

**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

2010

Editor Alexander Korshenko

**“Artifex”
Obninsk, 2011**

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

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

(ГОИН)



**КАЧЕСТВО МОРСКИХ ВОД
ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ
ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Е Ж Е Г О Д Н И К

2010

Редактор Коршенко А.Н.

**«Артифекс»
Обнинск 2011**

АННОТАЦИЯ

В Ежегоднике-2010 рассмотрено гидрохимическое состояние и уровень загрязнения вод и донных отложений прибрежных районов морей Российской Федерации в 2010 г. Ежегодник содержит обобщенную информацию о результатах регулярных наблюдений за качеством морских вод, проводимых 13 химическими лабораториями региональных подразделений Росгидромета (УГМС, ЦГМС-Р и др.) в рамках государственной программы мониторинга состояния морских вод, а также данных Северо-Западного филиала ГУ "НПО "Тайфун" Росгидромета (г. Санкт-Петербург), различных институтов Российской Академии Наук и других специализированных организаций. По Каспийскому, Азовскому и Черному морям дополнительно включена информация МО УкрНИГМИ (г. Севастополь) о результатах исследований, проводимых в рамках национальной программы мониторинга морской среды организациями Украины, а также результаты работ ЮгНИРО (г. Керчь) и других зарубежных институтов. Работа по подготовке Ежегодника выполнена в лаборатории мониторинга загрязнения морской среды Государственного океанографического института Росгидромета (ГОИН, г. Москва).

Ежегодник содержит средние и максимальные за год или сезон/месяц значения отдельных гидрохимических показателей морских вод в 2010 г., а также характеристику уровня загрязнения вод и донных отложений широким спектром веществ природного и антропогенного происхождения. Для контролируемых акваторий, по возможности, дана оценка состояния вод по отдельным параметрам и/или по комплексному индексу загрязненности вод ИЗВ. При достаточном объеме накопленной информации для отдельных районов были 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 организаторов хозяйственной 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 2010. – Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифекс», 2011, 196 с.
ISBN 978-5-9903653-6-0

© Коршенко А.Н.

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

ABSTRACT

The Annual Report 2010 reviews the hydrochemical state and pollution of marine coastal waters and bottom sediments of the seas of the Russian Federation in 2010. The Annual Report summarizes routine observation data on the quality of the sea waters conducted by 13 chemical laboratories of the Roshydromet regional offices through the state program for marine monitoring, as well as by the North-Western Branch of NPO “Typhoon” in St.Petersburg, and by different Institutions of the Russian Academy of Sciences and other specialized organizations.

To cover the Azov and Black Seas, additional information was applied gathered by the Meteorological Branch of the Ukraine Hydrometeorological Research Institute within the Ukrainian national marine monitoring program, as well as by YugNIRO (Kerch) and other foreign organizations. The Annual Report 2010 was compiled in the Marine Pollution Monitoring Laboratory of the State Oceanographic Institute of Roshydromet (SOI, Kropotkinsky Lane 6, 119034 Moscow, Russia).

The Report contains the annual and/or seasonal/monthly averages and maximal values of individual hydrochemical parameters of the sea waters in 2010, and describes the level of pollution of waters and bottom sediments with a wide spectrum of natural and synthetic substances. Quality of marine waters was assessed based on the concentration of individual pollutants and through a complex Index of Water Pollution (IWP). Interannual variations and long-term trends, where possible, are identified.

The Annual Report 2010 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 in research and for planning environmental protection activities.

For bibliographic purposes this document shall be cited as:
Marine Water Pollution. Annual Report 2010. – Ed. Alexander Korshenko, Obninsk, “Artifex”, 2011, 196 p.
ISBN 978-5-9903653-6-0

© A. Korshenko

© State Oceanographic Institute (SOI)

ВВЕДЕНИЕ

В 1963 г. Совет Министров СССР Постановлением от 30 сентября 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 морских вод. Начиная с 1966 г. результаты наблюдений в рамках программы мониторинга гидрохимического состояния и загрязнения морских вод публикуются в «Обзоре...», а потом «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 работ не только организаций и научно-исследовательских институтов Росгидромета, но Российской Академии Наук и организаций другой ведомственной принадлежности, данные международного обмена информацией, а также материалы отдельных экспедиционных исследований государственных и негосударственных организаций.

Основные наблюдения за качеством вод в прибрежных районах морей России проводятся на станциях государственной службы наблюдения и контроля за загрязнением объектов природной среды (станции ГСН). По составу и частоте наблюдений станции ГСН разделяются на три категории:

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

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

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

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

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

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

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

В настоящем Ежегоднике приведена характеристика загрязненности открытых, прибрежных и эстуарных вод морей России в 2010 г. Основой для составления Ежегодника явились отчетные материалы центров и территориальных управлений Росгидромета, представляемые в ГОИН на основании нормативных документов Росгидромета (Приказ №156, 2000). К материалам сети относятся выпуски «Ежегодника качества морских вод по гидрохимическим показателям», содержащие обобщенные результаты по отдельным районам контроля, а также «Ежегодные гидрохимические данные о качестве морских вод» (ЕГД) с исходными постанционными данными по гидрохимии и концентрации загрязняющих веществ.

Дополнительно были использованы материалы исследований Северо-Западного филиала ФГУ "НПО "Тайфун" Росгидромета (г. Санкт-Петербург). Также в работе используются результаты выполнения национальной программы Украины по мониторингу морской среды Азовского и Черного морей, различных научно-исследовательских учреждений и материалы открытых источников в печати или интернете.

Настоящий сводный Ежегодник по всем морям России подготовлен в Лаборатории мониторинга загрязнения морской среды ГОИН Матвейчук И.Г., Аляутдиновым В.А., Крутовым А.Н. и Кочетковым В.В. под общей редакцией Коршенко А.Н.

Адрес: 119034 Москва, Кропоткинский пер., 6,
www.oceanography.ru, korshenko@mail.ru.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ

1.1. 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. 1.1). «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 приведено в документе «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.; Далее в ссылках «Перечень ПДК» (ПДК, 2010). Всего в Перечне описано 1071 химическое соединение или вещество.

Таблица 1.1. 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 водоемы; 0,15 мезотрофные; 0,2 эвтрофные	50 150 200	

Металлы					
Алюминий (4)	33	Al	для пресных вод – 0,04	40	
Барий (4)	93	Ba	2,0 при 12–18‰ для пресных вод – 0,74	2000 740	
Ванадий (3)	141	V	для пресных вод – 0,001	1	
Железо (2)	344	Fe	0,05; для пресных вод – 0,1	50 100	
Кадмий (2)	386	Cd	0,01 для пресных вод – 0,005	10 5	
Кальций (4э)	393	Ca	610 при 12-18‰ для пресных вод – 180,0		
Кобальт (3)	412	Co	0,005 для пресных вод – 0,01	5 10	
Марганец 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 поверх- ностно-активные веще- ства (СПАВ), (4)	648	Detergents	0,1 для пресных вод – 0,5	100 500	
Нефтепродукты (нефтя- ные углеводороды, НУ), (3)	600	Total Petroleum Hydrocarbons (TPHs)	0,05	50	
Фенол/карболовая кисло- та (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
Гексахлорциклогексан (гексахлоран). ГХЦГ Смесь изомеров 1,2,3,4,5,6- гексахлорциклогексана	163	HCH $C_6H_6Cl_6$	отсутствие (условно – 0,00001)	0,01	10
ДДТ (1), <i>инсектицид</i>	196	DDT, DDD, DDE $C_{14}H_9Cl_5$	отсутствие (условно – 0,00001)	0,01	10
Ацетон (3)	83	C_3H_6O	0,05	50	
Бензол (4)	99	Benzen, C_6H_6	0,5	500	
Бромбензол (2)	112	C_6H_5Br	0,0001, морские воды 0,1	0,1 100	
α -Бромнафталин (1)	117	$C_{10}H_7Br$	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_6H_5Br	отсутствие (0,0000001)	0,0001	0,1
Метафос (1), <i>инсектицид</i>	248	$C_8H_{10}NO_5PS$, Metaphos	0,00003	0,03	30
Дихлофос (1), <i>акарицид, инсектицид</i>	238	$C_4H_7O_4PCl_2$, Dichlophos	отсутствие (условно – 0,00001)	0,01	10
Карбофос (1), <i>инсектицид</i>	241	$C_{10}H_{19}O_6PS_2$, Dichlophos	отсутствие (условно – 0,00001)	0,01	10
Хлорофос (1), <i>инсектицид</i>	259	$C_4H_8O_4PCl_3$, Chlorophos	0,00002	0,02	20
2,4-Динитрофенол (2)	275	$C_6H_4N_2O_5$	0,0001	0,1	100
Эптам (1), <i>гербицид</i>	280	$C_9H_{19}NOS$	0,00008	0,08	80
Дихлорбензол (2), смесь изомеров	293	$C_6H_4Cl_2$	0,001	1,0	1000
Кельтан/дикофол (1), <i>инсектицид</i>	295	$C_{14}H_9OCl_5$	0,00001	0,01	10
Пропанид/пропанил (2), <i>гербицид</i>	302	$C_9H_9NOCl_2$	0,0003	0,3	300
2,4-Дихлорфенол (1)	309	$C_6H_4OCl_2$	0,0001	0,1	100
Фозалон (1), <i>пестицид</i>	335	$C_{12}H_{15}ClNO_4PS$ 2	0,00001	0,01	10
Додecilбензол (2)	340	$C_{18}H_{30}$	0,0001	0,1	100
Каратан (1), <i>фунгицид</i>	399		0,00007	0,07	70

Метатион/ метилнитро- фос/сумитион (1), <i>инсек- тицид</i>	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	ТВТ (C ₄ H ₉) ₄ Sn	0,0001	0,1	100
Толуол/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)	100 6	C ₆ H ₁₂	0,01	10	
Общие показатели					
Растворенный кисло- род	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 показа- тель (рН)		рН	Не должен выходить за пределы 6,5-8,5		
Биохимическое по- требление кислорода (БПК ₅ ; БПК _{полное})	Стр. 9**	BOD ₅ ; BOD _{total}	При температуре 20 ⁰ С не должно превы- шать 3,0 мг/л		
Взвешенные вещества (4)	143	Suspended sol- ids	ПДК 10,0 мг/дм ³ . Инертная природная мине- ральная взвесь, состоящая из неорганическо- го осадочного материала (глинистые и обло- мочные материалы, горные породы, силикаты, карбонаты и др.) с дисперсностью частиц от 0,5 мкм. Для континентальной шельфовой зоны морей с глубинами более 8 м.		
Сера элементарная (4)	755	S	10,0 мг/дм ³		

* Номер вещества в Перечне (ПДК, 2010).

** Описание в Перечне (ПДК, 1999).

В настоящем Ежегоднике для описания качества вод и сравнения по этому параметру различных акваторий используются расчетные значения индекса загрязненности вод (ИЗВ), позволяющие отнести воды исследуемого района к определенному классу чистоты (Табл.1.2).

Таблица 1.2. 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», Москва, Госкомитет СССР по гидрометеорологии, 1988, 9 с. В этих МР для расчета оценки качества пресных вод по ИЗВ установлено использование шести показателей (ингредиентов), имеющих наибольшие значения, независимо от того, превышают они ПДК или нет. В набор включены показатели растворенного кислорода и БПК₅. Для морских вод для расчета индекса используют четыре параметра с обязательным включением в этот список растворенного кислорода. Для морских вод ИЗВ рассчитывается по формуле:

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

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. 1.3) на реальное содержание.

Таблица 1.3. 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

Порядок подготовки информации о загрязнении морской среды, утвержденный Приказом Руководителя Росгидромета «О введении в действие Порядка подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды» №156 от 31.10.2000 г., отдельно определяет критерии **экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ)** морской водной среды:

- максимальное разовое содержание, превышающее ПДК для нормируемых веществ 1–2 класса опасности в 5 и более раз; для веществ 3–4 класса опасности – в 50 раз и более. Содержание веществ в морских водах сопоставляется с наиболее «жесткими» ПДК в ряду одноименных показателей. Для веществ, на которые нормативными документами предусмотрено полное отсутствие их в воде водных объектов, в качестве ПДК условно принимается значение 0,01 мг/л;
- появление запаха вод интенсивностью более 4 баллов, не свойственного воде ранее;
- покрытие пленкой (нефтяной, масляной или другого происхождения) более 1/3 поверхности водного объекта при его обозримой площади до 6 км²;

- покрытие пленкой поверхности водного объекта на площади 2 км² и более при его обозримой площади более 6 км²;
- снижение содержания растворенного кислорода до значения 2 мг/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 ¼ 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 концентраций, характеризующих высокое загрязнение и экстремально высокое загрязнение (Табл.1.4).

Таблица 1.4. 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
ДДГ	$\geq 0,03$ 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

Кроме индекса ИЗВ для оценки уровня качества морских вод могут быть использованы три показателя загрязненности вод:

- 1) комплексности – отношение числа веществ, содержание которых превышает норму, к общему числу нормируемых ингредиентов, определяемых на исследуемой акватории,
- 2) устойчивости – количество проб, в которых обнаружено достижение или превышение ПДК,
- 3) уровня – кратность превышения ПДК.

По второму и третьему показателю для каждого ингредиента может быть определена градация:

- единичное превышение норматива (повторяемость превышения ПДК менее 10%, кратность превышения до 2 раз);
- неустойчивое превышение норматива (повторяемость превышения ПДК менее 30%, кратность превышения до 4 ПДК);
- характерное превышение норматива (повторяемость превышения ПДК более 50%, кратность превышения до 18 раз).

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. 1.5).

Таблица 1.5. Допустимый уровень концентрации (ДК) загрязняющих веществ в донных отложениях водоемов в соответствии с зарубежными нормами (Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95, Warmer H., van Dokkum R., 2002).

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

В 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. Также не контролируется ливневый сток и другие формы поступления в моря загрязненных вод от диффузных источников.

2. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

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

2.1. 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 перемешивание хорошо развито осенью и зимой вследствие охлаждения поверхностных вод и их осолонения при ледообразовании. В Среднем Каспии глубина конвекции достигает 200 м, в южном Каспии – 80–100 м (Косарев А.Н., 1975).

Наибольшая протяженность моря с севера на юг составляет 1030 км, с востока на запад – 435 км. В связи с этим в северной части моря сезонные колебания температуры воды выражены более резко, чем в южной части. Температура воды на поверхности моря летом достигает 24–27⁰С, 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 портов, 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 водно-болотистых районах Северного Каспия водится множество птиц (более 100 видов), таких как утки, лебеди, цапли, кулики, чайки и др. Единственное обитающее в море 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, 521 тыс. жителей в 2010 г.) расположен на 11 островах Прикаспийской низменности, в верхней части дельты Волги; на Дагестанском побережье Махачкала (2010 г. – 578 тыс.) и Дербент (<http://ru.wikipedia.org/wiki>).

2.2. Состояние вод Северного Каспия

В 2010 г. Астраханский ЦГМС провёл гидрохимические исследования морских вод Северного Каспия на 8 станциях III векового разреза и 10 станциях векового разреза IIIa в мае, августе и ноябре (рис. 2.1). 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. 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, фенолов, СПАВ, цинка и меди.



Рис 2.1. Станции отбора проб на акватории Северного Каспия в 2010 г.

Вековой разрез III

За весь период наблюдений в 2010 г. среднее суммарное содержание **нефтяных углеводородов** составило 0,05 мг/л, что меньше уровня предыдущего года (0,09 мг/л); диапазон изменений в пределах от 0 до 2,6 ПДК, азота аммонийного не превышало 1 ПДК. Концентрация нефтяных углеводородов была ниже предела обнаружения в мае и августе, а максимальное значение (0,13 мг/л, 2,6 ПДК) было отмечено 22 мая на севере разреза на наиболее близко расположенной к берегу станции.

Концентрация суммарных **фенолов** была от 0,001 до 0,004 мг/л, при среднем значении 0,001 (1 ПДК). Эти значения были в пределах обычного диапазона концентрации фенолов. Среднее содержание синтетических поверхностно-активных веществ составило 0,044 мг/л (0,4 ПДК), а максимум доходил до 0,072 мг/л и был отмечен на 20 станции в поверхностном слое 4 августа. Загрязнение вод разреза медью было весьма высоким: средняя концентрация составила 10,07 мкг/л (2 ПДК), а максимум достигал 33 мкг/л в придонном слое на 23 станции разреза 22 мая. Содержание соединений цинка изменялось в пределах 1,2–166,0 мкг/л (0,02–3,3 ПДК). Максимальная величина наблюдалась в придонном слое на самой южной станции в конце мая.

Основные гидрохимические параметры и содержание **биогенных веществ** были в пределах естественных межгодовых колебаний значений и не превышали 1 ПДК (табл. 2.1). На станциях разреза закономерно отмечен очень широкий диапазон значений солености – почти 11‰. Минимум был зафиксирован в поверхностном слое на ближайшей к берегу станции в августе, а максимум в придонных водах в центре разреза в мае. Среднее содержание фосфатов на разрезе составило 6,2 мкг/л. При этом концентрация заметно уменьшилась, максимальное значение наблюдалось в августе (10,1 мкг/л), что значительно ниже прошлогодних значений. Минимальное значение зафиксировано в центре разреза 22 мая и составило 1,9 мкг/л.

Кислородный режим в водах III векового разреза в целом был в пределах нормы. Минимальное значение было выше допустимой минимальной нормы и составило 7,55 мгО₂/л в поверхностном слое в середине разреза в конце сентября. Процент насыщения вод кислородом изменялся в диапазоне от 94,1 до 115,2%, в среднем 102,8%. В 2010 г. воды III векового разреза по индексу загрязненности **ИЗВ** (0,82) остались на прошлогоднем уровне и за период наблюдений оцениваются как «умеренно загрязненные», III класс качества. Из контролируемых загрязняющих веществ приоритетными в водах всего Северного Каспия были нефтяные углеводороды, фенолы и медь.

Таблица 2.1. Гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ на вековых разрезах в водах Северного Каспия в 2010 г.

Параметр	Вековой разрез IIIa			Вековой разрез III			Вековой разрез IV		
	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.
Соленость, ‰	6,77	0,73	11,31	11,2	4,5	12,92	11,5	6,03	13,55
Растворённый кислород, мл/л	6,52	5,15	7,7	6,4	5,28	7,61	6,4	5,24	7,29
Растворённый кислород, мг/л	9,33	7,36	11,00	9,16	7,55	10,87	9,16	7,49	10,96
pH	8,51	8,38	8,75	8,46	8,3	8,84	–	–	–
Фосфаты (P–PO ₄), мкг/л	5,76	1,9	19,5	6,2	1,9	10,1	–	–	–
Нитриты (N–NO ₂), мкг/л	3,11	0,7	26,7	3	0,1	40,3	1,6	0,1	6,5
Нитраты (N–NO ₃), мкг/л	26,3	5,5	190,3	16,4	7,2	45,5	12,7	2,7	17,4
Аммоний (N–NH ₄), мкг/л	95,02	0,5	380	129,3	10,2	391	198,65	18,1	391
Si, мкг/л	978,25	185	1624	891,1	160	2346	665,30	280	1235

Фенолы, мг/л	0,002	0,001	0,004	0,001	0,001	0,004	0,002	0,001	0,004
НУ, мг/л	0,04	0,001	0,15	0,05	0,02	0,13	0,048	0,002	0,15
СПАВ, мг/л	0,039	0,01	0,06	0,044	0,012	0,072	0,046	0,02	0,1
Сu, мкг/л	11,7	2	34	10,06	1,8	33	9,01	1,2	30
Zn, мкг/л	33,2	1	103	51,1	1,2	166	35,6	1	179

Вековой разрез III

В среднем за 2010 год содержание **нефтяных углеводородов** на разрезе составило 0,04 мг/л (0,8 ПДК). Максимальная концентрация 0,15 мг/л (3 ПДК) была зафиксирована в поверхностном слое на станции в центре разреза 25 марта. Концентрация фенола была в пределах от 0,001 до 0,004 мг/л, средняя составила 0,002 мг/л (2 ПДК), что соответствует фоновому уровню. Содержание СПАВ в воде изменялось в узком диапазоне от 0,01 до 0,06 мг/л, среднее значение составило 0,04 мг/л. Из тяжелых металлов в комплекс наблюдений вошли медь и цинк (табл. 2.1). Средняя и максимальная концентрация этих металлов была существенно ниже среднегодовой и максимальной величины для вод этого разреза – 26,3 и 98 мкг/л, 45,8 и 218 мкг/л, соответственно.

В 2010 г. даже максимальная концентрация всех форм биогенных веществ не превышала 1 ПДК (табл. 2.1). **Кислородный** режим вод векового разреза III был в пределах нормы. Насыщение вод кислородом варьировало в пределах 92,7–115,2%, в среднем 104,2%, ненамного превышая показатели прошлого года. Минимальное значение растворенного кислорода составило 7,36 мгО₂/л, и было отмечено в начале августа на поверхности в середине разреза. Воды разреза за исследуемый период 2010 г. оцениваются как «умеренно загрязненные» (III класс, ИЗВ = 0,86). По индексу ИЗВ их качество несколько улучшилось по сравнению с предыдущим годом (1,16).

Вековой разрез IV

В 2010 г. экспедиционные работы по исследованию гидрохимических характеристик и уровня загрязнения вод на 4 станциях пограничного между Северным и Средним Каспием IV векового разреза между о. Чечень и полуостровом Мангышлак выполнены Дагестанским ЦГМС в мае, августе и сентябре. Всего отобрано 33 пробы из поверхностного, промежуточного (10 м) и придонного слоев. 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 1 ПДК (0,048 мг/л), а максимальное значение (3 ПДК) было зафиксировано в поверхностном слое на самой восточной станции 22 мая. Концентрация фенолов варьировала в узком диапазоне 0,001–0,004 мг/л, среднее значение 0,002 мг/л.

Концентрация аммонийного азота во всех пробах морской воды в 2010 г. изменялась от 18,1 мкг/л (май) до 391 мкг/л (август), составив в среднем 198,6 мкг/л. По сравнению с предыдущим годом диапазон концентрации аммонийного

азота значительно уменьшился, а средняя увеличилась. Среднее содержание общего азота в водах района увеличилось в полтора раза до 335 мкг/л, а экстремальные значения выявлены в мае – 516 мкг/л в поверхностном слое и 262 мкг/л у дна.

В 2010 г. **кислородный** режим морских вод изменился незначительно относительно предыдущих лет. Среднегодовая концентрация растворенного в воде кислорода на границе Северного и Среднего Каспия (9,16 мгО₂/л) была немного ниже значения прошлого года (11,20 мгО₂/л). Максимальная величина (10,96 мгО₂/л) наблюдалась в конце мая в промежуточном слое при температуре воды 9,7⁰С, а минимальная (7,49 мгО₂/л, выше норматива) была отмечена в августе в придонном слое вод на глубине 14 м. Аэрация вод на IV вековом разрезе на всех горизонтах характеризуется как хорошая.

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 прошлогодним уровнем (0,93), а морские воды разреза на границе Северного и Среднего Каспия оцениваются III классом, «умеренно загрязненные» (рис. 2.2).

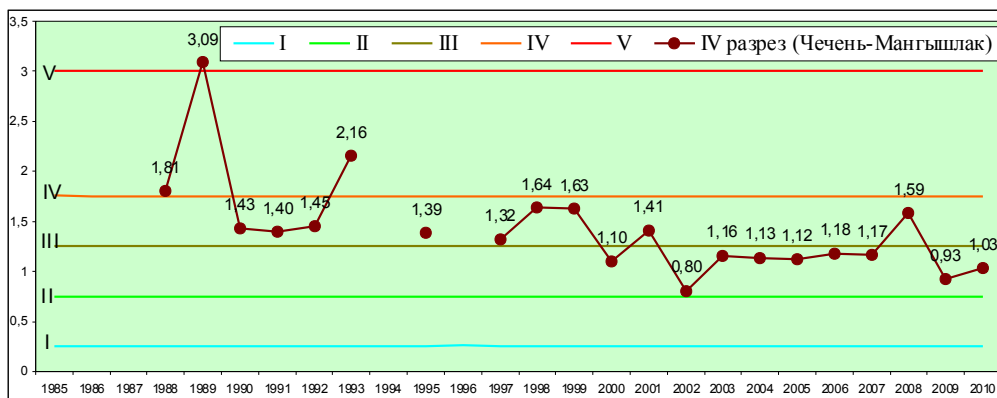


Рис. 2.2. Динамика ИЗВ на разрезе о. Чечень – п-ов Мангышлак в 1988–2010 гг.

2.3. Состояние вод Дагестанского побережья

В 2010 г. наблюдения за загрязнением морских вод Дагестанского взморья была выполнена на 33 станциях в районе Лопатина, Махачкалы, Каспийска, Избербаша, Дербента и на устьевых взморьях рек Терек, Сулак и Самур (рис. 2.3). Всего обработано 323 пробы воды из поверхностного, промежуточного и придонного горизонтов, максимальная глубина отбора проб составила 23 м. Наблюдения были выполнены Дагестанским ЦГМС (г. Махачкала) в мае, июле, сентябре, октябре, ноябре и декабре.

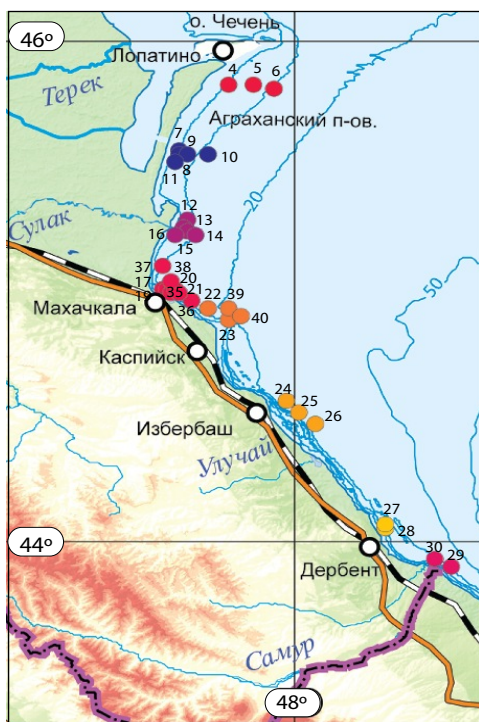


Рис. 2.3. Карта-схема расположения станций отбора проб на Дагестанском взморье в 2010 г.

Лопатин. Всего в районе полуострова Лопатин было отобрано 30 проб из поверхностного и придонного слоя на трех станциях с глубинами от 4 до 10 м. Пробы морской воды отбирались в мае, июле, сентябре, октябре и декабре. Температура морской воды изменялась по сезонам от $14,45^{\circ}\text{C}$ в мае до $12,33^{\circ}\text{C}$ в ноябре (табл. 2.2). Средняя величина солености в отобранных пробах воды составила $7,716\text{‰}$, а диапазон изменений от $0,165\text{‰}$ в октябре до $13,21\text{‰}$ в мае. Водородный показатель pH изменялся от 8,34 до 8,65, в среднем составил 8,47 и примерно равнялся значениям 2009 г.

Таблица 2.2. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров и концентрация биогенных элементов (мкг/л) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2010 г.

Район	Temp	Sal	O ₂ %*	pH	PO ₄	P tot	NO ₂	NO ₃	NH ₄	N tot	Si
Лопатин	17,8	7,71	102,4	8,47	12,41	22,68	1,84	15,23	175,94	358,13	335,4
	30,0	13,21	91,2	8,65	18,6	42,5	2,76	18,6	348	448	495,00
Взморье р. Терек	18,35	7,95	100,8	8,49	12,4	24,7	2,22	14,14	203,74	340,62	424,08
	29	11,62	89,6	8,68	18,1	48,9	2,92	18,8	381	394	643,00
Взморье р. Сулак	18,06	8,70	101,4	8,50	11,86	23,3	2,01	14,37	153,37	321,74	408,24
	28,5	12,44	88,1	8,63	18,4	39,7	2,68	20,7	355	384	648,00
Махачкала	17,97	10,23	100,7	8,52	13,54	21,23	1,94	13,8	226,69	326,22	405,63
	28,8	13,30	94,3	8,68	19,00	28,4	2,44	17,4	342	380	520,00
Каспийск	17,39	11,63	99,8	8,52	12,49	21,21	1,90	14,06	230,1	327,47	426,77
	28,3	14,50	86,6	8,63	16,8	30,1	2,72	17,00	392	390	861,00
Избербаш	16,7	11,92	100,5	8,52	10,6	20,22	1,78	13,64	224,89	310,55	440,00
	28,2	14,48	87,7	8,62	15,8	29,4	2,62	17,7	365	381	767,00
Дербент	18,11	8,21	101,3	8,57	12,39	19,28	1,72	13,40	235,38	326,56	384,06
	28,2	12,36	94,8	8,66	15,0	27,0	2,51	17,0	363	381	441,00
Взморье р. Самур	18,1	6,19	101,5	8,57	11,91	18,38	1,65	13,45	225,16	324,06	380,56
	29,0	10,12	97,3	8,58	15	26,20	2,20	16,4	360	381	441,00

* – среднее и минимальное процентное насыщение вод растворенным кислородом.

Концентрация **биогенных веществ** в морской воде была в пределах естественной межгодовой изменчивости. Среднегодовое содержание в водах района фосфатов составило 12,41 мкг/л, силикатов – 335,4 мкг/л, нитритов – 1,84 мкг/л, нитратов – 15,23 мкг/л (табл. 2.2). Среднее содержание аммонийного азота в 2010 г. составило 175,94 мкг/л, максимальное значение было зафиксировано 29 сентября и составило 348 мкг/л. По сравнению с предыдущим годом среднее содержание аммонийного азота понизилось. В 2010 г. содержание общего азота составило в среднем 358,13 мкг/л; диапазон изменений 289–448 мкг/л.

Содержание **нефтяных углеводородов** изменялось в пределах 0,02–0,06 мг/л (0,4–1,2 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 9,23 мг/л, минимальное значение (7,51 мг/л) наблюдалось в придонном слое вод в середине июля (рис. 2.4); процентное насыщение вод кислородом изменялось от 91,2% до 114,0%, среднее 102,4%. Индекс загрязненности вод (ИЗВ), рассчитанный по средней концентрации НУ, фенолов и аммонийного азота, составил 1,20 (III класс), а морские воды в районе оцениваются как «умеренно загрязненные» (табл. 2.4, рис. 2.5). По сравнению с предыдущими годами изменений в качестве прибрежных вод района Лопатина, оцениваемых по ИЗВ, не произошло. Основными загрязняющими веществами остаются фенолы, как природного, так и антропогенного происхождения, и нефтяные углеводороды.

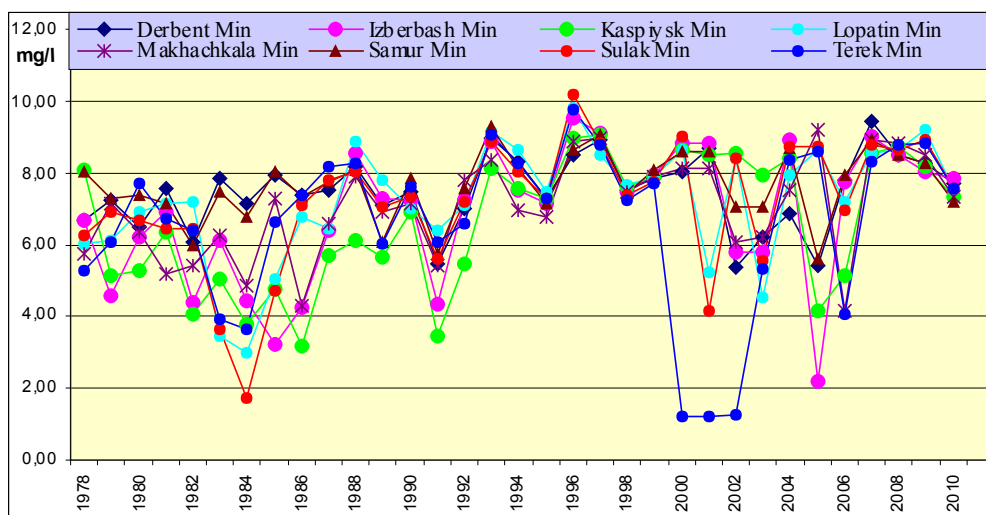


Рис. 2.4. Динамика минимальной концентрации растворенного в воде кислорода (мг/л) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 1978–2010 гг.

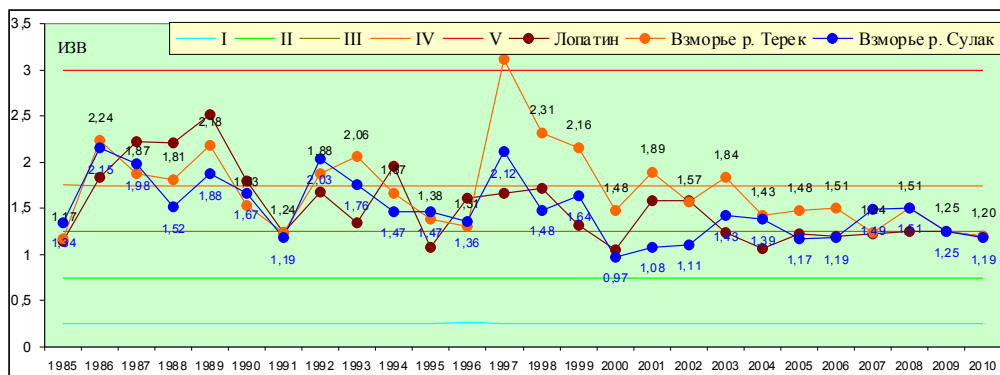


Рис. 2.5. Динамика ИЗВ в районе Лопатина и на взморье рек Терек и Сулак в 1985–2010 гг.

Взморье р. Терек. Вблизи Прорези на пяти станциях устьевого взморья реки Терек с глубинами 4–10 м было отобрано 50 проб из поверхностного и придонного слоев воды. Отбор производился в мае, июле, сентябре, октябре и ноябре. Среднее значение температуры воды было $18,35^{\circ}\text{C}$, максимальная температура ($29,0^{\circ}\text{C}$) была зафиксирована в июле (табл. 2.2). Соленость в период наблюдений изменялась от 3,48‰ в июле до 20,4‰ в сентябре. Водородный показатель рН изменялся от 8,23 до 8,68 и составил в среднем 8,49.

Содержание **биогенных веществ** в водах устьевой области р. Терек было в целом в пределах обычной многолетней изменчивости. Среднегодовая концентрация в водах района неорганического фосфора (фосфатов) составила 12,4 мкг/л, силикатов – 424,08 мкг/л, нитритов – 2,22 мкг/л, нитратов – 14,14 мкг/л. В 2010 г. среднегодовое содержание аммонийного азота понизилось по сравнению с предыдущим годом и составило 203,74 мкг/л, максимальное значение отмечено в июле в придонном слое (381 мкг/л), минимальное (99 мкг/л) – в октябре, в промежуточном слое вод. Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже 1 ПДК. Содержание общего азота в морской воде по сравнению с 2009 г. повысилось и составило в среднем 340,62 мкг/л, минимум отмечен в сентябре (276 мкг/л) в промежуточном слое, максимум (394 мкг/л) наблюдался в октябре у поверхности. Максимальное значение общего фосфора 48,9 мкг/л было зафиксировано в мае, минимальное значение составило 15 мкг/л в ноябре в промежуточном слое.

В 50 отобранных пробах содержание **нефтяных углеводородов** изменялось в пределах от 0,02–0,06 мг/л (0,4–1,2 ПДК), составив в среднем 0,045 мг/л (меньше 1 ПДК). В поверхностном слое средняя концентрация НУ была выше (0,054 мг/л), чем в придонном слое (0,036 мг/л). По сравнению с предыдущим годом среднее и максимальное содержание нефтяных углеводородов в морской воде несколько понизилось. Загрязнение морских вод фенолами за истекший период наблюдений изменялось в узких пределах 1–5 мкг/л при среднем значении 2,7 мкг/л (3 ПДК). По сравнению с предыдущим годом содержание фенолов в воде практически не изменилось. Концентрация СПАВ достигала 6 мкг/л (0,06 ПДК), составив в среднем 3,3 мкг/л.

В водах устьевого взморья Терека **кислородный режим** был в пределах среднемноголетних значений. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в 2010 г. от 7,58 до 10,81 мг/л, средняя величина равна 9,02 мг/л, что на 13% ниже прошлогоднего уровня; процент насыщения составлял 89,6–117,9% (100,8%). По сравнению с предыдущим годом значение индекса ИЗВ на взморье Терека немного уменьшилось до 1,20, что соответствует III классу вод, «умеренно загрязненные» (рис. 2.4). Расчет производился по средней концентрации НУ, фенолов и аммонийного азота.

Взморье реки Сулак. Отбор проб морской воды на устьевом взморье реки производился в мае, июле, октябре, сентябре и ноябре на пяти станциях с глубиной до 9 м. Минимальная температура воды (11,6⁰С) была зафиксирована в мае, а максимальная (28,5⁰С) в июле (табл. 2.2). Соленость в период наблюдений изменялась от 3,26‰ летом до 12,44‰ весной. Водородный показатель рН изменялся в пределах 8,39–8,63, а среднее значение равно 8,50.

Содержание **биогенных веществ** в целом было в пределах естественных межгодовых колебаний (табл. 2.2). В водах взморья среднегодовая концентрация фосфатов почти в 4 раза превышала прошлогоднюю и составила 23,3 мкг/л, силикатов, нитритов и нитратов осталась практически на прежнем уровне – 408, 2,0 и 14,4 мкг/л соответственно. Содержание аммонийного азота (средняя 153 мкг/л, максимальная 355 мкг/л, отмечена 29 сентября в поверхностном слое) было на уровне ниже 1 ПДК. Концентрация общего азота в воде по сравнению с 2009 г. незначительно снизилась и составила в среднем 322 мкг/л, минимум отмечен 30 ноября (256 мкг/л) в придонном слое, а максимум (384 мкг/л) наблюдался в конце сентября на поверхности. Максимальное значение общего фосфора в морской воде значительно превысило прошлогоднее значение и составило 39,7 мкг/л (9 мая). Средняя концентрация также повысилась и составила 23,3 мкг/л, а минимальная (14,8 мкг/л) была зафиксирована в конце ноября.

Содержание **нефтяных углеводов** в водах района изменялось в пределах 0,03–0,06 мг/л (0,6–1,2 ПДК), составив в среднем 0,046 мг/л (1,0 ПДК). Величины равные или больше 1 ПДК были зафиксированы в 28 пробах из 50 проанализированных, что свидетельствует об относительно высоком уровне загрязнения вод устья Сулака НУ. Концентрация фенолов в исследуемый период времени изменялась в пределах 1–5 мкг/л; средняя 2,8 мкг/л (2,8 ПДК). Как максимальное, так и среднее содержание практически не изменилось по сравнению с предыдущим годом. Содержание детергентов в водах взморья было в пределах обычной межгодовой изменчивости и составило в среднем 4,2 мкг/л, а максимум достигал 7 мкг/л (0,07 ПДК), что существенно меньше норматива.

Содержание растворенного в воде устьевой области Сулака **кислорода** в период наблюдений в 2010 г. изменялось от 7,55 мг/л в придонном слое в июле до 10,69 мг/л в мае, составив в среднем 9,10 мг/л, что немного меньше прошлогоднего уровня. Процентное насыщение вод кислородом составляло 88,1–115,7%, в среднем 101,4%. Качество вод устьевого взморья р. Сулак немного улучшилось по сравнению с 2009 г., а значение индекса ИЗВ составило 1,19. Воды характеризуются как «умеренно загрязнённые» (III класс), (рис. 2.4).

Махачкала. На мелководье вблизи столицы Дагестана в период с мая по декабрь было отобрано 85 проб из поверхностного и придонного горизонтов на 9 станциях с глубинами от 4 до 12 метров. В течение периода исследований температура изменялась от 11,20⁰С до 28,8⁰С, в среднем 17,97⁰С (табл. 2.2.). Соленость морской воды изменялась в диапазоне 5,75–13,30‰; водородный показатель рН 8,43–8,68.

Содержание в водах района **биогенных веществ** в среднем составило: неорганического фосфора (фосфатов) – 13,54 мкг/л, силикатов – 405,63 мкг/л, нитритов – 1,95 мкг/л, нитратов – 13,84 мкг/л. Диапазон изменений концентрации аммонийного азота 101–342 мкг/л; среднее значение 226,69 мкг/л; максимальное отмечено в конце октября в поверхностном слое. В 2010 г. содержание общего азота по сравнению с предыдущим годом несколько снизилось и составило в среднем 326,22 мкг/л, максимум 380 мкг/л (середина мая, поверхность), минимум 248 мкг/л. Концентрация общего фосфора в морской воде изменялась от 13,6 мкг/л до 28,4 мкг/л, составив в среднем 21,23 мкг/л, максимальное значение было отмечено 12 мая на поверхностном горизонте.

Среднее содержание **нефтяных углеводородов** за год составило 0,05 мг/л, максимальное 0,07 мг/л (1,4 ПДК). В целом загрязнение вод НУ было высоким, поскольку значения равные или больше ПДК отмечены в 53 пробах из 85 (62,4%). Концентрация фенолов изменялась в пределах от 1 до 6 мкг/л (среднее 3 мкг/л), все значения были на уровне или выше установленного ПДК. Содержание детергентов в водах района было в пределах обычной нормы, в среднем составило 4 мкг/л, максимум 7 мкг/л (0,07 ПДК) был зафиксирован 12 мая.

Содержание растворенного в воде **кислорода** в период наблюдений изменялось в пределах от 7,34 мг/л (9 июля в придонном слое при температуре воды 26,3⁰С) до 10,89 мг/л (9 мая при температуре 13,6⁰С), составив в среднем 8,97 мг/л. И средние и минимальные значения концентрации кислорода были ниже предыдущих лет, хотя и не выходили за допустимую границу. Хотя диапазон значений процентного насыщения вод кислородом несколько повысился в 2010 г. (94,3–117,1%) по сравнению с прошлым годом (87,6–110,0%), однако средние были одинаковыми 100,7% и 100,4% соответственно. На взморье Махачкалы значение индекса ИЗВ в последние годы остается практически неизменным (2010=1,29) и класс качества вод по-прежнему IV, «загрязнённые».

Каспийск. В прибрежной зоне у г. Каспийска наблюдения проводились на 4 станциях с глубинами от 5 до 22 м. В мае, июле, октябре и ноябре было отобрано 41 проб из поверхностного, промежуточного (горизонт 10 м) и придонного слоя вод. Температура морской воды за период наблюдений изменялась от 8,8⁰С до 28,3⁰С. Соленость варьировала от 8,24‰ в июле у поверхности до 14,5‰ в мае у дна; рН изменялся от 8,42 до 8,63.

Содержание в водах района **биогенных веществ** составило в среднем: неорганического фосфора (фосфатов) 12,49 мкг/л, силикатов – 426 мкг/л, нитритов – 1,91 мкг/л, нитратов – 14,06 мкг/л. Концентрация аммонийного азота в 2010 г. в среднем равнялась 230 мкг/л (0,46 ПДК), минимальное значение (101 мкг/л) зафиксировано на глубине 10 м в марте, максимум (392 мкг/л, 0,8 ПДК) в ноябре у дна. Содержание общего азота в морской воде (327 мкг/л) было примерно рав-

ным показателям предыдущих лет. Средняя концентрация общего фосфора на взморье Каспийска (21,2 мкг/л) была немного больше прошлогодних значений, минимальное и максимальное значения также несколько возросли и составили 14,2 и 30,1 мкг/л соответственно.

Содержание **нефтяных углеводов** изменялось в пределах от 0,02 до 0,07 мг/л (1,4 ПДК), среднее составило 0,048 мг/л (1 ПДК). В 23 пробах из 41 отобранных (56%) концентрация НУ была равной или больше 1 ПДК. Содержание фенолов варьировало от 1 до 6 мкг/л при среднем значении 3,2 мкг/л. По сравнению с прошлым годом загрязнение вод фенолами практически не изменилось. Максимальная концентрация СПАВ достигала 6 мкг/л (0,06 ПДК), данное значение было отмечено в мае и ноябре; среднее значение загрязнения воды детергентами составило 3,7 мкг/л (0,04 ПДК). По сравнению с прошлым годом содержание детергентов повысилось незначительно.

Кислородный режим вод района в целом был в пределах многолетней изменчивости. За период наблюдений концентрация растворенного в воде кислорода изменялась от 7,34 мг/л в придонных водах 7 июля при 26,4⁰С до 10,74 мг/л на поверхности 11 мая при 13,9⁰С; среднее значение равно 8,93 мг/л. Процентное насыщение вод кислородом составило 99,8%, значения колебались в пределах 86,6–113,7%, максимум отмечен в мае. Индекс загрязненности вод ИЗВ составил 1,28, что равно прошлогоднему значению, а воды на взморье Каспийска оцениваются IV классом, «загрязненные». Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, фенолы и аммоний.

Избербаш. В 2010 г. в районе города Избербаш были отобраны 37 проб морской воды на 3 станциях с глубинами 20–23 м. За период наблюдений температуры морской воды изменялась в диапазоне 8,8–28,2⁰С. Значения солености колебались от 8,20‰ в июле до 14,48‰ в мае. Водородный показатель рН изменялся от 8,44 до 8,62.

Среднегодовая концентрация в водах района неорганического **фосфора** (фосфатов) составила 10,6 мкг/л, силикатов – 440,77 мкг/л, нитритов – 1,78 мкг/л, нитратов – 13,64 мкг/л. В 2010 г. среднегодовое содержание аммонийного азота повысилось по сравнению с предыдущим годом и составило 224,89 мкг/л (0,5 ПДК), максимальное значение отмечено в сентябре (365 мкг/л, 0,7 ПДК), минимальное (100 мкг/л) в июле. Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже 1 ПДК. Содержание общего азота в морской воде по сравнению с 2009 г. понизилось и составило в среднем 310,55 мкг/л, минимум отмечен в июле (271 мкг/л), максимум (349 мкг/л) наблюдался в сентябре. Минимальное значение общего фосфора (11,6 мкг/л) было зафиксировано в ноябре, а максимальное в ноябре и составило 29,4 мкг/л.

Концентрация **нефтяных углеводов** в водах района изменялась от 0,02 до 0,07 мг/л, составив в среднем 0,043 мг/л (0,9 ПДК). Содержание НУ равное или выше норматива было отмечено в 12 поверхностных пробах, в 5 из промежуточного слоя вод и только 1 из придонного, всего 18 из 36 (50%). Концентрация фенолов изменялась в пределах 1–6 мкг/л (6 ПДК) при среднем содержании 2,9 мкг/л (3 ПДК). По сравнению с предыдущим годом максимальное значение фенолов немного повысилось. Загрязнение вод детергентами изменялось в диапазоне 2–6 мкг/л (0,06 ПДК).

Кислородный режим в период наблюдений был в пределах обычной для района нормы. По сравнению с 2009 г. содержание растворенного в воде кислорода немного понизилось и составило в среднем 9,10 мг/л, минимальное значение (7,85 мг/л) наблюдалось в начале июля, максимальное (11,35 мг/л) в середине мая. Насыщение вод кислородом возросло и составило в среднем 100,52%, минимум насыщения равен 87,7% и зафиксирован на глубине 22 метра в июле. По комплексному индексу загрязнения ИЗВ (1,26) качество вод района по сравнению с прошлым годом практически не изменилось, хотя воды перешли в следующий IV класс «загрязненные» (рис. 2.6).

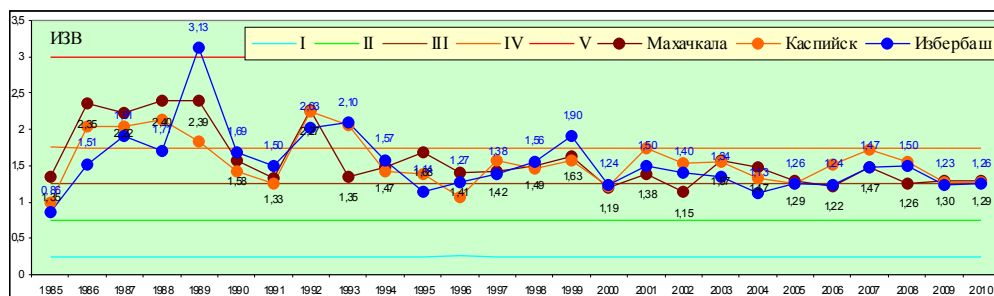


Рис. 2.6. Динамика ИЗВ в прибрежных водах гг. Махачкала, Каспийск и Избербаш в 1985–2010 гг.

Дербент. В 2010 г. на 2 станциях с глубинами 6 и 9 метров в прибрежных водах города Дербент был выполнен отбор 16 проб морской воды в мае, июле, сентябре и ноябре. Средняя температура воды составила 18,11°C, максимальное значение (28,2°C) отмечено в июле, минимальное (11,7°C) в мае. Соленость варьировала от 10,23‰ в ноябре до 12,36‰ в мае. Водородный показатель pH изменялся от 8,48 до 8,66.

Содержание в водах района **биогенных веществ** в среднем составило: неорганического фосфора (фосфатов) – 12,39 мкг/л, силикатов – 384 мкг/л, нитритов – 1,72 мкг/л, нитратов – 13,40 мкг/л. Концентрация аммонийного азота в 2010 г. увеличилась и составила в среднем 235,4 мкг/л (0,5 ПДК), минимальное значение (119,8 мкг/л) зафиксировано на глубине 6 м в июле, максимум (363 мкг/л) – в сентябре на поверхности. По сравнению с прошлым годом содержание аммонийного азота в прибрежных водах существенно повысилось, среднее значение в 1,6 раза, а максимальное в 2,3 раза. Концентрация общего фосфора в морской воде изменялась от 11,6 мкг/л до 27,0 мкг/л, составив в среднем 19,3 мкг/л.

Концентрация **нефтяных углеводородов** изменялась в пределах от 0,03 мг/л (0,06 ПДК) до 0,07 мг/л (1,7 ПДК) при средней концентрации 0,05 мг/л (1,0 ПДК). В 11 из 16 проанализированных проб концентрация НУ была равна или выше 1 ПДК. Концентрация фенолов в период наблюдений была немного выше прошлогодних значений; диапазон изменений 1–6 мкг/л (6 ПДК), в среднем 4 мкг/л (4 ПДК). Уровень загрязнения вод детергентами составлял 4 мкг/л (0,04 ПДК).

Содержание растворенного в воде **кислорода** изменялось от 7,71 мг/л в июле до 10,65 мг/л в ноябре, в среднем 9,10 мг/л, что ниже прошлогоднего уровня (9,89 мг/л). Процент насыщения воды кислородом варьировал в пределах 94,8–

111,7%, а среднее значение составляло 101,3%. Индекс загрязненности вод составил 1,57, что значительно превысило уровень прошлого года. Морские воды оцениваются как «загрязненные» (IV класс).

Взморье реки Самур. На мелководном взморье реки Самур в мае, июле, октябре, сентябре и ноябре было отобрано 16 проб на двух станциях. Температура воды изменялась в диапазоне от 11,3⁰С весной до 29,0⁰С в июле, среднее значение составило 18,1⁰С. В течение периода исследований соленость варьировала от 4,18‰ в мае до 10,12‰ в ноябре. Показатель водорода рН 8,47–8,70.

В 2010 г. средняя концентрация **биогенных элементов** в водах района взморья реки Самур составила: неорганического фосфора (фосфатов) – 11,91 мкг/л, силикатов – 380,56 мкг/л, диапазон 315–441 мкг/л, нитритов – 1,64 мкг/л, нитратов – 13,45 мкг/л. Содержание аммонийного азота на устьевом взморье изменялось от 110,4 мкг/л в июле до 360 мкг/л (0,7 ПДК) в сентябре, среднее 225,17 мкг/л (0,5 ПДК). Содержание общего азота в районе наблюдений по сравнению с предыдущим годом несколько снизилось и составило в среднем 324 мкг/л, максимум – 381 мкг/л в июле, минимум – 254 мкг/л в ноябре. Концентрация общего фосфора в воде района незначительно увеличилась, изменяясь в диапазоне 11,2–26,2 мкг/л, в среднем 18,38 мкг/л.

Концентрация **нефтяных углеводородов** изменялась в пределах 0,02–0,07 мг/л (1,4 ПДК), средняя величина 0,046 мг/л. Концентрация фенолов варьировала в пределах 2–5 мкг/л, в среднем 3,8 ПДК. Загрязнение воды детергентами немного выше прошлогоднего уровня. Среднее значение составляет 4 мкг/л (0,04 ПДК), максимальное значение 6 мкг/л (0,06 ПДК) было зафиксировано в ноябре на поверхности воды.

В **кислородном режиме** морских вод относительно предыдущих лет существенных изменений не отмечено. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в 2010 г. от 7,17 мг/л (8 июля на поверхности) до 11,05 мг/л, средняя величина равна 9,18 мг/л. Насыщение воды кислородом в среднем составило 101,5% и изменялось в диапазоне 97,3–108,0%. На устьевом взморье р. Самур в 2010 г. качество вод существенно ухудшилось, значение индекса ИЗВ составило 1,54 (IV класс, «загрязненные») и существенно превысило значение 2009 г. (1,23).

В целом, в 2010 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 Избербаша, Дербента и на взморье реки Самур индекс ИЗВ превысил границу между классами и воды оцениваются как «загрязнённые». На устьевом взморье Терека и Сулака по сравнению с предыдущим годом значение индекса ИЗВ уменьшилось, но осталось в пределах III класса загрязнения вод («умеренно загрязнённые»).

Таблица 2.3. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Северного и Среднего Каспия в 2008–2010 гг.

Район	Ингредиент	2008 г.		2009 г.		2010 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Северный Каспий:	НУ	–		0,07	1,4	0,05	1,0
		–		0,34	7	0,13	2,6
III разрез	Фенолы	–		1	1,0	1	1,0
		–		3	3	4	4
	СПАВ	–		43	0,4	44	0,4
		–		72	0,7	70	0,7
	Азот	–		119	0,2	129,1	0,3
	аммонийный	–		299,4	0,6	391	0,8
	Cu	–		–		2,9	0,6
		–		–		3,8	0,8
	Zn	–		–		1,9	<0,1
		–		–		2,7	<0,1
	Кислород	–		11,32		9,16	
	мг O ₂ /л	–		13,01		7,55	
Ша разрез	НУ	–		0,08	1,6	0,048	1,0
		–		0,50	10	0,15	3,0
	Фенолы	–		2	2,0	1	1,0
		–		5	5	4	4
	СПАВ	–		45	0,5	39	0,4
		–		88	0,9	60	0,6
	Азот	–		93,17	0,2	95,02	0,2
	аммонийный	–		221,8	0,4	380	0,8
	Cu	–		–		12	2,3
		–		–		34	7
	Zn	–		–		33	0,7
		–		–		103	2,1
Кислород	–		11,43		9,33		
мгO ₂ /л	–		13,55		7,36		
IV разрез о. Чечень – п-ов Мангышлак	НУ	0,06	1,2	0,04	0,8	0,048	1,0
		0,11	2,2	0,07	1,4	0,15	3,0
	Фенолы	3	3,0	2	2,0	2	2,0
		6	6	5	5	4	4
	СПАВ	3	0,03	3	0,03	46	0,46
		6	0,06	7	0,07	100	1,0
	Азот	216,4	0,5	185,2	0,4	198,6	0,4
	аммонийный	335	0,8	545,0	1,1	391	0,8
	Cu	–		2,98	0,6	2,4	0,5
		–		4,5	0,9	3,6	0,7
	Zn	–		1,33	<0,1	1,8	<0,1
		–		2,2	<0,1	2,8	<0,1
Кислород	9,88		11,20		9,16		
мгO ₂ /л	8,56		9,72		7,49		

Средний Каспий: Лопатин	НУ	0,05	1,0	0,05	1,0	0,044	0,9
		0,08	1,6	0,08	1,6	0,06	1,2
	Фенолы	3	3,0	2,6	2,6	2,9	2,9
		5	5	4	4	5	5
	СПАВ	3,1	0,03	3,3	0,03	3,3	0,03
		5	0,05	5	0,05	5	0,05
	Азот	166,6	0,3	198,8	0,4	176	0,4
	аммонийный	314,3	0,6	241,0	0,5	348	0,7
	Cu	–	–	–	–	3,0	0,6
		–	–	–	–	3,7	0,7
	Zn	–	–	–	–	1,53	<0,1
		–	–	–	–	2,0	<0,1
Кислород	9,27		10,75		9,23		
мгО ₂ /л	8,65		9,19		7,51		
Взморье р. Терек	НУ	0,05	1,0	0,05	1,0	0,05	1,0
		0,08	1,6	0,08	1,6	0,06	1,2
	Фенолы	3	3,0	2,9	2,9	2,7	2,7
		7	7	5	5	5	5
	СПАВ	3,4	0,03	3,6	0,04	3,3	0,03
		7	0,07	5	0,05	6	0,06
	Азот	177	0,4	202,9	0,4	203,7	0,4
	аммонийный	348	0,9	272,0	0,5	381	0,8
	Cu	–	–	2,5	0,5	3,51	0,7
		–	–	3,4	0,7	4,9	1,0
	Zn	–	–	1,71	<0,1	2,19	<0,1
		–	–	2,2	<0,1	2,8	<0,1
Кислород	9,25		10,40		9,02		
мгО ₂ /л	8,76		8,82		7,58		
Взморье р. Сулак	НУ	0,049	1,0	0,048	1,0	0,046	1,0
		0,08	1,6	0,07	1,4	0,06	1,2
	Фенолы			2,8	2,8	2,8	2,8
				4	4	5	5
	СПАВ	3	0,03	4	0,04	4,2	0,04
		8	0,08	6	0,06	7	0,07
	Азот	179,9	0,4	203,3	0,4	153,4	0,3
	аммонийный	390	0,8	273,0	0,5	355	0,7
	Cu	–	–	3,33	0,7	3,34	0,71
		–	–	4,1	0,8	4,4	0,88
	Zn	–	–	1,36	<0,1	2,11	<0,1
		–	–	2,2	<0,1	3,0	<0,1
Кислород	9,29		10,38		9,10		
мгО ₂ /л	8,63		8,93		7,55		
Махачкала	НУ	0,05	1,0	0,06	1,2	0,05	1,0
		0,07	1,4	0,11	2,2	0,07	1,4
	Фенолы	3	3,0	3	3,0	3	3,0
		5	5	5	5	6	6
	СПАВ	3	0,03	4	0,04	4	0,04
		5	0,05	7	0,07	7	0,07
	Азот	153,8	0,3	212,4	0,4	226,7	0,5
	аммонийный	190,6	0,4	381,00	0,8	342	0,7
	Кислород	9,16		10,59		8,97	
	мгО ₂ /л	8,80		8,49		7,34	

Каспийск	НУ	0,05	1,0	0,06	1,2	0,05	1,0
		0,07	1,4	0,13	2,6	0,07	1,4
	Фенолы	3	3,0	3	3,0	3	3,0
		5	5	6	6	6	6
	СПАВ	3	0,03	3	0,03	4	0,04
		5	0,05	5	0,05	6	0,06
	Азот	136,9	0,3	162,1	0,3	230,13	0,46
	аммонийный	169	0,3	240,0	0,5	392	0,8
Избербаш	Кислород	9,37		10,05		8,93	
	мгО ₂ /л	8,73		8,17		7,34	
	НУ	0,04	0,8	0,05	1,0	0,043	0,9
		0,06	1,2	0,10	2,0	0,07	1,4
	Фенолы	3	3,0	3	3,0	3	3,0
		5	5	5	5	6	6
	СПАВ	3	0,03	4	0,04	3	0,03
		5	0,05	6	0,06	6	0,06
Дербент	Азот	141,8	0,3	168,9	0,3	224,9	0,5
	аммонийный	181	0,4	243,0	0,5	365	0,7
	Кислород	9,35		9,95		9,10	
	мгО ₂ /л	8,52		8,05		7,85	
	НУ	0,05	1,0	0,05	1,0	0,05	1,0
		0,06	1,2	0,08	1,6	0,07	1,4
	Фенолы	3	3,0	3	3,0	4	4
		4	4	4	4	6	6
Взморье р. Самур	СПАВ	3	0,03	5	0,05	4	0,04
		4	0,04	6	0,06	6	0,06
	Азот	151,9	0,3	143,2	0,3	235,4	0,5
	аммонийный	180,4	0,4	160,0	0,3	363	0,7
	Сu	–	–	3,15	0,6	2,75	0,6
		–	–	4,4	0,9	3,6	0,7
	Zn	–	–	1,2	<0,1	2,95	<0,1
		–	–	1,7	<0,1	3,8	<0,1
	Кислород	9,33		10,12		8,97	
	мгО ₂ /л	8,52		8,28		7,71	
	НУ	0,04	0,8	0,05	1,0	0,05	1,0
		0,06	1,2	0,08	1,6	0,07	1,4
Фенолы	3	3,0	3	3,0	4	4	
	4	4	4	4	5	5	
СПАВ	3	0,03	4	0,04	4	0,04	
	4	0,04	5	0,05	6	0,06	
Азот	148	0,3	160,2	0,3	225,2	0,5	
аммонийный	170	0,3	200,0	0,4	360	0,7	
Кислород	9,30		10,06		9,18		
мгО ₂ /л	8,52		8,25		7,17		

Примечания:

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

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 2.4. Оценка качества морских вод Северного и Среднего Каспия по ИЗВ в 2008–2010 гг.

Район	2008 г.		2009 г.		2010 г.		Среднее содержание ЗВ в 2010 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
III разрез	–	–	0,83	III	0,82	III	НУ 1,0; фенолы 1,0; Cu 0,6; O ₂ 0,66
Ша разрез	–	–	1,16	III	0,86	III	НУ 1,0; фенолы 1,0; Cu 0,8; O ₂ 0,64
IV разрез: о. Чечень – п-ов Мангышлак	1,59	IV	0,93	III	1,03	III	НУ 0,96; фенолы 2,0; Cu 0,5; O ₂ 0,66
Лопатин	1,25	III	1,25	III	1,20	III	НУ 0,9; фенолы 2,9; NH ₄ 0,35; O ₂ 0,65
Взморье р. Терек	1,51	IV	1,25	III	1,20	III	НУ 1,0; фенолы 2,7; NH ₄ 0,41; O ₂ 0,67
Взморье р. Сулак	1,51	IV	1,25	III	1,19	III	НУ 1,0; фенолы 2,8; NH ₄ 0,31; O ₂ 0,66
Махачкала	1,26	IV	1,30	IV	1,29	IV	НУ 1,0; фенолы 3,0; NH ₄ 0,5; O ₂ 0,67
Каспийск	1,55	IV	1,28	IV	1,28	IV	НУ 1,0; фенолы 3,0; NH ₄ 0,46; O ₂ 0,67
Избербаш	1,50	IV	1,23	III	1,26	IV	НУ 0,9; фенолы 3,0; NH ₄ 0,5; O ₂ 0,66
Дербент	1,51	IV	1,23	III	1,57	IV	НУ 1,0; фенолы 4,0; Cu 0,5; O ₂ 0,67
Взморье р. Самур	1,25	III	1,23	III	1,54	IV	НУ 1,0; фенолы 4,0; NH ₄ 0,5; O ₂ 0,65

2.4. 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 2010 года» Республиканского госпредприятия «Казгидромет» (Астана, 2010 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. 2.7).

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).



Рис. 2.7. Станции отбора проб морской воды и донных отложений Казахстанской части Каспийского моря в 1 полугодии 2010 г.

Атырауская область. Наблюдения за состоянием морских вод и донных отложений были выполнены в мае 2010 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 концентрация взвешенных веществ находилась в пределах 30–32 мг/л, величина рН 7,9–8,0 (слабощелочная), содержание растворенного кислорода 9,5–9,9 мг/л. Качество морской воды оценивается как «чистые» (ИЗВ=0,84, II класс). В пробах донных отложений содержание меди находилось в пределах 0,5 мкг/г, хрома⁶⁺ 0,2–0,5 мкг/г, никеля 3,1–3,5 мкг/г, марганца 6,0–6,1 мкг/г и цинка 4,0 мкг/г. Тенгизское месторождение. Концентрация взвешенных веществ 27–31 мг/л, рН 7,1–8,0 (нейтральная и слабощелочная), содержание растворенного кислорода 10,8–11,2 мг/л. Морские воды оцениваются как «умеренно загрязненные» (ИЗВ=1,30, III класс). В донных отложениях концентрация меди была в пределах 0,6–1,0 мкг/г, хрома⁶⁺ 0,2–1,2 мкг/г, никеля 3,5–4,9 мкг/г, марганца 5,3–6,5 мкг/г и цинка 3,9–4,1 мкг/г. Взморье р. Урал. Взвешенные вещества 23–29 мг/л, рН 7,5–7,9 (нейтральная и слабощелочная), кислород 10,8–11,3 мг/л. Воды взморья оцениваются как «умеренно загрязненные» (ИЗВ=1,45, III класс). В донных отложениях содержание меди 0,9–1,8 мкг/г, хрома⁶⁺ 0,1–1,2 мкг/г, никеля 2,4–5,9 мкг/г, марганца 5,2–6,4 мкг/г и цинка 4,3–4,9 мкг/г. В открытом море на разрезе Шалыги-Кулалы концентрация взвешенных веществ находилась в пределах 20–24 мг/л, величина рН 7,6–8,0 (слабощелочная), содержание растворенного кислорода 11,3–11,9 мг/л. Качество морских вод оценивается как «умеренно загрязненные» (ИЗВ=1,11, III класс). В пробах донных отложений моря содержание меди 1,4–2,9 мкг/г, хрома⁶⁺ 0,3–1,2 мкг/г, никеля 5,1–8,6 мкг/г, марганца 5,9–9,7 мкг/г и цинка 3,3–5,4 мг/г. На дополнительных разрезах «А» и «В» концентрация взвешенных веществ составила 17–21 мг/л, рН 7,0–7,6 (нейтральная и слабощелочная), содержание кислорода 9,6–10,8 мг/л. Воды оцениваются как «умеренно загрязненные» (ИЗВ=1,16, III класс). В донных отложениях концентрация меди составила 1,9–2,2 мкг/г, хрома⁶⁺ 0,9–1,2 мкг/г, никеля 6,0–7,9 мкг/г, марганца 5,1–6,7 мкг/г и цинка 4,9–6,0 мкг/г. По сравнению с маем 2009 г. качество вод морского судоходного канала существенно не изменилось, а на взморье р. Урал, на Тенгизском месторождении и на разрезах в море улучшилось.

Мангистауская область. На всех прибрежных станциях концентрация взвешенных веществ находилась в пределах 2,0–3,0 мг/л, величина рН морской воды 7,5–8,1 (нейтральная и слабощелочная). Содержание растворенного кислорода находилось в пределах 5,70–6,12 мг/л (норма 6 мг/л). Морская вода на прибрежных станциях оценивалась как "чистая" (ИЗВ=0,95–0,98, II класс качества вод). Превышения ПДК на всех прибрежных станциях наблюдались по марганцу в пределах 1,4–1,6 ПДК. В сравнении с 1 полугодием 2009 г. на всех прибрежных станциях качество воды улучшилось. В открытом море наблюдения проводили на станциях трех вековых разрезов: Кендерли-Дивичи, Песчаный-Дербент, Мангышлак-Чечень. На разрезе Кендерли-Дивичи величина рН морской воды составила 7,4–8,0 (нейтральная и слабощелочная), взвешенных веществ – 2,0 мг/л. Концентрация растворенного кислорода находилась в пределах 5,8–6,2 мг/л. На разрезе Песчаный-Дербент рН 7,7–8,0 (слабощелочная), растворенный кислород 5,8–6,1 мг/л; на разрезе Мангышлак-Чечень рН 7,4–8,2 (нейтральная и слабощелочная), растворенный кислород 5,8–6,1 мг/л.

Пробы **донных отложений** были отобраны на вековых разрезах, на прибрежных станциях Среднего Каспия в районе Форт-Шевченко, Фетисово и Каламкас, а также на месторождениях Каламкас и Арман. Прибрежные станции. В пробах донных отложений содержание марганца находилось в пределах 0,23–0,41 мкг/г, хрома⁶⁺ 0,01–0,04 мкг/г, НУ 0,008–0,013% (80–130 мкг/г), цинка 0,09–0,14 мкг/г, никеля 0,007–0,09 мкг/г, свинца 0,002 мкг/г (на Каламкасе не обнаружено), концентрация меди была ниже предела обнаружения использованного метода химанализа. Нефтегазовые месторождения на шельфе. В донных отложениях этих районов моря содержание нефтяных углеводородов находилось в пределах 0,007–0,008% (70–80 мкг/г), марганца 1,02–1,10 мкг/г, хрома⁶⁺ 0,02 мкг/г (на месторождении Арман не обнаружено), свинца 0,005–0,007 мкг/г, цинка 0,12–0,17 мкг/г, никеля 0,006–0,009 мкг/г, медь не обнаружена. Разрезы. Пробы донных отложений были отобраны на станциях вековых разрезов Кендерли-Дивичи, Песчаный-Дербент и Мангышлак-Чечень. Здесь содержание НУ находилось в пределах 0,005–0,010% (50–100 мкг/г), марганца 1,1–2,2 мкг/г, хрома⁶⁺ 0,02–0,04 мкг/г, цинка 0,04–0,10 мкг/г, никеля 0,12–0,21 мкг/г, свинца 0,001 мкг/г, однако в отдельных пробах не обнаружен, меди 1,10–2,67 мкг/г. Качество морской воды на всех разрезах оценивалось как "чистые" (ИЗВ=0,73–0,78, II класс).

2.5. Атмосферные выпадения

Трансграничное загрязнение акватории Каспийского моря тяжелыми металлами (ТМ) и стойкими органическими загрязнителями (СОЗ) в 2010 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 и экспертных оценок выбросов в атмосферу и метеорологических данных за 2010 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 2010 г. составили около 820, 25 и 2 тонны соответственно (Travnikov O. et al., 2012). 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 природные и глобальные антропогенные источники эмиссии. Наиболее интенсивные потоки выпадений, выше 3 кг/км^2 для свинца, 80 г/км^2 для кадмия и 6 г/км^2 для ртути, характерны для прибрежных западных районов Центрального и Южного Каспия (рис. 2.8а, б, в). Основной вклад в антропогенные выпадения свинца на Каспийское море принадлежит источникам выбросов Казахстана (36%), Узбекистана (14%), Туркменистана (13%), Турции (11%) и Азербайджана (10%). Для кадмия основной вклад в антропогенные выпадения принадлежит источникам выбросов Азербайджана (44%), России (14%), Казахстана (14%), Турции (14%) и Узбекистана (4%). В случае ртути преобладают источники выбросов Казахстана (34%), Азербайджана (31%) и Турции (15%).

Суммарные годовые выпадения стойких органических загрязнителей, **бенз(а)пирена, диоксинов и фуранов**, на акваторию Каспийского моря в 2010 г. составили около 0,2 тонны и 28 г ДЭ, соответственно (Shatalov V. et al., 2012). Повышенные уровни потоков выпадений бенз(а)пирена (выше $0,5 \text{ г/км}^2$) характерны для прибрежных западных районов Каспия (рис. 2.9). В отличие от остальных загрязнителей повышенные выпадения диоксинов и фуранов (выше $0,1 \text{ нг ДЭ/м}^2$) получены для большинства прибрежных районов моря (рис. 2.10). Основной вклад в антропогенные выпадения бенз(а)пирена на Каспийское море принадлежит источникам выбросов Азербайджана (54%), Украины (14%), Казахстана (12%) и России (9%). Для диоксинов и фуранов основной вклад в антропогенные выпадения на Каспийское море принадлежит источникам выбросов Азербайджана (45%), России (16%), Казахстана (9%), Турции (7%) и Украины (7%).

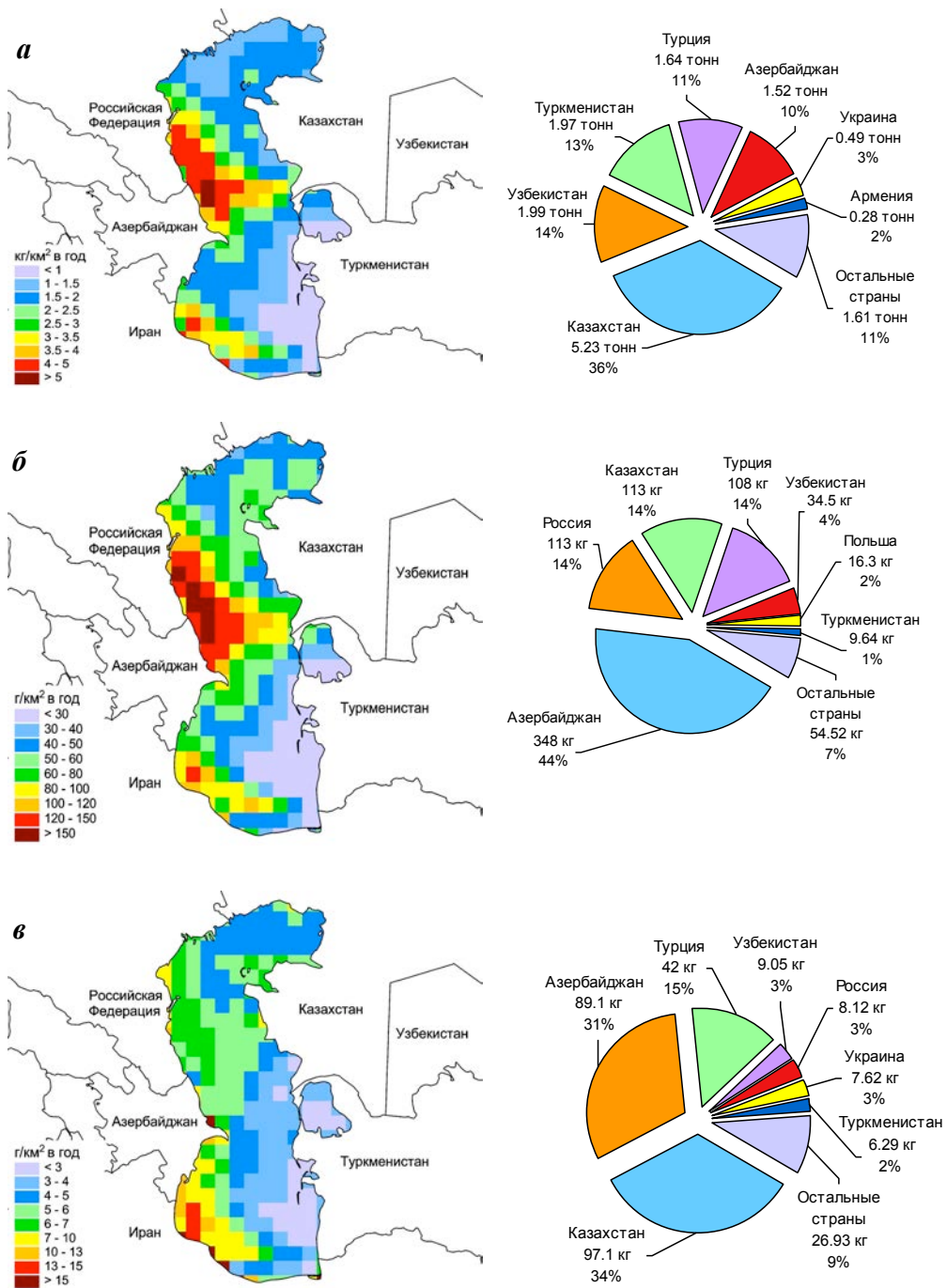


Рис. 2.8. Пространственное распределение атмосферных выпадений (г/км² в год) и вклад стран Европы и Центральной Азии в атмосферное выпадение свинца (а), кадмия (б) и ртути (в) на акваторию Каспийского моря в 2010 г.

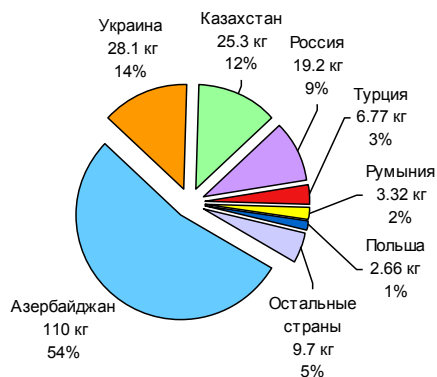


Рис. 2.9. Пространственное распределение атмосферных выпадений (г/км² в год) и вклад стран Европы и Центральной Азии в выпадения бенз(а)пирена от антропогенных источников на акваторию Каспийского моря в 2010 г.

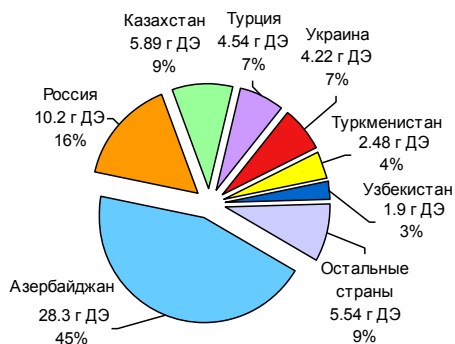


Рис. 2.10. Пространственное распределение атмосферных выпадений (нг ДЭ/км² в год) и вклад стран Европы и Центральной Азии в выпадения диоксинов и фуранов от антропогенных источников на акваторию Каспийского моря в 2010 г.

3. АЗОВСКОЕ МОРЕ

Крутов А.Н., Коршенко А.Н., Кочетков В.В., Хорошенькая Е.А., Иванова Л.Л., Сулименко Е.А., Коробейко Е.Н., Дербичева Т.И., Кобец С.В., Рябинин А.И., Шибаева С.А., Петренко О.А., Троценко Б.Г., Жугайло С.С.

3.1. 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: $47^{\circ}17'$ с.ш. и $39^{\circ}49'$ в.д. на северо-востоке в вершине Таганрогского залива, $39^{\circ}18'$ в.д. на западе (Арабатский залив) и на юге Керченского пролива ($45^{\circ}17'$ с.ш.) между мысами Такиль и Панагия. Площадь поверхности моря без залива Сиваш и лиманов восточного побережья по разным оценкам составляет $37802\text{--}39100\text{ км}^2$, объем воды 290 км^3 при среднемноголетнем уровне. Средняя глубина моря $7,4\text{ м}$, максимальная глубина в центре моря составляет $14,4\text{ м}$. Наибольшая длина Азовского моря по линии коса Арабатская стрелка – дельта Дона составляет 380 км , наибольшая ширина по меридиану между вершинами Темрюкского и Белосарайского заливов – 200 км .

Северо-восточная часть моря представляет собой обширный эстуарий р. Дон – мелководный и сильно распресненный Таганрогский залив, к западу от которого северное побережье моря разделяется песчано-ракушечными косами на сеть заливов, самыми обширными из них являются Бердянский и Обиточный. В западной части моря песчано-ракушечная пересыпь Арабатская стрелка отделяет море от мелководного осолоненного залива Сиваш. Водообмен между ними осуществляется в ограниченном объеме через узкую промоину в Стрелке – пролив Тонкий. Юго-западная часть моря представляет собой обширные заливы Арабатский и Казантипский, разделенные мысом Казантип, а на юго-востоке расположен эстуарий р. Кубань – Темрюкский залив. Северные и южные берега моря холмистые, обрывистые, тогда как западные и восточные преимущественно низменные.

Рельеф дна Азовского моря отличается выравненностью и плавным увеличением глубины от берега к центру моря. Системы подводных возвышений расположены у западного (сложенные преимущественно ракушей банки Морская и Арабатская) и восточного побережий моря (банка Железинская). Для подводного берегового склона на севере моря характерно обширное мелководье длиной $20\text{--}30\text{ км}$ с глубинами до $6\text{--}7\text{ м}$. Южное побережье отличается крутым береговым склоном с глубинами до $11\text{--}12\text{ м}$ (<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 $24,4\text{ км}^3$, Кубани – $11,6\text{ км}^3$, малых рек северного Приазовья – $2,1\text{ км}^3$. В настоящее время сток Дона и Кубани зарегулирован водохранилищами. Средний многолетний материковый сток в море составляет по разным оценкам $36,7\text{--}38,1\text{ км}^3$. Сезонное распределение стока неравномерно. Доля весеннего стока составляет около 40% , а летнего – 20% . Из Азовского моря ежегодно в

среднем вытекает $49,2 \text{ км}^3$ азовской воды, а поступает в него $33,8 \text{ км}^3$ 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 $15,5 \text{ км}^3$ воды в год. Положительный пресный баланс моря обеспечивает невысокую соленость Азовского моря по сравнению с Черным морем (Дьяков Н.Н., Иванов В.А., 2002).

Континентальные черты климата наиболее заметно выражены в северной части моря. Для этой части моря характерны холодная зима, сухое и жаркое лето. Для южных районов моря эти сезоны более мягкие и влажные. Среднемесячная температура воздуха января колеблется в пределах $2\text{--}5^\circ\text{C}$. Сезонные особенности погоды на Азовском море формируются под влиянием крупномасштабных синоптических процессов. Зимой и осенью преобладают ветры северо-восточных и восточных направлений, которые могут усиливаться до штормовых часто сопровождающихся резким похолоданием. Весной и летом ветры неустойчивы по скоростям и направлениям, характеризуются незначительными скоростями, возможен полный штиль. В июле среднемесячная температура воздуха по всему морю равна $23\text{--}25^\circ\text{C}$ (Репетин Л.Н., 2007).

Общий циклонический характер циркуляции вод моря обусловлен главным образом ветром. Большая изменчивость направления и скорости течений моря также зависит от ветра, который вызывает чисто дрейфовые течения во всей толще мелкого Азовского моря и создает повышение уровня у берегов, в результате чего возникают компенсационные потоки. В предустьевых районах Дона и Кубани прослеживаются стоковые течения. Хорошо выражены непериодические 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 волновые движения проявляются в виде ветрового волнения. В холодную часть года господствующие северо-восточные и восточные ветры вызывают волнение большой силы, при котором высота волн в открытом море достигает $2,1\text{--}3,0$ м. При западных и юго-западных ветрах формируются крупные волны высотой $1,5$ м и более по всей акватории моря.

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

Пространственное распределение солености характеризуется наличием значительных горизонтальных и вертикальных градиентов. Наиболее ярко они проявляются во фронтальных зонах вблизи Керченского пролива, а также эстуариев Дона и Кубани. Обычно соленость моря в среднем составляет около $11\text{--}12\text{‰}$. Сезонные колебания достигают 1‰ . Вертикальное распределение солености практически однородное, в среднем она повышается у дна примерно на $0,02\text{--}0,05\text{‰}$. 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).

3.2. Таганрогский залив

Локальными источниками загрязнения реки Дон в районе г. Азова являются промышленно-бытовые стоки очистных сооружений МП «Азовводоканал», водный транспорт, каналы оросительных систем, ливневые сточные воды, которые из-за отсутствия условий для их очистки поступают в р. Дон. Большое количество загрязняющих веществ поступает транзитом с вышележащих участков реки Дон. Длина глубоководного выпуска ОСК МП «Азовводоканал» составляет 253 метра, глубина реки в месте выпуска 8 метров. Биологический комплекс очистных сооружений мощностью 9125 тыс.м³ в сутки в 2010 г. работал без перегрузок. Объем сточных вод составил 5193 тыс.м³, что на 246 тыс.м³ больше чем в 2009 г. Аварийных сбросов не было. Сведения о сбросах сточных вод и загрязняющих веществ предприятиями г. Азова получены от МП «Азовводоканал».

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

В 2010 г. Донская устьевая станция выполнила семь гидрохимических съемок в устьевой области реки Дон и Таганрогском заливе в период с 20 апреля по 14 октября на 11 станциях. В устьевой зоне р. Дон на трех станциях в устьях рукавов Мёртвый Донец (9р), Переволока (12р) и Песчаный (13р) пробы воды были отобраны в апреле–июле и октябре на мотолодке «Прогресс» (рис. 3.1). Всего на краю дельты Дона отобрано и обработано 24 пробы воды и 12 проб донных отложений для определения содержания нефтяных углеводородов. На акватории Таганрогского залива 62 пробы воды были отобраны на НИС «Гидрофизик» ежемесячно с июня по октябрь на 7 станциях с максимальной глубиной 6 м. Все пробы получены из поверхностного слоя с глубины 0,5 м и из придонного слоя. На борту определялись рН, производилась фиксация проб на 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 центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями».

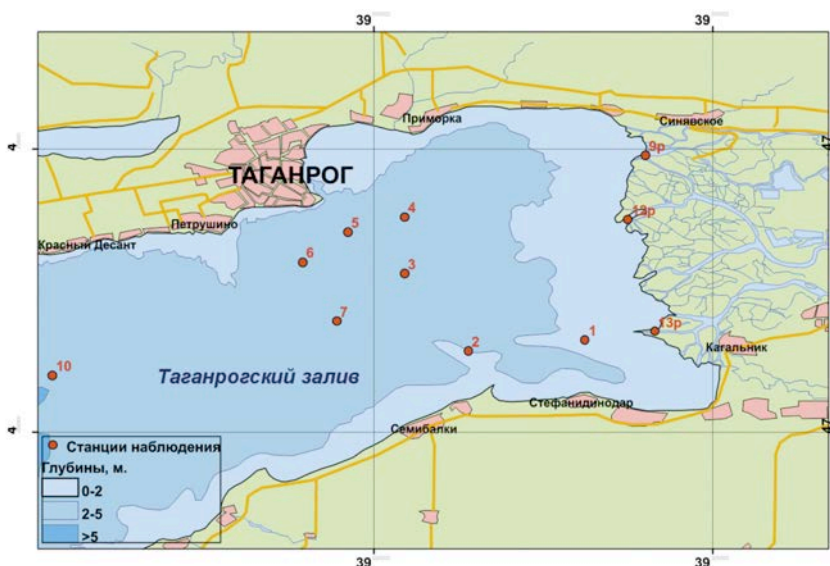


Рис. 3.1. Станции отбора проб в устьевой области р. Дон и Таганрогском заливе в 2010 г.

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

На трех станциях в устьевой области Дона в апреле, мае и октябре 2010 г. концентрация **нефтяных углеводородов** была ниже предела чувствительности применяемого метода анализа (0,05 мг/л) в 14 пробах воды. В 8 пробах июля и октября среднее содержание НУ составило 0,068 мг/л, а максимум был отмечен 15 июля в устье рукава Песчаный и составил 0,14 мг/л (2,8 ПДК). Полученные в 2010 г. величины значительно превышают прошлогодний уровень загрязнения вод НУ (рис. 3.2). Средняя по всем пробам концентрация НУ в устье Дона составила 0,025 мг/л.

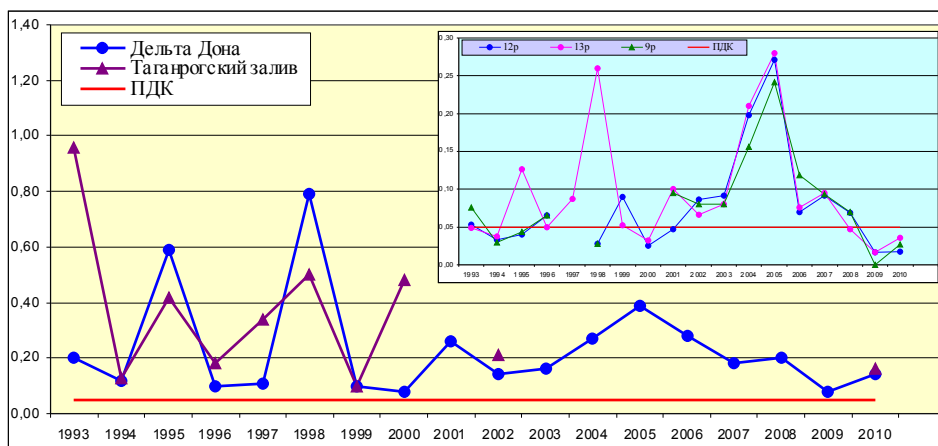


Рис. 3.2. Многолетняя динамика максимальной и средней (врезка) концентрации нефтяных углеводородов в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива.

На акватории Таганрогского залива наиболее высокие значения концентрации нефтяных углеводородов были отмечены в поверхностном слое 23 сентября – 0,16 мг/л, 3,2 ПДК и 0,11 мг/л, 2,2 ПДК, в поверхностном слое на станции №2 и на придонном горизонте станции №1 соответственно, а также 30 июня (0,10 мг/л, 2,0 ПДК) у северного берега кутовой части залива недалеко от Таганрога. Остальные значения были ниже, однако в целом акватория Таганрогского залива может быть охарактеризована как хронически загрязненная нефтяными углеводородами, поскольку из 62 проб в 17 концентрация НУ была выше или равна 1 ПДК, а высокие значения равномерно распределены по времени исследования и по пространству кутовой части залива; среднегодовая концентрация равна 0,033 мг/л (0,7 ПДК).

В водах устьевой области Дона содержание синтетических поверхностно-активных веществ (**СПАВ**) в 13 пробах из 24 отобранных было ниже предела чувствительности применяемого метода анализа (25 мкг/л). Максимальная величина (60 мкг/л, 0,6 ПДК) была зафиксирована в устье рукава Мертвый Донец 20 апреля в поверхностном слое и в устье рукава Переволока 14 мая на глубине 5м; среднегодовая составила 20 мкг/л. В водах залива концентрация СПАВ была ниже предела обнаружения в 53 пробах из 66; максимальная величина не превышала ПДК (90 мкг/л) и была отмечена в конце июня на поверхностном горизонте на ст. №5. Среднегодовая концентрация СПАВ (17 мкг/л) оказалась значительно ниже прошлогодней.

Хлорорганические **пестициды** α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ в 86 пробах воды из устьевой области Дона и восточной части Таганрогского залива обнаружены не были. Из 27 отобранных проб воды только три содержали растворенную **ртуть** в концентрации 0,01 мкг/л, в остальных концентрация была ниже предела чувствительности применяемых методов анализа.

Зафиксированные значения концентрации **аммонийного азота** оказались ниже прошлогодних в устьевой области Таганрогского залива. Максимальная обнаруженная концентрация понизилась в 6 раз с 1000 мкг/л до 160 мкг/л; минимальная составила 20 мкг/л. Из одиннадцати значений больше 100 мкг/л (0,2 ПДК) девять были зафиксированы на устьевых станциях в течение всего теплого периода года, как в придонном, так и в поверхностном слоях воды. Максимум отмечен в устье рукава Мертвый Донец в середине мая. Отмеченная ранее тенденция роста среднегодовых концентраций аммонийного азота не сохранилась в 2010 г. Так, в 2006 г. среднегодовая концентрация составляла 31 мкг/л; в 2007 г. она возросла в 3,4 раза до 105 мкг/л; в 2008 г. – 105 мкг/л, в 2009 г. – 133 мкг/л, а в 2010 г. средняя концентрация по всем 86 проанализированным пробам составила 59 мкг/л.

В 2010 г. концентрация **нитритов** изменялась в широких пределах от аналитического нуля (предел обнаружения 5 мкг/л) до 96 мкгN/л (4,8 ПДК) в поверхностных водах на ст. №2 в южной части залива в середине октября, а также превышение в 3,4 раза ПДК зафиксировано 12 октября в поверхностном слое рукава Мертвый Донец. Среднегодовая концентрация за период с 2005 по 2009 г. в устьевой области Таганрогского залива составляла 19–35 мкгN/л, а в 2010 г. составила 32 мкгN/л, на акватории залива – 22 мкгN/л.

Концентрация **нитратов** в 2010 г. изменялась в широких пределах от 16 мкг/л в сентябре на глубине 3,5 м на ст. №3 до 1230 мкг/л в мае на глубине 2,2 м на станции 9р, составив в среднем 437 мкг/л, что меньше на 36 мкг/л, чем в 2009 г. За период наблюдений 2005–2010 гг. средняя концентрация нитратов составила 486 мкг/л. Диапазон колебаний содержания нитратов был очень широким: от 10 мкг/л в конце мая 2006 г. в устье рукава Переволока до 1600 мкг/л в придонном слое в устье Мертвого Донца в середине июля 2008 г.

В рукавах Дона концентрация **фосфатов** изменялась от 41 мкгР/л в апреле в рукаве Переволока до 306 мкгР/л в придонном слое вод рукава Мертвый Донец 15 июля; среднегодовая величина в устье Дона 116 мкгР/л, что выше прошлогоднего значения 100 мкгР/л. На акватории залива в течение периода исследований концентрация фосфатов изменялась в диапазоне 12–191 мкгР/л, составив в среднем 67 мкгР/л. В целом, среднегодовая концентрация фосфатов по всем 86 обработанным пробам составила 91,5 мкгР/л. Концентрация **общего фосфора** изменялась в диапазоне от 12 мкгР/л в поверхностном слое в центральной и восточной части залива в конце сентября до 1557 мкгР/л в придонном слое устья рукава Переволока 15 июля. Среднегодовая концентрация общего фосфора за период с 2005 по 2009 гг. составляла 141 мкгР/л, а в 2010 возросла до 480 мкгР/л. В последние годы отмечается устойчивая тенденция роста как среднегодовой, так и максимальной концентрации общего фосфора.

Содержание **силикатов** в период наблюдений в водах устьевой области Дона изменялось от 1400 до 5400 мкг/л, в среднем 2602 мкг/л; в водах Таганрогского залива диапазон значений был значительно шире 911–8500 мкг/л, а среднее составило 3546 мкг/л. В целом концентрация силикатов соответствовала прошлогоднему уровню (средняя 2517), а среднее значение по всей исследованной акватории – 3325 мкг/л.

Кислородный режим в устье реки Дон и Таганрогском заливе в исследуемый период отличался значительной изменчивостью. На станциях в устьях рукавов содержание растворённого в воде **кислорода** изменялось от 4,20 до 13,37 мг/л, составив в среднем 8,82 мг/л. Минимальная величина была зафиксирована в устье рукава Мёртвый Донец 15 июля в придонном слое вод, вместе с максимумом фосфатов. Значения ниже норматива 6,0 мг/л еще дважды были зафиксированы на этой станции в середине мая. Процент насыщения вод кислородом варьировал от 54 до 123%. В водах восточной части Таганрогского залива диапазон концентрации кислорода был 5,86–12,68 мг/л, составив в среднем 8,99 мг/л. Минимум зафиксирован в придонном слое в кутовой части залива 27 июля. Еще в двух пробах из придонного слоя этого участка залива содержание растворенного кислорода было ниже норматива. Процент насыщения вод кислородом – 70–134%. В целом значения не выходили за пределы многолетней изменчивости.

Таблица 3.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах устьевой области реки Дон и в восточной части Таганрогского залива в 2008–2010 гг.

Ингредиент	2008 г.		2009 г.		2010 г.	
	С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
НУ	0,08	1,6	0,03	0,6	0,03	0,6
	0,20	4	0,08	1,6	0,16	3
СПАВ	56	0,5	38	0,4	17	0,2
	230	2,3	100	1,0	90	0,9
Азот аммонийный	105	0,2	133	0,3	59	0,1
	320	0,6	1000	2,0	190	0,4
Фосфор общий	93		176		480	
	218		384		1557	
Растворенный кислород	9,02		9,38		8,82	
	5,07	0,8	7,37	0,4	4,2	0,7
% насыщения	122		99		98	
	64		82		54	

Примечания:

1. Концентрация (С*) нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/л; СПАВ, аммонийного азота и общего фосфора в мкг/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 целых.

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

Вычисленное значение комплексного индекса загрязненности вод ИЗВ (0,395) позволяет воды устья реки Дон и восточной части Таганрогского залива в 2010 г. отнести ко II классу качества вод – «чистые» (табл. 3.2).

Таблица 3.2. Оценка качества вод устьевой области р. Дон в 2008–2010 гг.

Район	2008 г.		2009 г.		2010 г.		Среднее содержание ЗВ в 2010 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Устьевая область р. Дон	0,62	II	0,43	II	0,40	II	НУ 0,6; СПАВ 0,2; NH ₄ 0,10; O ₂ 0,68

3.2.3. Загрязнение донных отложений устьевой области р. Дон

Отбор проб донных отложений проводился одновременно с отбором проб воды в апреле, мае, июле и октябре. Всего было отобрано 12 проб для определения концентрации нефтяных углеводородов. Содержание НУ в донных отложениях устьевых протоков Дона изменялось в 2010 г. от 70 мкг/г до 130 мкг/г, а среднегодовая составила 104 мкг/г (2 ДК) и была примерно на уровне последних пяти лет.

3.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань

3.3.1. Система мониторинга устьевое взморья р. Кубань



Рис. 3.3. Станции отбора проб в Темрюкском заливе, в устьевой области и дельте р. Кубань в 2010 г. (зеленая-1, дельта Кубани; красная-2, порт Темрюк; оранжевая-3, взморье Кубани; фиолетовая-4, взморье Протоки; темно-красная-5, устьевая область Кубани, протоки лиманов).

Мониторинг окружающей среды в 2010 г. в дельте и на устьевом взморье реки Кубань в Темрюкском заливе осуществлялся сотрудниками Устьевой ГМС Кубанская («У Кубанская», г. Темрюк). В порту Темрюк наблюдения проводились в течение всего года еженедельно на 1-й станции, а во всех остальных районах (в Темрюкском заливе на устьевом взморье рукавов Кубань и Протока, в устьевой области и в дельте Кубани) на 17 станциях в апреле, июле, августе и октябре на поверхностном и придонном горизонтах (рис. 3.3). Обор проб морской воды производили с борта маломерных катеров. Анализы проб морской воды по определению гидрохимических параметров, в том числе концентрации

биогенных элементов и загрязняющих веществ, выполнялось в Лаборатории мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ) «У Кубанская». Анализы выполнялись в соответствии с «Руководством по химическому анализу морских вод» РД 52.10.243-92, СПб, Гидрометеиздат, 1993 г. В водах дельты Кубани определение концентрации веществ выполнялось согласно разработанным в ГХИ Рабочим Документам 52.24-95, 2005, 2006 и «Руководства по химическому анализу поверхностных вод суши», Л., Гидрометеиздат, 1977 г. Определение содержания хлорорганических (группа ДДТ) и фосфорорганических пестицидов, а также растворенной ртути в отобранных пробах воды производились в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды.

3.3.2. Загрязнение дельты Кубани

Низовья дельты реки Кубань. Исследования были проведены в период с марта по октябрь в двух точках, расположенных 500 м выше по течению устья Петрушина рукава реки Кубань и рукава Протока у пос. Ачуево. В этих точках пресная вода реки (соленость не превышала 0,34‰) была до некоторой степени загрязнена нефтяными углеводородами, среднегодовое значение концентрации составило 0,04 мг/л, максимальное 0,10 мг/л. Лишь однажды, в апреле, и только в Петрушином рукаве концентрация СПАВ достигла предела обнаружения метода химического анализа 25 мкг/л. Хлорорганические пестициды в воде реки не были обнаружены. Содержание биогенных элементов было относительно высоким: средняя концентрация фосфатов составила 34 мкг/л, что несколько больше, чем в прошлом году; а общего фосфора – 71,2 мкг/л, что превысило прошлогоднее значение на 16,2 мкг/л – превышение составило почти 30%. Среднегодовая концентрация силикатов незначительно превысила прошлогоднюю и составила – 2562 мкг/л. Среднегодовая концентрация нитритов и нитратов несколько снизилась до 9,9 мкг/л и 678 мкг/л соответственно. Среднее содержание ионов аммония составило 173 мкг/л, а максимальное 760 мкг/л, что более чем в три раза выше прошлогодних величин. Насыщение вод реки кислородом было относительно высоким и колебалось в диапазоне от 6,84 мг/л до 10,76 мг/л. Минимальное значение концентрации растворенного кислорода отмечено в одной пробе в рукаве Протока у поверхности у пос. Ачуево. Минимальное насыщение составило 91%. По ИЗВ в 2010 г. воды низовьев дельты реки Кубань в устье Петрушина рукава и в рукаве Протока у пос. Ачуево (0,50) относились ко II классу качества вод, «чистые», как и в предыдущие три года.

Дельта Кубани. В 2010 г. наблюдения в дельте Кубани проводились ежемесячно с января по декабрь в вершине дельты у хутора Тиховский, в рукаве Кубань в районе г. Темрюк и в рукаве Протока в районе г. Славянск-на-Кубани, у станицы Гривенская и хутора Слободка. В состав работ входило определение концентрации нефтяных углеводородов, фенолов, меди, цинка, аммонийного и нитритного азота, O₂, pH и хлоридов. Наблюдения выполнялись в поверхностном и придонном слоях воды.

Концентрация **НУ** в водах дельты Кубани варьировала от 0,03 до 0,13 мг/л у х. Тиховский, от 0,04 до 0,08 у г. Темрюк и от 0,04 до 0,11 мг/л в рук. Протока. Наибольшие величины зарегистрированы в поверхностном слое у х. Тиховский 1 февраля и в рук. Протока у х. Слободка 12 ноября – 0,13 и 0,11 мг/л (2,6 и 2,2

ПДК). В 2010 г. повторяемость превышающих 1 ПДК концентраций составила 54% у х. Тиховский, 42% у г. Темрюк и 89% в рук. Протока, а в целом по дельте Кубани – 64%. Среднегодовая концентрация НУ составила 0,06 мг/л (1,2 ПДК) у х. Тиховский и г. Темрюк, а в рук. Протока – 0,07 мг/л (1,4 ПДК). По сравнению с 2009 г. средняя величина НУ уменьшилась на 0,01 мг/л у х. Тиховский и в рук. Протока, а в районе г. Темрюк не изменилась (рис. 3.4).

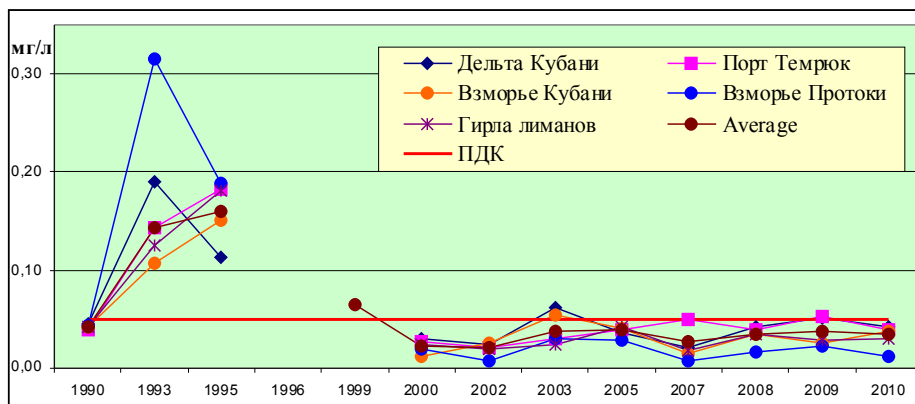


Рис. 3.4. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов в различных районах дельты Кубани и ее устьевого взморья в 1990–2010 гг.

Концентрация **СПАВ** в 2010 г. изменялась от 0,00 до 0,02 мг/л у х. Тиховский, от 0,01 до 0,02 мг/л у г. Темрюк и в рук. Протока. Максимум (0,2 ПДК) наблюдался в дельте Кубани 27 раз в течение всего года. Среднегодовое содержание СПАВ составило в 2010 г. 0,01 мг/л у х. Тиховский и в рук. Протока, а в районе г. Темрюк – 0,02 мг/л. По сравнению с прошлым годом оно увеличилось в 2 раза у г. Темрюк, уменьшилось в 2 раза в рук. Протока и не изменилось у х. Тиховский. Концентрация фенолов в дельте Кубани варьировала от 0 до 2 мкг/л у х. Тиховский, от 0 до 3 мкг/л у г. Темрюк и в рукаве Протока. Максимум (3 ПДК) имел место в придонном слое воды выше г. Темрюк 6 июля, в рук. Протока в поверхностном слое и у х. Слободка 5 июля, и выше г. Славянск-на-Кубани 2 августа. В 2010 г. концентрация фенолов превысила 1 ПДК в 33% проб у Тиховского и Темрюка, 54% в рук. Протока, а в целом по дельте Кубани – в 42%. Среднегодовая концентрация фенолов в разных точках составила 1–2 ПДК. По сравнению с 2009 г. она увеличилась в 2 раза в рук. Протока, уменьшилась в 2 раза у г. Темрюк и не изменилась у х. Тиховский. Хлорорганические пестициды (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ), гербицид трифлуралин и фосфорорганические пестициды метафос, карбофос, фозалон и рогор в водах дельты Кубани у х. Тиховский и у г. Темрюк в последние три года обнаружены не были.

В 2010 г. содержание общего **железа** (20–210 мкг/л), **цинка** (4–7 мкг/л) и **растворенной ртути** (5 проб с концентрацией 0,01 мкг/л, 1 ПДК) в водах дельты Кубани на всех станциях не превышало ПДК. Концентрация меди варьировала от пределов обнаружения до 3 мкг/л, максимум зафиксирован трижды в разные месяцы наблюдений. В 2010 г. концентрация меди превысила 1 ПДК для прес-

ных вод в 17% проб у х. Тиховский, 48% у г. Темрюк и 61% в рук. Протока, а по дельте Кубани в целом 48%. Средняя за 2010 г. концентрация меди составила 1 ПДК у х. Тиховский, 2 ПДК у г. Темрюк и в рук. Протока. По сравнению с прошлогодней она увеличилась в 2 раза у г. Темрюк и не изменилась в двух других районах дельты.

В 2010 г. концентрация аммонийного **азота** в дельте Кубани варьировала в пределах 40–160 мкг/л у х. Тиховский, 60–150 у г. Темрюк и 50–160 мкг/л в рук. Протока. Максимум (0,4 ПДК) зарегистрирован в поверхностном слое у х. Тиховский 2 августа и 13 сентября, у дна там же 13 сентября и в рук. Протока у поверхности ниже г. Славянск-на-Кубани 2 августа. Среднегодовая концентрация аммонийного азота составила 110 мкг/л у х. Тиховский и 100 мкг/л в обоих рукавах р. Кубань. По сравнению с 2009 г. она увеличилась на 22% у х. Тиховский и на 11% в обоих рукавах. Содержание нитритного азота в водах дельты Кубани варьировало в пределах 5–22 мкг/л; среднегодовая величина составила 12–14 мкг/л на разных участках и увеличилась на 1 мкг/л по сравнению с прошлым годом. Концентрация нитратов изменялась от 2040 до 4650 мкг/л; максимум выявлен 4 октября в придонном слое воды ниже г. Темрюк; средняя в разных участках составляла 2760–3100 мкг/л и увеличилась по сравнению с прошлогодней на 3–5%.

Содержание общего **фосфора** в водах дельты Кубани изменялось в пределах 19–67 мкг/л; максимум наблюдался у поверхности ниже г. Славянск-на-Кубани 2 августа. Среднегодовая величина общего фосфора составила в 2010 г. 39 мкг/л у х. Тиховский, 35 у г. Темрюк и 42 мкг/л в рук. Протока и по сравнению с прошлогодней она увеличилась соответственно на 70, 13 и 50%. За последние три года среднее содержание общего фосфора во всех трех районах дельты Кубани постоянно увеличивалось. Содержание фосфатов варьировало в пределах 6–24 мкгР/л. Максимум наблюдался на придонном горизонте у хутора Тиховский 2 августа. Среднее за 2010 г. содержание фосфатов составило 12–14 мкгР/л. По сравнению с 2009 г. оно увеличилось на 8% у х. Тиховский и в рук. Протока, но уменьшилось на 20% у Темрюка. В 2010 г. концентрация **кремния** в водах дельты Кубани изменялась от 2200 до 3400 мкг/л; максимум имел место 5 апреля в поверхностном слое у х. Слободка. Среднегодовая концентрация кремния составила 2700–2900 мкг/л, что практически соответствует уровню прошлого года.

В 2010 г. содержание растворенного **кислорода** варьировало в пределах 91–120% насыщения. Минимальное содержание (9,58 мг/л) зафиксировано в поверхностном слое у станицы Гривенская 13 октября. В мае во всех районах дельты имело место высокое содержание кислорода, а максимальное насыщение воды кислородом (123% насыщения, 11,76 мг/л) зафиксировано 7 мая у поверхности выше г. Темрюк. Среднегодовое содержание кислорода составило 101% насыщения у х. Тиховский и в рук. Протока, 104% у г. Темрюк. За последние 3 года сероводород в дельте Кубани ни разу не был обнаружен. Среднегодовое содержание органических веществ по **БПК₅** в воде дельты Кубани варьировало в диапазоне 1,08–1,90 мгО₂/л. Максимальное значение, чуть меньше ПДК 2,00 мгО₂/л, отмечено 5 июля на придонном горизонте у х. Тиховский. Величина водородного показателя в водах дельты Кубани в 2010 г. изменялась от 7,65 до 8,30 единиц рН; среднегодовая величина составила 7,90 рН.

По **ИЗВ** воды дельты реки Кубань в 2010 г. у х. Тиховский (0,99) относились ко II классу качества вод, «чистые»; у г. Темрюк (1,08) и в рукаве Протока (1,28) – к

III классу, «умеренно-загрязненные». В 2009 г. все 3 района дельты относились к III классу качества вод. По сравнению с 2009 г. значение индекса повысилось на 5% в рук. Протока, понизилось на 6% у хутора Тиховского и не изменилось у Темрюка.

Порт Темрюк. В 2010 г. наблюдения проводились на одной станции в середине канала порта напротив затона Чирчик ежемесячно с января по декабрь, а температура, соленость, рН, растворенный кислород и нефтяные углеводороды контролировались ежедекадно. Из 72 отобранных в течение года проб концентрация НУ превышала предел обнаружения (0,02 мг/л) в 62. Максимальное значение достигало 0,23 мг/л (4,8 ПДК) и было отмечено 22 октября в придонном слое (табл. 3.4). В отличие от предыдущего года максимальные и средние за месяц значения НУ существенно увеличивались только осенью; первые значительно превышали 1 ПДК (рис. 3.5). В целом воды порта более загрязнены нефтяными углеводородами по сравнению с предыдущими годами. Повторяемость случаев превышения 1 ПДК составила 33% от общего количества наблюдений, а в 3 пробах холодного периода года (январь, октябрь и декабрь) была равна или превышала 0,10 мг/л (2 ПДК). Среднее содержание НУ в поверхностном слое вод (0,037 мг/л) было немного ниже значения в придонном слое на глубине 5 м (0,049 мг/л).

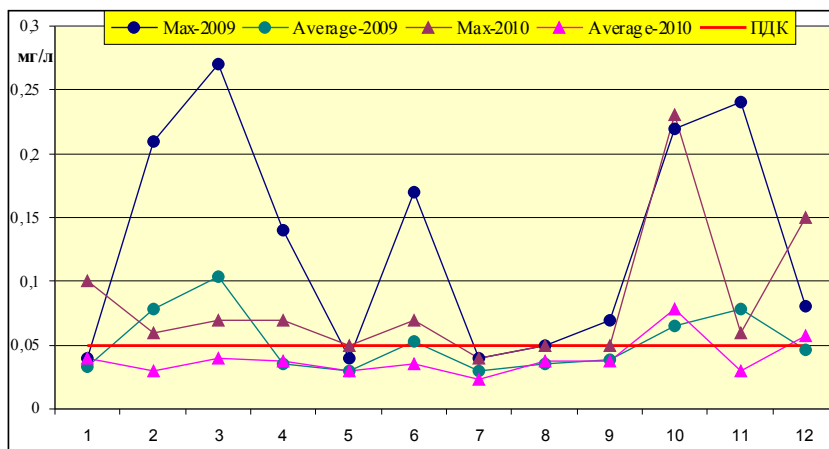


Рис. 3.5. Сезонная динамика максимальной и средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/л) в водах порта Темрюк в 2009–2010 гг.

Из 24 проанализированных проб концентрация **СПАВ** в водах порта была менее предела обнаружения использованного метода химического анализа (25 мкг/л) в пяти пробах, максимум составил 48 мкг/л (0,5 ПДК). Средняя за год величина составила 27 мкг/л и была немного ниже прошлогодней. Концентрация хлорорганических **пестицидов** (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганических соединений (метафос, карбофос, фозалон и рогор) в 2003–2010 гг. в водах порта Темрюк была ниже предела обнаружения использованного метода анализа в 132 пробах. Последний случай обнаружения ДДЭ был в апреле 2002 г.,

а метафос и карбофос были отмечены в 1995 г. В течение года концентрация **сероводорода** в придонном слое (36 проб) и растворенной в воде **ртути** в поверхностном слое вод порта (12 проб) была ниже предела обнаружения.

В 2010 г. содержание в воде аммонийного **азота** варьировало от 41 до 310 мкг/л (0,1 ПДК), (табл. 3.3). Максимум зафиксирован 15 сентября в придонном слое. Среднегодовая концентрация в 24 проанализированных пробах составила 135 мкг/л, что в 4 раза больше прошлогодней. Содержание нитритов в целом было более чем в два раза выше прошлого года; максимум составил почти 0,2 ПДК. Концентрация нитратов была низкой, а наибольшая величина составила сотую долю ПДК. Общее содержание азота в воде было на треть выше прошлогоднего и достигало 1550 мкг/л (15 сентября у дна). Концентрация силикатов была меньше 100 мкг/л в пяти пробах, отобранных в январе–феврале и мае, а максимальная была отмечена у поверхности в начале августа, как и в прошлом году. Максимум фосфатов был отмечен 3 августа, тогда как общего **фосфора** двумя месяцами раньше. Хотя максимальные и средние значения остались примерно на прошлогоднем уровне, однако пик был сдвинут на начало лета (рис. 3.6). В последние три года концентрация неорганического фосфора находилась в течение всего года в водах порта на уровне либо даже ниже среднегодовых величин, в то время как общее содержание фосфора заметно возросло и очень существенно превышало усредненное за 20 лет значение. Очевидно наблюдается существенное увеличение доли органического фосфора в водах контролируемой акватории.

Таблица 3.3. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров и концентрация биогенных элементов (мкг/л) в прибрежных водах Темрюкского залива и в устьевой области р. Кубань в 2010 г.

Район	Temp	Sal	O ₂ %*	pH	PO ₄	P tot	NO ₂	NO ₃	NH ₄	N tot	Si
Низовья дельты реки Кубань	19,64	0,28	97,0	7,90	33,8	71	9,9	677,5	189,7	–	2563
	30,0	0,34	91	8,05	48	150	16	1060	460	–	3200
Порт Темрюк	14,0	10,09	94,5	8,28	19,3	48	13,4	95,8	135,2	776,3	560,3
	28,6	12,15	36	8,50	41	130	78	480	310	1550	1530
Взморье реки Кубань	18,75	9,39	96,8	8,33	14,7	42,2	12,4	89,9	209,8	872,5	960
	28,4	11,18	22	8,75	54	140	34	790	550	1820	3050
Взморье рукава Протока	19,46	8,64	94,25	8,34	33,6	55,2	4,8	371,8	85,3	1151,3	1112
	25,8	10,78	82	8,50	130	150	18	840	110	2000	2100
Устьевая область Кубани (гирла)	20,05	3,44	87,72	8,52	26,1	58,9	12,1	1653	166,8	–	2093
	32,0	10,77	11	8,90	220	260	52	810	760	–	3500

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

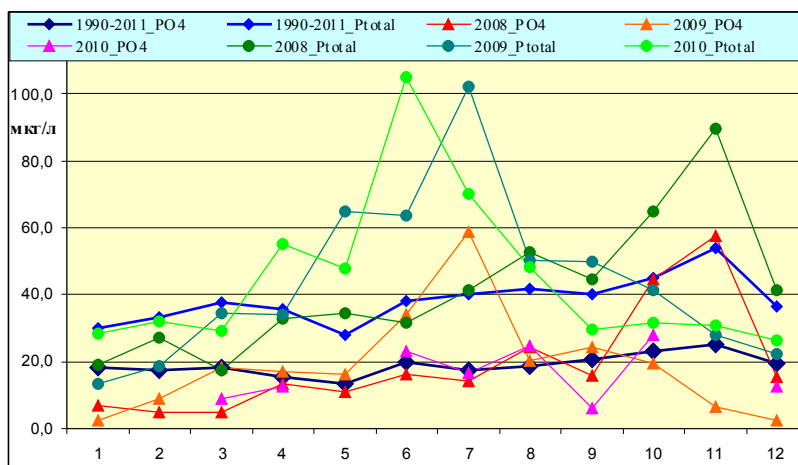


Рис. 3.6. Сезонная динамика среднемесячной концентрации фосфатов и общего фосфора (мкг/л) в водах порта Темрюк в 2008–2010 гг.

Соленость выше 11 промилле был отмечены только в зимнее время (январь–февраль, ноябрь–декабрь), а ниже 8‰ в марте, апреле и июле (минимум 5,64‰). Минимальная соленость наблюдалась 6 июля после ливневых осадков, а максимальная 25 ноября при нагоне соленых вод из Темрюкского залива. Температура в течение года изменялась от минус 0,5^oC в середине третьей декады января до 28,6^oC в середине августа. В 2010 г. концентрация растворенного в воде **кислорода** и процент насыщения в целом были наименьшими за последние годы. Содержание O₂ была ниже норматива в 8 пробах из обоих слоев воды в период с конца июня по конец августа. Причиной дефицита кислорода являются длительный период высоких температур, слабое перемешивание водной массы, окисление отмерших гидробионтов и температурная стратификация. Минимум (2,70 мг/л, 36% насыщения) был отмечен 19 июля у дна при температуре 27,2^oC. Гибели рыбы не было. Сероводород не обнаружен. В 2010 г. воды акватории порта Темрюк по **ИЗВ** (0,51) относились ко II классу качества – «чистые». По сравнению с предыдущим годом значение индекса осталось неизменным (табл. 3.5).

Взморье реки Кубань. В 2010 г. наблюдения проводились на 7 станциях в апреле, августе, сентябре и октябре. Концентрация **НУ** изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,02 мг/л, 11 проб из 56) до 0,22 мг/л (4,4 ПДК). Максимум был отмечен 14 апреля на поверхности в море в 600 м от устья рукава Средний. Средняя величина за период наблюдений составила 0,038 мг/л. Превышение 1 ПДК имело место в 15 пробах (27%). В 2008–2010 гг. средний уровень загрязнения НУ на взморье Кубани колеблется около отметки 0,7 ПДК.

Содержание **СПАВ** в водах взморья Кубани в 11 пробах из 56 было ниже предела обнаружения (10 мкг/л). Максимум доходил до 35 мкг/л в поверхностных водах на двух станциях 14 апреля. Среднее значение составило 11,3 мкг/л, что на треть меньше прошлогоднего уровня. В период 2002–2010 гг. хлорорганические (γ-ГХЦГ, α-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганические (ФОС: мета-

фос, карбофос, фозалон и рогор) **пестициды** в водах взморья обнаружены не были. Последний случай обнаружения ФОС на взморье Кубани был зарегистрирован в 1995 г., когда в 30% отобранных проб был обнаружен метафос. Растворенная **ртуть** в 2010 г. в водах взморья обнаружена не была.

Концентрация аммонийного **азота** на взморье Кубани изменялась от 23 до 550 мкг/л (1,1 ПДК, в поверхностном слое вод 16 августа); средневзвешенная величина составила 210 мкг/л. Концентрация нитритов изменялась от значений ниже предела обнаружения 0,5 до 34 мкг/л (в среднем 12,4 мкг/л); нитратов – 9–790 мкг/л (90 мкг/л); общего азота – 240–1820 (873) мкг/л; максимальное содержание общего азота отмечено 15 октября на поверхности. 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/л (30 проб из 56) до 54 мкг/л; среднегодовая величина – 14,7 мкг/л, максимум отмечен на расстоянии 4,8 км от устья реки 8 июля в придонном слое на глубине 7 м. Здесь же был отмечен и максимум общего фосфора, концентрация которого изменялась от 12 до 140 мкг/л, среднее значение составило 42 мкг/л (на 25% меньше прошлогоднего). Содержание **силикатов** в водах взморья изменялось в пределах 110–3050 мкг/л; максимум отмечен 16 августа у поверхности в 4,4 км от устья гирла Соловьевское Курчанского лимана; средняя величина (960 мкг/л) была на 246 мкг/л меньше прошлогодней. За последние три года отмечается тенденция уменьшения содержания кремния.

В 2010 г. **соленость** вод взморья Кубани изменялась от 2,35 до 11,18‰; минимальная соленость была отмечена 14 апреля и была вызвана поступлением пресных вод с сильным речным стоком; максимум зафиксирован 16 августа. Средняя соленость воды в 2008, 2009 и 2010 гг. составила на взморье Кубани 9,34; 9,51 и 9,93‰ соответственно, т.е. соленость вод взморья Кубани постепенно увеличивалась. Температура воды на взморье Кубани варьировала от 7,2⁰С у дна до 28,4⁰С в поверхностном слое 16 августа. Величина pH варьировала от 7,80 до 8,75. Максимум выявлен у поверхности 16 августа и был связан, по-видимому, с интенсивными процессами фотосинтеза, при которых растворенная двуокись углерода потребляется водной растительностью, а минимум зарегистрирован на придонном горизонте 8 июля одновременно с дефицитом кислорода.

В 2010 г. в водах взморья Кубани было отмечено 3 случая дефицита кислорода: 8 июля на придонном горизонте 1,74 мг/л (22% насыщения), а 16 августа – 2,11 мг/л (29%) и 2,64 мг/л (36%). Причиной дефицита кислорода были сильная температурная и плотностная стратификации, длительный период высоких температур воды и воздуха, слабое перемешивание водной массы и значительный речной сток. В середине августа пониженное содержание растворенного кислорода наблюдалось практически по всей акватории Темрюкского залива. Массовой гибели рыбы не замечено, однако вдоль прибрежной полосы Темрюкского залива, в частности у пляжа «Голубицкий», наблюдались отдельные погибшие особи придонных рыб-бычков. В 2010 г. содержание кислорода на взморье Кубани варьировало от 22 до 138% насыщения, среднее составило 96% насыщения; средняя концентрация 8,89 мг/л, а диапазон изменений составил 1,24–12,63 мг/л. Сероводород в 2010 г. в водах взморья Кубани не обнаружен. По индексу загрязненности ИЗВ (0,49) воды взморья Кубани в 2010 г. относятся ко II классу, «чистые».

Взморье рукава Протока. В 2009 г. наблюдения на взморье рукава Протоки выполнялись 7 апреля, 8 июля, 10 августа и 15 октября на двух станциях с глубинами 6 и 10 м. Концентрация **НУ** в 7 из 16 отобранных проб была менее предела обнаружения (0,02 мг/л), а остальные были равны или немного выше его; наибольшее значение 0,03 мг/л было отмечено дважды; средняя за год величина 0,0125 мг/л была существенно ниже прошлогоднего уровня. В целом уровень загрязнения района нефтяными углеводородами снизился. В 9 пробах содержание СПАВ было выше предела обнаружения использованного метода химического анализа (10 мкг/л) и достигало 25 мкг/л, а средняя с учетом всех 16 проб составила 8 мкг/л. Загрязнение вод взморья детергентами было очень невысоким и уменьшилось по сравнению с прошлым годом на 42%. 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. В 2010 г. растворенная ртуть не была обнаружена ни в одной пробе из четырех отобранных.

Концентрация аммонийного **азота** в 2010 г. варьировала в водах взморья Протоки от 32 до 460 мкг/л; максимум зафиксирован 15 октября у поверхности (0,9 ПДК). Средняя за год составила 203 мкг/л, однако были отмечены хорошо выраженные сезонные изменения содержания аммония: 63, 38, 280 и 430 мкг/л в апреле, июле, августе и октябре соответственно. Концентрация нитритов 0–35 мкг/л, средняя 13,4 мкг/л была вдвое выше прошлогодней, тогда как нитратов существенно снизилось (46–370 мкг/л, средняя 210 мкг/л). В 2010 г. содержание общего азота изменялось от 490 до 2050 мкг/л, максимум отмечен 15 октября в поверхностном слое вод взморья. Среднегодовое содержание общего азота составило 1290 мкг/л, что на 68% и 11% больше уровня 2009 и 2008 гг. соответственно. Концентрация общего фосфора (19–72, средняя 47,3 мкг/л) в большей степени превышала над содержанием **фосфатов** (от менее 5 до 21, средняя 12,2 мкг/л), чем в прошлом году, что отражает увеличение доли органической формы фосфора в водах взморья Протоки. Концентрация растворенного в воде **кремния** изменялась в диапазоне 650–1520 мкг/л, максимум выявлен в поверхностном слое 10 августа; средняя составила 1190 мкг/л, что меньше значения прошлого года (1410 мкг/л), но практически равно позапрошлогоднему (1120 мкг/л). В целом изменения концентрации биогенных элементов в водах взморья Протоки были в пределах естественных межгодовых колебаний.

В 2010 г. **соленость** вод взморья Протоки изменялась от 2,70 до 11,18‰; наименьшее значение 12 июля определялось опреснением вследствие интенсивного речного стока; максимум зафиксирован 10 августа. Средняя соленость воды в 2008, 2009 и 2010 гг. составила на взморье Протоки 8,64; 7,24 и 8,61‰ соответственно, т.е. в отличие от взморья Кубани соленость вод не показывает тренда на увеличение. Температура воды варьировала от 9,0⁰С у дна 07 апреля до 29,6⁰С на поверхности 10 августа. Величина pH варьировала от 8,00 до 8,40; максимум отмечен на поверхности 12 июля; среднегодовая величина pH составила 8,20. В последние годы на взморье Протоки замечена тенденция уменьшения водородного показателя. Общая щелочность изменялась в водах взморья Протоки от 2,251 до 3,408 ммоль/л (придонный горизонт, 15 октября); среднегодовая 3,033 ммоль/л; в 2009 г. 2,928; в 2008 г. 2,994 ммоль/л.

Содержание растворенного в воде **кислорода** на взморье Протоки дважды опускалось ниже норматива в придонном слое вод на глубине 10 м – 8 июля 5,19 мг/л, 69% насыщения, 26,8⁰С и 10 августа 5,83 мг/л, 78%, 27,0⁰С. Максимум достигал 10,76 мг/л в апреле на поверхности, 9,5⁰С. Средняя концентрация

O₂ за последние три года возрастает: 8,26, 8,58 и 8,80 мг/л; 94,3%, 96,6% и 97,6% соответственно. В большую часть исследованного периода года уровень аэрации всей толщи вод был достаточно высоким, поскольку разница между поверхностными водами (среднее 9,39 мг/л) и придонными (8,21 мг/л) была невысокой. Сероводород на взморье Протоки в 9 отобранных в августе и сентябре пробах обнаружен не был.

В 2010 г. по **ИЗВ** (0,37) 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). Наблюдения в устьевой области реки в 2009 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 октябрь, 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 0,59 до 10,77‰, что свидетельствует о значительном влиянии пресноводного стока из лиманов на все гидрохимические характеристики района. Вертикальной стратификации вод не отмечено. Температура воды в устьевой области Кубани варьировала от 6,8^oC на поверхности в г. Куликовское 1 апреля до 32,0^oC в гирле Соловьевское 4 августа. Величина рН варьировала от 7,35 до 8,90; максимум отмечен на поверхности и у дна 3 августа у Пересыпского гирла Ахтанизовского лимана; среднегодовая величина рН составила 8,05. Общая щелочность изменялась в водах взморья Протоки от 1,384 до 3,762 ммоль/л (поверхностный горизонт, 10 августа); среднегодовая 2,750 ммоль/л.

Концентрация **НУ** изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,02 мг/л, 13 проб из 32) до 0,24 мг/л (4,8 ПДК). Максимум был отмечен 3 августа на поверхности в 500 м от устья гирла Пересыпское Ахтанизовского лимана, в придонных водах здесь было отмечено 2,0 ПДК. Возможной причиной локального повышения здесь уровня загрязнения нефтяными углеводородами морских вод могла быть деятельность базирующейся вдоль гирла механизированной бригады, подводящей газораспределительные сети к п. Пересыпь. Средняя величина за период наблюдений была практически равной прошлогодней и составила 0,030 мг/л. Содержание СПАВ в 22 пробах было ниже предела обнаружения (10 мкг/л). Максимум доходил до 28 мкг/л, что немного ниже уровня прошлого года. В 2010 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 изменялась от 18 до 760 мкг/л (1,5 ПДК), средняя составила 167 мкг/л. И максимальная, и средняя величины были существенно выше прошлогодних в первую очередь за счет аномальных октябрьских значений: 73,5; 31,8; 125,9 и 436,3 мкг/л в апреле, июле, августе и сентябре соответственно. Концентрация нитритов также увеличилась вдвое и изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л) до 52 мкг/л (в среднем 12,1 мкг/л); зато нитратов значительно уменьшилось: 13–810 (165) мкг/л соответственно. Содержание **фосфатов** в 8 пробах из 32 было ниже предела обнаружения (5 мкг/л). Максимум достигал очень высокой величины 220 мкг/л (1,5 ПДК для мезотрофных водоемов) в 500 м от устья гирла

Горькое 10 августа в поверхностных водах, в остальных пробах концентрация изменялось в диапазоне 7–84 мкг/л; среднегодовая величина (26 мкг/л) практически равнялась прошлогодней. В этой же пробе отмечен максимум общего фосфора, концентрация которого изменялась от 21 до 260 мкг/л, среднее значение составило 59 мкг/л. Содержание **силикатов** в водах взморья было в пределах 910–3500 мкг/л (15 августа вблизи устья Сладковского гирла), в среднем 2093 мкг/л, что в 2 раза выше прошлогоднего уровня, хотя максимальная величина почти на четверть ниже прошлогодней.

Содержание растворенного в воде **кислорода** в устьевой области Кубани изменялось в широком диапазоне 0,83–11,75 мг/л, в среднем 8,04 мг/л. В первой декаде августа в четырех пробах из гирл Куликовское, Сладковское, Зозулиевское и Горькое концентрация O₂ была меньше норматива 6,0 мг/л, а в последнем случае наблюдалось ЭВЗ по растворенному кислороду (0,83 мг/л). Причиной дефицита кислорода был длительный период высоких температур воздуха и воды, который сопровождался массовым отмиранием водной флоры и фауны, малая глубина в гирле (2 м), слабое течение и слабое перемешивание водной массы. Температура воды здесь в 8 часов утра уже была 28,5⁰С. Процент насыщения вод кислородом в 2010 г. находился в диапазоне значений 11–110%, в среднем 87,7%, что на 3% меньше 2010 г. В гирле Горькое в 2008–2010 гг. наблюдается явная тенденция ухудшения кислородного режима. В течение последних лет сероводород на взморье Кубани не был обнаружен. В 2010 г. по ИЗВ (0,42) воды взморья гирл лиманов относились ко II классу качества вод («чистые»). По сравнению с предыдущим годом значение индекса практически не изменилось.

Таблица 3.4. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Темрюкского залива Азовского моря, в устьевой области и дельте р. Кубань в 2008–2010 гг.

Район	Ингредиент	2008 г.		2009 г.		2010 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
1. Дельта реки Кубань	НУ	0,04	0,8	0,05	1,0	0,045	0,9
		0,14	2,8	0,20	4	0,10	2,0
	СПАВ					4,8	<0,1
						25	0,3
	Азот аммонийный	77	0,2	62,5	0,1	190	0,4
		110	0,2	120	0,2	460	0,9
	Растворенный кислород	8,8		8,9		9,06	
		7,5		3,23	0,5	6,84	
% насыщения	99		94		97		
	86		40		91		
2. Темрюкский залив: п. Темрюк	НУ	0,04	0,8	0,05	1,0	0,04	0,8
		0,14	2,8	0,27	5,4	0,23	5
	СПАВ	30	0,3	37	0,1	27	0,3
		42	0,4	63	0,6	48	0,5
	Ртуть	0		0		0,002	0,2
		0		0		0,01	1,0
	Азот аммонийный	68	0,1	34	<0,1	135,2	0,3
		140	0,3	70	0,1	310	0,6
	Растворенный кислород	10,13		9,60		9,58	
		2,94	0,5	4,09	0,7	2,7	0,5
	% насыщения	99		94		94	
		38		51		36	

3. Темрюкский залив: взморье р. Кубань	НУ	0,03	0,6	0,025	0,5	0,038	0,8
		0,20	4	0,16	3,2	0,22	4,4
	СПАВ	30	0,3	<25	<0,3	11	0,1
		38	0,4	<25	<0,3	35	0,4
	Ртуть	0,001	0,1	0,001	0,1	0	
		0,01	1,0	0,01	1,0	0	
	Азот аммонийный	69	0,1	41	<0,1	210	0,4
		160	0,3	110	0,2	550	1,1
	Растворенный кислород	8,43		8,64		8,89	
		2,06	0,3	2,56	0,4	1,74	0,3
% насыщения	96		97		97		
	26		33		22		
4. Темрюкский залив: взморье рукава Протока	НУ	0,02	0,4	0,02	0,4	0,013	0,3
		0,06	1,2	0,07	1,4	0,08	1,6
	СПАВ	12	0,1	10	0,1	8	<0,1
		33	0,3	30	0,3	25	0,3
	Ртуть	0		0,003	<0,1	0	
		0		0,01	0,1	0	
	Азот аммонийный	85	0,2	36	<0,1	186	0,4
		110	0,2	67	0,1	430	0,9
	Растворенный кислород	8,26		8,58		8,8	
		6,76		7,15		5,19	0,9
% насыщения	94		97		98		
	82		80		69		
5. Устьевая обл. р. Кубань: гирла лиманов	НУ	0,04	0,8	0,03	0,6	0,03	0,6
		0,14	2,8	0,13	2,6	0,24	4,8
	СПАВ	9	0,1	13,6	0,1	5,2	<0,1
		35	0,4	38	0,4	28	0,3
	Азот аммонийный	94	0,2	66	0,1	167	0,3
		190	0,4	220	0,4	760	1,5
	Растворенный кислород	8,63		7,72		8,04	
		5,9	0,98	4,49	0,75	0,83	0,14
	% насыщения	97		85		88	
		74		45		11	

Примечания:

1. Концентрация (С)* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/л; СПАВ, аммонийного азота, нитритов, общего азота и общего фосфора и ртути – в мкг/л.

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 розор) пестицидов не превышала уровня определения использованного метода анализа (0,05 нг/л).

Таблица 3.5. Оценка качества вод Темрюкского залива Азовского моря, устьевой области и дельты реки Кубань по ИЗВ в 2008–2010 гг.

Район	2008 г.		2009 г.		2010 г.		Среднее содержание ЗВ в 2010 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Дельта реки Кубань							
1. Дельта	0,45	II	0,47	II	0,50	II	НУ 0,9; СПАВ 0,05; NH ₄ 0,4; O ₂ 0,66
Темрюкский залив							
2. порт Темрюк	0,46	II	0,46	II	0,51	II	НУ 0,8; СПАВ 0,3; NH ₄ 0,3; O ₂ 0,63
3. взморье рукава Кубань	0,42	II	0,37	II	0,49	II	НУ 0,8; СПАВ 0,1; NH ₄ 0,4; O ₂ 0,67
4. взморье рукава Протока	0,36	II	0,33	II	0,37	II	НУ 0,3; СПАВ 0,08; NH ₄ 0,4; O ₂ 0,68
Устьевая область реки Кубань							
5. гирла лиманов	0,45	II	0,39	II	0,42	II	НУ 0,6; NH ₄ 0,3; СПАВ 0,05; O ₂ 0,74

3.4. Загрязнение прибрежных вод украинской части Азовского моря

3.4.1. Таганрогский залив

Порт Мариуполь. На внешнем рейде порта Мариуполь гидрохимические исследования вод проводились в мае–октябре 2010 г., а на акватории порта в течение всего года; в районе дампинга (ст. 1д, 2д и 3д) в июне и сентябре Мариупольской гидрометеобсерваторией (ГМО), (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Станции мониторинга на акватории и на внешнем рейде порта Мариуполь в 2010 г.

Концентрация НУ в водах Мариуполя изменялась от аналитического нуля до 0,52 мг/л (10 ПДК), зафиксированного в сентябре на акватории морского торгового порта. В 2010 г. загрязнение вод района нефтяными углеводородами существенно снизилось по сравнению с 2006–2009 гг. (табл. 3.6). Максимальная концентрация НУ в водах внешнего рейда составила 5 ПДК. Здесь в 22% проб содержание НУ превышало 1 ПДК, тогда как в водах акватории порта повторяемость концентрации выше ПДК в 2010 г. состави-

ла 18% от общего числа наблюдений. В районе дампинга на взморье г. Мариуполя средняя концентрация НУ в июне составила 0,06 мг/л (1,2 ПДК), в сентябре 0,16 мг/л (3 ПДК). Максимальная концентрация НУ 0,26 мг/л (5 ПДК) была зафиксирована в июне.

Концентрация **СПАВ** изменялась от отсутствия до 56 мкг/л (0,6 ПДК), максимум отмечен в августе в водах внешнего рейда порта. Средняя за год величина содержания СПАВ в водах порта и в районе дампинга была менее 25 мкг/л. Максимальная концентрация СПАВ в районе дампинга зафиксирована в сентябре и составила 36 мкг/л. Содержание фенолов в 2010 г. не превышало 3 мкг/л. **Пестициды:** α -ГХЦГ обнаружен в поверхностном слое воды акватории п. Мариуполь в трех пробах: в январе (1,0 нг/л), в августе (4,0 нг/л) и декабре (0,6 нг/л). Присутствие γ -ГХЦГ обнаружено на акватории п. Мариуполь в одной пробе в январе (2,4 нг/л, акватория порта металлургического комбината «Азовсталь»), и в двух пробах на внешнем рейде порта в июле (0,9 нг/л) и октябре (0,8 нг/л). Присутствие ДДТ (5,8 нг/л) и ДДЭ (2,1 нг/л) зафиксировано в одной пробе в мае на внешнем рейде порта. Концентрация ДДД во всех районах наблюдения была ниже предела определения (3 нг/л). ГПХ обнаружен во всех районах мониторинга. Его содержание в п. Мариуполь изменялось от 0 до 2,6 нг/л, максимум зафиксирован в июле на внешнем рейде. ПХБ и альдрин не были обнаружены.

В водах акватории п. Мариуполь средняя за год концентрация аммонийного **азота** составила 120 мкг/л, на внешнем рейде порта – 45 мкг/л. Максимальная концентрация 960 мкг/л зафиксирована в ноябре. В 2010 г., по сравнению с аналогичным периодом 2009 г., уменьшилось среднее содержание аммонийного азота в порту со 150 мкг/л до 120 мкг/л, на внешнем рейде осталось неизменным. В районе дампинга средняя концентрация в июне составила 48 мкг/л, в сентябре 26 мкг/л. Максимальная концентрация 110 мкг/л зафиксирована в поверхностных водах в июне. Средняя концентрация нитритного азота на поверхностном и придонном горизонтах вод порта составила 18 и 10 мкг/л соответственно; максимум 400 мкг/л был зафиксирован в мае. В 2010 г. на акватории п. Мариуполь содержание нитритов было самым низким за период 2006–2010 гг., а на внешнем рейде было на уровне средних значений за весь период наблюдений. В районе дампинга средняя концентрация нитритов в июне составила менее 5 мкг/л, максимум 9 мкг/л, а в сентябре была на уровне аналитического нуля. Концентрация нитратного азота на поверхности и в придонном слое вод порта составила в среднем 460 мкг/л и 76 мкг/л соответственно, на внешнем рейде 28 мкг/л; максимум (2810 мкг/л) был зафиксирован в мае. В сравнении с аналогичным периодом 2009 г. средняя концентрация нитратного азота в водах порта не изменилась. В районе дампинга средняя в июне составила 130 мкг/л (максимум 470 мкг/л), в сентябре 12 мкг/л. Средняя за год концентрация общего азота на поверхности и у дна в порту составила 1460 мкг/л и 1080 мкг/л соответственно, на внешнем рейде порта – 1180 мкг/л и 1010 мкг/л. Максимальная концентрация (6750 мкг/л) зафиксирована в мае. В 2010 г. содержание общего азота в водах порта осталось примерно на прошлогоднем уровне, тогда как на внешнем рейде увеличилась на 400 мкг/л и была выше средней за пятилетний период на 600 мкг/л. В районе дампинга средняя концентрация общего азота в июне составила 1270 мкг/л (максимум 2200 мкг/л), в сентябре на поверхности 1170 мкг/л, у дна 1130 мкг/л.

Средняя концентрация общего фосфора на поверхностном и придонном горизонтах акватории порта составила 42 и 41 мкг/л соответственно, на внешнем рейде 39 мкг/л; максимальная (370 мкг/л) была зафиксирована в январе. В 2010 г. содержание фосфатов в водах порта Мариуполь было наименьшим за последние пяти- и десятилетние периоды. В районе дампинга средняя концентрация в июне составила 51 мкг/л (максимум 92 мкг/л), в сентябре 45 мкг/л.

Содержание растворенного **кислорода** в порту изменялось в пределах 61–179% насыщения в поверхностных водах и 57–154% в придонном слое, средние значения составили 108% и 106%, на внешнем рейде 117%. Минимальное содержание кислорода (7,02 мг/л, 51%) зафиксировано в июне. В районе дампинга значения были в интервале 92–112% насыщения. Присутствие сероводорода не было зафиксировано. По величине **ИЗВ** (0,44; II класс качества) воды акватории п. Мариуполь в 2010 г. классифицировалась как «чистые», внешнего рейда порта как «очень чистые» (0,19; I класс качества), (табл. 3.7). Приоритетными загрязняющими веществами были НУ, аммонийный и нитритный азот. В районе дампинга на взморье г. Мариуполя в июне вода классифицировалась как «чистая» (ИЗВ 0,57; II класс качества воды); в сентябре как «умеренно загрязненная» (ИЗВ 1,00; III класс качества воды).

На акватории порта Мариуполь отбор проб **донных отложений** проводился в апреле и октябре. Содержание НУ в осадках было ниже предела определения. Концентрация фенолов изменялась от 0,04 мкг/г до 1,33 мкг/г. Максимальная концентрация зафиксирована в октябре в устье р. Кальмиус. Средняя концентрация в апреле была 0,8 мкг/г, в октябре – 1,0 мкг/г. Концентрация ГПХ в апреле изменялась от 0 до 2,67 мкг/г, средняя 0,97 мкг/г, максимум зафиксирован в устье р. Кальмиус. Присутствия других ХОП и ПХБ зафиксировано не было.

3.4.2. Бердянский залив

В 2010 г. в Бердянском заливе мониторинг гидрохимического состояния проводился Мариупольской гидрометеобсерваторией (ГМО) в августе (рис. 3.8). Концентрация **НУ** была менее 0,05 мг/л. В районе дампинга средние значения составили на поверхности 0,03 мг/л, у дна 0,02 мг/л, а максимальная достигала 0,08 мг/л (1,6 ПДК). Уровень загрязнения морских вод СПАВ был почти всегда ниже предела обнаружения, а максимум составил 56 мкг/л (0,6 ПДК) и был зафиксирован в поверхностном слое; в районе дампинга концентрация не достигала 25 мкг/л. Содержание фенолов было ниже 3 мкг/л. ГПХ обнаружен в двух пробах с максимальным значением 1,2 нг/л на придонном горизонте. Содержание α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ, ДДД, ПХБ и альдрин в водах Бердянского залива было ниже предела определения используемого метода химанализа.

Содержание аммонийного **азота** в водах залива ниже, чем в районе п. Мариуполь. Максимальная концентрация составила 64 мкг/л в придонном слое. Содержание нитритного азота обычно было ниже предела определения. Лишь на одной станции в поверхностных водах концентрация достигла 17 мкг/л, а в придонных 11 мкг/л. В районе дампинга нитритный азот обнаружен не был. Содержание нитратного азота также было невысоким: максимум составил 58 мкг/л и был зафиксирован в поверхностных водах. В районе дампинга средняя концентрация нитратного азота составила на поверхности 12 мкг/л, у дна 8 мкг/л. Средняя

концентрация общего азота составила 760 мкг/л, максимальная 1200 мкг/л, а в районе дампинга на поверхности 850 мкг/л, у дна 660 мкг/л. В августе 2010 г. концентрация общего фосфора изменялась в диапазоне 20–44 мкг/л, максимум наблюдался в придонных водах. В районе дампинга средняя концентрация составила на поверхности и у дна 30–33 мкг/л.



Рис. 3.8. Станции мониторинга в Бердянском заливе в 2010 г.

Содержание растворенного кислорода в водах залива изменялось в интервале 97–130% насыщения, а в районе дампинга оно составило 112% на поверхности и 110% у дна. В период наблюдений вода залива была хорошо аэрирована. Присутствие сероводорода не зафиксировано. По величине ИЗВ воды Бердянского залива классифицировались как «чистые» (0,30; II класс качества воды), в районе дампинга – как «очень чистые» (0,13; I класс качества воды).

Таблица 3.6. Среднегодовая и максимальная концентрация биогенных элементов и загрязняющих веществ в водах украинской части Азовского моря в 2008–2010 гг.

Район	Ингредиент	2008 г.		2009 г.		2010 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Керченский пролив: разрез п.Крым – п.Кавказ	НУ	0,06	1,2	0,07	1,4	0,06	1,2
		0,31	6	0,31	6	0,29	6
	СПАВ	18	0,2	0		0	
		130	1,3	33	0,3	84	0,8
Фенолы	0		0		0		
	3	3,0	4	4	3	3,0	
Порт Мариуполь, внешний рейд	γ-ГХЦГ	0		0		1,5	0,2
		0,7	<0,1	8,6	0,9	5,9	0,6
	ДДЭ	0		0		0	
		6,2	0,6	0		3,6	0,4
	Альдрин	0		0		0	
		1,5	0,2	0		2,8	0,3
Азот аммонийный	21	0,1	14	<0,1	8	<0,1	
	100	0,3	110	0,3	230	0,6	
Растворенный кислород %	95		100		84		
	78		81		58		
Порт Мариуполь, внешний рейд	НУ	–		–		–	
		0,13	2,6	0,27	5	0,26	5
	СПАВ	–		–		–	
42		0,4	52	0,5	56	0,6	
	γ-ГХЦГ	–		–		–	

		0		2,2	0,2	0,9	<0,1
	ДДТ	–		–		–	
		4,3	0,4	20,9	2,1	5,8	0,6
	ДДЭ	–		–		–	
		6,2	0,6	0		2,1	0,2
	Гептахлор	–		–		–	
		1,3	0,1	11,5	1,2	2,6	0,3
	Азот аммонийный	14	<0,1	44	0,1	45	0,1
		760	1,9	760	1,9	340	0,9
	Растворенный кислород %	132		117		117	
98			97		88		
Порт Мариуполь, акватория	НУ	–		–		–	
		0,40	8	1,47	29	0,43	9
	СПАВ	26	0,3	0		0	
		130	1,3	57	0,6	35	0,4
	α-ГХЦГ	–		–		–	
		0		2,2	0,2	4,0	0,4
	γ-ГХЦГ	–		–		–	
		0,9	<0,1	2,3	0,2	2,4	0,2
	Гептахлор	–		–		–	
		6,4	0,6	0,6	<0,1	1,2	0,1
Азот аммонийный	140	0,4	150	0,4	120	0,3	
	650	1,7	1110	2,8	960	2,5	
Растворенный кислород %	106		106		108		
	60		65		61		
Бердянский залив	НУ	0		0		0,02	0,4
		0		0		0,11	2,2
	СПАВ	0		0		0	
		53	0,5	29	0,3	72	0,7
	Азот аммонийный	0		0		20	0,1
		39	0,1	120	0,3	64	0,2
	Азот нитритный	0		0		0	
		0		6	0,3	17	0,8
	Азот общий	540		850		760	
		880		1380		1200	
	Фосфор общий	37		32		30	
		52		47		44	
Растворенный кислород %	97		108		107		
	80		104		97		

Примечания:

1. Концентрация С* нефтяных углеводородов (НУ) приведена в мг/л; СПАВ, фенолов, аммонийного азота, нитритного азота, общего азота и общего фосфора – в мкг/л; растворенного кислорода – в % насыщения; α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ, ГПХ, альдрин – в нг/л.

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 3.7. Оценка качества вод украинской части Азовского моря в 2008–2010 гг.

Район	2008 г.		2009 г.		2010 г.		Среднее содержание ЗВ в 2010 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Внешний рейд п. Мариуполь	0,15	I	0,19	I	0,19	I	NH ₄ 0,12; O ₂ 0,63
Акватория п. Мариуполь	0,93	III	0,61	II	0,44	II	NH ₄ 0,31; NO ₂ 0,9; O ₂ 0,53
Бердянский залив					0,30	II	HY 0,4; NH ₄ 0,05; O ₂ 0,77

4. ЧЕРНОЕ МОРЕ

Коршенко А.Н, Панченко А.В., Любимцев А.Л., Клименко Н.П., Рябинин А.И., Шибарева С.А., Петренко О.А., Троценко Б.Г., Жугайло С.С., Коновалов С.К., Кондратьев С.И., Романов А.С., Хоружий Д.С., Свищев С.В., Щерева Г.

4.1. 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 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 как 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 (Суховай 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, обусловлена взаимодействием центрального циклонического общечерноморского течения (ОЧТ) и локальными потоками. Последние весьма изменчивы, часто носят вихревой характер и во многом зависят от орографии дна и других местных условий; ОЧТ приурочено к материковому склону шириной 40–80 км и имеет струйный характер со скоростью на поверхности 0,4–0,5 м/с. Границы между зонами течений условны, особенно при развитой синоптической изменчивости ОЧТ. Повторяемость таких ситуаций велика весной и осенью при общем ослаблении циркуляции вод. Нисходящие движения преобладают в прибрежной зоне и в течениях с северной составляющей скорости.

Сезонные колебания температуры воды определяется гелиофизическими факторами и локальными характеристиками акватории (морфология дна и берегов, объем, циркуляция вод и структура гидрологических полей). Минимальная среднемесячная температура поверхностного слоя воды в прибрежной зоне на всех станциях наблюдается в феврале и составляет 6,2–8,6°С. В марте начинается прогрев прибрежной акватории, особенно на мелководных участках. К апрелю поверхностная температура выравнивается и становится близка к 10–11°С.

В мае–июне продолжается быстрый прогрев вод. Максимум температуры наблюдается в августе и составляет 23,5–24,9⁰С. В сентябре начинается повсеместное выхолаживание вод с опережением в мелководных районах. Вследствие этого уже в октябре–ноябре наблюдается зимний тип распределения температуры поверхностного слоя прибрежных вод с минимумами в мелководных и максимумами в относительно приглубых областях.

Сезонный ход солености поверхностного слоя прибрежных вод определяется изменением соотношения речного стока и общей циркуляции. Годовой речной сток малых рек Кавказа составляет примерно в 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 р. Сочи. От этого участка по направлению к северу соленость повышается. Минимум в сезонном ходе приходится на апрель–март на всех участках района и меняется от 16,39‰ (Сочи) до 17,99‰ (Анапа). Летом наблюдается незначительное повышение солености прибрежных вод, максимум обычно отмечается в октябре–ноябре и составляет от 16,92‰ (Сочи) до 18,26‰ (Анапа). Ледообразование в районе обычно не происходит.

4.2. Гидрохимическое состояние и загрязнение Варненского залива

Черноморское побережье Болгарии расположено между 43°33'20 N 28°34'51 E и 43°59'00 N 28°34'00 E с протяженностью береговой линии 378 км и концентрацией основных источников антропогенного воздействия в Бургасском и Варненском заливах. Последний расположен между мысами Святой Георгий и Галата с общей поверхностью приблизительно 20 км² при ширине 4,5 км и длине 7,5 км. Залив связан с Варненским озером двумя судоходными каналами, поэтому водообмен с озером значительно влияет на качество морских вод. Индустрия, урбанизация (число жителей в Варне в 2010 г. составило 321690 человек), туризм, транспорт и сельское хозяйство – главные факторы антропогенного воздействия на морскую среду. Вклад городской станции очистки сточных вод „Варна” составляет свыше 90% общего поступления загрязненных вод в залив и озеро. Концентрация фосфора и азота даже после первичной очистки не соответствует нормам, поэтому с очищенными водами станции „Варна” в 2010 г. в морскую среду поступило 87 и 466 тонн соответственно. В целом береговой сток, включая ливневые воды и сточные канализационные сбросы, определяет режим биогенных элементов акватории залива. Туризм как одна из основных отраслей экономики района, также является существенным фактором воздействия на экологическое состояние залива и прилежащую акваторию. Кроме постоянных жителей Варны количество отдыхающих и туристов в 2010 г. оценивается примерно в 4 млн. ночевков.

Исследования гидрохимического состояния вод Варненского залива 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: T⁰С, S‰, рН, O₂, БПК₅, N–NO₃, N–NO₂, N–NH₄, P–PO₄, P_{общ} и Si. В августе было проведено исследование загрязнения придонных вод и донных отложений Варненского залива нефтяными углеводородами на 13 станциях с глубинами 3–20 м.

Вода. Лето 2010 г. отличалось температурными рекордами воздуха и морской воды. Синоптическая обстановка в августе характеризовалась преобладающей солнечной и тихой погодой без дождей и ветров, что является предпосылкой для экстремально высоких температур воды. В первые 20 дней августа отклонение поверхностной температуры морских вод составило $+5,77^{\circ}\text{C}$ (Христова О., Джурова Б., 2010), а температура придонных вод ($26,3\text{--}31,0^{\circ}\text{C}$) была выше прошлогодней (табл. 4.1, 4.2).

В 2010 г. была измерена необычно низкая соленость и в поверхностных ($11,5\text{--}11,7\%$), и в придонных ($11,5\text{--}14,1\%$) водах залива, наибольшие значения в обоих слоях были зафиксированы в центральной части (рис. 4.1). Пониженная среднегодовая соленость связана со спецификой речного стока в 2010 г., когда по данным Института метеорологии и гидрологии во все периоды, кроме мая, количество пресноводного стока было выше месячной нормы. Это также было характерно и для водосбора р. Дунай, где интенсивные дожди довели до увеличения речного стока в море на 36%. Перенос опресненных вод с Северо-Западного шельфа в южном направлении стал причиной пониженной солености в болгарском секторе моря и в Варненском заливе (Трухчев Д. и др., 2010).

Концентрация биогенных элементов в водах залива наиболее высокой устанавливается в зимний период, а самые низкие значения ($\text{N-NO}_3 < 30$ мкг/л, $\text{P-PO}_4 < 5$ мкг/л) были зафиксированы в июне (табл. 4.1). В отличие от нитритов и нитратов, в августе преобладают повышенные значения концентрации аммонийного азота в диапазоне $55\text{--}78$ мкг/л. Сезонная динамика кремния отличается высокими значениями (>600 мкг/л) в январе–феврале. Максимальная концентрация кислорода (>12 мг/л) была измерена зимой в феврале, а наиболее низкая (<5 мг/л) летом. В придонных водах залива летом концентрация растворенного кислорода на глубине 18 м составляла только $4,3\text{--}5,6$ мг/л, что соответствует уровню $\sim 58\%$ насыщения. По сравнению с предыдущим годом среднее содержание кремния и трех форм минерального азота повысилось, БПК₅ и соленость снизились, а содержание фосфатов и кислорода осталось на прежнем уровне.

Таблица 4.1. Минимальное, максимальное и среднегодовое значение гидрохимических параметров (мкг/л, кислород и БПК₅ – мгО₂/л) в поверхностных водах Варненского залива в 2010 г.

2010	T ^o C	pH	S‰	O ₂	БПК ₅	NO ₃	NO ₂	NH ₄	P _{общ}	PO ₄	Si
Средн	14,3	8,3	15,6	8,66	2,25	79,45	4,68	26,19	13,05	7,53	255,7
Макс	27,0	8,9	17,6	12,89	4,74	198,72	13,42	78,02	22,38	17,48	635,5
Мин	2,4	8,0	11,3	4,73	0,81	19,23	1,31	12,67	4,48	1,34	76,4

Проведенное в августе 2010 г. обследование придонных вод позволило получить информацию о гидрологических параметрах, кислородных и окислительно-восстановительных условиях в глубине залива (табл. 4.2).

Таблица 4.2. Диапазон изменения параметров придонных вод летом 2009 и 2010 гг.

Параметры	2009 г.	2010 г.
Т°С	21,4–22,5	26,3–30,5
pH	8,06–8,27	8,87–9,04
S, ‰	16,4–17,3	11,6–14,1
O ₂ , мг/л	6,45–8,22	4,71–7,86
O ₂ , %	77,6–104,7	58,3–111,9

В центральной части залива на глубине ~18 м были измерены самые низкие значения концентрации растворенного кислорода. Насыщение придонных вод на большей части акватории залива было существенно пониженным и находилось в интервале 58–85%. Специфическая метеорологическая ситуация летом оказала влияние на гидрохимический режим вод залива. Недостаточный вертикальный обмен между слоями и интенсивный расход кислорода в глубине привел к кислородному дефициту на придонном горизонте и формированию восстановительных условий в донных отложениях залива. Вследствие этого кислородный режим в придонных водах в летний период 2010 года следует считать неблагоприятным.

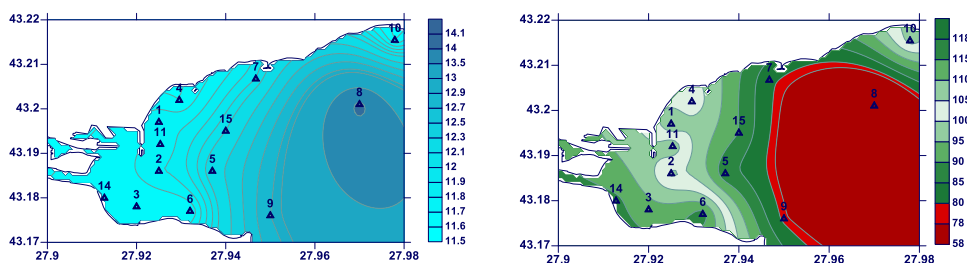


Рис. 4.1. Соленость (‰) и процент насыщения кислородом (%) придонных вод Варненского залива в 2010 г.

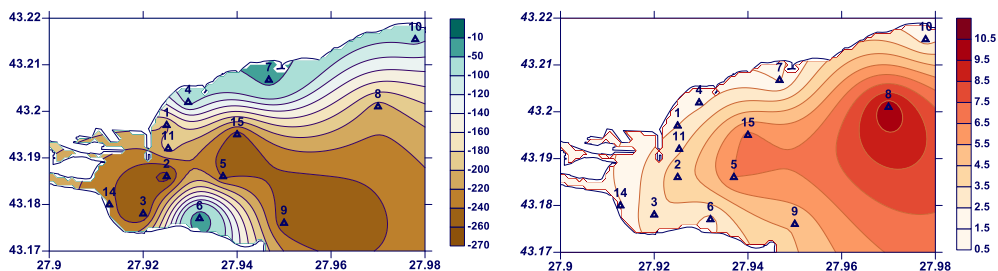


Рис. 4.2. Значения окислительно-восстановительного потенциала (мВ) и концентрация органического углерода (мг/г) в донных отложениях Варненского залива в августе 2010 г.

Донные отложения. В августе 2010 г. температура и pH грунтов залива варьировала в интервале 22,8–30,4^oC и 7,30–8,02 ед. pH соответственно. Значения Eh были ниже нуля на всех станциях, что свидетельствует о восстановительных условиях в осадках (рис. 4.2). В 2009 г. зона отрицательного потенциала в донных отложениях была меньше и охватывала только центральную часть залива. По сравнению с предыдущим годом среднее содержание C_{орг} немного повысилось до 3,9 мг/г. Зона наибольших значений располагалась в центральной глубоководной части залива, где преобладали иловые осадки с пелитовой и алевропелитовой фракциями, отличающиеся высокой концентрацией органического углерода (Shtereva G., 2010).

Транспортная система озеро-залив является районом значительной антропогенной нагрузки как вследствие концентрации промышленности и населения, так и как важнейший навигационный путь. Как район с интенсивным трафиком судоходства Варненский залив характеризуется высоким риском загрязнения нефтепродуктами. Количество судов в порту Варна в 2010 г. (1953) было выше, чем в 2009 г. (1419), а товарооборот превышал 8 млн. тонн. Вследствие этого небольшие нефтяные разливы стали не редкостью в последние годы. Измеренная в августе 2010 г. концентрация нефтяных углеводородов в донных отложениях залива изменялась от значений ниже предела обнаружения (20 мкг/г) до очень высокого значения 4900 мкг/г (98 ДК), которое на два порядка превышало условно допустимый предел. Наибольшие значения содержания НУ (более 2000 мкг/г) в Варненском заливе были отмечены в районе рейда и на пути следования судов.

4.3. Загрязнение прибрежных вод украинской части моря

В 2010 г. мониторинг гидрохимического режима и загрязнения вод украинской части Чёрного моря проводился в дельте р. Дунай (Дунайская ГМО), в Сухом лимане (ГМБ «Ильичевск»), в устье реки Южный Буг и Бугском лимане (Николаевский областной центр по гидрометеорологии), на акватории портов Одесса (Одесский гидрометцентр Черного и Азовского морей) 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 дельтовых водотоках р. Дунай (Дунайская ГМО) – с апреля по сентябрь; в Днепровском лимане (Николаевский ЦГМ) – с апреля по ноябрь; устье реки Днепр – в мае, июле, сентябре и ноябре.

4.3.1. Дельта р. Дунай

Концентрация **нефтяных углеводородов** в большинстве проб воды из дельты была ниже предела обнаружения (0,05 мг/л) и только в декабре на придонном горизонте в районе п. Рени достигала этого уровня (табл. 4.1). Среднемесячная концентрация СПАВ в марте–мае, октябре и декабре была менее 25 мкг/л, а максимальная (0,6 ПДК) зафиксирована в сентябре на придонном горизонте и в декабре в поверхностных водах у п. Рени. Их среднегодовое содержание составило 10 мкг/л. Концентрация суммы фенолов изменялась от аналитического нуля до 5 мкг/л (5 ПДК), наблюдавшиеся в феврале на поверхностном горизонте и в декабре у дна. Среднемесячная концентрация фенолов на обоих горизонтах была менее 3 мкг/л, а средняя за год составила 1 мкг/л. Повторяемость концентрации равной или выше ПДК составила 67% от общего числа наблюдений.

В водах дельты р. Дунай отмечались единичные случаи присутствия **хлороорганических пестицидов**, при этом максимальные значения достигали очень высокого уровня: γ -ГХЦГ – 22 нг/л (сентябрь), ДДЭ – 56 нг/л (июль), ДДД – 150 нг/л (апрель) и ДДТ – 100 нг/л (август). Средняя за год концентрация этих пестицидов осталась на уровне предыдущих лет. Содержание шестивалентного **хрома** изменялось в диапазоне от аналитического нуля до 26 мкг/л, (июль, придонный горизонт в районе п. Вилково).

Концентрация общего **фосфора** изменялась от 39 до 170 мкг/л (сентябрь, поверхностный слой воды в районе п. Измаил); среднегодовая уменьшилась со 110 до 100 мкг/л. Концентрация аммонийного **азота** изменялась от аналитического нуля до 510 мкг/л (1,3 ПДК, февраль, придонный горизонт в районе п. Рени). Содержание нитритного азота изменялось от 0 до 41 мкг/л (2,1 ПДК). Максимальные значения наблюдались в июне в районе пп. Рени, Вилково и Измаил. Среднегодовая концентрация ингредиента за 2008–2010 гг. была минимальной и составила 20 мкг/л. Концентрация нитратного азота изменялась от 200 до 2250 мкг/л. Максимальные значения были отмечены в феврале в районе пп. Вилково и Измаил. Среднегодовая концентрация нитратного азота за три года возросла на 20 мкг/л. Средняя за год концентрация растворённого **кислорода** в поверхностном слое воды составила 90%, у дна – 86% насыщения. Дефицит растворенного кислорода в среднем достигал на поверхности 2–18%, у дна 7–26% насыщения. Среднегодовое содержание растворенного кислорода с 2008 г. по 2010 гг. снизилось на 5% насыщения.

В апреле и августе 2010 г. на устьевом участке р. Дунай проводился мониторинг загрязнения верхнего слоя **донных отложений** пестицидами α -, β -, γ -ГХЦГ, ГПХ, ДДЭ, ДДД и ДДТ. Концентрация α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ и ДДЭ не превышала 1 нг/г абсолютно сухой пробы. Концентрация ДДТ и ДДД достигала 95 и 37 нг/г соответственно. Значения изменялись от аналитического нуля до максимума, который для обеих форм наблюдался в августе в районе п. Вилково. Содержание β -ГХЦГ и ГПХ в донных отложениях было ниже предела обнаружения.

4.3.2. Дельтовые водотоки

Содержание **НУ** в водах дельты было невысоким, а максимальная концентрация достигала 0,07 мг/л (1,4 ПДК) в поверхностном слое в августе. Концентрация СПАВ изменялась от 0 до 90 мкг/л (0,9 ПДК, апрель, придонный горизонт рукава Прорва), а в остальное время года они не были обнаружены. В период наблюдений содержание фенолов изменялось от аналитического нуля до 5 мкг/л (5 ПДК). Максимальная концентрация наблюдалась в июле на поверхности рук. Белгородский, а значения выше 1 ПДК составили 55% от общего числа наблюдений. Средний уровень загрязнения вод фенолами в сравнении с предыдущим годом снизился до 1 ПДК. В дельтовых водотоках в единичных пробах определены **пестициды** γ -ГХЦГ, ГПХ, ДДЭ, ДДД, ДДТ и альдрин, концентрация которых составила 1,3, 6,1; 2,3; 18, 52 и 2,7 нг/л соответственно. В целом уровень загрязнения вод пестицидами был ниже прошлогоднего. Средняя за год концентрация этих пестицидов осталась на низком уровне предыдущих лет, однако единичные пиковые значения (например, более 10 ПДК для «свежего» линдана) были достаточно значимыми. В период наблюдений концентрация полихлорбифенилов в воде была ниже предела обнаружения 20 нг/л.

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 37–180 мкг/л. Максимальное значение зафиксировано в апреле на обоих горизонтах рук. Быстрый. За последние годы средняя за год концентрация общего фосфора уменьшилась на 12 мкг/л. Содержание общего **азота** изменялось на поверхностном горизонте в пределах 1440–6100 мкг/л, у дна достигало 7000 мкг/л. Среднемесячная концентрация азота в сентябре составляла 1810–1820 мкг/л, а в остальное время она достигала 2050–3600 мкг/л. Среднегодовая концентрация азота с 2008 по 2010 гг. увеличилась на 320 мкг/л. Концентрация аммонийного азота изменялась от 0 до 390 мкг/л. Максимальная величина зафиксирована в апреле в придонных водах рукава Старостамбульский. Концентрация нитритного азота изменялась от 0 до 60 мкг/л. Максимальная величина отмечена в июле в рукаве Белгородский. Концентрация нитратного азота изменялась в диапазоне 230–2020 мкг/л. Наиболее высокие среднемесячные значения 1355–1370 мкг/л и максимальная за год наблюдались в сентябре в рукаве Гнеушев. Среднегодовое содержание азота с 2008 г. по 2010 г. снизилось на 95 мкг/л.

Средняя за год концентрация растворённого **кислорода** в поверхностном слое воды составила 90%, у дна 86% насыщения. В период наблюдений дефицит растворенного кислорода в среднем достигал в поверхностном слое воды 7–23%, а у дна 10–32% насыщения. С 2008 г. по 2010 г. наблюдается тенденция снижения содержания растворенного кислорода с 94% до 89% насыщения. Присутствие сероводорода в воде протоков не зафиксировано.

4.3.3. Придунайский район

Морской гидрофизический институт НАН Украины (МГИ, г. Севастополь) проводил исследования гидрохимического состава морских вод приустьевых районов Дуная, в центральной части северо-западного шельфа и в районе г. Севастополя в 67-м рейсе НИС "Профессор Водяницкий" в октябре 2010 г. (рис. 4.3). Отбор проб для химического анализа выполняли во всем столбе воды для построения вертикальных профилей гидрохимических параметров. В комплекс наблюдений входило определение концентрации растворенного кислорода, сероводорода, биогенных элементов, рН и щелочности.

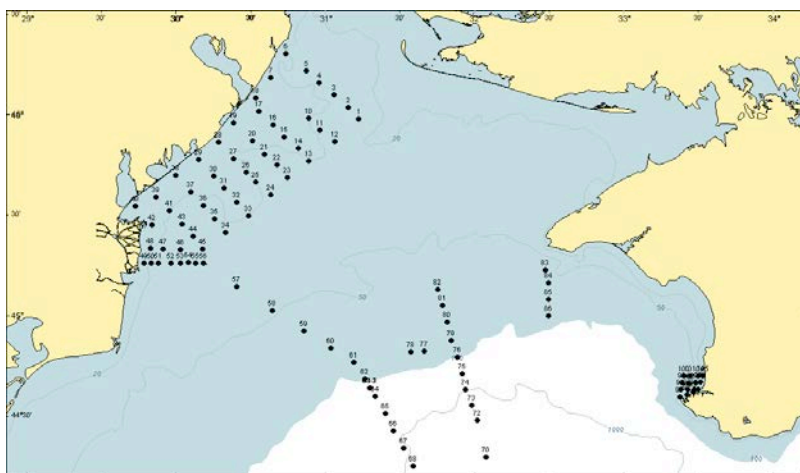


Рис. 4.3. Схема расположения гидрохимических станций, выполненных в 67-м рейсе НИС "Профессор Водяницкий" в октябре 2010 г.

Полученные данные позволяют дать статистически достоверную оценку значений стандартных гидрохимических параметров морской воды в середине осеннего сезона года на Северо-Западном шельфе (табл. 4.3) и в районе г. Севастополя (табл. 4.4).

Таблица 4.3. Содержание кислорода, биогенных элементов, величины рН и щелочности в придунайском районе СЗШ в октябре 2010 г.

	Поверхностный слой (1 м)			Глубина 7–49 м до $\sigma_t = 13,9$		
	Кол-во станций	Среднее	σ	Кол-во станций	Среднее	Σ
Кислород мл/л	60	6,37	0,26	56	6,17	0,29
Кислород %	60	102,3	2,2	56	99,7	5,9
Фосфаты мкМ*	43	0,14	0,15	38	0,12	0,12
Кремнекислота мкМ*	43	6,6	8,0	38	5,2	3,9
Нитриты мкМ*	43	0,14	0,20	38	0,10	0,08
Нитраты мкМ*	43	3,1	9,5	38	0,87	1,70
рН, ед. рН	43	8,38	0,03	39	8,37	0,04
Щелочность мг-экв./л	38	3,298	0,025	34	3,305	0,023

* – см. табл. 4.4.

Процент насыщения поверхностных и придонных вод кислородом на большей части приустьевых района Дуная составил 100–102%, насыщение кислородом менее 100% наблюдалось только в узкой полосе вдоль дельты Дуная в пределах 6–10 миль от берега. Высокие значения σ относительно средней концентрации нитратов и кремнекислоты в поверхностных водах придунайского полигона связаны с высоким содержанием этих ингредиентов в речном стоке. Влияние стока Дуная и в поверхностных, и в придонных водах на гидрохимический состав вод на момент съемки заметно прослеживалось на расстоянии 10–15 миль от берега (Кондратьев С.И., 2009).

Таблица 4.4. Содержание кислорода и биогенных элементов в морской воде на микрополигоне между мысами Маргопуло и Херсонес в Юго-Западном Крыму в октябре 2010 г.

	Поверхностный слой (1 м)			Глубины 23–83 м до $\sigma_t = 14,0$		
	Кол-во станций	Среднее	σ	Кол-во станций	Среднее	σ
Кислород мл/л	15	6,03	0,03	15	6,00	0,05
Кислород %	15	99,4	0,4	15	93,5	5,7
Фосфаты мкМ*	12	0,01	0,02	15	0,05	0,03
Кремнекислота мкМ*	12	0,88	0,15	15	2,4	2,1
Нитриты мкМ*	12	0,08	0,07	15	0,09	0,07
Нитраты мкМ*	12	0,37	0,33	15	0,36	0,24

* – см. табл. 4.5.

Распределение кислорода в поверхностных водах прилегающего к г. Севастополю шельфа оказалось однородным, концентрация на всех станциях находилась в пределах 6,01–6,07 мл/л, что соответствовало 99–100% насыщению вод кислородом. Особенностью поверхностных вод моря в исследуемый осенний период была низкая концентрация кремнекислоты, не превышавшая 1 мкМ.

Таблица 4.5. Пересчет концентрации гидрохимических параметров из мкМ/л в мг/л.

Элемент	Коэф. пересчета мкМ в мг/л	Элемент	Коэф. пересчета мкМ в мг/л
Кислород, O ₂	мкМ *0,032= мг	Нитраты, NO ₃	мкМ * 0,014 = мг
Сероводород, H ₂ S	*0,034	Нитриты, NO ₂	*0,014
Метан, CH ₄	*0,016	Аммоний, NH ₄	*0,014
Кремний, Si	* 0,028	Общий азот, Ntot	*0,014
Марганец, Mn	*0,055	Фосфаты, PO ₄	*0,031
Железо, Fe	*0,056	Общий фосфор, Ptot	*0,031

4.3.4. Сухой лиман

Содержание **НУ** в водах Сухого лимана было менее предела определения (0,05 мг/л). Концентрация СПАВ изменялась от 0 до 220 мкг/л (2,2 ПДК), максимальное значение было зафиксировано в июле и ноябре, а обнаружены они были только в поверхностном слое. Среднегодовое содержание СПАВ составило 0,2 ПДК и было максимальным за 2008–2010 гг. Фенолы, как и в предыдущие годы, в водах лимана обнаружены не были. Концентрация общего **фосфора** изменялась от 18 до 99 мкг/л (ноябрь). Содержание общего **азота** изменялось от 50 до 420 мкг/л, а среднее за год составило 90 мкг/л на поверхности и 180 мкг/л у дна. Концентрация аммонийного азота варьировала от 0 до 150 мкг/л; нитритного 5–9 мкг/л, максимальная величина была отмечена в марте; нитратного азота изменялась в диапазоне от 0 до 72 мкг/л, максимальные за год величины наблюдались в сентябре и октябре. Относительное содержание растворенного **кислорода** изменялось в диапазоне 32–114% на поверхностном горизонте и 38–75% насыщения на придонном, а средние за год составили 82% и 60% соответственно. Дефицит кислорода в среднем достигал в поверхностном слое 12–28%, у дна 29–50% насыщения. Сероводород в водах Сухого лимана, как и в предыдущие годы, обнаружен не был. В верхнем слое донных отложений Сухого лимана и входного канала содержание нефтяных углеводородов и фенолов, как и в предыдущие 2006–2009 гг., было ниже предела определения (НУ 0,5 мг/г).

4.3.5. Район входного канала и очистных сооружений г. Ильичевска

В течение всего периода наблюдений в 2010 г. концентрация **НУ** была ниже предела определения использованного метода химического анализа. Присутствие СПАВ зафиксировано только в поверхностных водах, а их концентрация изменялась от аналитического нуля до 110 мкг/л (1,1 ПДК, июль). В течение последних лет концентрация фенолов в районе была ниже предела определения (3 мкг/л). Концентрация общего **фосфора** изменялась от 24 до 90 мкг/л; максимальное значение зафиксировано в сентябре. Содержание общего **азота** изменялось от 60 до 370 мкг/л; среднее за год составило 100 мкг/л на поверхности и 180 мкг/л у дна. Концентрация нитритного азота не превышала 7 мкг/л (сентябрь). Концентрация нитратного азота изменялась в диапазоне 13–70 мкг/л (сентябрь); аммонийного азота 0–130 мкг/л (май). Уровень аэрации вод в период

наблюдений был недостаточным; среднее за месяц относительное содержание растворенного **кислорода** составляло 66–110% насыщения на поверхностном горизонте и 40–83% у дна. Дефицит кислорода на поверхности достигал в среднем 7–33%, а в придонном слое 26–55%. Среднее за период наблюдений относительное содержание растворенного кислорода составило 69% насыщения. Сероводород не был обнаружен.

4.3.6. Порт Одесса

Содержание **нефтяных углеводородов** варьировало от 0,05 до 0,18 мг/л (3,6 ПДК, июль). Средняя концентрация НУ за год осталась на уровне последних лет и составила 0,05 мг/л (1 ПДК). Присутствие СПАВ зафиксировано только в поверхностных водах, а их концентрация изменялась от 0 до 0,14 мг/л (1,4 ПДК, сентябрь). Максимальное загрязнение вод порта фенолами отмечалось в июле и августе, диапазон изменений 3–11 мкг/л; среднегодовая концентрация составила 4 мкг/л. Концентрация общего **фосфора** изменялась в диапазоне от 24 до 350 мкг/л (август), а среднегодовая составила 74 мкг/л. Содержание общего **азота** изменялось от 30 до 140 мкг/л, среднее 81 мкг/л. Концентрация нитритного азота изменялась в диапазоне 0–9 мкг/л (октябрь); нитратного азота 10–25 мкг/л (август); аммонийного азота 0–80 мкг/л (август).

Кислородный режим в период наблюдений в водах порта характеризовался недостаточно хорошим аэрированием. Относительное содержание растворенного **кислорода** варьировало в поверхностном слое воды от 59 до 141%, у дна 52–135% насыщения. Дефицит кислорода в среднем составлял 2–22% насыщения на поверхности и 9–44% в придонном слое. Сероводород в водах порта обнаружен не был.

4.3.7. Устье реки Южный Буг, Бугский лиман

Концентрация **нефтяных углеводородов** в воде лимана изменялось от аналитического нуля до 0,55 мг/л (11 ПДК); максимальные значения были отмечены в январе и сентябре на поверхностном горизонте в устье р. Южный Буг. Повторяемость превышавших ПДК значений составила 71% от общего числа наблюдений. Среднегодовая концентрация НУ с 2008 по 2010 гг. снизилась с 4,4 ПДК до 2,4 ПДК.

Среднемесячная концентрация **СПАВ** на поверхности вод изменялась в интервале 0–150 мкг/л (1,5 ПДК, июнь), у дна не превышала 320 мкг/л. С января по апрель фенолы не обнаружены, а в мае–июне их концентрация достигала 22–26 мкг/л (22 и 26 ПДК). В 36% проб содержание фенолов превышало допустимый норматив. В 2010 г. в водах лимана были обнаружены хлорорганические **пестициды**. Максимальная концентрация достигала: α -ГХЦГ – 2 нг/л (сентябрь), γ -ГХЦГ – 6,6 (май), ГХП – 13 (апрель), альдрин – 9,8 (октябрь), ДДТ – 65 нг/л (октябрь). Концентрация ДДЭ и ДДД была ниже предела определения 2 нг/л и 3 нг/л соответственно. Средняя за год концентрация обнаруженных в воде района пестицидов осталась на уровне предыдущих лет, хотя единичные пиковые значения (ДДТ в 9 раз) превышали значения прошлого года. В период наблюдений концентрация **полихлорбифенилов (ПХБ)** достигала 57 нг/л (июнь).

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 23–490 мкг/л, максимальная за год зафиксирована в августе. Среднегодовое содержание фосфора снизилось в сравнении с предыдущими годами. Концентрация общего **азота** в поверхностном слое воды изменялась от 170 до 1810 мкг/л, у дна до 1590 мкг/л (сентябрь). Среднегодовое содержание общего азота снизилось на 660 мкг/л. Концентрация аммонийного азота изменялась в поверхностных водах в диапазоне 0–480 мкг/л. Наибольшая среднемесячная концентрация этого ингредиента (120–190 мкг/л) на поверхности наблюдалась в сентябре и ноябре, а у дна она достигала 320–575 мкг/л (июнь, сентябрь); в марте и апреле в поверхностных водах значения были ниже предела определения. Среднегодовая концентрация аммонийного азота увеличилась в 6,4 раза. Содержание нитритного азота изменялось от 5 до 66 мкг/л; максимум зафиксирован в сентябре на придонном горизонте в устье р. Ингул; средняя за год 15 мкг/л. Повторяемость концентрации выше ПДК составила 24% от общего числа наблюдений. Концентрация нитратного азота была менее ПДК и изменялась от 0 до 680 мкг/л. Максимальная концентрация зафиксирована в январе на поверхности в районе морского порта. Наиболее высокие среднемесячные значения (270–440 мкг/л) на обоих горизонтах наблюдались с января по апрель, а низкие (5–83 мкг/л) с мая по август. Среднегодовое содержание ингредиента снизилось с 78 до 64 мкг/л.

Средняя концентрация растворённого в воде **кислорода** на поверхности составила 101%, у дна 68% насыщения. Дефицит растворенного кислорода на поверхности в среднем был небольшим (4–9% насыщения), тогда как на придонном горизонте с апреля по ноябрь он составлял 9–74%. С июня по август зафиксирован один случай низкого, пять случаев экстремально низкого содержания растворённого кислорода и четыре случая его полного отсутствия. В отличие от предыдущих лет в придонных водах лимана в июле и августе было обнаружено присутствие **сероводорода** с концентрацией 0,76–0,92 мл/л.

4.3.8. Днепровский лиман

Содержание **НУ** изменялось от аналитического нуля до 0,75 мг/л (15 ПДК). Максимальная концентрация зафиксирована в мае на поверхностном горизонте в восточной части лимана. Среднемесячная концентрация НУ на поверхности, за исключением июля и сентября, превышала ПДК в 5,2–6,8 раза; на придонном в 2,8–7,6 раза. В 90% проанализированных проб воды концентрация нефтяных углеводородов превышала допустимый норматив, а общий уровень загрязнения вод лимана увеличился. В июне–августе и ноябре СПАВ не были обнаружены, а в остальной период наблюдений их содержание не превышало 60 мкг/л. Концентрация фенолов на поверхности изменялась в диапазоне от 0–17 мкг/л (17 ПДК), у дна до 6 мкг/л (6 ПДК); повторяемость значений выше норматива составила 46% от общего числа наблюдений. В единичных пробах зафиксированы случаи присутствия **пестицидов** γ -ГХЦГ, ГХП, альдрин и ДДТ с концентрацией соответственно 0,8; 3,2; 1,4 и 4,1 нг/л. Среднегодовые значения остались на уровне предыдущих лет. В единичных пробах воды суммарная концентрация ПХБ достигала 20 нг/л.

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 11–97 мкг/л, максимум зафиксирован в июне на поверхностном горизонте. В целом среднегодовое содержание фосфора немного снизилось. Концентрация общего **азота** в поверх-

ностных водах изменялась от 240 до 710 мкг/л, у дна 150–850 мкг/л, максимум наблюдался в ноябре. Среднегодовая концентрация общего азота с 2008 г. по 2010 г. снизилась с 880 до 440 мкг/л. Аммонийный азот в октябре и ноябре не обнаружен. В остальные месяцы наблюдений концентрация азота на поверхности изменялась в пределах от 13 до 330 мкг/л (июнь), у дна – до 200 мкг/л. В сравнении с предыдущими годами отмечается увеличение содержания аммонийного азота на 53 мкг/л. Содержание нитритного азота изменялось от 0 до 31 мкг/л; максимум зафиксирован в восточной части лимана; среднегодовая величина составила 5 мкг/л. Концентрация нитратного азота изменялась на поверхностном горизонте от 0 до 420 мкг/л (сентябрь), а в придонном не превышала 46 мкг/л; среднегодовое содержание азота осталось на уровне предыдущих лет и составило 24 мкг/л.

Средняя концентрация растворённого в воде **кислорода** на поверхности равнялась 108%, у дна 74% насыщения; дефицит составил в среднем 6% и 14–62% насыщения соответственно. Среднегодовое содержание растворенного кислорода возросло на 12% насыщения. Присутствие **сероводорода** в придонных водах лимана не зафиксировано.

4.3.9. Устье реки Днепр

Содержание **нефтяных углеводородов** в водах устьевой области реки Днепр изменялось от 0 до 0,4 мг/л (8 ПДК, май). Среднемесячная концентрация НУ превышала ПДК в 2,4–7,8 раз. Повторяемость концентрации, достигавшей и превышавшей ПДК, составила 88% от общего числа наблюдений. СПАВ были обнаружены только в июле и содержание ингредиента не превышало 50 мкг/л. Фенолы в мае и июле не были обнаружены, а в сентябре и ноябре их концентрация изменялась в диапазоне 0–9 мкг/л (9 ПДК). Повторяемость концентрации суммы фенолов, достигавших и превышавших ПДК, составила 38% от общего числа наблюдений. В единичных пробах устья было обнаружено присутствие γ -ГХЦГ, ГХП и ДДТ с концентрацией соответственно 2,2; 5,6 и менее 3 нг/л. В единичных пробах значения ПХБ были менее 20 нг/л.

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 35–110 мкг/л (ноябрь). Средняя за год с 2008 по 2010 гг. уменьшилась на 58 мкг/л. Концентрация общего **азота** изменялась от 420 до 790 мкг/л (ноябрь); за последние годы среднегодовая величина снизилась на 340 мкг/л. Аммонийный азот в сентябре не обнаружен, а в остальные периоды наблюдений его концентрация изменялась в пределах 20–140 мкг/л (май). Содержание нитритного азота изменялось в пределах 0–41 мкг/л (июль), а среднегодовая его концентрация составила 12 мкг/л. Концентрация нитратного азота изменялась в диапазоне 46–220 мкг/л (май). Концентрация растворённого **кислорода** изменялась от 84% до 114%, дефицит в среднем составлял 1–14% насыщения. Среднегодовое содержание растворенного кислорода с 2008 г. по 2010 г. возросло на 11% насыщения. Присутствие **сероводорода** не зафиксировано.

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

Мониторинг Севастопольской бухты выполнялся сотрудниками Отдела Биогеохимии моря (ОБМ) Морского гидрофизического института (МГИ) НАН Украины 8–9 февраля и 19–20 апреля 2010 г. (http://wiki.iczm.org.ua/ru/index.php/Прибрежный_мониторинг_отдела_биогеохимии_моря_МГИ_НАНУ, Иванов В.А. и др., 2006, Коновалов С.К. и др., 2010, Konovalov S. et al., 2011), (рис. 4.4).

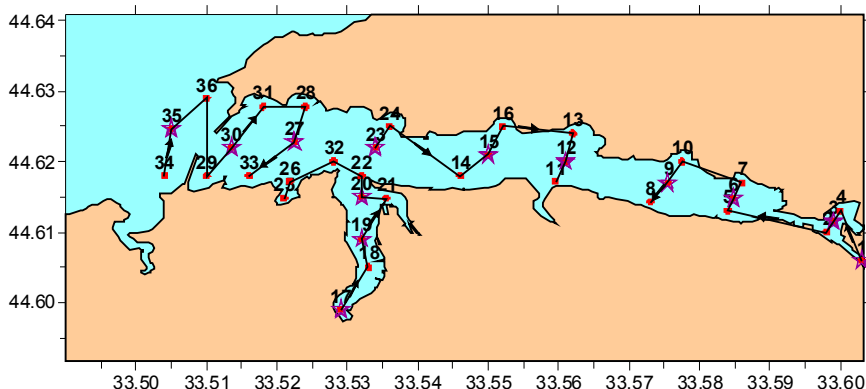


Рис. 4.4. Станции отбора проб в Севастопольской бухте в феврале и апреле 2010 г.

Отбор проб для химических анализов морской воды в бухте выполняли в поверхностном (0–1 м) и придонном (0,5–1 м от дна) слоях. Насыщение вод бухты кислородом в зимний период составляло в среднем 96%, а весной степень насыщения превышала 100% (табл. 4.6). В зимний период времени поток кислорода направлен из атмосферы в воды бухты, тогда как весной направление этого потока изменяется на противоположное (Свищев С.В. и др., 2011).

Таблица 4.6. Содержание гидрохимических элементов в водах Севастопольской бухты в феврале–апреле 2010 г.

Сев. бухта	8–9 февраля 2010 г.			19–20 апреля 2010 г.		
	пределы	сред.	σ	пределы	сред.	σ
O ₂ мл/л	6,72 – 7,86	7,31	0,30	5,56 – 7,40	6,99	0,38
O ₂ %	89,8 – 101,9	96,3	3,3	78,5 – 109,2	102,5	6,1
pH	8,36 – 8,48	8,42	0,03	8,29 – 8,46	8,40	0,03
PO ₄ мкМ*	0,00 – 0,22	0,04	0,04	0,00 – 0,42	0,08	0,08
P _{tot} мкМ*	0,01 – 2,02	0,34	0,59	0,03 – 2,54	0,56	0,81
P _{org} мкМ*	0,01 – 1,87	0,31	0,56	0,00 – 2,44	0,48	0,79
SiO ₂ мкМ*	0,9 – 20,9	2,7	2,5	0,6 – 16,1	3,2	2,0
NO ₃ мкМ*	0,0 – 142,8	7,9	17,9	0,0 – 81,2	3,26	9,68
NO ₂ мкМ*	0,19 – 0,94	0,27	0,10	0,00 – 1,47	0,12	0,20
NH ₄ мкМ*	0,00 – 3,62	0,44	0,49	0,00 – 4,13	0,54	0,72
TSM мг	0,50 – 3,80	1,88	0,72	0,31 – 22,56	2,87	4,30

* – см. табл. 4.4.

В 2010 г. **МО УкрНИГМИ** (г. Севастополь) провел мониторинг загрязнения атмосферных осадков (дождевых вод), выпадающих на поверхность пробоотборника в Севастополе. Пробы анализировались на содержание ионов H^+ (рН) и АСПАВ. Диапазон значений рН в 87 пробах составлял 4,18 (10.02.2010) – 8,78 (28.12.2010), в 54 пробах измеренное рН было менее 7,00 ед. Диапазон изменений концентрации анионных СПАВ в 73 пробах атмосферных осадков составил 10–420 мкг/дм³ (март). Средняя концентрация загрязнителя для зимнего периода равнялась 68 мкг/дм³, для летнего 14 мкг/дм³.

В марте и апреле 2010 г. впервые был выполнен многоэлементный нейтронно-активационный и рентгенорадиометрический анализ аэрозолей в центре г. Севастополя (в МО УкрНИГМИ) на высоте ~100 м над уровнем моря. Проанализировано 12 проб и были определены 36 элементов (табл. 4.7). Наличие повышенной концентрации Na, K и Cl характерно для морских аэрозолей. Однако повышенные значения Ag, Lu, U, W и Ni, по-видимому, также контролируются поступлением с морскими аэрозолями. Элементы с высокой технофильностью (например, Cu, Zn, Fe и др.) свидетельствуют о влиянии антропогенного фактора, тогда как редкие и рассеянные элементы (например Sc, La, Ce, Sm, Eu, Th, Mo и Se) свидетельствуют об их естественном происхождении.

Таблица 4.7. Содержание элементов в аэрозолях Севастополя (мкг/м³) в марте–апреле 2010 г.

Элементы	Min	Max	Среднее	Элементы	Min	Max	Среднее
Na	$4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-1}$	Tb	$7 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$
K	$4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-1}$	Lu	$3 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$7 \cdot 10^{-7}$
Rb	$7 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	Th	$9 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$
Cs	$7 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	U	$5 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$8 \cdot 10^{-6}$
Cu	$7 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-3}$	Hf	$6 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$
Ag	$4 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	Ta	$1 \cdot 10^{-7}$	$6 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$
Au	$8 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-6}$	As	$4 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-5}$
Ca	$3 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^0$	$7 \cdot 10^{-1}$	Sb	$1 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$
Sr	$7 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	Cr	$4 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$
Ba	$7 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	Mo	$3 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-4}$
Zn	$3 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$	W	$1 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-5}$
Cd	$5 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-5}$	Se	$7 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$
Hg	$4 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	Mn	$8 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
Sc	$8 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	Cl	$6 \cdot 10^0$	$4 \cdot 10^1$	$3 \cdot 10^1$
La	$3 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-5}$	Br	$2 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$
Ce	$7 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	Fe	$5 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-1}$
Sm	$7 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$9 \cdot 10^{-6}$	Co	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$
Eu	$7 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-6}$	Ni	$2 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$

4.3.11. Порт Ялта

Содержание **нефтяных углеводородов** в водах порта изменялось от 0 до 0,21 мг/л (4,2 ПДК, февраль). Среднемесечная концентрация НУ на обоих горизонтах в феврале и апреле превышала предельно допустимую концентрацию в 1,2–1,4 раза, а в остальное время была менее 0,05 мг/л. Повторяемость значений равных или выше норматива составила 21% от общего числа наблюдений. В целом уровень загрязнения вод НУ остался неизменным, среднее составило 0,02 мг/л. Концентрация СПАВ изменялась в диапазоне от аналитического нуля

до 45 мкг/л. Содержание фенолов в морской воде в апреле, июле и октябре не превышало 3 мкг/л, а в остальное время года они не были обнаружены. В единичных пробах были обнаружены γ -ГХЦГ и ГХП с максимальной концентрацией соответственно 7,4 и 2,2 нг/л. Значения ДДЭ, ДДД и ДДТ не превышали 3 нг/л. Среднегодовая концентрация пестицидов осталась на уровне прежних лет (менее 0,5 нг/л). Полихлорбифенилы не обнаружены.

Содержание общего **фосфора** изменялось в пределах от аналитического нуля до 32 мкг/л (июнь); средняя за год концентрация фосфора составила 16 мкг/л, что практически равняется прошлогоднему значению 18 мкг/л. Концентрация общего **азота** изменялась от 450 до 1020 мкг/л (ноябрь) в поверхностном слое воды и у дна – 340–970 мкг/л (май). Среднегодовое содержание азота с 2008 по 2010 гг. снизилось на 370 мкг/л. Концентрация аммонийного азота изменялась от 32 до 73 мкг/л, а средняя за год составила 48 мкг/л. Концентрация нитритного азота не превышала 6 мкг/л; нитратного азота изменялась в диапазоне 41–574 мкг/л (декабрь) на поверхности и 11–223 мкг/л у дна. В среднем поверхностные воды содержали нитратного азота в 9,3 раза больше, чем придонные. В целом уровень загрязнения вод азотом с 2008 г. по 2010 г. увеличился в 1,2 раза.

Относительное содержание растворённого **кислорода** на поверхности изменялось от 80% до 107% насыщения; 84–117% в придонном слое. По среднемесячным значениям дефицит растворённого кислорода достигал 1–12% на поверхности и 2–9% насыщения у дна. Средняя за год концентрация растворённого кислорода на обоих горизонтах составила соответственно 97% и 94%. Среднегодовое содержание растворённого кислорода осталось неизменным и составило 96% насыщения.

4.3.12. Керченский пролив (мониторинг)

Северная узость (разрез порт Крым – порт Кавказ). В 2010 г. мониторинг состояния морских вод в Северной узости Керченского пролива и в районе о. Тузла проводился морской гидрометеостанцией МГС «Опасное» на разрезе между портами Крым и Кавказ с апреля по октябрь (рис. 4.5). Средняя концентрация **НУ** составила 0,06 мг/л (1,2 ПДК), максимальная достигала 0,29 мг/л (6 ПДК) и была зафиксирована в сентябре. Максимальное содержание СПАВ в водах пролива достигало 84 мкг/л, 0,8 ПДК, сентябрь, а средняя за год была менее 25 мкг/л, что на уровне предыдущего года и самая низкая за пятилетний период. Максимальные значения концентрации фенолов достигали 3 мкг/л (3,0 ПДК) в течение всего периода проведения мониторинга.

В 2010 г. содержание **пестицидов** α -ГХЦГ, ДДТ, ДДД, ГПХ и ПХБ в водах Северной узости пролива было ниже предела определения использованного метода химического анализа. Присутствие γ -ГХЦГ в водах пролива зафиксировано в течение всего периода наблюдений. Средняя месячная концентрация изменялась от 0 до 3,8 нг/л. Максимальная концентрация зафиксирована в поверхностных водах в октябре. ДДЭ обнаружен в июле в одной пробе из поверхностного слоя воды (3,6 нг/л). Альдрин был обнаружен в двух пробах: 2,8 нг/л в мае и 0,7 нг/л в июне.

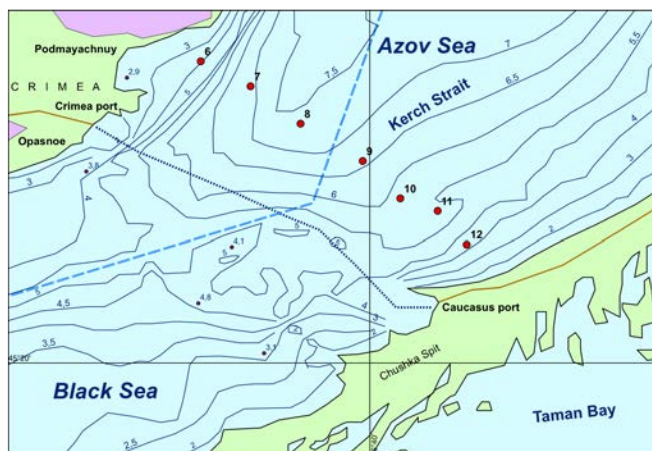


Рис. 4.5. Станции мониторинга (№№ 6–9) в Северной узости Керченского пролива в 2010 г.

Средняя концентрация аммонийного азота составила 8 мкг/л, а наибольшая достигала 230 мкг/л (0,6 ПДК) в мае. Содержание нитритного азота изменялось от нуля до 10 мкг/л в сентябре, а средние значения были

ниже предела определения (5 мкг/л). Концентрация нитратного азота изменялась от нуля до 140 мкг/л в октябре. В целом наблюдаемые величины существенно ниже установленных нормативов. Максимальная концентрация общего азота (1150 мкг/л, октябрь) была на 17% выше прошлогодней. Средняя концентрация составила 540 мкг/л и была в 1,4 раза выше уровня предыдущего года, но примерно равна средней концентрации за пятилетний период.

Средняя концентрация общего **фосфора** составила 20 мкг/л и была практически равна прошлогоднему уровню, а наибольшая (54 мкг/л) зафиксирована в июле. Сравнение средних значений за аналогичные периоды показывает соответствие уровня 2010 г. как прошлогоднему, так и среднему за весь интервал 2006–2010 гг.

Среднее содержание растворенного **кислорода** на поверхностном и придонном горизонтах составило 84% и 83% насыщения соответственно, что существенно меньше предыдущего года. Минимальная концентрация на придонном горизонте зафиксирована в августе (58% насыщения). В период проведения наблюдений присутствие сероводорода в воде Северной узости Керченского пролива не зафиксировано. По ИЗВ (0,54; II класс качества) в период апреля–октября 2010 г. воды Северной узости Керченского пролива классифицировались как «чистые». Приоритетными загрязняющими веществами были НУ, γ -ГХЦГ и аммонийный азот (табл. 4.8).

4.3.13. Керченский пролив (ЮгНИРО)

В 2010 г. ЮгНИРО выполнил исследования качества вод Керченского пролива и Керченской бухты в рамках программы ежегодного мониторинга на стандартной сетке станций (рис. 4.6). Дополнительно в июле была выполнена совместная с ВНИРО (г. Москва, Россия) параллельная съемка на всей акватории Керченского пролива и Таманского залива.

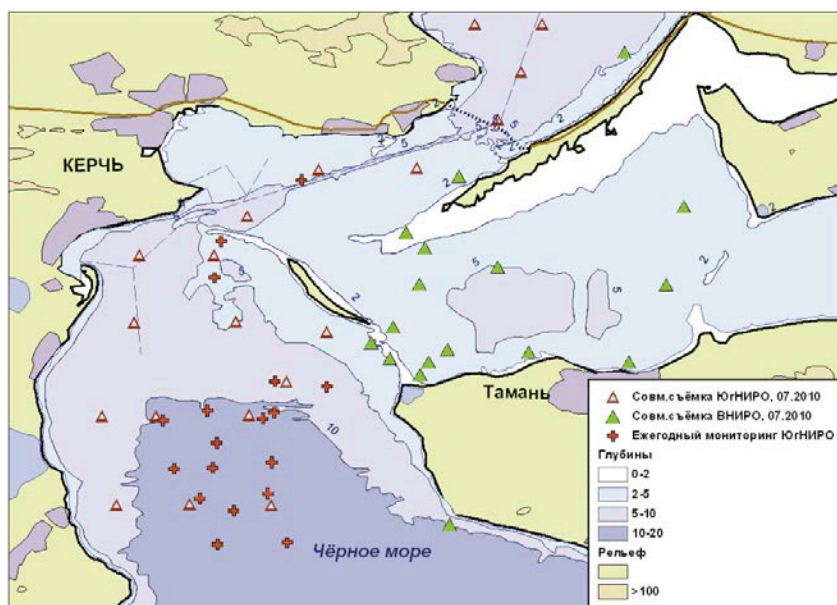


Рис. 4.6. Станции мониторинга ЮгНИРО в Керченском проливе в 2010 г.

В марте, июне и сентябре 2010 г. в рамках программы стандартного мониторинга в южной части Керченского пролива от м. Такиль до южной оконечности косы Тузла пробы воды были отобраны из поверхностного и придонного горизонтов на 12 станциях; в июне также были отобраны пробы донных отложений (Жугайло С.С. и др., 2011, Жугайло С.С., Себах Л.К., Боровская Р.В, 2011, Себах Л.К. и др., 2011). Диапазон концентрации нефтяных углеводородов в водах исследуемой акватории составил 0,02–0,09 мг/л. Наибольший уровень загрязненности отмечен в теплый период года в июне (в воде поверхностного горизонта 0,04–0,07 мг/л, придонного 0,02–0,08 мг/л, превышение ПДК отмечено в 25% отобранных проб) и сентябре (в поверхностном слое 0,03–0,09 мг/л; в придонном 0,04–0,08 мг/л; в половине отобранных проб концентрация НУ превышала 1 ПДК). Хотя в течение 2010 г. был отмечен рост средней концентрации НУ, однако в целом она остается примерно на уровне ПДК (рис. 4.7).

Сезонная динамика **железа** характеризовалась устойчивым увеличением его средней концентрации с 20 мкг/л в марте до 50 мкг/л в сентябре (1 ПДК). Если в марте и июне содержание этого металла в пробах не превышало ПДК, то в сентябре в 25% отобранных проб воды концентрация железа составляла 1–1,4 ПДК.

В течение периода исследований содержание минеральных форм **азота** не превышало предельно допустимых величин. В марте в половине отобранных проб концентрация аммонийного азота была ниже предела обнаружения, а в остальных составила 10–120 мкг/л. Наибольшие величины определены в июне – 210–240 мкг/л (поверхностная вода) и 220–230 мкг/л (придонная вода). В сентябре содержание аммония снизилось до 20–40 мкг/л на поверхности и 30–50 мкг/л в придонном слое. Концентрация нитритного азота изменялась в узком диапазоне от аналитического нуля до 20 мкг/л. В марте в воде поверхностного слоя содержание нитратного азота составило 10–9360 мкг/л, а в придонном 10–

840 мкг/л. Пространственное распределение нитратов было крайне неравномерным: тогда как практически на всей акватории их концентрация не превышала 90 мкг/л, то у южной оконечности о. Тузла были зафиксированы аномально высокие значения в поверхностной воде (3100–9360 мкг/л). Такие повышенные величины нитратов в этом районе фиксируются ежегодно, преимущественно в весенне-летний период. В июне и сентябре содержание этой формы азота на поверхностном и придонном горизонтах изменялось в диапазоне 190–210 мкг/л и 160–470 мкг/л. Представляется возможным, что наблюдаемое в последние годы высокое содержание минеральных форм азота обусловлено повышенным тепловым фоном (рис. 4.8).

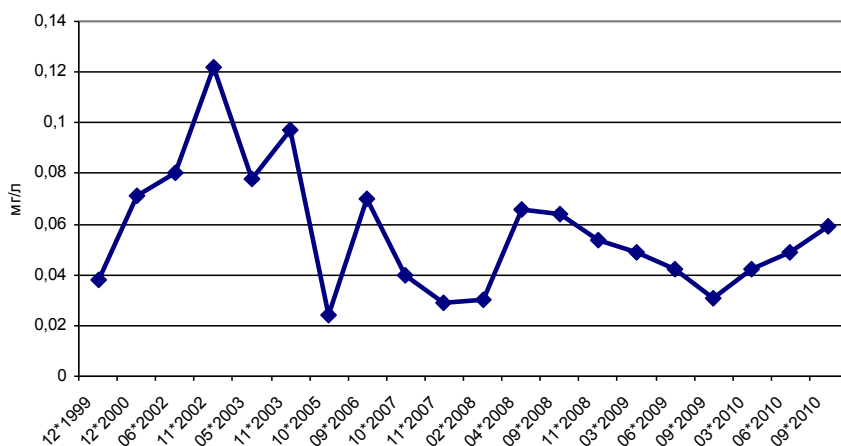


Рис. 4.7. Динамика средней концентрации (мг/л) нефтяных углеводородов в поверхностном горизонте вод Керченского пролива в период 1999–2010 гг. (Петренко О.А., 2010).

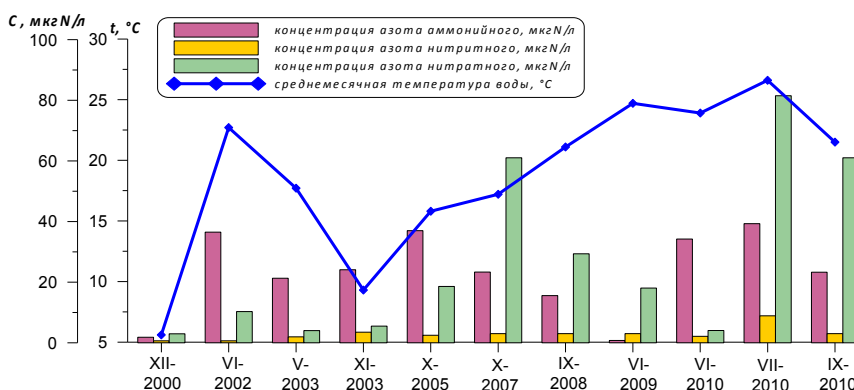


Рис. 4.8. Зависимость средней концентрации (мкгN/л) минеральных форм азота от среднемесячной температуры воды (Жугайло С.С., Себах Л.К., Боровская Р.В., 2011).

Максимальное содержание растворенного в воде **кислорода**, составляющее на поверхностном горизонте 8,85–11,17 мг/л (112–149% насыщения), придонного 9,25–11,12 мг/л (124–149% насыщения), было зафиксировано в марте. С повышением температуры воды в июне концентрация растворенного кислорода снизилась до 7,35–8,68 мг/л (поверхностная вода) и 6,05–8,55 мг/л (придонная вода), однако кислородного дефицита не наблюдалось. В сентябре также фиксировалась высокая степень насыщения воды кислородом, составляющая в среднем 143%.

В **донных отложениях** содержание железа варьировало от 1540 до 14690 мкг/г сухого вещества, составляя в среднем 7035 мкг/г. Уровень загрязнения морских осадков Керченского пролива нефтяными углеводородами был традиционно высоким – от 149 до 570 мкг/г, составляя в среднем 333 мкг/г (6,7 ДК). В межгодовой динамике углеводородов, а также высокомолекулярных смол и асфальтенов наблюдается тенденция снижения уровня загрязненности после аварии танкера «Волгонефть-139» в ноябре 2007 г. (рис. 4.9).

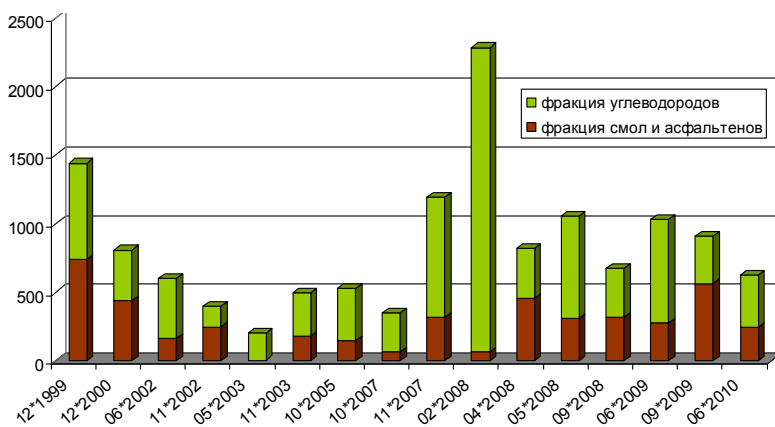


Рис. 4.9. Динамика средней концентрации (мкг/г) суммарных значений углеводородов, смол и асфальтенов в донных отложениях Керченского пролива в 1999–2010 гг. (Петренко О.А. и др., 2010).

В июльской совместной с ВНИРО съемки ЮгНИРО провел отбор проб воды из поверхностного и придонного горизонтов, а также донных отложений на 10 станциях в Керченском проливе от м. Хрони до м. Такиль (Trotsenko V.G., Sebakh L.K., 2011, Сапожников В.В. и др., 2011). В поверхностном слое содержание нефтяных углеводородов изменялось в пределах 0,018–0,067 мг/л (1,3 ПДК на севере района), составляя в среднем 0,036 мг/л. Уровень загрязнения придонного слоя воды был незначительно выше, средняя концентрация составила 0,039 мг/л при диапазоне 0,020–0,094 мг/л. Максимум (1,9 ПДК) отмечен южнее косы Тузла.

В водах исследуемой акватории концентрация минеральных форм азота была значительно ниже ПДК. В поверхностном слое воды содержание аммонийного азота составляло 18,5–69,5 мкг/л, придонного 18,5–61,4 мкг/л, при этом наибольшим оно было на севере и в районе мыса Змеиного. Концентрация нитрит-

ного азота изменялась в диапазоне 2,5–37,1 мкг/л на поверхности и 3,2–24,7 мкг/л в придонном слое, нитратного азота 41,4–149,8 мкг/л и 44,8–146,1 мкг/л соответственно. Наибольшее содержание нитратов зафиксировано как на юге, так и на севере исследуемой акватории, а также в районе бухты Павловская.

Для исследуемых вод было характерно достаточно высокий уровень насыщения кислородом. На поверхности содержание растворенного кислорода составило 7,35–9,55 мг/л (139–177% насыщения), придонного 5,50–7,50 мг/л (103–141% насыщения).

В донных отложениях содержание нефтяных углеводородов варьировало от 273 до 1325 мкг/г сухого вещества (26,5 ДК). В наименьшей степени были загрязнены осадки в районе косы Тузла, а в наибольшей у мыса Такиль.

На акватории **Керченской бухты** исследования проводились на 12 станциях в воде поверхностного и придонного горизонтов ежеквартально и в донных отложениях 1 раз в год. В течение года наименьшее содержание нефтяных углеводородов, составляющее в среднем за месяц 0,04 и 0,05 мг/л для воды поверхностного и придонного горизонтов соответственно, определено в марте и сентябре, наибольшее – в декабре 0,07 и 0,06 мг/л. В отдельных пробах превышение предельно допустимой величины в 1,2–3 раза фиксировалось на протяжении всего года, в основном на акватории Керченского морского торгового порта.

В течение года максимальное содержание **железа**, составляющее 400 мкг/л или 8 ПДК, определено в марте в поверхностном слое на акватории Керченского морского рыбного порта, в то время как на остальной части исследуемой акватории оно не превышало 80 мкг/л или 1,6 ПДК. В июне концентрация железа составила 40–60 мкг/л и в 12% отобранных на акватории рыбного порта проб воды превышала нормативную величину в 1,2 раза. В наименьшей степени водные массы были загрязнены железом в сентябре (20–40 мкг/л). В декабре диапазон содержания металла составил 30–60 мкг/л на поверхности и 30–80 мкг/л у дна; повышенные значения в воде порта.

Наибольшее содержание аммонийного **азота** (220–270 мкг/л) отмечено в водах бухты в июне, а наименьшее в сентябре (30–110 мкг/л). Пространственное распределение аммония характеризовалось относительной равномерностью. Превышение предельно допустимой величины для нитритного азота зафиксировано в сентябре и декабре – соответственно 1,0 и 2,5 ПДК в северной части исследуемой акватории. Повышенное содержание нитратов отмечено в период с марта по декабрь. Повышенная концентрация этой формы азота зафиксирована в придонных водах рыбного порта в сентябре (1620–2940 мкг/л) и декабре (2850 мкг/л), а также в районе Генуэзского мола (5930 мкг/л).

В течение всего периода исследований в бухте в 2010 г. дефицита растворенного кислорода зафиксировано не было. Наименьшее содержание в поверхностной воде составило в сентябре в среднем 7,44 мг/л (129% насыщения), а в придонной 6,87 мг/л (125% насыщения) в июне.

В **донных отложениях** Керченской бухты содержание железа изменялось в очень широких пределах 363–30770 мкг/г сухого вещества, составляя в среднем 19395 мкг/г. Диапазон концентрации суммарного содержания нефтяных углеводородов составил 1740–6200 мкг/г сухого вещества (124 ДК).

Согласно результатам расчета ИЗВ, полученным в 2010 г. на основе средней концентрации приоритетных для каждого из районов контроля загрязняющих веществ и растворенного кислорода, в наибольшей степени были загрязнены воды акватории порта Одесса и Днепровского лимана, которые классифицировались как «загрязненные» (IV класс), воды Бугского лимана и р. Днепр классифицировались как «умеренно загрязненные» (III класс), воды Сухого лимана, входного канала и акватории порта Ялта как «чистые» (II класс). В дельте р. Дунай воды классифицировались как «умеренно загрязненные», в дельтовых водотоках как «чистые» (использовалась шкала качества пресных вод). В целом, по сравнению с 2009 г. качество прибрежных вод украинской части Черного моря осталось на прежнем уровне с наибольшим ухудшением в Днепровском лимане, устье р. Днепр, Сухом лимане и в районе входного канала г. Ильичевска (табл. 4.8).

Таблица 4.8. Оценка качества вод украинской части Черного моря в 2008–2010 гг.

Район	2008 г.		2009 г.		2010 г.		Среднее содержание ЗВ в 2010 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Дельта реки Дунай	1,81	III	1,68	III	1,64	III	НУ 0; аммонийный азот 0,21; фенолы 1; хром 7; нитритный азот 1; O ₂ 0,65
Дельтовые водотоки р. Дунай	0,74	II	0,73	II	0,55	II	НУ 0; СПАВ 0; фенолы-1; аммоний азот 0,12; нитритный азот 1,4; O ₂ 0,80
Сухой лиман	0,24	I	0,24	I	0,27	II	НУ 0; СПАВ 0,2; фенолы 0; O ₂ 0,86
г. Ильичевск	0,20	I	0,20	I	0,27	II	НУ 0; СПАВ 0,2; фенолы 0; O ₂ 0,86
Акватория порта Одесса	3,06	VI	–	–	1,58	IV	НУ 1; СПАВ 0,7; фенолы-4; O ₂ 0,62
Устье р. Южный Буг, Бугский лиман	1,49	IV	1,32	IV	1,08	III	НУ 2,8; нитритный азот 0,8; СПАВ 0; O ₂ 0,73
Устье реки Днепр	1,30	IV	0,65	II	1,17	III	НУ 3,4; нитриты 0,6; СПАВ 0; O ₂ 0,67
Днепровский лиман	0,97	III	1,06	III	1,69	IV	НУ 4,8 фенолы 1; нитриты 0,2; O ₂ 0,76
Акватория порта Ялта	0,26	II	0,27	II	0,28	II	НУ 0,4; СПАВ 0; аммоний азот 0,02; O ₂ 0,69
Керченский пролив (северная узость)	0,53	II	0,55	II	0,54	II	НУ 1,2; γ-ГХЦГ 0,2; аммонийный азот 0,02; O ₂ 0,76

4.4. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе

В 2010 г. Гидрометеорологическое бюро г. Туапсе Краснодарского краевого центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ГМБ) в рамках программы государственной службы наблюдений и контроля (ГСН) за загрязнением морской среды выполнило 16 гидрохимических съемок 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. 4.10). В состав наблюдений входило определение стандартных гидролого-гидрохимических параметров (температура, соленость S‰, водородный показатель pH, растворенный кислород O₂ методом Винклера, щелочность Alk), концентрации биогенных элементов (фосфатов PO₄, аммонийного азота, нитритов NO₂, силикатов SiO₃) и загрязняющих веществ – НУ, СПАВ, ХОП и растворенной 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. 4.10. Схема расположения станций отбора проб на акватории портов российской части Черного моря в 2010 г. (ГМБ Туапсе).

Анапа. В январе, апреле, июле и октябре 2010 г. на 6 станциях с максимальной глубиной 25 м было отобрано и проанализировано из поверхностного слоя 24 пробы воды. Соленость в период наблюдений изменялась от 11,886‰ (15 октября) до 16,183‰ (13 января), средняя за год величина 14,149‰. Сезонные изменения температуры были значительными 9,6–26,6^oC. Диапазон изменений pH от 8,20 (июль) до 8,43 (апрель); среднее значение pH 8,32. Общая щелочность изменялась от 3,071 мг-экв/л (15 октября) до 3,306 мг-экв/л (6 апреля); среднее значение за рассматриваемый период 3,141 мг-экв/л. В целом гидрологические характеристики и концентрация биогенных элементов были

очень близкими к значениям прошлого года (табл. 4.9). Содержание фосфатов и нитритного азота в течение рассматриваемого периода оставалось много меньше предельно допустимых концентраций. За последнее десятилетие максимальные значения концентрации неорганического фосфора несколько возросли во всех районах наблюдений (рис. 4.11). Хотя максимальная концентрация аммонийного азота была немного выше прошлогодней, однако также значительно меньше допустимого норматива. Наиболее высокое значение кремния достигало 1000 мкг/л и закономерно было отмечено в апреле до начала массового развития диатомовых.

Таблица 4.9. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья России в 2010 г.

Район	S, ‰	Щелочность, мг-экв/л	O ₂ *, мг/л	pH	PO ₄ , мкг/л	SiO ₃ , мкг/л	NH ₄ , мкг/л	NO ₂ , мкг/л
Анапа	14,149/ 16,183	3,141/ 3,306	8,40/ 6,69	8,32/ 8,43	13,6/ 26	394/ 1000	51/ 112	2,5/ 3,5
Новорос- сийск	15,572/ 15,848	3,130/ 3,216	8,15/ 6,74	8,26/ 8,40	18/ 29	477/ 1000	84/ 130	3,0/ 3,9
Геленджик	14,017/ 15,865	3,103/ 3,254	8,25/ 6,88	8,27/ 8,41	13,3/ 34	376/ 1000	44/ 112	2,0/ 3,5
Туапсе	13,937/ 16,496	3,090/ 3,313	8,72/ 6,90	8,31/ 8,43	16,1/ 29	586/ 1220	62/ 148	2,9/ 5,2

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

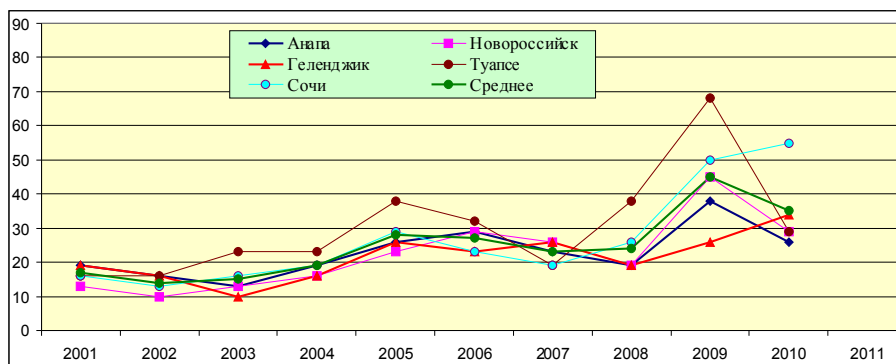


Рис. 4.11. Максимальная концентрация неорганического фосфора (фосфатов, мкг/л) на акватории портов российской части Черного моря в 2010 г. (ГМБ Туапсе).

Концентрация нефтяных углеводородов в поверхностном слое изменялась от величин ниже предела обнаружения до 0,04 мг/л (0,8 ПДК, рис. 4.12). Наибольшая концентрация была зафиксирована несколько раз в течение года на мелководных станциях внутри акватории порта Анапа. В половине проб из 24 концентрация детергентов была ниже предела обнаружения. Максимальная величина достигала 15 мкг/л и была почти на порядок ниже допустимого уровня. Хлорорганические пестициды обнаружены не были. Кислородный режим был в преде-

лах нормы, дефицита растворенного кислорода в воде не наблюдалось. Минимальное значение было выше норматива; отмечено в середине октября в бухте и составило 82,4% насыщения.

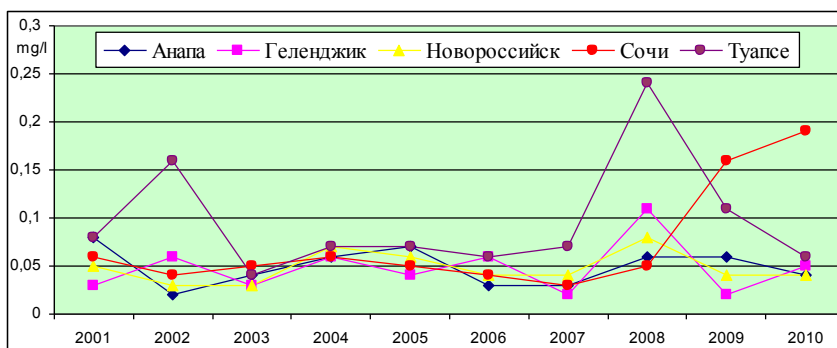


Рис. 4.12. Максимальная концентрация нефтяных углеводородов на акватории портов российской части Черного моря в 2010 г. (ГМБ Туапсе).

Новоросийск. В 2010 г. наблюдения проведены на двух станциях с глубинами 12 м, расположенных в кутовой части и у северного причала Цемесской бухты. Соленость воды в течение года менялась очень незначительно. Уровень рН колебался около отметки 8,26, что практически равно среднему значению за предыдущие годы, минимум отмечен в июле. Значения общей щелочности были в пределах диапазона обычной сезонной и межгодовой изменчивости.

Максимальная концентрация фосфатов почти доходила до 0,2 ПДК норматива для мезотрофного водоема (июль), тогда как нитритного азота была существенно ниже норматива (0,05 ПДК). Наибольшая концентрация кремния была отмечена в начале апреля до пика цветения диатомовых. Максимальное содержание в воде аммонийного азота было отмечено на обеих станциях в середине октября.

Уровень загрязнения Цемесской бухты нефтяными углеводородами, как и в предыдущие годы, был невысоким, несмотря на интенсивное судоходство и близко расположенную нефтеперевалочную базу. В поверхностном слое вод бухты максимальная концентрация нефтяных углеводородов была ниже норматива (0,04 мг/л) и была отмечена несколько раз в течение года, средняя составила 0,03 мг/л. Как и в предыдущий год концентрация СПАВ составляла во всех пробах 10–15 мкг/л. Хлорорганические пестициды не обнаружены. Концентрация растворенного в воде кислорода не выходила за установленный норматив, минимальное значение наблюдалось 8 июля (90,1% насыщения).

Геленджик. Во время гидрохимических съемок в Геленджикской бухте в январе, апреле, июле и октябре на 6 станциях, расположенных в точках с глубинами от 3 до 22 м, было отобрано 23 пробы. Минимальная соленость (11,738‰) была отмечена в октябре, а максимальная – в январе. Уровень рН изменялся в узком диапазоне 8,16–8,41. Значения общей щелочности варьировали в узком диапазоне 2,896–3,254 мг-экв/л. Максимальная концентрация всех контролируе-

мых биогенных элементов (нитритного и аммонийного азота, фосфатов и силикатов) была существенно ниже допустимого предела. Аммонийный азот был отмечен во всех пробах в концентрации от 12 до 112 мкг/л. Концентрация кремния достигала максимума в апреле.

Из 23 отобранных проб в десяти содержание НУ было ниже предела обнаружения, в остальных не превышало 0,05 мг/л (1,0 ПДК, октябрь), а в среднем составило 0,01 мг/л. Детергенты не обнаружены в 10 пробах, в остальных их концентрация не превышала 10 мкг/л. Хлорорганические пестициды не обнаружены. Минимальная концентрация растворенного кислорода (соответствовала 88,6% насыщения) и была отмечена в середине июля в северной части бухты.

Туапсе. Кроме стандартных гидрохимических съемок на пяти станциях с глубинами от 5 до 12 м, наблюдения также проводились еженедельно на штормовой станции №2 у основания волнолома. Все 56 проб отобраны из поверхностного слоя вод. Минимальная соленость воды (8,491‰) была отмечена 3 апреля, а максимальная (16,496‰) – 7 ноября. Значения pH в водах района изменялись в узком диапазоне 8,02–8,43. Общая щелочность менялась от 2,891 (06.01.2010) до 3,313 мг-экв/л в ноябре. Содержание фосфатов (4–29 мкг/л) и нитритного азота (1,8–5,2 мкг/л) на всех станциях оставалось в пределах среднегодовой нормы. Содержание аммония в водах порта было повышенным, а диапазон значений был широким: 12–148 мкг/л. Концентрация кремния была немного повышенной по сравнению с прошлым годом и изменялась от 220 до 1220 мкг/л (1,2 ПДК); максимальная величина была отмечена в начале марта.

Содержание нефтяных углеводородов в поверхностных водах в целом было невысоким, максимум достигал 0,06 мг/л (1,2 ПДК, 25 октября); средняя за год величина была почти в 2 раза ниже прошлогодней и составила 0,02 мг/л. В целом за два последних года нефтяное загрязнение вод порта вернулось на обычный уровень последней декады (рис. 4.10). Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ была в целом невысокой, изменялась от аналитического нуля до 15 мкг/л в июле–августе. Хлорорганические пестициды не обнаружены. Кислородный режим поверхностного слоя вод был удовлетворительным. Минимальное значение растворенного кислорода (6,90 мг/л) отмечено в начале июля и соответствовало 89,9% насыщения.

4.5. Прибрежная зона района Сочи – Адлер

В 2010 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. 4.13). 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).

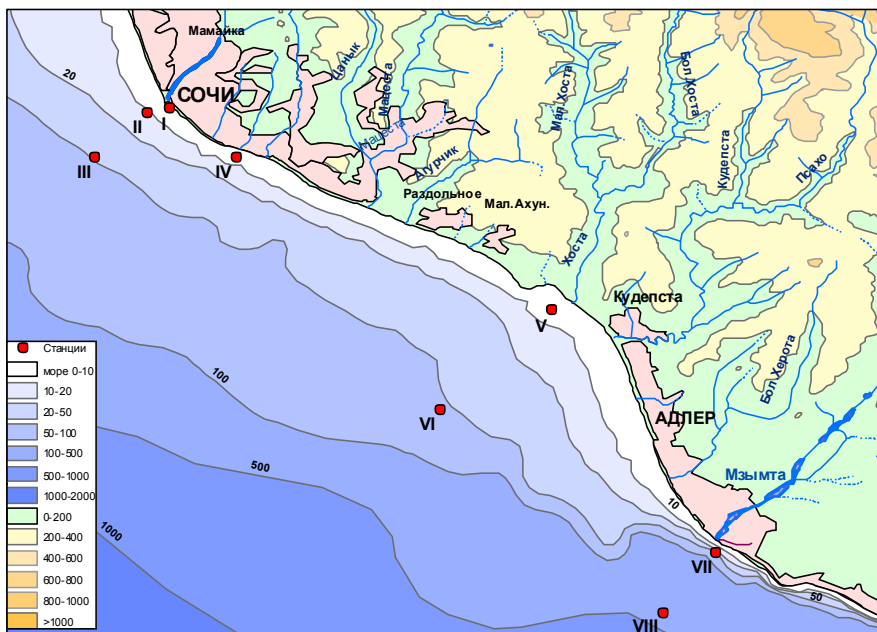


Рис. 4.13. Расположение станций отбора проб в прибрежной зоне района Сочи – Адлер в 2010 г. Станция VIII расположена на траверзе р. Мзымта в 2 морских милях от берега.

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 за 2010 г. было отобрано 88 проб, произведен 2056 анализ по 32 ингредиентам и параметрам с учетом проб по контролю качества данных химанализа.

В 2010 г. среднее значение **солености** составило 17,50‰ и изменялось от 4,93‰ на поверхности в устье реки Сочи 19 октября до 19,94‰ на глубине 58 м на траверзе устья реки Хоста в начале июня. Значения ниже 15‰ были отмечены

ны в устьях всех трех крупных рек – Сочи, Хоста и Мзымта, в конце февраля, а также в июле и октябре. Дважды низкая соленость была зафиксирована в 2 милях от берега на траверзе р. Мзымта в факеле распресненных вод. Значения рН не выходили за пределы межгодовой изменчивости: от 7,74 в 2 милях от устья р. Хоста 8 июня до 8,69 в устье р. Сочи 31 августа. Среднее за год значение водородного показателя по всем станциям и горизонтам составило 8,39 ед. рН. В поверхностных водах общая щелочность изменялась от 1,778 мг-экв/л 19 октября в устье реки Сочи до 3,556 мг-экв/л в конце августа на акватории порта Сочи. Среднее значение общей щелочности вод в контролируемом прибрежном районе по четырем съемкам составило 2,660 мг-экв/л. Содержание взвешенных веществ в водах района очень сильно варьировало в течение года в пределах 0,3–59,0 мг/л, максимальная мутность вод была зафиксирована в поверхностном слое в устье Мзымты в конце февраля. Повышенные значения более 10 мг/л (всего 6 проб) были отмечены во всех исследованных эстуариях рек и ручьев в разные периоды, а в июне и на удалении от берега на траверзе Мзымты (16,7 мг/л) в поверхностном факеле распресненных вод с 14,88% по сравнению с водами обычной солености на глубине 10 м – 18,81%. Среднегодовое содержание взвешенных веществ составляло 19,6 мг/л.

В течение 2010 г. концентрация нитритного **азота** изменялась от величин ниже предела обнаружения в 28 пробах из 64 до 17,4 мкг/л в конце февраля в устье реки Мзымта, средняя составила 1,37 мкг/л. В целом значения были существенно выше прошлогодних величин. Концентрация нитратов изменялась от аналитического нуля (две пробы из поверхностного слоя вод в 2 милях от берега у рек Сочи и Хоста в конце февраля) до 232 мкг/л, составив в среднем 14,7 мкг/л. Наибольшая величина была зафиксирована в устье реки Сочи 19 октября, а остальные были значительно ниже и не превышали 93 мкг/л. Содержание аммонийного азота изменялось от значений ниже предела обнаружения (11 проб) до относительно невысокого для региона значения 162,8 мкг/л в эстуарной области ручья Малый в конце февраля, что в 3 раза ниже прошлогоднего максимума на акватории порта Сочи. Также относительно повышенная величина (137,4 мкг/л) была отмечена в порту Сочи в начале июня, а остальные значения не превышали 52 мкг/л. Средняя за год концентрация аммония по всем станциям составила 16,8 мкг/л, что в 2 раза меньше прошлогоднего уровня. Концентрация общего азота изменялась в широком диапазоне от 56,2 до 577,7 мкг/л, составив в среднем 226,1 мкг/л. Эти величины были очень близки к прошлогодним значениям, средняя в 2009 г. равнялась 208,7 мкг/л. Немного повышенным было содержание суммарного азота в порту Сочи (средняя 268,7 мкг/л) и в эстуариях рек (227,0 мкг/л) по сравнению с открытым морем (210,7 мкг/л).

В поверхностном слое концентрация **фосфатов** в пересчете на фосфор изменялась от аналитического нуля (16 проб из 32 в течение всего периода наблюдений) до 54,6 мкг/л 19 октября на акватории порта Сочи. Средняя за год концентрация по всем станциям составила 5,74 мкг/л, что ниже значения прошлого года на 32%. В придонном слое вод содержание фосфатов изменялось от аналитического нуля до 29,8 мкг/л в конце октября в устьевом районе реки Сочи. Средняя за год концентрация по всем станциям в придонном слое составила 4,00 мкг/л. Как и в поверхностных водах, концентрация фосфатов была ниже

предела обнаружения в половине из 32 отобранных проб. Разница между поверхностными и глубинными водами по содержанию фосфатного фосфора была несущественной. В целом уровень содержания фосфатов в водах района был на уровне прошлого года, средняя по всем пробам составила 4,87 мкг/л. Концентрация общего фосфора в 2010 г. изменялось от 0 (13 проб из 64) до 164,1 мкг/л в устье Мзымты 27 февраля; средняя за год концентрация по всем станциям составила 21,3 мкг/л и была ниже прошлогодней на треть.

Концентрация **силикатов** в пересчете на кремний в поверхностном слое варьировала от 109 мкг/л до очень высокого значения 11264 мкг/л (11 ПДК для пресных вод) в устье Мзымты в конце февраля. В целом повышенные величины (более 5000 мкг/л) были отмечены трижды в феврале в устьях всех крупных рек района, один раз в начале июня на траверзе Мзымты и в середине октября в устье Сочи. В приповерхностном слое содержание силикатов (средняя 2181 мкг/л) было существенно выше, чем в придонном (1203 мкг/л). Средняя по всем станциям составила 1692 мкг/л, что в 8 раз ниже уровня предыдущего года (рис. 4.14).

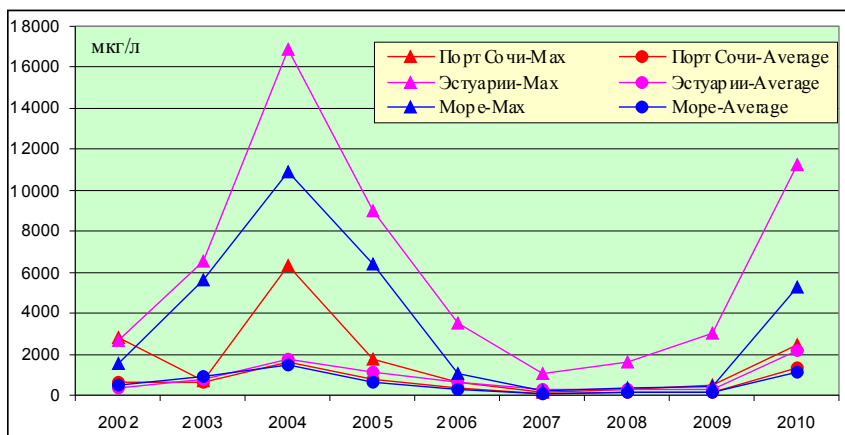


Рис. 4.14. Максимальная и средняя концентрация силикатов (мкг/л) в открытых и прибрежных водах района Адлер–Сочи, а также в порту Сочи в 2002–2010 гг.

В 2010 г. уровень загрязнения прибрежных вод **нефтяными углеводородами** в районе Адлер–Сочи остается относительно высоким (рис. 4.15). Хотя в 18 пробах из 64 содержание НУ было ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (0,01 мг/л), однако в остальных пробах было зафиксировано их присутствие, а наибольшая величина достигала 0,19 мг/л (3,8 ПДК); средняя по всем пробам составила 0,030 мг/л; в 2009 г. – 0,027 мкг/л. Широкое распространение нефтяного загрязнения подчеркивается местом находки максимума – на глубине 50 м в двух милях от берега на траверзе устья р. Мзымта 19 октября; второе по уровню значение (0,14 мг/л) было отмечено здесь же, только в поверхностном слое. В целом за период наблюдений в придонном слое, а на мористых станциях на глубинах около 50 м, содержание нефтяных углеводородов было немного выше, чем в поверхностном слое вод – 0,31 и 0,29 мкг/л соответственно. Такое соотношение наблюдалось и в прошлом году. За послед-

ние пять лет и максимальные, и средние значения содержания НУ в водах района в целом стабилизировалось на уровне 1–4 ПДК, однако эстуарные районы и акватория порта Сочи остаются наиболее проблемными. Превышение содержания НУ в морской воде на всех станциях и горизонтах контролируемого района составило в 25% случаев против 23% в 2009 г., 39% – 2008 г. и 51% – в 2007 г.

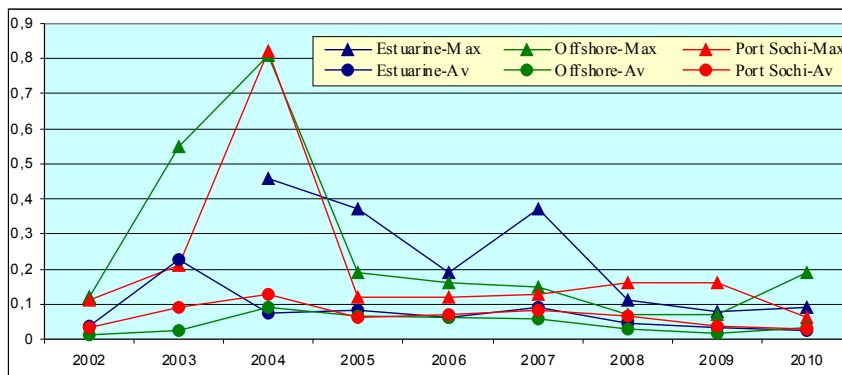


Рис. 4.15. Максимальная и средняя концентрация нефтяных углеводородов (мг/л) в прибрежных водах района Адлер–Сочи в 2002–2010 гг.

В 2010 г. загрязнение прибрежных вод нефтяными углеводородами носило ярко выраженный сезонный характер (рис. 4.16). До наступления осенних холодов среднее содержание в воде НУ оставалось в пределах нормы (< 0,8 ПДК), однако в ноябре отмечен значительный скачок их концентрации по всем станциям и горизонтам. В этот период средняя концентрация по всему району составила 0,079 мг/л (1,6 ПДК); наиболее загрязненным оказался траверз Мзымты (0,167 мг/л), а наиболее «чистой» была акватория порта Сочи (0,050 мг/л, 1 ПДК).

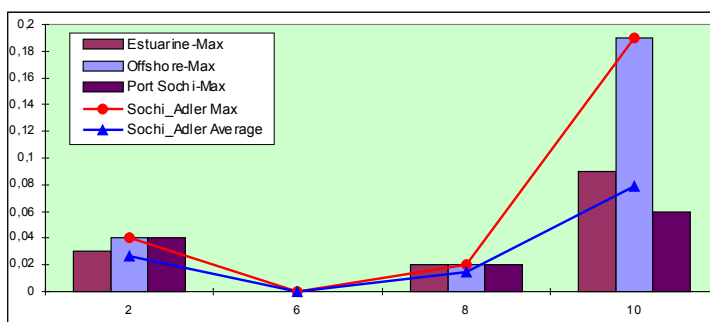


Рис. 4.16. Сезонные изменения максимальной и средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/л) в прибрежных водах района Адлер–Сочи в 2010 гг.

Хотя детергенты (анионоактивные СПАВ) присутствовали в водах побережья практически постоянно, однако обычно в очень незначительном количестве. Их концентрация изменялась от значений ниже предела обнаружения в одной пробе из 64 проанализированных до 84 мкг/л (0,8 ПДК, в 2,8 раза меньше прошлогод-

него уровня); максимум был отмечен 27 февраля в придонном слое в устье реки Сочи. Среднее значение составило 10 мкг/л. Различий между эстуарными и мористыми участками исследованной акватории отмечено не было, при этом средняя концентрация в поверхностном слое вод района (7 мкг/л) была почти в два раза ниже таковой в придонных водах (12 мкг/л).

Концентрация хлорорганических **пестицидов** и гербицида трифлуралина во всех пробах была ниже предела обнаружения 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 0,14 до 3,04 мгО₂/л (1,0 ПДК, превышение ПДК в одной пробе), максимум был отмечен 8 июня в придонном слое вод акватории порта Сочи. Среднее значение по всему району составило 0,86 мгО₂/л. Наименьшие значения были характерны водам открытой части района (средняя 0,72 мгО₂/л), немного больше было в эстуарных участках (0,88 мгО₂/л), а наибольшее значение было зафиксировано в порту Сочи (1,22 мгО₂/л). В придонных слоях воды содержание органических веществ было в среднем больше (0,91 мгО₂/л), чем в поверхностных (0,81 мгО₂/л). В течение года сезонных изменений отмечено не было и среднемесячная величина БПК₅ варьировало в узких границах 0,79–0,98 мгО₂/л.

Hg. Концентрация растворенной в морской воде ртути была выше предела обнаружения использованного метода химического анализа (0,01 мкг/л) в 54 пробах из 64 проанализированных. Максимальное значение достигало 0,02 мкг/л (0,2 ПДК, на треть ниже прошлогодней величины) в четырех пробах, отобранных 27 февраля в устье рек Сочи и Мзымты, а также в порту Сочи. Средняя концентрация по всем станциям и горизонтам составила 0,0022 мкг/л, что существенно ниже прошлогодней величины.

Pb. Содержание свинца в 2010 г. в прибрежных водах Черного моря в районе Сочи–Адлер выросло по сравнению с 2009 и 2008 гг.; его среднегодовая концентрация выросла в 1,85 раз и в 3,6 раз соответственно и составила 3,61 мкг/л. Во всех 64 обработанных пробах морской воды были обнаружены значимые величины концентрации свинца, максимум достигал 16,79 мкг/л (1,7 ПДК) и был отмечен в устье ручья Малый на поверхности в конце февраля. Еще в 5 пробах концентрация свинца была выше ПДК, все они были отобраны в феврале по всей акватории района, как в порту Сочи и эстуариях рек, так и в открытом море на удалении 2 морских миль от берега.

Fe. В исследуемом районе содержание железа в воде изменялось в диапазоне 12,6–869,3 мкг/л и в 66% (42 пробы из 64) случаев превышало допустимую норму. Максимальное значение было в 3 раза выше прошлогоднего, достигало 17,4 ПДК и было отмечено в устье реки Мзымта в конце февраля. Следующее по уровню значение 260,3 мкг/л было отмечено на траверзе Мзымты уже в октябре, а в целом величины более 200 мкг/л были зафиксированы в течение года пять раз в разные сезоны и на разных участках акватории, включая порт. В поверхностном (100,1 мкг/л) и придонном слоях (93,7 мкг/л) концентрация железа была примерно равной, а для всех проб среднегодовая составила 96,9 мкг/л. Все показатели существенно повысились по сравнению с прошлогодними значениями, возможно сказывается влияние активного строительства олимпийских объектов в русле реки Мзымта и в прибрежной зоне (порт «Имеретинский»).

В 2010 г. **кислородный режим** вод исследуемого прибрежного района был в пределах естественных межгодовых колебаний. Минимальная концентрация (6,09 мг/л, 86% насыщения) была отмечена в открытом море на траверзе реки Мзымта 31 августа в сильно прогретом (28,8⁰С) поверхностном слое вод. В целом пониженная концентрация растворенного кислорода (менее 8 мг/л, 32 пробы из 88 проанализированных) была характерна для съомок в конце августа и 19 октября. Вертикальное перемешивание вод до глубины 58 м (нижний горизонт отбора проб) было достаточно интенсивным, чтобы различий между поверхностным и подстилающими слоями не наблюдалось: средняя на поверхности – 8,61 мг/л; в промежуточных слоях – 8,70 мг/л; в придонных и глубинных пробах – 8,62 мг/л; в среднем за год – 8,64 мг/л. В среднем по всем станциям и горизонтам насыщение воды кислородом составило 101% (на 5% ниже прошлогоднего уровня), диапазон 68–127%.

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. Для контролируемой акватории коэффициент комплексности загрязнения морских вод составил 50% (превышение по НУ, Fe, Pb и БПК₅, и значения ниже норматива по ХОП, СПАВ, NH₄ и Hg). В 2010 г. воды района Сочи–Адлера характеризовались неустойчивой загрязненностью нефтяными углеводородами (повторяемость превышения ПДК 25%, кратность превышения до 3,8 раз); характерным превышением по железу (повторяемость превышения нормы 66%, кратность превышения до 17,4 раз), единичным превышением требований по БПК₅ (повторяемость 1,5%, кратность 1,0 раз) и единичным превышением требований по свинцу (повторяемость 9%, кратность 1,7 раз).

Таблица 4.10. Оценка качества вод прибрежной акватории Черного моря в районе Сочи – Адлер в 2010 г.

Район	2008 г.		2009 г.		2010 г.		Среднее содержание ЗВ в 2010 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Район Адлер–Сочи	0,71	II	0,73	II	0,90	III	НУ 0,6; Fe 1,9; Pb 0,4; O ₂ 0,68
Акватория порта Сочи	0,79	III	0,60	II	0,90	III	НУ 0,56; БПК ₅ 0,41; Fe 1,92; O ₂ 0,69
Устья рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый	0,67	II	0,66	II	0,92	III	НУ 0,54; Fe 2,1; Pb 0,33; O ₂ 0,70
Открытое море	0,48	II	0,56	II	0,87	III	НУ 0,70; Fe 1,72; Pb 0,37; O ₂ 0,69

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. 4.10). Ка-

чество 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 2010 г. морские воды во всех трех зонах контролируемого прибрежного участка от Адлера до Сочи по качеству относятся к III классу, являясь «умеренно загрязненными».

4.6. Атмосферные выпадения

Величина суммарных годовых выпадений тяжелых металлов (ТМ) и стойких органических загрязнителей (СОЗ) на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2010 г., а также вклады различных стран в атмосферное загрязнение были рассчитаны МСЦ-В (см. раздел 2.5) 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 2010 г. Согласно расчетам суммарные годовые выпадения **тяжелых металлов** (свинца, кадмия и ртути) на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2010 г. составили около 670, 18 и 4 тонны соответственно (Travnikov O. et al., 2012). 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 2 кг/км² для свинца, 40 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. 4.17а, б, в).

Основной вклад в антропогенные выпадения свинца на Чёрное и Азовское моря (рис. 4.17а, б, в) принадлежит источникам выбросов Турции (46%), Украины (18%), Болгарии (7%) и Казахстана (5%). Для кадмия доли стран немного другие – Турция (55%), Россия (13%), Украина (7%) и Польша (6%); а для ртути преобладают источники эмиссии Турции (65%), Украины (12%), Греции (6%) и Румынии (6%).

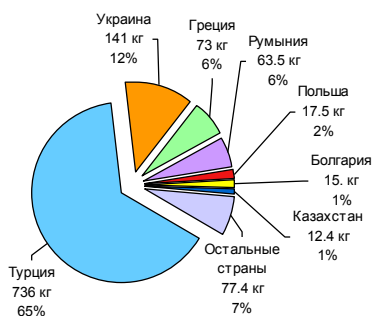
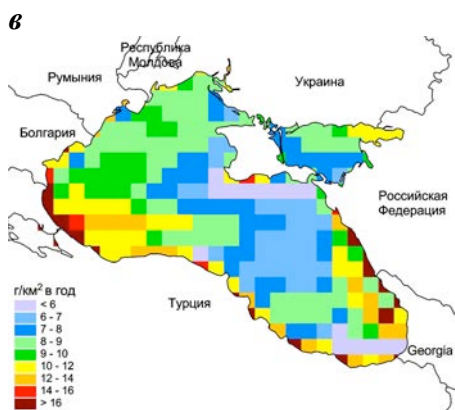
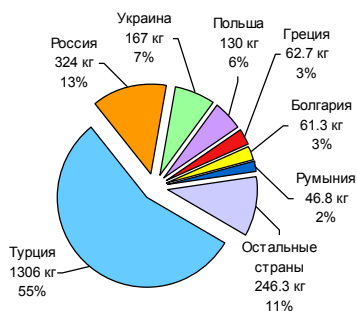
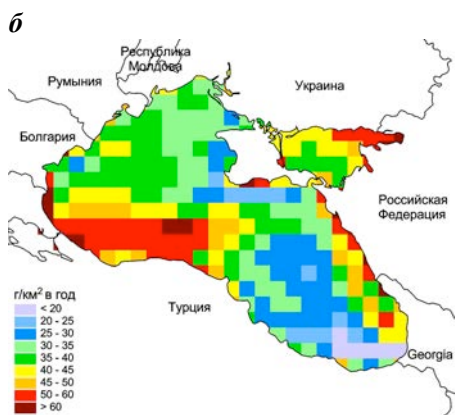
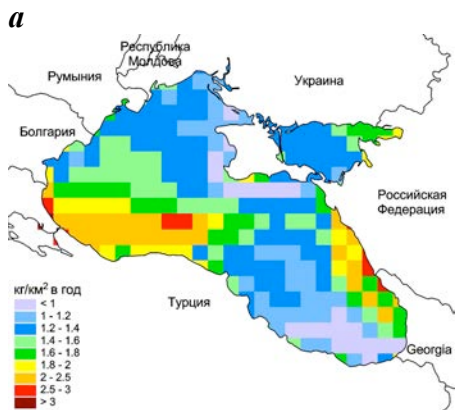


Рис. 4.17. Пространственное распределение атмосферных выпадений (кг/км² в год) и вклад стран Европы и Центральной Азии в атмосферное выпадение свинца (а), кадмия (б) и ртути (в) от антропогенных источников на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2010 г.

Суммарные годовые выпадения стойких органических загрязнителей **бенз(а)пирена, диоксинов и фуранов** на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2010 г. составили около 3,8 тонны и 133 г ДЭ соответственно (Shatalov V. et al., 2012). Поступление СОЗ с воздушным переносом существенно отличается от тяжёлых металлов. Значительная плотность потоков выпадений бенз(а)пирена, выше 10 г/км^2 , и диоксинов и фуранов, $0,1 \text{ нг ДЭ/м}^2$ и выше, характерна для прибрежных западных районов морей (рис. 4.18, рис. 4.19).

Основной вклад в антропогенные выпадения бенз(а)пирена на Чёрное и Азовское моря принадлежит источникам выбросов Украины (56%), Турции (23%) и Румынии (9%); для диоксинов и фуранов – Турции (42%), Украины (36%) и России (8%).

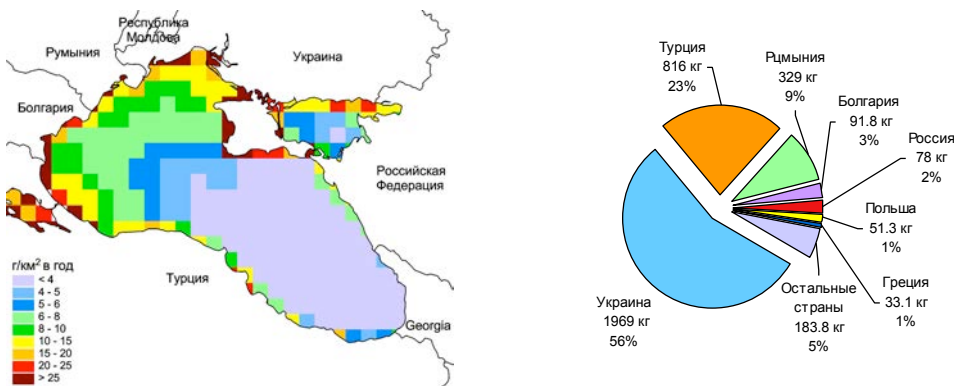


Рис. 4.18. Пространственное распределение атмосферных выпадений (г/км^2 в год) и вклад стран Европы и Центральной Азии в атмосферное выпадение бенз(а)пирена от антропогенных источников на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2010 г.

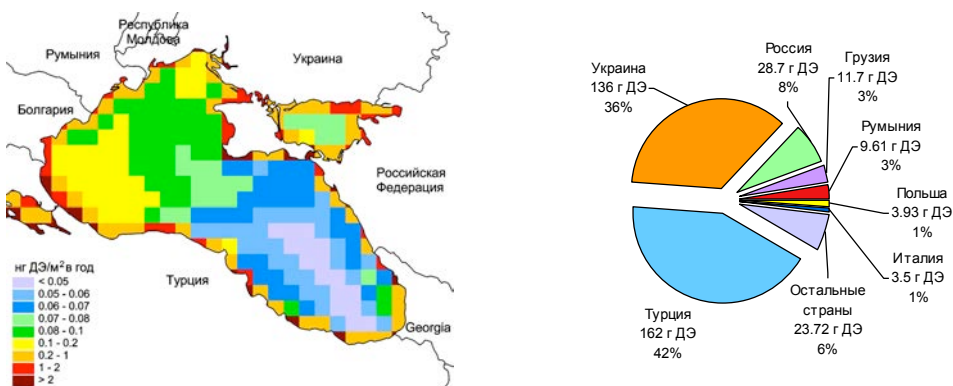


Рис. 4.19. Пространственное распределение атмосферных выпадений (нг ДЭ/км^2 в год) и вклад стран Европы и Центральной Азии в атмосферное выпадение диоксинов и фуранов от антропогенных источников на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2010 г.

5. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ

Луковская А.А., Лавинен Н.А., Попова Л.Б., Коршенко А.Н., Демин Б.Н.,
Клопов В.П., Граевский А.П., Демешкин А.С., Гусев А.В.

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

Состояние вод восточной части Финского залива Невская губа

В течение всего 2010 г. уровень воды в Ладожском озере был высоким по сравнению со средним многолетним; уровень воды в истоке р. Невы с января по декабрь был также значительно выше средних многолетних значений – на 57 см выше нормы. Наибольший средний месячный уровень воды относится к июню, он составил 542 см БС и был выше среднего многолетнего значения на 70 см. С августа началось понижение уровня воды, и в октябре–декабре отклонения средних месячных уровней от нормы составили 19–21 см. Абсолютный максимум стока Невы относится к июню и составляет 3680 м³/с, минимальное значение 1930 м³/с относится к январю, что связано с зазорными процессами на Неве. В 2010 г. в устье р. Б. Невы отмечалось 3 ветровых нагона из Финского залива, при котором уровень воды на ГП Горный институт превысил отметку 600 см (над «0» поста), во время одного из них 16 ноября 2010 г. уровень воды (680 см) превысил опасную отметку 660 см, что квалифицировалось как наводнение. В 2010 г. в устье р. Б. Невы у Горного института зарегистрировано 7 случаев сгонов, когда уровень воды опускался ниже критической отметки 450 см. Наиболее значительный сгон произошел 24 ноября, во время него уровень у Горного института достиг 398 см над «0» поста.

5.2. Невская губа

В Невской губе в 2010 г. наблюдения на сети наблюдений за загрязнением природной среды были выполнены на 24 станциях ГУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р» в феврале со льда и в навигационный период с мая по октябрь ежемесячно. 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), а также в южной и северной курортной зоне губы на 4 станциях (рис. 5.1). В восточной части Финского залива за пределами КЗС наблюдения проводили в курортной зоне мелководного района на 2 станциях. 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 экстракционно-фотометрическим; хлороорганических пестицидов –

газохроматографическим методом; металлов – методом атомно-абсорбционной спектроскопии фильтрованных проб воды. 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.

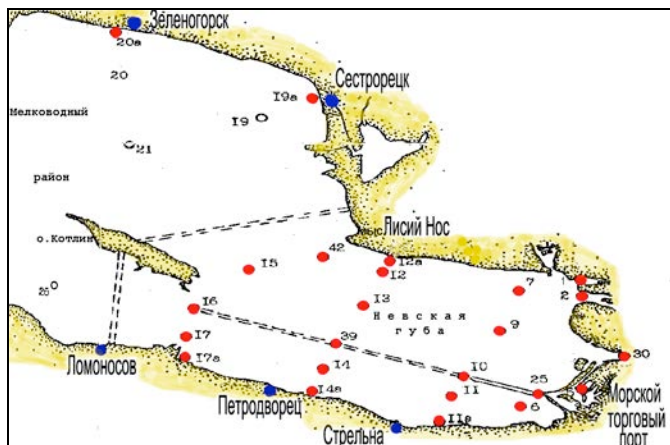


Рис. 5.1. Схема расположения станций контроля состояния морской среды в Невской губе в 2010 г.

5.2.1. Гидрохимические показатели вод центральной части Невской губы

Соленость. В течение всего года Невская губа была почти целиком заполнена водами Невы. Открытая часть губы была практически постоянно заполнена водами с соленостью 0,07–0,08‰. В мае морские воды из открытой части залива распространились по всей юго-западной части Невской губы, самая высокая соленость (2,07‰, дно) была на ближайшей к КЗС станции. В августе заток солоноватых вод, соленость у дна достигала 4,22‰, наблюдался у Ворот Морского канала. Абсолютное максимальное значение солености у южного побережья восточной части Финского залива (МГ-2 Шепелево) отмечено в августе 5,49‰, у северного берега (МГ-2 Озерки) в октябре (3,65‰), в Выборгском заливе 2,76‰.

Температура. В период с января по апрель акватория Невской губы и восточной части Финского залива была покрыта льдом, а температура воды была близка к 0°C. Полное очищение акватории произошло в последней декаде апреля. Максимальная средняя месячная температура воды по всей акватории относится к июлю и составляет порядка 23°C для всей акватории восточной части Финского залива и 25,1°C для мелководных районов северного побережья Невской губы. Как обычно, несколько понижены температуры воды в баровой зоне Невы за счет охлаждающего стока реки. Абсолютный максимум температуры воды 29,3°C наблюдался на северном побережье восточной части Финского залива 16 июля. На мелководных участках Невской губы (МГ-2 Лисий Нос) зарегистрирована максимальная температура воды 31,5°C (15.07.2010 г.). На устьевом участке Невы (МГ-2 Невская-порт) температура воды достигла максимального значения 23,7°C 15 августа 2010 г.

Водородный показатель, рН. На акватории открытой части Невской губы в течение всего года величины рН, варьируя практически идентично в поверхностных и придонных слоях воды, не выходили за рамки нормативного интервала (рН 6,5–8,5). В зимний период (февраль) величина рН изменялась в диапазоне 7,46–7,69. С мая по октябрь значения изменялись от 7,10 до 7,83. Самые низкие показатели рН были зафиксированы в июле и августе и составили 7,10–7,12 на глубине 7 м. Максимальная величина рН (7,83) была зафиксирована в пробе, отобранной в мае у дна. Разница в средних значениях между южной и северной частью губы была незначительной. Среднее значение рН в слое воды поверхность-дно составило 7,55 и было выше, чем в 2007–2009 гг., но ниже, чем в 2006 г.

Щелочность. В 2010 г. щелочность изменялась в пределах 0,456–1,338 мг-экв/л. Самые высокие значения (0,918–1,338 мг-экв/л) были зафиксированы в февральских пробах из южной части Невской губы. В период с мая по октябрь щелочность изменялась в диапазоне 0,456–1,255 мг-экв/л. Самые высокие значения в этот период были зафиксированы в придонном слое в мае и августе, что скорее всего 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 (0,591 мг-экв/л) на фоне незначительных межгодовых колебаний является максимальным в ряду 2006–2010 гг.

В течение года содержание **кислорода** во всех отобранных пробах, за одним исключением, в открытой части Невской губы было в пределах нормы и определялось сезонным ходом. Сезонная динамика насыщения вод кислородом является индикатором изменения интенсивности фотосинтеза. За период наблюдений самое высокое значение наблюдалось в мае и июле, что обусловлено весенней и летней вспышкой фитопланктона. В мае перенасыщенность вод кислородом наблюдалась на всех станциях и охватывала всю толщу вод до дна, значения изменялись в диапазоне 104–121% на поверхности и 103–112% у дна. И только на двух станциях в Морском канале в придонном слое относительное содержание в воде кислорода составило 74–93%. В июле перенасыщенность вод кислородом наблюдалась преимущественно на поверхности, только на двух станциях высокое насыщение было отмечено и у дна; диапазон значений составил 97–124% на поверхности и 83–119% у дна. В августе было зафиксировано минимальное для Невской губы содержание кислорода (4,20 мг/л, 37%) 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 11,09 мг/л.

Всего в феврале и мае–октябре 2010 г. в открытой части Невской губы было отобрано и проанализировано 197 проб **БПК₅**. В 44 из них значения были выше нормы (2,0 мг/л) и 20 были отобраны в мае. Максимальная величина (6,58 мг/л) была зафиксирована в мае на поверхности. Средние за месяц значения БПК₅ как в северном, так и в южном районах превышали норму в феврале и мае на поверхности и у дна. В эти же месяцы наблюдались и самые высокие значения концентрации кислорода. В северном районе Невской губы значения БПК₅ выше в феврале, августе, сентябре и октябре на поверхности и у дна, а в мае и июне – в южном районе. В целом среднее за 2010 г. значение БПК₅ (1,88 мг/л) было до-

вольно низким. Повторяемость случаев превышения нормы значениями БПК₅ в 2010 г. составила 22%. За последние 5 лет только в 2008 г. среднегодовая величина БПК₅ (1,68 мг/л) была ниже, чем в 2010 г.

Наибольшие значения минерального **фосфора** были отмечены в феврале (19–49 мкг/л, среднее 32 мкг/л). Средние за месяц значения в северной части губы на поверхности изменялись от концентрации ниже предела обнаружения (< 5,0 мкг/л) до 26 мкг/л, у дна – от < 5,0 мкг/л до 27 мкг/л. В южной части губы из 48 проб, отобранных в мае–октябре, в 13 концентрация минерального фосфора была ниже предела чувствительности метода определения, а в остальных пробах значения варьировали в диапазоне 5,0–32 мкг/л. Среднее значение за 2010 г. составило 9,0 мкг/л и соответствовало уровню предыдущего года. Содержание общего фосфора в водах Невской губы, как и минерального, в феврале было наибольшим. В северной части губы средняя концентрация на поверхности и у дна составила 16 мкг/л. Максимум (50 мкг/л) был зафиксирован на поверхности. В южной части губы она составляла 14 мкг/л, у дна – 18 мкг/л. Самая высокая концентрация (63 мкг/л) для этого района отмечалась в феврале у дна. Средняя за год составила 16 мкг/л.

В открытой части Невской губы за период наблюдений в феврале и июне–октябре в 70 пробах воды из 229 (30,6%) концентрация нитритного **азота** была ниже предела обнаружения (2,5 мкг/л). В 6 пробах из северной части Невской губы обнаружено превышение ПДК (20 мкг/л): у Лисьего Носа в мае (26 мкг/л на поверхности и у дна) и в августе (22–24 мкг/л), а также на ст. 9 в сентябре (23 мкг/л – поверхность и 22 мкг/л – дно). Средняя за период наблюдений концентрация нитритов составила 4,4 мкг/л и совсем незначительно отличалась от среднелетней (5,2 мкг/л). Содержание нитратного азота в водах открытой части Невской губы во всем столбе воды изменялось от 87 до 900 мкг/л. Максимальная концентрация была зафиксирована южнее судоходного канала в феврале, в северной части она достигала 390 мкг/л. Весной с повышением температуры и уровня освещенности начинает увеличиваться скорость фотосинтеза и потребление нитратов, что приводит к уменьшению их концентрации в воде до 87–370 мкг/л. В сентябре–октябре содержание нитратов возросло до 283–490 мкг/л. Средняя за год составила 287 мкг/л, что почти равно среднелетней 270 мкг/л. Концентрация аммонийного азота в поверхностном слое вод северной части губы изменялась в диапазоне 19–190 мкг/л, у дна – 17–155 мкг/л; в южной части губы на поверхности – 38–69 мкг/л, у дна – 36–89 мкг/л. Наименьшая концентрация аммонийного азота наблюдалась в июне: в северной части губы из 16 проб в 9 значения были ниже предела обнаружения (15 мкг/л), а в южной – в 4 из 19 проб. Средняя за 2010 г. (57 мкг/л) очень близка к среднелетней (65 мкг/л). Максимальное содержание общего азота как в северной (1160 мкг/л), так и в южной (1250 мкг/л) частях Невской губы было зафиксировано в февральских пробах у дна. С мая по октябрь среднее содержание общего азота было значительно ниже, чем в феврале, и составило в северной части 562–673 мкг/л на поверхности и 590–736 мкг/л у дна, в южной части – 541–686 мкг/л на поверхности и 450–656 мкг/л у дна. Среднегодовая концентрация общего азота (646 мкг/л) была незначительно ниже, чем в 2008 и 2009 годах и в целом близкой с среднелетней (706 мкг/л).

5.2.2. Загрязнение вод центральной части Невской губы

В 2010 г. концентрация **нефтяных углеводородов** в водах Невской губы в 220 пробах из 204 (93%) была ниже предела чувствительности метода определения (0,04 мг/л). В 16 пробах содержание НУ изменялось в пределах 0,04–0,12 мг/л (2,4 ПДК), Максимальная концентрация была зафиксирована в феврале на поверхностном горизонте. Также превышающее ПДК значение было отмечено на дне на ст. 17 (0,11 мг/л, 2,2 ПДК). По сравнению с 2009 г. содержание нефтяных углеводородов в водах Невской губы уменьшилось. Однако многолетняя динамика максимальных значений в различных районах губы не позволяет сделать вывод об уменьшении в целом уровня загрязнения этого водоема НУ, скорее наоборот (рис. 5.2). Очевидный понижающий тренд может быть выявлен только для Северного курортного района губы. В течение всего периода наблюдения концентрация СПАВ в большинстве случаев (в 87 проб из 186, 47%) не превышала предел обнаружения. Максимальное значение составило 56 мкг/л, что в 2,2 раза меньше прошлогоднего экстремума. Средняя концентрация составила 11 мкг/л. По сравнению с 2009 г. загрязненность вод Невской губы синтетическими поверхностно-активными веществами несколько уменьшилась. Концентрация фенолов в водах Невской губы в 65 пробах из 94 проанализированных (69%) ниже предела обнаружения используемого метода химического анализа (0,5 мкг/л). Средняя составила 0,3 мкг/л, а максимальная (0,9 мкг/л) была зарегистрирована на ст. 25 в июле в придонном слое. По сравнению с предыдущим годом количество значений ниже предела обнаружения уменьшилось. Почти во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) было ниже использованного метода их аналитического определения.

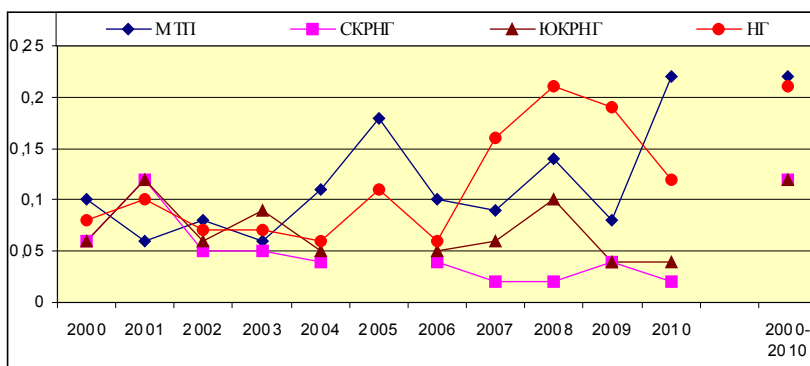


Рис. 5.2. Динамика максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/л) в водах различных районов Невской губы в 2000–2010 гг.

Металлы. Концентрация **меди** была ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л) в 24 из 221 проанализированных проб. Максимальное значение достигало 35 мкг/л в придонном слое вод в районе Петродворца в феврале, что в 2,7 раза выше прошлогоднего. В 190 (86%) пробах концентрация меди была выше ПДК. Средняя за год величина составила 3,7 мкг/л. Все средние за месяц значения также

превышали норматив, максимум отмечен в феврале (9,17 мкг/л, 9,2 ПДК), а в летний период наблюдалось понижение уровня содержания меди 2,13–3,66 мкг/л (рис. 5.3). Несмотря на наблюдавшиеся в 2010 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 (рис. 5.4).

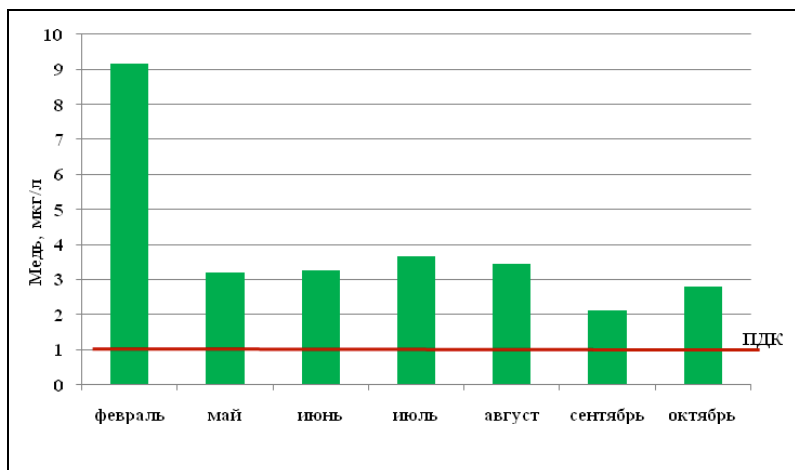


Рис. 5.3. Средняя концентрация меди (мкг/л) в водах Невской губы в 2010 г.

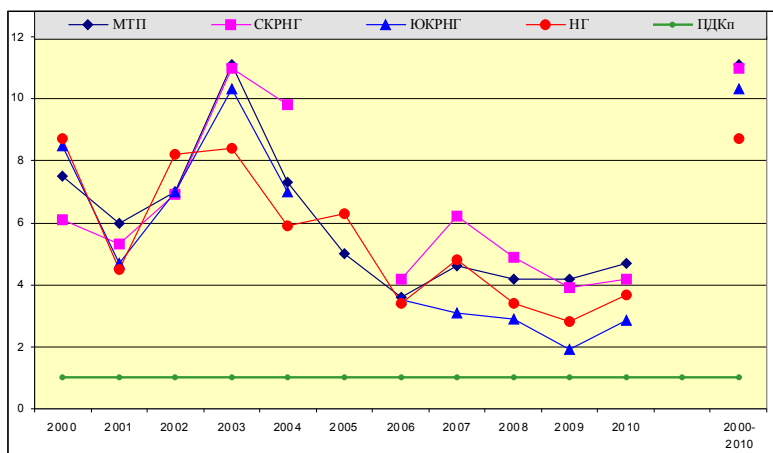


Рис. 5.4. Динамика средней концентрации меди (мкг/л) в водах различных районов Невской губы в 2000–2010 гг.

В отличие от предыдущего года в 2010 г. проб с концентрацией **цинка** ниже предела чувствительности метода отмечено не было. Максимальная концентрация цинка (55,0 мкг/л, 5,5 ПДК) на поверхностном горизонте была отмечена в июле, в придонном слое в феврале (69,0 мкг/л, 6,9 ПДК). Средняя концентрация за весь период наблюдений составила 15,8 мкг/л. Повторяемость превышения

ПДК за год составила 62,9%. Среднемесячная концентрация цинка изменялась в диапазоне от 9,5 мкг/л до 29,1 мкг/л и в течение всего периода наблюдений превышала ПДК за исключением октября.

Концентрация **марганца** в 24,4% проб из 221 обработанных была ниже предела обнаружения (1 мкг/л), а в 29,0% была выше ПДК. Наиболее высокие значения были зафиксированы в летние месяцы и составили на поверхности 73 мкг/л (июль), на глубине 7 метров (100 мкг/л, июль, у о. Котлин) и у дна 89 мкг/л (июнь, северная часть губы), что превышает ПДК в 7,3; 10,0 и 8,9 раза соответственно. В феврале и сентябре во всех пробах концентрация марганца была ниже ПДК. Средняя за год составила 5,9 мкг/л.

В 107 из 221 обработанных проб (48,4%) концентрация **свинца** была ниже предела чувствительности метода определения (2,0 мкг/л). Среднее значение за год было 2,7 мкг/л. В 19 пробах концентрация превышала ПДК (6 мкг/л). Максимальная концентрация (16,0 мкг/л, 2,7 ПДК) была зарегистрирована в августе в придонном слое у о. Котлин. В 40% и 72% из 221 отобранных проб значения **никеля** и **кадмия** были ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (0,5 мкг/л). В остальных пробах концентрация никеля менялась в диапазоне от 2,0 до 19,0 мкг/л (1,9 ПДК, август, поверхность), средняя 2,9 мкг/л; кадмия 0,5–2,2 мкг/л (2,2 ПДК, май, о. Котлин, придонный слой), средняя 0,37 мкг/л. Концентрация **кобальта** (средняя 1,11 мкг/л, максимум 3,5 мкг/л, 0,5 ПДК) и **хрома** (1,0; 4,4 мкг/л, 0,13 ПДК) была ниже предела чувствительности метода определения в 90% и 96% проб. В 2010 г. содержание в воде цинка и никеля было максимальным за последние пять лет. Уровень загрязненности медью по сравнению с 2009 г. возрос, а по сравнению с 2006 и 2008 годами практически не изменился. Среднее значение марганца в 2010 г. снизилось по сравнению с предыдущим, что связано с возросшим количеством проб с концентрациями вещества ниже предела чувствительности метода анализа, но возросло количество значимых проб по свинцу.

5.3. Загрязнение вод курортных районов Невской губы

5.3.1. Южный курортный район

В курортных районах Невской губы (северный, южный и курортная зона мелководного района) наблюдения осуществлялись ежемесячно с мая по октябрь одновременно с гидрохимическими съемками в открытой части. Из 18 отобранных проб в 16 (89%) содержание нефтяных углеводородов было ниже предела чувствительности метода определения (0,04 мг/л). В двух оставшихся пробах их концентрация равнялась 0,04 мг/л. По сравнению с 2009 г. содержание нефтепродуктов в водах Южного курортного района уменьшилось. В 53% и 72% проб концентрация СПАВ и фенола была ниже предела обнаружения, 15 и 0,5 мкг/л соответственно. Диапазон значений СПАВ составил 0,015–0,020 мг/л, максимум зафиксирован в июне рядом с берегом у Петродворца; наибольшее содержание фенолов составило 0,8 мкг/л в июле у берега восточнее Стрельны. По сравнению с предыдущим годом количество проб с концентрацией фенола выше предела обнаружения уменьшилось.

В 2010 г. в южном курортном районе Невской губы концентрация меди была ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л) в 2 пробах из 18 отобранных, а в 16 пробах (89%) значения были выше ПДК. Диапазон значений составил от менее 0,5 до 5,2 мкг/л (max 5,2 ПДК, зафиксирован в июле у Стрельны, среднее за год значение здесь составило 3,82 мкг/л), средняя величина по всему району равнялась 2,85 мкг/л. Концентрация цинка (предел обнаружения 1 мкг/л) изменялась в диапазоне 3,6–22,0 (2,2 ПДК, сентябрь, вблизи берега между Ломоносовым и Стрельней). Средняя величина в районе составила 10,0 мкг/л (1 ПДК). В 8 пробах из 18 (44,4%) концентрация цинка превышала ПДК, такие случаи были зафиксированы во все месяцы наблюдений, исключая май. Наибольшая среднемесячная величина была зафиксирована в июле–сентябре (13,4–15,1 мкг/л). Содержание марганца превысило ПДК в 4 пробах (22% проб), значения менялись в диапазоне 1,0–79,0 мкг/л; средняя составила 6,6 мкг/л; самые высокие величины наблюдались в июле на всех трех станциях южного курортного района – 25,0; 35,0 и 79,0 мкг/л. Подобное кратковременное увеличение концентрации металла может быть связано со значительным поступлением марганца в процессе разложения водных животных и растительных организмов. Концентрация никеля и свинца из 18 отобранных проб в 9 (50%) и 4 (22%) была ниже предела чувствительности метода определения (2,0 мкг/л); максимум 7,8 мкг/л (0,8 ПДК) и 8,3 мкг/л (1,4 ПДК) соответственно; наибольшее среднемесячное значение (6,1 мкг/л и 4,7 мкг/л) было отмечено в июне. В 16 (89%) пробах из 18 концентрация кадмия, кобальта и хрома общего была ниже предела чувствительности метода определения (0,5 мкг/л для кадмия и 2,0 мкг/л для остальных). Значимые величины кадмия (0,57 и 0,50 мкг/л) были зафиксированы в мае; кобальта (3,4 и 5,4 мкг/л) в июне и октябре; хрома общего (2,0 и 2,4 мкг/л) в октябре.

5.3.2. Северный курортный район

Во всех отобранных шести пробах воды значения НУ и фенолов были ниже предела чувствительности метода определения (НУ 0,04 мг/л). В 50% отобранных проб концентрация СПАВ была ниже предела обнаружения. В трех пробах значения достигали 17 мкг/л в августе; 18 мкг/л в сентябре и 15 мкг/л в октябре. Среднее за год содержание СПАВ составило 10 мкг/л. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) было ниже предела чувствительности метода определения.

В течение 2010 г. во всех отобранных в северном курортном районе 6 пробах значения меди превысили ПДК (1 мкг/л) и составили 1,8–6,5 мкг/л; максимальная концентрация была зафиксирована в мае. Диапазон значений цинка составил 5,7–17,0 мкг/л (1,7 ПДК в мае); среднегодовое 10,9 мкг/л (1,1 ПДК). В четырех из шести отобранных проб (67%) концентрация цинка не превышала ПДК. Из шести проб, отобранных в северном курортном районе, в одной концентрация марганца была меньше предела чувствительности метода определения (1,0 мкг/л), в двух – значения превысили ПДК и составили 22,0 мкг/л (2,2 ПДК) и 14,0 мкг/л (1,4 ПДК). Только в одной пробе концентрация кадмия (1,3 мкг/л, 1,3 ПДК, октябрь) превысила предел чувствительности метода определения (0,5 мкг/л). В 4 пробах концентрация свинца не превысила пре-

дел чувствительности метода определения (2,0 мкг/л), а в двух составила 8,5 мкг/л (1,4 ПДК, май) и 3,8 мкг/л (август). Концентрация никеля, кобальта и общего хрома в северном курортном районе в большинстве случаев не превышала предел обнаружения: 50%, 83% и 100%, а максимальные составила 4,8 мкг/л и 7,3 мкг/л соответственно. Превышения ПДК по этим металлам зафиксировано не было. В 2010 г. воды курортных районов Невской губы были наиболее всего загрязнены марганцем, медью и цинком.

5.3.3. Курортная зона мелководного района

Во всех отобранных двенадцати пробах воды значения НУ были ниже предела чувствительности метода определения (0,04 мг/л). Концентрация СПАВ достигала 33 мкг/л, но в большинстве проб была ниже предела обнаружения. В 7 пробах содержание фенолов также было ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л), в остальных достигало 0,8 мкг/л (0,8 ПДК). Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) было ниже предела чувствительности метода определения.

На двух станциях в курортной зоне диапазон значений **меди** составил 0,5–6,6 мкг/л; максимальная концентрация (1,3 ПДК, при оценке используется норматив для морских вод) была зафиксирована в октябре на побережье у г. Зеленогорска. В двух пробах из 12 содержание меди было ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л). В 2010 г. концентрация цинка во всех пробах была выше предела обнаружения (1 мкг/л), но не превышала уровень ПДК. Диапазон значений составил: станция 19а – от 4,2 до 9,8 мкг/л; ст. 20а – от 6,9 до 12,0 мкг/л (июнь, сентябрь и октябрь). По сравнению с 2009 г. в большинстве месяцев наблюдается относительный рост концентрации цинка на обеих станциях. Содержание марганца во всех 12 отобранных пробах было выше предела чувствительности метода определения (1 мкг/л), а в одном случае была зафиксирована концентрация выше норматива (79 мкг/л, 1,6 ПДК, станция 20а, июнь). Средняя величина составила 8,8 мкг/л. Концентрация свинца в 5 пробах была ниже предела чувствительности метода (42%), а в остальных менялась в диапазоне от 0,5 до 10,0 мкг/л (октябрь, ст.20а). Концентрация никеля в трех (25%) была ниже предела чувствительности метода, а в остальных пробах значения менялись в диапазоне от 2,0 до 25,0 мкг/л. Две пробы превысили ПДК и составили 12,0 мкг/л (1,2 ПДК, август) и 25,0 мкг/л (2,5 ПДК, октябрь). Концентрация кадмия и общего хрома не превышала предел обнаружения в 92% проб; кобальта в 67%. Более всего в 2010 г. воды курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива были загрязнены медью и марганцем, а наибольшие значения наблюдались на ст. 20а (Зеленогорск). Также в 2010 г. было отмечено увеличение содержания никеля. При сравнении с предыдущим 2010 г. отличается значительным снижением концентрации марганца (8,8 мкг/л по сравнению с 21,1 мкг/л), а также уменьшением содержания цинка с 11,6 до 8,9 мкг/л.

5.4. Загрязнение вод Морского торгового порта (МТП)

Содержание нефтяных углеводородов в водах акватории порта в 2010 г. изменялось от значений ниже предела обнаружения (0,04 мг/л) до 0,22 мг/л (4,4 ПДК, увеличение по сравнению с прошлым годом в 2,8 раз). В поверхностном слое средняя концентрация НУ составила 0,03 мг/л, из 12 отобранных проб в восьми их содержание было ниже предела обнаружения. В придонном слое средняя величина была существенно выше и составила 0,08 мг/л, а максимум достигал 0,22 мг/л. Всего в двух пробах значения превышали ПДК. Концентрация СПАВ в водах акватории МТП менялась от величин, находящихся ниже предела обнаружения (менее 15 мкг/л, 8 проб из 18 отобранных) до 29 мкг/л. Средняя величина составляла 11 мкг/л. Из 17 отобранных проб воды в 10 концентрация фенола превышала предел обнаружения (59%). По сравнению с 2009 г. содержание фенолов по количеству значений выше предела обнаружения увеличилось. Максимальная концентрация (0,9 мкг/л) была зарегистрирована в августе у дна.

В 2010 г. в ходе ежемесячного отбора проб на одной станции на акватории Морского торгового порта было отобрано 19 проба воды, и только в одной концентрации меди была ниже ПДК и ниже предела обнаружения 0,5 мкг/л (табл. 5.1). На поверхности диапазон значений составил <0,5–12,0 мкг/л (12 ПДК), средняя 4,75 мкг/л и 3,5–9,6 мкг/л (5,38 мкг/л) у дна. Максимальное за год значение меди было зафиксировано у поверхности в апреле и было выше ПДК в 12 раз.

Таблица 5.1. Содержание металлов в водах акватории Морского торгового порта в 2010 г.

Металл	Поверхностный горизонт				Придонный горизонт			
	число проб	интервал, мкг/л	% проб с превышением ПДК	среднее значение мкг/л	число проб	интервал, мкг/л	% проб с превышением ПДК	среднее значение мкг/л
Медь	12	<0,5–12	91,7	4,75	7	3,5–9,6	100	5,38
Кадмий	12	<0,5–0,53	–	<0,5	7	<0,5–0,73	–	<0,5
Марганец	12	1,1–37,0	33,3	9,8	7	<1,0–25,0	71,4	10,0
Кобальт	12	<2,0–2,0	–	<2,0	7	<2,0	–	<2,0
Свинец	12	<2,0–10,0	25	4,0	7	<2,0–5,0	–	<2,0
Цинк	12	11,0–70,0	100	20,3	7	13,0–45	100	21,3
Никель	12	<2,0–4,5	–	<2,0	7	<2,0–7,6	–	4,8
Хром общий	12	<2,0	–	<2,0	7	<2,0	–	<2,0

Во всех 19 отобранных пробах (100%) концентрации цинка были выше ПДК (10 мкг/л). Диапазон значений составил на поверхности 11–70 мкг/л, у дна 13–45 мкг/л; среднее за год значение составило 20,4 мкг/л. Среднемесячное значение содержания цинка в летний период было выше и составило на поверхности 31,0 мкг/л (3,1 ПДК), на дне – 30,25 мкг/л (3,0 ПДК). Максимальное значение цинка (70,0 мкг/л, 7 ПДК) было зафиксировано у поверхности в июле, у дна оно в этот период составило 45 мкг/л. В осенний период средние значения цинка на

поверхности (14,0 мкг/л) и у дна (13,0 мкг/л) были ниже, чем в другие сезоны. В 2010 г. концентрация **марганца** в водах порта в 47,3% проб была выше ПДК; диапазон значений составил 1,1–37,0 мкг/л в июле в поверхностном слое и <1,0 до 25,0 мкг/л в придонном; среднее за год значение в столбе воды от поверхности до дна составило 9,8 мкг/л. Среднее значение содержания марганца в летний период было выше и составило на поверхности 14,7 мкг/л (1,5 ПДК), на дне – 18,0 мкг/л (1,8 ПДК). В придонном слое количество превышений ПДК наблюдалось в 71,4%, а на поверхности только в 25% случаев. Содержание **свинца** было ниже предела чувствительности метода определения (2 мкг/л) в 6 из 19 обработанных проб (31,6%). Диапазон значений составил 2,0–10,0 мкг/л. Значения выше ПДК были зафиксированы на поверхности в июле, сентябре и октябре: 9,4 мкг/л – 1,6 ПДК; 10,0 мкг/л – 1,9 ПДК и 8,8 мкг/л – 1,5 ПДК соответственно. Концентрация **никеля** была ниже предела обнаружения (2 мкг/л) в 9 пробах из 19; диапазон обнаруженных значений составил 2,0–7,6 мкг/л (0,5 ПДК). Максимальная концентрация не превышала ПДК и составила в августе на поверхности 4,5 мкг/л и у дна 7,6 мкг/л. В целом, в течение года концентрация никеля на дне была выше, чем на поверхности, исключая май. В 10 из 19 проанализированных проб (52,6%) концентрация **кадмия** находилась ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л). Диапазон значений составил 0,50–0,73 мкг/л (0,7 ПДК, max в 4,5 раза меньше прошлогоднего уровня). Максимальное за год содержание кадмия было отмечено в июне на поверхностном горизонте. В 17 пробах из 19 концентрация **кобальта** была ниже предела чувствительности метода определения (2,0 мкг/л), а в двух оставшихся на минимальном уровне идентификации. Во всех 19 проанализированных пробах концентрации общего хрома была ниже предела чувствительности метода определения (2,0 мкг/л). В целом в 2010 г. содержание в воде меди и марганца было максимальным за последние пять лет, а среднегодовое значение цинка хотя и уменьшилось с 26,3 до 20,4 мкг/л, но осталось высоким на фоне значений последнего периода времени (табл. 5.2).

Таблица 5.2. Среднегодовая концентрация (мкг/л) тяжелых металлов в водах МТП.

Металл	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Медь	4,7	3,6	4,6	4,1	4,2	4,7
Цинк	17,7	18,6	10,1	9,3	26,3	20,4
Марганец	15,8	8,2	1,6	7,1	8,9	9,8

5.5. Восточная часть Финского залива

В 2010 г. съёмка в восточной части Финского залива в мелководном районе (ст. 19, 20, 21, 22, 24, 26) была проведена 1 августа; в глубоководном районе (ст. 1, 2, 3, 4 и «А» в Выборгском заливе) – 1–3 августа, в Копорской губе (ст. 3к и 6к) и в Лужской губе (ст. 6л и 18л) – 2 августа (рис. 5.5). В состав наблюдений вошло определение гидрохимических показателей, концентрации биогенных веществ и загрязнителей – растворённый кислород, насыщение вод кислородом, рН, БПК₅, щёлочность, минеральный фосфор, общий фосфор, кремний, нитратный, аммонийный, нитритный и общий азот, нефтяные углеводороды, СПАВ, фенолы, тяжелые металлы.

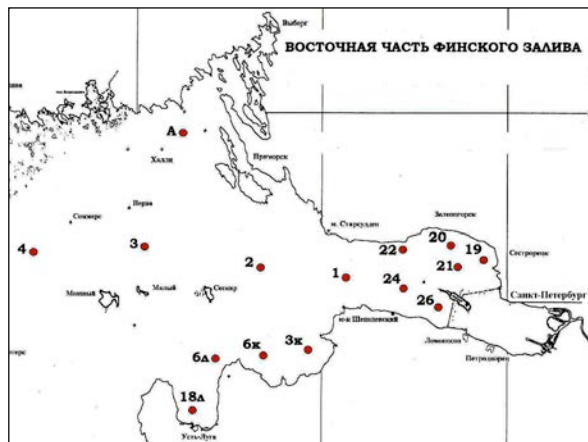


Рис. 5.5. Схема расположения станций в мелководном и глубоководном районах восточной части Финского залива в 2010 г.

5.5.1. Мелководный район восточной части Финского залива

В поверхностном слое вод района соленость изменялась в диапазоне 0,33–1,05‰, у дна 1,16–5,27‰. Содержание рас-

творенного кислорода уменьшалось с увеличением солености и было связано с высокой стратификацией водной толщи. В двух случаях концентрация кислорода была ниже нормы Высокого Загрязнения (ВЗ) – 2,90 и 2,93 мг O_2 /л. Значения БПК $_5$ на ст.21 на поверхности и у дна составили 2,61 мг O_2 /л (выше нормы в 1,3 раза) и 0,93 мг O_2 /л соответственно, на ст.26 – 1,92 и 1,23 мг O_2 /л.

В 13 из 15 отобранных проб концентрация **НУ** была ниже предела чувствительности метода определения (0,04 мг/л), в двух оставшихся была уровне определения. В пяти пробах из двенадцати концентрация СПАВ была ниже предела чувствительности метода (15 мкг/л); максимальная (19 мкг/л) была зафиксирована на ст.24 у дна. В остальных пробах содержание СПАВ было 0,015 мг/л. Средняя величина 11 мкг/л. Фенолы обнаружены в трех пробах в концентрации 0,5–0,6 мкг/л. Содержание хлорорганических пестицидов во всех пробах воды было ниже предела чувствительности используемого метода химического анализа, за исключением одной пробы с поверхности на ст.19 (7 нг/л).

В пяти пробах из 12 концентрация **меди** была выше уровня ПДК. Все они были отобраны в придонном слое и изменялись от 3,9 до 19 мкг/л (3,8 ПДК). Максимальное содержание меди было зафиксировано у дна на ст.24. На поверхностном горизонте концентрация изменялись в диапазоне от 2 до 4 мкг/л. На ст.21 на поверхности концентрация меди была ниже предела чувствительности метода определения (<0,50 мкг/л). Диапазон концентрации цинка на поверхности составил 8,3–17,0 мкг/л (в 3,4 раза меньше прошлогоднего), у дна 17–98 мкг/л (2,0 ПДК, max в 3,2 раза больше). Содержание марганца в трех пробах из 12 превысило уровень ПДК: на ст. 21 у поверхности концентрация марганца составила 73 мкг/л (1,5 ПДК), на ст.20 у дна 71 мкг/л (1,4 ПДК) и на ст. 19 у дна было зафиксировано максимальное значение 251 мкг/л (5 ПДК). В одной пробе из поверхностного слоя содержание марганца было ниже предела обнаружения (<1,0 мкг/л). Концентрация кадмия составила 0,5 и 0,84 мкг/л у дна; а в остальных 83% проб концентрация была ниже предела чувствительности метода определения (<0,50 мкг/л). Концентрация свинца в 8 из 12 отобранных проб была ниже предела чувствительности метода определения (<2,0 мкг/л). В остальных значения изменялись в диапазоне 3,9–6,6 мкг/л. Максимальное содержание

свинца было зафиксировано в придонном слое на ст.20 и было ниже уровня ПДК. Содержание никеля составляло 3,7 мкг/л и 3,1 мкг/л, в двух других пробах было ниже предела обнаружения. Концентрация кобальта не превышала предел обнаружения в 11 пробах из 12, а в единственной пробе составила 4,4 мкг/л. Концентрация общего хрома была ниже предела чувствительности метода определения (<2,0 мкг/л) в 9 пробах из 12, а в остальных составила 2,1, 3,1 и 3,4 мкг/л.

5.5.2. Глубоководный район восточной части Финского залива

Пробы воды были отобраны на ст. 1, 2, 3, 4 и А, в период с 1 по 3 августа. Пробы отбирались на горизонтах 0м, 5м, 10м, 20м, 30м, 40м, 50м и дно. В поверхностном слое **соленость** менялась в диапазоне от 1,17‰ (ст. 1) до 3,34‰ (ст. 4), а у дна от 5,62‰ (ст. А) до 7,47‰ (ст. 4). Очевидно, что самые высокие значения были зафиксированы на западной станции. Температурный слой скачка был расположен на глубине 11–15 м. Абсолютное содержание растворенного кислорода в пробах воды с поверхности было в пределах нормы и менялось в незначительном диапазоне значений 8,62–8,93 мг/л. Во время съемки 1 августа в глубинных и придонных водах на ст. №1 и №2 были зафиксированы 3 случая дефицита кислорода (1,54; 1,60 и 1,89 мг/л), что оценивается как случаи Экстремально Высокого Загрязнения (ЭВЗ). Днем позднее было отмечено 4 случая ВЗ на ст. №3 и №4 на глубинах 40–50 м и у дна (2,10–2,86 мг/л). Уменьшение содержания кислорода объясняется высокими градиентами температуры и солёности между поверхностным и придонным слоями воды. Величина водородного показателя выходила за пределы нормативной величины (рН=6,5–8,5) только на одной станции №2 на поверхности (8,6). Вертикальное распределение рН в целом соответствовало структуре водной толщи, отражая снижение значений с глубиной по мере накопления растворённой углекислоты. Линейная зависимость щелочности от солёности соблюдалась, как и в мелководном районе восточной части Финского залива. В августе на поверхности значения возрастали от 0,727 мг-экв/л до 1,176 мг-экв/л. Диапазон изменений у дна составил 1,469–1,668 мг-экв/л.

Распределение в толще воды минерального и общего **фосфора** было сходным, значения возрастали ближе ко дну начиная с 10–20 м. В поверхностном слое концентрация минерального фосфора изменялась от 4,5 мкг/л до 10 мкг/л, у дна 30–81 мкг/л. Содержание общего фосфора на поверхности менялось от 24 мкг/л до 62 мкг/л, у дна 77–110 мкг/л. В поверхностном слое доля минерального фосфора в составе общего составила 10%, а у дна 54%.

Содержание аммонийного **азота** в поверхностном слое было в диапазоне 1,5–19 мкг/л, у дна изменения составили 0,3–43 мкг/л. Самые высокие значения как на поверхности, так и у дна были зафиксированы на ближайшей к Невской губе станции №1. Пространственное распределение аммония характеризуется уменьшением концентрации в западном направлении. Концентрация нитритного азота в поверхностном слое изменялась в диапазоне от 0,5 мкг/л до 0,9 мкг/л, у дна интервал составил 1,0–3,0 мкг/л. Максимум отмечен в Выборгском заливе. Вертикальное распределение нитратов было крайне неравномерным, их содержание на поверхности составляло 13–37 мкг/л, тогда как у дна было почти на

порядок больше (59–210 мкг/л). Общий азот является показателем суммарного содержания минеральных соединений азота и органического азота, доля которого в толще воды преобладала и составила в среднем 82%. В поверхностном слое диапазон изменений общего азота составил 400–620 мкг/л, а у дна – 430–970 мкг/л. Максимальное значение было зафиксировано на ст. №3. Концентрация кремния на поверхности изменялась в диапазоне 41–94 мкг/л и возрастала к западу, а у дна составляла 850–1470 мкг/л.

Во всех пробах содержание нефтяных **углеводородов** и хлорорганических **пестицидов** было ниже предела чувствительности метода определения. В 8 пробах из 10 концентрация фенола была ниже предела чувствительности метода определения (0,5 мкг/л) и только в двух были определены минимальные значения. В 7 пробах из десяти концентрация СПАВ превышала предел обнаружения (5 мкг/л) и достигала 26 мкг/л, среднее значение 13 мкг/л.

Концентрация **меди** изменялась в диапазоне от 2,7 до 8,7 мкг/л (1,7 ПДК); максимальное значение было зафиксировано у дна на ст. №1. Всего в 6 пробах из 10 содержание меди превышало уровень ПДК. Из 10 проб в 9 концентрация кадмия была ниже предела чувствительности метода определения (0,50 мкг/л) и только в одной достигала 0,53 мкг/л. Концентрация цинка изменялась в пределах 6,8–36 мкг/л, в среднем 14,9 мкг/л. Содержание марганца в двух пробах у дна было выше ПДК и составило 469 мкг/л (9 ПДК) на ст. №1 и 378 мкг/л (7,6 ПДК) на ст. №2; средняя концентрация составила 86,9 мкг/л. В 5 пробах из 10 концентрация никеля была ниже предела обнаружения (2,0 мкг/л). В остальных пробах содержание никеля изменялось от 2,0 мкг/л до 5,5 мкг/л. В 7 пробах концентрация кобальта была ниже предела чувствительности метода определения (2,0 мкг/л); в остальных значения составили 2,0; 2,0 и 3,3 мкг/л. Содержание свинца изменялось в пределах 2,0–11,0 мкг/л (1,1 ПДК). В 60% проб значения общего хрома были ниже предела обнаружения; в остальных концентрация изменялась от 2,4 до 4,1 мкг/л.

5.6. Копорская губа

Соленость на поверхности вод губы 2 августа составляла 1,54–1,86‰, а у дна 4,15–5,8‰. Температурный слой скачка соответствовал глубине 6–7 м. На поверхности концентрация растворенного кислорода была высокой 8,53–8,76 мг/л (99,7–101,3% насыщения), тогда как у дна на ст. №3к наблюдался существенный дефицит кислорода (5,22 мг/л и 44,5%), а на ст. №6к содержание в воде кислорода классифицировалось как В3 и составило 2,93 мг/л при уровне насыщения всего 23%. Во всех пробах величина водородного показателя не выходила за рамки нормативной величины (рН=6,5–8,5), а вертикальные различия от поверхности до дна были незначительными. Вертикальные различия щелочности на обеих станциях были довольно большими и составили 0,877–1,283 мкг-экв/л и 0,827–1,511 мкг-экв/л.

Концентрация минерального **фосфора** изменялась незначительно 3,8–4,9 мкг/л; 25–63 мкг/л на поверхности и у дна соответственно. Концентрация кремния у дна была значительно выше, чем на поверхности вследствие активного потребления кремния диатомовыми водорослями: 47–490 мкг/л и 36–1120 мкг/л, поверхность и дно соответственно. Концентрация аммонийного азо-

та на мелководной станции (14 м) составляла на поверхности 21 мкг/л и 40 мкг/л у дна; а на более глубокой (26 м) максимум составил 11 мкг/л на глубине 10 м. Максимальное содержание нитритного азота (2,6 мкг/л) было зафиксировано на горизонте 10 м. Концентрация нитратного азота менялась в диапазоне от 12 мкг/л до 33 мкг/л на поверхности, у дна интервал составил 130–150 мкг/л. Максимальная концентрация общего азота (600 мкг/л) была зафиксирована на ст. 6к на глубине 20 м. Значения менялись в диапазоне 430–480 мкг/л на ст. 3к и 300–600 мкг/л на ст.6к. Как и во всех остальных районах восточной части Финского залива органический азот занимал большую долю (78%) в общем азоте.

Во всех отобранных в Копорской губе пробах концентрация **нефтяных углеводородов**, фенола и хлорорганических пестицидов была ниже предела обнаружения. Максимальная концентрация СПАВ составила 18 мкг/л (0,2 ПДК) и была отмечена в придонном слое.

Концентрация **меди** в четырех пробах воды из Копорской губы варьировала в диапазоне 4,2–7,8 мкг/л, составив в среднем 5,8 мкг/л. Превышение ПДК отмечено в двух пробах из придонного слоя вод. Концентрация цинка изменялась в диапазоне 6,6–22 мкг/л. В двух пробах содержание марганца было ниже предела обнаружения, а максимум составил 1,9 мкг/л. Концентрация свинца изменялась в диапазоне 5,1–8,9 мкг/л. В трех из четырех проб содержание кадмия было ниже предела чувствительности метода определения (0,50 мкг/л) и только в одной с поверхности была получена значимая концентрация (в 5,8 раз ниже прошлогодней). Содержание в воде никеля на ст. 3к составило 4,9 мкг/л и 4,2 мкг/л на поверхности и у дна соответственно, а на ст. 6к на поверхности значение было ниже предела обнаружения (2,0 мкг/л), у дна 4,3 мкг/л. Во всех четырех пробах концентрация кобальта была ниже предела чувствительности метода определения (2,0 мкг/л). На поверхности содержание общего хрома было ниже предела обнаружения (2,0 мкг/л), у дна – 3,0 и 3,4 мкг/л.

5.7. Лужская губа

В 2010 г. подход к ст.18л был закрыт, в качестве дублера была взята ст.18л* (59°52,7' с.ш., 28°13,1' в.д.). В начале августа в Лужской губе на ст.6л **соленость** менялась в диапазоне 2,06–6,07‰ (поверхность-дно), на ст.18л* – 2,35–4,19‰. На выходе из губы концентрация кислорода на поверхностном горизонте составила 8,87 мг/л при насыщении 103%, а у дна значительно ниже (2,20 мг/л) при уровне насыщения всего 17% (случай В3). В более мелководной части (ст.18л*) концентрация составила 9,62 мг/л при насыщении 111,4% на поверхности и 5,23 мг/л при насыщении 80,3% у дна. На обеих станциях величина водородного показателя не выходила за рамки нормативной величины (рН = 6,5–8,5). Щёлочность в глубине губы составляла 1,027–1,269 мг-экв/л на поверхности и у дна; на выходе в глубоководной части губы она составила 0,913–1,540 мг-экв/л.

Концентрация **фосфатов** в поверхностном слое составляла 5,2 и 8,7 мкг/л, в придонном 10 и 25 мкг/л. Содержание общего фосфора было в диапазоне 26–63 мкг/л. Концентрация кремния у дна была значительно выше, чем на поверхности: 44–53 мкг/л против 420–1480 мкг/л. Концентрация аммонийного азота уменьшалась от поверхности ко дну, максимум составил 26 мкг/л, а минимум 4,9 мкг/л. Содержание нитритного азота в губе изменялось в узком диапазоне 0,2–2,8

мкг/л. Содержание нитратного азота было более высоким в придонных водах (110–120 мкг/л), чем у поверхности (13–24 мкг/л). Значения общего азота в глубоководной части губы на поверхностном и придонном горизонтах составили 300 мкг/л и 630 мкг/л, в кутовой части губы 480 и 510 мкг/л соответственно.

Содержание **НУ** на поверхности в кутовой части Лужской губы достигало 0,08 мг/л (1,6 ПДК), в остальных пробах было меньше предела обнаружения (0,04 мг/л). В двух отобранных в придонном слое пробах концентрация фенолов превышала лимит определения и составила 0,5 и 0,6 мкг/л (0,6 ПДК). Содержание СПАВ изменялось в интервале 16–18 мкг/л, а в одной пробе была ниже предела чувствительности метода определения (15 мкг/л). Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) было ниже предела чувствительности метода определения.

В Лужской губе в двух придонных пробах концентрация **меди** составила 9 мкг/л (1,8 ПДК) и 8,2 мкг/л (1,6 ПДК), а на поверхности обеих станций равнялась 4,2 мкг/л. Содержание цинка менялось в диапазоне 7,8–39 мкг/л, максимум отмечен в кутовой части губы у дна. Содержание марганца было относительно высоким и достигало в Лужской губе 156 мкг/л (3,1 ПДК, в 1,7 раза меньше прошлогоднего); средняя концентрация составила 40,3 мкг/л. В отличие от прошлого года концентрация свинца в водах губы была высокой (11; 11; 10 и 9,8 мкг/л) и в трех пробах превышала ПДК. Концентрация кадмия во всех пробах была ниже предела обнаружения (0,50 мкг/л).

В водах губы в трех пробах из четырех никель обнаружен не был (менее 2,0 мкг/л), а в последней концентрация составила 5,3 мкг/л. В Лужской губе из четырех проб в одной концентрация кобальта была выше предела обнаружения (2,0 мкг/л) и составила 2,0 мкг/л. В трех пробах значения общего хрома были ниже предела чувствительности метода определения (2,0 мкг/л), а на ст.6л у дна была зафиксирована концентрация 4,3 мкг/л.

5.8. Результаты мониторинга

Проведенные ГУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р» полевые исследования загрязнения вод Невской губы и восточной части Финского залива в 2010 г. органическими веществами (нефтяные углеводороды, СПАВ, фенолы и пестициды) и тяжелыми металлами (медь, цинк, марганец, свинец, никель, кадмий, кобальт и хром) свидетельствует о том, что главными ингредиентами загрязнения были медь, железо и марганец. Концентрация меди превысила ПДК в 60% проб в глубоководном районе, в 50% – в Лужской и Копорской губах и в 42% в мелководном районе. Содержание общего железа превышало ПДК в 58% проб в мелководном районе. В 50% проб, отобранных в Лужской губе, содержание свинца было выше нормы. В мелководном районе и в Лужской губе концентрация марганца была выше ПДК в 25% проб, в глубоководном районе – в 20% проб. По величине ИЗВ воды всех районов Невской губы и восточной части Финского залива в 2010 г. характеризуются как «умеренно загрязненные» (III класс), (табл. 5.3).

Таблица 5.3. Оценка качества вод Невской губы и восточной части Финского залива в 2008–2010 гг.

Район	2008 г.		2009 г.		2010 г.		Среднее содержание ЗВ в 2010 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Невская губа*							
Центральная часть	1,40	III	1,47	III	1,68	III	БПК ₅ 0,94; Cu 3,67; Zn 1,58; O ₂ 0,54
Северный курортный район	1,82	III	1,66	III	1,73	III	БПК ₅ 1,12; Cu 4,2; Zn 1,09; O ₂ 0,52
Южный курортный район	1,36	III	1,07	III	1,43	III	БПК ₅ 1,32; Cu 2,85; Zn 1,0; O ₂ 0,56
МТП СПб	1,66	III	2,09	III	2,10	III	БПК ₅ 1,14; Cu 4,68; Zn 2,04; O ₂ 0,53
Восточная часть Финского залива							
Мелководный район	0,90	III	0,68	II	0,85	III	БПК ₅ 0,86; Cu 1,20; Mn 0,79; O ₂ 0,55
Глубоководный район					1,16	III	Cu 1,20; Mn 1,74; Pb 0,61; O ₂ 1,08
Копорская губа					0,79	III	HУ 0,4; Cu 1,16; Pb 0,66; O ₂ 0,95
Лужская губа					1,00	III	HУ 0,80; Cu 1,28; Pb 1,05; O ₂ 0,85

* 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; III «умеренно загрязненные» > 1 до 2,5; IV «загрязненная» $> 2,5$ до 4; V «грязная» > 4 до 6; VI «очень грязная» > 6 до 10; VII «чрезвычайно грязная» > 10 .

5.9. Морской порт г. Санкт-Петербурга

В 2010 г. с мая по ноябрь ежемесячно Северо-Западным филиалом ГУ «НПО «Тайфун» выполнялись работы по контролю загрязнения поверхностных вод и донных отложений на акватории Угольной гавани Морского порта г. Санкт-Петербурга и в районе устья реки Луга. В отобранных пробах воды выполнялись определения гидрохимических показателей, фенолов, нефтяных углеводородов, тяжелых металлов; в пробах донных отложений – HУ, ТМ, ПАУ, ХОС и ПХБ.

Значения **pH** в водах порта находились в пределах 6,98–7,96, при среднем значении 7,35. Содержание растворенного кислорода было в интервале от 7,11 до 11,7 мг/л при среднем значении 9,25 мг/л. Значения биохимического потребления кислорода БПК₅ изменялось в пределах от 0,4 мгО₂/л до 1,75 мгО₂/л (0,85 ПДК) при среднем значении 1,06 мгО₂/л. Значения ХПК варьировало в пределах 14,4–44,0 мгО₂/л (1,46 ПДК), составляя в среднем 26,8 мгО₂/л. Содержание взвеси изменялось от минимального предела обнаружения (<5 мг/л) до 25,8 мг/л. Средняя концентрация взвеси за период наблюдений составила 10,5 мг/л.

Концентрация аммонийного, нитритного и нитратного азота изменялась от нижнего предела обнаружения (<100 мкг/л) до 600 мкг/л; (<10) до 70 мкг/л и 110–420 мкг/л соответственно. Средняя концентрация этих веществ составляла 210; 30 и 240 мкг/л. Содержание общего азота изменялось от 380 до 900 мкг/л, а средняя составила 590 мкг/л. Содержание общего фосфора изменялось от менее

20 до 160 мкг/л; средняя 10 мкг/л. В целом, гидрохимические параметры и содержание биогенных соединений на обследованных участках соответствуют многолетней динамике основных гидрохимических характеристик вод прибрежной акватории восточной части Финского залива и района дельты р. Невы.

Уровни содержания растворенных и эмульгированных нефтяных углеводородов (НУ) в водах морского порта за период измерений в 2010 г. изменялись от <2 до 150 мкг/л (3 ПДК). Среднее содержание НУ в целом за период наблюдений составило 40 мкг/л (0,8 ПДК). Содержание общего фенола варьировало от значений ниже предела обнаружения (<0,5 мкг/л) до 5 мкг/л (5 ПДК); средняя концентрация 1,4 мкг/л (1,4 ПДК). Соединения алкил-, нитро- и хлорфенолов находились ниже предела обнаружения (<0,5 мкг/л). Максимальная концентрация большей части ТМ в водах Угольной гавани морского порта г. Санкт-Петербурга за период наблюдений превышала допустимые нормативы (табл. 5.4).

Таблица 5.4. Концентрация тяжелых металлов (мкг/л) в водах Угольной гавани морского порта г. Санкт-Петербурга в 2010 г.

	Cu	Ni	Mn	Fe	Zn
сред	2,0		5	60,0	9,0
макс	5,0		11	100,0	30
мин	<0,5	<3,0	<0,6	40,0	<0,5
ПДК сред	2,0		0,5	0,6	0,9
ПДК max	5,0		1,1	1,0	3,0

В водах исследуемой акватории за период наблюдений было отмечено превышение ПДК для следующих веществ (показателей): ХПК, аммонийный азот, нитритный азот, нефтяные углеводороды, фенол, железо, марганец, цинк и медь. По критерию повторяемости и кратности случаев превышения ПДК по отдельным ингредиентам воды в районе обследования характеризовались: 1) характерным загрязнением среднего уровня по значениям нитритного азота, фенолов и меди; 2) неустойчивым загрязнением среднего уровня по содержанию ХПК, НУ, азота аммонийного и цинка; 3) единичным загрязнением низкого уровня по содержанию железа и марганца. Среднее значение ИЗВ в целом за рассматриваемый период составило 1,12, следовательно, воды исследуемой акватории относились к III классу качества, «умеренно загрязненные».

Минимальная концентрация нефтяных углеводородов в **донных отложениях** акватории морского порта составила 134 мкг/г (2,7 ДК), максимальная 680 мкг/г (13,6 ДК), среднее значение 407 мкг/г (8,15 ДК). Максимальные значения уровня содержания суммы ГХЦГ и суммы ДДТ достигали соответственно 0,07 и 6,49 нг/г (2,6 ДК). Средние величины этих групп ХОС составляли соответственно 0,04 и 1,45 нг/г. Содержание гексахлорбензола, изменялось от 0,11 до 0,49 нг/г, среднее составило 0,3 нг/г. Из 15 полихлорированных бифенилов были идентифицированы все соединения. Суммарное содержание ПХБ в донных отложениях контролируемой акватории морского порта находилось в пределах 3,70–20,7 нг/г, при среднем значении 12,2 нг/г. Максимальный уровень содержания ТМ в донных отложениях не превышал ДК, за исключением меди (1,1 ДК), находясь в пределах 0,06–0,79 ДК. В целом в донных отложениях исследуемой акватории

было отмечено превышение норматива для нефтяных углеводородов, меди, суммы ДДТ и суммы ПХБ. Уровень загрязнения осадков на обследованной акватории морского порта является характерным для прибрежных морских акваторий, подвергающихся интенсивному воздействию береговых промышленных объектов.

Таблица 5.5. Концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях Угольной гавани морского порта г. Санкт-Петербурга в 2010 г.

	Cu	Ni	Hg	As	Pb	Cr	Cd	Zn
сред	33,2	16,3	–	1,4	22,0	18,5	0,44	93,5
макс	38,5	20,2	0,10	1,8	30,9	20,5	0,61	111
мин	27,9	12,3	0,03	1,0	13,0	16,5	0,27	76,0
ДК сред	0,95	0,47	–	0,04	0,26	0,19	0,55	0,67
ДК max	1,1	0,58	0,33	0,06	0,36	0,21	0,76	0,79

5.10. Район устья реки Луга

В районе устья р. Луга в сентябре 2010 г. в поверхностном слое морских вод была определены гидрохимические показатели и концентрация нефтяных углеводородов, ТМ, фенолов и СПАВ. Содержание НУ и фенолов находилось ниже предела обнаружения метода анализа. Содержание СПАВ изменялось от менее 10 до 26 мкг/л, среднее содержание составило 15,3 мкг/л.

Значения ХПК изменялись в пределах 25,0–34,0 мгО₂/л (1,13 ПДК), составляя в среднем 30,3 мгО₂/л (1,01 ПДК). Содержание взвешенных веществ изменялось от минимального предела обнаружения (<5 мг/л) до 13,0 мг/л. Средняя концентрация взвеси за период наблюдений составила 7,8 мг/л. Концентрация аммонийного азота изменялась от нижнего предела обнаружения (<100 мкг/л) до 190 мкг/л; средняя 100 мкг/л; нитритного азота 13–17 мкг/л, средняя 15 мкг/л; нитратного азота 230–420 мкг/л, средняя 320 мкг/л; общего азота 410–690 мкг/л, средняя концентрация общего азота составила 510 мкг/л. Концентрация минерального фосфора (фосфатов) варьировала от 180 до 230 мкг/л (3,57 ПДК), при среднем значении 200 мкг/л (3,08 ПДК). Доля органического фосфора в суммарных значениях была очень незначительной, поскольку концентрация общего фосфора изменялась от менее 20 до 250 мкг/л; средняя концентрация общего фосфора по акватории устьевоего района составила 210 мкг/л. Из всех проанализированных тяжелых металлов только содержание меди и цинка в водах устьевоего района р. Луга превышало допустимый норматив (табл. 5.6).

Таблица 5.6. Концентрация тяжелых металлов (мкг/л) в водах устьевой области реки Луга в 2010 г.

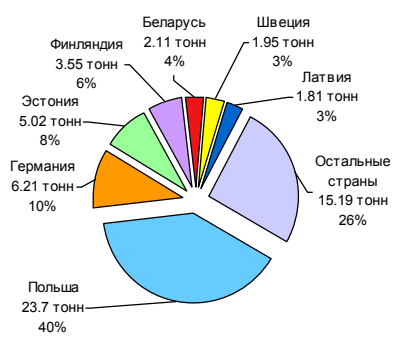
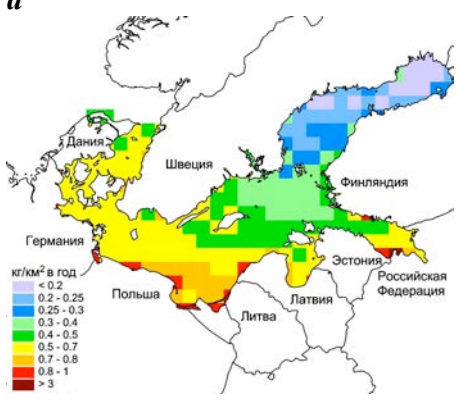
	Cu	Mn	Hg	Fe	Pb	Al	Zn
сред	2,2	3,6		<2,5	<1,0	28,7	33,0
макс	3,3	4,7		3,6	1,0	34,0	53,0
мин	0,7	1,6	<0,05	<2,5	<1,0	19,0	13,0
ПДК сред	2,2	0,07					3,3
ПДК max	3,3	0,09		0,07	0,10		5,3

В водах исследуемой акватории за период наблюдений были отмечены превышения норматива по ХПК, фосфатному фосфору, цинку и меди. Воды района устья Луги характеризовались характерным загрязнением среднего уровня по содержанию фосфатов и цинка, а также устойчивым загрязнением среднего уровня по значению ХПК и содержанию меди. В целом, параметры гидрохимического режима в районе устья реки Луга находились в пределах среднесезонных значений, а уровень загрязнения воды по большинству ингредиентов не выходил за пределы значений регионального фона.

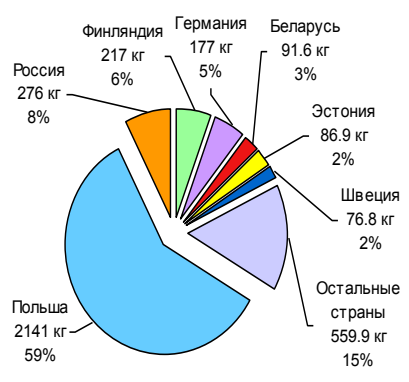
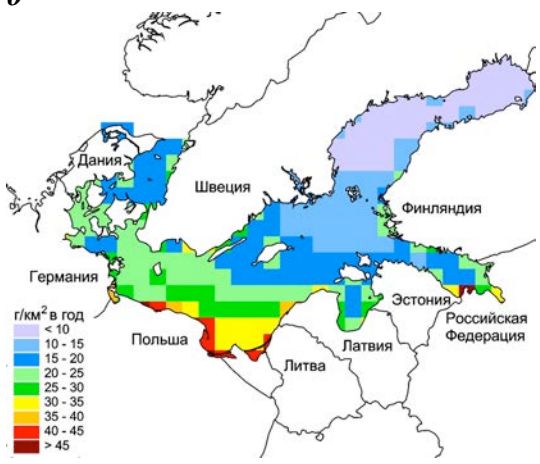
5.11. Атмосферные выпадения

Согласно данным расчетов, проведенных МСЦ-В в рамках деятельности программы ЕМЕП, суммарные годовые выпадения тяжелых металлов, **свинца, кадмия и ртути** на акваторию Балтийского моря в 2010 г. составили около 200, 8, и 3,5 тонн, соответственно (Travnikov O. et al., 2012). 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 $0,7 \text{ кг/км}^2$ для свинца, 30 г/км^2 для кадмия и 10 г/км^2 для ртути, были характерны для южных районов Балтийского моря (рис. 5.6а, б, в). Основной вклад в антропогенные выпадения свинца на Балтийское море принадлежит источникам выбросов Польши (40%), Германии (10%), Эстонии (8%) и Финляндии (6%). Для кадмия основной вклад в антропогенные выпадения на Балтийское море принадлежит источникам выбросов Польши (59%), России (8%), Финляндии (6%) и Германии (5%). В случае ртути в антропогенных выпадениях на Балтийское море преобладают источники выбросов Польши (37%), Германии (12%), Дании (6%) и Эстонии (6%).

а



б



в

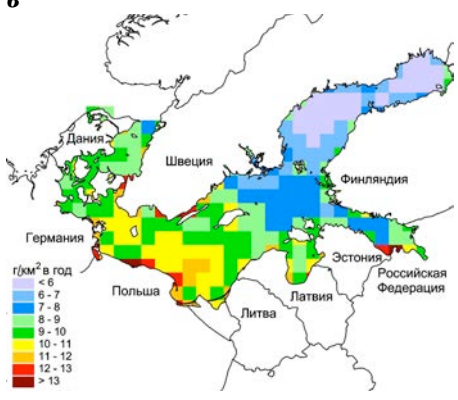


Рис. 5.6. Пространственное распределение атмосферных выпадений (г/км^2 в год) и вклады стран Европы в выпадения свинца (а), кадмия (б) и ртути (в) от антропогенных источников на акваторию Балтийского моря в 2010 г.

Суммарные годовые выпадения стойких органических загрязнителей **бенз(а)пирена, диоксинов и фуранов** на акваторию Балтийского моря в 2010 г. составили около 5 тонн и 72 г ДЭ, соответственно (Shatalov V. et al., 2012). Высокие уровни потоков выпадений бенз(а)пирена, выше 10 г/км^2 , характерны для центральных и южных районов Балтийского моря (рис. 5.7). В отличие от остальных загрязнителей повышенные уровни выпадений диоксинов и фуранов, выше $0,1 \text{ нг ДЭ/м}^2$, получены для большинства прибрежных районов моря (рис. 5.8). Основной вклад в антропогенные выпадения бенз(а)пирена на Балтийское море принадлежит источникам выбросов Польши (18%), Латвии (13%), Украины (12%) и Эстонии (9%). Для диоксинов и фуранов основной вклад в антропогенные выпадения на Балтийское море принадлежит источникам выбросов Польши (20%), России (18%), Украины (15%), Швеции (8%) и Латвии (6%).

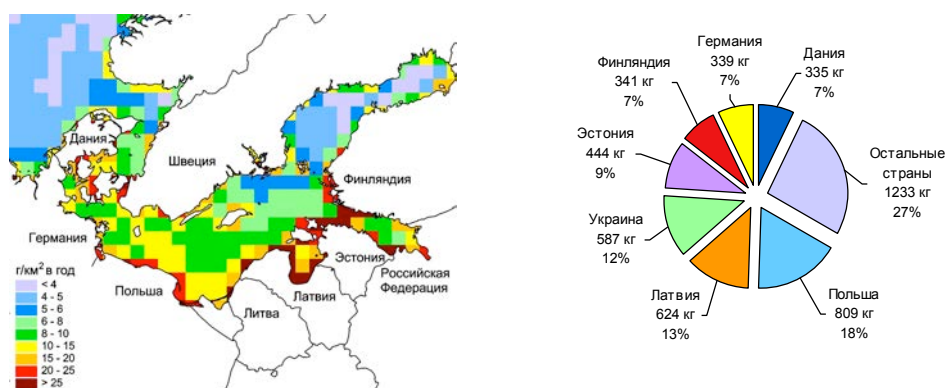


Рис. 5.7. Пространственное распределение атмосферных выпадений (г/км^2 в год) и вклады стран Европы в выпадения бенз(а)пирена от антропогенных источников на акваторию Балтийского моря в 2010 г.

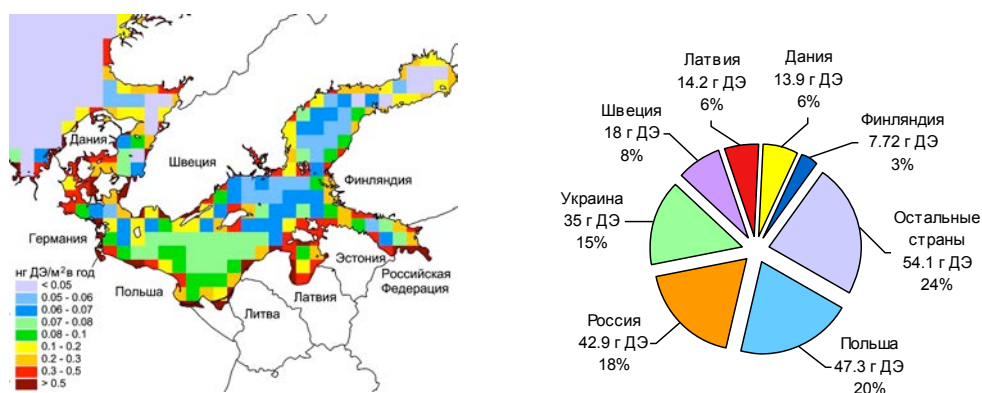


Рис. 5.8. Пространственное распределение атмосферных выпадений (нг ДЭ/км^2 в год) и вклады стран Европы в выпадения диоксинов и фуранов от антропогенных источников на акваторию Балтийского моря в 2010 г.

6. БЕЛОЕ МОРЕ

Соболевская А.П., Коробицина Ю.С., Мокротоварова О.И., Зуева М.Н.,
Ипатова С.В., Самойлова М.А.

6.1. 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, проведённая от мыса Святой Нос (Кольский полуостров) до мыса Канин Нос (полуостров Канин). Площадь моря составляет 90,8 тыс.км² (вместе с многочисленными мелкими островами, среди которых наиболее известны Соловецкие острова), объем воды 4,4 тыс.км³. 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 «Väu 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. 6.1).



Рис. 6.1. 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 $15\text{--}16^{\circ}\text{C}$, а в Онежском заливе и Горле не выше 9°C . Зимой температура поверхностных вод понижается до $-1,3\dots-1,7^{\circ}\text{C}$ в центре и на севере моря, а в заливах – до $-0,5\dots-0,7^{\circ}\text{C}$. Горизонтальное распределение температуры воды на поверхности моря характеризуется большим разнообразием и значительной сезонной изменчивостью. Зимой близкая к поверхностной температура наблюдается в слое до 30–45 м глубины. Глубже, в образовавшемся вследствие летнего прогрева теплом промежуточном слое, температура несколько повышается до горизонта 75–100 м, а затем снова понижается. С глубины около 130–140 м и до дна она постоянная в течение всего года и составляет $+1,4^{\circ}\text{C}$. Весной поверхность моря прогревается до глубин примерно 20 м, а далее следует резкое понижение температуры до 0°C на горизонте 50–60 м. Летом толщина прогретого слоя увеличивается до 30–40 м. В Горле из-за интенсивного приливного турбулентного перемешивания вертикальное распределение температуры практически однородное.

Средняя соленость вод моря составляет 29‰. Опреснение распространяется до глубины 10–20 м. Глубже соленость сначала резко, а далее плавно увеличивается до дна. Горизонтальное распределение значений солености крайне неравномерное, минимумы (около 10–12‰) приурочены к заливам, а максимумы (34,5‰) обычно фиксируются в Бассейне. Устойчивая вертикальная стратификация исключает развитие конвекции на большей части моря ниже горизонтов 50–60 м. Несколько глубже (до 80–100 м) вертикальная зимняя циркуляция проникает вблизи Горла, где этому способствует связанная с приливами интенсивная турбулентность. Ограниченная глубина распространения вертикальной зимней циркуляции является характерной особенностью Белого моря. В море обычно выделяют несколько водных масс: 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 моря опреснённые поверхностные воды продвигаются и поступают в Горло и далее на север. Скорости течений составляет 10–15 см/с. Хорошо выражены приливы, которые имеют правильный полусуточный характер. Средняя высота сизигийных приливов колеблется от 0,6 (Зимняя Золотица) до 3 метров, в некоторых узких заливах достигает 7 метров (7,7 метров в Мезенской губе, устье реки Семжа). Приливная волна проникает вверх по течению впадающих в море рек, например на Северной Двине, на расстояние до 120 километров. Несмотря на небольшую площадь поверхности моря на нём развита штормовая деятельность, особенно осенью, когда во время штормов высота волн достигает 6 метров. Сгонно-нагонные явления в холодное время года достигают на море величины 75–90 сантиметров.

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 и населенные пункты на берегах моря: Архангельск (355,8 тыс. человек), Северодвинск (190,1 тыс.), Онега (22,2 тыс.), Беломорск (11,2 тыс.), Кандалакша (35,7 тыс.), Кемь (13,1 тыс.) и Мезень (3,7 тыс.).

6.2. 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.

По данным Двинско-Печорского бассейнового водного управления МПР России в 2010 г. в заливы моря и устьевые участки рек было сброшено более 290,3 млн.м³ сточных вод, из которых 21,4 млн.м³ без очистки. Почти все эти воды поступили в Двинский залив (табл. 6.1). Со сточными водами предприятий и городов, расположенных в прибрежных районах и устьевых участках рек, сброшено 6,213 т нефтепродуктов, 7,673 т детергентов и 0,1421 т фенолов. В течение 2010 г. отделом надзора на море (Архангельская область) Департамента Росприроднадзора по северо-западному федеральному округу случаев чрезвычайных ситуаций по сбросу нефтепродуктов в водные объекты бассейна Белого моря не зарегистрировано.

В Кандалакшский залив Белого моря отводят сточные воды 7 предприятий; наиболее крупные из них – ОАО «Кандалакшский алюминиевый завод СУАЛ», ЗАО «Беломорская нефтебаза», ГОУП «Кандалакшаводоканал». В 2010 г. в залив было сброшено более 10,8 млн.м³ сточных вод, в т.ч. загрязненных без очистки – 0,43 млн.м³ (4,0%). Со сточными водами в залив поступило 105 т органических веществ (по БПК₅), 108,5 т взвешенных веществ, 1 тонна нефтепродуктов и СПАВ, 2 т железа, а также другие загрязняющие вещества.

Таблица 6.1. Объем сточных вод, поступивших в отдельные районы Белого моря в 2009/2010 гг.

Район моря	Всего	В том числе без очистки	
		млн. м ³	%
1. Двинский залив	254,486	16,694	6,6
	278,702	13,408	4,8
в том числе:			
1.1 Архангельск	159,120	9,165	5,8
	167,499	7,481	4,5
1.2 Северодвинск	95,366	7,528	7,9
	111,203	13,408	12,1
2. Устьевая обл. р. Онега	1,134	0,008	0,7
	1,074	0,008	0,7
3. Кандалакшский залив	10,525	0,520	4,9
Сумма	290,301	21,417	7,4

6.3. Загрязнение вод Двинского залива

В 2010 г. ГУ «Архангельский ЦГМС-Р» на научно-исследовательском судне «Иван Петров» выполнило в Двинском заливе Белого моря две гидрохимические съемки с 29 июня по 4 июля и 18–19 ноября на 7 стандартных и четырех дополнительных станциях. Пробы воды были отобраны из поверхностного и придонного слоев на мелководных станциях и дополнительно со стандартных гидрологических горизонтов на глубоководных. Всего отобрано и проанализировано 62 пробы (рис. 6.2).

Средняя концентрация **НУ** в водах залива составила 0,008 мг/л, что очень близко к значению прошлого года. Максимальное значение значительно снизилось до 0,03 мг/л (0,6 ПДК) и было отмечено в ноябре на самой северной и северо-восточной точках района контроля далеко от устья Северной Двины.

Как и в прошлом году хлорорганические **пестициды** группы ДДТ в период наблюдений не были обнаружены, как и линдан, и α -ГХЦГ. Дважды в июле был обнаружен β -ГХЦГ в концентрации 5,51 и 8,58 нг/л в придонных водах на глубине 20 м на удаленном от дельты Северной Двины участке Зимнего берега и на противоположном берегу залива на Летнем берегу на глубине 11 м, соответственно. Концентрация этого изомера превышает прошлогоднюю во много раз и почти доходит до 0,9 ПДК.



Рис. 6.2. Расположение станций мониторинга в Двинском заливе в 2010 г.

Среднее содержание **нитритов** составило 0,66 мкг/л, что почти в 3 раза меньше прошлогоднего значения. Максимальная концентрация составила 2,49 мкг/л в июле в придонном слое на глубине 20 м на северо-восточной станции у Зимнего берега. Здесь же было отмечено наибольшее содержание аммонийного азота 22,83 мкг/л, средняя 6,9 мкг/л. Аналогичные величины для нитратов составили 44,8 и 141,6 мкг/л, максимум зафиксиро-

ван также в июле в придонных водах на глубине 77 м на северной центральной станции.

Средняя и максимальная концентрация фосфатов и общего фосфора в водах Двинского залива в 2010 г. составила 25,0/180,9 мкг/л и 30,2/182,2 мкг/л соответственно. Максимум отмечен во второй половине ноября в одной пробе из поверхностного слоя воды на западном краю дельты реки (ст.19). Для силикатов эти значения составили 505 и 1829 мкг/л и были отмечены на той же станции на восточном выходе из дельты, в поверхностном слое в начале июля.

Кислородный режим в водах залива в целом был в пределах нормы. Содержание растворенного **кислорода** летом изменялось в диапазоне 7,30–10,69 мг/л, составив в среднем 8,95 мг/л. Минимум зарегистрирован в июле в центре устьевом взморья реки. В ноябре диапазон составил 8,47–10,86 мг/л, в среднем 9,10 мг/л. Минимум отмечен в придонном слое вод на глубине 77 м в центре залива на самой северной станции. Средняя величина за год 9,01 мг/л. Процент насыщения вод кислородом изменялся в пределах 72–100%.

6.4. Устьевые области рек Северная Двина, Мезень и Онега

Среднее содержание **НУ** в воде дельты Северной Двины не превышало ПДК и составило 0,014 мг/л, а максимум достигал 0,04 мг/л (0,8 ПДК). Практически такие же значения НУ фиксировались и в устье р. Мезень. Однако, в устьевой области р. Онега концентрация нефтяных углеводородов составила в среднем 1,1 ПДК (0,057 мг/л) при максимуме 5,2 ПДК (0,260 мг/л). Среднее за год содержание фенолов (карболовой кислоты) в устье Северной Двины составило 1,8 ПДК (в предыдущем году 3,0 ПДК) при максимальной концентрации 7,8 ПДК. Максимальная концентрация аммонийного азота в устьевой области р. Онега зарегистрирована на уровне 2,4 ПДК, а в дельте реки Северная Двина и устьевой области р. Мезень она не превышала 1 ПДК. Из хлорорганических пестицидов в период наблюдений был обнаружен α -ГХЦГ в водах дельты Северной Двины в следовых количествах, а в устьевых областях рек Онега и Мезень до 2,0 нг/л. Концентрация «свежего» γ -ГХЦГ в устье р. Мезень достигала 1,0 нг/л (0,1 ПДК). Хлорорганические пестициды группы ДДТ и β -ГХЦГ на описываемых участках рек в 2010 г. обнаружены не были.

6.5. Загрязнение вод Кандалакшского залива

В 2010 г. в Кандалакшском заливе Мурманским УГМС было проведено 6 гидрохимических съемок на водпосту в торговом порту г. Кандалакша. Пробы были отобраны из поверхностного слоя вод порта. Содержание **нефтяных углеводородов** в морских водах обычно было на уровне минимально определяемой концентрации, максимум составил 0,02 мг/л. Уровень загрязненности вод фенолами был немного ниже прошлогодних значений и в целом невысоким. Их концентрация изменялась от 0,03 до 0,06 мкг/л, составив в среднем 0,04 мкг/л. Содержание аммонийного азота варьировало от 2,0 до 30,0 мкг/л, составляя в среднем 18,0 мкг/л. Содержание взвешенных в воде частиц достигало 1,0 мг/л (в 5 раз меньше прошлогоднего максимума), в среднем – 0,5 мг/л. Содержание легкоокисляемых органических веществ в воде по биохимическому потреблению кислорода БПК₅ было близким к прошлогоднему уровню и варьировало в пределах 0,74–1,23 мгО₂/л (средняя 0,74 мгО₂/л).

В водах порта Кандалакша были обнаружены хлорорганические **пестициды** и все контролируемые тяжелые металлы (табл. 6.3). Максимальные значения линдана и его метаболита α -ГХЦГ были на уровне 0,06–0,11 ПДК, тогда как максимум концентрации ДДТ составлял 0,07 ПДК и был почти на порядок меньше прошлогодней величины. Концентрация железа и меди превышала ПДК почти во всех отобранных пробах, а средняя за год составляла 2,5 и 2,6 ПДК соответственно. Содержание в водах порта всех остальных металлов было невысоким, даже максимальные величины не достигали 1 ПДК, для ртути – 0,4 ПДК.

Таблица 6.3. Концентрация хлорорганических пестицидов и тяжелых металлов в поверхностных водах порта Кандалакша в 2010 г.

	ХОП, нг/л			Тяжелые металлы, мкг/л						
	α-ГХЦГ	γ-ГХЦГ	ДДТ	Cu	Ni	Mn	Pb	Fe	Hg	Cd
сред	0,18	0,10	0,12	7,83	2,82	7,03	2,47	75,17	0,02	0,07
макс	1,10	0,60	0,70	12,50	4,30	8,80	3,90	132,00	0,04	0,13
мин	0,00	0,00	0,00	4,20	1,10	4,90	0,90	37,00	0,02	0,05

Значения аммонийного азота варьировали от 2 до 30 мкг/л, составляя в среднем 18 мкг/л. Содержание в воде взвешенных частиц было от 0 до 1,0 мг/л, в среднем – 0,5 мг/л.

Кислородный режим воды в порту Кандалакша был в пределах многолетней изменчивости, а содержание растворенного кислорода в воде изменялось от 6,50 до 8,91 мгО₂/л, составляя в среднем 7,76 мгО₂/л. Содержание легко окисляемого органического вещества по БПК₅ изменялось от 0,51 до 1,23 мгО₂/л, в среднем – 0,74 мгО₂/л, и было в целом на уровне среднесуточных величин. Индекс загрязненности вод ИЗВ по наблюдениям в 2010 г. составил 0,80, а качество вод в торговом порту оценивается III классом, «умеренно загрязненные» (рис. 6.3).

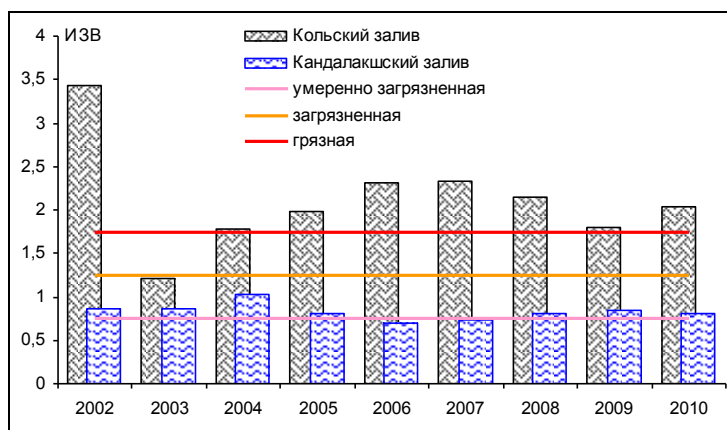


Рис. 6.3. Многолетняя динамика качества вод портов Кандалакшского и Кольского заливов.

Таблица 6.4. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Двинского и Кандалакшского заливов Белого моря в 2008–2010 гг.

Район	Ингредиент	2008 г.		2009 г.		2010 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Двинский залив	НУ	0,03	0,6	0,01	0,2	0,01	0,2
		0,10	2	0,08	1,6	0,03	0,6
	Нитриты	1		2		0,7	<0,1
		3		6		2,5	<0,1
	ГХЦГ	<1	<0,1	<1	<0,1	0,6	<0,1
3		0,3	<1	<0,1	8,6	0,9	

	Растворенный кислород	9,25		9,03		9,01	
		7,73		7,26		7,30	
	% насыщения	83		86		84,5	
		70		69		72	
Кандалакшский залив: порт Кандалакша	НУ	0,04	0,8	0,03	0,6	0,00	<0,1
		0,08	1,6	0,09	1,8	0,02	0,4
	Фенол	0,19	0,2	0,06	<0,1	0,04	<0,1
		0,29	0,3	0,11	0,1	0,06	<0,1
	Медь	6,18	1,2	9,18	1,8	7,83	1,6
		7,70	1,5	12,3	2,5	12,50	2,5
	Никель	4,65	0,5	3,82	0,4	2,82	0,3
		8,50	0,9	4,70	0,5	4,30	0,4
	Свинец	1,58	0,2	3,50	0,4	2,47	0,2
		3,90	0,4	13,1	1,3	3,90	0,4
	Марганец	6,87	0,1	5,75	0,1	7,03	0,1
		10,2	0,2	8,10	0,2	8,80	0,2
	Железо	78	1,6	53	1,1	75	1,5
		152	3,0	60	1,2	132	2,6
	γ-ГХЦГ (линдан)	0,18	<0,1	0,33	<0,1	0,10	<0,1
		0,40	<0,1	1,00	0,1	0,60	<0,1
	α-ГХЦГ	0,33	<0,1	0,50	<0,1	0,18	<0,1
		0,60	<0,1	1,50	0,2	1,10	0,1
	ДДТ	0		1,65	0,2	0,12	<0,1
		0		8,50	0,9	0,70	<0,1
Азот аммонийный	22		32		18		
	39		55		30		
БПК ₅ мгО ₂ /л	0,79		0,69		0,74		
	1,00		0,91		1,23		
Растворенный кислород	7,95		7,88		7,76		
	7,03		6,77		6,50		

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

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 6.5. Оценка качества вод порта Кандалакша в Кандалакшском заливе Белого моря в 2008–2010 гг.

Район моря	2008 г.		2009 г.		2010 г.		Содержание ЗВ в 2010 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
торговый порт, г. Кандалакша	0,81	III	0,90	III	1,03	III	Fe 1,50; Cu 1,57; Ni 0,28; O ₂ 0,77

7. БАРЕНЦЕВО МОРЕ

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

7.1. 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 поступления 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 повышенной температурой и соленостью; поверхностные арктические воды с пониженными температурой и соленостью; прибрежные воды, поступающие из Белого моря, Норвежского моря и с материковым стоком. Последние характеризуются летом высокой температурой и низкой соленостью, а зимой низкими температурой, и соленостью.

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

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

7.2. 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, а также переноса ЗВ морскими течениями из сопредельных морей. В Кольский залив осуществляется сброс производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод флотов и береговых предприятий различных ведомств, расположенных на его берегах. Основными организациями различной формы собственности, сбрасывающими сточные воды являются: ГОУП «Мурманскводоканал», МУП «Североморскводоканал», ОАО «Мурманский морской рыбный порт», ОАО «Мурманский морской торговый порт», ФГУП «Водоканал» МО РФ г. Полярный, ФГУП «Атомфлот», ОАО Колэнерго – филиал «Мурманская ТЭЦ», ФГУП «ЦС «Звездочка» и др.

По данным статистической отчетности предприятий, предоставленных отделом водных ресурсов по Мурманской области Двинско-Печорского водного бассейнового управления, в 2010 г. в Кольский залив Баренцева моря было сброшено 54,5 млн.м³ сточных вод, из них 46,2 млн.м³ (84,8%) без очистки (табл. 7.1). Со сточными водами в Кольский залив было сброшено около 5,0 тысячи тонн органических веществ (по БПК₅), 3,5 тыс.т взвешенных веществ, 23,2 т нефтепродуктов, 62,0 т синтетических поверхностно-активных моющих веществ, 496,0 т жиров, 65,8 т железа и многие другие загрязняющие вещества, не учитываемые в статистических таблицах отчетности.

Таблица 7.1. Объем сточных вод и количество загрязняющих веществ, поступивших в отдельные районы Кольского залива Баренцева моря в 2009/2010 г.

Район моря	Всего	В том числе без очистки		Сброс ЗВ в 2010 г. тонн
		тыс. м ³	%	
Кольский залив:	тыс. м ³	тыс. м ³	%	
г. Мурманск	41097,61 40674,79	27206,11 34217,82	66,2 84,1	НУ 14,6; ВВ 2665,1; СПАВ 54,3; Fe 59,1; Жиры 335,4; БПК ₅ 3974,0
г. Кола	226,3 142,5	83,8 –	37,0 –	НУ 0,14; СПАВ 0,36; Fe 0,31; БПК ₅ 25,6
г. Североморск	8816,3 8835,64	8757,7 8777,04	99,3 99,3	НУ 8,09; ВВ 766,37; СПАВ 5,73; Fe 4,6; Жиры 160,6; БПК ₅ 819,7
г. Полярный	6561,6 4803,2	2945,5 3177,6	44,9 66,2	НУ 0,34; ВВ 97,1; СПАВ 1,60; Fe 1,7; БПК ₅ 154,6
Сумма	56701,81 54456,13	38993,11 46172,46	68,8 84,8	НУ 23,18; ВВ 3544,2; СПАВ 62,0; Fe 65,8; Жиры 496,0; БПК ₅ 4974,0

7.3. Загрязнение вод Кольского залива

В 2010 г. Мурманское УГМС выполнило 6 гидрохимических съемок на водопосту в торговом порту г. Мурманск. Пробы были отобраны из поверхностного слоя вод. Нефтяные углеводороды присутствовали в водах залива в растворенном виде и в виде пленки на поверхности. Почти во всех отобранных пробах содержание НУ было выше предельно допустимого уровня, изменяясь в пределах 0,04–0,78 мг/л (0,8–15,6 ПДК). Средняя за год концентрация НУ (0,21 мг/л, 4,2 ПДК) была выше прошлогодней в 1,9 раз, а максимальная – в 4,7 раз (табл. 7.2). Концентрация фенолов в районе водпоста изменялась в диапазоне 0,01–0,06 мкг/л (менее 0,1 ПДК, пара-крезол, ноябрь), средняя концентрация

суммы фенолов составила 0,04 мкг/л. Содержание детергентов было в пределах характерной для района многолетней нормы, изменяясь в пределах от 9 до 31 мкг/л, увеличение максимальной величины в 1,9 раз по сравнению с прошлогодней. Концентрация взвешенных веществ колебалась в пределах от 2,0 до 6,0 мг/л, средняя увеличилась в 1,6 раз и составила 3,17 мг/л.

Таблица 7.2. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Кольского залива Баренцева моря в 2008–2010 гг.

Район	Ингредиент	2008 г.		2009 г.		2010 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Торговый порт, г. Мурманск	НУ	0,12	2,4	0,11	2,2	0,21	4
		0,50	10,0	0,17	3,4	0,78	16
	СПАВ	16	0,2	11	0,1	–	–
		37	0,4	16	0,2	31	0,3
	Фенол	0,14	0,1	0,06	<0,1	0,04	<0,1
		0,70	0,7	0,10	0,1	0,07	<0,1
	Медь	4,2	0,8	11,1	2,2	11,10	2,2
		8,9	1,8	13,8	2,8	15,60	3
	Никель	1,3	0,1	2,0	0,2	2,47	0,2
		2,9	0,3	2,7	0,3	5,60	0,6
	Свинец	1,5	0,2	1,4	0,1	2,73	0,3
		3,4	0,3	2,1	0,2	4,10	0,4
	Ртуть	0,008	< 0,1	0,012	0,1	0,01	0,1
		0,045	0,5	0,026	0,3	0,03	0,3
	Кадмий			0,05	< 0,1	0,08	< 0,1
				0,06	< 0,1	0,15	< 0,1
	Марганец	8,3	0,2	11,0	0,2	10,85	0,2
		22,0	0,4	19,0	0,4	20,00	0,4
	Железо	193	4	181	4	199	4
		450	9	277	6	290	6
	γ-ГХЦГ (линдан)	0,4	< 0,1	0,4	< 0,1	8,05	0,8
		0,7	< 0,1	0,9	< 0,1	42,50	4
	α-ГХЦГ			0,5	< 0,1	1,28	0,1
				1,4	0,1	4,50	0,5
	ДДТ	0		0		0,85	< 0,1
		0		0		3,10	0,3
	Азот аммоний- ный	120		250		381	0,8
		700		490		879	1,8
БПК ₅ мгО ₂ /л	0,76		1,58		1,97		
	2,26		2,15		3,00		
Взвешенные ве- щества	1		2		3,17		
	5		4		6,00		
Растворенный кис- лород	8,92		8,23		10,09		
	7,48		7,15		7,14		

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

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

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

В воде в районе водпоста хлорорганические **пестициды** присутствуют каждый год. Минимальное содержание всех анализируемых форм пестицидов было менее предела обнаружения используемого метода химического анализа (аналитический ноль). Максимальная концентрация γ -ГХЦГ (линдана) составила 42,5 нг/л (4,3 ПДК), что в 47 раз выше прошлогоднего значения, а средняя величина составила 8,05 нг/л; увеличилось присутствие в воде его метаболита α -ГХЦГ – 4,50 (увеличение 3,2 раза) и 1,28 нг/л (в 2,6 раза) соответственно; также возросла в 2,3 раза максимальная концентрация гексахлорана – 2,1 нг/л. В отличие от предыдущих лет было зафиксировано присутствие в воде ДДТ, максимальная концентрация которого в районе водпоста достигала 3,10 нг/л. Концентрация **меди** в водах водпоста находилась в пределах 6,30–15,60 мкг/л; никеля 1,0–5,6; свинца 0,70–4,10; кадмия 0,05–0,15; ртути 0,0–0,03; железа 155–290 и марганца 6,50–20,0 мкг/л. Предельно допустимую концентрацию превышали средние и максимальные значения меди (max 3,1 ПДК был немного больше прошлогодней величины) и железа (max 5,8 ПДК, в 1,6 раз выше уровня 2009 г.); даже наибольшая концентрация остальных анализируемых металлов не превышала норматива. Содержание ртути в воде порта обычно было ниже предела обнаружения и достигало 0,03 мкг/л (0,3 ПДК).

Концентрация аммонийного **азота** в районе, подверженном максимальному влиянию сточных вод, в течение периода наблюдений изменялась в пределах от 68 до 879 мкг/л (больше прошлогодней в 1,8 раз), средняя 381 мкг/л (в 1,5 раза). Содержание фосфатов в водах залива в районе водпоста в среднем составило 153 мкг/л (увеличение в 1,2 раза), предел изменений – от 60 до 277 мкг/л. Средняя концентрация органических веществ (по БПК₅) увеличилась в 1,2 раза по сравнению с прошлым годом и составила 1,97 мгО₂/л; максимум достигал 3,00 мгО₂/л.

Кислородный режим морских вод в торговом порту был в пределах многолетней изменчивости: содержание растворенного **кислорода** изменялось в пределах 7,14–12,43 мгО₂/л, среднее значение 10,09 мгО₂/л. По сравнению с прошлым годом максимальное и среднее значение увеличилось.

По индексу загрязненности вод **ИЗВ** (2,75) качество вод в районе водпоста в торговом порту г. Мурманск оценивается V классом – «грязные» (табл. 7.3). Значение индекса возросло по сравнению с предыдущим годом (2,18) в первую очередь за счет существенного увеличения средней концентрации нефтяных углеводородов в воде порта.

Таблица 7.3. Оценка качества вод торгового порта Мурманск в Кольском заливе Баренцева моря в 2008–2010 гг.

Район моря	2008 г.		2009 г.		2010 г.		Содержание ЗВ в 2010 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
торговый порт, г. Мурманск	1,94	V	2,18	V	2,75	V	НУ 4,2; Cu 2,2; Fe 4,0; O ₂ 0,59

8. ГРЕНЛАНДСКОЕ МОРЕ (ШПИЦБЕРГЕН)

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

8.1. Мониторинг вод в заливе Гренфьорд

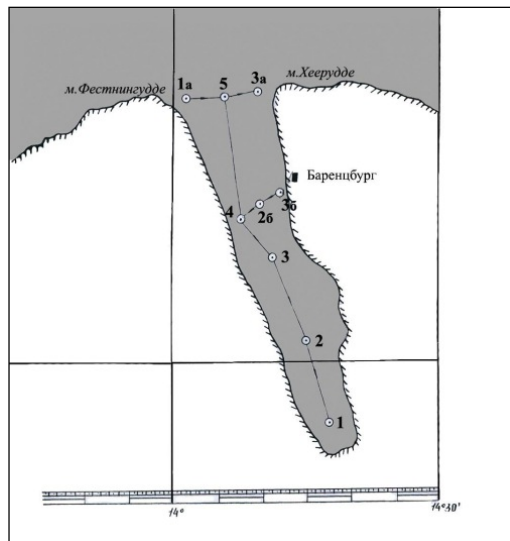


Рис. 8.1. Станции отбора проб в заливе Гренфьорд 21 сентября 2010 г.

В заливе Гренфьорд Гренландского моря 21 сентября 2010 г. Мурманское УГМС выполнило экспедиционные обследования вод на 9 станциях (рис. 8.1). На водпосту залива Гренфьорд ежедневно определялась величина водородного показателя и соленость (электропроводность). Среднегодовое значение водородного показателя рН составило 8,03, изменяясь в диапазоне от 7,76 до 8,12. Минимальное значение солености на водпосту было зафиксировано в период интенсивного поступления пресных талых вод. Соленость вод в заливе в период съемки в сентябре изменялась в пределах 33,90–34,90‰. Содержание растворенного кислорода в сентябре в поверхностном слое составляло 10,20–12,74 мг/л, в среднем 10,69 мг/л.

Концентрация нефтяных **углеводородов** в большей части проб была ниже предела обнаружения, а в максимум достигал 0,03 мг/л на разрезе вдоль залива. Среди тяжелых **металлов** наиболее высокие значения были отмечены для меди, средняя концентрация составляла 0,7 ПДК, а максимальная величина достигала 1,7 ПДК (табл. 8.1). Содержание остальных металлов не превышало допустимого уровня даже для максимальных значений.

Таблица 8.1. Концентрация тяжелых металлов в слое вод залива Гренфьорд 21 сентября 2010 г.

	Cu	Ni	Mn	Pb	Cr	Cd	Zn
сред	3,4	0,6	10,7	1,2	0,99	0,03	9,5
макс	9,7	1,4	22,1	8,1	6,00	0,14	20,6
мин	0,9	0,3	8,3	0,4	0,10	0,00	2,6
ПДК сред	0,7	<0,1	0,2	0,1	<0,1	<0,1	0,2
ПДК max	1,9	0,1	0,4	0,8	0,3	<0,1	0,4

Содержание нитритного **азота** изменялось в пределах от 0,0 до 2,8 мкг/л, в среднем 2,8 мкг/л; нитратов от аналитического нуля до 66,9 мкг/л, в среднем 6,6 мкг/л; аммонийного азота 1,0–15,0 мкг/л, в среднем 6,2 мкг/л. Концентрация

фосфатного фосфора в поверхностном слое вод была существенно ниже глубинных вод, поскольку в обоих слоях минимальные значения были ниже аналитического нуля, но у поверхности максимум составлял 6,0 мкг/л, а в глубинных водах до горизонта 50 м достигал 11,0 мкг/л. В целом концентрация биогенных элементов в заливе Гренфьорд в конце сентября 2010 г. была в пределах естественной многолетней изменчивости.

8.2. Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген

В весенний и летне-осенний периоды 2010 г. в прибрежных водах Гренландского моря на акватории залива Гренфьорд (архипелаг Шпицберген) Северо-Западным филиалом ГУ НПО «Тайфун» был выполнен отбор проб поверхностных морских вод с последующим определением основных гидрохимических показателей и уровней содержания НУ, СПАВ, индивидуальных фенолов, НАУ, ЛАУ, ПАУ, ТМ, ХОС и ПХБ.

8.2.1. Гидрохимические показатели

Концентрация ионов водорода (**pH**) в морской воде в районе работ в весенний период находилась в пределах от 7,02 до 8,10 единиц pH; в летне-осенний период 7,08–8,16 ед. pH. Окислительно-восстановительный потенциал морской воды (Eh) на обследованной акватории изменялся во время весенней съемки от 110 до 161 мВ, составляя в среднем 133 мВ, а в период летне-осенней съемки 73,0–97,0 мВ при среднем значении 86,9 мВ. Значения электропроводности в водах залива Гренфьорд весной 2010 г. варьировали от 39,0 до 54,2 мС/см при средней величине 46,4 мС/см; в летне-осенний период 41,7–51,2 мС/см, средняя 46,5 мС/см. Щелочность морских вод в районе проведения работ весной изменялась от 1,43 до 2,12 мг-экв/л (в среднем 1,66 мг-экв/л); летом-осенью 1,72–2,17 мг-экв/л (1,96 мкг-экв/л).

Содержание растворенного **кислорода** в поверхностном слое вод весной находилось в пределах от 9,43 до 14,20 мг/л (84,0–103,3% насыщения); в летне-осенний период 9,54–13,2 мг/л (88,4–104,8% насыщения). Минимальное содержание кислорода было зафиксировано весной в придонном слое вод в прибрежной части залива южнее поселка Баренцбург. Значения биохимического потребления кислорода (БПК₅) морской воды варьировали весной от 1,0 мгО₂/л до 1,62 мг О₂/л, в летне-осенний период 0,20–1,71 мгО₂/л; максимальное значение отмечалось осенью в поверхностном слое вод залива Гренфьорд в районе расположения причалов пос. Баренцбург.

Концентрация минеральных форм **биогенных** элементов изменялась в следующих пределах: нитритный азот весной 3,33–21,8 мкг/л, летом-осенью 1,0–35,0 мкг/л; нитратный азот весной 32,8–232,0 мкг/л, летом-осенью от <5,0 до 48,0 мкг/л; аммонийный азот весной 10,5–44,6 мкг/л, летом-осенью 5,0–23,7 мкг/л; общий азот в период весенней съемки 270–699 мкг/л, а во время летне-осенней съемки от 123 до 391 мкг/л. Концентрация минерального фосфора в водах обследованной акватории изменялась весной от 5,19 до 22,8 мкг/л, летом-осенью от <5,0 до 21,0 мкг/л; содержание общего фосфора варьировало в весенний период от 6,16 до 23,6 мкг/л, а во время летне-осенней съемки от менее

5,0 до 121 мкг/л. Содержание силикатного кремния в водах обследованной акватории изменялось весной 2010 г. от 73,1 до 176 мкг/л, а летом-осенью – от 72,0 до 143 мкг/л. Концентрация взвешенного вещества изменялась от 2,95 до 11,8 мг/л – весной и от 0,65 до 3,89 мг/л во время летне-осенней съемки.

8.2.2. Загрязняющие вещества

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (НУ) в водах залива Гренфьорд изменялось весной в диапазоне 2,8–33,9 мкг/л, а в летне-осенний период – 3,09–69,0 мкг/л. Максимальная величина (1,4 ПДК) была зафиксирована осенью в поверхностном слое вод прибрежной части акватории в районе расположения ТЭЦ пос. Баренцбург. Концентрация СПАВ изменялась от 12 до 36 мкг/л (0,4 ПДК) в период весенней съемки и от 10,0 до 27,7 мкг/л во время летне-осенней съемки. Содержание фенолов в водах обследованной акватории отмечено только в весенний период 2010 г. и изменялось от <0,5 до 0,74 мкг/л.

Концентрация летучих ароматических углеводородов (ЛАУ) и неполярных алифатических углеводородов (НАУ) в водах обследованной акватории залива в 2010 г. была ниже предела чувствительности используемого метода химического анализа, менее 0,5 и 0,1 мкг/л соответственно.

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в течение всего периода наблюдений в морской воде были обнаружены нафталин (максимальная концентрация 41,6 нг/л), флуорен (8,7 нг/л), фенантрен (12,6 нг/л), флуорантен (4,47 нг/л), антрацен (0,3 нг/л), пирен (1,06 нг/л), хризен (5,32 нг/л), бенз(б)флуорантен+перилен (1,2 нг/л) и бенз(к)флуорантен (0,56 нг/л). В морской взвеси в 2010 г. были зарегистрированы нафталин (максимальная концентрация 11,6 нг/мг), флуорен (3,44 нг/мг), фенантрен (10,3 нг/мг), антрацен (0,18 нг/мг), флуорантен (2,66 нг/мг), пирен (0,51 нг/мг), бенз(а)антрацен (0,18 нг/мг), бенз(б)флуорантен+перилен (0,44 нг/мг), бенз(к)флуорантен (0,34 нг/мг), дибенз-(ah)антрацен (0,11 нг/мг), индено(123-сd)пирен (0,22 нг/мг) и бенз(ghi)перилен (0,27 нг/мг). Содержание остальных соединений группы ПАУ было ниже предела обнаружения. Суммарное содержание соединений группы ПАУ в морских водах весной изменялось от 5,72 до 67,5 нг/л; в период летне-осенней съемки – от 7,58 до 27,3 нг/л. В морской взвеси сумма идентифицированных ПАУ в период весенней съемки находилась в пределах 3,16–4,84 нг/мг, а в период летне-осенних наблюдений 7,23–23,5 нг/мг взвеси.

Из анализируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах морской воды и морской взвеси в период наблюдений зафиксировано наличие полихлорбензолов, ПХБ и пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ. Из 15 индивидуальных ПХБ в морской воде фиксировались конгенеры #28, #31, #52, #99, #101, #105, #153, #118 и #138. Максимальная концентрация идентифицированных ХОС: сумма полихлорбензолов в морской воде составляла 0,5 нг/л (осенью), в морской взвеси 6,24 нг/мг (летом-осенью); сумма пестицидов группы ГХЦГ – 0,71 нг/л в морской воде (весной) и 5,54 нг/мг в морской взвеси летом-осенью; сумма ДДТ – 1,47 нг/л в морской воде (весной) и 14,8 нг/мг во взвеси (лето-осень); сумма ПХБ – 2,07 нг/л в морской воде и 756 нг/мг в морской взвеси в период осенней съемки.

Максимальная концентрация контролируемых тяжелых металлов в пробах морской воды составляла в мкг/л: железа 9,16; марганца 12,6; цинка 13,2; меди 2,0; никеля 3,24; свинца 0,91; кобальта 1,01; кадмия 0,09 и хрома 0,94 мкг/л. Концентрация ртути и мышьяка находилась ниже предела обнаружения 0,05 мкг/л и 0,1 мкг/л соответственно. Максимальное содержание определявшихся тяжелых металлов в пробах морской взвеси было равно в мкг/мг: железо 21,3; марганец 0,41; цинк 0,37 и медь 0,08 мкг/мг взвеси. Концентрация свинца находилась ниже предела обнаружения 0,1 мкг/мг взвеси.

Весной 2010 г. на акватории залива Гренфьорд в районе пос. Баренцбург основные гидрохимические показатели не превышали 1 ПДК, за исключением нитритного азота (1,09 ПДК). В летне-осенний период кроме нитритного азота (1,75 ПДК) превышение норматива зафиксировано для суммы нефтяных углеводородов (1,38 ПДК). Значения комплексного индекса ИЗВ весной 2010 г. равнялись 0,34, а в период летне-осенних наблюдений 0,42 (II класс качества, «чистая»). Расчеты ИЗВ для обследованной акватории выполнялись с использованием значений концентрации растворенного кислорода, БПК₅, суммарного содержания нефтяных углеводородов и суммы ДДТ.

9. МОРЯ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

В 2010 г. наблюдения в Карском и других морях Северного Ледовитого океана в рамках программы государственного мониторинга гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды не проводились.

10. ШЕЛЬФ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА (Тихий океан)

Матвейчук И.Г., Абросимова Т.М., Коршенко А.Н., Кочетков В.В.

10.1. 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, сбрасываемых 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 2010 г. составил 52,521 млн.м³, из них 10,318 млн.м³ (19,6%) без очистки, 0,243 млн.м³ недостаточно очищенных, 0,146 млн.м³ нормативно очищенных, 41,814 млн.м³ нормативно чистых (табл. 10.1). По сравнению с 2009 г. общий объем промышленных и хозяйственно-бытовых стоков уменьшился на 26,572 млн.м³. За 2010 г. в Авачинскую губу со стоком рек Авача и Паратунка поступило: нефтепродуктов 290 и 39 тонн соответственно; фенолов 6 т и 3 т; детергентов 35 и 3 т; взвешенных веществ 65932 т и 13706 т; нитритов 35 т и 8 т; нитратов 392 и 67 т; азота аммонийного 223 и 11 т; фосфатов 83 т и 12 т соответственно.

Таблица 10.1. Объем сточных вод, поступивших с побережья полуострова Камчатка в Авачинскую губу в 2008–2010 гг.

Район	2008 г.			2009 г.			2010 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	%
	83623	24500	29,3	81174	15821	19,5	52521	10318	19,6
Петропавловск-Камчатский	79185	20643	26,1	76981	11972	15,5	47885	5988	12,5
г. Вилючинск	4438	3857	86,9	4193	3849	91,8	4636	4331	93,4

* по данным 70% предприятий, осуществляющих сброс сточных вод в Авачинскую губу.

10.2. Загрязнение вод Авачинской губы

В 2010 г. Камчатским УГМС было проведено восемь гидрохимических съемок (21.04, 25.05, 17.06, 22.07, 30.08, 23.09, 09.11, 20.12) на 9 станциях в Авачинской губе с борта арендованного судна (рис. 10.1). 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 (0,003 мг/л), то значения ниже предела обнаружения обозначены как «< 3 ПДК». Нефтяные углеводороды определялись методом ИК-спектрофотометрии на КН-2 по прилагаемой к прибору методике. Диапазон определения концентрации нефтепродуктов находится в пределах 0,02–2,00 мг/л.



Рис. 10.1. Схема расположения станций мониторинга морских вод в Авачинской губе в 2010 г.

Среднее за период наблюдений содержание **НУ** в водах губы составило 0,03 мг/л (0,6 ПДК), что немного меньше прошлогоднего значения. Максимальное значение достигало 1,40 мг/л (28 ПДК, совсем немного не доходило до уровня Высокого Загрязнения) и было зафиксировано в июле на придонном горизонте у входа в бухту Крашенинникова. Значительное загрязнение НУ глубинного слоя в этом районе могло явиться следствием аварийного разлива мазута, произошедшего здесь в феврале 2010 г. Побережье было очищено недостаточно, и во время приливов происходил смыв нефтепродуктов в акваторию бухты, и оседание тяжелых фракций на дно. Также в июле 2010 г. повышенные концентрации НУ отмечались в районе морского порта: до 12 ПДК в поверхностном слое и до 9 ПДК в придонном, а также до 11 ПДК в дельте реки Авача на придонном горизонте. В целом среднемесячная концентрация в июле по всей акватории Авачинской губы составила 2,8 ПДК (0,14 мг/л). Районы

Авачинской губы, прилегающие к бухте Крашенинникова и морскому порту, были наиболее загрязненными в течение всего периода наблюдений. Превышающая ПДК концентрация НУ зафиксирована в 4% проб против 30% в 2009 г.

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 сточные воды. Участки наиболее высокой концентрации сосредоточены в устьях рек Авача и Паратунка, а также в восточной части губы, где расположены выпуски сточных вод г. Петропавловска-Камчатского. Приливоно-отливные и сгонно-нагонные явления способствуют распространению загрязненных прибрежных вод по всей акватории губы. Фенолы – соединения нестойкие и подвержены биохимическому и химическому окислению. Скорость распада увеличивается с ростом температуры, поэтому содержание фенолов в воде, как правило, уменьшается в летний период и увеличивается с понижением температуры.

Среднее содержание фенолов составило 4 мкг/л (4 ПДК); абсолютный максимум (21 ПДК) был отмечен в апреле в поверхностном слое вод бухты Бабия (станция №50). Этот участок губы оказался наиболее загрязненным фенолами, а среднегодовая концентрация составила 5 мкг/л. В 2010 г. в 64% проб концентрация фенолов превысила ПДК. Наиболее высокая среднемесячная концентрация фенолов была зафиксирована в апреле и июне – 9 и 10 ПДК соответственно. Первый максимум определил поверхностный сток с прилегающих территорий вследствие снеготаяния, второй максимум наблюдался в период половодья. В период половодья содержание фенолов в поверхностном слое превышало их количество у дна; в другое время оно мало различалось по вертикали.

В 2010 г. средняя концентрация **СПАВ** по сравнению с 2009 г. незначительно снизилась и составила 36 мкг/л (0,4 ПДК). Среднемесячное содержание СПАВ в течение года изменялось в пределах 21–76 мкг/л. 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 снижения концентрации СПАВ в морской воде является биохимическое разложение, интенсивность которого в значительной степени зависит от температуры воды. При понижении температуры воды скорость окисления СПАВ уменьшается, поэтому наибольшее загрязнение этим ингредиентом было отмечено в декабре, когда в придонном слое в районе морского порта (ст. №47) и в северной части губы (ст. №4) были зафиксированы величины 230 и 240 мкг/л соответственно. В течение всего периода наблюдений концентрация СПАВ превышала ПДК в 5% проб против 3% в 2009 г.

Основным источником поступления **фосфора** в морскую среду является минерализация органических остатков и поверхностный сток. Средняя концентрация минерального фосфора в течение года в толще вод изменялась в пределах от 11,0 до 88,0 мкг/л (средняя за год 38,2 мкг/л); общего фосфора – от 12,0 до 95,0 мкг/л (49,5 мкг/л). Наибольшие значения были отмечены в придонных водах центральной части губы в ноябре. Хотя среднегодовое содержание обоих

форм фосфора повысилось в 1,6 и 1,4 раза соответственно, однако эти значения по-прежнему были значительно ниже ПДК.

Среднегодовое содержание **нитритов** в водах Авачинской губы по сравнению с 2009 г. повысилось с 2,3 до 4,1 мкг/л (в 1,8 раза). Среднемесячная концентрация нитритов во всей толще воды изменялась в пределах 1,3–8,6 мкг/л. Как правило, в придонном слое вод концентрация нитритов была выше. Среднегодовое содержание нитритов в поверхностном слое составило 2,7 мкг/л, а в придонном 5,9 мкг/л. Обычно увеличение содержания нитритов происходит в период массового отмирания фитопланктона и активизации процесса минерализации органического вещества. В 2010 г. наибольшая концентрация нитритов отмечалась, в основном, на придонном горизонте в осенний период в центральной части Авачинской губы. Максимальная концентрация здесь была отмечена в августе и составила 22,1 мкг/л.

Большое количество нитратов поступает с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, речным стоком и атмосферными осадками. В 2009 г. среднемесячная концентрация нитратов изменялась в пределах 13–130 мкгN/л, среднегодовая – 59,8 мкг/л. Наибольшие значения отмечены осенью и в начале зимы, среднемесячная концентрация составила 81, 94 и 130 мкг/л соответственно в сентябре, октябре и ноябре. Наибольшее содержание нитратов (200 мкг/л) отмечалось в ноябре в районе впадения реки Паратунка в поверхностном слое (ст. №48) и в сентябре в районе судоремонтно-механического завода (ст. №49).

Концентрация аммонийного азота в период наблюдений изменялась в диапазоне 29,0–201,0 мкг/л, составив в среднем для всей толщи вод 82,0 мкг/л; для поверхностного слоя 79,0 мкг/л; для придонного 86,0 мкг/л. В июне во время половодья содержание аммонийного азота было максимальным и в среднем для всей толщи вод губы достигало 118,0 мкг/л. В это же время на глубине 10 м в центральной части губы отмечалась и максимальная разовая концентрация. По сравнению с 2009 г. уровень загрязненности морских вод аммонийным азотом снизился в 1,7 раза.

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 2010 г. в период с мая по июль отмечался рост содержания кремния, в августе в период межени он был минимальным. Наибольшее среднегодовое количество кремния в толще вод (1496 мкг/л) было отмечено на входе в бухту Крашенинникова (ст. №3). Максимальная разовая концентрация (4600 мкг/л) фиксировалась в мае на поверхностном горизонте в районе впадения р. Паратунка (ст. 48). Среднее содержание кремния в 2010 г. в толще вод составило 1084 мкг/л, в поверхностном слое 1478 мкг/л, в придонном слое 892 мкг/л. Обогащению глубинных вод кремнием препятствует значительный вертикальный градиент плотности, особенно в летний период. В 2010 г. содержание кремния в воде Авачинской губы было на 28% меньше прошлогоднего.

Кислородный режим в водах Авачинской губы в период наблюдений соответствовал обычным сезонным изменениям. Среднемесячное содержание рас-

творенного кислорода изменялось в поверхностном слое в пределах 10,62–16,08 мг/л (в среднем за год 12,55 мг/л); в придонном слое 6,64–13,54 мг/л (9,64 мг/л); в толще вод 8,91–14,68 мг/л (10,95 мг/л). С установлением летнего типа вертикальной стратификации вод Авачинской губы падает насыщенность глубинных слоев кислородом, 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. В 2010 г. в среднем по толще вод кислородный минимум пришелся на июль–август. Циклоническая деятельность в это время слабая, незначительные скорости ветра и небольшое ветровое волнение не могут разрушить установившийся значительный вертикальный градиент плотности и восполнить дефицит кислорода в придонном слое. В это время в центральной части Авачинской губы (ст. №2) на придонном горизонте образуется устойчивая застойная зона. Содержание здесь растворенного кислорода в июле и августе 2010 г. снижалось до 4,94 мг/л и 4,74 мг/л соответственно, что соответствует 43% и 42,8% насыщения при норме 70%. Случаев низкого (ВЗ) и экстремально низкого (ЭВЗ) содержания кислорода в 2010 г. не отмечалось.

В водах Авачинской губы в 2010 г. расчетный индекс ИЗВ составил 1,38, что соответствует IV классу, «загрязненные» (рис. 10.2, табл. 10.2). Для расчета использовались средние значения концентрации НУ (0,6 ПДК), фенолов (4 ПДК), СПАВ (0,4 ПДК) и растворенного в воде кислорода (10,95 мг/л). По сравнению с 2009 г. качество вод ухудшилось.

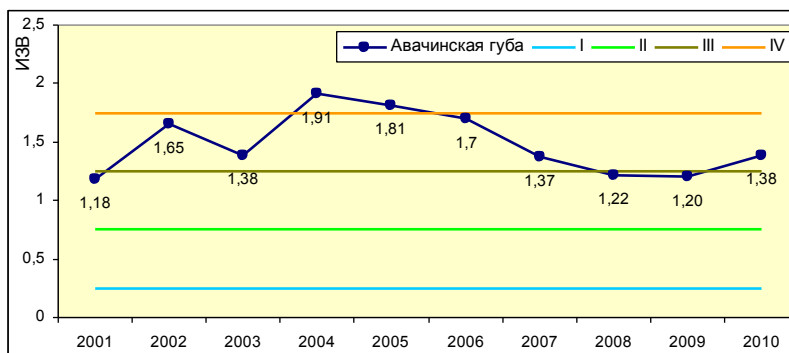


Рис. 10.2. Динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в Авачинской губе в 2001–2010 гг.

10.3. Визуальные наблюдения за нефтяной пленкой

В 2010 г. визуальные наблюдения за нефтяной пленкой на поверхности моря проводились ГУ "Камчатское УГМС" на шести станциях. В заливе Корфа, в бухте Оссора (побережье Берингова моря) и на ГМС Петропавловский маяк в Авачинском заливе нефтяная пленка практически отсутствовала. На ГМС Никольское (остров Беринга) с мая по июль и в октябре–ноябре отмечались небольшие нефтяные пятна у пирса.

Наиболее загрязненной акваторией является Авачинская губа. При отсутствии льда ежедневно ГМС Петропавловск-Камчатский фиксировала покрытие 10% видимой части акватории губы нефтяной пленкой слабой интенсивности: 1–2 балла, 10–20% поверхности. На западном побережье губы (район поселка Озерная) практически ежедневно отмечалась нефтяная пленка слабой интенсивности (1 балл), покрывавшая до 10% видимой поверхности моря. В марте–апреле и сентябре–октябре нефтяная пленка слабой интенсивности наблюдалась в течение 5–10 дней в месяц.

Таблица 10.2. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Авачинской губы п-ова Камчатка в 2008–2010 гг.

Район	Ингредиент	2008 г.		2009 г.		2010 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Авачинская губа	НУ	0,03	0,6	0,04	0,8	0,03	0,6
		0,42	8	0,65	13	1,40	28,0
	Фенолы	3	3,0	3	3,0	4	4
		22	22	19	19	21	21
	СПАВ	74	0,7	40	0,4	36	0,4
		300	3,0	430	4	240	2,4
	Азот аммонийный	112	< 0,1	137	< 0,1	82	< 0,1
		425	0,2	404	0,1	201	< 0,1
	Растворенный кислород	9,50		9,62		10,95	
		1,30	0,2	0,76	0,1	4,74	0,8

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

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 10.3. Оценка качества морских прибрежных вод Авачинской губы п-ова Камчатка в 2008–2010 гг.

Район	2008 г.		2009 г.		2010 г.		Среднее содержание ЗВ в 2010 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Авачинская губа	1,22	III	1,20	III	1,38	IV	НУ 0,6; фенолы 4; СПАВ 0,4; О ₂ 0,55

11. ОХОТСКОЕ МОРЕ

Матвейчук И.Г., Золотухин Е.Г., Шулятьева Л.В.

11.1. 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 $-1,5^{\circ}$.. $-1,7^{\circ}$ С. Летом прогревается только верхний слой толщиной в несколько десятков метров, под которым сохраняется холодный промежуточный слой с температурой $-1,7^{\circ}$ С. 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 $3,5^{\circ}$ С, а летом $7-14^{\circ}$ С; с глубиной температура понижается до $1,5-2,5^{\circ}$ С 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 располагается в слое от 200 до 500–800 м) и глубинная тихоокеанская (образуется теплыми водами Тихого океана).

Приливы преимущественно неправильные суточные (до 12,9 м у мыса Астрономического), хотя наблюдаются и смешанные. Вдали от берега скорости приливных течений невелики – 5–10 см/с, в проливах, заливах и у берегов значительно больше. В Курильских проливах скорости течений доходят до 2–4 м/с.

С октября по июнь море покрыто льдом, хотя в южной части моря лед держится не более трех месяцев в году, а крайняя южная часть никогда не замерзает. В зимнее время в Охотском море нет такого места, где полностью исключалось бы наличие льда. Осенью велика повторяемость штормов, сопровождающихся ветром, скорость которого достигает 30 м/с. Наблюдаются цунами, высота которых может достигать до 20 м при периоде 30–95 с, скорости распространения от 400 до 800 км/час и длине в несколько километров.

11.2. Загрязнение шельфа о. Сахалин

В 2010 г. в шельфовой зоне о. Сахалин в районе поселка Стародубское наблюдения были выполнены на одной фоновой станции ежемесячно в безледный период с мая по октябрь Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск). Шельфовая зона острова загрязняется угле-, нефте- и газодобывающими предприятиями, целлюлозно-бумажными комбинатами, рыбопромысловыми и перерабатывающими судами и предприятиями, муниципальными сточными водами коммунально-бытовых объектов. Значительную роль в загрязнении морских вод играет речной сток.

В прибрежных водах о. Сахалин в 2010 г. на 22 станциях были выполнены визуальные наблюдения по трехбальной шкале за загрязнением морских вод нефтепродуктами. Высокий уровень загрязнения поверхности стабильно сохранялся на припортовых акваториях. Среднегодовой балл загрязнения поверхности у п. Корсаков составил 3,0; у п. Холмск – 1,7; у п. Малокурильск – 1,4. В остальных местах наблюдений концентрация нефтепродуктов на поверхности вод в зоне наблюдения по визуальной шкале не превышала в среднем 1 балла. Причиной высокого уровня загрязнения припортовых акваторий является попадание в море хозяйственно-бытовых и промышленных отходов, а также бесконтрольный сброс льяльных вод и нефтесодержащего мусора с маломерных судов.

Район поселка Стародубское

В 2010 г. в районе пос. Стародубское наблюдения проводились на одной фоновой станции регулярно с мая по октябрь. Концентрация **НУ** во всех 6 пробах воды была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (0,020 мг/л), (табл. 11.1). Содержание фенолов в прибрежных водах была относительно стабильным в течение теплого периода года и изменялось в узком диапазоне 1,2–2,2 мкг/л (2,2 ПДК, август–сентябрь); как и в прошлом году наибольшие величины отмечены в конце лета; среднегодовое значение (1,7 мкг/л) было незначительно ниже уровня предыдущего года. Уровень загрязненности морских вод СПАВ сохранился на прошлогоднем уровне (в среднем 19 мкг/л), максимум достигал 35 мкг/л (0,4 ПДК) в мае.

Содержание **тяжелых металлов** в прибрежных водах у поселка составляло: концентрация меди варьировала в границах 0,9–9,2 мкг/л (1,8 ПДК, июль) и в среднем составляла 3,6 мкг/л; по сравнению с предыдущим годом отмечено снижение уровня содержания меди примерно в 2 раза; цинка 4,4–68,0 мкг/л (1,4 ПДК, июль), в среднем 17,9 мкг/л; свинца 0,3–6,7 мкг/л (0,7 ПДК, октябрь), в среднем 2,0 мкг/л. Концентрация кадмия во всех пробах не превышала предела обнаружения 0,3 мкг/л. В целом содержание этих металлов в водах района осталось на прошлогоднем уровне.

Содержание отдельных форм **азота** в водах района в целом существенно снизилось по сравнению с 2009 г.: средняя и максимальная концентрация аммонийного азота составила 46 и 65 мкг/л (снижение в 7,2 и 23,5 раза соответственно, наибольшие значения приходились на май–июнь); нитритов 3,4 и 5,0 мкг/л (1,56 и 1,64 раза, август); нитратов 17 и 35 мкг/л (1,1 и 1,7 раза, сентябрь) соответственно. Предположительно такие межгодовые изменения концентрации биогенных элементов допустимы вследствие неравномерности развития фитопланктонного сообщества.

Сезонная изменчивость **кислородного** режима характеризовалась пониженными величинами в июле (7,4 мг/л, 88,7% насыщения), тогда как в другие месяцы концентрация кислорода держалась на уровне 9,3–10,2 мг/л (90,7–106,9%). В 2010 г. качество вод на фоновой станции в районе пос. Стародубское по индексу загрязненности **ИЗВ** (0,86) соответствовало III классу – «умеренно загрязненные» (табл. 11.2). По сравнению с 2009 г. отмечено существенное улучшение качества морских вод в этом районе, значение индекса вернулось к уровню 2007 г.

В 2010 г. загрязнение **донных отложений** в шельфовой зоне о. Сахалин в районе пос. Стародубское в целом существенно увеличилось за счет резкого роста концентрации нефтяных углеводородов. Содержание НУ в донных отложениях находилось в диапазоне от 57 до 269 мкг/г сухого остатка в июне, среднее и максимальное значение было выше прошлогоднего в 2,2 и 4,6 раза соответственно. В целом такой уровень загрязнения донных отложений НУ был близок к значениям 2007 г. Среднее содержание фенолов составило 0,7 мкг/г, максимум достигал 1,0 мкг/г. Несмотря на закрытие Долинского ЦБЗ, сточные воды которого являлись основным источником поступления фенолов в морскую среду, существенного загрязнения вод и донных отложений фенолами в районе п. Стародубское пока не произошло. Содержание меди в донных отложениях (пределы изменения 2,3–10,1 мкг/г, тах 0,3 ДК), свинца (1,1–10,8 мкг/г) и кадмия (0,02–0,52 мкг/г) незначительно увеличилось, в то время как цинка (5,6–11,8 мкг/г, тах менее 0,1 ДК) немного снизилось. Существенного изменения уровня загрязнения морских осадков в районе контроля не наблюдалось, за исключением нефтяных углеводородов, а отложения могут рассматриваться как относительно чистые.

11.3. Залив Анива. Район порта г. Корсакова

В 2010 г. в заливе Анива в районе порта г. Корсакова мониторинг гидрохимического состояния и уровня загрязнения морских вод и донных отложений проводился Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск) шесть раз в год на трех станциях с мая по октябрь.

Концентрация **НУ** в прибрежных водах залива Анива в районе п. Корсаков изменялась от значений ниже предела обнаружения 0,02 мг/л (все месяцы, кроме июня и сентября) до 0,618 мг/л (12,4 ПДК, июнь). В целом повышенные средние по трем станциям значения были отмечены в июне (0,269 мг/л) и сентябре (0,237 мг/л), чуть менее в октябре (0,135 мг/л). Средняя за год величина составила 0,102 мг/л (2,0 ПДК), что практически полностью соответствует уровню прошлого года. Содержание фенолов в водах залива изменялось от значений ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л) до 2,4 мкг/л в июне и сентябре (2,4 ПДК). Средняя концентрация составила 1,3 мкг/л, что очень незначительно превысило

значение прошлого года (1,1 мкг/л). Уровень загрязнения вод залива АПАВ был в целом незначительным. Повышенное содержание было отмечено в мае (31 мкг/л) и июне (36 мкг/л – наибольшее значение), а осенью в ряде проб – ниже предела обнаружения (10 мкг/л). Средняя величина составила 19 мкг/л. Концентрация **металлов** в водах залива в районе порта Корсаков находилась в пределах естественных межгодовых колебаний (табл. 11.3). Наибольшие значения были зафиксированы для меди, среднемесячные величины варьировали в узком диапазоне 7–12 мкг/л, за исключением июля (28,4 мкг/л) в первую очередь за счет наибольшей абсолютной концентрации меди за период наблюдений (43,8 мкг/л). Уровень загрязнения вод остальными металлами был существенно ниже, только максимальная концентрация цинка достигала 1,6 ПДК. Наибольшие значения трех металлов были зафиксированы в разные месяцы (медь – июль, цинк – май, свинец – октябрь), а кадмий был обнаружен в воде только в мае. По сравнению с прошлым годом наибольшая концентрация меди выросла в 2 раза, цинка снизилась на четверть, а остальных немного понизилась.

Таблица 11.3. Концентрация тяжелых металлов (мкг/л) в водах залива Анива в 2010 г.

	Cu	Cd	Pb	Zn
Район п. Корсаков				
сред	12,2	0,25	2,0	26,0
макс	43,8	1,80	6,9	82,3
мин	3,2	<0,3	<0,3	5,0
ПДК сред	2,4	<0,1	0,2	0,5
ПДК max	8,8	0,2	0,7	1,6
Район п. Пригородное				
сред	8,2	<0,3	1,8	21,5
макс	35,6	<0,3	4,8	81,5
мин	1,2	<0,3	0,8	4,1
ПДК сред	1,6		0,2	0,4
ПДК max	7,1		0,5	1,6

Концентрация различных форм **азота** в водах залива в целом была в пределах естественной межгодовой изменчивости: в районе п. Корсаков средняя концентрация аммонийного азота составила 117 мкг/л, максимальная 405 мкг/л (в 2,2 и 2,6 раз больше прошлогодних значений соответственно), среднемесячные величины были в диапазоне 68–197 мкг/л; нитритов 7,8 и 39,0 мкг/л (увеличение в 2,1 и 3,6 раз), средние по месяцам 2,7–16,3 мкг/л в июле и июне соответственно; нитратов 169 и 1024 мкг/л (увеличение в 7,3 и 9,6 раз), наибольший уровень содержания нитратов в морской воде у Корсакова отмечен в августе и октябре (962 мкг/л), а наименьший в июле (71 мкг/л) и сентябре (30 мкг/л); динамика среднемесячных величин соответствовала максимальным и в целом отражала сезонные изменения концентрации биогенных элементов в воде в зависимости от этапа сукцессионного развития планктонных сообществ.

Кислородный режим в целом соответствовал норме для вод залива у порта Корсаков: наименьшие значения отмечены в июле (5,8 мг/л, 69,2% насыщения) и августе (4,1 мг/л, 46,2%); в остальные месяцы минимальная концентрация была выше норматива и изменялась от 6,7 мг/л в октябре до 12,1 мг/л в июне. Средняя величина за период наблюдений составила 9,0 мг/л, 101,8% насыщения. На основании комплексного индекса загрязненности ИЗВ воды залива Анива в 2010 г. в районе порта Корсаков (1,59) могут быть отнесены к IV классу – "загрязненные" (табл. 11.2). По сравнению с 2009 г. качество морских вод в районе порта осталось на прежнем уровне.

В **донных отложениях** прибрежной зоны залива Анива в районе порта Корсаков содержание нефтяных углеводородов было относительно стабильным и мало изменялось в течение периода исследований. Среднемесячные величины варьировали в узком диапазоне 181–284 мкг/г, среднегодовое значение 226 мкг/г (4,5 ДК). Максимальная концентрация по месяцам изменялась от 209 до 428 мкг/г (8,6 ДК), минимальная 112–249 мкг/г. В прошлом году разброс значений НУ был существенно больше в обе стороны (25–792 мкг/г). Концентрация фенолов в донных отложениях изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,3 мкг/г) до 0,6 мкг/г и в среднем составляла 0,4 мкг/г. Эти значения очень близки к прошлогоднему уровню. Содержание металлов в осадках у порта Корсаков изменялось в пределах: медь 5,9–219,0 мкг/г (средняя 87,9 мкг/г, 2,5 ДК); цинк 23,9–87,7 мкг/г (44,3 мкг/г, 0,3 ДК); кадмий 0,02–1,01 мкг/г (0,38 мкг/г, 0,5 ДК); свинец 4,3–47,8 мкг/г (17,9 мкг/г, 0,2 ДК). И средняя, и максимальная концентрация всех анализируемых металлов значительно возросли по сравнению с 2009 г.: более, чем в 7 раз повысилась среднегодовая концентрация меди, в 2 раза цинка, в 3,8 раза кадмия и в 3 раза свинца. При этом усредненные величины не превышали допустимые нормативы.

11.4. Залив Анива. Район пос. Пригородное

В 2010 г. в заливе Анива в районе п. Пригородное исследования загрязнения морских вод и донных отложений проводились Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск) шесть раз в год на трех станциях с мая по октябрь.

В прибрежных водах залива Анива в районе п. Пригородное концентрация НУ была ниже предела обнаружения (0,02 мг/л) в июле–сентябре. Средняя по трем точкам концентрация в мае, июне и октябре составила 0,021; 0,022 и 0,038 мг/л, а максимальная 0,023; 0,025 и 0,074 мг/л (1,5 ПДК) соответственно. Средняя за год величина составила 0,024 мг/л (0,5 ПДК). По сравнению с 2009 г. среднегодовое содержание НУ снизилось в 1,6 раза. Содержание фенолов в прибрежье изменялось от значений ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л) до 1,2 мкг/л в июне (1,2 ПДК); средняя концентрация составила 0,6 мкг/л. Уровень загрязнения вод залива АПАВ был невысоким. Повышенное содержание было отмечено в июне (25 мкг/л) и августе (11 мкг/л). Средняя величина составила 12 мкг/л. 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 концентрации всех исследованных тяжелых металлов были несколько меньше, чем в районе порта. Только среднее содержание

меди превышало допустимую норму (1,6 ПДК). а максимальные – меди (7,1 ПДК) и цинка (1,6 ПДК). Наибольшие значения трех металлов были зафиксированы в разные месяцы (медь – июль, цинк – август, свинец – октябрь), а кадмий не был обнаружен в воде ни разу (содержание ниже предела обнаружения 0,3 мкг/л).

Концентрация различных форм азота в водах залива в районе п. Пригородное составила: аммонийный азот – средняя составила 73 мкг/л, максимальная 266 мкг/л; среднемесячные величины были в диапазоне 32–160 мкг/л; нитритов 3,7 и 10,0 мкг/л, средние по месяцам 1,9–5,3 мкг/л в мае и июне соответственно; нитратов 28 и 118 мкг/л, наибольший уровень содержания нитратов в морской воде у Пригородного отмечен в мае (36 мкг/л) и июле (45 мкг/л), а наименьший в сентябре (22 мкг/л) и октябре (12 мкг/л). В целом уровень содержания биогенных элементов в водах в районе Пригородного был ниже, чем у порта Корсаков.

Кислородный режим в районе п. Пригородное был обычным для вод залива: наименьшая концентрация отмечена в июле (7,8 мг/л, 93,4% насыщения) и августе (6,2 мг/л, 71,2%); в остальные месяцы минимальная изменялась от 8,4 до 11,0 мг/л в июне. Средняя величина за период наблюдений составила 9,8 мг/л, 113,4% насыщения. На основании комплексного индекса загрязненности ИЗВ воды залива Анива в районе п. Пригородное (0,83) могут быть отнесены к III классу "умеренно загрязненные" (табл. 11.2). По сравнению с 2009 г. качество морских вод в исследуемом районе залива существенно улучшилось. Приоритетными ЗВ были нефтяные углеводороды, фенолы и медь.

В **донных отложениях** побережья у п. Пригородное содержание нефтяных углеводородов изменялось от значений ниже предела обнаружения (5 мкг/г) до 60 мкг/г (1,2 ДК). Среднемесячные величины варьировали в узком диапазоне 11–32 мкг/г, среднегодовое значение 18 мкг/г (0,4 ДК). Максимальная концентрация по месяцам изменялась от 15 до 60 мкг/г, минимальная от менее 5 до 20 мкг/г. В целом донные отложения у п. Пригородное примерно на порядок менее загрязнены НУ, чем район порта. Концентрация фенолов в донных отложениях изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,3 мкг/г) до 0,4 мкг/г, что соответствует прошлогоднему уровню. Содержание металлов в осадках изменялось в пределах: медь 1,0–15,5 мкг/г (средняя 5,0 мкг/г, 0,1 ДК); цинк 1,9–31,8 мкг/г (10,1 мкг/г, 0,07 ДК); кадмий <0,01–0,27 мкг/г (0,09 мкг/г, 0,1 ДК); свинец 1,2–7,6 мкг/г (4,3 мкг/г, 0,05 ДК). В большинстве случаев и средняя, и максимальная концентрация всех анализируемых металлов была ниже на порядок и более чем в районе порта Корсаков.

Таблица 11.1. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах и донных отложениях шельфа о. Сахалин в 2008–2010 гг.

Район	Ингредиент	2008 г.		2009 г.		2010 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
пос. Стародубское	НУ	0,02	0,4	0,067	1,3	<0,020	<0,4
		0,04	0,8	0,169	4,4	0,020	0,4
	Фенолы	0,8	0,8	2,1	2,1	1,7	1,7
		1,6	1,6	3,2	3,2	2,2	2,2
	СПАВ	15	0,2	24	0,2	19	0,2
		32	0,3	60	0,6	35	0,4

	Кадмий	0,4 0,9	<0,1 <0,1	0,4 0,7	<0,1 <0,1	0,03 0,03	<0,1 <0,1
	Медь	2,8 5,3	0,6 1,1	6,3 10,2	1,3 2,0	3,6 9,2	0,7 1,8
	Цинк	8,0 11,4	0,2 0,2	19,4 40,8	0,4 0,8	17,9 68,0	0,3 1,4
	Свинец	1,0 4,2	0,1 0,4	0,7 2,7	<0,1 0,3	2,0 6,7	0,2 0,7
	Аммонийный азот	149 652	<0,1 0,2	333 1528	0,1 0,5	46 65	<0,1 <0,1
	Кислород	9,4 6,8		9,4 6,8		9,62 7,40	
Порт г. Корсакова	НУ	0,15 0,71	3,0 14	0,11 0,65	2,2 13	0,10 0,62	2,0 12
	Фенолы	1,15 6,4	1,5 6	1,2 2,5	1,2 2,5	1,3 2,4	1,3 2,4
	СПАВ	36 136	0,4 1,4	21 44	0,2 0,4	19 36	0,2 0,4
	Кадмий	0,6 1,7	<0,1 0,2	<0,3 1,2	<0,1 0,1	0,25 1,80	<0,1 0,2
	Медь	5,7 16,4	1,1 3	9,2 19,9	1,8 4,0	12,2 43,8	2,4 8,8
	Цинк	20,7 88,5	0,4 1,8	38,5 104,0	0,8 2,0	26,0 82,3	0,5 1,6
	Свинец	1,1 5,7	0,1 0,6	1,1 4,7	0,1 0,5	2,0 6,9	0,2 0,7
	Аммонийный азот	118 337	<0,1 0,1	64 201	<0,1 <0,1	117 405	<0,1 0,1
	Кислород	8,5 6,6		7,9 5,1		9,0 4,1	
Район пос. Пригородное	НУ	0,09 0,49	1,8 10	0,12 0,62	2,4 12	0,024 0,074	0,5 1,5
	Фенолы	0,9 4,6	0,9 5	0,9 2,1	0,9 2,1	0,6 1,2	0,6 1,2
	СПАВ	16 51	0,2 0,5	16 31	0,2 0,3	12 25	0,1 0,3
	Кадмий	0,08 0,23	<0,1 0,2	<0,3 <0,3	<0,1 <0,1	<0,3 <0,3	<0,1 <0,1
	Медь	5,3 22,0	1,1 4	7,3 14,8	1,5 3,0	8,2 35,6	1,6 7
	Цинк	21,3 112,5	0,4 2,3	33,8 78,2	0,7 1,6	21,5 81,5	0,4 1,6
	Свинец	1,0 4,7	0,1 0,5	0,7 3,1	<0,1 0,3	1,8 4,8	0,2 0,5
	Аммонийный азот	17 72	<0,1 <0,1	54 153	<0,1 <0,1	73 266	<0,1 <0,1
	Кислород	9,43 7,50		8,1 6,3		9,8 6,2	
Донные отложения							
пос. Стародубское	НУ	143 190	2,9 3,8	37 58	0,7 1,2	142 269	2,8 5,4
	Фенолы	0,18		0,4 0,5		0,7 1,0	

	Медь	3,0 4,9	< 0,1 0,1	3,9 5,7	0,1 0,2	5,0 10,1	0,1 0,3
	Цинк	9,8 14,7	< 0,1 0,1	10,4 16,9	< 0,1 0,1	7,9 11,8	< 0,01 < 0,01
	Кадмий	0,31 1,13	0,4 1,4	< 0,01 < 0,01	< 0,1 < 0,1	0,17 0,52	0,2 0,7
	Свинец	6,2 11,9	< 0,1 0,1	2,2 3,3	< 0,1 < 0,1	5,5 10,8	< 0,1 0,1
порт г. Корсакова	НУ	166 655	3 13	243 792	5 16	226 428	5 9
	Фенолы	0,3 0,5		< 0,3 0,5		0,4 0,6	
	Медь	44,9 115,1	1,3 3,3	11,7 24,1	0,3 0,7	87,9 219,0	2,5 6
	Цинк	64,7 346,6	0,5 1,5	22,9 36,5	0,2 0,3	44,3 87,7	0,3 0,6
	Кадмий	0,50 1,13	0,6 1,4	0,1 0,1	0,1 0,1	0,38 1,01	0,5 1,3
	Свинец	33,2 88,4	0,4 1,0	6,0 14,7	< 0,1 0,2	17,9 47,8	0,2 0,6
пос. Пригородное	НУ	12 73	0,2 1,5	9 48	0,2 1,0	18 60	0,4 1,2
	Фенолы	0,1 0,3		< 0,3 < 0,3		< 0,3 0,4	
	Медь	5,4 10,8	0,2 0,3	3,4 11,6	< 0,1 0,3	5,0 15,5	0,1 0,4
	Цинк	11,8 29,9	< 0,1 0,2	6,2 10,3	< 0,1 < 0,1	10,1 31,8	< 0,1 0,2
	Кадмий	0,36 1,20	0,5 1,5	0,1 0,1	0,1 0,1	0,09 0,27	0,1 0,3
	Свинец	5,8 12,0	< 0,1 0,1	1,6 3,0	< 0,1 < 0,1	4,3 7,6	< 0,1 < 0,1

Примечания: 1. Концентрация (С*) нефтяных углеводородов и растворенного в воде кислорода приведена в мг/л; СПАВ, фенолов, металлов и аммонийного азота в мкг/л. В донных отложениях концентрация НУ, фенолов и металлов приведена в мкг/г. Для донных отложений допустимый уровень концентрации ингредиента (ДК) приведен в табл. 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 11.2. Оценка качества морских вод Охотского моря в шельфовой зоне о. Сахалин в 2008–2010 гг.

Район	2008 г.		2009 г.		2010 г.		Содержание ЗВ в 2010 г. (ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
поселок Стародубское	0,60	II	1,33	IV	0,86	III	НУ 0,4; фенолы 1,7; Cu 0,72; O ₂ 0,62
порт Корсаков	1,59	IV	1,50	IV	1,59	IV	НУ 2,0; фенолы 1,3; Cu 2,4; O ₂ 0,67
поселок Пригородное	1,13	III	1,4	IV	0,83	III	НУ 0,48; фенолы 0,6; Cu 1,64; O ₂ 0,61

12. ЯПОНСКОЕ МОРЕ

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

12.1. 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 она уменьшается до 10°С. В северной и в северо-западных частях моря зимой разность температур 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 этот пролив, вызывая ослабление циркуляции вод.

В Японском море наблюдается циклонический круговорот с центром в северо-западной части моря. Выделяют три водные массы: тихоокеанская и японская в поверхностной зоне и японская в глубинной. По происхождению все водные массы представляют собой результат трансформации поступающих в море тихоокеанских вод.

Для моря характерны приливы всех основных видов: полусуточные, суточные и смешанные. Максимальные приливные колебания уровня моря (до 2,3–2,8 м) наблюдаются в Татарском проливе. Во время зимнего муссона в результате сгонно-нагонных колебаний у западных берегов Японии уровень может повышаться на 20–25 см, а у материкового берега на столько же понижаться. Летом наблюдается обратное явление.

Ледообразование начинается уже в октябре, а последний лед задерживается на севере иногда до середины июня. На севере моря лед образуется ежегодно, а

к югу от Татарского пролива устойчивое льдообразование ежегодно наблюдается только в глубоко вдающихся в материк заливах и бухтах. Припай развит незначительно. Толщина ледяного покрова в середине февраля доходит до 1 м.

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

12.2. 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 нефtezачистных сооружений или недостаточной их мощностью. Дополнительную нагрузку на морскую среду оказывает масштабное строительство различных объектов и трубопроводных систем 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 01.01.2011 г. 192 водопользователя Приморского края сбрасывают сточные воды в поверхностные водные объекты 563 организованными выпусками. В 2010 г. основными загрязнителями поверхностных вод стали предприятия жилищно-коммунального хозяйства (110,62 млн.м³ или 30,1% общего объема загрязненных сточных вод); электроэнергетики (223,52 млн.м³, 61,1%); угольной промышленности (8,94 млн.м³, 2,44%) и цветной металлургии (4,78 млн.м³, 1,3 %). Всего за 2010 г. было сброшено в поверхностные водные объекты 479,04 млн.м³/год, из них загрязненных 365,82 млн.м³/год (76,4%), включая 316,26 млн.м³/год без очистки (66,0%) и 49,56 млн.м³/год (10,3%) недостаточно-очищенных; 24,95 млн.м³/год (5,2%) нормативно-чистых и 88,27 млн.м³/год (18,4%) нормативно-очищенных.

Всего в Приморском крае учтено 180 очистных сооружений на сбросе сточных вод в водные объекты, из них 85 сооружений биологической очистки (проектная производительность 164,358 млн.м³/год); 81 сооружение механической очистки (65,004 млн.м³/год), 14 сооружений физико-химической очистки (12,958 млн.м³/год). Суммарная мощность очистных сооружений составила 242,32 млн.м³/год против 232,22 млн.м³ в 2009 г. При этом объем нуждающихся в очистке сточных вод составил 390,77 млн.м³.

Наибольший вклад в загрязнение морских вод вносит г. Владивосток (73,62%), сбрасывающий 287,67 млн.м³ загрязненных сточных вод. Из них 94,89% являются неочищенными и 3,49% недостаточно очищенными. Неочищенные и недостаточно очищенные сточные воды г. Владивостока сбрасываются в бухты Золотой Рог и Диомид, пролив Босфор Восточный, Амурский и Уссурийский заливы. Всего сбрасывается загрязненных сточных вод в бухты и заливы Японского моря: Уссурийский залив 2,67 млн.м³, Амурский залив 35,42 млн.м³, залив Находка 7,40 млн.м³, бухта Золотой Рог 35,31 млн.м³, бухта Диомид 0,44 млн.м³, Босфор Восточный 0,04 млн.м³, в другие бухты и заливы 3,46 млн.м³. Загрязненные речные воды стали основным источником загрязнения прибрежных акваторий Японского моря. Наибольший объем загрязненных стоков поступают в Японское море с водами р. Объяснение в бухту Золотой Рог

(206,7 млн.м³/год), р. Раздольная в Амурский залив (14,81 млн.м³/год) и р. Артемовка в Уссурийский залив (9,2 млн.м³/год).

По сравнению с прошлым годом в структуре сбрасываемых со сточными водами загрязняющих веществ произошли следующие изменения: увеличилось поступление от ОАО «Водоканал» г. Владивостока аммонийного азота на 7,1%, взвешенных веществ на 16,1%, фенолов на 21,3%, СПАВ на 14,0%, фосфора на 9,3% и меди на 16,3%, что объясняется увеличением количества сбрасываемых сточных вод в связи с перекладкой и ремонтом канализационной системы города и уменьшения количества потерь в системе канализации; увеличение поступления цинка на 50,3% и свинца по причине возобновления работы предприятий г. Арсеньев (ОАО «Завод Аскольд», ООО ААК «Прогресс»), увеличения количества сбрасываемых сточных вод РУ «Новошахтинское», ОАО ГМК «Дальполиметалл» с рудника Второй Советский; увеличение сброса фтора в 6 раз со сточными водами ООО «Ярославская горнорудная компания»; увеличение количества сульфатов (12,4%) и хлоридов (3,06%) из-за повышения объемов сброса морской воды ОАО ДГК СП «Владивостокская ТЭЦ-2»; уменьшение БПК_{полное} на 1,08% из-за сокращения объема сбрасываемых сточных вод Сибирцевской КЭС, Барабашевской КЭЧ и Пограничной КЭЧ в связи с сокращением воинского контингента; уменьшение на 9,58% нитратов объясняется уменьшением сброса сточных вод МУП «Уссурийск Водоканал» и МУП «Находка-Водоканал» в связи с сокращением сброса сточных вод в систему канализации городов абонентами, а также уменьшением сброса сточных вод ОАО «Спасский комбинат асбестоцементных изделий» в связи с сокращением производственной деятельности; из-за закрытия объектов общепита произошло уменьшение поступления жиров на 25,4% в систему канализации города Владивостока (ОАО «Водоканал» 125,03 тонн); зафиксировано уменьшение поступления никеля на 50% по причине уменьшения сброса производственных сточных вод от промышленных предприятий в систему канализации г. Владивостока; по хрому отмечено уменьшение на 100% по причине закрытия линии по хромированию оборудования на ОАО «Аскольд» г. Арсеньев; по алюминию уменьшение на 75,1% из-за уменьшения количества применяемого сернокислого алюминия на очистных сооружениях ЗАО УМЖК "Приморская соя"; по железу уменьшение на 31,2% по причине изменения единиц счета с общего валового на растворимое железо; по бору уменьшение на 29% вследствие уменьшения количества сбрасываемых сточных вод ЗАО ГХК "Бор" в связи с сокращением режима работы; по магнию уменьшение на 100% по причине прекращения деятельности ОАО «206 БТРЗ» и прекращения производственных сброса сточных вод в систему канализации г. Уссурийска; объем поступления танина уменьшился на 28,6% из-за уменьшения количества принимаемых в систему канализации г. Уссурийска сточных вод от деревообрабатывающих предприятий.

Всего в 2010 г. в залив Петра Великого Японского моря со сточными водами поступило 50 тонн нефтепродуктов, 9,66 тыс. тонн взвешенных веществ, 5,62 тыс. тонн сухого остатка, 375,16 тыс. тонн сульфатов, 376,59 тыс. тонн хлоридов, 265,58 тыс. тонн общего фосфора, 1761,3 тонн аммонийного азота, 4,21 тыс. тонн фенолов, 1354,87 тонн нитратов, 207,52 тыс. тонн СПАВ, 367,45 тонны жиров, 156,85 тонны железа, 1,21 тонны меди, 5,62 тонн цинка, 12,1 тонн бора, 5,38 тонн железа.

Концентрация **фенолов** изменялась в течение безледного периода в интервале 0,6–10,8 мкг/л, составив в среднем 2,8 мкг/л. Средняя величина повысилась по сравнению с предыдущим годом с 1,7 до 2,8 ПДК, почти достигнув уровня 2007–2008 гг. В 80 пробах из 91 (88%) отобранной содержание фенолов равнялось или превышало 1 ПДК. Максимальная концентрация (10,8 ПДК) зафиксирована 4 апреля в кутовой части бухты в придонном слое вод. Содержание АПАВ в водах бухты изменялось от 36 до 144 мкг/л, в среднем 82 мкг/л, 0,8 ПДК. Максимум отмечен в первой декаде октября на станции №1 в кутовой части бухты в поверхностном слое. В 10 из 39 проанализированных проб (26%) концентрация поверхностно-активных веществ превышала ПДК, что в 2,5 раза меньше прошлогоднего.

За последние 5 лет в водах бухты отмечается рост содержания **пестицидов** группы ДДТ. По результатам 39 обработанных проб и средняя, и максимальная величины существенно возросли (табл. 12.1). Средняя суммарная концентрация форм группы ДДТ возросла почти вдвое по сравнению с прошлым годом. Наибольшие значения ДДЭ (20,6–28,1 нг/л) были найдены на станции №14 на самом выходе из бухты 9 августа в поверхностном и придонном слоях, а максимум ДДД отмечен у поверхности 9 октября на станции №11 в средней части бухты. Максимальная концентрация суммы ДДТ, ДДЭ и ДДД (26,6–28,1 нг/л) дважды почти достигла значения ВЗ. Средняя концентрация линдана в 2010 г. осталась на прошлогоднем уровне, а максимальная снизилась более двух раз, однако содержание его метаболитов повысилось, что привело к 8-кратному росту средней величины за год. Несмотря на значения существенно меньше ПДК, следует отметить высокий уровень загрязнения вод бухты хлорорганическими пестицидами в течение многих лет.

Таблица 12.1 Средняя и максимальная концентрация пестицидов (нг/л) в бухте Золотой Рог залива Петра Великого в 2009–2010 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

* выделенные значения выше ПДК.

В водах бухты в 2010 г. среднегодовая концентрация **металлов** (медь, кадмий, железо и цинк) не превышала ПДК. Максимальная концентрация меди превысила ПДК в 2,6 раза в июле на станции №14 в придонном слое; кадмия и цинка (2,0 и 2,8 ПДК) – в июле на станции №1 в поверхностном слое; железа (1,6 ПДК) в мае в кутовой части бухты (ст. №1) на поверхностном горизонте. Концентрация растворенной в воде ртути изменялась от значений ниже аналитического нуля (5 проб из 91 отобранной) до 0,49 мкг/л (4,9 ПДК). Максимальная величина была на грани экстремально высокого значения и зарегистрирована в июне на станции №12 в поверхностном слое вод бухты. Всего в 2010 г. в бухте Золотой Рог зарегистрировано 11 случаев высокого загрязнения ртутью: семь случаев ВЗ отмечено в июне и четыре в июле. Значения выше ВЗ зафиксиро-

рованы по всей акватории, как в поверхностных, так и придонных слоях. Наибольшее загрязнение ртутью по всей акватории бухты наблюдалось в летний период (рис. 12.2). Среднегодовая концентрация ртути превысила ПДК в 1,1 раза и составила 0,11 мкг/л. По сравнению с 2006–2009 гг. наблюдался значительный рост этой величины в 2010 г.

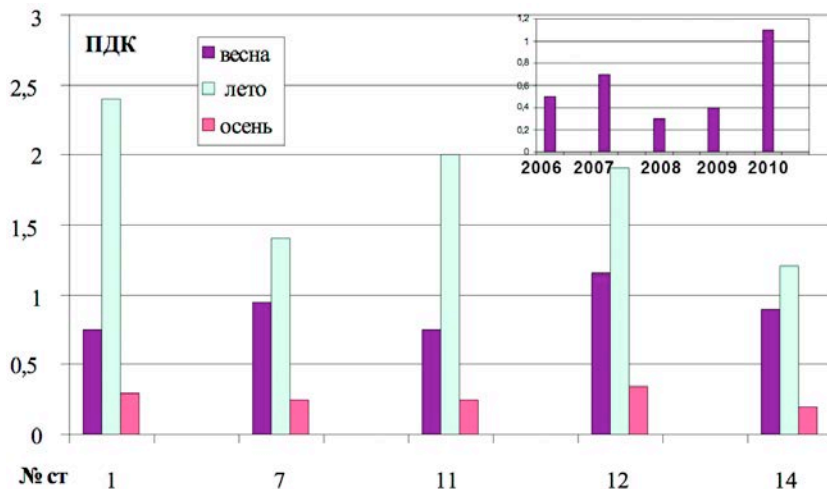


Рис. 12.2. Сезонная динамика концентрации ртути (в ПДК) в водах бухты Золотой Рог в 2010 г. и многолетняя динамика среднегодовых значений этого элемента (врезка).

Концентрация **аммония** в толще вод бухты Золотой Рог изменялась от 59 до 1154 мкг/л; среднее содержание составило 216,5 мкг/л. Значения выше 1000 мкг/л были отмечены трижды в кутовой части бухты в апреле, июле и августе на поверхности. По сравнению с прошлым годом уровень загрязненности вод бухты аммонием практически не изменился. Концентрация нитритов в морской воде изменялась в диапазоне 0,1–264,6 мкг/л, составив в среднем 12,8 мкг/л. Основная масса значений была в пределах до 64,0 мкг/л, что хорошо соответствует прошлогодним показателям, однако 6 июля в вершине бухты как на поверхности (125,3 мкг/л), так и у дна (264,6 мкг/л) была зафиксирована очень высокая концентрация, а максимум в 5,4 раза превышал прошлогодний уровень. Концентрация нитратов изменялась в диапазоне 2,1–433,5 мкг/л, составив в среднем 54,6 мкг/л. Из пяти значений выше 200 мкг/л четыре зафиксированы 6 июля. Аналогично другим формам азота максимальная величина была отмечена в кутовой части бухты на станции №1. Диапазон изменчивости концентрации общего азота значительно расширился (317–4227 мкг/л), а максимум в полтора раза превышал прошлогоднюю, однако среднегодовое значение (1005 мкг/л) осталось почти на прежнем уровне, а степень загрязненности вод бухты общим азотом практически не изменилась.

Среднегодовая концентрация **фосфатов** в 2010 г. составила 18,3 мкг/л и была в 2 раза меньше прошлогодней; максимальная (164 мкг/л) зафиксирована 6 июля в вершине бухты на поверхности, параллельно с максимумом форм азота. Сред-

нее содержание общего фосфора составило 44,3 мкг/л; диапазон значений 9,9–256 мкг/л. Поскольку максимум отмечен 8 августа и не совпадал с экстремальными значениями других форм биогенных элементов в июле, следует предположить очень высокую долю органического фосфора в этот период в водах бухты. Концентрация кремния изменялась от 17 до 951 мкг/л; среднегодовая в бухте составила 270 мкг/л, что в 1,3 раза меньше прошлогоднего значения. Максимум зафиксирован 8 августа в поверхностном слое вод в кутовой части бухты.

В 2010 г. **соленость** вод бухты изменялась в диапазоне 25,29–33,50‰ (средняя 30,94‰); температура от минус 0,76 до 29,91°C; рН 7,67–8,51. Содержание взвешенных частиц в водах бухты значительно понизилось по сравнению с прошлым годом. Среднегодовая концентрация составила 11,3 мг/л (в 2,2 раза меньше прошлогоднего), а максимальное достигало в середине бухты в начале июля только 30,5 мг/л, что почти в 26 раз ниже прошлогоднего экстремума в июне в вершине бухты. Среднее значение биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) составило 1,58 мгО₂/л, а максимальное (5,41 мгО₂/л, 2,7 ПДК) было зарегистрировано в мае на станции №1 в устье р. Объяснения. Содержание растворенного в воде **кислорода** было в пределах 3,69–12,60 мг/л, в среднем 8,55 мг/л (90,8% насыщения). Как обычно, в теплое время года (период с 7 июня по 9 октября) кислородный режим в водах бухты резко ухудшился. Как и в прошлом году, было отмечено 15 случаев снижения концентрации растворенного кислорода ниже 6 мг/л, а в 68,1% проб воды она была ниже 100% насыщения. Хотя наихудшая аэрированность вод отмечалась в вершине бухты в придонных водах (станция №1, устье реки Объяснения), однако значения ниже норматива были зафиксированы во всех слоях по всей акватории бухты, а минимум наблюдался 8 августа в придонных водах на глубине 13 м в середине бухты на ст. №7.

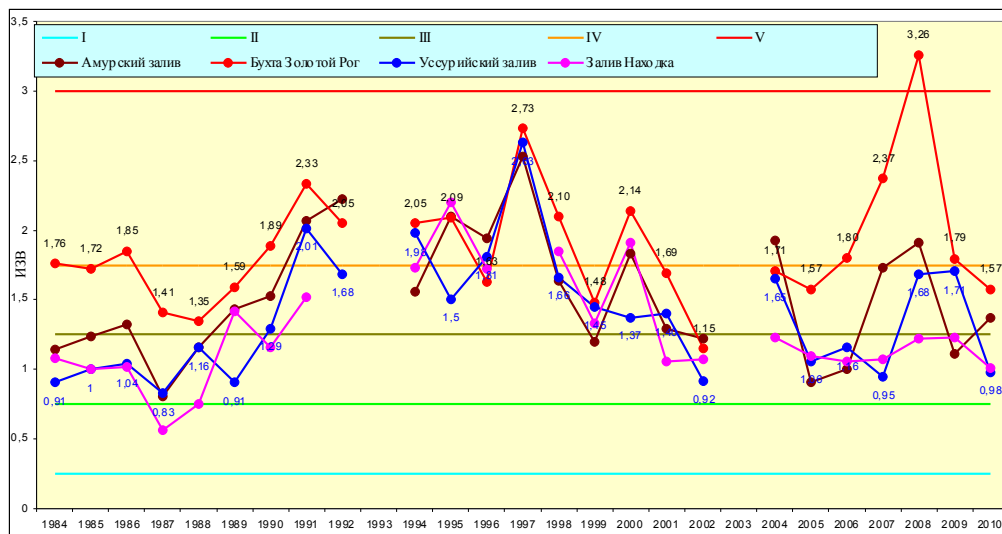


Рис. 12.3. Многолетняя динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в различных районах залива Петра Великого в 1984–2010 гг.

В 2010 г. качество вод бухты Золотой Рог по **ИЗВ** (1,58) соответствовало IV классу («загрязненные»), (табл. 12.3, рис. 12.3). По сравнению с 2009 г. состояние вод немного улучшилось, однако в целом бухта остается одной из наиболее загрязненных акваторий во всем дальневосточном регионе. Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, фенолы и ртуть. Кислородный режим в целом сильно нарушенный.

В бухте Золотой Рог в апреле, августе и октябре 2010 г. было отобрано 16 проб **донных отложений**. Содержание НУ изменялось в пределах 2,00–19,59 мг/г сухого вещества. Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов по сравнению с 2009 г. существенно не изменилось: 2005 – 1,44; 2006 – 12,85; 2007 – 15,83; 2008 – 4,9; 2009 – 8,15 и 2010 г. – 8,35 мг/г. Средняя величина превышала допустимый уровень концентрации (ДК) в 167 раз, а максимальное значение (392 ДК) было отмечено в начале апреля в центральной части на изгибе бухты, как и в прошлый год. Превышение допустимого уровня концентрации отмечалось в 100% проб, поскольку даже минимальное значение в 40 раз выше используемого для оценки норматива.

Содержание фенолов изменялось в пределах от 4,0 до 15,6 мкг/г (в среднем 8,3 мкг/г). Высокая концентрация более 10 мкг/г была отмечена в трех пробах на всей акватории бухты 4 апреля и у м. Чуркина в первой декаде ноября. Уровень загрязненности донных отложений фенолами по сравнению с предыдущим годом повысился в 1,6 раза.

Концентрация α -ГХЦГ в пробах донных отложений изменялась в диапазоне от аналитического нуля до 8,2 нг/г сухого вещества (в среднем 1,4 нг/г), γ -ГХЦГ – в диапазоне 0,0–10,1 нг/г (2,6 нг/г). В 2010 г. в бухте Золотой Рог средняя за год суммарная концентрация изомеров группы ГХЦГ по сравнению с 2009 г. немного увеличилась до 4,0 нг/г. Однако максимальные значения возросли очень существенно: концентрация α -ГХЦГ выросла в 1,6 раза, а γ -ГХЦГ в 11,2 раза; оба значения были отмечены в начале апреля в средней части бухты на глубине 15 м. ХОП группы ДДТ присутствовали в донных отложениях бухты в очень значительном количестве и существенно больше предыдущего года. Максимальная концентрация составила: ДДТ – 57,9 (больше прошлогоднего в 7,9 раз); ДДЭ – 33,6 нг/г; ДДД – 55,4 нг/г (больше в 1,4 раза); средние значения 16,7; 14,7 и 14,6 нг/г соответственно. Среднее значение суммы ДДТ и его метаболитов составляет 18,4 ДК, а максимум превышает 48 ДК. Все наиболее высокие (3 пробы с суммой более 100 нг/г) величины содержания ХОП группы ДДТ в донных отложениях были зафиксированы в центральной части на изгибе бухты в разные периоды наблюдений.

Содержание меди в донных отложениях бухты Золотой Рог в среднем составило 103,7 мкг/г сухого остатка (максимум 194,0 мкг/г, 5,5 ДК); свинца – 119,0 мкг/г (387,0 мкг/г, 4,6 ДК); кадмия – 1,4 мкг/г (3,2 мкг/г, 4,0 ДК); кобальта – 5,3 мкг/г (8,2 мкг/г, 0,4 ДК); никеля – 12,1 мкг/г (16 мкг/г, 0,5 ДК); цинка – 293 мкг/г (666 мкг/г, 4,8 ДК); марганца – 157 мкг/г (349 мкг/г); хрома – 29,4 мкг/г (49,0 мкг/г, 0,5 ДК) и ртути – 1,08 мкг/г (2,88 мкг/г, 9,6 ДК). По-прежнему очень высоким было содержание железа – в среднем 26957 мкг/г, максимум составил 43618 мкг/г сухого остатка, хотя эти значения соответственно в 1,2 и в 1,8 раза меньше прошлогодних. Из 16 отобранных проб донных отложений только в двух на выходе из бухты концентрация меди и ртути была

ниже ДК. Среднегодовое содержание меди в 2010 г. составило 3,0 ДК (в прошлом году 3,8 ДК), свинца 1,4 ДК (1,6 ДК), кадмия 1,8 ДК (3,1 ДК), кобальта 0,3 ДК (0,2 ДК), никеля 0,3 (0,4 ДК), цинка 2,1 ДК (1,7 ДК), хрома 0,3 ДК (0,5 ДК) и ртути 3,6 ДК (2,6 ДК). По сравнению с 2009 г. в донных отложениях бухты Золотой Рог увеличилась среднегодовая концентрация кобальта, цинка и ртути. Характерным является высокий уровень концентрации отдельных металлов не только в донных отложениях кутовой части бухты, но и по всей ее акватории и на выходе в пролив Босфор Восточный на всех станциях с глубинами от 8 до 28 м.

12.4. Бухта Диомид

В 2010 г. наблюдения за состоянием вод бухты проводились с апреля по ноябрь на одной станции. По сравнению с 2009 г. загрязнение бухты нефтяными углеводородами снизилось в 1,3 раза. Среднегодовое содержание составило 0,09 мг/л (1,8 ПДК), а диапазон изменений составил 0,01–0,27 мг/л. Максимальная концентрация (5,4 ПДК) зарегистрирована в июне в придонном слое. Превышение предельно допустимой концентрации отмечено в 64,3% проб. По визуальным наблюдениям интенсивность нефтяной плёнки на поверхности воды достигала 3 баллов (со степенью покрытия более 91%) и наблюдалась один раз в ноябре.

Концентрация фенолов изменялась от 0,6 мкг/л до 1,8 мкг/л (1,8 ПДК, август). Среднее содержание в 14 обработанных пробах составило 1,09 мкг/л и почти в 2 раза уменьшилось по сравнению с прошлым годом. Концентрация СПАВ в пробах воды варьировала от 47 до 114 мкг/л (апрель). Среднегодовая величина снизилась по сравнению с 2009 г. в 1,6 раза и составила 0,83 ПДК.

В 2009 г. уровень загрязненности вод бухты Диомид хлорорганическими пестицидами остался в пределах многолетних изменений. Среднегодовая концентрация 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.

В 2010 г. концентрация тяжелых металлов находилось в пределах: меди 0,6–2,8 мкг/л; кадмия 0,0–2,9 мкг/л; никеля 0,0–1,6 мкг/л; свинца 0,0–0,1 мкг/л; железа 0,3–8,6 мкг/л; цинка 2,5–24 мкг/л; марганца 0,0–1,7 мкг/л; кобальта 0,0 мкг/л; хрома 0,0–1,7 мкг/л и ртути 0,0–0,35 мкг/л (3,5 ПДК, 7 июня на поверхности). Среднегодовая концентрация ртути в воде составила 1,2 ПДК, однако за период наблюдений было зарегистрировано 3 случая высокого загрязнения ртутью (два в июне – 3,5 ПДК и 3,1 ПДК, один в июле, на придонном горизонте – 3,2 ПДК).

Концентрация биогенных элементов в водах бухты Диомид не превышала норматива для рыбохозяйственных водоемов. Содержание аммонийного азота изменялось в пределах от 88–362 мкг/л (июль); среднегодовая концентрация со-

ставила 181 мкг/л, что в 1,7 раза меньше, чем в 2009 г. (311,0 мкг/л). Среднее содержание нитритов, нитратов и общего азота в морской воде составило 3,9, 27,2 и 827,6 мкг/л, максимальное – 17,0, 140,0 и 1630 мкг/л соответственно. По сравнению с 2009 г. среднегодовая концентрация нитратов понизилась в 2,6 раза, общего азота в 1,4 раза, а нитритов осталась на прежнем уровне. Среднее за год содержание органического азота в воде бухты Диомид составило 615 мкг/л; диапазон изменения от 216 до 1209 мкг/л. За наблюдаемый период концентрация фосфатов в пробах воды изменялась от 3,0 до 22,0 мкг/л, максимальная величина отмечена в июле на поверхностном и в августе на придонном горизонте. Среднее содержание общего фосфора снизилось с 40 до 25,9 мкг/л, а фосфатов с 28,0 до 12,0 мкг/л. Максимальные значения обоих ингредиентов (40,0 и 22,0 мкг/л соответственно) отмечены 9 августа в придонном слое вод. Концентрация кремния в водах бухты Диомид изменялась в пределах 42–223 мкг/л, составив в среднем за год 143 мкг/л, что в 2,0 раза ниже значения 2009 г. Концентрация взвешенных веществ в водах бухты находилась в пределах 2,9–15,4 мг/л; максимум содержания ВВ был зафиксирован на поверхности в середине мая; среднегодовая величина снизилась более чем в 2 раза и составила 7,5 мг/л. Среднее за 2010 г. биохимическое потребление кислорода за пять суток (БПК₅) составило 1,35 мгО₂/л; а максимальное значение (2,83 мгО₂/л), зарегистрированное в мае и августе, почти достигало ПДК.

Среднегодовая концентрация растворенного **кислорода** составила 9,30 мг/л (128,9% насыщения). Минимальное значение (7,06 мг/л, насыщение воды кислородом составило 90,8%) отмечено в июле в поверхностном слое. По индексу загрязненности вод **ИЗВ** (1,19) качество вод бухты Диомид улучшилось и соответствовало III классу («умеренно-загрязненные»).

В **донных отложениях** бухты Диомид содержание нефтяных углеводородов в трех отобранных в 2010 г. пробах составило 0,58, 1,29 и 8,12 мг/г д.о. В целом на фоне незначительной выборки отмечается значительная изменчивость среднего уровня загрязнения донных отложений бухты НУ: среднегодовые значения составили в 2005 – 0,31; 2006 – 5,38; 2007 – 5,34; 2008 – 2,79, 2009 – 6,66 и 2010 г. – 3,30 мг/г. Среднегодовое содержание НУ в 2010 г. превысило допустимый уровень концентраций (ДК) в 66 раз, максимальное – в 162 раза. В целом высокий уровень загрязнения донных отложений бухты НУ сохраняется. Содержание фенолов варьировало в пределах 2,9–6,0 мкг/г, в среднем 4,7 мкг/г, что в общем соответствует уровню прошлого года.

По сравнению с прошлым годом содержание α -ГХЦГ в 3 пробах донных отложений из бухты Диомид существенно снизилось до 0,1–0,6 нг/г сухого вещества (в среднем 0,8 нг/г), γ -ГХЦГ 0,0–0,5 нг/г (10 ДК), (в среднем 0,6 нг/г). Концентрация ДДТ составила 4,5; 14,4 и 14,4 нг/г (в 4,5 раза выше прошлогоднего максимума, в среднем 11,1 нг/г); ДДД 0,9; 2,2 и 8,0 нг/г (3,7 нг/г); ДДЭ 3,4; 8,8 и 19,4 нг/г (10,5 нг/г). Средняя за год суммарная концентрация ХОП группы ДДТ составила 25,3 нг/г (более 10 ДК), что в 1,2 раза ниже прошлогоднего значения. В целом высокое содержание пестицидов в донных отложениях бухты отмечено как весной, так и осенью.

Содержание меди в донных отложениях бухты в среднем составило 203,3 мкг/г сухого вещества (максимум 405,0 мкг/г); свинца – 142,3 мкг/г (259,0 мкг/г); кадмия – 4,1 мкг/г (9,5 мкг/г); кобальта – 4,0 мкг/г (6,9 мкг/г); никеля – 12,1 мкг/г (19,0 мкг/г); цинка – 293 мкг/г (533 мкг/г); марганца – 106 мкг/г (140 мкг/г); железа – 22076 мкг/г, (34843 мкг/г); хрома – 153 мкг/г (399 мкг/г) и ртути – 0,55 мкг/г (0,82 мкг/г). Среднегодовая концентрация меди превышала ДК в 5,8 раз, кадмия в 5,1 раза, свинца в 1,7 раза, цинка в 2,1 раза, хрома в 1,5 раза и ртути в 1,8 раз. В отличие от прошлого года превышение допустимого уровня в 100% проб не было отмечено ни для одного ингредиента, а в целом уровень содержания тяжелых металлов в донных отложениях бухты снизился примерно в два и более раз почти всех контролируемых элементов.

12.5. Пролив Босфор Восточный

В 2010 г. гидрохимические наблюдения за состоянием вод пролива Босфор Восточный и бухты Улисс проводились на 3 станциях с апреля по ноябрь (рис. 12.4). Концентрация **НУ** в морской воде изменялась в диапазоне 0,10–0,55 (11 ПДК). Максимум отмечен в начале июня на придонном горизонте у мыса Новосильского. Равенство или превышение ПДК было отмечено в 54% из 63 обработанных проб. Среднегодовая величина составила 0,078 мг/л (1,6 ПДК). По визуальным наблюдениям случаев значительного покрытия (50–100%) видимой поверхности пролива Босфор Восточный пятнами нефтепродуктов почти не наблюдалось. Только в октябре в бухте Улисс зафиксирована степень покрытия нефтяной пленкой более 51% поверхности воды с интенсивностью пятен не менее 2 баллов.

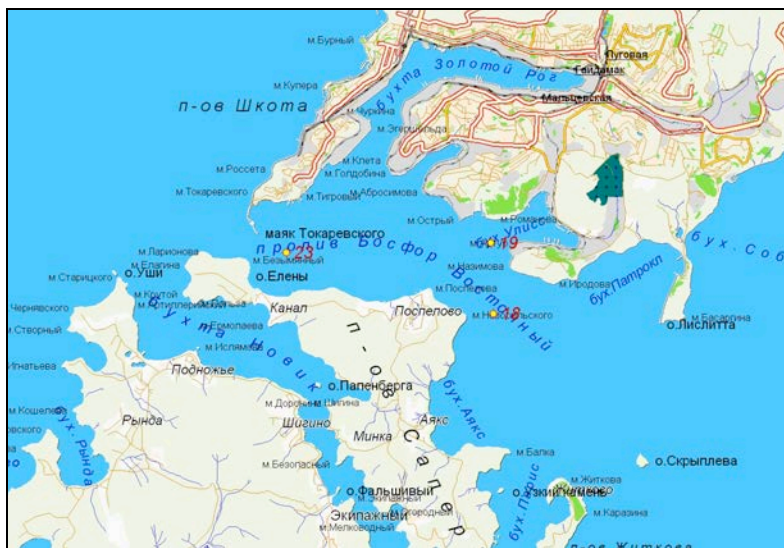


Рис. 12.4. Станции отбора проб в проливе Босфор Восточный в 2010 г.

Концентрация **фенолов** в пробах воды варьировала от 0,3 до 2,9 мкг/л. Среднегодовое содержание составило 1,2 мкг/л (1,2 ПДК) и практически осталось неизменным по сравнению с прошлым годом. Максимальная концентрация за-

фиксирована у м. Безымянный в первой декаде августа на придонном горизонте. Равенство или превышение ПДК отмечено в 61,9% из 63 проб. Концентрация анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) в морских водах изменялась в пределах 20–181 мкг/л (1,8 ПДК, поверхность, начало апреля, ст. №18). Уровень ПДК был превышен в 3 пробах из 27 обработанных. Среднегодовая концентрация АПАВ составила 72 мкг/л.

За последние годы наблюдается увеличение загрязнения вод пролива Босфор Восточный **пестицидами**. Среднегодовое суммарное содержание изомеров группы ГХЦГ составило 0,6 нг/л, а ДДТ и его метаболитов ДДД и ДДЭ возросло до 6,4 нг/л (рис. 12.5). Всего в 7 пробах из 27 содержание суммы ДДТ превышало ПДК, а максимальная концентрация (29,6 нг/л) была близка к значению высокого загрязнения в октябре на поверхности в бухте Улисс. Здесь же в промежуточном слое вод в августе отмечено наибольшее содержание «свежего» линдана (2,3 нг/л).

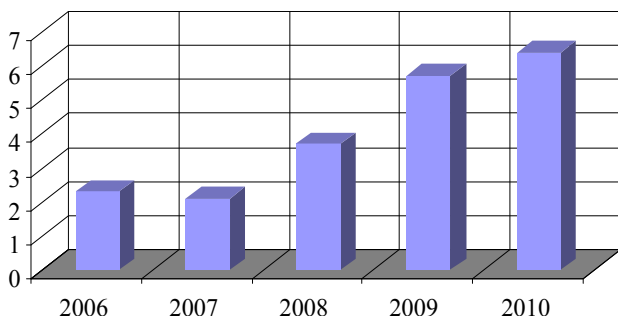


Рис. 12.5. Изменение среднегодовой концентрации (нг/л) пестицидов группы ДДТ в толще вод пролива Босфор Восточный в 2006–2010 гг.

Среднегодовое и максимальное содержание определяемых в водах пролива Босфор Восточный **металлов** не превышало 1 ПДК и находилось в диапазоне: медь 0–1,9 мкг/л, средняя 0,9 мкг/л; железо 0,1–12,0 и 3,0; цинк 1–18 и 5,7; свинец 0–0,8 и 0,1; марганец 0–1,0 и 0,2; кадмий 0–3,8 и 0,7; никель 0–0,9 и 0,3; хром 0–1,5 и 0,3; кобальт в трех пробах отмечен в концентрации 0,1 мкг/л. Концентрация ртути в 26 пробах из 63 обработанных (41%) была больше ПДК, а в 6 пробах, отобранных в бухте Улисс 7 июня и на акватории пролива 7 июля, она была выше 3 ПДК, т.е. уровня Высокого Загрязнения. Максимум достигал 0,49 мкг/л (5 ПДК) дважды – в бухте и в проливе на промежуточном и придонном горизонтах. Среднегодовая концентрация ртути в 2010 г. увеличилась в 1,2 раза и составила 0,12 мкг/л (1,2 ПДК).

Концентрация **биогенных** элементов в водах пролива была в пределах среднеголетних значений. Содержание аммонийного азота изменялась в пределах 45–315 мкг/л, максимум отмечен в начале июля в придонном слое вод у мыса Новосильского. Там же, только у поверхности, была отмечена наибольшая концентрация нитритов (32 мкг/л). Среднегодовая концентрация аммонийного азота (103 мкг/л) и нитритов (2,7 мкг/л) по сравнению с прошлым годом осталась на прежнем уровне; нитратов снизилась в 2,4 раза и составила 19,1 мкг/л; максимум (157,0 мкг/л) был отмечен в ноябре в районе мыса Безымянный в придонном слое. Среднее содержание общего азота снизилось по сравнению с 2009 г. с 744,0 до 642,0 мкг/л; а максимум (2138 мкг/л) был отмечен в централь-

ной узкой части пролива в апреле. Средняя концентрация минерального фосфора снизилась с 20,0 до 11,0 мкг/л, максимум (30,0 мкг/л) был зафиксирован в августе на станции №18 в придонном слое. Среднегодовое содержание общего фосфора снизилось в 1,2 раза до 23 мкг/л, максимум составил 40,0 мкг/л в начале августа в придонных водах. Концентрация кремния изменялась от 31 до 913 мкг/л, а средняя снизилась на 117 мкг/л и составила 276 мкг/л.

Содержание **взвешенных веществ** в водах пролива в среднем составило 8,1 мг/л, диапазон изменений 1,1–20,0 мг/л, наибольшее содержание частиц было отмечено в придонном слое в мае у мыса Безымянный. Среднее за 2010 г. биохимическое потребление кислорода за пять суток (БПК₅) составило 1,20 мгО₂/л, а наибольшая величина (2,27 мгО₂/л) была зарегистрирована в мае у мыса Новосильского. Среднее содержание растворенного в воде **кислорода** составило 9,06 мг/л. В конце лета в июле и августе в придонном и промежуточном слоях воды концентрация кислорода в пяти пробах снижалась ниже норматива (6,0 мг/л), а минимальное значение составило 4,06 мг/л (39,5% насыщения) в придонной воде на западе пролива. В 55,8% проб воды концентрация растворенного кислорода была ниже 100% насыщения. По **ИЗВ** (1,17) качество вод пролива Босфор Восточный соответствовало III классу, «умеренно загрязненные». По сравнению с 2009 г. качество вод улучшилось.

В **донных отложениях** пролива Босфор Восточный содержание нефтяных углеводов в 2010 г. изменялось в пределах 0,47–3,52 мг/г сухого остатка (max – снижение в 1,4 раза), в среднем 1,51 мг/г (в 2005 – 0,12; 2006 – 0,82; 2007 – 2,56, 2008 – 1,78 и 2009 – 2,69 мг/г). Среднегодовое содержание НУ превысило допустимый уровень концентраций (ДК) в 30,1 раза, максимальное – в 70,4 раза. Во всех 10 пробах концентрация НУ в донных отложениях пролива превышала допустимый уровень, хотя в последний год здесь отмечается существенное снижение содержания НУ в осадках. Максимальное значение зафиксировано 10 октября в бухте Улисс. Концентрация фенолов изменялась в диапазоне 3,6–11,7 мкг/г, в среднем 6,8 мкг/г. Максимум отмечен в начале апреля в бухте Улисс. В целом уровень содержания фенолов несколько возрос.

Содержание α -ГХЦГ в пробах донных отложений изменялось в диапазоне 0,0–3,3 нг/г сухого вещества д.о. (в среднем 0,7 нг/г, снижение в 3,7 раз), γ -ГХЦГ – 0,1–16,0 нг/г (320 ДК), в среднем 2,5 нг/г. Столь высокая средняя величина определяется аномальным максимальным значением, зафиксированным 10 октября в бухте Улисс. В остальных 8 пробах д.о. из пролива концентрация линдана не превышала 1,7 нг/л (34 ДК). Средняя концентрация ДДТ, ДДЭ и ДДД составила 9,5; 6,7 и 5,9 нг/г; максимальная 15,0; 11,2 и 15,1 нг/г соответственно. Суммарная концентрация этой группы пестицидов изменялась в интервале 10,8–37,1 нг/г, в среднем составляя 22,2 нг/г (8,9 ДК, снижение в 1,2 раза). В целом содержание ДДТ в осадках увеличилось по сравнению с 2009 г., а его метаболитов существенно уменьшилось.

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях пролива Босфор Восточный составило: медь – в среднем 32,8 мкг/г сухого остатка (максимум 61,0 мкг/г); свинец – в среднем 47,6 мкг/г (100,0); кадмий – 0,3 мкг/г (0,8); кобальт – 3,6 мкг/г (4,8); никель – 11,4 мкг/г (21,0); цинк – 91 мкг/г (164); марга-

нец – 126,4 мкг/г (194,0); хром – 22,3 мкг/г (44,0); ртуть – 0,40 мкг/г (1,06). Среднегодовое содержание меди составило 0,9 ДК, максимальное 1,7 ДК; среднегодовое содержание кадмия, кобальта, свинца, цинка, никеля и хрома не превысило ДК. И максимальная, и средняя концентрация большинства металлов в д.о. снизилась или осталась на уровне 2009 г. Исключение составила ртуть, средняя концентрация которой выросла до 1,3 ДК (увеличение в 1,5 раза), а максимальная до 3,5 ДК (рост значения в 2,9 раз). В донных отложениях пролива Босфор Восточный в 2010 г. содержание железа в донных отложениях снизилось, хотя и оставалось очень высоким: в среднем – 25294 мкг/г (меньше значения 2009 г. в 1,7 раза), максимум составил 41568 мкг/г (в 1,3 раза).

12.6. Амурский залив

В 2010 г. гидрохимические наблюдения за состоянием вод акватории Амурского залива проводились с апреля по октябрь на 9 станциях (рис. 12.6). В период наблюдений концентрация **НУ** в водах залива изменялась в пределах 0,01–0,56 мг/л (11 ПДК). Максимум отмечен в середине июня в придонном слое вод на глубине 13 м на станции №28 в центральной части залива. Среднегодовая концентрация увеличилась в два раза и составила 0,14 мг/л (2,8 ПДК). Превышение или равенство ПДК отмечено в 80 пробах морской воды из 120 (67%). Уровень загрязненности морских вод фенолами изменялся в диапазоне 0,1–3,7 мг/л; максимум был зафиксирован в кутовой части залива на поверхности в конце октября. Превышение ПДК было отмечено в 74 пробах из 120 (62%). Концентрация АПАВ в водах Амурского залива изменялась от 34 до 111 мкг/л. Максимум (1,1 ПДК) был зафиксирован около Владивостока в октябре на поверхности. Превышение ПДК было отмечено в 9,7% проб. Средняя величина составила 68 мкг/л. Среднее содержание АПАВ в морских водах с 2001 г. остается на уровне менее 1 ПДК:



Рис. 12.6. Станции отбора проб в Амурском заливе в 2010 г.

В 2010 г. загрязнение вод Амурского залива хлорорганическими **пестицидами** в основном было невысоким. Среднегодовая концентрация изомеров группы ГХЦГ составила 0,5 нг/л, а суммы ДДТ и его метаболитов ДДЭ и ДДД – 2,3 нг/л. Максимальная концентрация α -ГХЦГ (5,2 нг/л, в 3,3 раза выше прошлогодней) и γ -ГХЦГ (5,6 нг/л, в 2,8 раз выше) была отмечена в августе на станции №16 в прибрежной части вершины залива. Максимум содержания всех форм группы ДДТ снизился в 2–3 раза по сравнению с прошлым годом и составил: ДДД 5,4 нг/л (в апреле), ДДТ 1,5 нг/л, ДДЭ 10,5 нг/л (в августе).

Концентрация тяжелых **металлов** в водах Амурского залива была невысокой относительно прибрежных сильно загрязненных бухт. Содержание меди находилось в пределах 0,0–6,0 мкг/л (максимум 1,2 ПДК, средняя 1,0 мкг/л); кадмия 0,0–6,0 мкг/л (0,6 ПДК, средняя 0,7 мкг/л); никеля 0,0–1,3 мкг/л (0,4 мкг/л); свинца 0,0–0,7 мкг/л (0,2 мкг/л); железа 0,0–64 мкг/л (4,1 мкг/л); цинка 0,0–145 мкг/л (2,9 ПДК в июне вблизи Владивостока, среднегодовая 8,0 мкг/л), марганца 0,0–1,9 мкг/л (0,2 мкг/л); кобальта 0,0–0,1 мкг/л (0,02 мкг/л); хрома 0,0–0,08 мкг/л (0,2 мкг/л) и ртути 0,00–0,49 мкг/л (0,08 мкг/л). Средняя концентрация ртути была ниже норматива, однако за исследуемый период было зарегистрировано 4 случая высокого загрязнения (ВЗ) ртутью. Один раз в апреле (3,3 ПДК) на промежуточном горизонте станции №37 и три раза в июне: на станции №28 на промежуточном и придонном горизонтах (4,9 и 4,5 ПДК), и на станции №3 в промежуточном слое (3,0 ПДК). Всего в Амурском заливе в 36 пробах из 120 (30%) концентрация ртути превышала или равнялась 1 ПДК.

Концентрация аммонийного **азота** в водах Амурского залива изменялась в пределах 41–363 мкг/л. Максимальная величина была выше прошлогодней более, чем в 2 раза и зарегистрирована в конце августа в придонном слое на выходе из залива. Среднегодовое значение было несколько выше прошлогоднего и составило 107 мкг/л. Среднее содержание нитритов (диапазон от 0,2 до 47 мкг/л), нитратов (2,2–225 мкг/л) и общего азота (299–1454 мкг/л) в воде залива составило 1,6 мкг/л (увеличение в 2,4 раза), 16,3 (снижение в 1,5 раза) и 706 мкг/л (уровень прошлого года) соответственно. Содержание фосфатов в водах Амурского залива почти не изменилось по сравнению с 2009 г. и изменялось от 2,4 до 51 мкг/л, максимальная концентрация отмечена в апреле на поверхностном горизонте в кутовой части залива; средняя составила 11,3 мкг/л. Концентрация общего фосфора в Амурском заливе изменялась в диапазоне 5,9–95 мкг/л, максимум отмечен в середине августа на поверхности в глубине залива; среднее содержание фосфатов возросла примерно в 2 раза и составила 25,0 мкг/л. Средняя за период наблюдений концентрация кремния в воде немного снизилась и составила 421 мкг/л, а максимальная (2049 мкг/л) была отмечена 5 сентября на выходе из залива на поверхности.

В 2010 г. концентрация взвешенных веществ в водах Амурского залива изменялась от 0,9 до 25,0 мг/л (максимум в апреле на поверхности в кутовой части залива на мелководной станции №12 в устье реки Раздольная с глубиной 4 м), а среднегодовое значение почти соответствовало прошлогоднему – 7,7 мг/л. Среднее за 2010 г. значение биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) составило 1,24 мгО₂/л; максимальное достигало 4,57 мг/л в августе 12 в устье реки Раздольная. Содержание растворенного **кислорода** в Амурском

заливе изменялось в диапазоне 3,53–12,35 мг/л, среднее составило 8,51 мг/л (94,3% насыщения). С августа по октябрь зарегистрировано 14 случаев содержания ниже норматива 6 мг/л. Абсолютный минимум отмечен в августе и сентябре на станции №16 в вершине залива в придонном слое (3,53 и 3,54 мг/л – около 42% насыщения). За весь период наблюдений в 2010 г. в 53,6% проб насыщение воды кислородом было ниже 100%.

Воды Амурского залива в 2010 г. по расчетному индексу ИЗВ (1,37) соответствовали IV классу и оценивались как «умеренно-загрязненные». Несмотря на относительно небольшое повышение значения индекса по сравнению с предыдущим годом, воды перешли в следующий класс качества. Приоритетными загрязняющими веществами в заливе были нефтяные углеводороды, фенолы и ртуть.

В 2010 г. в пробах **донных отложений** Амурского залива концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах 0,03–1,03 мг/г сухого грунта, составив в среднем 0,23 мг/г. Максимальная концентрация отмечена рядом с г. Владивостоком (ст. №24). Среднегодовое содержание НУ составило 4,6 ДК и снизилось по сравнению с прошлым годом в 1,5 раза. Превышение допустимого уровня отмечено в 85,2% из 27 проанализированных проб. Содержание фенолов изменялось в пределах от 1,5 до 7,6 мкг/г, составив в среднем 3,3 мкг/г. Уровень загрязненности осадков фенолами снизился на треть по сравнению с 2009 г.

Хлорорганические пестициды. Концентрация конгенера α -ГХЦГ в донных отложениях Амурского залива изменялась в диапазоне от аналитического нуля до 1,4 нг/г сухого осадка (среднее 0,3 нг/г); γ -ГХЦГ – 0,0–3,1 нг/г (0,7 нг/г, 14 ДК). Максимум содержания первого ингредиента отмечен 16 августа на ст. №28 в центре залива, а второго – 17 августа на ст. №24 рядом с Владивостоком. В 20 из 28 проанализированных проб содержание линдана было выше ДК, а среднее за год возросло в 2,3 раза, тогда как его конгенера снизилось в 2 раза. Содержание ДДТ было в пределах 0,0–13,5 нг/г (среднее 2,6 нг/г); ДДД – 0,0–9,2 нг/г (2,0 нг/г); ДДЭ – 0,3–8,0 нг/г (3,3 нг/г). Среднегодовая концентрация суммы ДДД, ДДЭ и ДДТ в 1,4 раза превысила допустимый уровень (ДК) и составила 8,0 нг/г. И средние, и максимальные значения всех форм пестицидов группы ДДТ в большей или меньшей степени возросли, особенно ДДД. Высокое содержание пестицидов в донных отложениях было зафиксировано практически на всей акватории залива.

Концентрация **меди** в донных отложениях Амурского залива изменялась в диапазоне 1,3–55,0 мкг/г сухого вещества (в среднем 15,9 мкг/г); свинца – 4,4–44,0 мкг/г (15,3 мкг/г); кадмия – 0,0–1,5 мкг/г (0,4 мкг/г); кобальта – 1,9–10,0 мкг/г (5,6 мкг/г); никеля – 4,9–27,0 мкг/г (14,2 мкг/г); цинка – 15,0–132,0 мкг/г (66,6 мкг/г); марганца – 26–274 мкг/г (125 мкг/г); железа – 6008–70595 мкг/г, (27966 мкг/г); хрома – 2,3–34,0 мкг/г (21,1 мкг/г) и ртути – 0,01–0,34 мкг/г (0,11 мкг/г). И максимальная, и средняя концентрация большинства металлов осталась на уровне прошлого года с незначительными в целом изменениями. Средняя за период наблюдений концентрация всех металлов не превышала ДК, а максимум составил 1,6 ДК для меди; 1,9 ДК для кадмия и 1,1 ДК для ртути. Уровень содержания железа и марганца в донных отложениях практически не изменился.

12.7. Уссурийский залив

В 2010 г. наблюдения за гидрохимическим состоянием и уровнем загрязнения вод Уссурийского залива проводились в июне на 9 станциях ГСН (рис. 12.7). В отличие от предыдущего года среднегодовая концентрация **нефтяных углеводородов** в воде Уссурийского залива снизилась до 0,08 мг/л; диапазон изменений от значений ниже предела обнаружения до 0,99 мг/л (19,8 ПДК). Максимальная концентрация была зафиксирована в юго-западной части залива в поверхностном слое вод 17 апреля в период таяния снега; в это время среднесуточная концентрация НУ составила 4 ПДК. В 37,5% проб содержание НУ равнялось или превышало 1 ПДК, а выше трех и более раз была в 12,5% случаев. По визуальным наблюдениям случаев значительного покрытия (50–100%) видимой поверхности воды Уссурийского залива пятнами нефтепродуктов не наблюдалось.

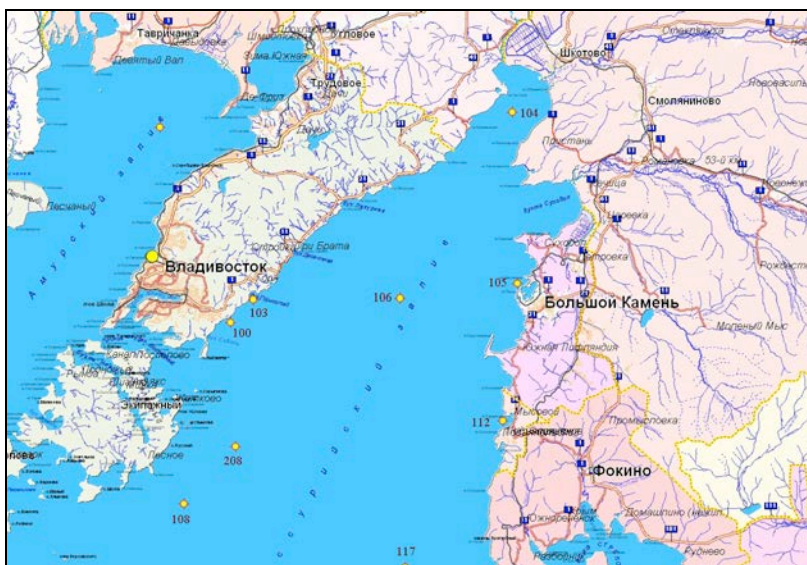


Рис. 12.7. Станции отбора проб в Уссурийском заливе в 2010 г.

Концентрация **фенолов** в воде залива изменялась от аналитического нуля до 2,8 мкг/л и соответствовала уровню прошлого года, средняя равнялась 1,1 мкг/л. Максимальная была зафиксирована на глубине 10 м в южной части залива в середине июля. Превышение ПДК зафиксировано в 51,4% проб. Уровень загрязненности вод залива АПАВ остался неизменным; минимальная концентрация составила 20 мкг/л, средняя 58 мкг/л (0,6 ПДК); максимальная концентрация (121 мкг/л) была отмечена в сентябре в прибрежной зоне залива в районе пос. Большой Камень. Превышение ПДК зафиксировано в 6,9% проб.

Минимальные значения всех форм хлорорганических **пестицидов** были ниже предела обнаружения, а средние и максимальные составили: α -ГХЦГ 0,4 и 8,9 нг/л (на южной границе залива в поверхностном слое в апреле, увеличение по сравнению с прошлым годом на 2,0 мкг/л); γ -ГХЦГ 0,9 и 5,4 нг/л (увеличение в 2,1 раза, в июне в поверхностном слое в районе Владивостока); ДДТ 1,4 и 3,7 нг/л; ДДЭ 5,8 и 26,7 нг/л (увеличение по сравнению с прошлогодними значениями в 8,3 и 2 раза

соответственно) и ДДД 2,5 и 17,1 нг/л (увеличение в 1,6 и 1,1 раза). Суммарное содержание ДДТ и его метаболитов изменялось в диапазоне 1,4–29,8 нг/л, в среднем 9,7 нг/л. Максимум достигал 3 ПДК и был отмечен у восточного берега залива на ст. №112 в середине июля на глубине 10 м. В целом уровень загрязнения вод залива пестицидами существенно повысился по сравнению с 2009 г.

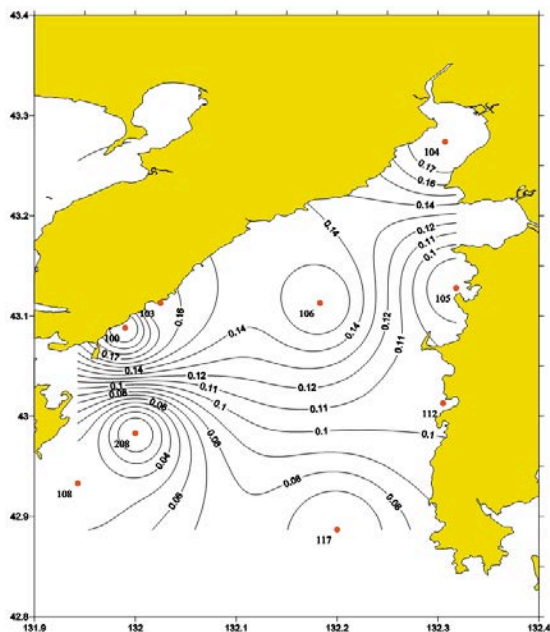


Рис. 12.8. Распределение растворенной в воде ртути (мкг/л) на акватории Уссурийского залива в апреле 2010 г.

В 2010 г. концентрация тяжелых металлов в водах Уссурийского залива была существенно ниже, чем в большинстве других прибрежных районов залива Петра Великого. Минимальная концентрация всех определяемых металлов была ниже предела обнаружения.

Средние и максимальные значения составили: меди 1,0 и 2,2 мкг/л; кадмия 1,6 и 10,0 мкг/л (1 ПДК); никеля 0,3 и 1,7 мкг/л; свинца 0,1–1,3 мкг/л; железа 3,3 и 39 мкг/л; цинка 15,0 и 378,0 мкг/л (7,6 ПДК, максимальная концентрация цинка

зафиксирована в сентябре на станции №112 в промежуточном слое на глубине 10 м; второе по величине значение было существенно меньше и составило 89 мкг/л, а остальные были меньше 1 ПДК), марганца 0,1 и 0,9 мкг/л; кобальта 0,1 и 6,4 мкг/л (1,3 ПДК, в конце сентября у берега на востоке залива у пос. Мысовой); хрома 0,2 и 1,7 мкг/л. Диапазон значений концентрации ртути в воде – 0,06–0,33 мкг/л (3,3 ПДК, уровень ВЗ, отмечено на промежуточном горизонте на станции №100 в прибрежной зоне вблизи г. Владивостока, рис. 12.8). В 16 пробах из 72 проанализированных содержание ртути равнялось или превышало 1 ПДК. Средняя концентрация ртути за год возросла с 0,04 до 0,06 мкг/л.

Содержание биогенных элементов в водах Уссурийского залива в целом было в пределах естественной многолетней изменчивости. Средняя за год концентрация аммонийного азота снова незначительно понизилась и составила 94 мкг/л; значения изменялись в пределах 52–199 мкг/л, максимальная отмечена в июле у дна на выходе из залива (ст. №117). Среднее содержание нитритов (диапазон от 0,2 до 15,0 мкг/л, тах в сентябре на выходе из залива в промежуточном слое), нитратов (1,6–164 мкг/л, сентябрь, ст. №108, придонный горизонт), органического азота (198–1333 мкг/г, июль, ст. №208, промежуточный слой) и общего азота (305–1489 мкг/л, максимумы общего и органического азота совпадают) в воде залива составило 2,9 мкг/л (больше прошлогоднего в 2,2 ра-

за); 18,4 мкг/л (снижение в 3,1 раза); 377 мкг/л и 491 мкг/л (меньше в 1,5 раза) соответственно. Содержание фосфатов в водах Амурского залива изменялось от 2,5 до 28 мкг/л (июль, ст. №108, придонный слой); средняя концентрация минерального фосфора снизилась в 1,6 раза до 9,9 мкг/л. Среднегодовая концентрация органического и общего фосфора составила 5,4 и 15 мкг/л (снижение в 2 раза); диапазон 2,0–12 мкг/л и 9,4–33 мкг/л (июль, придонный горизонт на глубине 57 м, ст. №108) соответственно. Средняя за период наблюдений концентрация кремния в воде составила 177 мкг/л (снижение в 1,8 раз), диапазон изменений 24–932 мкг/л.

Концентрация взвешенных веществ в водах залива изменялась от 0,9 до 11,5 мг/л, максимум отмечен 12 июля в поверхностном слое вод у Большого Камня. Среднее содержание взвеси в воде залива (7,5 мг/л) снизилось в 1,5 раза по сравнению с 2009 г. Среднее за 2010 г. значение биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) составило 0,99 мг/л; максимум составил 1,79 мг/л и был зарегистрирован в апреле на станции №104 в кутовой части залива. Среднегодовое содержание растворенного **кислорода** в воде Уссурийского залива практически соответствовало прошлогоднему и составило 9,47 мг/л. Минимальное значение (5,32 мг/л, 55,1% насыщения) зарегистрировано в июле на ст. №208 южнее Владивостока на поверхностном горизонте. Качество вод Уссурийского залива в 2010 г. по **ИЗВ** (0,98) соответствовало III классу, "умеренно-загрязненные". По сравнению с предыдущим годом качество вод значительно улучшилось, хотя наиболее приоритетными загрязняющими веществами остаются нефтяные углеводороды, фенолы, детергенты и ртуть.

Содержание НУ в пробах **донных отложений** Уссурийского залива в апреле, июле и сентябре изменялось от 0,02 до 0,30 мг/г сухого остатка, в среднем 0,09 мг/г. Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов в 2010 г. превысило допустимый уровень в 1,8 раза. Превышение допустимого уровня концентрации отмечалось в 18 из 27 (66,6%) проб донных отложений. Максимум отмечен 12 июля в центральной части залива на глубине 42 м. Содержание фенолов в пробах донных отложений изменялось в пределах 1,0–5,1 мкг/г, в среднем 2,3 мкг/г. По сравнению с 2009 г. отмечено снижение среднего содержания фенолов в донных отложениях в 1,5 раза. Максимальное значение зарегистрировано 17 апреля на ст. №208.

В 27 обработанных пробах д.о. залива концентрация α -ГХЦГ изменялась в диапазоне от аналитического нуля до 2,8 нг/г сухого осадка (среднее 0,6 нг/г); γ -ГХЦГ – 0,0–2,9 нг/г (0,7 нг/г). Уровень загрязненности донных отложений Уссурийского залива α -ГХЦГ практически не изменился по сравнению с 2009 г., тогда как среднегодовое содержание линдана повысилось в 1,4 раза. Содержание ДДТ было в пределах 0,2–2,9 нг/г (среднее 0,9 нг/г); ДДД – 0,0–14,7 нг/г (1,6 нг/г); ДДЭ – 0,1–18,0 нг/г (2,5 нг/г). И средняя, и максимальная концентрация ДДТ существенно снизилась по сравнению с уровнем прошлого года, а вот максимальные значения его изомеров резко увеличились в 2,2 и 2,9 раз (ДДД у Большого Камня 12 июля, ДДЕ у Владивостока 18 апреля), что привело и к росту средних величин. Суммарная средняя концентрация ХОП группы ДДТ превысила ДК в 2 раза и составила 5,0 нг/г, практически не изменившись по сравнению с 2009 г.

Концентрация меди в донных отложениях Уссурийского залива в 2010 г. изменялась в диапазоне 2,2–34,0 мкг/г сухого вещества (в среднем 9,4 мкг/г); свинца – 2,5–50,0 мкг/г (15,8 мкг/г); кадмия – 0,0–0,4 мкг/г (0,1 мкг/г); кобальта – 0,0–9,9 мкг/г (3,4 мкг/г); никеля – 0,0–14,0 мкг/г (5,4 мкг/г); цинка – 2,1–71,0 мкг/г (30,9 мкг/г); марганца – 26–186 мкг/г (73 мкг/г); железа – 2693–32115 мкг/г (15927 мкг/г); хрома – 0,0–24,0 мкг/г (12,2 мкг/г) и ртути – 0,0–0,21 мкг/г (0,06 мкг/г). И границы наблюдаемых значений, и среднегодовые величины меди, свинца, никеля, цинка и марганца остались практически на уровне 2009 г. Снизилось среднее содержание кадмия (в 5 раз), хрома (1,3 раза) и железа (1,4 раза), а кобальта и ртути выросло в 1,8 и 2,0 раза соответственно. Максимальные значения концентрации всех металлов в д.о. залива не достигали допустимого уровня.

12.8. Залив Находка

В 2010 г. наблюдения за состоянием вод залива Находка проводились с мая по сентябрь на 10 станциях (рис. 12.9).

Содержание **НУ** в водах залива в период наблюдений изменялась от аналитического нуля до 0,20 мг/л (4,0 ПДК, сентябрь, промежуточный слой вод у бухты Новицкого) и составила в среднем 0,028 мг/л, что в 4,6 раза меньше прошлогодней величины. Превышение ПДК наблюдалось в 11,8% проб из 67 проанализированных. По визуальным наблюдениям случаев значительного покрытия нефтяной пленкой водной поверхности (50–100%) не наблюдалось. Концентрация фенолов изменялась в пределах 0,0–3,0 мкг/л; максимальная (3,0 ПДК) зарегистрирована в июле в бухте Находка. Среднегодовая величина (1,1 мкг/л) осталась на уровне 2009 г. Содержание АПАВ также соответствовало прошлогодним значениям: 15–90 мкг/л, средняя 39 мкг/л (0,4 ПДК).



Рис. 12.9. Станции отбора проб в заливе Находка в 2010 г.

В 2010 г. в водах залива Находка существенно возросло содержание хлорорганических **пестицидов**. Было зарегистрировано 7 случаев высокого загрязнения суммарным содержанием группы ДДТ. Все случаи ВЗ зарегистрированы в июле: в районе бухты Козьмино (3,9 ПДК), у бухты Новицкого (4,8–4,9 ПДК в поверхностном и придонном слоях), в районе острова Лисий (3,4 и 4,3 ПДК), на ст. №152 в районе дампинга (3,8 и 4,7 ПДК в обоих слоях). Минимальные значения ДДД и изомеров ГХЦГ были ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа, а средние и максимальные составили α -ГХЦГ 0,2 и 4,7 нг/л; γ -ГХЦГ 1,2 и 14,5 нг/л; ДДТ 4,2 и 28,5 нг/л, превышение ПДК отмечено в 11 пробах из 78; ДДЭ 4,3 и 29,0 и ДДД 2,5 и 33,8 нг/л, выше ПДК в 4 пробах. Среднегодовая концентрация суммарного содержания ДДТ и его метаболитов возросла в 4,9 раза, она достигла уровня ПДК и составила 10,7 нг/л. Суммарное содержание изомеров группы ГХЦГ также возросло до 1,3 нг/л, оно превысило показатель 2009 г. в 3,3 раза. Максимальная концентрация суммы α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ превысила ПДК в 1,5 раз в середине июля в придонном слое у бухты Новицкого.

Уровень загрязненности вод залива Находка тяжелыми **металлами** в 2010 г. был невысоким относительно ряда других контролируемых районов Японского моря. Минимальная концентрация была ниже предела обнаружения для кобальта, никеля и цинка. Средние и максимальные величины составили 0,1 и 0,3 мкг/л для Pb, 0,8 и 1,5 Cu, 0,0 и 0, 1 Co, 0,3 и 1,4 Cd, 0,3 и 0,8 Ni, 8,5 и 78,0 (1,6 ПДК, май, ст. №18) Zn, 5,7 и 121,0 (2,4 ПДК, сентябрь, ст. №12) Fe, 0,7 и 9,1 Cr, 0,1 и 1,2 Mn соответственно. Существенно иная ситуация сложилась с растворенной в воде ртутью. Среднегодовая концентрация ртути в 2010 г. увеличилась до 0,17 мкг/л (1,7 ПДК), диапазон изменений 0,00–1,42 мкг/л. В 46 пробах из 105 (43,8%) содержание ртути равнялось или превышало ПДК. За весенне-осенний период наблюдений зарегистрировано 8 случаев экстремально высокого загрязнения и 16 случаев высокого загрязнения ртутью. В ходе наблюдений по программе мониторинга 30 мая 2010 г. было зарегистрировано 6 случаев ВЗ и 6 – ЭВЗ: диапазон значений 3,3–14,2 ПДК, средняя величина 0,40 мкг/л. В связи со сложившейся ситуацией, лабораторией мониторинга загрязнения морских вод в присутствии инспектора отдела по надзору на море департамента Росприроднадзора 9 июня был произведен дополнительный отбор проб в заливе Находка. В результате анализа проб было зарегистрировано 8 случаев ВЗ и два случая ЭВЗ с диапазоном значений 3,1–6,2 ПДК, средняя величина 0,21 мкг/л. Месяцем позже 19 июля только в двух пробах содержание ртути достигало 0,1 мкг/л (1 ПДК), среднее значение 0,04 мкг/л. Еще двумя месяцами позже 22 сентября также в двух пробах уровень содержания растворенной ртути был выше ПДК – 0,14 мкг/л в придонном слое на глубине 31 м на ст. №15 напротив о. Лисий и 0,11 мкг/л также в придонном слое на глубине 5 м у м. Сестринский; средняя в этот период составила 0,02 мкг/л.

Концентрация аммонийного и нитритного **азота** в водах залива изменялась от 26 до 261 мкг/л (максимум выше прошлогоднего в 1,8 раз), и 0,2–25,0 мкг/л (выше прошлогоднего в 7 раз); средняя составила 90 и 3,0 мкг/л соответственно. Содержание нитратов варьировало в пробах от 0,5 до 92,0 мкг/л (средняя 16,0 мкг/л), за исключением максимального значения 265 мкг/л (выше прошлогоднего в 1,7 раза). Среднегодовая концентрация органического азота составила

380 мкг/л; наблюдаемый диапазон концентрации в пробах 198–596 мкг/л; для общего азота значения составили 272–797 мкг/л и 484 мкг/л (уменьшение в 1,3 раза по сравнению с 2009 г.). Все максимальные значения форм минерального и общего азота были зафиксированы 19 июля в поверхностном слое вод в кутовой части бухты Находка.

Средняя концентрация фосфатов в 2010 г. составила 14,0 мкг/л; диапазон 4,6–35,0 мкг/л, максимальное значение выше прошлогоднего в 15,9 раз. Все 22 пробы из 91, в которых содержание фосфатов превышало 20 мкг/л, были отобраны 19 июля и 22 сентября. Хотя наибольшие значения обычно приурочены к водам в глубине бухты Находка, однако повышенные величины были отмечены по всей акватории залива. Среднегодовая концентрация органического фосфора составила 6,7 мкг/л; диапазон 2,0–63,0 мкг/л. Содержание общего фосфора в водах залива Находка изменялось от 12 до 94 мкг/л, а среднегодовая концентрация по сравнению с прошлым годом возросла до 21 мкг/л. Среднегодовая концентрация кремния составила 359 мкг/л, а значения варьировали от 15 до 2686 мкг/л (2,7 ПДК). Значения выше ПДК были зафиксированы в 6 пробах, отобранных в мае и июле по всей акватории залива, а максимум был отмечен в поверхностном слое 19 июля в куту бухты Находка.

Среднее за период наблюдений содержание взвешенных веществ в водах залива составило 7,1 мг/л (в 1,2 раза ниже прошлогоднего), а максимальное значение (12,7 мг/л) отмечено в придонном слое вод у бухты Новицкого в конце сентября. Средний уровень биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК₅) в 2010 г. составил 0,82 мг/л. Максимальное значение (2,62 мг/л) было зарегистрировано в сентябре на станции №1 в глубине бухты Находка и превысило ПДК в 1,1 раза. Среднее в 2010 г. содержание растворенного в воде **кислорода** составило 9,14 мг/л (103,5% насыщения). Минимальная концентрация (5,70 мг/л, 69,8% насыщения) зарегистрирована в июле на станции №1 в бухте Находка в воде с максимальными значениями биогенных элементов.

По шкале расчетного индекса ИЗВ (1,02) качество вод в заливе Находка в период наблюдений в 2010 г. немного улучшилось, но в целом осталось на прежнем уровне III класса, "умеренно загрязненные". Приоритетными ЗВ остаются нефтяные углеводороды, фенолы и ртуть, однако уровень загрязнения детергентами и отдельными металлами в отдельных съемках также был повышенным (табл. 12.3).

В отобранных в мае, июле и сентябре 2010 г. 35 пробах **донных отложений** залива Находка, включая бухты Находка, Врангеля и Козьмино, содержание нефтяных углеводородов варьировало от 0,01 до 1,74 мг/г сухого грунта (34,8 ДК), в среднем 0,25 мг/г (5 ДК). Превышение допустимого уровня концентраций отмечалось в 28 пробах донных отложений (80,0%). Из 5 зафиксированных значений НУ более 0,50 мг/г четыре приходятся на съемки в мае и сентябре в бухте Находка на станциях с глубинами 8–10 м. В целом за период наблюдений средняя величина НУ в бухте Находка составила 0,93 мг/г (18,6 ДК), б. Врангеля и Козьмино 0,07 мг/г, а в открытой части залива 0,11 мг/г. Содержание фенолов в пробах д.о. изменялось в пределах 0,5–3,7 мкг/г, в среднем 1,83 мкг/г. Два наиболее высоких значения (3,7 и 3,0 мкг/г) были зафиксированы в бухте Находка 30 мая и 19 июля.

Хлорорганические пестициды присутствовали во всех отобранных пробах донных отложений. Концентрация α -ГХЦГ изменялась в диапазоне от аналитического нуля до 3,9 нг/г сухого осадка (среднее 0,66 нг/г); γ -ГХЦГ – 0,0–7,9 нг/г (1,47 нг/г). В отличие от нефтяных углеводородов пестициды содержатся в намного большем количестве в открытой части залива (в среднем 0,73 нг/г), чем в бухте Находка (0,08 нг/г). Также очень высокие значения отмечены в бухте Врангеля (2,1 нг/г) и Козьмино (3,2 нг/г). Аналогичная ситуация с распределением линдана – наименьшая средняя концентрация в бухте Находка (0,55 нг/г), больше в бухтах Врангеля (1,00 нг/г) и Козьмино (0,70 нг/г), наибольшая в центральной части залива Находка (1,82 нг/г). Содержание ДДТ было в пределах 0,4–35,4 нг/г (среднее 3,3 нг/г); ДДД – 0,0–16,7 нг/г (2,5 нг/г); ДДЭ – 0,1–25,5 нг/г (5,8 нг/г). Суммарная средняя концентрация ХОП группы ДДТ превысила ДК в 4,6 раза и составила 11,6 нг/г. В противоположность пестицидам группы ГХЦГ метаболиты ДДТ были в наибольшей степени представлены в донных отложениях бухты Находка (средняя суммы 34,2 нг/г, 13,7 ДК), в бухтах Врангеля и Козьмино – 6,3 и 6,2 нг/г, в открытой части залива – 7,0 нг/г. Максимум суммы ДДТ и его метаболитов достигал 68,7 нг/г (27,5 ДК) в середине июля 2010 г. в средней части бухты Находка.

Концентрация меди в донных отложениях залива Находка в 2010 г. изменялась в диапазоне 2,3–227,0 мкг/г сухого вещества (в среднем 28,4 мкг/г); свинца – 4,1–119,0 мкг/г (20,5 мкг/г); кадмия – 0,0–1,0 мкг/г (0,1 мкг/г); кобальта – 0,0–9,1 мкг/г (4,4 мкг/г); никеля – 0,0–16,0 мкг/г (8,5 мкг/г); цинка – 20,0–373,0 мкг/г (80,9 мкг/г); марганца – 54–225 мкг/г (134 мкг/г); железа – 9478–62293 мкг/г (27136 мкг/г); хрома – 2,2–26,0 мкг/г (13,0 мкг/г) и ртути – 0,01–0,31 мкг/г (0,09 мкг/г). Средняя величина содержания в донных отложениях залива всех определяемых металлов не превышала допустимого уровня. Максимальное значение концентрации меди достигало 6,5 ДК (ст. №14 в центральной части залива, глубина 37 м), свинца 1,4 ДК, ртути 1,0 ДК, цинка 2,7 ДК (все – бухта Находка) и кадмия 1,3 ДК (в бухте Находка и у мыса Козьмина).

12.9. 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.

Среднегодовое содержание **НУ** в водах на рейде Александровска по сравнению с 2009 г. незначительно снизилось с 1 до 0,8 ПДК, максимум был отмечен в июле и составил 4 ПДК (табл. 12.2). Среднегодовое содержание фенолов повысилось по сравнению с прошлым годом с 0,9 до 2 ПДК. Максимальная (6 ПДК) концентрация фенолов в морских водах в 2010 г. была зафиксирована в июне. Уровень загрязненности морских вод АПАВ не изменился по сравнению с предыдущими годами и в среднем составил 0,1 ПДК, максимальная концентрация зафиксирована в октябре – 0,4 ПДК.

В водах Татарского пролива в 2010 г. среднее содержание **металлов** цинка, кадмия и свинца было ниже ПДК: 0,2; <0,1 и 0,15 ПДК соответственно. Было отмечено повышенное содержание меди, среднее содержание составило

1,0 ПДК. Максимальная концентрация составила: медь 2,3 ПДК; цинк 0,6 ПДК; кадмий 0,1 ПДК; свинец 1,0 ПДК. По сравнению с 2009 г. отмечается некоторое снижение уровня загрязненности морских вод медью и цинком, и незначительное повышение среднегодового содержания свинца.

Уровень загрязненности морских прибрежных вод аммонийным азотом не изменился по сравнению с 2007–2009 гг. и не превысил 0,1 ПДК.

Кислородный режим в водах пролива в целом соответствовал естественному сезонному ходу: диапазон изменчивости составил 7,60–12,26 мг/л; в среднем 9,57 мг/л. Среднемесячная концентрация растворенного кислорода изменялась в пределах 7,92–11,64 мг/л. Самые низкие показатели отмечались в августе–сентябре, когда температура воды была наибольшей. По значению индекса ИЗВ (1,09) воды Татарского пролива соответствовали III классу качества («умеренно загрязненные») и немного превысили прошлогодний уровень.

В **донных отложениях** прибрежной зоны Татарского пролива содержание нефтяных углеводородов было относительно невысоким; диапазон изменчивости составил от менее 5 до 112 мкг/г сухого грунта (максимум в 2 раза больше прошлогоднего уровня), среднегодовая величина составила 21 мкг/г (увеличение в 1,2 раза). Концентрация фенолов изменялась от менее 0,3 до 50 мкг/г, средняя 40 мкг/г. Содержание металлов также было относительно невысоким и изменялось в пределах: медь 0,4–4,9 мкг/г (средняя 2,1 мкг/г, 0,4 ПДК); цинк 1,6–14,0 мкг/г (4,2 мкг/г); кадмий <0,01–0,81 мкг/г (0,20 мкг/г); свинец 0,7–6,9 мкг/г (3,4 мкг/г). По сравнению с 2009 г. концентрация кадмия и свинца в донных отложениях Татарского пролива повысилась, а содержание меди и цинка снизилось.

Таблица 12.2. Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах залива Петра Великого Японского моря в 2008–2010 гг.

Район	Ингредиент	2008 г.		2009 г.		2010 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Амурский залив	НУ	0,20	4	0,07	1,4	0,14	2,8
		2,39	48	0,35	7	0,56	11
	Фенолы	2,0	2,0	1,4	1,4	1,2	1,2
		6,6	7	3,1	3	3,7	4
	АПАВ	63	0,6	62	0,6	68	0,7
		127	1,2	125	1,3	111	1,1
	Аммонийный азот	169,0	<0,1	91,0	<0,1	106,9	<0,1
		377,0	0,1	152,0	<0,1	363,0	0,1
	Медь	1,2	0,2	0,8	0,2	1,0	0,2
		4,6	0,9	9,9	2,0	6,0	1,2
	Железо	4,4	<0,1	3,8	<0,1	4,0	<0,1
		30,0	0,6	17,0	0,3	64,0	1,3
	Цинк	8,9	0,2	11,0	0,2	8,0	0,2
		77,0	1,5	32,0	0,6	145,0	3,0
	Свинец	<0,1	<0,1	0,0	<0,1	0,2	<0,1
		1,9	0,2	1,1	0,1	0,7	<0,1
	Марганец	0,5	<0,1	0,1	<0,1	0,2	<0,1
		9,2	0,2	0,6	<0,1	1,9	<0,1
	Кадмий	0,8	<0,1	0,2	<0,1	0,7	<0,1
		12,0	1,2	1,3	0,1	6,0	0,6

	Ртуть	0,03 0,10	0,3 1,0	0,09 0,42	0,9 4	0,08 0,49	0,8 5
	ДДТ	1,9 31,3	0,2 3	0,7 4,6	<0,1 0,5	0,6 1,6	<0,1 0,2
	ДДЭ	3,1 16,1	0,3 1,6	1,5 12,4	0,15 1,2	0,9 10,5	<0,1 1,1
	ДДД	0,5 7,5	<0,1 0,8	0,6 15,4	<0,1 1,5	0,8 5,4	<0,1 0,5
	α -ГХЦГ	0,3 1,0	<0,1 0,1	0,3 1,6	<0,1 0,2	0,3 5,2	<0,1 0,5
	γ -ГХЦГ	10,6 83,4	1,1 8	0,2 2,0	<0,1 0,2	0,3 5,6	<0,1 0,6
	Кислород	8,43 3,76		8,06 3,46		8,64 3,53	
бухта Золотой Рог	НУ	0,42	8	0,17	3,4	0,09	1,8
		1,34	27	1,67	33	0,40	8,0
	Фенолы	3	3	1,7	1,7	2,8	2,8
		9	9	9,3	9	11	11
	АПАВ	93,0	0,9	112,0	1,1	82	0,8
		226,0	2,2	186,0	1,9	144	1,4
	Аммонийный азот	346,0	0,1	264,0	<0,1	203,1	<0,1
		1685,0	0,6	1078,0	0,4	1154,0	0,4
	Медь	1,8	0,4	1,0	0,2	1,5	0,3
		19,0	4	4,1	0,8	13,0	2,6
	Железо	5,3	0,1	16,0	0,3	6,4	0,13
		51,0	1,0	580,0	12	80,0	1,6
	Цинк	8,7	0,2	15,0	0,3	8,8	0,2
		126,0	2,5	83,0	1,7	138,0	2,8
	Свинец	<0,1	<0,1	0,3	<0,1	0,1	<0,1
		1,7	0,2	2,3	0,2	2,2	0,2
	Марганец	0,4	<0,1	0,2	<0,1	0,4	<0,1
		2,3	<0,1	1,6	<0,1	18,0	0,4
	Кадмий	1,9	0,2	1,1	0,1	0,9	1,0
		10,0	1,0	19,0	1,9	20,0	2,0
	Ртуть	0,03	0,3	0,04	0,4	0,11	1,1
		0,07	0,7	0,32	3,2	0,49	4,9
	ДДТ	1,1	0,1	1,1	0,1	1,5	0,2
		3,0	0,3	4,0	0,4	5,0	0,5
	ДДЭ	2,8	0,3	1,1	0,1	2,1	0,2
		8,4	0,8	9,3	0,9	28,1	2,8
	ДДД	0,5	<0,1	0,9	<0,1	1,4	0,1
		1,1	0,1	7,8	0,8	24,0	2,4
	α -ГХЦГ	5,3	0,5	0,2	<0,1	0,1	<0,1
		20,2	2	1,3	0,1	1,9	0,2
	γ -ГХЦГ	0,0		0,6	<0,1	0,7	<0,1
		0,2	<0,1	10,5	1,1	4,4	0,4
	Взвешенные вещества			25,5		11,3	
				782,7		30,5	
	Кислород	8,60		8,18		8,55	
		3,12	0,5	2,39	0,4	3,69	0,6
пролив	НУ	0,39	8	0,18	4	0,08	1,6
		5,98	120	2,46	49	0,55	11

Босфор Восточный	Фенолы	2	2,0	1	1,0	1,2	1,2
		7	7	5,9	6	2,9	3,0
	АПАВ	63	0,6	66	0,7	72	0,7
		162	1,6	112	1,1	181	1,8
	Аммонийный азот	206	<0,1	115	<0,1	104	<0,1
		376	0,1	204	<0,1	315	0,1
	Медь	1,2	0,2	1,1	0,2	0,9	0,2
		2,7	0,5	6,2	1,2	1,9	0,4
	Железо	6,4	0,1	12,0	0,2	3,0	<0,1
		86,0	1,7	55,0	1,1	12,0	0,2
	Цинк	10,0	0,2	27,0	0,5	5,7	0,1
		98,0	1,96	265,0	5	18,0	0,4
	Свинец	0,4	<0,1	0,5	<0,1	0,1	<0,1
		6,4	0,6	7,1	0,7	0,8	<0,1
	Марганец	0,4	<0,1	0,2	<0,1	0,2	<0,1
		3,2	<0,1	2,7	<0,1	1,0	<0,1
	Кадмий	1,8	0,2	1,3	0,1	0,7	<0,1
		49,0	5	13,0	1,3	3,8	0,4
	Ртуть	0,03	0,3	0,06	0,6	0,12	1,2
		0,09	0,9	0,20	2,0	0,49	4,9
	ДДТ	2,4	0,2	1,0	0,1	1,9	0,2
		19,4	1,9	2,8	0,3	24,1	2,4
	ДДЭ	1,3	0,1	2,2	0,2	4,0	0,4
		10,7	1,1	21,1	2,1	23,0	2,3
	ДДД	0,4	<0,1	2,5	0,3	0,5	<0,1
		1,9	0,2	17,7	1,8	2,2	0,2
	α -ГХЦГ	2,0	0,2	0,2	<0,1	0,1	<0,1
		13,9	1,4	1,0	0,1	1,1	0,1
	γ -ГХЦГ	0,2	<0,1	0,2	<0,1	0,5	<0,1
		1,5	0,2	1,9	0,2	2,3	0,2
	Кислород	8,94		8,43		9,06	
		3,36	0,6	5,36	0,9	4,06	0,7
бухта Диомид	НУ	0,40	8	0,12	2,4	0,09	1,8
		1,31	26	0,28	6	0,27	5
	Фенолы	1,9	1,9	1,8	1,8	1,1	1,1
		4,5	5	6,0	6	1,8	1,8
	АПАВ	101,0	1,0	132,0	1,3	83,0	0,8
		118,0	1,2	169,0	1,7	114,0	1,1
	Аммонийный азот	275,0	<0,1	311,0	0,1	181,0	<0,1
		379,0	0,1	1051,0	0,4	362,0	0,1
	Медь	2,4	0,4	1,2	0,2	1,3	0,3
		5,8	1,2	3,4	0,7	2,8	0,6
	Железо	8,8	0,2	7,4	0,1	3,6	<0,1
		34,0	0,7	12,0	0,2	8,6	0,2
	Цинк	27,0	0,5	16,0	0,3	7,6	0,2
		107	2,1	51,0	1,0	24,0	0,5
	Свинец	0,3	<0,1	0,1	<0,1	0,06	<0,1
		1,3	0,1	1,2	0,1	0,1	<0,1
	Марганец	0,3	<0,1	0,1	<0,1	0,4	<0,1
		1,1	<0,1	0,5	<0,1	1,7	<0,1
	Кадмий	0,6	<0,1	3,0	0,3	0,5	<0,1
		2,0	0,2	24,0	2,4	2,9	0,3
	Ртуть	0,04	0,4	0,10	1,0	0,12	1,2
		0,08	0,8	0,41	4	0,35	4

	ДДТ	1,4 1,9	0,1 0,2	0,6 1,1	<0,1 0,1	0,9 1,9	<0,1 0,2
	ДДЭ	1,5 1,5	0,2 0,2	0,6 1,2	<0,1 0,1	0,6 0,9	<0,1 <0,1
	ДДД	0,4 0,7	<0,1 <0,1	1,6 7,8	0,2 0,8	0,2 1,1	<0,1 0,1
	α-ГХЦГ	7,0 14,0	0,7 1,4	0,2 0,3	<0,1 <0,1	0,1 0,8	<0,1 <0,1
	γ-ГХЦГ	0,0 0,0		0,9 4,5	<0,1 0,5	0,7 2,9	<0,1 0,3
	Кислород	9,60 5,84		8,93 7,33		9,30 7,06	
Уссурийский залив	НУ	0,20 1,12	4 22	0,24 0,64	5 13	0,08 0,99	1,6 20
		Фенолы	1,6 4,4	1,6 4	1,0 2,8	1,0 3	1,1 2,8
	АПАВ	48,0 84,0	0,5 0,8	55,0 79,0	0,6 0,8	58,1 121,0	0,6 1,2
	Аммонийный азот	170,0 350,0	<0,1 0,1	107,0 246,0	<0,1 <0,1	94,3 199,0	<0,1 <0,1
	Медь	1,5 5,0	0,3 1,0	0,9 2,7	0,2 0,5	1,0 2,2	0,2 0,4
	Железо	7,9 134,0	0,2 2,7	4,2 37,0	<0,1 0,7	3,1 39,0	<0,1 0,8
	Цинк	18,0 115,0	0,4 2,3	13,0 85,0	0,3 1,7	16,7 378,0	0,3 8
	Свинец	0,5 3,9	<0,1 0,4	0,0 1,1		0,1 1,3	<0,1 0,1
	Марганец	0,1 1,0	<0,1 <0,1	0,0 1,1		0,1 0,9	<0,1 <0,1
	Кадмий	2,0 48,0	0,2 5	0,2 2,0	<0,1 0,2	1,6 10,0	0,2 1,0
	Ртуть	0,03 0,07	0,3 0,7	0,04 0,21	0,4 2,1	0,06 0,33	0,6 3,3
	ДДТ	12,4 497,8	1,2 50	1,0 9,7	0,1 1,0	1,4 3,7	0,1 0,4
	ДДЭ	1,3 22,7	0,1 2,3	0,7 13,4	<0,1 1,3	6,0 26,7	0,6 2,7
	ДДД	0,8 19,7	<0,1 2,0	1,1 15,3	0,1 1,5	2,5 17,1	0,3 1,7
	α-ГХЦГ	0,2 1,9	<0,1 0,2	0,2 6,2	<0,1 0,6	0,4 8,9	<0,1 0,9
	γ-ГХЦГ	0,2 2,0	<0,1 0,2	0,0 0,7		0,8 5,4	<0,1 0,5
	Кислород	9,53 6,52		9,16 5,67		9,47 5,32	
залив Находка	НУ	0,12 0,71	2,4 14	0,11 0,18	2,2 3,6	0,03 0,20	0,6 4,0
		Фенолы	1,4 2,4	1,4 2,4	1 1,9	1,0 1,9	1,1 3,0
	АПАВ	48,0 79,0	0,5 0,8	42,0 96,0	0,4 1,0	39,0 90,0	0,4 0,9
	Аммонийный азот	147,0 239,0	<0,1 <0,1	102,0 148,0	<0,1 <0,1	87,8 261,0	<0,1 <0,1

	Медь	1,1 1,5	0,2 0,3	0,5 2,0	0,1 0,4	0,8 1,5	0,2 0,3
	Кадмий	0,3 0,6	<0,1 <0,1	0,3 0,7	<0,1 <0,1	0,3 1,4	<0,1 1,1
	Железо	5,1 12,0	0,1 0,2	6,0 73,0	0,1 1,5	5,7 121,0	0,1 2,4
	Цинк	2,6 7,3	<0,1 0,1	4,7 40,0	<0,1 0,8	8,5 78,0	0,2 1,6
	Свинец	0,2 1,4	<0,1 0,1	0,2 2,7	<0,1 0,3	0,1 0,3	<0,1 <0,1
	Марганец	7,5 30,0	0,2 0,6	1,0 5,3	<0,1 0,1	0,1 1,2	<0,1 <0,1
	Ртуть	0,03 0,07	0,3 0,7	0,08 0,18	0,8 1,8	0,17 1,42	1,7 14,2
	ДДТ	0,9 1,9	<0,1 0,2	1,0 2,4	0,1 0,2	4,2 28,5	0,4 2,9
	ДДЭ	1,1 3,9	0,1 0,4	0,4 0,8	<0,1 <0,1	4,3 29,0	0,4 2,9
	ДДД	0,4 1,5	<0,1 0,2	0,8 3,7	<0,1 0,4	2,5 33,8	0,3 3,4
	α-ГХЦГ	0,3 0,9	<0,1 <0,1	0,3 0,5	<0,1 <0,1	0,2 4,7	<0,1 0,5
	γ-ГХЦГ	0,3 4,7	<0,1 0,5	0,0 0,2	<0,1 <0,1	1,2 14,5	0,1 1,5
	Кислород	9,76 8,47		9,71 7,92		9,14 5,70	0,95
Татарский пролив:	НУ	0,10 0,22	2,0 4	0,051 0,20	1,0 4	0,038 0,210	0,8 4
г. Александровск	Фенолы	0,8 2	0,8 2,0	0,9 3	0,9 3,0	2 6	2,0 6
	СПАВ	10,0 60,0	0,1 0,6	14,0 48,0	0,1 0,5	13,0 42,0	0,1 0,4
	Аммонийный азот	31,0 61,0	<0,1 <0,1	34 76	<0,1 <0,1	34 68	<0,1 <0,1
	Кадмий	0,3 0,8	<0,1 <0,1	0,3 1,1	<0,1 0,1	0,3 0,9	<0,1 <0,1
	Медь	4,7 16,0	0,9 3,2	5,5 18,1	1,1 3,6	4,9 11,5	1,0 2,3
	Цинк	9,5 25,1	0,2 0,5	33,8 241,2	0,7 4,8	10,5 30,1	0,2 0,6
	Свинец	0,4 1,1	<0,1 0,1	0,8 2,4	<0,1 0,2	1,5 10,0	0,2 1,0
	Кислород	8,90 7,60		8,7 6,4		9,57 7,60	

Примечания: 1. Концентрация (С*) нефтяных углеводородов, взвешенных веществ и растворенного в воде кислорода приведена в мг/л; фенолов, аммонийного азота, АПАВ, меди, железа, цинка, свинца, марганца, кадмия и ртути – в мкг/л; ДДТ, ДДЭ, ДДД, α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ – в нг/л.

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 12.3. Оценка качества прибрежных вод залива Петра Великого Японского моря в 2008–2010 гг.

Район	2008 г.		2009 г.		2010 г.		Содержание ЗВ в 2010 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Амурский залив	1,91	V	1,11	III	1,37	IV	НУ 2,8; фенолы 1,2; Hg 0,8, O ₂ 0,69
бухта Золотой Рог	3,26	VI	1,79	V	1,58	IV	НУ 1,8; фенолы 2,8; Hg 1,1; O ₂ 0,70
Пролив Босфор Восточный	2,80	V	1,49	IV	1,17	III	НУ 1,6; фенолы 1,2; Hg 1,2; O ₂ 0,66
Бухта Диомид	2,88	V	1,54	IV	1,19	III	НУ 1,8; фенолы 1,1; Hg 1,2, O ₂ 0,65
Уссурийский залив	1,68	IV	1,77	V	0,98	III	НУ 1,6; фенолы 1,1; Hg 0,6, O ₂ 0,63
залив Находка	1,22	III	1,16	III	1,02	III	НУ 0,6; фенолы 1,1; Hg 1,7; O ₂ 0,66
Татарский пролив, г. Александровск	1,09	III	0,93	III	1,11	III	НУ 0,8; фенолы 2,0; Cu 1,0; O ₂ 0,63

Литература

1. Руководство по химическому анализу морских вод. РД 52.10.243-92. ред. С.Г.Орадовский, СПб, Гидрометеиздат, 1993, 264 с.
2. Методические указания. Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси. РД 52.10.556-95. ред. С.Г.Орадовский, М, Гидрометеиздат, 1996, 50 с.
3. Положение о государственной наблюдательной сети. РД 52.04.567-2003.
4. 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. 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. Методические Рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. - Москва, Госкомитет СССР по гидрометеорологии, 1988, 9 с.
7. О введение в действие Порядка подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды. - Приказ Руководителя Росгидромета №156 от 31.10.2000 г.
8. 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).
9. Бухарицин П.П. Гидрологические процессы в Северном Каспии. - Москва, ИВП РАН, 1996, 62 с.
10. Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. – Москва, МГУ, 1975, 272 с.
11. Крицкий С. К. Колебания уровня Каспийского моря. – Москва, Наука, 1975.
12. 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.
13. Репетин Л.Н. Климатические изменения ветрового режима северного побережья Черного моря. - Тез. Докл. На II междуна. Конф. посвящ. 75-летию ОГЭУ «Навколишнє природне середовище-2007: актуальні проблеми екології та гідрометеорології; інтеграція освіти і науки», Одесса, 26-28.09.2007 г., с. 173.
14. Азовское море: Справочник по гидрометеорологии, 1962, Л., Гидрометеиздат, 856 с.

15. 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.
16. Суховой В.Ф. Моря Мирового океана. - Л., Гидрометеиздат, 1986, 288 с.
17. Mee L., Jeftic L. AoA Region: Black Sea. - UNEP, 2010, 9 p.
18. Кондратьев С.И. Особенности вертикального распределения элементов главного биогенного цикла в водах северо-западного шельфа Черного моря. - Морской гидрофизический журнал. Научно-теоретический журнал, 2009, N 2, с. 37-51.
19. Жугайло С.С., Себах Л.К., Шепелева С.М., Загайный Н.А., Иванюта А.П. Динамика основных гидрохимических характеристик качества вод Керченского пролива в современных условиях. - Труды ЮгНИРО, 2011, т. 49, с. 137-146.
20. Жугайло С.С., Себах Л.К., Боровская Р.В. Гидрохимическая характеристика качества вод Керченского пролива в современных условиях. - Сборник научных трудов «Системы контроля окружающей среды», вып. 15, Севастополь, 2011, с. 197-202.
21. Trotsenko B.G., Sebakh L.K. The Ecological State of the Kerch Strait Waters in Modern Anthropogenic Conditions //3rd Bi-annual BS Scientific and UP_GRADE BS_SCIENCE EC Project Joint Conference: Drivers, pressure, state, impact, response and recovery indications towards better governance of Black Sea environmental protection, Odessa, Ukraine (31st October – 4th November 2011), p. 72.
22. Себах Л.К., Жугайло С.С., Шепелева С.М., Заремба Н.Б., Иванюта А.П. Биогенные элементы в экосистеме Керченского пролива. - Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна: VI международная конференция (6 октября 2010 г.), Керчь, ЮгНИРО, 2010, с. 20-26.
23. Петренко О.А., Авдеева Т.М., Жугайло С.С., Загайная О.Б. Современное состояние и тенденции изменения нефтяного загрязнения Керченского пролива. - Сб. науч. тр. НАН Украины, вып. 13, Севастополь, МГИ, 2010, с. 175-180.
24. Сапожников В.В., Куманцов М.И., Агатова А.И., Аржанова Н.В., Лапина Н.М., Рой В.И., Столярский С.И., Бондаренко Л.Г., Панов Б.Н., Гришин А.Н., Жугайло С.В. Комплексные исследования Керченского пролива. - Океанология, 2011, том 51, № 5, с. 951-953.
25. Travnikov O., Ilyin I., Rozovskaya O., Varygina M., Aas W., Uggerud H.T., Mareckova K., Wankmueller R. Long-term Changes of Heavy Metal Transboundary Pollution of the Environment (1990-2010), EMEP Status Report 2/2012, (http://www.msceast.org/reports/2_2012.pdf)
26. Shatalov V., Gusev A., Dutchak S., Rozovskaya O., Sokovykh V., Vulykh N., Aas W., Breivik K. Persistent Organic Pollutants in the Environment, EMEP Status Report 3/2012, (http://www.msceast.org/reports/3_2012.pdf)
27. Иванов В.А., Овсяный Е.И., Репетин Л.Н. и др. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под воздействием климатических и антропогенных факторов. – Севастополь, 2006, 90 с. (Препринт / НАН Украины. МГИ).

28. Коновалов С.К., Романов А.С., Моисеенко О.Г., Внуков Ю.Л., Чумакова Н.И., Овсяный Е.И. Атлас океанографических характеристик Севастопольской бухты. – Севастополь: "ЭКОСИ-ГИДРОФИЗИКА", 2010, 320 с. (ISBN 978-966-02-5666-8)
29. Konovalov S., Vladymyrov V., Dolotov V., Sergeeva A., Goryachkin Yu., Vnukov Yu., Moiseenko O., Alyemov S., Orekhova N., Zharova L. 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.
30. Свищев С.В., Кондратьев С.И., Коновалов С.К. Закономерности сезонных изменений содержания и распределения кислорода в водах Севастопольской бухты. - МГЖ, 2011, №4, с. 64-78.
31. Трухчев Д., Щерева Г., Кръстев А.. Океанографски изследвания в крайбрежната акватория повлияна от р. Камчия, Изв. на СУБ, Екология, т.15, 1/2010, 2010, с. 79-89.
32. Христова О., Джурова Б. Хидрохимична характеристика на придънни води и седименти във Варненски залив през лятото на 2009 и 2010 г., Изв. на СУБ, Екология, т. 15, 1/2010, 2010, с. 80-86.
33. Shtereva G. Organic Carbon distribution in sediments along the Bulgarian Black Sea coast, Proceedings of 10-th Int. Conference on Marine Sciences and Technologies "Black Sea'2010" (Eds. P.Kolev, S.Kyulevchelef, K.Yosifov), 7-8 Oct. 2010, Varna, Vol. 1, 2010. с. 279-282.

**Авторы, владельцы материалов и организации,
принимающие участие в подготовке Ежегодника-2010**

Каспийское море

- 1). Астраханский ЦГМС (АстрЦГМС, г. Астрахань): Ильзова Ф.-Х.Ш.
- 2). Дагестанский ЦГМС (ДагЦГМС, г. Махачкала): Поставик П.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). ГУ "Ростовский ЦГМС-Р", Донская устьевая гидрометеорологическая станция (ДУС, г. Азов): Сулименко Е.А., Иванова Л.Л., Хорошенькая Е.А., Коробейко Е.Н.
- 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): Рябинин А.И., 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): Любичев А.Л., Юренко Ю.И., Лысак О.Б.
- 2). Гидрометеорологическое бюро Туапсе (г. Туапсе): Панченко А.В.
- 3). Лаборатория химии моря Морского отделения УкрНИГМИ (Украина, г. Севастополь): Рябинин А.И., Клименко Н.П., Мезенцева И.В., Шibaева С.А., Ильин Ю.Г.
- 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., Романов А.С., Хоружий Д.С., Свищев С.В.
- 6). Южный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО, г. Керчь): Петренко О.А., Троценко Б.Г., Жугайло С.С., Себах Л.К., Авдеева Т.М., Загайный Н.Б., Аджиумеров С.Н.
- 7). Отдел химии моря Института океанологии БАН (г. Варна, Болгария): Галина Щерева.
- 8). 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), Центр мониторинга загрязнения природной среды (ЦМС), Отдел информации и методического руководства сетью мониторинга загрязнения природной среды (ОМС): Луковская А.А., Лавинен Н.А., Попова Л.Б.; ГМЦ: Колесов А.М., Лебедева Н.И., Макаренко А.П., Солощук П.В.
- 2). Северо-Западный филиал ГУ «НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Санкт-Петербург): Демин Б.Н., Демешкин А.С., Граевский А.П.
- 3). Метеорологический Синтезирующий Центр - Восток (МСЦ-В, г. Москва): Гусев А.В.

Белое море

- 1). ГУ «Архангельский ЦГМС-Р», Центр по мониторингу загрязнения окружающей среды (ЦМС) (г. Архангельск): Соболевская А.П., Коробицина Ю.С.
- 2). ГУ «Мурманское УГМС», Лаборатория мониторинга поверхностных вод суши и морских вод (г. Мурманск): Мокротоварова О.И., Зуева М.Н., Ипатова С.В.

Баренцево море

- 1). ГУ «Мурманское УГМС», Лаборатория мониторинга поверхностных вод суши и морских вод (г. Мурманск): Мокротоварова О.И., Зуева М.Н., Ипатова С.В.

Гренландское море (Шпицберген)

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

Шельф Камчатки, Авачинская губа

- 1). Отдел информации о загрязнении окружающей среды ОИ ЦМС ГУ «Камчатское УГМС» (г. Петропавловск-Камчатский): Абросимова Т.М., Ишонин М.И.

Охотское море

- 1). Сахалинское УГМС, Центр мониторинга загрязнения окружающей среды (ЦМС, г. Южно-Сахалинск): Золотухин Е.Г., Шулятьева Л.В.

Японское море

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

**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.Лукиянов, 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.Лукиянов, 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.Лукиянов, 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.Лукиянов, И.Г.Матвейчук, И.А.Писарева, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кириянова. - Москва, 1990, 279 с.

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

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

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

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

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

Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1995 год. – Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукиянов, 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.Лукиянов, 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.Кирьянов. – М, Метеоагентство Росгидромета, 2006, 200 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2005. – Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Удовенко А.В., Лучков В.П. – М, Метеоагентство Росгидромета, 2008, 166 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2006. – Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Удовенко А.В. - Москва, Обнинск, «Артифекс», 2008, 146 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2007. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., Кирьянов В.С. – Обнинск, ОАО «ФОР», 2009, 200 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2008. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., Кирьянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В., Ермаков В.Б. – Обнинск, ОАО «ФОР», 2009, 192 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2009. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Кирьянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В. – Обнинск, «Артифекс», 2011, 174 с.

CONTENTS

	ABSTRACT (Russ)	4
	ABSTRACT	5
	FOREWORD	6
Chapter 1.	Description of the monitoring system	
	1.1. Methodology of sampling and data treatment.....	9
Chapter 2.	Caspian Sea	
	2.1. General information.....	17
	2.2. Water conditions of the Northern Caspian	19
	2.3. Waters conditions of the Dagestan coastal area	22
	2.4. Investigation of marine waters quality in Kazakhstan	34
	2.5. Atmospheric deposition	36
Chapter 3.	Azov Sea	
	3.1. General information.....	40
	3.2. Taganrog Gulf.....	42
	3.2.1. Monitoring system of the Don estuarine region and Taganrog Bay	42
	3.2.2. Water pollution of the Don estuarine region and Taganrog Bay.....	43
	3.2.3. Bottom sediments pollution of the Don estuarine region	47
	3.3. Marine estuary and Delta of the Kuban River	47
	3.3.1. Monitoring system of the Kuban River marine estuary	47
	3.3.2. Pollution of the Kuban Delta	48
	3.4. Pollution of Ukrainian coastal waters	59
	3.4.1. Taganrog Bay	59
	3.4.2. Berdyansk Bay	61
Chapter 4.	Black Sea	
	4.1. General information.....	65
	4.2. Hydrochemical conditions and pollution of the Varna Bay	67
	4.3. Pollution of the Ukrainian coastal waters.....	70
	4.3.1. Delta of the Danube River	70
	4.3.2. Branches of the Danube Delta.....	71
	4.3.3. Danube estuarine region	72
	4.3.4. Sukhoy Liman	74
	4.3.5. Entrance channel and WWTP of the town Illychevsk.....	74
	4.3.6. Odessa port	75
	4.3.7. Estuary of South Bug River and Bug's Liman.....	75
	4.3.8. Dnieper Liman	76
	4.3.9. Estuary of the Dnieper River	77
	4.3.10. Hydrochemistry and pollution of atmospheric precipitations in Sevastopol	78
	4.3.11. Yalta port	79
	4.3.12. The Kerch Strait (monitoring).....	80
	4.3.13. The Kerch Strait (YugNIRO)	81

	4.4. Pollution of the coastal waters in Anapa-Tuapse area	86
	4.5. Coastal area of Adler-Sochi.....	90
	4.6. Atmospheric deposition	97
Chapter 5.	Baltic Sea	
	5.1. General information.....	100
	5.2. Neva Bay	101
	5.2.1. Hydrochemical characteristics of the Central part of the Neva Bay	102
	5.2.2. Pollution of the Central part of the Neva Bay	105
	5.3. Pollution of the health-resort of the Neva Bay	107
	5.3.1. Southern health-resort area	107
	5.3.2. Northern health-resort area	108
	5.3.3. Health-resort area of the shallow region	109
	5.4. Pollution of Marine Trade Port (MTP)	110
	5.5. Eastern part of the Gulf of Finland.....	111
	5.5.1. Shallow part of the Eastern part of the Finnish Gulf.....	112
	5.5.2. Deep part of the Eastern part of the Finnish Gulf.....	113
	5.6. Koporsky Bay.....	114
	5.7. Luzsky Bay	115
	5.8. Monitoring results	116
	5.9. Marine Port of St.Petersburg	117
	5.10. Estuarine area of the Luga River	119
	5.11. Atmospheric deposition.....	120
Chapter 6.	White Sea	
	6.1. General information.....	123
	6.2. Sources of pollution.....	125
	6.3. Pollution of the Dvina Bay	126
	6.4. Estuarine areas of the Northern Dvina, Mezen and Onega Rivers.....	127
	6.5. Kandalaksha Gulf water pollution.....	127
Chapter 7.	Barents Sea	
	7.1. General information.....	130
	7.2. Sources of pollution.....	130
	7.3. Water pollution of the Kolsky Bay.....	131
Chapter 8.	Greenland Sea (Spitsbergen)	
	8.1. Water monitoring in Greenfjord Gulf.....	134
	8.2. Expeditions in Spitsbergen archipelago waters.....	135
	8.2.1. Hydrochemical parameters	135
	8.2.2. Pollution	136
Chapter 9.	Arctic Seas	
Chapter 10.	Kamchatka shelf (Pacific ocean)	
	10.1. Sources of pollution	138
	10.2. Water pollution in the Avacha Bay	139
	10.3. Visual investigations of the oil films	142

Chapter 11.	Okhotsk Sea	
	11.1. General information.....	144
	11.2. Pollution of the Sakhalin shelf.....	145
	11.3. Aniva Gulf. Waters off port Korsakov.....	146
	11.4. Aniva Gulf. Waters off village Prigorodnoe.....	148
Chapter 12	The Japan Sea	
	12.1. General information.....	152
	12.2. Sources of pollution.....	153
	12.3. Golden Horn Bay.....	156
	12.4. Diomedea Bay.....	161
	12.5. Eastern Bosphorus Strait.....	163
	12.6. Amur Bay.....	166
	12.7. Ussuri Bay.....	169
	12.8. Nakhodka Bay.....	172
	12.9. Western shelf of the Sakhalin Island. The Tatarsky Strait	175
	Literature cited	182
	Annex 1. The authors and owners of the data.....	185
	Annex 2. The list of the published Annual Reports.....	187
	CONTENTS	190
	CONTENTS (Rus)	193

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ.....	4
ABSTRACT	5
ВВЕДЕНИЕ	6
1. Характеристика системы наблюдений	
1.1. Методы обработки проб и результатов наблюдений.....	9
2. Каспийское море	
2.1. Общая характеристика.....	17
2.2. Состояние вод Северного Каспия	19
2.3. Состояние вод Дагестанского побережья.....	22
2.4. Исследования качества морских вод в Казахстане	34
2.5. Атмосферные выпадения	36
3. Азовское море	
3.1. Общая характеристика.....	42
3.2. Таганрогский залив.....	42
3.2.1. Система мониторинга устьевой области р. Дон и Таганрогского залива.....	42
3.2.2. Загрязнение вод устьевой области р. Дон и Таганрогского залива.....	43
3.2.3. Загрязнение донных отложений устьевой области р. Дон	47
3.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань	47
3.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань	47
3.3.2. Загрязнение дельты Кубани	48
3.4. Загрязнение прибрежных вод украинской части Азовского моря	59
3.4.1. Таганрогский залив	59
3.4.2. Бердянский залив	61
4. Черное море	
4.1. Общая характеристика.....	65
4.2. Гидрохимическое состояние и загрязнение Варненского залива.....	67
4.3. Загрязнение прибрежных вод украинской части моря	70
4.3.1. Дельта р. Дунай.....	70
4.3.2. Дельтовые водотоки.....	71
4.3.3. Придунайский район	72
4.3.4. Сухой лиман	74
4.3.5. Район входного канала и очистных сооружений г. Ильичевска.....	74
4.3.6. Порт Одесса.....	75
4.3.7. Устье реки Южный Буг, Бугский лиман	75
4.3.8. Днепровский лиман	76
4.3.9. Устье реки Днепр.....	77
4.3.10. Гидрохимический режим и загрязнение атмосферных осадков (г. Севастополь)	78
4.3.11. Порт Ялта	79

4.3.12.	Керченский пролив (мониторинг)	80
4.3.13.	Керченский пролив (ЮгНИРО)	81
4.4.	Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе	86
4.5.	Прибрежная зона района Сочи – Адлер	90
4.6.	Атмосферные выпадения	97
5.	Балтийское море	
5.1.	Общая характеристика	101
5.2.	Невская губа	101
5.2.1.	Гидрохимические показатели вод центральной части Невской губы	102
5.2.2.	Загрязнение вод центральной части Невской губы	105
5.3.	Загрязнение вод курортных районов Невской губы	107
5.3.1.	Южный курортный район	107
5.3.2.	Северный курортный район	108
5.3.3.	Курортная зона мелководного района	109
5.4.	Загрязнение вод Морского торгового порта (МТП)	110
5.5.	Восточная часть Финского залива	111
5.5.1.	Мелководный район восточной части Финского залива	112
5.5.2.	Глубоководный район восточной части Финского залива	113
5.6.	Копорская губа	114
5.7.	Лужская губа	115
5.8.	Результаты мониторинга	116
5.9.	Морской порт г. Санкт-Петербурга	117
5.10.	Район устья реки Луга	119
5.11.	Атмосферные выпадения	120
6.	Белое море	
6.1.	Общая характеристика	123
6.2.	Источники поступления загрязняющих веществ	125
6.3.	Загрязнение вод Двинского залива	126
6.4.	Устьевые области рек Северная Двина, Мезень и Онега	127
6.5.	Загрязнение вод Кандалакшского залива	127
7.	Баренцево море	
7.1.	Общая характеристика	130
7.2.	Источники поступления загрязняющих веществ	131
7.3.	Загрязнение вод Кольского залива	131
8.	Гренландское море (Шпицберген)	
8.1.	Мониторинг вод в заливе Гренфьорд	134
8.2.	Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген	135
8.2.1.	Гидрохимические показатели	135
8.2.2.	Загрязняющие вещества	136
9.	Моря Северного ледовитого океана	
10.	Шельф полуострова Камчатка (Тихий океан)	
10.1.	Источники поступления загрязняющих веществ	138
10.2.	Загрязнение вод Авачинской губы	139
10.3.	Визуальные наблюдения за нефтяной пленкой	142

11.	Охотское море	144
	11.1. Общая характеристика	144
	11.2. Загрязнение шельфа о. Сахалин	145
	11.3. Залив Анива. Район порта г. Корсакова	146
	11.4. Залив Анива. Район пос. Пригородное	148
12.	Японское море	152
	12.1. Общая характеристика	152
	12.2. Источники загрязнения	153
	12.3. Бухта Золотой Рог	156
	12.4. Бухта Диомид	161
	12.5. Пролив Босфор Восточный	163
	12.6. Амурский залив	166
	12.7. Уссурийский залив	169
	12.8. Залив Находка	172
	12.9. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив	175
	Литература	182
	Приложение 1. Авторы, владельцы материалов и организации, принимавшие участие в подготовке Ежегодника-2010	185
	Приложение 2. Список опубликованных Ежегодников	187
	CONTENTS	190
	СОДЕРЖАНИЕ	193

Качество морских вод по гидрохимическим показателям.
Ежегодник 2010. – под ред. Коршенко А.Н. – Обнинск, «Арти-
флекс», 2011, 196 с.
ISBN 978-5-9903653-6-0

© 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. №2953.

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