 0,08	1,1/ 4,2	2,1/ 3,3	35,9/ 46,6	0,020/ 0,045
Южное колено	102/ 121	8,2/ 9,3	1,6/ 2,3	4,5/ 6,6	0,09/ 0,11	0,6/ 1,0	3,5/ 4,9	5,9/ 8,2	0,007/ 0,020
Средняя	233	15,8	5,4	2,8	0,07	0,9	2,8	20,9	0,014

* выделены значения выше ПДК.

Концентрация **аммонийного азота** в южном колене (ст. №1–6) в июле изменялась в пределах от 49 до 123 мкг/дм³, в среднем 82 мкг/дм³, в торговом порту – от 218 до 980 мкг/дм³, средняя 627 мкг/дм³. Содержание фосфатов на ст. 1–6 (рис. 6.3) в южном колене залива в июле составляло 11–21 мкг/дм³, в районе водпоста в течение года изменялось в пределах 150–1010 мкг/дм³, максимальные значения выше 5 ПДК наблюдались в зимний период (январь, декабрь). Концентрация органических веществ (по БПК₅) на водпосту практически не изменилась по сравнению с прошлым годом и составила в среднем 1,91 мгО₂/дм³, в двух пробах значения (2,42 и 2,63 мгО₂/дм³) превышали ПДК.

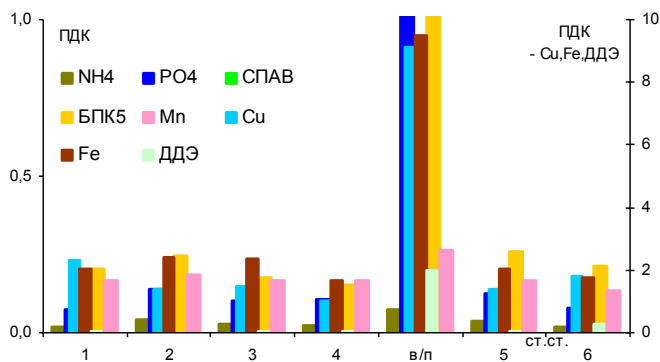


Рис. 6.3. Распределение загрязняющих веществ в южном колене Кольского залива в июле 2011 г.

Кислородный режим морских вод в районе торгового порта был удовлетворительным в течение всего года, содержание растворенного **кислорода** изменялось в пределах 9,46–12,41 мгО₂/дм³, насыщение вод составляло 93–106%. Минимальное значение отмечено 21 июля.

По индексу загрязненности вод **ИЗВ** (3,66) качество вод в районе водпоста в торговом порту г. Мурманск оценивается VI классом, «очень грязные» (табл. 6.4). Значение индекса существенно возросло по сравнению с предыдущим годом в первую очередь за счет увеличения средней концентрации железа в воде порта.

Таблица 6.3. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Южного колена (водпост «Мурманск») Кольского залива Баренцева моря в 2009–2011 гг.

Район	Ингредиент	2009 г.		2010 г.		2011 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Торговый порт, г. Мурманск	НУ	0,11	2,2	0,21	4	0,25	5
		0,17	3,4	0,78	16	0,59	12
	СПАВ	11	0,1	–	–	22	0,2
		16	0,2	31	0,3	27	0,3
	Фенолы (сумма)	0,06	<0,1	0,04	<0,1	0,74	0,7
		0,10	0,1	0,07	<0,1	2,88	2,9
	Медь	11,1	2,2	11,10	2,2	9,3	1,9
		13,8	2,8	15,60	3	14,4	2,9
	Никель	2,0	0,2	2,47	0,2	2,1	0,2
		2,7	0,3	5,60	0,6	3,3	0,3
	Свинец	1,4	0,1	2,73	0,3	1,1	0,1
		2,1	0,2	4,10	0,4	1,7	0,2
	Ртуть	0,012	0,1	0,01	0,1	0,02	0,2
		0,026	0,3	0,03	0,3	0,045	0,5
	Кадмий	0,05	< 0,1	0,08	< 0,1	0,06	< 0,1
		0,06	< 0,1	0,15	< 0,1	0,08	< 0,1
	Марганец	11,0	0,2	10,85	0,2	23,3	0,5
		19,0	0,4	20,00	0,4	71,0	1,4
	Железо	181	4	199	4	364	7
		277	6	290	6	526	11
	γ-ГХЦГ (линдан)	0,4	< 0,1	8,05	0,8	0,4	< 0,1
		0,9	< 0,1	42,50	4	1,0	0,1
	α-ГХЦГ	0,5	< 0,1	1,28	0,1	1,9	0,2
		1,4	0,1	4,50	0,5	10,5	1,1
	ДДТ	0		0,85	< 0,1	1,4	0,1
		0		3,10	0,3	4,8	0,5
	Азот аммонийный	250		381	0,8	627	1,3
		490		879	1,8	980	2,0
	БПК ₅ мгО ₂ /л	1,58		1,97		1,91	1,0
		2,15		3,00		2,63	1,3
	Взвешенные вещества	2		3,17		1,2	
		4		6,00		3,0	
	Растворенный кислород	8,23		10,09		11,39	
		7,15		7,14		9,46	

Примечания: 1. Концентрация (С) нефтяных углеводородов (НУ), растворенного в воде кислорода и взвешенных веществ приведена в мг/дм³; СПАВ, фенолов, аммонийного азота и металлов – в мкг/дм³, пестицидов – в нг/дм³.*

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

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

Таблица 6.4. Оценка качества вод торгового порта Мурманск в Кольском заливе Баренцева моря в 2009–2011 гг.

Район моря	2009 г.		2010 г.		2011 г.		Содержание ЗВ в 2011 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
торговый порт, г. Мурманск	2,18	V	2,75	V	3,66	VI	HY 4,94; Cu 1,86; Fe 7,3; O ₂ 0,53

Глава 7. ГРЕНЛАНДСКОЕ МОРЕ (ШПИЦБЕРГЕН)

Демин Б.Н., Граевский А.П., Демешкин А.С., Герцев В.А.
Мокротоварова О.И., Зуева М.Н., Ипатова С.В., Самойлова М.А.

7.1. Мониторинг вод в заливе Гренфьорд

В заливе Гренфьорд Гренландского моря 25 июня и 14 сентября 2011 г. Мурманское УГМС на 9 станциях выполнило экспедиционные обследования морских вод. Средняя соленость воды в заливе составляла 32,78‰, изменяясь в течение года в пределах 19,91–35,60‰. Минимальное значение солености на водпосту было зафиксировано в период интенсивного поступления пресных талых вод. Средняя величина рН по результатам двух съемок и наблюдений на водпосту составила 7,80, изменяясь в диапазоне от 8,10 до 8,36 в июне и 7,33–8,00 в сентябре. Содержание нитритного азота изменялось в пределах от 0,0 до 3,4 мг/дм³, в среднем 0,8 мг/дм³; нитратов от аналитического нуля до 101 мг/дм³, в среднем 16,9 мг/дм³; аммонийного азота составило 0–16 мг/дм³, в среднем 3,5 мг/дм³.

Концентрация нефтяных углеводородов в большей части проб была ниже предела обнаружения, максимум достигал 0,06 мг/дм³, средняя величина 0,02 мг/дм³. Среди тяжелых металлов наиболее высокие значения были отмечены для меди, максимальная величина достигала 1,5 ПДК (табл. 7.1). Содержание остальных металлов не превышало допустимого уровня даже для максимальных значений. Содержание растворенного кислорода в слое 0–50 м составляло 10,95–14,64 в июне и 8,96–11,61 мг/дм³ в сентябре. По формализованной оценке качества вод состояние вод залива Гренфьорд оценивается по результатам наблюдений в 2011 г. II классом (ИЗВ = 0,75, «чистая»).

Таблица 7.1. Концентрация тяжелых металлов в толще вод залива Гренфьорд 25 июня и 14 сентября 2011 г.

	Cu	Ni	Mn	Pb	Cr	Cd	Zn
сред	4,0	1,9	6,1	1,8	0,43	0,04	5,8
макс	7,4	7,9	12,0	4,5	0,97	0,16	17,8
мин	1,0	0,2	1,9	0,1	0,10	0,00	1,1
ПДК сред	0,8	0,2	0,1	0,2	<0,1	< 0,1	0,1
ПДК max	1,5	0,8	0,2	0,5	<0,1	< 0,1	0,4

7.2. Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген

В весенний и летне-осенний периоды 2011 г. в прибрежных водах Гренландского моря на акватории залива Гренфьорд (архипелаг Шпицберген) Северо-Западным филиалом ФГБУ НПО «Гайфун» был выполнен отбор проб поверхностных морских вод и морских взвесей с последующим определением основных гидрохимических показателей и уровней содержания НУ, СПАВ, индивидуальных фенолов (алкил-, хлор- и нитрофенолов), НАУ, ЛАУ, ПАУ, ТМ, ХОС и ПХБ.

7.2.1. Гидрохимические показатели

Водородный показатель (рН) морской воды в период весенних наблюдений находился в пределах от 7,85 до 8,03 ед. рН, а в период летне-осенней съемки 8,21–8,45. Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) морской воды в районе проведения работ во время весенней съемки находился в пределах от 113 до 157 мВ, составляя в среднем 134 мВ, а в период летне-осенней съемки – от 69,0 до 150 мВ при среднем значении 110 мВ. Электропроводность морской воды залива Гренфьорд весной 2011 г. изменялась от 47,2 до 48,8 мС/см при средней величине 47,9 мС/см, а в летне-осенний период – от 43,8 до 50,2 мС/см при средней величине 46,8 мС/см. Щелочность морских вод в период весенних наблюдений изменялась от 1,49 до 1,93 мг-экв/дм³ (среднее 1,67 мг-экв/дм³), тогда как летом-осенью 1,50–2,35 мг-экв/дм³ (2,01 мкг-экв/дм³). Содержание растворенного кислорода в водах обследованной акватории весной 2011 г. находилось в пределах 9,61–13,0 мг/дм³ (87,3–98,1% насыщения); в летне-осенний период 12,1–13,5 мг/дм³ (100–106%). Минимальное содержание кислорода было зафиксировано весной в придонном слое воды в мористой части залива на траверзе поселка Баренцбург. Значения биохимического потребления кислорода (БПК₅) в морских водах варьировали весной от значений ниже предела обнаружения используемого метода анализа (<1,0 мг/дм³) до 1,98 мг/дм³ (поверхностный слой вод залива в районе расположения ТЭЦ поселка Баренцбург); в период летне-осенней съемки до 1,71 мг/дм³. Концентрация взвешенного вещества в морских водах находилась в пределах 3,26–9,48 мг/дм³ весной и 5,11–13,9 мг/дм³ в летне-осенний период наблюдений.

Концентрация минеральных форм **биогенных** элементов изменялась в следующих пределах: нитритный азот весной 1,60–20,4 мкг/дм³, летом-осенью 0,69–7,80 мкг/дм³; нитратный азот весной <5,0–81,7 мкг/дм³, летом-осенью <5,0–15,0 мкг/дм³; аммонийный азот весной от <5,0 до 43,6 мкг/дм³, летом-осенью <5,0–13,2 мкг/дм³; общий азот в период весенней съемки 108–538 мкг/дм³, летом-осенью 2,8–113 мкг/дм³. Концентрация минерального фосфора в водах обследованной акватории изменялась весной от <5,0 до 18,2 мкг/дм³, летом-осенью до 14,4 мкг/дм³; содержание общего фосфора изменялось в весенний период от <5,0 до 24,8 мкг/дм³, летом-осенью <5,0–22,5 мкг/дм³. Содержание силикатного кремния в водах обследованной акватории изменялось весной 2011 г. от 82,4 до 131 мкг/дм³, а летом-осенью 36,7–492 мкг/дм³.

7.2.2. Загрязняющие вещества

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (**НУ**) в водах залива Гренфьорд изменялось весной в диапазоне 1,50–22,5 мкг/дм³, а в летне-осенний период от <2,0 до 380 мкг/дм³. Максимальная величина (0,8 ПДК) была зафиксирована в летне-осенний период в поверхностном слое вод на некотором удалении от района порта Баренцбурга. Концентрация СПАВ в водах обследованной акватории изменялась от нижнего предела обнаружения (<10,0 мкг/дм³) до 31,0 мкг/дм³ в период весенней съемки и <10,0–27,2 мкг/дм³ летом и осенью. Концентрация фенолов и неполярных алифатических углеводородов (**НАУ**) в водах обследованной акватории залива в 2011 г. была ниже предела чувствительности используемого метода анализа – 0,5 мкг/дм³ и 0,01 нг/дм³.

Из 7 контролируемых соединений летучих ароматических углеводородов (**ЛАУ**) в пробах морских вод не был обнаружен изопропилбензол (кумол). Максимальная концентрация остальных соединений ЛАУ достигала в мкг/дм³: бензол 0,18; толуол 0,36; этилбензол 0,21; сумма пара- и мета-ксилолов 0,17; орто-ксилол 0,14 и 1,3,4-триметилбензол (псевдокумол) 0,22 мкг/дм³. Наибольшее среднее значение суммарного содержания соединений группы ЛАУ (0,41 мкг/дм³) было отмечено в весенний период.

Из 16 контролируемых индивидуальных полициклических ароматических углеводородов (**ПАУ**) в водах обследованной акватории концентрация дибенз/аh/антрацена и индено/123cd/пирена была ниже предела обнаружения. Максимальное содержание идентифицированных ПАУ в морской воде за период наблюдений достигала в нг/дм³: нафталин 47,6; аценафтилен 4,00; флуорен 35,0; аценафтен 8,00; фенантрен 9,20; антрацен 1,00; флуорантен 7,00; пирен 3,40; бенз/а/антрацен 2,00; хризен 3,00; бенз/б/флуорантен+перилен 5,20; бенз(к)флуорантен 4,00; бенз/а/пирен 2,40 и бенз/ghi/перилен 2,10 нг/дм³. Максимальная концентрация нафталина, хризена и бенз/к/флуорантена отмечена весной. Суммарное содержание соединений группы ПАУ в морских водах весной изменялось от 8,00 до 72,0 нг/дм³, а в период летне-осенних наблюдений 5,20–71,5 нг/дм³.

На морской взвеси в летне-осенний период были зарегистрированы нафталин, флуорен, фенантрен, флуорантен, бенз(а)антрацен, бенз(б)флуорантен+перилен и бенз(к)флуорантен. Максимальное содержание выявленных ПАУ в морской взвеси достигало в нг/мг: нафталин 7,13; флуорен 1,41, фенантрен 6,17; флуорантен 1,11; бенз(а)антрацен 0,16; бенз(б)флуорантен+перилен 0,34 и бенз(к)флуорантен 0,26 нг/мг. Содержание остальных соединений группы ПАУ было ниже предела обнаружения. Сумма ПАУ в период летне-осенней съемки находилась в пределах от 5,36 до 13,8 нг/мг взвеси.

Из контролируемых хлорорганических соединений (**ХОС**) в пробах морской воды и морской взвеси в период наблюдений зафиксировано наличие полихлорбензолов, ПХБ, пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ. Из 15 контролируемых индивидуальных ПХБ в морской воде фиксировались конгенеры #28, #31, #52, #99, #101, #105, #118, #128, #138, #153 и #156. Максимальное значение суммы ДДТ достигало 0,07 ПДК, сумма ПХБ – 0,28 ПДК.

Максимальное содержание контролируемых **тяжелых металлов** в пробах морской воды составило: железо 6,85; марганец 10,0; цинк 5,41; медь 2,89; никель 3,60; кобальт 0,77; свинец 1,24; кадмий 0,11; хром 0,75 и ртуть 0,01 мкг/дм³. Концентрация мышьяка находилась ниже предела обнаружения (0,1 мкг/дм³). Максимальное содержание определявшихся тяжелых металлов в пробах морской взвеси было равно: железо 11,6; марганец 0,44; цинк 0,26 и медь 0,03 мкг/мг взвеси. Содержание остальных ТМ в пробах морской взвеси было ниже предела обнаружения.

Расчет ИЗВ для обследованной акватории залива Гренфьорд выполнялся с использованием значений концентрации растворенного кислорода, БПК₅, суммарного содержания нефтяных углеводородов и меди. Полученные значения индекса ИЗВ весной 2011 г. (0,33) и в период летне-осенних наблюдений (0,49) позволяют оценить воды залива как «чистые» (II класс качества).

Глава 8. МОРЯ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

В 2011 г. наблюдения в Карском и других морях Северного Ледовитого океана в рамках программы государственного мониторинга гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды не проводились.

Глава 9. ШЕЛЬФ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА (Тихий океан)

Ишонин М.И., Марущак В.О., Германцева О.С., Яхненко Т.Н.,
Номоконова Т.Н., Матвейчук И.Г., Коршенко А.Н.

9.1. Источники поступления загрязняющих веществ

Основными источниками загрязнения прибрежных вод Камчатки являются предприятия судоремонтной и рыбообрабатывающей промышленности, хозяйственно-бытовые стоки, суда торгового и рыбопромыслового флотов, а также речной (реки Авача и Паратунка впадают в Авачинскую губу; реки Большая Быстрая и Амчигача – в Охотское море) и береговой 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 2-тп (водхоз). Объем сточных вод, поступивших в Авачинскую губу в 2011 г. составил 55,596 млн.м³, из них 15,6% без очистки (табл. 9.1). По сравнению с 2010 г. общий объем промышленных и хозяйственно-бытовых стоков увеличился на 3,075 млн.м³. За 2011 г. в Авачинскую губу со стоком рек Авача и Паратунка поступило нефтепродуктов 1089 и 86 тонн соответственно; фенолов 5 т и 2 т; детергентов 40 и 2 т; взвешенных веществ 126254 и 18401 т; нитритов 153 т и 1 т; нитратов 1164 и 318 т; аммонийного азота 584 и 26 т; фосфатов 89 т и 18 т соответственно.

Таблица 9.1. Объем сточных вод, поступивших с побережья полуострова Камчатка в Авачинскую губу в 2009–2011 гг.

Район	2009 г.			2010 г.			2011 г.*		
	всего	в том числе без очистки		всего	в том числе без очистки		всего	в том числе без очистки	
Авачинская губа:	тыс.м ³	тыс.м ³	%	тыс.м ³	тыс.м ³	%	тыс.м ³	тыс.м ³	%
Петропавловск-Камчатский	81174	15821	19,5	52521	10318	19,6	55596	8701	15,6
г. Вилючинск	76981	11972	15,5	47885	5988	12,5	52767	8701	16,5
	4193	3849	91,8	4636	4331	93,4	2829	–	–

* – информация не полная.

9.2. Загрязнение вод Авачинской губы

В 2011 г. специалистами оперативно-экспедиционной группы Лаборатории мониторинга поверхностных и морских вод ЦМС Камчатского УГМС было проведено восемь гидрохимических съемок ежемесячно с апреля по ноябрь на 9 станциях в Авачинской губе с борта арендованных судов МБ "Вольный" и "РУМ 45-63" (рис. 9.1). Анализ проб морской воды на содержание фенолов и детергентов выполнялся по методике «Руководства по методам химического анализа морских вод», Гидрометеиздат, 1977 г. Поскольку эта методика имеет более низкий порог определения (3 мкг/дм^3), то значения ниже предела обнаружения обозначены как $< 3 \text{ ПДК}$. Нефтяные углеводороды определялись методом ИК-спектрофотометрии на КН-2 по прилагаемой к прибору методике. Диапазон определения концентрации нефтепродуктов находится в пределах $0,02\text{--}2,00 \text{ мг/дм}^3$.



Рис. 9.1. Схема расположения станций мониторинга морских вод в Авачинской губе в 2011 г.

Соленость в водах Авачинской губы в широком диапазоне $0,51\text{--}36,09\%$; значения ниже 10% были зафиксированы по всей акватории губы в поверхностном слое в июне и июле. В подповерхностных и глубинных водах соленость во все сезоны была больше. Соответственно изменялись значения хлорности в диапазоне $0,28\text{--}19,98\%$, средняя для поверхностного слоя $11,21$; промежуточного $16,80$ и придонного $17,41\%$. Температура изменялась в пределах $0,19\text{--}17,00^\circ\text{C}$. Значения pH были в диапазоне $7,33\text{--}8,85$. Мутность воды варьировала в очень широком диапазоне от $13,7$ до $118,0 \text{ мг/дм}^3$ в разных участках губы в середине июля; средняя за год $64,5 \text{ мг/дм}^3$.

Среднее содержание **нефтяных углеводородов** в морских водах в 2011 г. повысилось по сравнению с 2010 г. в 2 раза и составило $1,2 \text{ ПДК}$ ($0,06 \text{ мг/дм}^3$), (табл. 9.2). Превышающая ПДК концентрация НУ была зафиксирована в 30% проб против 4% в прошлом году. В апреле, мае и октябре загрязнение морских вод НУ было наибольшим: среднемесячное содержание их по всей толще вод достигало $1,8 \text{ ПДК}$, а в поверхностном слое $2\text{--}3 \text{ ПДК}$. Нарушения критерия ка-

чества отмечались повсеместно и на всех глубинах, но самая неблагоприятная обстановка сложилась в центральном районе, в бухте Раковая, у входа в бухту Крашенинникова и в приустьевой области реки Паратунка. В отдельные месяцы в этих районах загрязнение морских вод НУ в целом по толще вод достигало 4–7 ПДК. В центральной части Авачинской губы и в бухте Раковая зафиксированы максимальные разовые значения: в сентябре ($0,8 \text{ мг/дм}^3$, 16 ПДК) в придонном слое на глубине 26 м, а в мае в поверхностном слое 14 ПДК.

В 2011 г. визуальные наблюдения за нефтяной пленкой на поверхности прилегающих морских акваторий проводились Камчатским УГМС на шести гидрометеорологических станциях. В бухте Оссора на побережье Берингова моря нефтяная пленка практически отсутствовала. В заливе Корфа на побережье и на ГМС Никольское на острове Беринга отмечались небольшие нефтяные пятна у пирса, наиболее часто это происходило с марта по декабрь. Наиболее загрязненной акваторией является Авачинская губа. На ГМС Петропавловский маяк (Авачинский залив) нефтяная пленка отмечалась в сентябре и октябре. В сентябре большую часть месяца фиксировалось покрытие 10% видимой части акватории Авачинской губы, с 4 по 9 сентября до 20% акватории губы было покрыто нефтяной пленкой. В октябре в отдельные дни фиксировалось покрытие 10% видимой части акватории. Почти ежедневно, при отсутствии льда, ГМС Петропавловск-Камчатский фиксировала покрытие 10% видимой части акватории губы нефтяной пленкой слабой интенсивности (1–2 балла, 10–20% поверхности).

На западном побережье Камчатки (район поселка Озерная) в январе–феврале нефтяная пленка отсутствовала. В марте – апреле и с октября по декабрь в отдельные дни отмечалась нефтяная пленка слабой интенсивности (1 балл), покрывавшая до 10% видимой поверхности моря. В период с мая по август нефтяная пленка интенсивностью 1 балл фиксировалась практически ежедневно с покрытием 10% видимой части акватории моря.

Фенолы являются одним из самых распространенных загрязняющих веществ в Авачинской губе. Фенолы образуются при биохимическом распаде органического вещества и поступают в морскую среду с речными водами, стоками промышленных предприятий и коммунальных объектов. 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. Участки наиболее высокой концентрации фенолов сосредоточены в устьях рек Авача и Паратунка, а также в восточной части губы в местах выпуска сточных вод г. Петропавловска-Камчатского.

Среднее содержание фенолов составило $4,0 \text{ мкг/дм}^3$; абсолютный максимум ($14,0 \text{ мкг/дм}^3$, 14 ПДК) отмечен в апреле в придонном слое у входа в бухту Крашенинникова. В 2011 г. в 63% проб концентрация фенолов превысила ПДК. С мая по август их содержание равномерно увеличивалось; в августе концентрация фенолов в среднем в толще вод достигла 7 ПДК, а в поверхностном слое 8 ПДК. В сентябре загрязнение морских вод фенолами было наименьшим; их содержание в поверхностном слое в основном было выше, чем в придонном. Наиболее загрязненными в 2011 г. были район бухты Раковой (станция №50) и морской торговый порт (станция №47). Здесь среднегодовое содержание фенолов достигало 5 ПДК.

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) в воды Авачинской губы поступают в основном с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, а также со стоком рек Авача и Паратунка. Главным фактором, понижающим концентрацию СПАВ в морской воде, являются процессы биохимического разложения, интенсивность которого в значительной степени зависит от температуры воды. При понижении температуры воды скорость окисления СПАВ уменьшается. В 2011 г. среднегодовая концентрация СПАВ по сравнению с 2010 г. изменилась незначительно: увеличилась с 0,4 до 0,5 ПДК; максимальное содержание (2,7 ПДК) было зафиксировано в приустьевой зоне реки Авача в октябре на поверхностном горизонте. В 2011 г. концентрация СПАВ превысила ПДК в 9% проб против 5% в 2010 г. Наибольшее загрязнение морских вод СПАВ наблюдалось в октябре: среднемесячное содержание их по всей толще достигало 0,8 ПДК (84 мкг/дм³), а в придонном слое 1 ПДК. В бухте Моховая уровень загрязненности морских вод СПАВ был самым высоким, и особенно в октябре, когда среднемесячная концентрация по толще достигала 1,8 ПДК, а в придонном слое 2,5 ПДК.

Биогенные элементы. Основным источником поступления **фосфора** в морскую среду является минерализация органических остатков и поверхностный сток. Концентрация минерального фосфора в течение года в толще вод изменялась в пределах от 0,0 до 113,0 мкг/дм³, в среднем 32,6 мкг/дм³; общего фосфора 6,7–256,0 мкг/дм³ (48,9). Максимальное содержание фосфатов отмечено в ноябре на придонном горизонте у входа в бухту Крашенинникова, а общего фосфора на поверхности в октябре в районе Петропавловского судоремонтного завода.

Соединения **азота** (нитриты, нитраты и аммонийный азот) поступают в Авачинскую губу с речным стоком, сточными водами промышленных предприятий, а также в результате биохимического разложения автохтонного органического вещества. Концентрация аммонийного азота в период наблюдений находилась в диапазоне 17–1226 мкг/дм³ (максимум зафиксирован в районе Петропавловского судоремонтного завода на нулевом горизонте), составив в среднем для всей толщи 136,5 мкг/дм³; в поверхностном слое 158,5; в придонном 128,3 мкг/дм³. В течение года концентрация аммония увеличивалась, среднемесячная в апреле–июне составляла 46–66 мкг/дм³, а дальше увеличивалась по месяцам 143, 129, 198, 229 и 170 мкг/дм³ в ноябре. Концентрация нитритов изменялась от значений ниже DL до 54 мкг/дм³. Повышенное содержание нитритов в водах губы в основном отмечалось на придонном горизонте в осенний период вследствие активизации процесса минерализации органического вещества в период массового отмирания фитопланктона. Максимум был отмечен в сентябре на придонном горизонте у входа в бухту Крашенинникова. Их среднегодовое содержание в водах Авачинской губы по сравнению с 2010 г. повысилось незначительно с 4,1 до 4,3 мкг/дм³. Среднемесячная концентрация нитритов для всей водной толщи изменялась в диапазоне 1,2–13,6 мкг/дм³. С глубиной содержание нитритов обычно возрастало: в поверхностном слое составило 3,1 мкг/дм³, а в придонном 6,8 мкг/дм³. Нитраты поступают в воды Авачинской губы в основном с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами; определенный вклад вносят речной сток и атмосферные осадки. В 2011 г. концентрация нитратного азота изменялась в диапазоне 1–370 мкг/дм³, а сред-

немесячная от 45 до 232 мкг/дм³. Максимальная величина была отмечена в июне в поверхностном слое у входа в бухту Крашенинникова (ст. №3). Среднегодовая концентрация нитратов составила 106,9 мкг/дм³, что почти в 1,8 раза больше 2010 г. (59,8 мкг/дм³). Пик значений пришелся на осень: в сентябре, октябре и ноябре среднемесячная концентрация составила 110, 162 и 190 мкг/дм³ соответственно.

Основным источником поступления **кремния** в Авачинскую губу является речной сток, поэтому наибольшая 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 2011 г. в период с апреля по июнь отмечался рост содержания кремния, в августе в период межени он был минимальным. Диапазон изменений концентрации 53–7500 мкг/дм³, максимум зафиксирован в октябре в поверхностном слое в устьевой зоне реки Авача (ст. №4). Среднее содержание кремния в толще вод составило 1320 мкг/дм³, что немного выше прошлогоднего значения 1084 мкг/дм³; в поверхностном слое 2170 мкг/дм³; в придонном 829 мкг/дм³. Проникновению кремния на глубину мешает стратификация вод, что особенно характерно для летнего периода. В 2011 г. пик концентрации кремния пришелся на июнь–июль: среднемесячное содержание составило 2023 и 1767 мкг/дм³. Второй максимум (1537 мкг/дм³) наблюдался в октябре и совпадал с дождевым паводком на реках Авача и Паратунка.

Содержание растворенного **кислорода** в период наблюдений изменялось в очень широких пределах 3,74–16,76 мгО₂/дм³. В поверхностном слое среднемесячное значение составляло 11,39–15,27 мгО₂/дм³ (в среднем за год 12,46 мгО₂/дм³); в придонном слое – 7,95–9,96 (в среднем 8,85); в толще вод в среднем 10,61 мгО₂/дм³. В 2011 г., как обычно, с установлением так называемого летнего типа стратификации вод Авачинской губы насыщенность глубинных слоев кислородом падает, особенно в центральной части. В этом районе из-за кругового режима постоянных течений образуется застой глубинных вод, а весенне-летний прогрев поверхностного слоя и речной сток формируют мощный слой скачка плотности, который препятствует проникновению кислорода в глубинные слои. Содержание растворенного кислорода в июле и августе 2011 г. на придонном горизонте снижалось до 3,74 и 4,26 мг/дм³ соответственно, что соответствует 33% и 38,8% насыщения. Процент насыщения вод кислородом находился в диапазоне 33–156%, в среднем 99,3%.

Таблица 9.2. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Авачинской губы п-ова Камчатка в 2009–2011 гг.

Район	Ингредиент	2009 г.		2010 г.		2011 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Авачинская губа	НУ	0,04	0,8	0,03	0,6	0,06	1,2
		0,65	13	1,40	28	0,80	16
	Фенолы	3	3,0	4	4	4	4
		19	19	21	21	14	14
	СПАВ	40	0,4	36	0,4	51	0,5
		430	4	240	2,4	270	2,7
	Азот аммонийный	137	<0,1	82	<0,1	137	<0,1
		404	0,1	201	<0,1	1226	0,4
	Растворенный кислород	9,62		10,95		10,61	
		0,76	0,1	4,74	0,8	3,74	0,6

Примечания: 1. Концентрация (С) нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм³; СПАВ, аммонийного азота, фенолов – в мкг/дм³.*

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

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

Рассчитанный для периода наблюдений индекс загрязнения вод (ИЗВ) составил 1,57, что соответствует IV классу ("загрязненные"), (табл. 9.3). Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, фенолы и детергенты. По сравнению с 2010 г. качество вод несколько ухудшилось, но в пределах одного класса.

Таблица 9.3. Оценка качества морских прибрежных вод Авачинской губы п-ова Камчатка в 2009–2011 гг.

Район	2009 г.		2010 г.		2011 г.		Среднее содержание ЗВ в 2011 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Авачинская губа	1,20	III	1,38	IV	1,57	IV	НУ 1,2; фенолы 4,0; СПАВ 0,51; O ₂ 0,57

Глава 10. ОХОТСКОЕ МОРЕ

Шулятьева Л.В., Казакова Л.Г., Золотухин Е.Г., Подкопаева В.В.,
Коростелев Ю.С., Тимкина А.О., Матвейчук И.Г., Коршенко А.Н., Кочетков
В.В.

10.1. Общая характеристика

Охотское море – полузамкнутое море Тихого океана. Проливами Невельского, Татарским и Лаперуза оно сообщается с Японским морем, Курильскими проливами – с Тихим океаном. Площадь моря составляет 1603 тыс.км², объем воды – 1230 тыс.км³, средняя глубина 774 м, наибольшая 3521 м. Берега преимущественно возвышенные, скалистые, в северной части о. Сахалин и в северо-восточной части о. Хоккайдо в основном низменные. Рельеф дна северной части представляет собой материковую отмель (22% поверхности моря). Большая часть (70%) находится в пределах материкового склона (от 200 до 1500 м); остальная часть представляет собой участок ложа. Климат северной части континентальный, а южной – морской. Климатическая особенность моря – наличие муссонной циркуляции.

Зимой в северной части моря температура воды составляет $-1,5^{\circ}\dots-1,7^{\circ}\text{C}$. 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 к $7-14^{\circ}\text{C}$; с глубиной температура понижается до $1,5-2,5^{\circ}\text{C}$ на горизонте 400 м.

Соленость на поверхности в западной части изменяется в диапазоне 28–31‰, а в восточной она составляет 31–32‰ и более (до 33‰ вблизи Курильской гряды из-за воздействия тихоокеанских вод). В северо-западной части моря вследствие опреснения соленость на поверхности составляет менее 25‰, а толщина опресненного слоя – около 30–40 м. С глубиной происходит увеличение солености. На горизонтах 300–400 м в западной части моря она равна 33,5‰, в восточной – около 33,8‰; на горизонте 100 м соленость составляет 34‰ и далее ко дну она возрастает всего на 0,5–0,6‰.

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 рас-

полагается 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.

10.2. Загрязнение шельфа о. Сахалин

В 2011 г. на шельфе о. Сахалин в районе поселка Стародубское Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск) были выполнены наблюдения на одной фоновой станции ежемесячно в безледовый период в период с мая по октябрь, на шести станциях в заливе Анива у поселков Пригородное и Корсаков, а также на 5 станциях у Александровска в те же сроки (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.

10.2.1. Район поселка Стародубское

В 2011 г. у пос. Стародубское температура поверхностного слоя вод варьировала в диапазоне 6,0–18,1⁰С; соленость изменялась в пределах 18,52–25,69‰, минимум в июне, максимум в октябре; хлорность 10,25–14,22‰; рН 7,99–8,11; щелочность была в узком диапазоне 1,599–1,833 мг-экв/дм³. Концентрация твердых взвешенных веществ изменялась от 4 (июнь) до 14 мг/дм³ (август), а легко окисляемого органического вещества по БПК₅ 1,4–3,5 мгО₂/дм³.

Концентрация **нефтяных углеводов** в шести обработанных пробах воды изменялась от значений ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (0,020 мг/дм³, 4 пробы) до 0,045 мг/дм³ (табл. 10.1). Содержание фенолов в прибрежных водах было ниже DL=0,5 мкг/дм³ в трех пробах и достигало 3,5 мкг/дм³ в августе; средняя величина (0,8 мкг/дм³) была в 2 раза ниже уровня предыдущего года. Уровень загрязненности морских вод СПАВ несколько снизился, средняя составляла 11,8 мкг/дм³, максимум (0,3 ПДК) был отмечен в сентябре.

Содержание тяжелых **металлов** в поверхностном слое вод составляло: медь 2,1–9,1 мкг/дм³, максимум определен в сентябре, а средняя существенно выросла по сравнению с предыдущим годом и все значения были выше DL; цинк 5,0–14,9 мкг/дм³ (сентябрь), и средняя, и наибольшая концентрация снизилась более 2 раз; свинец 0,6–3,2 мкг/дм³ (макс. октябрь), в одной пробе ниже DL=0,3 мкг/дм³; содержание кадмия во всех шести пробах было ниже предела обнаружения

0,3 мкг/дм³. В целом содержание этих металлов в водах района было в пределах естественных межгодовых изменений.

Содержание форм **азота** в водах района выросло: средняя и максимальная концентрация аммонийного азота составила 64 и 125 мкг/дм³ (увеличение в 1,4 и 1,9 раза соответственно, максимум приходился на август); нитритов 3,4 и 5,0 мкг/дм³ (2,1 и 4,8 раза, май); нитратов 17 и 35 мкг/дм³ (2,0 и 2,2 раза, июль) соответственно. Концентрация неорганического фосфора снизилась за один месяц с 153 в мае до 14 мкг/дм³ в июне вероятно вследствие развития весеннего пика фитопланктона, среднегодовая 52,8 мкг/дм³. Менее значительно изменялось содержание силикатов от максимального в мае (824) до минимального в сентябре (438 мкг/дм³), в среднем 669 мкг/дм³.

Как и в предыдущие годы сезонная изменчивость **кислородного** режима характеризовалась пониженными величинами в июле-августе (6,4 и 6,7 мгО₂/дм³; 78,4% и 77,1% насыщения), тогда как в другие месяцы концентрация кислорода была в диапазоне 7,9–9,0 мгО₂/дм³ (79,5–94,1%). В 2011 г. качество вод на фоновой станции в районе пос. Стародубское немного улучшилось (ИЗВ 0,74) и находилось на верхнем пределе II класса, "чистые воды" (табл. 10.2). Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, медь и фенолы.

Загрязнение **донных отложений** нефтяными углеводородами в шельфовой зоне о. Сахалин в районе пос. Стародубское существенно снизилось и почти вернулось к значениям 2009 г.: диапазон 36–101 мкг/г сухого вещества, среднее и максимальное значение было ниже прошлогоднего в 2,5 и 2,7 раза соответственно. По-видимому, вследствие закрытия Долинского ЦБЗ, сточные воды которого являлись основным источником поступления фенолов в морскую среду, произошло некоторое снижение уровня содержания фенолов в донных отложениях в районе п. Стародубское. В одной пробе концентрация фенолов была ниже DL=0,3 мкг/г, в остальных пяти равнялась 0,5–0,6 мкг/г; средняя ниже прошлогодней в 1,6 раза. Содержание всех определяемых металлов в донных отложениях существенно снизилось. Средняя концентрация меди (диапазон 1,4–3,2 мкг/г), цинка (2,5–5,5), свинца (1,0–3,7) и кадмия (все пробы менее 0,01 мкг/г) уменьшилась в 2,0; 2,1; 2,8 и более 17 раз соответственно и была ниже 0,1 ДК. Уровень загрязнения морских осадков в районе контроля уменьшился, а донные отложения могут рассматриваться как относительно чистые.

10.2.2. Залив Анива. Район порта г. Корсакова

В районе порта Корсакова в 2011 г. температура поверхностного слоя вод изменялась от 0,3 до 22,0⁰С; соленость была в пределах 14,64–32,13‰, минимум и максимум отмечены в июне; хлорность 8,10–17,78‰; рН 7,85–8,37; щелочность была в узком диапазоне 1,228–2,204 мг-экв/дм³. Концентрация твердых взвешенных веществ изменялась от 1 (сентябрь) до 43 мг/дм³ (октябрь), а легко окисляемого органического вещества по БПК₅ 1,0–4,4 мгО₂/дм³.

Концентрация **НУ** в прибрежных водах залива в районе п. Корсаков изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,02 мг/дм³ во все месяцы с мая по октябрь, всего 11 проб из 19 проанализированных) до 0,072 мг/дм³ (1,4 ПДК, июль). Средняя за год величина составила 0,021 мг/дм³, что в четыре раза ниже предыдущих лет. Содержание фенолов в водах залива изменялось от значений

ниже предела обнаружения (0,5 мкг/дм³) до 4,2 мкг/дм³ в сентябре; средняя концентрация составила 2,0 мкг/дм³, что немного выше уровня прошлого года. Загрязнение вод залива АПАВ было в целом незначительным. Наибольшая величина (88 мкг/дм³) была отмечена в августе, а в одной пробе ниже предела обнаружения (DL=10 мкг/дм³). Средняя величина составила 35,9 мкг/дм³, что почти в 2 раза выше прошлогодней. Концентрация меди в районе порта изменялась в широком диапазоне (табл. 10.3), который определялся существенным различием между станциями в районе порта. Высокие значения были отмечены практически во всех шести пробах со станции №106, 14,8–55,6 мкг/дм³, средняя 34,9 мкг/дм³. На двух других станциях средняя концентрация меди составляла 5,5 и 6,1 мкг/дм³, а максимум не превышал 9,0 мкг/дм³. Уровень загрязнения вод района свинцом и цинком был существенно ниже, максимальная концентрация достигала 0,6 ПДК. Содержание кадмия во всех пробах было ниже предела обнаружения DL=0,3 мкг/дм³.

Таблица 10.3. Концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах залива Анива в 2011 г.

	Cu	Cd	Pb	Zn
Район п. Корсаков				
сред	15,5	<0,3	2,6	17,9
макс	55,6	<0,3	5,6	30,2
мин	2,0	<0,3	<0,3	2,5
ПДК сред	3,1	<0,1	0,3	0,4
ПДК max	11,1	<0,1	0,6	0,6
Район п. Пригородное				
сред	4,8	<0,3	1,1	8,2
макс	8,2	<0,3	2,6	14,7
мин	2,1	<0,3	<0,3	3,1
ПДК сред	1,0	<0,1	0,1	0,2
ПДК max	1,6	<0,1	0,3	0,3

Концентрация различных форм азота в водах залива в целом была в пределах естественной межгодовой изменчивости: в районе п. Корсаков средняя концентрация аммонийного азота составила 124 мкг/дм³, максимальная 672 мкг/дм³ (в 1,1 и 1,7 раз больше прошлогодних значений соответственно), среднемесячные величины были в обычном диапазоне 56–250 мкг/дм³, максимум в мае; нитритов 6,8 и 16,0 мкг/дм³ (уменьшение в 1,1 и 2,4 раза), средние по месяцам 2,0–8,7 мкг/дм³, максимум в августе и октябре; нитратов 45 и 416 мкг/дм³, уменьшение в 3,8 и 2,5 раз соответственно, наибольший среднемесячный уровень (144 мкг/дм³) содержания нитратов в морской воде у Корсакова отмечен в мае, а наименьший в октябре (12 мкг/дм³). Концентрация неорганического фосфора в течение теплого периода года изменялась от 5 до 29 мкг/дм³, в среднем 15,1 мкг/дм³; среднемесячное содержание было в узком диапазоне 12,7–19,7 мкг/дм³. Содержание силикатов в водах района изменялось в диапазоне 413–1122 мкг/дм³, максимум отмечен в сентябре, средняя за год величина составила 787 мкг/дм³. Динамика биогенных элементов в целом отражала сезонные изменения в поступлении веществ в воды залива и уровне развития фитопланктона.

Изменения **кислородного** режима в водах порта Корсаков в целом соответствовали прошлогодней динамике: наименьшее значение отмечено в июле (6,7 мг/дм³, 76,3% насыщения). Средняя величина за период наблюдений составила 8,2 мг/дм³, 88,7% насыщения. По индексу ИЗВ воды залива Анива в 2011 г. в районе порта Корсаков (1,56) могут быть отнесены к IV классу – "загрязненные" (табл. 10.2). По сравнению с 2010 г. качество морских вод в районе порта осталось на прежнем уровне. Доминирующими загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, фенолы и медь.

В **донных отложениях** прибрежной зоны залива Анива в районе порта Корсаков среднеемесячное содержание нефтяных углеводородов изменялось в диапазоне 124–525 мг/г, максимум отмечен в июле. Концентрация НУ в отдельных пробах варьировала от значений ниже предела обнаружения (DL=5) до 590 мг/г; среднегодовое значение 243 мг/г (4,9 ДК). В прошлом году разброс значений НУ был немного меньше. Концентрация фенолов в донных отложениях изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,3 мг/г, семь проб из 14) до 0,7 мг/г; в среднем составляла 0,21 мг/г. Значения были близкими к прошлогоднему уровню. Содержание металлов в осадках у порта Корсаков изменялось в пределах: медь 5,0–40,9 мг/г (средняя 18,9 мг/г, 0,5 ДК, в 4,7 раз меньше значения 2010 г.); цинк 2,4–44,0 мг/г (15,0 мг/г, 0,1 ДК, в 3 раза меньше прошлогоднего); содержание кадмия во всех пробах было ниже предела обнаружения DL=0,01 мг/г; свинец 2,6–23,0 мг/г (12,1 мг/г, 0,1 ДК). И средняя, и максимальная концентрация всех анализируемых металлов практически не изменилась по сравнению с 2010 г.

10.2.3. Залив Анива. Район пос. Пригородное

В прибрежных водах залива Анива в районе п. Пригородное в 2011 г. температура поверхностного слоя вод была 0,3–24,1⁰С; соленость была в пределах 27,51–31,44‰, минимум и максимум отмечены в июне; хлорность 15,22–17,38‰; рН 8,01–8,42; щелочность изменилась в узком диапазоне 1,911–2,248 мг-экв/дм³. Концентрация твердых взвешенных веществ изменялась от 1 (июнь и август) до 10 мг/дм³ (октябрь), а легко окисляемого органического вещества по БПК₅ 1,0–2,8 мгО₂/дм³.

Концентрация **НУ** была ниже предела обнаружения (0,02 мг/дм³) в девяти пробах из 18 отобранных. Среднее по трем станциям значение в июле и октябре была равна аналитическому нулю, а максимум в августе достигал 0,042 мг/дм³ (0,8 ПДК). Средняя за год величина составила 0,017 мг/дм³. Содержание фенолов в прибрежье изменялось от значений ниже предела обнаружения (0,5 мг/дм³, 6 проб из 18) до 3,0 мг/дм³ в мае; средняя концентрация составила 1,0 мг/дм³. Уровень загрязнения вод залива АПАВ был невысоким. Повышенное содержание было отмечено в июне (64 мг/дм³). Средняя величина составила 24 мг/дм³, что в 2 раза выше прошлогоднего уровня. Концентрация **металлов** в водах залива в районе п. Пригородное в целом соответствовала уровню значений у порта Корсаков (табл. 11.3), однако и средние, и максимальные величины всех исследованных тяжелых металлов были значительно меньше. Только среднее и максимальное содержание меди превышало допустимую норму. Кадмий в пробах воды не обнаружен.

Концентрация различных форм азота в водах залива в районе п. Пригородное составила: аммонийный азот 14–193 мкг/дм³, средняя составила 57 мкг/дм³; нитритов 1,0–15,0 мкг/дм³ (5,9 мкг/дм³); нитратов 11–42 мкг/дм³ (21,1 мкг/дм³). Наибольший уровень содержания нитратов в морской воде у Пригородного отмечен в июне. Концентрация неорганического фосфора была в пределах 0–106 мкг/дм³, средняя величина 17,6 мкг/дм³; максимальная отмечена в сентябре, а остальные не превышали 27 мкг/дм³. Содержание силикатов изменялось в диапазоне 252–638 мкг/дм³, средняя составила 460 мкг/дм³, максимум отмечен в мае. В целом уровень содержания биогенных элементов в водах в районе Пригородного был ниже, чем у порта Корсаков.

Кислородный режим в районе п. Пригородное был в пределах естественных сезонных колебаний: наименьшая концентрация в каждом месяце с мая по октябрь составила 6,5/8,3/6,8/6,1/7,3/7,9 мгО₂/дм³, минимум в августе. Насыщение вод кислородом изменялось от 55,1% в мае до 104,1%, в среднем 88,6%. Средняя величина за период наблюдений составила 8,0 мгО₂/дм³. По комплексному индексу загрязненности ИЗВ воды залива Анива в районе п. Пригородное (0,76) относятся к III классу "умеренно загрязненные" (табл. 11.2). По сравнению с 2010 г. качество морских вод в исследуемом районе залива немного улучшилось. Приоритетными ЗВ были нефтяные углеводороды, фенолы и медь.

Содержание нефтяных углеводородов в **донных отложениях** побережья у п. Пригородное изменялось от значений ниже предела обнаружения (5 мкг/г, 7 проб из 18 отобранных) до 61 мкг/г (1,2 ДК, уровень прошлого года). Среднемесячные величины варьировали в диапазоне 3,3–38,7 мкг/г, среднегодовое значение 12 мкг/г (0,2 ДК), максимум отмечен в августе. В целом донные отложения у п. Пригородное значительно менее загрязнены НУ, чем район порта. Только в трех пробах концентрация фенолов в донных отложениях была выше предела обнаружения (0,3 мкг/г), максимум как и в прошлом году составил 0,4 мкг/г. Содержание металлов в осадках изменялось в пределах: медь 2,3–8,3 мкг/г (средняя 4,7 мкг/г, 0,1 ДК); цинк 2,9–6,5 мкг/г (4,5 мкг/г, 0,03 ДК); содержание кадмия было во всех пробах меньше предела обнаружения DL=0,01 мкг/г; свинец 0,6–6,2 мкг/г (2,0 мкг/г, 0,02 ДК). В большинстве случаев и средняя, и максимальная концентрация всех анализируемых металлов была существенно ниже, чем в районе порта Корсаков.

Таблица 10.1. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах и донных отложениях шельфа о. Сахалин в 2009–2011 гг.

Район	Ингредиент	2009 г.		2010 г.		2011 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
пос. Стародубское	НУ	0,067	1,3	<0,020	<0,4	0,013	0,3
		0,169	4,4	0,020	0,4	0,045	0,9
	Фенолы	2,1	2,1	1,7	1,7	0,8	0,8
		3,2	3,2	2,2	2,2	3,5	3,5
	СПАВ	24	0,2	19	0,2	12	0,1
		60	0,6	35	0,4	26	0,3
	Кадмий	0,4	<0,1	0,03	<0,1	<0,3	<0,1
		0,7	<0,1	0,03	<0,1	<0,3	<0,1
	Медь	6,3	1,3	3,6	0,7	5,4	1,1
		10,2	2,0	9,2	1,8	9,1	1,8
	Цинк	19,4	0,4	17,9	0,3	8,7	0,2
		40,8	0,8	68,0	1,4	14,9	0,3

	Свинец	0,7 2,7	<0,1 0,3	2,0 6,7	0,2 0,7	1,2 3,2	0,1 0,3
	Аммоний	333 1528	0,1 0,5	46 65	<0,1 <0,1	64 125	<0,1 <0,1
	БПК ₅	2,1 3,2				3,0 3,5	
	Кислород	9,4 6,8		9,62 7,40		7,75 6,4	
Залив Анива:	НУ	0,11 0,65	2,2 13	0,10 0,62	2,0 12	0,021 0,072	0,4 1,4
порт г. Корсакова	Фенолы	1,2 2,5	1,2 2,5	1,3 2,4	1,3 2,4	2,0 4,2	2,0 4,2
	СПАВ	21 44	0,2 0,4	19 36	0,2 0,4	36 88	0,4 0,9
	Кадмий	<0,3 1,2	<0,1 0,1	0,25 1,80	<0,1 0,2	<0,3 <0,3	<0,1 <0,1
	Медь	9,2 19,9	1,8 4,0	12,2 43,8	2,4 8,8	15,5 55,6	3,1 11
	Цинк	38,5 104,0	0,8 2,0	26,0 82,3	0,5 1,6	17,9 30,2	0,4 0,6
	Свинец	1,1 4,7	0,1 0,5	2,0 6,9	0,2 0,7	2,6 5,6	0,3 0,6
	Аммоний	64 201	<0,1 <0,1	117 405	<0,1 0,1	124 672	<0,1 0,2
	БПК ₅	3,1 6,4				2,6 4,4	
	Кислород	7,9 5,1	0,9	9,0 4,1	0,8	8,24 6,7	
Залив Анива:	НУ	0,12 0,62	2,4 12	0,024 0,074	0,5 1,5	0,017 0,048	0,3 1,0
район пос. Пригородное	Фенолы	0,9 2,1	0,9 2,1	0,6 1,2	0,6 1,2	1,0 3,0	1,0 3,0
	СПАВ	16 31	0,2 0,3	12 25	0,1 0,3	24 64	0,2 0,6
	Кадмий	<0,3 <0,3	<0,1 <0,1	<0,3 <0,3	<0,1 <0,1	<0,3 <0,3	<0,1 <0,1
	Медь	7,3 14,8	1,5 3,0	8,2 35,6	1,6 7	4,8 8,2	1,0 1,6
	Цинк	33,8 78,2	0,7 1,6	21,5 81,5	0,4 1,6	8,2 14,7	0,2 0,3
	Свинец	0,7 3,1	<0,1 0,3	1,8 4,8	0,2 0,5	1,1 2,6	0,2 0,5
	Аммонийный азот	54 153	<0,1 <0,1	73 266	<0,1 <0,1	57 193	<0,1 <0,1
	БПК ₅	2,0 5,0				1,8 2,8	
	Кислород	8,1 6,3		9,8 6,2		8,02 6,1	
Донные отложения							
пос. Стародубское	НУ	37 58	0,7 1,2	142 269	2,8 5,4	56 101	1,1 2,0
	Фенолы	0,4 0,5		0,3 1,0		0,45 0,60	

	Медь	3,9 5,7	0,1 0,2	5,0 10,1	0,1 0,3	2,5 3,2	<0,1 <0,1
	Цинк	10,4 16,9	< 0,1 0,1	7,9 11,8	<0,1 <0,1	3,9 5,5	<0,1 <0,1
	Кадмий	< 0,01 < 0,01	< 0,1 < 0,1	0,17 0,52	0,2 0,7	<0,01 <0,01	<0,1 <0,1
	Свинец	2,2 3,3	< 0,1 < 0,1	5,5 10,8	<0,1 0,1	2,0 3,7	<0,1 <0,1
порт г. Корсакова	НУ	243	5	226	5	243	5
		792	16	428	9	590	12
	Фенолы	<0,3 0,5		0,4 0,6		0,3 0,7	
	Медь	11,7 24,1	0,3 0,7	87,9 219,0	2,5 6	18,9 40,9	0,5 1,2
	Цинк	22,9 36,5	0,2 0,3	44,3 87,7	0,3 0,6	15,0 44,0	0,1 0,3
	Кадмий	0,1 0,1	0,1 0,1	0,38 1,01	0,5 1,3	<0,01 <0,01	<0,1 <0,1
	Свинец	6,0 14,7	<0,1 0,2	17,9 47,8	0,2 0,6	12,1 23,0	0,1 0,3
пос. Пригородное	НУ	9	0,2	18	0,4	12	0,2
		48	1,0	60	1,2	61	1,2
	Фенолы	< 0,3 < 0,3		< 0,3 0,4		0,06 0,4	
	Медь	3,4 11,6	< 0,1 0,3	5,0 15,5	0,1 0,4	4,7 8,3	0,1 0,2
	Цинк	6,2 10,3	< 0,1 < 0,1	10,1 31,8	< 0,1 0,2	4,5 6,5	< 0,1 < 0,1
	Кадмий	0,1 0,1	0,1 0,1	0,09 0,27	0,1 0,3	<0,01 <0,01	<0,1 <0,1
	Свинец	1,6 3,0	< 0,1 < 0,1	4,3 7,6	< 0,1 < 0,1	2,0 6,2	< 0,1 < 0,1

Примечания: 1. Концентрация (С*) нефтяных углеводородов, растворенного в воде кислорода и БПК; приведена в мг/дм³; СПАВ, фенолов, металлов и аммонийного азота в мкг/дм³. В донных отложениях концентрация НУ, фенолов и металлов приведена в мкг/г. Для донных отложений допустимый уровень концентрации ингредиента (ДК) приведен в табл. 1.5.

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.

Таблица 10.2. Оценка качества морских вод Охотского моря в шельфовой зоне о. Сахалин в 2009–2011 гг.

Район	2009 г.		2010 г.		2011 г.		Содержание ЗВ в 2011 г. (ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
поселок Стародубское	1,33	IV	0,86	III	0,74	II	НУ 0,3; фенолы 0,8; Cu 1,1; O ₂ 0,77
порт Корсаков	1,50	IV	1,60	IV	1,56	IV	НУ 0,4; фенолы 2,0; Cu 3,1; O ₂ 0,73
поселок Пригородное	1,4	IV	0,92	III	0,76	III	НУ 0,5; фенолы 0,6; Cu 1,6; O ₂ 0,61

Глава 11. ЯПОНСКОЕ МОРЕ

Подкопаева В.В., Агеева Л.В., Шулятьева Л.В.,
Казакова Л.Г., Золотухин Е.Г., Матвейчук И.Г., Коршенко А.Н.

11.1. Общая характеристика

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

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

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

В Японском море наблюдается циклонический круговорот с центром в северо-западной части моря. Выделяют три водные массы: тихоокеанская и японская в поверхностной зоне и японская в глубинной. По происхождению все водные массы представляют собой результат трансформации поступающих в море тихоокеанских вод. Для моря характерны приливы всех основных видов: полусуточные, суточные и смешанные. Максимальные приливные колебания уровня моря (до 2,3–2,8 м) наблюдаются в Татарском проливе. Во время зимнего муссона в результате стонно-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 льдообразование ежегодно наблюдается только в глубоко вдающихся в материк заливах и бухтах. Припай развит незначительно. Толщина ледяного покрова в середине февраля достигает до 1 м.

Циклоны в Японском море можно подразделить на два вида: тропические циклоны океанического происхождения (тайфуны), которые обычно наблюдаются в теплое время года, и континентальные циклоны в холодный период. Циклоны первого вида наблюдаются обычно в теплое время года, а циклоны второго вида – в холодное. Повторяемость континентальных циклонов составляет 50–55 случаев в год, а океанических тайфунов – около 25 случаев. Однако сила ветра и вызываемое волнение при тайфунах намного больше.

11.2. Источники загрязнения

Прибрежные районы залива Петра Великого Японского моря являются одним из самых густонаселенных мест Дальнего Востока. Хозяйственная деятельность приводит к интенсивному антропогенному воздействию на акваторию залива и 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 пятию сотнями организованных выпусков. Основные источники загрязнения залива Петра Великого расположены в городах Владивосток, Находка, Уссурийск, Дальнегорск и Большой Камень. Нефтяное загрязнение прибрежной зоны моря происходит за счет сброса балластных и льяльных вод с судов в связи с отсутствием береговых нефтеочистных сооружений или недостаточной их мощностью. Дополнительную нагрузку на морскую среду оказывает масштабное строительство различных объектов и трубопроводных систем сибирско-тихоокеанского региона. Поступающие в морскую среду загрязняющие вещества антропогенного происхождения, адсорбируясь на мелкодисперсных иловых частицах, в основной массе оседают на дно в местах осадконакопления и могут полностью или на длительный срок выйти из оборота элементов в морской среде. Однако при определенных гидрометеорологических условиях загрязненные донные отложения могут взмучиваться и становиться источником вторичного загрязнения морских вод. Такое же негативное влияние оказывают дноуглубительные, строительные, взрывные работы и дампинг грунта.

Отдельные районы залива Петра Великого испытывают неравномерную антропогенную нагрузку. Бухты Золотой Рог и Диомид наиболее интенсивно подвергается влиянию городских стоков г. Владивостока. На их акваторию поступают сточные воды городской канализации; негативное воздействие оказывают городские порты и судоремонтные заводы, маломерный и крупнотоннажный флот. В течение последних 50 лет в бухту Золотой Рог сливались стоки с различными нефтепродуктами, вследствие чего на дне бухты образовался осадочный «нефтебитумный» слой, который местами достигает толщины 0,7–1,5 м.

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

Материалы о поступлении загрязняющих веществ в морскую воду залива Петра Великого предоставлены региональным отделом Водных ресурсов по Приморскому краю на основании таблиц 2ТП-водхоз. По состоянию на 01.01.2012 г. 218 водопользователей Приморского края сбрасывают сточные воды в поверхностные водные объекты 565 организованными выпусками. Всего за 2011 г. сброшено 439,85 млн.м³, из них: загрязненных 333,31; без очистки 278,3; недостаточно-очищенных 54,9; нормативно-чистых 24,95 и нормативно-очищенных 81,87 млн.м³.

В Приморском крае учтено 207 очистных сооружений на сбросе сточных вод в водные объекты, из них 89 сооружений биологической очистки (проектная производительность 162,311 млн.м³/год); 103 сооружения механической очистки (79,173 млн.м³/год), 15 сооружений физико-химической очистки (12,152 млн.м³/год). Суммарная мощность очистных сооружений в 2011 г. составила 253,64 млн.м³/год против 242,32 в 2010 г. (увеличение на 4%). При этом объем нуждающихся в очистке сточных вод составил 358,10 млн.м³.

Наибольшая нагрузка по загрязняющим веществам приходится на бассейн рек Японского моря, куда сбрасывается 325,094 млн.м³/год сточных вод, имеющих загрязняющие вещества, тогда как в реки бассейна Усури сбрасывается 37,755 млн.м³/год сточных вод. Такое неравномерное распределение нагрузки на водные объекты Приморского края объясняется тем, что 2/3 населения и около 80% промышленных объектов располагаются в южной агломерации края, где расположены наиболее крупные населенные пункты (г. Владивосток, г. Уссурийск и г. Находка), наиболее крупные и водоемкие промышленные производства: электроэнергетика, цветная металлургия, жилищно-коммунальное хозяйство, рыбное хозяйство. Основными загрязнителями являются: ОАО «Радиоприбор», КГУП «Приморский водоканал» г. Владивосток, ЗАО УМЖК «Приморская соя» г.Уссурийск, ООО «Приморский сахар» г.Уссурийск, ОАО «Спасский комбинат асбесто-цементных изделий» г. Спасск-Дальний, «Водоканал» филиала Арсеньевский КГУП Примтеплоэнерго г.Арсеньев. Основное антропогенное влияние в результате сброса загрязненных сточных вод испытывает впадающая в Амурский залив р. Раздольная, в заливе Находка р. Партизанская, а также р. Усури и р. Спассовка. Река Раздольная с притоками является приемником нормативно-очищенных и загрязненных сточных вод города Уссурийска

и Октябрьского муниципального района. В 2011 г. произошло уменьшение массы сброшенных загрязняющих веществ в море с водами этой реки. В реку Партизанская с притоками поступают недостаточно-очищенные и загрязненные сточные воды города Партизанска и Партизанского муниципального района. В 2011 г. произошло увеличение количества сброшенных в море ЗВ со стоком этой реки.

Всего в 2011 г. в воды бассейна Японского моря было сброшено 72,8 т нефтепродуктов, 8,096 тыс.т взвешенных веществ, 5,44 тыс.т сухого остатка, 416,011 тыс.т сульфатов, 3102,906 тыс.т хлоридов, 375,91 т фосфатов, 1605,36 т аммонийного азота, 3,246 тыс.т фенолов, 144,145 т нитратов, 41,139 т нитритов, 167,813 т СПАВ, 271,793 т жиров, 80,703 т железа, 0,97 т меди, 5,40 т цинка, 4,99 т алюминия, 430,3 т кальция, 3,53 т танинов.

11.3. Система мониторинга залива Петра Великого

В 2011 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: в бухтах Золотой Рог (5 станций ГСН с апреля по ноябрь, рис. 11.1), Диомид (1 ст.) и в проливе Босфор Восточный (3 ст.) с июня по ноябрь, в Амурском заливе (9 ст.) в сентябре и октябре, в Уссурийском заливе (9 ст.) в апреле, июле и сентябре, в заливе Находка (12 ст.) наблюдения проводились в мае, июле и сентябре. Отбор проб проводился на э/с «Гидробиолог» ДВНИИГМИ. Работы осуществлялись в рамках программы Государственной системы наблюдений (ГСН) за состоянием загрязнения морских водных объектов. Всего по программе ГСН в 2011 г. отобрано 616 проб (499 проб воды и 117 проб донных отложений), выполнено 16040 определений (14051 определений в воде и 1989 определений в донных отложениях) на 54 ингредиента.

11.4. Бухта Золотой Рог



Рис. 11.1.
Схема расположения станций мониторинга в бухтах Золотой Рог и Диомид в 2011 г.

В поверхностном слое бухты значения **температуры** воды в период наблюдений составляли от 3,38⁰С в апреле до 24,41⁰С в августе. Соленость изменялась от 26,65‰ в августе до 33,43‰ в ноябре в придонном слое. Значения рН изменялись от 7,74 в июне до 8,50 в июле. Концентрация взвешенных частиц изменялась в диапазоне от 0,5 мг/дм³ в апреле во всем столбе воды до 21,0 мг/дм³ в кутовой части бухты в начале ноября; средняя величина 9,86 мг/дм³. Содержание взвешенных частиц в водах бухты второй год подряд снижается. Среднее за 2011 г. значение биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) возросло в 1,3 раза и составило 2,13 мгО₂/дм³, а максимальное (9,36 мгО₂/дм³, 4,7 ПДК) было зарегистрировано в апреле на станции №1 в устье р. Объяснение.

В 2011 г. уровень загрязнения вод бухты Золотой Рог **нефтяными углеводородами** оставался очень высоким. Вода бухты по-прежнему остается самой загрязненной из наблюдаемых акваторий залива Петра Великого. Диапазон концентрации НУ в 91 отобранной и проанализированной пробе за весь период наблюдений был очень широким и составил 0,01–2,08 мг/дм³ (табл. 11.1). Наибольшее значение (41,6 ПДК, в 5,2 раза выше прошлогоднего максимума) было отмечено 3 июля в кутовой части бухты в поверхностном слое на станции №1. Здесь же наблюдалось пониженное содержание растворенного кислорода (5,40 мгО₂/дм³). Еще в семнадцати пробах, главным образом отобранных в июле, концентрация НУ превышала 10 ПДК практически на всей акватории бухты и на всех горизонтах. В целом в 89,0% проб воды концентрация НУ равнялась или превышала ПДК; из них в 18,6% содержание было выше 10 ПДК. Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в толще воды бухты Золотой Рог (0,323 мг/дм³, 6,46 ПДК) возросла по сравнению с предыдущим годом в 3,6 раза, а с 2009 г. – в 1,2 раза. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод вся акватория бухты была покрыта плавающим мусором и здесь наблюдались нефтяные пятна интенсивностью 1–2 балла и густотой 6–10 баллов. В исследуемый период процент покрытия нефтяными пятнами почти повсеместно достигал 91–100%, и только в пяти случаях 51–80%.

В 2011 г. концентрация **фенолов** в воде б. Золотой Рог в течение безледного периода изменялась от 0,6 мкг/дм³ до 13,8 мкг/дм³; максимум (13,8 ПДК) зарегистрирован в придонном горизонте в июле на станции №1. В 78,0% проб воды содержание фенолов превышало 1 ПДК, еще в 12,1% равнялась нормативу; эти величины практически равны прошлогодним показателям. Среднегодовая концентрация фенолов (2,1 ПДК) была ниже значений предыдущих лет, за исключением 2009 г. Наибольшее загрязнение фенолами наблюдалось в вершине бухты, где в районе станции №1 в устье р. Объяснение среднегодовая величина превысила ПДК в 4,2 раза. Содержание АПАВ в 2011 г. в водах бухты (39 проб в апреле, июле и октябре) изменялось в пределах 56–166 мкг/дм³. Максимальная концентрация отмечена в апреле на поверхностном горизонте станций №7 и №12 (1,7 ПДК). В 56,4% проб воды концентрация АПАВ превышала ПДК. Среднегодовая величина (1,1 ПДК) немного выросла по сравнению с 2010 г.

В 2011 г в водах бухты Золотой Рог продолжился рост содержания хлорорганических **пестицидов** группы ДДТ по сравнению с 2007–2010 гг. (табл. 11.2). По результатам обработки 30 проб и средняя, и максимальная величины суще-

ственно возросли, а суммарная максимальная концентрация форм группы ДДТ возросла более двух раз по сравнению с прошлым годом и превысила уровень ЭВЗ. Наибольшее значение ДДЭ (51,8 нг/дм³) было отмечено в кутовой части бухты 3 июля в придонном слое вод на глубине 7 м. Однако следующая за максимумом величина (45,9 нг/дм³) была найдена на станции №11 в средней части бухты 24 апреля в поверхностном слое, что свидетельствует о повсеместном распределении пестицидов на акватории бухты. Одновременно отмечено снижение присутствия изомеров группы ГХЦГ. Средняя и максимальная концентрация линдана в 2011 г. снизилась почти на порядок, а содержание его изомера α-ГХЦГ примерно в 3 раза. Несмотря на средние и максимальные значения ДДТ и линдана существенно меньше ПДК, следует отметить высокий уровень загрязнения вод бухты хлорорганическими пестицидами в течение многих лет.

Таблица 11.2 Средняя и максимальная концентрация пестицидов (нг/дм³) в бухте Золотой Рог залива Петра Великого в 2009–2011 гг.

Район	ДДТ	ДДЭ	ДДД	ДДТtotal	α-ГХЦГ	γ-ГХЦГ	ГХЦГtotal
2009: бухта	1,1	0,2	0,9	2,9	0,2	0,6	0,1
Золотой Рог	4,0	9,3	7,8		1,3	10,5	
2010: бухта	1,5	2,3	1,4	5,3	0,09	0,67	0,77
Золотой Рог	5,0	28,1*	24,0	28,1	1,9	4,4	4,4
2011: бухта	2,0	12,2	4,2	18,4	0,22	0,08	0,30
Золотой Рог	9,1	51,8	29,1	61,5	0,6	0,4	1,0

* выделенные значения выше ПДК.

Среднегодовая и максимальная концентрация всех исследуемых **тяжелых металлов** в водах бухты не превышала норматива, за исключением ртути (max 1,8 ПДК, 7 июня, придонный слой, ст. №11), цинка (max 1,2 ПДК, 9 мая на поверхности) и железа (max 2,4 ПДК, 1 ноября, придонный слой, глубина 25 м). В целом концентрация всех металлов, за исключением железа, незначительно или существенно уменьшилась. Концентрация растворенной в воде ртути изменялась от значений ниже аналитического нуля (6 проб из 91 отобранной) до 0,18 мкг/дм³ (1,8 ПДК). Три наибольших значения (0,16–0,18 мкг/дм³) были зарегистрированы в мае–июне на станциях №7,11 и 12 во всей толще вод бухты. В 2011 г. продолжался рост концентрации ртути в водах бухты.

Концентрация аммонийного **азота** в толще вод бухты Золотой Рог изменялась от 47 до 1514 мкг/дм³; максимум отмечен в июне на ст. №1. По сравнению с 2010 г. среднегодовое содержание аммония почти не изменилось и составило 224 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация нитритов и нитратов (по азоту) в толще воды составила 11,4 и 36,8 мкг/дм³; наибольшие значения (211 и 188 мкг/дм³) были отмечены в августе и июле соответственно на ст.1, расположенной вблизи устья реки Объяснение. Для нитритов значения выше 46 мкг/дм³ (0,6 ПДК) были отмечены в трех пробах из кутовой части бухты в июле и августе. По сравнению с прошлым годом среднегодовое содержание нитритов почти не изменилось, тогда как нитратов снизилось почти в 2 раза. Концентрация органического азота в пробах изменялась в пределах 244–1894 мкг/дм³ и в среднем составила 949 мкг/дм³. Аналогичные значения общего азота в бухте Золотой Рог составили 544–2628 и 1221 мкг/дм³ соответственно.

Среднегодовая концентрация органического **фосфора** составила 12,6 мкг/дм³; диапазон изменений 0,4–114,2 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация фосфатного и общего фосфора составила 12,5 и 25,2 мкг/дм³; максимальная (120 и 231 мкг/дм³) была отмечена в апреле на ст. №1 в вершине бухты Золотой Рог. Среднее содержание кремния снизилось в 1,3 раза и составило 286 мкг/дм³. Максимальная концентрация 931 мкг/дм³ была зафиксирована в августе на станции №14 в придонном слое на глубине 26 м; минимальная (13 мкг/дм³) – в устье р. Объяснение 3 июля.

Содержание растворенного в воде **кислорода** в течение исследуемого периода осталось на уровне предыдущего года и было в пределах 3,74–13,66 мгО₂/дм³, в среднем 8,97 мгО₂/дм³ (93,2% насыщения). В течение теплого времени года (период с 7 июня по 1 ноября) кислородный режим в водах бухты ухудшался. В этот период было отмечено 11 случаев снижения концентрации растворенного кислорода ниже 6 мг/дм³, а в 61,5% проб воды она была ниже 100% насыщения. Наихудшая аэрированность вод в течение всего периода отмечалась в вершине бухты на станции №1 в устье реки Объяснение как в поверхностных, так и в придонных слоях. Однако во время съемки 7 августа значения ниже норматива были зафиксированы в придонном слое на всех станциях по всей акватории бухты, а минимальная величина (3,74 мгО₂/дм³, 49% насыщения) отмечена в кутовой части бухты. Среднее за 2011 г. биохимическое потребление кислорода за пять суток (БПК₅) возросло в 1,3 раза и составило 2,13 мгО₂/дм³. Максимальное значение (9,36 мгО₂/дм³) превысило ПДК в 4,7 раза и было зарегистрировано в апреле в устье р. Объяснение. Средняя концентрация взвешенных веществ составила 9,6 мг/дм³. Максимальное значение (21,0 мг/дм³) зарегистрировано в ноябре на ст. №1.

В 2011 г. качество вод бухты Золотой Рог по **ИЗВ** (2,60) значительно ухудшилось и соответствовало V классу, "грязные", (табл. 11.3, рис. 11.2). По сравнению с 2010 г. состояние вод изменилось из-за значительного нефтяного загрязнения. В целом бухта остается наиболее загрязненной акваторией в заливе Петра Великого. Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, фенолы и ДДЭ. Кислородный режим в целом сильно нарушенный.

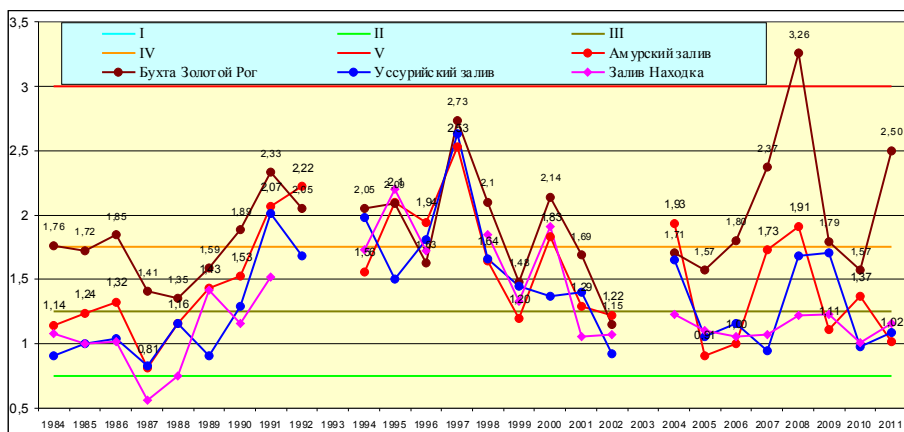


Рис. 11.2. Многолетняя динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в различных районах залива Петра Великого в 1984–2011 гг.

В бухте Золотой Рог в апреле, июле и октябре 2011 г. было отобрано 15 проб **донных отложений**. Содержание НУ изменялось в пределах 1460–18820 мкг/г сухого вещества, что практически соответствовало диапазону прошлого года. Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов по сравнению с 2010 г. существенно не изменилось: 2005–1440; 2006–12850; 2007–15830; 2008–4900; 2009–8150; 2010–8350 и 2011–8930 мкг/г. Средняя величина превышала допустимый уровень концентрации (ДК) в 179 раз, а максимальное значение (376 ДК) было отмечено 3 июля на глубине 19 м в центральной части на изгибе бухты, как в последние три года. Превышение допустимого уровня концентрации отмечалось в 100% проб, поскольку даже минимальное значение в 29 раз выше используемого для оценки норматива ДК (табл. А.5).

Содержание фенолов изменялось в пределах от 1,5 до 13,5 мкг/г (в среднем 4,4 мкг/г, в 2 раза ниже прошлого года). Высокая концентрация более 10 мкг/г была отмечена в одной пробе в кутовой части бухты 3 июля. Уровень загрязненности донных отложений фенолами существенно понизился примерно до значений 2009 г.

Концентрация α -ГХЦГ в пробах донных отложений бухты Золотой Рог в 2011 г. изменялась в диапазоне от аналитического нуля до 7,3 нг/г сухого вещества (в среднем 1,5 нг/г), γ -ГХЦГ – в диапазоне 0,0–4,6 нг/г (0,85 нг/г); средняя за год суммарная концентрация изомеров группы ГХЦГ по сравнению с 2010 г. уменьшилась в 1,7 раз до 2,3 нг/г. Оба максимальных значения были отмечены 21 апреля в средней части бухты на глубине 16 м, их сумма составила 11,9 нг/г. Максимальная концентрация ХОП группы ДДТ составила: ДДТ – 18,0 (меньше прошлогоднего в 3,2 раза); ДДЭ – 57,6 (больше в 1,7 раза); ДДД – 38,8 (меньше в 1,4 раза); средние значения 9,1 (меньше в 1,8 раз); 30,1 (больше в 2 раза) и 12,6 нг/г (меньше в 1,2 раза) соответственно. Среднее значение суммы ДДТ и его метаболитов составляет 51,9 нг/г (20,8 ДК), а максимум достигал 106,1 нг/г (21 апреля, ст. №1 в куту бухты, более 42 ДК). Высокие величины содержания ХОП группы ДДТ в донных отложениях были зафиксированы во всех частях бухты в разные периоды наблюдений.

Содержание меди в донных отложениях бухты Золотой Рог в среднем составило 122,3 мкг/г сухого остатка (максимум 249 мкг/г, 7,1 ДК); свинца – 155,9 мкг/г (340 мкг/г, 4,0 ДК); кадмия – 1,5 мкг/г (3,5 мкг/г, 4,4 ДК); кобальта – 5,3 мкг/г (7,7 мкг/г, 0,4 ДК); никеля – 12,3 мкг/г (19 мкг/г, 0,5 ДК); цинка – 321 мкг/г (603 мкг/г, 4,3 ДК); марганца – 177 мкг/г (357 мкг/г); хрома – 39,7 мкг/г (58 мкг/г, 0,6 ДК) и ртути – 0,65 мкг/г (1,74 мкг/г, 5,8 ДК). Остается очень высоким содержание железа – в среднем 29632 мкг/г, максимум составил 51076 мкг/г сухого остатка (ст. №14); эти значения соответственно в 1,1 и в 1,2 раза больше прошлогодних. Во всех 15 отобранных и проанализированных пробах донных отложений концентрация меди была выше ДК; цинка – в 13 пробах; ртути и кадмия – в 12; свинца – в 11. Не отмечено превышение норматива для хрома, никеля и кобальта. Среднегодовое содержание меди в 2011 г. составило 3,5 ДК (в прошлом году 3,0 ДК), свинца 1,8 ДК (1,4 ДК), кадмия 1,9 ДК (1,8 ДК), кобальта 0,3 ДК (0,3 ДК), никеля 0,4 (0,3 ДК), цинка 2,3 ДК (2,1 ДК), хрома 0,4 ДК (0,3 ДК) и ртути 2,2 ДК (3,6 ДК). По сравнению с 2010 г. в донных отложениях бухты Золотой Рог увеличилась среднегодовая концентрация меди,

свинца, кадмия, никеля, цинка и хрома. Снизилась концентрация ртути, а кобальта осталось на прежнем уровне. Характерным для бухты Золотой Рог является высокий уровень загрязнения металлами не только донных отложений кутовой части бухты, но на всей остальной акватории, а также на выходе в пролив Босфор Восточный на всех станциях с глубинами от 8 до 26 м.

11.5. Бухта Диомид

В 2011 г. наблюдения за состоянием вод бухты проводились с апреля по ноябрь на ст. №22 (рис. 11.1). Диапазон значений **температуры** воды в период наблюдений составлял 3,05–22,67⁰С в апреле и августе. Соленость изменялась от 26,09‰ в июне на поверхности до 33,14‰ в ноябре в придонном слое. Значения pH изменялись от 8,01 в октябре до 8,38 в июне. Концентрация взвешенных веществ в водах бухты находилась в пределах 1,4–17,4 мг/дм³; величины содержания ВВ больше 15 мг/дм³ были зафиксированы на поверхности и у дна в мае и ноябре; в остальное время не превышали 6,8 мг/дм³. Среднегодовое значение практически не изменилось и составило 7,6 мг/дм³. Среднее за 2011 г. биохимическое потребление кислорода за пять суток (БПК₅) существенно не изменилось с 2010 г., не превысило ПДК и составило 1,70 мгО₂/дм³. Максимальное значение (3,51 мгО₂/дм³) было зарегистрировано в октябре и превышало ПДК почти в 1,8 раза.

Среднегодовое содержание **нефтяных углеводородов** в 14 отобранных пробах составило 0,48 мг/дм³ (9,6 ПДК, в 5,3 раза выше прошлогоднего), а диапазон изменений составил 0,01–2,35 мг/дм³ (табл. 11.1). Столь высокие величины определялись двумя значениями, зафиксированными 21 апреля в поверхностном (1,39 мг/дм³) и придонном (2,35 мг/дм³, немного ниже уровня ЭВЗ) слоях воды; в остальные периоды концентрация НУ не превышала 0,74 мг/дм³. Превышение предельно допустимой концентрации отмечено в 28,6% проб. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод бухты Диомид в исследуемый период наблюдалось повсеместное покрытие нефтяной пленкой разной интенсивности (1–2 балла), а процент покрытия акватории нефтяными пятнами достигал 61–100%.

Концентрация **фенолов** изменялась в пределах 1,0–2,5 мкг/дм³ (2,5 ПДК, август). Среднее содержание в 14 обработанных пробах составило 1,81 мкг/дм³ и почти в 1,7 раза увеличилось по сравнению с прошлым годом. Концентрация СПАВ в 6 пробах воды варьировала в диапазоне 54–121 мкг/дм³ (мах в апреле и июле); разброс значений практически соответствовал прошлогоднему. Среднегодовая величина (95 мкг/дм³) соответствовала уровню 2010 г.

Концентрация **пестицидов** группы ДДТ увеличилась с 0,6 до 1,6 нг/л; содержание γ-ГХЦГ уменьшилось с 0,9 до 0,7 нг/л, α-ГХЦГ с 0,2 до 0,13 нг/л, а ДДД с 0,16 до 0,2 нг/л; ДДЭ осталось на уровне 0,6 нг/л. В 2010 г. среднегодовая концентрация пестицидов группы ГХЦГ составила 0,8 нг/л, суммы ДДЭ, ДДТ, ДДД в воде осталась примерно на том же уровне (1,6 нг/л). Максимальная концентрация α-ГХЦГ (0,8 нг/л) отмечена в октябре, в остальных пяти пробах его содержание было ниже предела обнаружения; γ-ГХЦГ составила 2,9 нг/л (август); ДДЭ (0,9 нг/л) и ДДД (1,1 нг/л) в одной пробе с поверхности в августе, а ДДТ (1,9 нг/л) в апреле на поверхностном горизонте. Уровень загрязненности вод бухты Диомид хлорорганическими пестицидами остался в пределах многолетних изменений.

В 2011 г. концентрация **тяжелых металлов** в воде бухты находилась в пределах естественной многолетней изменчивости. По сравнению с прошлым годом примерно в 2 раза уменьшилось содержание ртути, цинка и кадмия, незначительно – меди и свинца; не изменилось марганца и выросло в два раза до уровня 2009 г. железа. Среднегодовая концентрация ртути в воде составила 0,6 ПДК, однако за период наблюдений было зарегистрировано 3 случая превышения ПДК как в поверхностном, так и в придонном слое в августе, октябре и ноябре. Как средние, так и максимальные значения остальных металлов не превышали норматива.

Концентрация **биогенных элементов** в бухте Диомид не превышала норматива для рыбохозяйственных водоемов. Содержание аммонийного азота изменялось в пределах от 60–394 мкг/дм³ (мах в апреле); среднегодовая концентрация составила 170 мкг/дм³, что практически идентично уровню 2010 г. (181 мкг/дм³). Среднее содержание нитритов, нитратов и общего азота в морской воде составило 3,6, 24,9 и 1119,6 мкг/дм³, максимальное – 10,0; 109,0 и 1560 мкг/дм³ соответственно. По сравнению с 2010 г. среднегодовая концентрация нитритов и нитратов понизилась в 1,1 раза, а общего азота осталась практически на прежнем уровне. За наблюдаемый период концентрация фосфатов в пробах воды изменялась от 0,9 до 16,6 мкг/дм³, как и в прошлом году максимальная величина отмечена в июле на поверхности. Диапазон изменений общего фосфора 4–46 мкг/дм³, максимум в апреле. В последние годы среднее содержание общего фосфора последовательно снижалось с 40,0 и 25,9 до 15,9 мкг/дм³, а фосфатов с 28,0 и 12,0 до 8,1 мкг/дм³. Концентрация кремния изменялась в пределах 20–510 мкг/дм³, составив в среднем за год 213 мкг/дм³, что в 1,5 раза выше значения 2010 г.

Среднегодовая концентрация растворенного **кислорода** составила 10,06 мгО₂/дм³ (109,6% насыщения). Минимальное значение (5,89 мгО₂/дм³, насыщение воды кислородом составило 76,2%) было отмечено 8 августа у дна на глубине 14 м. По индексу загрязненности вод **ИЗВ** (3,34) качество вод бухты Диомид сильно ухудшилось за счет двух экстремально высоких значений НУ и соответствовало VI классу, "очень грязные". Приоритетными загрязнителями были нефтяные углеводороды, фенолы и ДДЭ. Кислородный режим в целом в норме, за исключением отдельных случаев в придонном слое в летние месяцы.

В **донных отложениях** бухты Диомид содержание нефтяных углеводородов в трех отобранных в 2011 г. пробах составило 4840; 3700 и 4880 мкг/г сухого вещества. Полученные величины значительно более однородные, чем были в прошлом году – 580; 1290 и 8120 мкг/г д.о. Среднегодовые значения уровня загрязнения донных отложений бухты НУ составили в 2005–310; 2006–5380; 2007–5340; 2008–2790, 2009–6660; 2010–3300 и 2011 г. – 4470 мкг/г. Среднегодовое содержание НУ в 2011 г. превысило допустимый уровень концентрации (ДК) в 89 раз, максимальное – в 98 раза. В целом очень высокий уровень загрязнения донных отложений бухты НУ сохраняется. Содержание фенолов в пробах составило 5,9; 1,4 и 2,4 мкг/г, в среднем 3,2 мкг/г, что в 1,5 раза меньше уровня прошлого года. По сравнению с прошлым годом содержание α-ГХЦГ в 3 пробах донных отложений из бухты Диомид существенно повысилось – 7,3; 2,2 и 2,1 нг/г сухого вещества

(в среднем 3,87 нг/г, в 4,8 раза выше прошлогоднего), γ -ГХЦГ – 3,9; 3,5 и 0,7 нг/г, (в среднем 2,7 нг/г, 54 ДК, увеличение в 4,5 раза). Среднее значение суммы изомеров этой группы пестицидов 6,6 нг/г. Концентрация ДДТ составила 22; 28,8 и 11,0 нг/г (в среднем 20,6 нг/г, почти в 2 раза выше прошлогоднего); ДДД 0,9; 3,8 и 2,4 нг/г (2,7 нг/г, снижение в 1,4 раза); ДДЭ 63,73,4; 58,88,8 и 10,919,4 нг/г (44,5 нг/г, увеличение в 4,2 раза). Средняя за год суммарная концентрация ХОП группы ДДТ составила 67,4 25,3 нг/г (27 ДК), что в 2,7 раза выше прошлогоднего значения. Высокое содержание пестицидов в донных отложениях бухты отмечено во все исследованные сезоны года с апреля по ноябрь.

Загрязнение донных отложений бухты Диомид тяжелыми металлами в 2011 г. было традиционно высоким (табл. 11.4). Только содержание никеля и кобальта во всех пробах было ниже принятого норматива ДК; а также в одной пробе для свинца. Для всех остальных металлов во всех пробах ДК было превышено. По сравнению с 2010 г. только содержание кадмия немного понизилось, всех остальных элементов осталось на уровне или повысилось. Наиболее значительными загрязнителями стали медь и ртуть. Концентрация последней в донных отложениях возросла почти в 3 раза по сравнению с прошлым годом.

Таблица 11.4. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях бухты Диомид в 2010/2011 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
сред	203,3/ 268,7	142,3/ 240,3	4,1/ 2,6	4,0/ 6,0	12,1/ 11,7	293/ 425	106/ 133	22076/ 22602	153/ 239	0,55/ 1,59
макс	405/ 457	259/ 477	9,5/ 3,7	6,9/ 8,5	19,0/ 14	533/ 708	140/ 139	34843/ 25233	399/ 428	0,82/ 3,87
мин	67/ 135	57/ 73	0,3/ 1,5	2,5/ 4,1	6,4/ 10	119/ 221	82/ 124	17415/ 21621	19/ 49	0,19/ 0,11
ДК сред	5,8/ 7,7	1,7/ 2,8	5,1/ 3,3	0,2/ 0,3	0,3/ 0,3	2,1/ 3,0	–	–	1,5/ 2,4	1,8/ 5,3
ДК max	11,6/ 13,1	3,0/ 5,6	11,9/ 4,6	0,3/ 0,4	0,5/ 0,4	3,8/ 5,1	–	–	4,0/ 4,3	2,7/ 12,9

* – выделенные значения выше ДК.

11.6. Пролив Босфор Восточный и бухта Улисс

В 2011 г. наблюдения за гидрохимическим состоянием и уровнем загрязнения вод и донных отложений пролива Босфор Восточный и бухты Улисс проводились на 3 станциях с 21 апреля по 1 ноября (рис. 11.3). В этот период **температура** воды изменялась от минус 0,27 в апреле до 22,18⁰С в августе. Соленость варьировала от 25,88‰ в июне на поверхности до 33,35‰ в ноябре в придонном слое на глубине 36 м. Значения pH изменялись от 7,68 в августе до 8,38 в июне; в среднем 8,15. Концентрация взвешенных частиц изменялась в диапазоне 0,8 мг/дм³ в апреле на поверхности до 21,5 мг/дм³ в мае у дна; средняя величина 8,1 мг/дм³. Среднее за 2011 г. значение биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) существенно не изменилось с 2010 г. и составило 1,70 мгО₂/дм³, а максимальное (5,19 мгО₂/дм³, 2,6 ПДК) было зарегистрировано в июле на станции № 19.

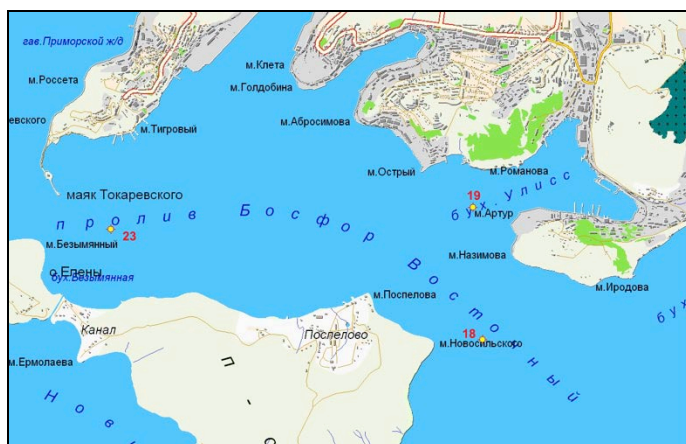


Рис. 11.3. Схема расположения станций мониторинга в проливе Босфор Восточный и бухте Улисс в 2011 г.

Концентрация **НУ** в морской воде изменялась в диапазоне 0,01–2,40 мг/дм³ (48 ПДК, значение немного меньше уровня ЭВЗ). Максимум отмечен 21 апреля в придонном слое вод бухты Улисс на глубине 16 м. Еще два случая ВЗ (1,70 и 2,00 мг/дм³) было отмечено в этот день на поверхности бухты и в проливе на ст. №23. Равенство или превышение ПДК было отмечено в 51 из 63 обработанных проб (85,7%). Среднегодовая величина составила 0,31 мг/дм³ (6,2 ПДК, рост в 3,5 раза по сравнению с 2010 г.). По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности морских вод в проливе Босфор Восточный постоянно наблюдалась нефтяная пленка интенсивностью 1 балл, при этом в исследуемый период процент покрытия акватории нефтяными пятнами достигал 41–100%.

Содержание **фенолов** в пробах воды варьировало от 0,5 до 2,9 мкг/дм³. Среднегодовое содержание составило 1,4 мкг/дм³ и почти не изменилось по сравнению с прошлым годом; максимум отмечен в бухте Улисс на глубине 27 м в начале июля. Равенство или превышение ПДК отмечено в 84,19% проб. Концентрация анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) в морских водах изменялась в пределах 52–192 мкг/дм³ (1,9 ПДК, поверхность, 11 октября, ст. №18). Уровень ПДК был превышен в 16 пробах из 27 обработанных. Среднегодовая концентрация АПАВ увеличилась в полтора раза и составила 111 мкг/дм³.

В последние годы продолжается увеличение уровня загрязненности пролива Босфор Восточный **пестицидами**. Концентрация α -ГХЦГ только в двух пробах из 17 проанализированных была ниже предела обнаружения DL=0,1 нг/дм³ и достигала 1,0 нг/дм³ в конце апреля у дна; среднегодовая 0,3 нг/дм³. В этой же пробе, а также в придонной воде бухты Улисс в этот же день было отмечено максимальное содержание линдана (0,3 нг/дм³); всего γ -ГХЦГ был обнаружен в 8 пробах из 18 обработанных; среднее содержание 0,09 нг/дм³. Среднегодовое суммарное содержание изомеров группы ГХЦГ составило 0,43 нг/дм³, что в 1,4 раза меньше прошлогоднего; максимальное значение 1,3 нг/дм³. Средняя и максимальная концентрация пестицидов группы ДДТ существенно увеличилась в 2011 г. и составила: ДДТ – 1,7 и 4,0; ДДЭ – 7,1 и 43,0; ДДД – 9,82 и 90,7 нг/дм³ соответственно. И если среднее и особенно максимальное содержание ДДТ в

воде уменьшилось, то его метаболитов значительно возросло – ДДЭ в 1,9 раза обе характеристики, ДДД – в 19,6 раз средняя и в 41 раз максимальная величина. Столь значительный рост содержания ДДЭ был определен тремя пробами (13,2; 24,2 и 43,0 нг/дм³), отобранными в проливе 21 апреля из поверхностного и придонного слоев. Экстремальные значения ДДД (21,7 и 90,7 нг/дм³) были зафиксированы в проливе и бухте в середине ноября на фоне низкой концентрации других форм этой группы пестицидов. Среднее за год содержание суммы группы ДДТ составило 18,6 нг/дм³ (1,9 ПДК), увеличение по сравнению с 2010 г. в 2,9 раз. Максимальная концентрация суммы ДДТ и его метаболитов достигала 97,7 нг/дм³, что почти в 2 раза превышает границу ЭВЗ.

Как и в предыдущий год, среднегодовое и максимальное содержание определяемых в водах пролива Босфор Восточный **металлов** не превышало 1 ПДК, и обычно было ниже 0,1 ПДК (табл. 11.5). Относительно других немного повышенной была концентрация меди, цинка, и железа. Содержание последнего в трех пробах превышало ПДК, а максимум достигал 3,2 ПДК в середине мая на поверхности вод пролива на ст. №18. Концентрация ртути в 25 пробах из 63 обработанных (40%) была больше ПДК. Максимум достигал 0,22 мкг/дм³ дважды – в проливе на промежуточном горизонте 10 м в конце апреля и начале августа. Среднегодовая концентрация ртути в 2010 г. уменьшилась в 1,3 раза и составила 0,9 ПДК.

Таблица 11.5. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах пролива Босфор Восточный и бухты Улисс в 2010/2011 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
сред	0,9/ 0,8	0,1/ 0,05	0,7/ 0,2	–/ 0	0,3/ 0,3	5,7/ 5,7	0,2/ 0,2	3,0/ 10,9	0,3/ 0,3	0,12/ 0,09
макс	1,9/ 2,2	0,8/ 0,3	3,8/ 1,2	0,1/ 0	0,9/ 0,5	18/ 27	1,0/ 4,5	12,0/ 164	1,5/ 1,2	0,49/ 0,22
мин	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0/ 0	1,0/ 0,9	0/ 0	0,1/ 1,2	0/ 0	0/ 0,01
ПДК сред	0,2/ 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/ 0,2	<0,1/ <0,1	1,2 / 0,9
ПДК max	0,4/ 0,4	<0,1/ <0,1	0,4/ 0,1	<0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1	0,4/ 0,5	<0,1/ <0,1	0,2/ 3,2	<0,1/ <0,1	4,9 / 2,2

Концентрация **биогенных** элементов в водах пролива была в пределах естественной межгодовой изменчивости. Содержание аммонийного азота изменялась в пределах 25–26745–315 мкг/дм³; среднее значение (102 мкг/дм³) по сравнению с прошлым годом осталось на прежнем уровне; максимум в 1,2 раза ниже прошлогоднего и был отмечен в начале августа в придонном слое вод у мыса Новосильского. Наибольшая концентрация нитритов (8 мкг/дм³) ниже прошлогодней в 4 раза и была зафиксирована 8 августа в придонном слое вод. Среднегодовая концентрация нитритов (2,1 мкг/дм³) снизилась в 1,3 раза. Диапазон значений нитратного азота был очень широким (1,1–108,0 мкг/дм³), среднегодовая концентрация (20,1 мкг/дм³) осталась на уровне 2010 г., а четыре значения выше 100 мкг/дм³ были отмечены в октябре–ноябре на всей акватории пролива. Среднее содержание общего азота значительно, в 1,6 раза, возросло по сравнению с 2010 г. с 642 до 1046 мкг/дм³ мкг/л; а максимум (1896 мкг/дм³, снижение в

1,1 раза) был отмечен на поверхности вод в бухте Улисс в начале августа. Структура различных форм азота свидетельствует о значительном доминировании органической формы этого элемента. В 2011 г. продолжилось снижение средней концентрации минерального фосфора с 11,0 до 5,2 мкг/дм³; максимум (32,1 мкг/дм³) практически соответствовал прошлогоднему уровню и также был зафиксирован в августе на станции №18 в придонном слое. Одновременно произошло снижение и среднегодового содержания общего фосфора в 1,7 раза до 13,8 мкг/дм³, максимум составил 70,0 мкг/дм³ (увеличение в 1,75 раз) в конце апреля в поверхностных водах пролива. Среднегодовая концентрация органического фосфора в воде пролива Босфор Восточный существенно не изменилась, составив 8,4 мкг/дм³. Содержание в пробах изменялись от 0,5 до 61,4 мкг/дм³. Максимальное значение отмечено в апреле. Концентрация кремния изменялась от 16 до 1785 мкг/дм³ (август), а средняя увеличилась на 15 мкг/дм³ и составила 291 мкг/дм³.

Среднее содержание растворенного в воде **кислорода** составило 9,56 мгО₂/дм³. В начале августа в придонном слое вод пролива концентрация кислорода в двух пробах снижалась значительно ниже норматива (2,80 и 3,66 мгО₂/дм³), а минимальное значение (31,7% насыщения) соответствовало уровню высокого загрязнения. По **ИЗВ** (2,34, «грязные») качество вод пролива Босфор Восточный в 2011 г. значительно ухудшилось, главным образом за счет существенного увеличения концентрации нефтяных углеводородов.

В **донных отложениях** пролива Босфор Восточный и на выходе из бухты Улисс содержание нефтяных углеводородов в апреле, июле и октябре 2011 г. практически не изменилось по сравнению с прошлым годом и находилось в пределах 610–3890 мкг/г сухого остатка, в среднем 2340 мкг/г (в 2005–120; 2006–820; 2007–2560; 2008–1780; 2009–2690 и 2010–1510 мкг/г). Среднегодовое содержание НУ превысило допустимый уровень концентрации (ДК) в 46,8 раза, максимальное – в 77,8 раза. Во всех 9 обработанных пробах концентрация НУ в донных отложениях пролива превышала норматив. Максимальное значение зафиксировано в апреле в осадках бухты Улисс. Уровень содержания фенолов в донных отложениях пролива существенно снизился по сравнению с 2010 г. – диапазон 1,6–4,0, в среднем 2,8 мкг/г; снижение максимальной величины в 2,9 раз, средней – 2,4 раза.

Содержание α -ГХЦГ в 9 пробах донных отложений изменялось от аналитического нуля (DL=0,1 нг/г) до 1,8 нг/г сухого вещества, в среднем 0,5 нг/г, снижение в 1,4 раза по сравнению с прошлогодним значением; γ -ГХЦГ – 0,1–1,7 нг/г (34 ДК), в среднем 0,6 нг/г (12 ДК), Средняя концентрация ДДТ, ДДЭ и ДДД составила 6,5; 29,3 и 2,6 нг/г; максимальная 13,2; 74,3 и 8,0 нг/г соответственно. По сравнению с прошлым годом концентрация ДДТ и ДДД уменьшилась приблизительно в 2 раза, однако и средняя, и максимальная величина содержания ДДЭ очень сильно возросла – в 4,4 и 6,6 раз соответственно. Характерно, что большинство значений было очень высоким, и только в двух пробах концентрация ДДЭ была ниже 9 нг/г. Суммарная концентрация этой группы пестицидов изменялась в интервале 13,7–91,7 нг/г, в среднем составляя 42,2 нг/г (16,9 ДК, увеличение в 1,9 раз). В целом содержание ДДТ в осадках

немного уменьшилось по сравнению с 2010 г., однако его метаболита ДДЭ очень существенно увеличилось.

Загрязнение донных отложений пролива Босфор Восточный тяжелыми металлами в 2011 г. было существенно ниже, чем в бухтах Золотой Рог и Диомид (табл. 11.6). Только среднее содержание меди было немного выше уровня допустимой концентрации; для остальных металлов эта величина была в диапазоне 0,2–0,96 ДК. Максимальные значения не достигали ДК в 2011 г. для кобальта, никеля и хрома, а для остальных металлов превышали пороговое значение и достигали 3,5 ДК для ртути и 3,0 ДК для свинца. По сравнению с 2010 г. только содержание кадмия и ртути понизилось, всех остальных элементов осталось на уровне или немного повысилось. Наиболее значительными загрязнителями стали медь, ртуть, свинец и кобальт.

Таблица 11.6. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях пролива Босфор Восточный и бухты Улисс в 2010/2011 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
сред	32,8/ 42,8	47,6/ 66,7	0,3/ 0,2	3,6/ 14,0	11,4/ 12,9	91/ 112,6	126,4/ 151,6	25294/ 28392	22,3/ 22,2	0,40/ 0,29
макс	61,0/ 99	100,0/ 98	0,8/ 0,7	4,8/ 34,0	21,0/ 20,0	164/ 135	194,0/ 185	41568/ 35276	44,0/ 42	1,06/ 0,44
мин	19/ 18	26/ 25	0/ 0	2,3/ 4,3	3,6/ 9,7	53/ 77	70/ 115	14080/ 19856	11/ 0	0,14/ 0,11
ДК сред	0,9/ 1,2	0,6/ 0,8	0,4/ 0,3	0,2/ 0,7	0,3/ 0,4	0,7/ 0,8	–	–	0,2/ 0,2	1,3 / 0,96
ДК max	1,7 / 2,8	3,0 / 5,6	1,0 / 0,9	0,2/ 1,7	0,6/ 0,6	1,2 / 0,96	–	–	0,4/ 0,4	3,5 / 1,5

11.7. Амурский залив

Гидрохимические наблюдения за состоянием акватории Амурского залива проводились с 25 апреля по 19 октября на 9 станциях (рис. 11.4). В период наблюдений **температура** воды изменялась от 0,19^oC в апреле до 23,61^oC в августе. Соленость варьировала от 16,21‰ в июне на поверхности до 33,50‰ в сентябре в придонном слое на глубине 34 м. Значения pH изменялись от 7,70 в августе до 8,52 в июне; в среднем 8,15. Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне 0,6–13,5 мг/дм³, минимум отмечен в октябре во всей толще воды на ст. №37 на выходе из залива, а максимум в середине июня на поверхности ст. №28 в середине залива; средняя величина 4,7 мг/дм³. Среднее за 2011 г. значение биохимического потребления кислорода БПК₅ немного снизилось по сравнению с прошлым годом до 1,40 мгО₂/дм³, а максимальное (3,36 мгО₂/дм³, 1,7 ПДК) было зарегистрировано в сентябре на станции № 16 у Владивостока.

В период наблюдений концентрация **НУ** в водах залива изменялась от значений ниже предела обнаружения DL=0,01 мг/дм³ в трех пробах из 120 отобранных до 0,48 мг/дм³ (9,6 ПДК). Максимум отмечен 25 апреля на поверхности на станции №28 в центральной части залива. Среднегодовая концентрация уменьшилась почти в два раза и составила 0,084 мг/дм³ (1,7 ПДК). Превышение или равенство ПДК отмечено в 69 пробах морской воды из 120 (57,5%). По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности Амурского залива отмечено три

случая покрытия нефтяной пленкой интенсивностью 1 балл (в апреле на станциях №16 и 24 и в октябре на станции №24), при этом в исследуемый период процент покрытия поверхности воды нефтяными пятнами на этих станциях достигал 51–80%.

Уровень загрязненности морских вод **фенолами** практически не изменился. Диапазон значений 0,1–3,6 мкг/дм³; максимум зафиксирован в средней части залива на поверхности в середине июня. Средняя величина составила 0,91 мкг/дм³, что в 1,4 раза ниже прошлогодней. Превышение ПДК было отмечено в 48 пробах из 120 (40%). Концентрация АПАВ в водах Амурского залива в апреле, августе и октябре изменялась от 36 до 135 мкг/дм³, в среднем увеличение в 1,2 раза до 80,5 мкг/дм³. Максимум (1,4 ПДК) был зафиксирован около Владивостока на ст. №24 в конце августа на поверхности. Превышение ПДК было отмечено в 19 из 72 проб. Среднее содержание АПАВ в морских водах с 2011 г. остается на уровне менее 1 ПДК:



Рис. 11.4. Станции отбора проб в Амурском заливе в 2011 г.

В 2011 г. загрязнение вод Амурского залива хлорорганическими **пестицидами** было невысоким. Концентрация α -ГХЦГ в 32 пробах из 54 проанализированных была ниже предела обнаружения $DL=0,1$ нг/дм³. Максимум (0,9 нг/дм³) зафиксирован в конце апреля у дна в ктовой части залива на глубине 7 м; среднегодовая (0,16 нг/дм³) была меньше прошлогодней в 1,9 раз. В этой же пробе было отмечено максимальное содержание линдана (4,4 нг/дм³); всего γ -ГХЦГ был обнаружен в 16 пробах из 54 обработанных; среднее содержание уменьшилось в 1,4 раза до 0,20 нг/дм³. Среднегодовое суммарное содержание изомеров группы ГХЦГ составило 0,36 нг/дм³, что в 1,5 раза меньше прошлогоднего; максимальное значение 5,3 нг/дм³, что в 2 раза меньше прошлогоднего значения 10,8 нг/дм³. Средняя и максимальная концентрация пестицидов группы ДДТ в

2011 г. значительно выросла и составила: ДДТ – 2,0 и 3,6; ДДЭ – 8,3 и 71,1; ДДД – 2,6 и 17,0 нг/дм³, увеличение ДДТ в 3,3 и 2,3 раза; ДДЭ в 9,2 и 6,8 раза; ДДД в 3,3 и 3,1 раза соответственно. Значительный рост содержания ДДЭ был определен тремя пробами (50,3; 63,9 и 71,1 нг/дм³), отобранными в проливе 26 апреля из поверхностного и придонного слоев рядом с Владивостоком. В большей части остальных проб (43 из 54) концентрация ДДЭ была ниже 3,5 нг/дм³. Среднее за год содержание суммы группы ДДТ составило 12,9 нг/дм³ (1,3 ПДК), увеличение по сравнению с 2010 г. в 5,4 раза. Максимальная концентрация суммы ДДТ и его метаболитов достигала 74,6 нг/дм³, что почти в 6,1 раза выше прошлогоднего уровня и в 1,5 раза превышает границу ЭВЗ.

Концентрация тяжелых **металлов** в водах Амурского залива была сравнительно невысокой относительно прибрежных сильно загрязненных бухт. Среднее содержание меди составляло 0,2 ПДК, а всех остальных находилось в следовых количествах ниже одной десятой доли норматива (табл. 11.7). Максимальное значение превышало ПДК для цинка и железа; для меди почти в два раза снизилось по сравнению с прошлым годом. Хотя в 2011 г. средняя концентрация ртути была ниже норматива, однако за исследуемый период в 24 пробах из 120 значения равнялась или были выше ПДК, а в конце августа на ст. №28 немного не достигали уровня ВЗ. По сравнению с 2010 г. средняя и максимальная концентрация снизилась в 1,1 и 1,8 раз.

Таблица 11.7. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Амурского залива в 2010/2011 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
сред	1,0/ 0,8	0,2/ 0,1	0,7/ 0,1	0,02/ 0	0,4/ 0,3	8,0/ 5,8	0,2/ 0,2	4,1/ 4,9	0,2/ 0,2	0,08/ 0,07
макс	6,0/ 3,4	0,7/ 0,9	6,0/ 2,9	0,1/ 0,1	1,3/ 1,0	145/ 119	1,9/ 1,8	64/ 64	0,8/ 2,3	0,49/ 0,28
мин	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0/ 1,4	0/ 0	0/ 1,0	0/ 0	0/ 0
ПДК сред	0,2/ 0,2	<0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1	0,2/ 0,1	<0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1	0,8/ 0,7
ПДК max	1,2 / 0,7	<0,1/ <0,1	0,6/ 0,3	<0,1/ <0,1	0,1/ 0,1	2,9 / 2,4	<0,1/ <0,1	1,3 / 1,3	<0,1/ <0,1	4,9 / 2,8

Концентрация аммонийного **азота** в водах Амурского залива изменялась в пределах 25–1115 мкг/дм³. Максимальная величина была выше прошлогодней более чем в 3 раза и зарегистрирована на поверхности 18 октября в середине залива. Среднегодовое значение было немного выше прошлогоднего и составило 117 мкг/дм³. Среднее содержание нитритов (диапазон 0,8–14 мкг/дм³), нитратов (1,1–149 мкг/дм³) и общего азота (359–2228 мкг/дм³) в воде залива увеличилось и составило 2,6 мкг/дм³ (увеличение в 1,6 раза), 18,6 мкг/дм³ (в 1,1 раза) и 1062 мкг/дм³ (в 1,5 раза) соответственно. Содержание фосфатов в водах Амурского залива почти не изменилось по сравнению с 2010 г. и изменялось от 0,4 до 48,8 мкг/дм³, максимальная концентрация отмечена в середине сентября у берега немного севернее Владивостока; средняя составила 7,5 мкг/дм³ – уменьшение в полтора раза. Концентрация общего фосфора в Амурском заливе изменялась в диапазоне 4,6–52,3 мкг/дм³, максимум отмечен в середине сентября в придон-

ном слое на ст. №16 на глубине 17 м; среднее содержание фосфатов уменьшилось в полтора раза и составило 15,6 мкг/дм³. Средняя за период наблюдений концентрация кремния в воде осталась практически неизменной и составила 407 мкг/дм³, а максимальная (1369 мкг/дм³, снижение в 1,5 раза) была отмечена в конце августа в придонном слое на ст. №16.

Содержание растворенного **кислорода** в Амурском заливе изменялось в диапазоне 2,59–12,39 мгО₂/дм³, среднее составило 8,87 мгО₂/дм³ (95,6% насыщения). В августе и октябре было зарегистрировано 7 случаев содержания кислорода ниже норматива 6 мгО₂/дм³ в придонном и промежуточном слоях воды. Абсолютный минимум отмечен в августе на ст. №24 рядом с Владивостоком.

Воды Амурского залива в 2011 г. по расчетному индексу **ИЗВ** (1,03) соответствовали III классу и оценивались как «умеренно-загрязненные». Несмотря на небольшое понижение значения индекса по сравнению с предыдущим годом, воды перешли в более высокий класс качества. Приоритетными загрязняющими веществами в заливе были нефтяные углеводороды, фенолы и пестициды, относительно высоким было содержание детергентов и ртути. Как обычно, в летние месяцы был нарушен кислородный режим.

В 2011 г. пробы **донных отложений** были отобраны в Амурском заливе в апреле, августе и октябре. Концентрация нефтяных углеводородов в 27 пробах изменялась в диапазоне 20–1410 мкг/г сухого грунта, составив в среднем 420 мкг/г. Максимальная концентрация отмечена на выходе из залива на глубине 36 м (ст. №37). Среднегодовое содержание НУ составило 8,4 ДК и повысилось по сравнению с прошлым годом в 1,8 раза. Превышение допустимого уровня отмечено в 24 из 27 проанализированных проб (88,9%). Содержание фенолов изменялось в пределах от 0,6 до 6,1 мкг/г, составив в среднем 2,9 мкг/г. Уровень загрязненности осадков фенолами снизился на 12% по сравнению с 2010 г.

Хлорорганические пестициды. Концентрация конгенера α-ГХЦГ в донных отложениях Амурского залива изменялась в диапазоне от аналитического нуля до 9,8 нг/г сухого осадка (среднее 0,7 нг/г); γ-ГХЦГ – 0,0–12,8 нг/г (1,7 нг/г, 34 ДК). Максимум содержания α-ГХЦГ отмечен 24 апреля на глубине 5 м на другой стороне залива напротив Владивостока, а линдана в этот же день на ст. №35 южнее. В 11 из 27 проанализированных проб содержание линдана было ниже ДК. Средняя за год концентрация линдана и его конгенера возросла примерно в 2,4 раза. Содержание ДДТ было в пределах 0,3–14,9 нг/г (среднее 2,3 нг/г); ДДД – 0,2–6,5 нг/г (0,9 нг/г); ДДЭ – 1,0–26,0 нг/г (10,8 нг/г). Среднегодовая концентрация суммы ДДД, ДДЭ и ДДТ в 14 раз превысила допустимый уровень (ДК) и составила 34,4 нг/г, что в 4,3 раза выше прошлогоднего. Среднее и максимальное значение содержания ДДТ практически не изменилось по сравнению с прошлым годом; ДДД уменьшилось в 2,2 и 1,4 раза, а экстремум и среднее ДДЭ увеличилось в 3,3 раза. Высокое содержание пестицидов в донных отложениях было зафиксировано практически на всей акватории залива.

Средняя концентрация металлов в донных отложениях Амурского залива не превышала допустимые значения и варьировала в диапазоне 0,2–0,6 ДК. По сравнению с прошлым годом изменения были незначительными. Макси-

мальная концентрация меди существенно выросла по сравнению с 2010 г. в 4,7 раз и достигала 7,5 ДК. Среди других металлов высокие значения зафиксированы для кобальта, кадмия и ртути. Уровень содержания марганца в донных отложениях практически не изменился, а железа уменьшилось в 1,2 раза для среднего и в 1,6 раз для максимального значения.

Таблица 11.8. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях Амурского залива в 2010/2011 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
сред	15,9/ 21,5	15,3/ 14,5	0,4/ 0,2	5,6/ 12,7	14,2/ 11,6	67/ 64,6	125,5/ 120,4	27966/ 22876	21,1/ 17,3	0,11/ 0,10
макс	55,0/ 261	44,0/ 40,0	1,5/ 0,8	10,0/ 38,0	27,0/ 21,0	132/ 115	274/ 249	70595/ 44311	34,0/ 39	0,34/ 0,37
мин	1,3/ 2,5	4,4/ 2,6	0/ 0	1,9/ 2,2	4,9/ 2,1	15/ 19	26/ 35	6008/ 19856	2,3/ 0	0,01/ 0,01
ДК	0,5/ 0,6	0,2/ 0,2	0,5/ 0,3	0,3/ 0,6	0,4/ 0,3	0,5/ 0,5	- -	- -	0,2/ 0,2	0,4/ 0,3
ДК таж	1,6/ 7,5	0,5/ 0,5	1,9/ 1,0	0,5/ 1,9	0,8/ 0,6	0,9/ 0,8	- -	- -	0,3/ 0,4	1,1/ 1,2

11.8. Уссурийский залив



Рис. 11.5. Станции отбора проб в Уссурийском заливе в 2011 г.

В 2011 г. гидрохимические наблюдения за состоянием акватории Уссурийского залива проводились в мае, июле и сентябре на 9 станциях ГСН (рис. 11.5). В этот период температура воды изменялась от минус $-0,35^{\circ}\text{C}$ в придонном слое на глубине 53 м в начале мая до $21,07^{\circ}\text{C}$ в июле на поверхности. Соленость варьировала от 29,06‰ в июле на поверхности в кутовой части до 34,50‰ в мае на поверхности на ст. №112 в центральной части залива. Значения pH изменя-

лись от 8,02 в сентябре до 8,35 в мае; в среднем 8,19. Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне 1,0–14,0 мг/дм³, минимум отмечен в мае на горизонте 10 м на ст. №112, а максимум 26 сентября в придонном слое на глубине 42 м в центре залива на ст. №106; средняя величина 7,1 мг/дм³. Среднее за 2011 г. значение биохимического потребления кислорода БПК₅ повысилось по сравнению с прошлым годом в 1,6 раза до 2,24 мгО₂/дм³, а максимальное (5,30 мгО₂/дм³, 2,7 ПДК) было зарегистрировано в апреле на ст. №104 в вершине залива.

Концентрация **нефтяных углеводов** в водах Уссурийского залива изменялась от значений ниже предела обнаружения DL=0,01 мг/дм³, 5 проб из 72, до 0,53 мг/дм³ (10,6 ПДК) в середине июля в придонном слое на глубине 38 м на ст. №208. Всего в 38 пробах (52,8%) с акватории залива содержание НУ было равно или выше ПДК. Повышенные значения наблюдались во все сезоны контроля по всей акватории, однако максимальное загрязнение зарегистрировано в летний период, когда средняя за квартал концентрация нефтяных углеводов превысила ПДК в 4,4 раза. Среднегодовая концентрация в 2011 г. составила 0,10 мг/дм³ и незначительно повысилась по сравнению с прошлым годом. По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности Уссурийского залива один раз в сентябре на ст. №103 наблюдалось покрытие нефтяной пленкой интенсивностью 1 балл, а процент покрытия поверхности воды нефтяными пятнами достигал 51–60%.

Концентрация **фенолов** в воде залива в целом была невысокой и изменялась от 0,4 до 1,7 мкг/дм³; средняя (0,96 мкг/дм³) была немного ниже уровня прошлого года. Максимум был зафиксирован 27 сентября на глубине 65 м на самой южной станции. Превышение ПДК зафиксировано в 40,3% проб (2010 г. – 51,4%) по всей акватории и во все сезоны наблюдений. Уровень загрязненности вод залива АПАВ незначительно повысился; минимальная концентрация составила 41 мкг/дм³, средняя 72 мкг/дм³ (0,7 ПДК); максимальная концентрация (106 мкг/дм³) была отмечена в июле в прибрежной зоне залива в районе Владивостока на ст. №100 в поверхностном слое. Превышение ПДК зафиксировано только в трех пробах из 72.

Минимальные значения всех форм хлорорганических **пестицидов** были ниже предела обнаружения (DL=0,1 или 0,3 нг/дм³) в 41 пробе из 54 отобранных для линдана, 6 пробах α-ГХЦГ, 5 – ДДТ, 3 – ДДД и одной пробе ДДЭ. Средние и максимальные значения уменьшились в большей или меньшей степени по сравнению с прошлым годом практически для всех соединений этой группы, за исключением ДДЭ (табл. 11.1). Хотя средняя концентрация этого метаболита уменьшилась почти в 2 раза, однако максимальная увеличилась до 42,2 нг/дм³ и была зафиксирована 3 мая на ст. №103 вблизи Владивостока у дна на глубине 12 м. Суммарное содержание ДДТ и его метаболитов изменялось в диапазоне 0,4–43,6 нг/дм³ (4,4 ПДК, увеличение в 1,5 раза, отмечено в пробе с наибольшим содержанием ДДЭ); однако среднее за период наблюдений значение снизилось в 1,9 раз и составило 5,2 нг/дм³ (рис. 11.6). Сумма конгенов группы ГХЦГ существенно уменьшилась: среднегодовое значение снизилось в 4,2 раза до 0,31 нг/дм³. В отличие от большинства других районов залива Петра Великого в целом уровень загрязнения вод Уссурийского залива пестицидами понизился по сравнению с 2010 г.

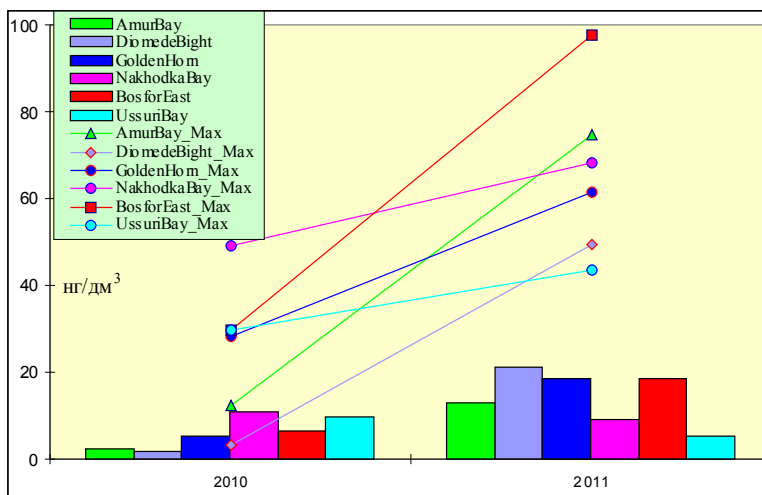


Рис. 11.6. Изменение средней и максимальной концентрации суммы пестицидов группы ДДТ (нг/дм³) в различных районах залива Петра Великого в 2010–2011 гг.

Концентрация тяжелых металлов в водах Уссурийского залива была ниже, чем в большинстве других прибрежных районов залива Петра Великого. Минимальная концентрация большинства определяемых металлов была ниже предела обнаружения, только концентрация цинка, никеля и железа была выше DL во всех пробах (табл. 11.9). Средняя за год величина равнялась 0,1 ПДК только для меди и цинка, для остальных металлов была меньше. Максимальные значения достигали 1,9 ПДК для цинка (10 июля на поверхности на ст. №208) и 1,1 ПДК для кадмия (3 мая на глубине 17 м на ст. №100), для всех остальных металлов были ниже норматива. Диапазон концентрации ртути в воде 0,00–0,27 мкг/дм³ (2,7 ПДК, немного ниже уровня ВЗ, отмечено в придонном слое на глубине 17 м на ст. №112 в центральной части залива). В 11 пробах из 72 обработанных (15,3%) содержание ртути превышало 1 ПДК. Средняя концентрация ртути за год (0,05 мкг/дм³) осталась примерно на прошлогоднем уровне.

Таблица 11.9. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в водах Уссурийского залива в 2010/2011 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
сред	1,0/ 0,6	0,1/ 0,04	1,6/ 0,4	0,15/ 0	0,3/ 0,3	15,0/ 7,4	0,1/ 0,5	3,3/ 4,1	0,2/ 0,4	0,06/ 0,05
макс	2,2/ 1,6	1,3/ 0,6	10,0/ 11,0	6,4/ 0	1,7/ 0,9	378/ 94	0,9/ 3,9	39/ 16	1,7/ 1,7	0,33/ 0,27
мин	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0/ 0,1	0/ 2,4	0/ 0	0/ 1,0	0/ 0	0/ 0
ПДК сред	0,2/ 0,1	<0,1/ <0,1	0,2/ <0,1	<0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1	0,3/ 0,1	<0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1	0,6/ 0,5
ПДК max	0,4/ 0,3	0,1/ <0,1	1,0/ 1,1	1,3/ <0,1	0,2/ <0,1	7,6/ 1,9	<0,1/ <0,1	0,8/ 0,3	<0,1/ <0,1	3,3/ 2,7

Содержание **биогенных элементов** в водах Уссурийского залива в целом было в пределах наблюдаемой многолетней изменчивости. Средняя за год концентрация аммонийного азота понизилась и составила 85 мкг/дм^3 ; значения изменялись в пределах $45\text{--}188 \text{ мкг/дм}^3$, максимальная отмечена в июле на поверхности в кутовой части залива (ст. №104). Среднее содержание нитритов (диапазон $0,5\text{--}7,6 \text{ мкг/дм}^3$, мах 26 сентября в центре залива в придонном слое), нитратов ($1,5\text{--}106 \text{ мкг/дм}^3$, 27 сентября, ст. №108, придонный горизонт) и общего азота ($466\text{--}1280 \text{ мкг/дм}^3$, максимум отмечен 27 сентября на глубине 10 м на ст. 112) в воде залива составило $1,7 \text{ мкг/дм}^3$ (меньше прошлогоднего в 1,7 раза); $14,8 \text{ мкг/дм}^3$ (снижение в 1,2 раза) и 816 мкг/дм^3 (увеличение в 1,7 раза) соответственно. Среднегодовая концентрация органического азота составила 674 мкг/дм^3 . Концентрация в пробах изменялась от 90 до 1617 мкг/дм^3 , максимальное значение зарегистрировано в июле на ст. №18. Содержание фосфатов в водах Уссурийского залива изменялось от 0,4 до $18,9 \text{ мкг/дм}^3$ (снижение в полтора раза, 11 июля, ст. №106, придонный слой, глубина 40 м); продолжилось снижение средней концентрации минерального фосфора до $6,9 \text{ мкг/дм}^3$ (в 1,4 раза). Среднегодовая концентрация органического и общего фосфора составила 5,4 и $13,9 \text{ мкг/дм}^3$; диапазон $0,6\text{--}19,1 \text{ мкг/дм}^3$ и $6,2\text{--}29 \text{ мкг/дм}^3$ (26 сентября, придонный горизонт, ст. №106) соответственно. Все значения для различных форм фосфора практически мало изменились по сравнению с прошлым годом. Средняя за период наблюдений концентрация кремния в воде составила 206 мкг/дм^3 (увеличение в 1,2 раза), диапазон изменений $25\text{--}1467 \text{ мкг/дм}^3$ (мах отмечен

11 июля на ст. №106, увеличение по сравнению с 2010 г. в 1,6 раза).

Среднегодовое содержание растворенного **кислорода** в водах Уссурийского залива практически равнялось прошлогоднему и составило $9,29 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Как и в прошлом году, минимальное значение ($7,03 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) было зарегистрировано в июле на ст. №208 южнее Владивостока в придонном слое. Качество вод Уссурийского залива в 2011 г. по **ИЗВ** (1,09) соответствовало III классу, "умеренно-загрязненные". По сравнению с предыдущим годом качество вод практически не изменилось; приоритетными загрязняющими веществами остаются нефтяные углеводороды, фенолы, детергенты, пестициды и ртуть.

Содержание НУ в 27 пробах **донных отложений** Уссурийского залива в мае, июле и сентябре изменялось от 30 до 700 мкг/г сухого остатка, в среднем 176 мкг/г . Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов в 2011 г. превысило допустимый уровень в 3,5 раза. Только в двух пробах концентрация была ниже норматива. Максимум отмечен 27 июля на ст. 117 на выходе из залива на глубине 66 м. Содержание фенолов в пробах донных отложений изменялось в пределах $0,5\text{--}4,3 \text{ мкг/г}$, в среднем $1,8 \text{ мкг/г}$. В 2011 г. продолжилось снижение среднего содержания фенолов в донных отложениях в 1,3 раза. Максимальное значение зарегистрировано 3 мая на ст. №112.

В 27 обработанных пробах осадков залива концентрация α -ГХЦГ изменялась в диапазоне от аналитического нуля (12 проб) до $11,0 \text{ нг/г}$ сухого осадка (среднее $0,6 \text{ нг/г}$, максимум отмечен 26 сентября на ст. №100 у Владивостока); γ -ГХЦГ – $0,0\text{--}10,7 \text{ нг/г}$ ($1,0 \text{ нг/г}$). Уровень загрязненности донных отложений Уссурийского залива α -ГХЦГ не изменился по сравнению с 2010 г., тогда как среднегодовое содержание линдана повысилось в 1,4 раза. Сумма изомеров

ГХЦГ изменялась от аналитического нуля (9 проб) до 11,3 нг/г, в среднем 1,7 нг/г. Содержание ДДТ было в пределах 0,2–4,9 нг/г (среднее 1,7 нг/г); ДДД – 0,0–8,9 нг/г (1,1 нг/г); ДДЭ – 0,7–31,1 нг/г (7,9 нг/г). И средняя, и максимальная концентрация ДДТ и ДДЭ повысилась в 1,7/1,9 раза и 1,7/3,2 раза по сравнению с уровнем прошлого года, а вот характеристики его изомера ДДД наоборот понизились в 1,7 и 1,5 раза. Максимальное значение ДДТ зафиксировано 11 июля на ст. №104 в кутовой части залива, ДДД в сентябре у ст. №100 у Владивостока и ДДЭ 3 мая на ст. №106. Суммарная средняя концентрация пестицидов группы ДДТ увеличилась вдвое по сравнению с 2010 г., превысила ДК в 4,3 раза и составила 10,8 нг/г, диапазон 2,9–34,0 нг/г.

Средняя концентрация металлов в донных отложениях Уссурийского залива по сравнению с 2010 г. практически не изменилась и была в пределах значений 0,2–0,3 ДК (табл. 11.10). В то же время максимальные значения меди, свинца, цинка и ртути заметно возросли в 1,4–2,2 раза.

Таблица 11.10. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях Уссурийского залива в 2010/2011 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
сред	9,4/ 9,2	15,8/ 17,4	0,06/ 0,07	3,4/ 3,1	5,4/ 7,4	30,9/ 43	72,7/ 92	15926/ 14231	12,2/ 13,4	0,06/ 0,05
макс	34,0/ 48,0	50,0/ 91,0	0,4/ 0,5	9,9/ 6,7	14,0/ 16,0	71,0/ 151	186/ 209	32115/ 31886	24,0/ 32	0,21/ 0,39
мин	2,2/ 2,7	2,5/ 4,3	0/ 0	0/ 1,5	0/ 0	2,1/ 16	26/ 37	2693/ 2973	0/ 0	0/ 0,01
ДК сред	0,3/ 0,3	0,2/ 0,2	<0,1/ <0,1	0,2/ 0,2	0,2/ 0,2	0,2/ 0,3	– –	– –	0,1/ 0,1	0,2/ 0,2
ДК max	0,97/ 1,4	0,6/ 1,1	0,5/ 0,6	0,5/ 0,3	0,8/ 0,6	0,5/ 1,1	– –	– –	0,2/ 0,3	0,7/ 1,3

Концентрация ртути в донных отложениях залива изменялась от 0,01 до 0,39 мкг/г, максимум в 1,3 раза превышал норматив. В целом содержание этого металла в осадках было наименьшим в заливе Петра Великого и близким к Амурскому заливу (рис. 11.7).

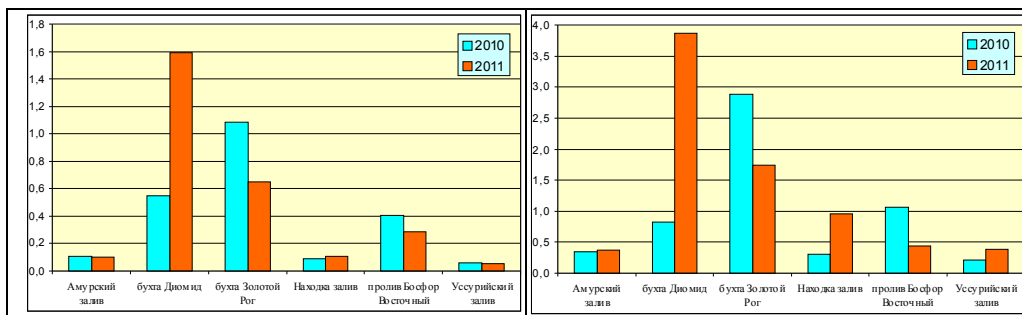


Рис. 11.7. Средняя и максимальная концентрация ртути (мкг/г) в донных отложениях Уссурийского залива в 2010–2011 гг.

11.9. Залив Находка

В 2011 г. наблюдения за состоянием вод залива Находка проводились в мае, июле и сентябре на 12 станциях (рис. 11.8). В эти месяцы **температура** воды изменялась в пределах 3,57–21,72⁰С – в придонном слое на глубине 31 м в середине мая и на поверхности бухты Находка в июле. Соленость варьировала от 10,00‰ в июле на поверхности в глубине залива на трех станциях до 33,56‰ в мае на ст. №112 в центральной части залива. Значения рН изменялись от 8,02 в сентябре до 8,35 в мае; в среднем 8,19. Концентрация взвешенных частиц была в диапазоне 1,0–14,0 мг/дм³, минимум отмечен в мае на горизонте 10 м на ст. №112, а максимум 26 сентября в придонном слое на глубине 42 м в центре залива на ст. №106; средняя величина 7,1 мг/дм³. Среднее за 2011 г. значение биохимического потребления кислорода БПК₅ повысилось по сравнению с прошлым годом в 1,6 раза до 2,24 мгО₂/дм³, а максимальное (5,30 мгО₂/дм³, 2,7 ПДК) было зарегистрировано в апреле на ст. №104 в вершине залива.



Рис. 11.8. Станции отбора проб в заливе Находка в 2011 г.

Содержание **НУ** в водах залива в период наблюдений изменялось в диапазоне 0,02–0,28 мг/дм³ (5,6 ПДК, 18 июля на поверхности у о. Лисий) и составило в среднем 0,061 мг/дм³, что в 2,2 раза больше прошлогодней величины. Равенство или превышение ПДК наблюдалось в 54 пробах из 96 проанализированных (56,3%). По визуальным наблюдениям за состоянием поверхности залива Находка один раз наблюдалось покрытие нефтяной пленкой интенсивностью 1 балл в июле на ст. №2, при этом в исследуемый период процент покрытия поверхности воды нефтяными пятнами в этом районе достигал 71–80%. Концентрация фенолов изменялась в пределах 0,2–8,3 мкг/дм³; максимальная (8 ПДК) зарегистрирована 18 июля на поверхности в бухте Находка на ст. №1. Среднегодовая величина (1,01 мкг/дм³) осталась на уровне последних двух лет. Содержание АПАВ в целом соответствовало прошлогодним значениям: 141–141 мкг/дм³, средняя 76 мкг/дм³.

В 2011 г. в водах залива Находка содержание хлорорганических **пестицидов** изменилось незначительно (табл. 11.11). Средние значения ДДТ и ДДД уменьшились более, чем в 2 раза, а ДДЭ немного выросло. Максимальное значение ДДТ (2 ПДК) было отмечено 18 июля в поверхностном слое вод на ст. №12 на выходе из залива, а ДДЭ выросло по сравнению с прошлым годом в 2 раза и достигло 6,5 ПДК (16 мая на ст. №18 у мыса Сестринского в кутовой части бухты). Суммарное содержание пестицидов группы ДДТ в среднем несколько уменьшилось, а максимальное увеличилось в 1,4 раза. В 2011 г. и средняя, и максимальная концентрация изомеров ГХЦГ существенно снизилась по сравнению с прошлым годом и не превышала норматива. Минимальная величина концентрации α -ГХЦГ была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа в 17 пробах из 50 проанализированных; для линдана (γ -ГХЦГ) аналитический ноль зафиксирован в 43 пробах. Хотя суммарное содержание изомеров группы ГХЦГ достигало только 0,5 нг/дм³ в трех пробах, однако о широком распространении этих пестицидов свидетельствует отбор этих проб в разные месяцы из придонного и поверхностного слоев на разных станциях у о. Лисий и на выходе из бухты Находка.

Таблица 11.11. Средняя и максимальная концентрация пестицидов (нг/дм³) в водах залива Находка в 2010–2011 гг.

Район	ДДТ	ДДЭ	ДДД	ДДТtotal	α -ГХЦГ	γ -ГХЦГ	ГХЦГtotal
2010: залив	4,3	4,3	2,80	11,5	0,18	0,92	1,10
Находка	28,5	29,0	33,8	49,0	4,7	14,5	14,5
2011: залив	1,6	6,4	0,99	8,97	0,2	0,02	0,21
Находка	20,3	65,4	4,5	68,3	0,5	0,2	0,5

* выделенные значения выше ПДК.

Среднегодовой уровень содержания тяжелых **металлов** в водах залива Находка в 2011 г. был невысоким и существенно ниже относительно других контролируемых прибрежных районов Японского моря (табл. 11.12). Только для меди, цинка и ртути он превышал десятую часть норматива. Максимальные величины также не превышали ПДК и были отмечены для меди и железа 18 июля в поверхностном слое вод залива в южной точке на выходе из залива и на самом севере в кутовой части, соответственно; для кадмия максимум зафиксирован 20 сентября в толще воды на глубине 10 м у бухты Новицкого. Минимальная концентрация была выше предела обнаружения только железа и цинка. Совсем другая ситуация сложилась с растворенной в воде ртутью. Хотя ее среднегодовая концентрация не превысила ПДК и уменьшилась в 3,4 раза по сравнению с предыдущим годом, однако максимальное значение достигало 1,8 ПДК и было зафиксировано на поверхности вод севернее мыса Козьмина 16 мая. Из 66 проанализированных проб только в 7 значения были ниже предела обнаружения ($DL=0,01$ мкг/дм³), зато в 13 были выше ПДК. Почти все высокие величины были отмечены в мае по всей акватории бухты (ст. №12,35,18,7,36,152) от поверхности до дна. И только дважды превышали норматив (0,11 и 0,13 мкг/дм³) в сентябре на ст. 12 на юге бухты. Хотя, в отличие от майской съемки прошлого года, значения не достигали уровня Высокого Загрязнения, воды бухты остаются значительно загрязненными ртутью, основным источником которой остаются разрушенные горные породы и сжигание угля на теплоэлектростанциях.

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

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
сред	0,7/ 0,7	0,1/ 0,1	0,3/ 0,2	0,006/ 0,002	0,3/ 0,2	8,7/ 5,2	0,07/ 0,11	6,0/ 4,9	0,51/ 0,55	0,17/ 0,05
макс	1,5/ 1,9	0,3/ 0,8	1,4/ 2,0	0,1/ 0,1	0,18/ 0,8	78/ 24	1,2/ 4,1	121/ 37	8,4/ 1,9	1,42/ 0,18
мин	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0/ 0	0,1/ 0	2,5/ 1,5	0/ 0	0/ 1,0	0/ 0	0/ 0
ПДК сред	0,1/ 0,1	<0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1	0,3/ 0,1	<0,1/ <0,1	0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1	1,7/ 0,5
ПДК max	0,3/ 0,4	<0,1/ <0,1	0,1/ 0,2	<0,1/ <0,1	<0,1/ <0,1	0,3/ 0,1	<0,1/ <0,1	2,4/ 0,7	0,1/ <0,1	14,2/ 1,8

Концентрация аммонийного и нитритного азота в водах залива изменялась в 78 пробах от 55 до 226 мкг/дм³ (0,5 ПДК, максимум практически равен прошлогоднему), и 0,5–25,0 мкг/дм³ (0,3 ПДК, max точно равен прошлогоднему); средняя величина мало отличается от прошлогоднего уровня – 109,1 и 3,1 мкг/дм³ соответственно. Содержание нитратов варьировало в пробах в интервале 1,6–400 мкг/дм³ (средняя 37,8 мкг/л, выше прошлогоднего значения в 2,4 раза). Все значения (7 проб) выше 100 мкг/дм³, за исключением 1 пробы в мае, были зафиксированы в поверхностном слое вод центральной части залива 18 июля. За счет значений июля средняя концентрация значительно возросла по сравнению с 2010 г. Среднегодовая концентрация органического азота составила 674 мкг/дм³ (увеличение в 1,8 раза). Концентрация в пробах изменялась от 90 до 1617 мкг/дм³, максимальное значение зарегистрировано в июле на ст. №18. Среднее содержание общего азота равнялось уровню прошлого года и составило 829 мкг/дм³, диапазон 337–1896 мкг/дм³; максимум зарегистрирован в июле на ст. №7. Все повышенные значения, как и нитратов, были отмечены в июле.

Концентрация фосфатов в 2011 г. была в диапазоне 0,9–58,1 мкг/дм³, максимальное значение выше прошлогоднего в 1,7 раз; средняя составила 9,8 мкг/дм³. Как и в прошлом году все 9 проб из 78 отобранных, в которых содержание фосфатов превышало 20 мкг/дм³, были отобраны 18 июля. Повышенные величины были отмечены по всей акватории залива за исключением бухт. Среднегодовая концентрация органического фосфора уменьшилась в 1,7 раза и составила 3,9 мкг/дм³; диапазон 0,0–14,9 мкг/дм³. Содержание общего фосфора в водах залива Находка изменялось от 4,5 до 73 мкг/дм³, а среднегодовая концентрация по сравнению с прошлым годом понизилась в полтора раза до 13,9 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация кремния составила 632 мкг/дм³ (увеличение в 1,8 раз), а значения варьировали от 84 до 5141 мкг/дм³ (5,1 ПДК). Значения выше ПДК были зафиксированы в восьми отобранных в мае пробах и по одной в мае и сентябре по всей акватории залива, а максимум был отмечен в поверхностном слое на выходе из бухты Находка.

Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в водах залива от 8,12 до 11,02 мгО₂/дм³ и ни разу не было ниже установленного норматива. Средняя величина была высокой и составила 9,49 мгО₂/дм³. В целом кислородный режим на всех горизонтах в заливе был благоприятным для живых организмов.

По значению расчетного индекса ИЗВ (0,85) качество вод в заливе Находка в период наблюдений в 2011 г. немного улучшилось, однако осталось на прежнем уровне III класса, "умеренно загрязненные" (табл. 11.5). Приоритетными ЗВ остаются нефтяные углеводороды, фенолы и СПАВ, однако уровень загрязнения вод пестицидами группы ДДТ и ртутью также остается высоким.

В отобранных в мае, июле и сентябре 2011 г. 36 пробах **донных отложений** залива Находка, включая бухты Находка, Врангеля и Козьмино, содержание нефтяных углеводородов варьировало от 30 до 3420 мкг/г сухого грунта (64,8 ДК, увеличение в 1,9 раза), в среднем 508 мкг/г (10 ДК). Только в одной пробе концентрация НУ была ниже норматива. Как и в прошлом году, из 5 зафиксированных значений НУ более 500 мкг/г четыре приходится на съемку в июле в бухтах Находка, Новицкого и у острова Лисий на станциях с глубинами 8–32 м. В целом за период наблюдений средняя величина НУ в бухте Находка составила 1573 мкг/г (31,5 ДК), бухте Врангеля 233 мкг/г, бухте Козьмино 127 мкг/г, а в открытой части залива 324 мкг/г. Содержание фенолов в пробах д.о. изменялось в пределах 1,0–7,4 мкг/г, в среднем 2,91 мкг/г, увеличение в 1,6 раза (рис. 11.9). Высокие значения (более 5,0 мкг/г) были зафиксированы в бухте Находка 16 мая и трижды в бухте Новицкого.

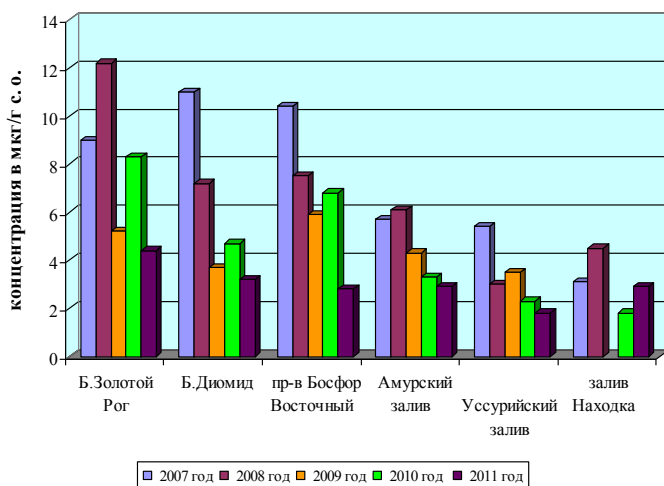


Рис. 11.9. Динамика содержания фенолов в донных отложениях различных районов залива Петра Великого в 2007–2011 гг.

Хлорорганические пестициды групп ДДТ и ГХЦГ присутствовали во всех отобранных пробах донных отложений залива Находка. В целом содержание ДДТ и его метаболитов изменилось незначительно по сравнению с прошлым годом (табл. 11.13). Наибольшие значения ДДТ (11,1; 8,4 и 6,5 нг/г) были отмечены в бухте Находка, однако высокие величины были также отмечены в центральной части залива (5,5 нг/г, ст. 14) и в бухте Новицкого (5,0 нг/г, ст. 36); 5 проб с концентрацией ДДЭ выше 35,0 нг/г были отобраны бухтах Находка и Врангеля, а также южнее о. Лисий; максимальные значения ДДД (20,4 и 5,6 нг/г) также отобраны в бухте Находка. Суммарная средняя концентрация ХОП группы ДДТ составила 7,1 ДК и превысила прошлогоднюю в полтора раза. Средняя концентра-

ция линдана и его изомера α -ГХЦГ существенно уменьшилась по сравнению с 2010 г., однако наибольшие величины γ -ГХЦГ (2,0; 4,7 и 7,8 нг/г – 40; 94 и 156 ДК соответственно на трех станциях рядом с о. Лисий) изменились незначительно.

Таблица 11.13. Средняя и максимальная концентрация пестицидов (нг/г) в донных отложениях залива Находка в 2010–2011 гг.

Район	ДДГ	ДДЭ	ДДД	ДДТtotal	α -ГХЦГ	γ -ГХЦГ	ГХЦГtotal
2010: залив	3,3	5,8	2,5	11,6	0,66	1,47	2,13
Находка	35,4	25,5	16,7	68,7	3,9	7,9	11,8
2011: залив	1,9	14,1	1,8	17,8	0,10	0,49	0,60
Находка	11,1	40,7	20,4	53,9	0,60	7,8	7,8

* выделенные значения выше ДК (табл. А.5).

Таблица 11.14. Средняя и максимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях залива Находка в 2010/2011 гг.

	Cu	Pb	Cd	Co	Ni	Zn	Mn	Fe	Cr	Hg
сред	28,4/ 20,4	20,5/ 16,7	0,10/ 0,44	4,4/ 5,6	8,5/ 13,2	80,9/ 75,3	134,1/ 131,0	27136/ 21763	13,0/ 14,5	0,09/ 0,11
макс	227,0/ 175,0	119,0/ 104,0	1,0/ 7,8	9,1/ 15,0	16,0/ 80,0	373,0/ 422,0	225,0/ 245,0	62293/ 46576	26,0/ 35,0	0,31/ 0,96
мин	2,3/ 3,3	4,1/ 4,3	0/ 0	0/ 2,0	0/ 2,7	20,0/ 0	54,0/ 63,0	9478/ 10311	2,2/ 0	0,01/ 0,02
ДК сред	0,8/ 0,6	0,2/ 0,2	0,1/ 0,6	0,2/ 0,3	0,2/ 0,4	0,6/ 0,5	–	–	0,1/ 0,1	0,3/ 0,4
ДК max	6,5/ 5,0	1,4/ 1,2	1,3/ 9,8	0,5/ 0,8	0,5/ 2,3	2,7/ 3,0	–	–	0,3/ 0,4	1,0/ 3,2

Средняя величина содержания в донных отложениях залива всех определяемых металлов не превышала допустимого уровня, однако максимальные значения почти всех элементов, за исключением кобальта и хрома, превышали ДК в 1,2–9,8 раз (табл. 11.14). По сравнению с прошлым годом в 6 и 7,5 раз возросла средняя и максимальная концентрация кадмия. Столь резкий скачок обусловлен единственным значением на ст. №15 (май), в остальных 35 пробах концентрация кадмия не превышала 0,9 мкг/г. В 5 раз выросла наибольшая концентрация никеля и в 3 раза ртути. Концентрация ртути превысила ДК в двух пробах (май, сентябрь) из кутовой части бухты Находка. Изменения в содержании остальных металлов в донных отложениях залива Находка были незначительными.

11.10. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив

На западном шельфе о. Сахалин в районе п. Александровск-Сахалинский мониторинг уровня загрязнения морских вод и донных отложений проводился Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск) в период с мая по октябрь ежемесячно на 5 станциях. Всего было отобрано и обработано 60 проб. В исследуемый период времени **температура** воды изменялась в пределах 2,1–19,3⁰С, наибольший прогрев наблюдался 15 сентября. Соленость варьировала от 10,79‰ в середине июне до 32,18‰ в середине октября. Хлорность изменялась в диапазоне 5,96–17,81‰. Значения pH изменялись от 8,02 в июне и октябре до 8,41 в июле; в среднем 8,14. Щелочность была в пределах 1,023–2,273 мг-экв/дм³.

Содержание **НУ** в водах на рейде Александровска изменялось от значений ниже предела обнаружения ($DL=0,020$ мг/дм³) в 10 пробах из 30 проанализированных до $0,039$ мг/дм³ в середине августа. Средняя концентрация по сравнению с 2010 г. снизилась в 2,4 раза, а максимальная – в 5,4 раза (табл. 11.1). Концентрация фенолов была ниже предела обнаружения ($DL=0,5$ мкг/дм³) в 9 пробах и достигала 5 ПДК в сентябре. Среднегодовое содержание фенолов немного понизилось и составило 1,1 ПДК. Уровень загрязненности морских вод СПАВ существенно не изменился по сравнению с предыдущим годом и в среднем составлял чуть менее 0,1 ПДК, максимальная концентрация (35 мкг/дм³) была зафиксирована в сентябре.

В водах Татарского пролива в 2011 г. среднее содержание **металлов** цинка, кадмия и свинца было невысоким: 0,2; <0,1 и <0,1 ПДК соответственно; максимальные значения этих элементов также не превышали норматива. Как и в предыдущие годы было отмечено повышенное содержание меди; и средняя ($6,1$ мкг/дм³), и максимальная ($17,8$ мкг/дм³) концентрация этого металла возросла. По сравнению с 2010 г. отмечается рост уровня загрязненности морских вод медью.

Концентрация биогенных элементов изменялась в пределах: аммонийный азот $0-74$ мкг/дм³, в среднем $29,1$ мкг/дм³; нитритный азот $0-14$ мкг/дм³ (0,7), в 23 пробах из 30 наблюдался аналитический ноль концентрации нитритов; нитратный азот $0-46$ мкг/дм³ (7,7); силикаты $151-1861$ мкг/дм³ (453) и фосфаты $0-26$ мкг/дм³ ($3,3$ мкг/дм³), в 16 пробах содержание фосфатов было ниже предела обнаружения $DL=5$ мкг/дм³.

Кислородный режим в водах Татарского пролива в целом соответствовал многолетней норме: диапазон изменчивости составил $7,7-12,6$ мгО₂/дм³; в среднем $9,55$ мгО₂/дм³. В исследуемый период среднемесячная концентрация растворенного кислорода составляла в мае $11,68$; в июне $10,94$; в июле $8,82$; в августе $8,72$; в сентябре $7,78$ и в октябре $9,38$ мгО₂/дм³. Самые низкие показатели отмечались в июле-сентябре при наибольшей температуре воды. По значению индекса ИЗВ (0,81) воды Татарского пролива соответствовали III классу качества, "умеренно загрязненные" (табл. 11.5). Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, фенолы и медь.

В **донных отложениях** прибрежной зоны Татарского пролива содержание нефтяных углеводородов было относительно невысоким; диапазон изменчивости составил от менее 5 до 68 мкг/г сухого грунта, максимум в 1,6 раза ниже прошлогоднего уровня, среднегодовая величина составила $14,2$ мкг/г (уменьшение в 1,5 раза). В 13 пробах из 30 отобранных содержание НУ было ниже предела обнаружения ($DL=5$ мкг/г). Концентрация фенолов только в четырех пробах превышала $DL=0,3$ мкг/г, максимум достигал $0,4$ мкг/г. Содержание металлов также было относительно невысоким и изменялось в пределах: медь $0,9-15,6$ мкг/г (средняя $3,2$ мкг/г, $0,09$ ДК); цинк $2,2-10,3$ мкг/г ($4,3$ мкг/г) и свинец $0,9-4,3$ мкг/г ($2,7$ мкг/г). Концентрация кадмия во всех пробах донных отложений была ниже предела обнаружения $DL=0,01$ мкг/г. По сравнению с 2010 г. концентрация меди в донных отложениях Татарского пролива немного увеличилась, кадмия и свинца снизилась, а цинка осталась на прежнем уровне.

Таблица 11.1. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах залива Петра Великого Японского моря в 2009–2011 гг.

Район	Ингредиент	2009 г.		2010 г.		2011 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Амурский залив	НУ	0,07	1,4	0,14	2,8	0,08	1,6
		0,35	7	0,56	11	0,48	10
	Фенолы	1,4	1,4	1,2	1,2	0,9	0,9
		3,1	3	3,7	4	3,6	3,6
	АПАВ	62	0,6	68	0,7	80,5	0,8
		125	1,3	111	1,1	135	1,4
	Аммонийный азот	91	<0,1	107	<0,1	117	<0,1
		152	<0,1	363	0,1	1115	0,4
	Медь	0,8	0,2	1,0	0,2	0,8	0,2
		9,9	2,0	6,0	1,2	3,4	0,7
	Железо	3,8	<0,1	4,0	<0,1	4,9	<0,1
		17,0	0,3	64,0	1,3	64,0	1,3
	Цинк	11,0	0,2	8,0	0,2	5,8	0,1
		32,0	0,6	145,0	3,0	119	2,4
	Свинец	0,0	<0,1	0,2	<0,1	0,1	<0,1
		1,1	0,1	0,7	<0,1	0,9	<0,1
	Марганец	0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,2	<0,1
		0,6	<0,1	1,9	<0,1	1,8	<0,1
	Кадмий	0,2	<0,1	0,7	<0,1	0,1	<0,1
		1,3	0,1	6,0	0,6	2,9	0,3
	Ртуть	0,09	0,9	0,08	0,8	0,07	0,7
		0,42	4	0,49	5	0,28	2,8
	ДДТ	0,7	<0,1	0,6	<0,1	2,0	0,2
		4,6	0,5	1,6	0,2	3,6	0,4
	ДДЭ	1,5	0,15	0,9	<0,1	8,3	0,8
		12,4	1,2	10,5	1,1	71,1	7,1
	ДДД	0,6	<0,1	0,8	<0,1	2,6	0,3
		15,4	1,5	5,4	0,5	17,0	1,7
	α-ГХЦГ	0,3	<0,1	0,3	<0,1	0,2	<0,1
		1,6	0,2	5,2	0,5	0,9	<0,1
	γ-ГХЦГ	0,2	<0,1	0,3	<0,1	0,2	<0,1
		2,0	0,2	5,6	0,6	4,4	0,4
	Кислород	8,06		8,64		8,87	
		3,46	0,6	3,53	0,6	2,59	0,4
бухта Золотой Рог	НУ	0,17	3,4	0,09	1,8	0,32	6,5
		1,67	33	0,40	8	2,08	42
	Фенолы	1,7	1,7	2,8	2,8	2,1	2,1
		9,3	9	11,0	11	13,8	14
	АПАВ	112,0	1,1	82	0,8	111,0	1,1
		186,0	1,9	144	1,4	166,0	1,7
	Аммонийный азот	264	<0,1	203	<0,1	239	<0,1
		1078	0,4	1154	0,4	1514	0,5
	Медь	1,0	0,2	1,5	0,3	0,9	0,2
		4,1	0,8	13,0	2,6	2,6	0,5
	Железо	16,0	0,3	6,4	0,13	7,3	0,15
		580,0	12	80,0	1,6	118,0	2,4
	Цинк	15,0	0,3	8,8	0,2	7,8	0,2
		83,0	1,7	138,0	2,8	61,0	1,2
	Свинец	0,3	<0,1	0,1	<0,1	0,08	<0,1
		2,3	0,2	2,2	0,2	0,6	<0,1

	Марганец	0,2 1,6	<0,1 <0,1	0,4 18,0	<0,1 0,4	0,2 2,7	<0,1 <0,1
	Кадмий	1,1 19,0	0,1 1,9	0,9 20,0	<0,1 2,0	0,2 1,2	<0,1 0,1
	Ртуть	0,04 0,32	0,4 3,2	0,11 0,49	1,1 4,9	0,06 0,18	0,6 1,8
	ДДТ	1,1 4,0	0,1 0,4	1,5 5,0	0,2 0,5	2,0 9,1	0,2 0,9
	ДДЭ	1,1 9,3	0,1 0,9	2,1 28,1	0,2 2,8	12,2 51,8	1,2 5,2
	ДДД	0,9 7,8	<0,1 0,8	1,4 24,0	0,1 2,4	4,2 29,1	0,4 2,9
	α -ГХЦГ	0,2 1,3	<0,1 0,1	0,1 1,9	<0,1 0,2	0,2 0,6	<0,1 <0,1
	γ -ГХЦГ	0,6 10,5	<0,1 1,1	0,7 4,4	<0,1 0,4	0,08 0,4	<0,1 <0,1
	Взвешенные вещества	25,5 782,7		11,3 30,5		– –	
	Кислород	8,18 2,39		8,55 3,69		8,97 3,74	
пролив	НУ	0,18 2,46	4 49	0,08 0,55	1,6 11	0,28 2,00	5,6 40
Босфор Восточный	Фенолы	1 5,9	1,0 6	1,2 2,9	1,2 2,9	1,3 1,9	1,3 1,9
	АПАВ	66 112	0,7 1,1	72 181	0,7 1,8	115 192	1,2 1,9
	Аммонийный азот	115 204	<0,1 <0,1	104 315	<0,1 0,1	102 267	<0,1 <0,1
	Медь	1,1 6,2	0,2 1,2	0,9 1,9	0,2 0,4	0,8 2,2	0,2 0,4
	Железо	12,0 55,0	0,2 1,1	3,0 12,0	<0,1 0,2	12,2 164	0,2 3,2
	Цинк	27,0 265,0	0,5 5	5,7 18,0	0,1 0,4	6,2 27,0	0,1 0,5
	Свинец	0,5 7,1	<0,1 0,7	0,1 0,8	<0,1 <0,1	0,05 0,3	<0,1 <0,1
	Марганец	0,2 2,7	<0,1 <0,1	0,2 1,0	<0,1 <0,1	0,2 4,5	<0,1 <0,1
	Кадмий	1,3 13,0	0,1 1,3	0,7 3,8	<0,1 0,4	0,2 1,2	<0,1 0,1
	Ртуть	0,06 0,20	0,6 2,0	0,12 0,49	1,2 4,9	0,09 0,22	0,9 2,2
	ДДТ	1,0 2,8	0,1 0,3	1,9 24,1	0,2 2,4	1,6 4,0	0,2 0,4
	ДДЭ	2,2 21,1	0,2 2,1	4,0 23,0	0,4 2,3	9,1 43,0	0,9 4,3
	ДДД	2,5 17,7	0,3 1,8	0,5 2,2	<0,1 0,2	5,7 21,7	0,6 2,2
	α -ГХЦГ	0,2 1,0	<0,1 0,1	0,1 1,1	<0,1 0,1	0,3 1,0	<0,1 0,1
	γ -ГХЦГ	0,2 1,9	<0,1 0,2	0,5 2,3	<0,1 0,2	0,08 0,30	<0,1 <0,1
	Кислород	8,43 5,36		9,06 4,06		9,48 2,80	
			0,9		0,7		0,5

бухта Диомид	НУ	0,12	2,4	0,09	1,8	0,48	9,6
		0,28	6	0,27	5	2,35	47
	Фенолы	1,8	1,8	1,1	1,1	1,8	1,8
		6,0	6	1,8	1,8	2,5	2,5
	АПАВ	132,0	1,3	83,0	0,8	95,3	0,95
		169,0	1,7	114,0	1,1	121,0	1,2
	Аммонийный азот	311	0,1	181	<0,1	170	<0,1
		1051	0,4	362	0,1	394	0,1
	Медь	1,2	0,2	1,3	0,3	1,1	0,2
		3,4	0,7	2,8	0,6	2,1	0,4
	Железо	7,4	0,1	3,6	<0,1	7,4	0,1
		12,0	0,2	8,6	0,2	29,0	0,6
	Цинк	16,0	0,3	7,6	0,2	4,7	<0,1
		51,0	1,0	24,0	0,5	9,6	0,2
	Свинец	0,10	<0,1	0,06	<0,1	0,04	<0,1
		1,20	0,1	0,10	<0,1	0,20	<0,1
	Марганец	0,1	<0,1	0,4	<0,1	0,4	<0,1
		0,5	<0,1	1,7	<0,1	2,5	<0,1
	Кадмий	3,0	0,3	0,5	<0,1	0,2	<0,1
		24,0	2,4	2,9	0,3	0,5	<0,1
	Ртуть	0,10	1,0	0,12	1,2	0,06	0,6
		0,41	4	0,35	4	0,20	2,0
	ДДТ	0,6	<0,1	0,9	<0,1	2,4	0,2
		1,1	0,1	1,9	0,2	3,5	0,4
	ДДЭ	0,6	<0,1	0,6	<0,1	14,2	1,4
		1,2	0,1	0,9	<0,1	43,4	4,3
	ДДЦ	1,6	0,2	0,2	<0,1	4,4	0,4
		7,8	0,8	1,1	0,1	9,3	0,9
	α-ГХЦГ	0,2	<0,1	0,1	<0,1	0,3	<0,1
		0,3	<0,1	0,8	<0,1	0,9	<0,1
	γ-ГХЦГ	0,9	<0,1	0,7	<0,1	0,2	<0,1
		4,5	0,5	2,9	0,3	0,9	<0,1
	Кислород	8,93		9,30		10,06	
		7,33		7,06		5,89	0,98
Уссурийский залив	НУ	0,24	5	0,08	1,6	0,10	2,0
		0,64	13	0,99	20	0,53	11
	Фенолы	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0
		2,8	3	2,8	2,8	1,7	1,7
	АПАВ	55,0	0,6	58,1	0,6	72,0	0,7
		79	0,8	121	1,2	106	1,1
	Аммонийный азот	107	<0,1	94	<0,1	95	<0,1
		246	<0,1	199	<0,1	188	<0,1
	Медь	0,9	0,2	1,0	0,2	0,6	0,1
		2,7	0,5	2,2	0,4	1,6	0,3
	Железо	4,2	<0,1	3,1	<0,1	4,1	<0,1
		37	0,7	39	0,8	16	0,3
	Цинк	13,0	0,3	16,7	0,3	7,4	0,1
		85,0	1,7	378,0	8	94,0	1,9
	Свинец	0,0		0,1	<0,1	0,04	<0,1
		1,1	0,1	1,3	0,1	0,6	<0,1
	Марганец	0,0		0,1	<0,1	0,5	<0,1
		1,1	<0,1	0,9	<0,1	3,9	<0,1
	Кадмий	0,2	<0,1	1,6	0,2	0,4	<0,1
		2,0	0,2	10,0	1,0	11,0	1,1

	Ртуть	0,04 0,21	0,4 2,1	0,06 0,33	0,6 3,3	0,05 0,27	0,5 2,7
	ДДТ	1,0 9,7	0,1 1,0	1,4 3,7	0,1 0,4	1,0 2,5	0,1 0,3
	ДДЭ	0,7 13,4	<0,1 1,3	6,0 26,7	0,6 2,7	3,3 42,2	0,3 4,2
	ДДД	1,1 15,3	0,1 1,5	2,5 17,1	0,3 1,7	0,9 3,6	<0,1 0,4
	α-ГХЦГ	0,2 6,2	<0,1 0,6	0,4 8,9	<0,1 0,9	0,3 0,7	<0,1 <0,1
	γ-ГХЦГ	0,0 0,7	<0,1	0,8 5,4	<0,1 0,5	0,06 1,2	<0,1 0,1
	Кислород	9,16 5,67		9,47 5,32		9,29 7,03	
залив Находка	НУ	0,11 0,18	2,2 3,6	0,03 0,20	0,6 4,0	0,06 0,28	1,2 6
	Фенолы	1 1,9	1,0 1,9	1,1 3,0	1,1 3,0	0,8 1,8	0,8 1,8
	АПАВ	42 96	0,4 1,0	39 90	0,4 0,9	72 141	0,7 1,4
	Аммонийный азот	102 148	<0,1 <0,1	87 261	<0,1 <0,1	109 226	<0,1 <0,1
	Медь	0,5 2,0	0,1 0,4	0,8 1,5	0,2 0,3	0,7 1,9	0,1 0,4
	Кадмий	0,3 0,7	<0,1 <0,1	0,3 1,4	<0,1 0,1	0,2 2,0	<0,1 0,2
	Железо	6,0 73,0	0,1 1,5	5,7 121,0	0,1 2,4	4,9 37,0	<0,1 0,7
	Цинк	4,7 40,0	<0,1 0,8	8,5 78,0	0,2 1,6	5,2 24,0	0,1 0,5
	Свинец	0,2 2,7	<0,1 0,3	0,1 0,3	<0,1 <0,1	0,1 0,8	<0,1 <0,1
	Марганец	1,0 5,3	<0,1 0,1	0,1 1,2	<0,1 <0,1	0,1 4,1	<0,1 <0,1
	Ртуть	0,08 0,18	0,8 1,8	0,17 1,42	1,7 14,2	0,05 0,18	0,5 1,8
	ДДТ	1,0 2,4	0,1 0,2	4,2 28,5	0,4 2,9	1,6 20,3	0,2 2,0
	ДДЭ	0,4 0,8	<0,1 <0,1	4,3 29,0	0,4 2,9	6,4 65,4	0,6 6,5
	ДДД	0,8 3,7	<0,1 0,4	2,5 33,8	0,3 3,4	1,0 4,5	0,1 0,5
	α-ГХЦГ	0,3 0,5	<0,1 <0,1	0,2 4,7	<0,1 0,5	0,2 0,5	<0,1 <0,1
	γ-ГХЦГ	0,0 0,2	<0,1 <0,1	1,2 14,5	0,1 1,5	0,02 0,2	<0,1 <0,1
	Кислород	9,71 7,92		9,14 5,70		9,49 8,12	
Татарский пролив:	НУ	0,051 0,20	1,0 4	0,038 0,210	0,8 4	0,016 0,039	0,3 0,8
г. Алексан- дровск	Фенолы	0,9 3	0,9 3,0	2 6	2,0 6	1,1 5,0	1,1 5
	СПАВ	14,0 48,0	0,1 0,5	13,0 42,0	0,1 0,4	8,6 36,0	<0,1 0,4

	Аммонийный азот	34 76	<0,1 <0,1	34 68	<0,1 <0,1	29 74	<0,1 <0,1
	Кадмий	0,3 1,1	<0,1 0,1	0,3 0,9	<0,1 <0,1	<0,3 <0,3	<0,1 <0,1
	Медь	5,5 18,1	1,1 3,6	4,9 11,5	1,0 2,3	6,1 17,8	1,2 4
	Цинк	33,8 241,2	0,7 4,8	10,5 30,1	0,2 0,6	7,7 18,2	0,2 0,3
	Свинец	0,8 2,4	<0,1 0,2	1,5 10,0	0,2 1,0	0,4 1,3	<0,1 0,1
	Кислород	8,7 6,4		9,57 7,60		9,55 7,7	

Примечания: 1. 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.

Таблица 11.5. Оценка качества прибрежных вод залива Петра Великого Японского моря в 2009–2011 гг.

Район	2009 г.		2010 г.		2011 г.		Содержание ЗВ в 2011 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Амурский залив	1,11	III	1,37	IV	1,00	III	НУ 1,60; фенолы 0,90; ДДЭ 0,83; О ₂ 0,68
бухта Золотой Рог	1,79	V	1,58	IV	2,60	V	НУ 6,40; фенолы 2,10; ДДЭ 1,22; О ₂ 0,67
Пролив Босфор Восточный	1,49	IV	1,17	III	2,17	V	НУ 5,60; фенолы 1,30; СПАВ 1,15; О ₂ 0,63
Бухта Диомид	1,54	IV	1,19	III	3,36	VI	НУ 9,60; фенолы 1,80; ДДЭ 1,42; О ₂ 0,60
Уссурийский залив	1,77	V	0,98	III	1,09	III	НУ 1,98; фенолы 1,00; СПАВ 0,72; О ₂ 0,65
залив Находка	1,16	III	1,02	III	0,85	III	НУ 1,24; фенолы 0,80; СПАВ 0,72; О ₂ 0,63
Татарский пролив, г. Александровск	0,93	III	1,11	III	0,82	III	НУ 0,32; фенолы 1,10; Cu 1,22; О ₂ 0,63

Литература

1. РД 243. Руководство по химическому анализу морских вод. РД 52.10.243-92. ред. С.Г.Орадовский, СПб, Гидрометеоздат, 1993, 264 с.
2. РД 556. Методические указания. Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси. РД 52.10.556-95. ред. С.Г.Орадовский, М, Гидрометеоздат, 1996, 50 с.
3. Положение о государственной наблюдательной сети. РД 52.04.567-2003.
4. ПДК 2010. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. - Утвержден приказом Руководителя Федерального агентства по рыболовству А.А. Крайнего №20 от 18 января 2010 г., зарегистрировано Министерством юстиции 9 февраля 2010 г., №16326, 215 с.
5. ПДК 1999. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – Утвержден приказом Председателя Государственного Комитета Российской Федерации по рыболовству Н.А.Ермакова №96 от 28 апреля 1999 г. – Москва, Изд-во ВНИРО, 1999, 304 с.
6. МР 1988. Методические Рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. – Москва, Госкомитет СССР по гидрометеорологии, 1988, 9 с.
7. РД 2002. РД 52.24.643-2002 Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – ГХИ, Ростов-на-Дону, Росгидромет, 2002, 21 стр.
8. Приказ 156. О введении в действие Порядка подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды. – Приказ Руководителя Росгидромета №156 от 31.10.2000 г.
9. 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. Бухарицин П.П. Гидрологические процессы в Северном Каспии. - Москва, ИВП РАН, 1996, 62 с.
11. Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. – Москва, МГУ, 1975, 272 с.
12. Крицкий С. К. Колебания уровня Каспийского моря. – Москва, Наука, 1975, с. 149-152.
13. Тарасова Р.А., Макарова Е.Н., Татарников В.О., Монахов С.К. «О происхождении загрязняющих веществ в водах Северного Каспия» Вестник АГТУ, №6, 2008, с. 208-211.
14. Отчет CASPINFO http://www.caspinfo.ru/news/zips/Timur05_02
15. Pyyin I., O.Rozovskaya, O.Travnikov, M.Varygina, W.Aas, and H.T.Uggerud [2013], Heavy Metal Transboundary Pollution of the Environment, EMEP Status Report 2/2013, (http://www.msceast.org/reports/2_2013.pdf)

16. Gusev A., V.Shatalov, O.Rozovskaya, V.Sokovykh, N.Vulykh, W. Aas, K. Breivik, A.A.Katsogiannis [2013], Persistent Organic Pollutants in the Environment, EMEP Status Report 3/2013, (http://www.msceast.org/reports/3_2013.pdf)
17. 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.
18. Репетин Л.Н. Климатические изменения ветрового режима северного побережья Черного моря. – Тез. Докл. На II междуна. Конф. посвящ. 75-летию ОГЭУ «Навколишні природні середовища-2007: актуальні проблеми екології та гідрометеорології; інтеграція освіти і науки», Одеса, 26-28.09.2007 г., с. 173.
19. Азовское море: Справочник по гидрометеорологии, 1962, Л., Гидрометеопиздат, 856 с.
20. 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.
21. Суховой В.Ф. Моря Мирового океана. – Л., Гидрометеопиздат, 1986, 288 с.
22. Мее L., Jeftic L. AoA Region: Black Sea. – UNEP, 2010, 9 p.
23. Доклад о состоянии вод черноморского региона в 2011 году, БДЧР, 2011. (на болг.яз.) http://www.bsbd.org/UserFiles/File/godishen%20doklad%20za%20sastoianieto%20na%20vodite%202011_12.09.pdf
24. Ежегодник Национального статистического института, 2011. (на болг.яз.) <http://www.nsi.bg/census2011/pagebg2.php?p2=175&sp2=190> Постановление о стандартах качества окружающей среды, (Наредба СКОС), Министерство окружающей среды, 2010 (на болг.яз.) <http://www3.moew.government.bg/?show=top&cid=84&lang=bg>
25. Konovalov S.K., Ereemeev V.N. Monitoring of the Black Sea biogeochemical properties: major features and changes. – In: Earth Systems Change over Eastern Europe, Eds. P.Ya.Groisman, V.I.Lyalko, Kyiv, Akademperiodyka, 2012, p. 363–385.
26. Моисеенко О.Г., Коновалов С.К., Козловская О.Н. Внутригодовые и многолетние изменения карбонатной системы аэробной зоны Черного моря. – Морской гидрофизический журнал, 2010, №6, с. 42–57.
27. Коновалов С.К., Овсяный Е.И. Исследование влияния грязевых вулканов на содержание сероводорода и кремниевой кислоты в Черном море. – Морской Гидрофизический Журнал, 1998, №6, с. 72–78.
28. Коновалов С.К., Еремеев В.Н. Региональные особенности, устойчивость и эволюция биогеохимической структуры вод Черного моря. – Устойчивость и эволюция океанологических характеристик экосистемы Черного моря, ред. Еремеев В.Н., Коновалов С.К. ISBN: 978-966-02-6508-0, Севастополь, ЭКОСИ–Гидрофизика, 2012, с.273–299.
29. Долотов В.В., С.К. Коновалов, А.С. Романов, О.Г. Моисеенко, Е.И. Овсяный, С.В. Алемов, Ю.Л. Внуков. Биогеохимический потенциал как основа для районирования морской среды Севастопольской бухты. – Морские ресурсы прибрежной зоны Украины, ред. Гожик П.Ф., Иванов В.А., Севастополь, ЭКОСИ–Гидрофизика, 2012, с. 206–222.
30. Konovalov S., V. Vladymyrov, V. Dolotov, A. Sergeeva, Yu. Goryachkin, Yu. Vnukov, O. Moiseenko, S. Alyemov, N. Orekhova, L. Zharova. Coastal

Management Tools and Databases for the Sevastopol Bay (Crimea). – Proceedings of the Tenth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, Ed. E. Özhan, MEDCOAST 11, 25-29 October 2011, Rhodes, Greece, MEDCOAST, Mediterranean Coastal Foundation, Dalyan, Muğla, Turkey, 2011, vol. 1, p. 145–156.

31. Петренко О.А., Жугайло С.С., Авдеева Т.М., Загайная О.Б. Результаты исследований нефтяного загрязнения Керченского пролива в 2010-2011 гг. – Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане, Керчь, ЮгНИРО, 2012, с. 152-156.
32. Троценко Б.Г., Жугайло С.С., Себах Л.К., Евченко О.В., Заремба Н.Б., Загайный Н.А. Оценка влияния изменчивости гидрологических, гидрохимических и гидробиологических параметров на биопродуктивность Керченского пролива. – Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане, Керчь, ЮгНИРО, 2012, с. 86–97.

**Авторы, владельцы материалов и организации,
принимающие участие в подготовке Ежегодника-2011**

Каспийское море

- 1). Астраханский ЦГМС (АстрЦГМС, г. Астрахань): Ильзова Ф.Ш., Вознесенская Л.М., Синенко Л.Г.
- 2). Дагестанский ЦГМС (ДагЦГМС, г. Махачкала): Поставик П.В., Архипцева Н.А., Сафин Г.М., Шалапутин Н.В.
- 3). Республиканское госпредприятие «Казгидромет» (http://eco.gov.kz/ekolog/ekolog_arch.php)
- 4). Метеорологический Синтезирующий Центр – Восток (МСЦ-В, г. Москва): Гусев А.В.

Азовское море

- 1). Донская устьевая гидрометеорологическая станция (ДУС, г. Азов), ФГБУ «Ростовский ЦГМС-Р»: Хорошенькая Е.А., Иванова Л.Л.
- 2). Лаборатория мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ) Устьевой ГМС Кубанская (г. Темрюк): Дербичева Т.И., Кобец С.В.
- 3). Лаборатория химии моря Морского отделения УкрНИГМИ (Украина, г. Севастополь): Мезенцева И.В., Шibaева С.А.
- 4). Мариупольская гидрометеорологическая обсерватория Донецкого областного центра по гидрометеорологии (Украина, г. Мариуполь): Венцова Т.А., Папазова В.В.

Черное море

- 1). СЦГМС ЧАМ (г. Сочи): Любицев А.Л.
- 2). Гидрометеорологическое бюро Туапсе (г. Туапсе): Панченко А.В.
- 3). Морское отделение УкрНИГМИ (Украина, г. Севастополь): Клименко Н.П., Шibaева С.А., Мезенцева И.В., Ильин Ю.П.
- 4). Морская гидрометеорологическая станция «Опасное» Центра по гидрометеорологии в Автономной республике Крым: Алексеенко А.И., Головненко С.И.
- 5). Отдел биогеохимии моря (ОБМ) Морского гидрофизического института (МГИ) НАН Украины (г. Севастополь): Коновалов С.К., Кондратьев С.И., Хоружий Д.С., Свищев С.В., Козловская О.Н. Орехова Н.А., Внуков Ю.Л.
- 6). Южный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО, г. Керчь): Троценко Б.Г.
- 7). Отдел химии моря Института океанологии БАН (г. Варна, Болгария): Галина Щерева.
- 8). Департамент Мониторинга Загрязнения Окружающей Среды, Национальное Агентство по Окружающей Среде, Министерство Охраны Окружающей Среды и Природных Ресурсов Грузии: Арабидзе М.А., Барамидзе И.Н., Кучава Г.П., Бакрадзе Э.М.
- 9). Метеорологический Синтезирующий Центр – Восток (МСЦ-В, г. Москва): Гусев А.В.

Балтийское море

- 1). ГУ «Санкт-Петербургский региональный Центр по гидрометеорологии и мониторингу природной среды» (СПб ЦГМС-Р, г. Санкт-Петербург), Отдел информации и методического руководства сетью (ОМС) Центра мониторинга загрязнения природной среды (ЦМС): Луковская А.А., Попова Л.Б., Лавинен Н.А.; Гидрометцентр (ГМЦ): Колесов А.М., Макаренко А.П., Лебедева Н.И., Богдан М.И.
- 2). Метеорологический Синтезирующий Центр – Восток (МСЦ-В, г. Москва): Гусев А.В.

Белое море

- 1). Центр по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЦМС) ФГБУ «Северное УГМС», (г. Архангельск): Соболевская А.П., Коробицына Ю.С., Скрипник Е.Н.
- 2). ФГБУ «Мурманское УГМС», Центр мониторинга загрязнения окружающей среды (г. Мурманск): Мокротоварова О.И., Зуева М.Н.

Баренцево море

- 1). ФГБУ «Мурманское УГМС», Центр мониторинга загрязнения окружающей среды (г. Мурманск): Мокротоварова О.И., Зуева М.Н., Ипатова С.В. Самойлова М.А.

Гренландское море (Шпицберген)

- 1). ФГБУ «Мурманское УГМС», Центр мониторинга загрязнения окружающей среды (г. Мурманск): Мокротоварова О.И., Зуева М.Н., Ипатова С.В. Самойлова М.А.
- 2). Северо-Западный филиал ГУ «НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Санкт-Петербург): Демин Б.Н., Граевский А.П., Демешкин А.С., Герцев В.А.

Шельф Камчатки, Авачинская губа

- 1). Отдел обслуживания информацией о загрязнении окружающей среды (ООИ ЦМС ФГБУ «Камчатское УГМС» (г. Петропавловск-Камчатский): Ишонин М.И., Марущак В.О., Германцева О.С., Яхненко Т.Н., Номоконова Т.Н.

Охотское море

- 1). Сахалинское УГМС, Центр мониторинга загрязнения окружающей среды (г. Южно-Сахалинск): Шулятьева Л.В., Казакова Л.Г., 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., Коростелев Ю.С., Тимкина А.О.
- 2). Сахалинское УГМС, Центр мониторинга загрязнения окружающей среды (г. Южно-Сахалинск): Шулятьева Л.В., Казакова Л.Г., 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.Кирьянова. – Москва, 1990, 279 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1990 год. – Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, И.А.Писарева, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кирьянова. – Москва, 1991, 277 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1991 год. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кирьянова. – Москва, 1992, 347 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1992 год. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кирьянова. – Москва, 1996, 247 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1993 год. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кирьянова. – Москва, 1996, 230 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1994 год. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кирьянова. – Москва, 1996, 126 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1995 год. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кириянова. – Москва, 1996, 261 с.

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1996 год. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кириянова. – Москва, 1997, 110 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 1999. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, И.Г.Матвейчук, под ред. А.Н.Коршенко. – Санкт-Петербург, Гидрометеиздат, 2001, 80 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2000. – Н.А.Афанасьева, И.Г.Матвейчук, И.Я.Агарова, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, под ред. А.Н.Коршенко, Санкт-Петербург. – Гидрометеиздат, 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, Гидрометеиздат, 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, «Артифлекс», 2008, 146 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2007. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., 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, «Артифлекс», 2010, 174 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2010. – Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифлекс», 2011, 196 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
Chapter 1.	Caspian Sea	
	1.1. General information	17
	1.2. Discharge of the pollutants	19
	1.3. Water conditions of the Northern Caspian.....	21
	1.4. Waters conditions of the Dagestan coastal area	24
	1.5. Investigation of marine waters quality in Kazakhstan	35
	1.6. Atmospheric deposition.....	38
Chapter 2.	Azov Sea	
	2.1. General information	41
	2.2. Taganrog Bay	43
	2.2.1. Monitoring system of the Don estuarine region and Taganrog Bay	43
	2.2.2. Water pollution of the Don estuarine region and Taganrog Bay	44
	2.2.3. Bottom sediments pollution of the Don estuarine region	48
	2.3. Marine estuary and Delta of the Kuban River	48
	2.3.1. Monitoring system of the Kuban River marine estuary	48
	2.3.2. Pollution of the Kuban Delta and the Temruk Bay.....	49
	2.4. Pollution of Ukrainian coastal waters	57
	2.4.1. Taganrog Bay	57
	2.4.2. Berdyansk Bay.....	59
Chapter 3.	Black Sea	
	3.1. General information	62
	3.2. Hydrochemical conditions and pollution of the Varna Bay.....	64
	3.3. Pollution of the Ukrainian coastal waters	67
	3.3.1. Danube estuarine region	67
	3.3.2. Estuaries of the Danube branches	68
	3.3.3. Sukhoy Liman.....	69
	3.3.4. Entrance channel and WWTP of the town Illyechevsk	69
	3.3.5. Odessa port.....	70
	3.3.6. Estuary of the South Bug River and Bug's Liman.....	71
	3.3.7. Dnieper Liman	72
	3.3.8. Estuary of the Dnieper River	73
	3.3.9. Expeditions off the Crimean coast	73
	3.3.10. Hydrochemistry and pollution of atmospheric precipitations in Sevastopol.....	76
	3.3.11. Yalta port.....	77
	3.3.12. The Kerch Strait.....	78

	3.3.13. The Kerch Strait (YugNIRO)	80
	3.3.14. Quality of the Ukrainian waters	83
	3.4. Pollution of the coastal waters in Anapa-Tuapse area.....	83
	3.5. Coastal area of Adler-Sochi	88
	3.6. Georgian coastal waters.....	94
	3.7. Atmospheric deposition.....	96
Chapter 4.	Baltic Sea	
	4.1. General information	99
	4.2. Monitoring systems in the eastern part of the Gulf of Finland and Neva Bay.....	100
	4.3. Hydrological characteristic of the Neva discharge	101
	4.4. Hydrochemical characteristic of the Neva Bay	102
	4.5. Pollution of central part of the Neva Bay	105
	4.6. Pollution of the Neva Bay health resorts	107
	4.7. Health resort area of the shallow waters of the Eastern Gulf of Finland	108
	4.8. Marine Trade Port (MTP)	109
	4.9. Eastern part of the Gulf of Finland	111
	4.10. Koporsky Bay	112
	4.11. Luzsky Bay	113
	4.12. Atmospheric deposition	115
Chapter 5.	White Sea	
	5.1. General information	118
	5.2. Sources of pollution	120
	5.3. Dvina Bay	120
	5.4. Kandalaksha Bay	122
Chapter 6.	Barents Sea	
	6.1. General information	125
	6.2. Sources of pollution	126
	6.3. Water pollution of the Kolsky Bay	127
Chapter 7.	Greenland Sea (Spitsbergen)	
	7.1. Water monitoring in Greenfjord Gulf	131
	7.2. Expeditions in Spitsbergen archipelago waters	132
	7.2.1. Hydrochemical parameters.....	132
	7.2.2. Pollution.....	133
Chapter 8.	Arctic Seas	
Chapter 9	Kamchatka shelf (Pacific ocean)	
	9.1. Sources of pollution	135
	9.2. Water pollution in the Avacha Bay.....	136
Chapter 10	Okhotsk Sea	
	10.1. General information	141
	10.2.1. Pollution of the Sakhalin shelf.....	142
	10.2.2. Aniva Gulf. Waters off port Korsakov	143
	10.2.3. Aniva Gulf. Waters off village Prigorodnoe	145

Chapter 11	Japan Sea	
	11.1. General information	149
	11.2. Sources of pollution	150
	11.3. Golden Horn Bay	152
	11.4. Diomede Bay	152
	11.5. Eastern Bosphor Strait	157
	11.6. Amur Bay	159
	11.7. Ussuri Bay	163
	11.8. Nakhodka Bay	167
	11.9. Western shelf of the Sakhalin Island. The Tatarsky Strait.....	172
	Literature cited	183
	Annex 1. The authors and owners of the data	186
	Annex 2. The list of the published Annual Repots.	188
	CONTENTS	191
	CONTENTS (Rus)	194

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ.....	4
ABSTRACT	5
ВВЕДЕНИЕ	6
A. Характеристика системы наблюдений	
A.1. Станции мониторинга.....	7
A.2. Методы обработки проб и результатов наблюдений	8
1. Глава 1. Каспийское море	
1.1. Общая характеристика	17
1.2. Поступление загрязняющих веществ	19
1.3. Состояние вод Северного Каспия	21
1.4. Состояние вод Дагестанского побережья.....	24
1.5. Исследования качества морских вод в Казахстане	35
1.6. Атмосферные выпадения	38
2. Глава 2. Азовское море	
2.1. Общая характеристика	41
2.2. Таганрогский залив	43
2.2.1. Система мониторинга устьевой области р. Дон и Таганрогского залива.....	43
2.2.2. Загрязнение вод устьевой области р. Дон и Таганрогского залива.....	44
2.2.3. Загрязнение донных отложений	48
2.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань	48
2.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань	48
2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива	49
2.4. Загрязнение прибрежных вод украинской части Азовского моря ..	57
2.4.1. Таганрогский залив	57
2.4.2. Бердянский залив	59
3. Глава 3. Черное море	
3.1. Общая характеристика	62
3.2. Гидрохимическое состояние и загрязнение Варненского залива....	64
3.3. Загрязнение прибрежных вод украинской части моря	67
3.3.1. Устьевой участок р. Дунай	67
3.3.2. Устье дельтовых водотоков р. Дунай	68
3.3.3. Сухой лиман	69
3.3.4. Район входного канала и очистных сооружений г. Ильичевска ..	69
3.3.5. Порт Одесса.....	70
3.3.6. Устье реки Южный Буг, Бугский лиман	71
3.3.7. Днепровский лиман	72
3.3.8. Устье реки Днепр	73
3.3.9. Экспедиционные исследования у крымского побережья	73
3.3.10. Гидрохимический режим и загрязнение атмосферных осадков (г. Севастополь)	76
3.3.11. Порт Ялта	77
3.3.12. Керченский пролив	78

3.3.13.	Керченский пролив (ЮгНИРО)	80
3.3.14.	Качество вод украинской части Черного моря.....	83
3.4.	Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе	83
3.5.	Прибрежная зона района Сочи – Адлер	88
3.6.	Грузинское побережье.....	94
3.7.	Атмосферные выпадения	96
4.	Глава 4. Балтийское море	
4.1.	Общая характеристика	99
4.2.	Система мониторинга восточной части Финского залива и Невской губы	100
4.3.	Гидрологическая характеристика стока Невы	101
4.4.	Гидрохимические показатели вод Невской губы	102
4.5.	Загрязнение вод центральной части Невской губы	105
4.6.	Загрязнение вод курортных районов Невской губы	107
4.7.	Курортная зона мелководного района восточной части Финского залива	108
4.8.	Морской торговый порт (МТП)	109
4.9.	Восточная часть Финского залива.....	111
4.10.	Копорская губа.....	112
4.11.	Лужская губа.....	113
4.12.	Атмосферные выпадения	115
5.	Глава 5. Белое море	
5.1.	Общая характеристика	118
5.2.	Источники поступления загрязняющих веществ.....	120
5.3.	Двинский залив	120
5.4.	Кандалакшский залив	122
6.	Глава 6. Баренцево море	
6.1.	Общая характеристика	125
6.2.	Источники поступления загрязняющих веществ.....	126
6.3.	Загрязнение вод Кольского залива	127
7.	Глава 7. Гренландское море (Шпицберген)	
7.1.	Мониторинг вод в заливе Гренфьорд.....	131
7.2.	Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген	132
7.2.1.	Гидрохимические показатели.....	132
7.2.2.	Загрязняющие вещества	133
8.	Глава 8. Моря Северного ледовитого океана	
9.	Глава 9. Шельф полуострова Камчатка (Тихий океан)	
9.1.	Источники поступления загрязняющих веществ.....	135
9.2.	Загрязнение вод Авачинской губы	136
10.	Глава 10. Охотское море	
10.1.	Общая характеристика	141
10.2.	Загрязнение шельфа о. Сахалин	142
10.2.1.	Район поселка Стародубское	142
10.2.2.	Залив Анива. Район порта г. Корсакова.....	143
10.2.3.	Залив Анива. Район пос. Пригородное	145

11. Глава 11. Японское море	
11.1. Общая характеристика	149
11.2. Источники загрязнения	150
11.3. Система мониторинга залива Петра Великого	
11.4. Бухта Золотой Рог	152
11.5. Бухта Диомид	157
11.6. Пролив Босфор Восточный	159
11.7. Амурский залив	163
11.8. Уссурийский залив	167
11.9. Залив Находка	172
11.10. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив	176
Литература	183
Приложение 1. Авторы, владельцы материалов и организации, принимающие участие в подготовке Ежегодника-2011	186
Приложение 2. Список опубликованных Ежегодников	188
CONTENTS	191
СОДЕРЖАНИЕ	194

Качество морских вод по гидрохимическим показателям.

Ежегодник 2011. – под ред. Коршенко А.Н. – Обнинск,
«Артифекс», 2012, 196 с.
ISBN 978-5-9903653-8-4

© Коршенко А.Н.

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

Формат 70x100 1/16. Условных п. л. 12,25.

Тираж 300 экз. Зак. №3958.

Отпечатано в ОАО «Можайский полиграфический комбинат»
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93.

ISBN 978-5-9903653-8-4



9 785990 365384 >

Обнинск,
«Артифекс»