

**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

2012

Editor Alexander Korshenko

**«Nauka»
Moscow 2013**

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

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

(ГОИН)



**КАЧЕСТВО МОРСКИХ ВОД
ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ
ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Е Ж Е Г О Д Н И К

2012

Редактор Коршенко А.Н.

**«Наука»
Москва 2013**

АННОТАЦИЯ

В Ежегоднике-2012 описаны гидрохимические характеристики и уровень загрязнения вод и донных отложений прибрежных районов морей Российской Федерации в 2012 г. Ежегодник содержит обобщенную информацию о результатах регулярных наблюдений в рамках государственной программы мониторинга морской среды, проводимых 13 химическими лабораториями региональных подразделений Росгидромета. Также использованы данные Северо-Западного филиала ГУ «НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Санкт-Петербург), институтов Российской Академии Наук и других специализированных организаций. По Каспийскому, Азовскому и Черному морям дополнительно включена информация о результатах исследований, проводимых в рамках национальных программ мониторинга морской среды организациями Казгидромета, МО УкрГМИ и МГИ НАНУ (г. Севастополь), Институтом Океанологии Болгарской Академии Наук (г. Варна), Институтом морских исследований и развития «Григорий Антипа» (г. Констанца). Работа по подготовке Ежегодника выполнена в лаборатории мониторинга загрязнения морской среды Государственного океанографического института Росгидромета (ЛМЗ ГОИН, г. Москва).

Ежегодник содержит средние и максимальные за год или сезон/месяц значения отдельных гидрохимических показателей морских вод контролируемых прибрежных районов в 2012 г., а также характеристику уровня загрязнения вод и донных отложений широким спектром веществ природного и антропогенного происхождения. Для контролируемых акваторий или их локальных участков дана оценка состояния вод по отдельным параметрам с помощью кратности ПДК, по комплексному индексу загрязненности вод ИЗВ и/или с использованием иных критериев. Для отдельных районов, при достаточной длительности рядов накопленной информации системы мониторинга, выявлены многолетние тренды концентрации загрязняющих веществ в морской среде и характеристик качества вод.

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

Ссылка для цитирования:

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2012. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2013, 200 с.

ISBN

© Коршенко А.Н.

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

ABSTRACT

The Annual Report 2012 reviews the hydrochemical state and pollution of marine coastal waters and bottom sediments of the seas of the Russian Federation in 2012. The Annual Report summarizes routine observation data on the quality of the sea waters and bottom sediments 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 Caspian, Azov and Black Seas, additional information was applied gathered by the Kazhydromet institutions, Marine Branch of the Ukraine Hydrometeorological Institute (MB UHMI, Sevastopol) within the Ukrainian national marine monitoring program, as well as by MHI NASU (Sevastopol), YugNIRO (Kerch), Institute Oceanology Bulgarian Academy of Science (IO BAS, Varna), National Institute for Marine Research and Development «Grigore Antipa» (NIMRD, Constanta) and Georgian Agency on Environment (Batumi). The Annual Report 2012 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 2012, 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 2012 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 2012. — Editor Alexander Korshenko, Moscow, «Nauka», 2013, 200 p.

ISBN

© Korshenko A.N.

© State Oceanographic Institute (SOI)

ВВЕДЕНИЕ

Совет Министров СССР Постановлением от 30 сентября 1963 г. поручил Главному управлению гидрометеорологической службы при СМ СССР проведение систематических исследований химического состава загрязнителей морских вод, омывающих берега Советского Союза. В соответствии с этим в 1964–1965 гг. органами Гидрометслужбы под научно-методическим руководством Государственного океанографического института (ГОИН) были проведены рекогносцировочные обследования химического состава морских прибрежных вод, а с 1966 г. осуществляются систематические наблюдения за загрязнением морской среды. Начиная с 1966 г. результаты наблюдений в рамках программы мониторинга гидрохимического состояния и загрязнения морских вод публикуются в «Обзоре...», а потом в «Ежегоднике качества морских вод по гидрохимическим показателям» (Приложение 1). Ежегодники составляются в ГОИН на основе данных государственной наблюдательной сети (Положение о ГСН, 2003), включающей центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС) и центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями (ЦГМС-Р) межрегиональных территориальных управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС). Кроме этого в «Ежегодники» включаются результаты других организаций и научно-исследовательских институтов Росгидромета и Российской Академии Наук, данные международного обмена информацией, а также материалы отдельных морских экспедиционных исследований государственных и негосударственных организаций.

В настоящем Ежегоднике приведена характеристика гидрохимического режима и уровня загрязненности открытых, прибрежных и эстуарных районов морей России в 2012 г. Основой для составления Ежегодника явились отчетные материалы 13 химических лабораторий территориальных управлений Росгидромета, полученные в результате выполнения регулярных наблюдений в рамках государственной программы мониторинга морской среды и представляемые в ГОИН на основании нормативных документов Росгидромета (Приказ №156, 2000). К материалам сети относятся региональные выпуски «Ежегодника качества морских вод по гидрохимическим показателям», содержащие обобщенные результаты по отдельным районам контроля, «Ежегодные гидрохимические данные о качестве морских вод» (ЕГД) с исходными постанционными гидрохимическими данными и концентрацией загрязняющих веществ, а также обзоры технического состояния морских химических лабораторий Росгидромета. Дополнительно были использованы материалы исследований Северо-Западного филиала ФГБУ «НПО «Тайфун»» Росгидромета (г. Санкт-Петербург) и других профильных организаций. В Ежегодник включены результаты выполнения национальных программ мониторинга морской среды Казахстана, Румынии, Болгарии, Украины и Грузии на Каспийском, Азовском и Черном морях, а также информация различных российских и зарубежных научно-исследовательских учреждений и материалы открытых источников в печати или интернете. Сводный Ежегодник-2012 по всем морям России подготовлен в Лаборатории мониторинга загрязнения морской среды Государственного океанографического института Росгидромета (ЛМЗ ГОИН, г. Москва) под общей редакцией А.Н. Коршенко.

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

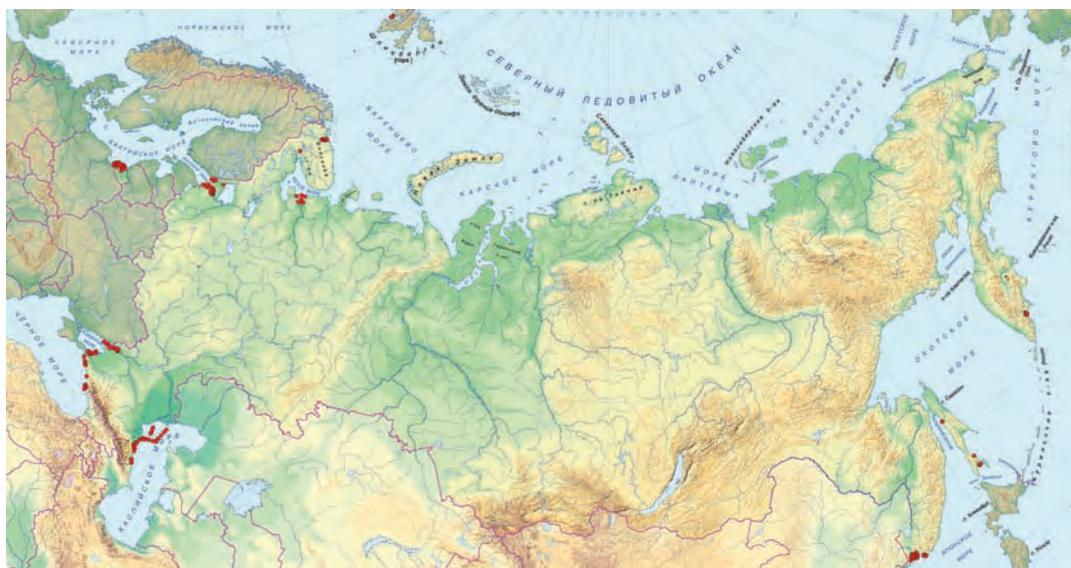


Рис. В1. Районы мониторинга гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды в 2012 г.

А. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ

А.1. Станции мониторинга

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

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

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

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

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

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

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

По полной программе пробы отбирают один раз в месяц. В состав наблюдений обычно входит определение концентрации нефтяных углеводородов (НУ), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), фенолов, хлорорганических пестицидов (ХОП), тяжелых металлов (ТМ) и специфических для данного района ЗВ; отдельных показателей морской среды — концентрации растворенного в воде кислорода (O_2), сероводорода (H_2S), ионов водорода (рН), щелочности (Alk), нитритного азота ($N-NO_2$), нитратного азота ($N-NO_3$), аммонийного азота ($N-NH_4$), общего азота (N_{total}), фосфатного фосфора ($P-PO_4$), общего фосфора (P_{total}), кремния ($Si-SiO_3$), а также элементов гидрометеорологического режима — солености воды ($S\%$), температуры воды и воздуха ($T^{\circ}C$), скорости и направления течений и ветра, прозрачности 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 на горизонте скачка. На глубоководных станциях пробы отбираются на стандартных гидрологических горизонтах. В экспедиционных исследованиях набор контролируемых параметров и горизонты отбора проб определяются программой работ.

А.2. Методы обработки проб и результатов наблюдений

Химический анализ проб воды и донных отложений производится в соответствии с методами, изложенными в разработанных в ГОИН руководящих документах: Руководство по химическому анализу морских вод (РД 52.10.243-92, 1993) и Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси (РД 52.10.556-95, 1996).

В тексте и таблицах настоящего Ежегодника уровень загрязненности морских вод и донных отложений характеризуется концентрацией отдельного химического соединения или ингредиента в принятых для него единицах измерения, а также значением, кратным предельно допустимой концентрации (ПДК) этого загрязнителя в морской воде (табл. А.1). «ПДК представляет максимальную концентрацию вредного вещества, при которой в водоеме не возникает последствий, снижающих его рыбохозяйственную ценность. Экспериментально ПДК устанавливается по наиболее чувствительному звену трофической цепи водоема». Определение сделано 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 А.1. Предельно допустимая концентрация отдельных загрязняющих веществ и биогенных элементов в морских и пресных водах (ПДК, 2010).

Ингредиент/ Класс опасности	Номер*	Обозначение	ПДК, мг/дм ³	мкг/дм ³	нг/дм ³
Биогенные вещества					
Аммиак (4)	53	NH ₃ nH ₂ O	для пресных вод — 0,05	50	
Аммоний-ион (4)	54	NH ₄ ⁺	0,5 (0,4 в пересчете на N) 2,9 при 13–34‰	500 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 двухвалентный (4)	496	Mn ²⁺	0,05 для пресных вод — 0,01	50 10	
Медь (3)	501	Cu	0,005; для пресных вод — 0,001	5 1	
Молибден (2)	556	Mo	– для пресных вод — 0,001	– 1	
Мышьяк (3)	569	As	0,01 для пресных вод — 0,05	10 50	
Никель (3)	671	Ni	0,01 для пресных вод — 0,01	10 10	
Олово (4)	642	Sn	– для пресных вод — 0,112	– 112	
Ртуть (1)	743	Hg	0,0001; для пресных вод — 0,00001	0,1 0,01	
Свинец (3)	749	Pb	0,01 для пресных вод — 0,006	10 6	
Хром трехвалентный (3)	995	Cr ³⁺	– для пресных вод — 0,07	– 70	
Хром шестивалентный (3)	996	Cr ⁶⁺	– для пресных вод — 0,02	– 20	
Цинк (3)	1018	Zn	0,05 для пресных вод — 0,01	50 10	
Органические загрязняющие вещества					
Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), (4)	648	Detergents	0,1 для пресных вод — 0,5	100 500	

Нефтепродукты (нефтяные углеводороды, НУ), (3)	600	Total Petroleum Hydrocarbons (TPHs)	0,05	50	
Фенол/карболовая кислота (3)	910	Fenols C_6H_6O	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), Chloro-biphenyls (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	$C_7H_8O_4PCl_3$, Chlorophos	0,00002	0,02	20
2,4-Динитрофенол (2)	275	$C_6H_4N_2O_5$	0,0001	0,1	100
Эптам (1), <i>гербицид</i>	280	$C_9H_{19}NOS$	0,00008	0,08	80
Дихлорбензол (2), смесь изомеров	293	$C_6H_4Cl_2$	0,001	1,0	1000
Кельтан/дикофол (1), <i>инсектицид</i>	295	$C_{14}H_9OCl_5$	0,00001	0,01	10
Пропанид/пропанил (2), <i>гербицид</i>	302	$C_9H_9NOCl_2$	0,0003	0,3	300
2,4-Дихлорфенол (1)	309	$C_6H_4OCl_2$	0,0001	0,1	100
Фозалон (1), <i>пестицид</i>	335	$C_{12}H_{15}ClNO_4PS_2$	0,00001	0,01	10
Додецилбензол (2)	340	$C_{18}H_{30}$	0,0001	0,1	100
Каратан (1), <i>фунгицид</i>	399		0,00007	0,07	70
Метатион/метилнитрофос/сумитион (1), <i>инсектицид</i>	507	$C_9H_{12}NO_5PS$	0,0000001	0,0001	0,1
Полихлорпинен (1)	705		0,00001	0,01	10
Тетрабутилолово (1)	820	TBT $(C_4H_9)_4Sn$	0,0001	0,1	100
Толуол/метилбензол (3)	846	C_7H_8	0,5	500	
Трибутиламин (1)	854	$(C_4H_9)_3N$	0,00005	0,05	50

Трихлорбензол (2), смесь изомеров	877	$C_6H_3Cl_3$	0,001	1,0	
Трихлорфенол (1), смесь изомеров	883	$C_6H_3Cl_3O$	0,0001	0,1	100
Хлорбензол (3)	961	C_6H_5Cl	0,001	1,0	
2-Хлорфенол (1), смесь изомеров	983	C_6H_5OCl	0,0001	0,1	100
Циклогексан (3)	1006	C_6H_{12}	0,01	10	
Общие показатели					
Растворенный кислород	Стр. 8**	Dissolved oxygen (O_2)	В подледный период — не менее 4,0 мг/л; В летний период — не менее 6,0 мг/л. (Для пересчета концентрации кислорода в разных единицах используется соотношение 1 мл O_2 /л = 1,429 мг O_2 /л)		
Водородный показатель (рН)		pH	Не должен выходить за пределы 6,5–8,5		
Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅ ; БПК _{полное})	Стр. 9**	BOD ₅ ; BOD _{total}	При температуре 20°C не должно превышать 3,0 мг/л		
Взвешенные вещества (4)	143	Suspended solids	ПДК 10,0 мг/дм ³ . Инертная природная минеральная взвесь, состоящая из неорганического осадочного материала (глинистые и обломочные материалы, горные породы, силикаты, карбонаты и др.) с дисперсностью частиц от 0,5 мкм. Для континентальной шельфовой зоны морей с глубинами более 8 м.		
Сера элементарная (4)	755	S	10,0 мг/дм ³		
* Номер вещества в Перечне (ПДК, 2010).					
** Описание в Перечне (ПДК, 1999).					

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

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

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

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

Правила расчета индекса загрязненности вод определены «Методическими Рекомендациями по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям» (МР 1988). Для морских вод при расчете индекса используют

четыре параметра с обязательным включением в этот список растворенного кислорода. Формула расчета ИЗВ:

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

где C_i — концентрация трех наиболее значительных загрязнителей, среднее содержание которых в воде исследуемой акватории в наибольшей степени превышало ПДК. Четвертым обязательным параметром является содержание растворенного в воде кислорода, для которого значение в формуле рассчитывается делением норматива (табл. А.3) на реальное содержание.

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

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

Для случаев чрезвычайно высокой концентрации отдельных загрязнителей в морской воде были определены критерии **высокого (ВЗ)** и **экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ)** морской водной среды. Граничные условия таких случаев определяются Приказом №156 Руксводителя Росгидромета «О введении в действие Порядка подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды» от 31.10.2000 г. Критериями **ЭВЗ** морской воды являются:

- максимальное разовое содержание, превышающее ПДК для нормируемых веществ 1–2 класса опасности в 5 и более раз; для веществ 3–4 класса опасности — в 50 раз и более. Содержание веществ в морских водах сопоставляется с наиболее «жесткими» ПДК в ряду одноименных показателей. Для веществ, на которые нормативными документами предусмотрено полное отсутствие их в воде водных объектов, в качестве ПДК условно принимается значение 0,01 мкг/л;
- появление запаха вод интенсивностью более 4 баллов, не свойственного воде ранее;
- покрытие пленкой (нефтяной, масляной или другого происхождения) более 1/3 поверхности водного объекта при его обозримой площади до 6 км²;
- покрытие пленкой поверхности водного объекта на площади 2 км² и более при его обозримой площади более 6 км²;
- снижение содержания растворенного кислорода до значения 2 мг/л и менее;
- увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) свыше 40 мг О₂/л;
- массовая гибель моллюсков, раков, лягушек, рыб, других водных организмов и водной растительности.

Высокое загрязнение (ВЗ) водной среды определяется следующими критериями:

- максимальное разовое содержание, превышающее ПДК для нормируемых веществ 1–2 класса опасности в 3–5 раз; для веществ 3–4 класса опасности превышение в 10–50 раз (для нефтепродуктов, фенолов, соединений меди, железа, и марганца — от 30 до 50 раз);
- величина биохимического потребления кислорода (БПК₅) — от 10 до 40 мг О₂/л, снижение концентрации растворенного кислорода до значений от 3 до 2 мг/л;

- покрытие пленкой (нефтяной, масляной или другого происхождения) от $1/4$ до $1/3$ поверхности водного объекта при его обозримой площади до 6 км^2 ;
- покрытие пленкой поверхности водного объекта на площади от 1 до 2 км^2 при его обозримой площади более 6 км^2 .

В разработанной в 2001 г. «Инструкции по формированию и представлению оперативной информации об экстремально высоких и высоких уровнях загрязнения поверхностных и морских вод, а также их аварийном загрязнении» уточняется перечень основных ингредиентов различных классов опасности и пределы концентрации, характеризующие ВЗ и ЭВЗ (табл. А.4).

Таблица А.4. Границы классов высокого и экстремально высокого загрязнения морских вод некоторыми наиболее типичными загрязняющими веществами.

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

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

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

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

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

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

2) устойчивости (повторяемость случаев загрязненности по отдельным ингредиентам) — количество проб, в которых обнаружено превышение ПДК; характеристика загрязненности воды по коэффициенту повторяемости — 1–10% единичная, 10–30% неустойчивая, 30–50% устойчивая и 50–100% характерная.

3) уровня — максимальная или средняя кратность превышения ПДК для каждого отдельного нормируемого ингредиента; Характеристика уровня загрязненности по кратности — 1–2 низкий, 2–10 средний, 10–50 высокий и более 50 экстремальный.

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

Таблица А.5. Допустимый уровень концентрации (ДК) загрязняющих веществ в донных отложениях водоемов в соответствии с зарубежными нормами (Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95, Warmer H., van Dokkum R., 2002).

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

В целом ряде исследований состояния гидрохимического режима и содержания различных форм биогенных элементов в морской воде используется единица измерений микромоль/л или микромоль/дм³ (мкМ/дм³, $\mu\text{mol}/\text{dm}^3$). Таблица пересчета единиц позволяет перевести концентрацию в мг/дм³ или в мкг/дм³ умножив результат на 1000 (табл. А.6).

Для оценки состояния открытого моря и прибрежных вод, а также для выработки политики в области охраны окружающей среды и оценке эффективности мер, направленных на снижение поступающего с водосбора морей загрязнения, необходимы данные о поступле-

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

Элемент	Козф. пересчета мкМ в мг/дм ³	Элемент	Козф. пересчета мкМ в мг/дм ³
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, N _{tot}	× 0,014
Марганец, Mn	× 0,055	Фосфаты, PO ₄	× 0,031
Железо, Fe	× 0,056	Общий фосфор, P _{tot}	× 0,031

нии загрязняющих веществ в морскую среду от наземных источников. Оценка поступающих с берега в море веществ (нагрузка) учитывает три потенциальных источника — нагрузки, поступающие с контролируруемыми реками, от неконтролируемых территорий и от точечных источников, осуществляющих прямой сброс сточных вод в море. В настоящем Ежегоднике по каждому контролируемому району моря приведены, по возможности, на основе таблиц статистической отчетности 2ТП-Водхоз сведения о точечных источниках, расположенных на водосборах рек; об объемах поступающих в море с берега сточных вод и степени их очистки; а также о поступлении отдельных видов ЗВ со сточными и речными водами. Данные о нагрузках от диффузных источников, расположенных на водосборах рек, о фоновых нагрузках с водотоком от неконтролируемых территорий и о удержании нагрузки в эстуарных районах, как правило, отсутствуют. Дополнительными источниками загрязнения морских акваторий является судоходство, инженерные работы на шельфе и атмосферный перенос веществ. По сферам деятельности 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.

На Федеральном уровне основным органом государственной власти в области использования и охраны окружающей среды является Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России), одной из функций которого является мониторинг окружающей природной среды, ее загрязнения. В части осуществления государственного мониторинга водных объектов Минприроды России устанавливает требования к проведению наблюдений за состоянием окружающей природной среды и ее загрязнением, сбору, обработке, хранению и распространению информации о состоянии окружающей природной среды и ее загрязнении, а также к получению информационной продукции. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации осуществляет координацию и контроль деятельности подведомственных ему Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, Федерального агентства водных ресурсов и Федерального агентства по недропользованию. Росгидромет осуществляет формирование и обеспечение функционирования государственной наблюдательной сети, в том числе организацию и прекращение деятельности стационарных и подвижных пунктов наблюдений, определение их местоположения и осуществляет государственный мониторинг водных объектов. Вся первичная информация о результатах мониторинга вод и их загрязненности направляется в институты Росгидромета, а также в Единый государственный фонд данных (ЕГФД), Росводресурсы и Минприроды России.

Глава 1. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

Ильзова Ф.Ш., Поставик П.В., Аляутдинов В.А.

1.1. Общая характеристика

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

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

Наибольшая протяженность моря с севера на юг составляет 1030 км, с востока на запад — 435 км. В связи с этим в северной части моря сезонные колебания температуры воды

выражены более резко, чем в южной части. Температура воды на поверхности моря летом достигает 24–27°C, зимой колеблется от 0°C на севере до 11°C на юге. В суровые зимы акватория Северного Каспия почти полностью покрывается льдом, толщина которого колеблется от 25–30 до 60 см. Глубоководные районы Среднего и Южного Каспия всегда свободны ото льда. Летом верхние слои хорошо и примерно одинаково прогреты в центральных и южных районах моря. На горизонтах порядка 20–35 м температура резко понижается с глубиной, что свидетельствует о формировании здесь летнего термоклина. Под ним температура плавно убывает с глубиной. В мелководной северной части моря круглый год наблюдается гомотермия, при этом часто в северо-западной части моря прослеживается вертикальная стратификация вод по солености. Горизонтальная динамика вод моря характеризуется преобладанием центральной циклонической циркуляции, охватывающей практически всю акваторию моря, и образованием отдельных местных круговоротов. Интенсивность вертикальной циркуляции в основном определяется многолетними изменениями температуры и солености воды, которая зависит от объема речного стока. В годы ослабленной вертикальной циркуляции вод, например вследствие образования мощного пикноклина, концентрация кислорода в придонном слое глубоководных котловин может снижаться до нуля. В летнее время при гидрометеорологических условиях, способствующих вертикальной стратификации вод, гипоксия формируется также в придонном слое северо-западной части моря. Прозрачность воды в море обычно не более 15 м. Море бесприливное. Хорошо выражены сгонно-нагонные явления (до 2–3 м) и сейшеобразные колебания, амплитуда которых доходит до 35 см, а период от 8–10 минут до нескольких часов (Крицкий С.К., 1975).

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

Бассейн Каспийского моря и особенно территория по берегам р. Волги отличаются высокой степенью промышленного и сельскохозяйственного освоения. Западное побережье Каспийского моря освоено лучше, чем восточное. Здесь на южном берегу Апшеронского полуострова расположен крупнейший на Каспийском море порт и самый большой на Кавказе город Баку, с площадью 2130 км² и населением агломерации более 2,5 млн. жителей. В Российской Федерации расположено несколько городов с численностью населения от 100 до 600 тыс. человек: Астрахань (крупнейший город Северного Каспия, 531 тысяча жителей) расположен на 11 островах Прикаспийской низменности, в верхней части дельты Волги; на Дагестанском побережье Махачкала (2011 г. — 580 тыс.), Дербент (120 тыс.) и Каспийск (104 тыс.), (<http://ru.wikipedia.org/wiki>).

1.2. Поступление загрязняющих веществ

Более 85% поверхностного пресноводного стока воды в Каспийское море приходится на Северный Каспий — обширное мелководье, примерно ограниченной изобатой 20 м. В многоводные годы объем речного стока составляет 75% объема воды северной части моря, которая является зоной активного перемешивания речных и морских вод. Загрязняющие вещества (ЗВ) поступают в Северный Каспий в основном с речным стоком или с морскими водами из Среднего Каспия. Однако значение имеет также эоловый вынос, атмосферные осадки, сбросы воды из оросительных систем, судовые сбросы, эксплуатация и разведка морских нефтепромыслов, предприятия нефтяной и нефтехимической промышленности, транспортировка нефти морским путем, коммунальные стоки городов и сброс вод с сельхозугодий, а также газовые и жидкие выделения со дна моря. Основными источниками поступления углеводородных соединений в воды Северного Каспия является транспортировка нефти и водный транспорт (утечка топлива или сброс нефтесодержащих промывных и балластных вод), просачивание углеводородов со дна моря, промышленные сбросы и нефтеперерабатывающая индустрия, а также утечки с прибрежных нефтяных разработок и при эксплуатации нефтяных и газовых скважин у берегов России, Азербайджана и Туркменистана. Даже при нормативном режиме добычи нефти каждая буровая установка является источником загрязнения. В среднем при освоении морских месторождений в водную среду поступает от одной скважины от 30 до 120 тонн нефти в год (Тарасова Р.А. и др., 2008). Основной объем загрязняющих веществ (90% от общего) поступает в Каспийское море с речным стоком. Это соотношение прослеживается почти по всем приоритетным ЗВ (нефтяные углеводороды, фенолы, СПАВ, органические вещества, металлы и др.).

Для Терека и Сулака характерна относительно низкая минерализация вод, которая в р. Сулак за счет повышенной концентрации сульфатов, хлоридов и магния. Осенью 2012 г. воды этих рек были обогащены кислородом, а содержание органических веществ по БПК и ХПК было низким. Концентрация минерального фосфора в водах р. Сулак ниже, чем в терских водах из-за развития фитопланктона в водохранилищах. Уровень содержания других биогенных веществ (нитратов, силикатов) в основном обусловлен геохимическими факторами. Концентрация загрязняющих веществ (нефтепродуктов, СПАВ, фенолов, цинка и меди) в водах р. Терек заметно выше, чем в водах Сулака. Это связано с тем, что бассейн Терека в хозяйственном отношении освоен лучше, чем бассейн Сулака, где нет ни одного промышленного предприятия, кроме консервных заводов.

Характерными загрязняющими веществами в воде р. Волга и ее водохранилищах являются металлы Fe, Zn, Cu, Hg и Mn; органические вещества по ХПК; легкоокисляемые ОВ по БПК₅, фенолы и нефтяные углеводороды. Превышения ПДК по этим параметрам фиксируется ежегодно в 50–100% случаев от общего числа проанализированных проб воды. По данным Астраханского и Дагестанского ЦГМС о химическом составе вод и информации об объеме водного стока был рассчитан химический сток рек России в Каспийское море осенью 2012 г. Для расчета химического стока Волги использовались данные о стоке воды в вершине дельты и усредненные данные о химическом составе воды в дельте Волги (табл. 1.1). Для расчета химического стока рек Терек и Сулак использовались данные гидрологических и гидрохимических наблюдений на посту Аликазган и на посту пгт. Сулак соответственно. Река Волга в силу того, что ее водный сток более чем на порядок превышает водный сток кавказских рек, вносит основной вклад (до 90% и выше) в химический сток с территории РФ в Каспийское море. Вклад кавказских рек ощутим только в стоке взвешенных веществ и минеральных соединений азота, что объясняется зарегулированием волжского стока. В водохранилищах

происходит осаждение взвеси и поглощение биогенных веществ фитопланктоном и водной растительностью.

Таблица 1.1. Химический сток рек с территории РФ в Каспийское море в октябре 2012 г.

Показатели	р. Волга		р. Терек		р. Сулак		Всего	
	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%
Взвешенные вещества	146,3	53,7	108,42	39,8	17,69	6,5	272,41	100
Растворенный кислород	110,1	96,0	2,83	2,5	1,81	1,6	114,74	100
БПК ₅	26,3	98,5	0,23	0,9	0,16	0,6	26,69	100
ХПК	331,1	98,7	3,05	0,9	1,35	0,4	335,5	100
Кальций	369,5	92,1	19,43	4,8	12,12	3,0	401,05	100
Магний	238,6	96,1	4,16	1,7	5,47	2,2	248,23	100
Натрий-Калий	866	99,7	1,11	0,1	1,69	0,2	868,8	100
Гидрокарбонаты	1660,2	95,6	48,48	2,8	27,68	1,6	1736,36	100
Сульфаты	1421,6	97,3	15,92	1,1	23,38	1,6	1460,9	100
Хлориды	591,5	97,9	7,02	1,2	5,63	0,9	604,15	100
Минерализация	5155,1	96,7	98,04	1,8	77,75	1,5	5330,89	100
Фосфаты	0,51	97,1	0,012	2,3	0,003	0,6	0,525	100
Нитриты	0,05	68,5	0,016	21,9	0,007	9,6	0,073	100
Нитраты	1,54	29,6	1,888	36,3	1,771	34,1	5,199	100
Азот аммонийный	0,13	76,0	0,009	5,3	0,032	18,7	0,171	100
Силикаты	171,5	98,7	1,73	1,0	0,52	0,3	173,75	100
Нефтепродукты	0,9	95,1	0,0339	3,6	0,0121	1,3	0,946	100
СПАВ	0,64	98,4	0,0074	1,1	0,003	0,5	0,6504	100
Фенолы	0,01	88,5	0,0009	8,0	0,0004	3,5	0,0113	100
Железо общее	3,08	98,7	0,0123	0,4	0,0281	0,9	3,1204	100
Цинк	121,89	98,2	1,45	1,2	0,84	0,7	124,18	100
Медь	48,75	95,6	1,51	3,0	0,74	1,5	51,00	100

1.3. Состояние вод Северного Каспия

В 2012 г. Астраханский ЦГМС провёл гидрохимические исследования морских вод Северного Каспия на 8 станциях III векового разреза и 14 станциях векового разреза IIIa в мае, июле, сентябре, октябре и ноябре (рис. 1.1). Также работы проводились на 11 станциях Кизлярского залива в октябре, ноябре и декабре. Пробы воды были отобраны на судах Дагестанского ЦГМС из поверхностного, промежуточного и придонного слоев. В береговой стационарной лаборатории были определены стандартные гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ — НУ (ИКС-метод), фенолов, СПАВ, цинка и меди.

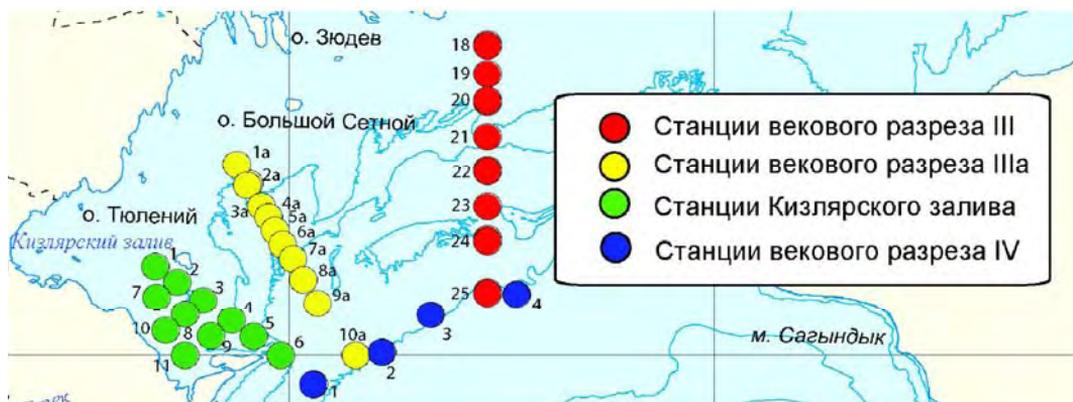


Рис. 1.1. Станции отбора проб на акватории Северного Каспия в 2012 г.

Вековой разрез III

За весь период наблюдений в 2012 г. на разрезе было отобрано 52 пробы из различных слоев водной толщи. Среднее суммарное содержание **нефтяных углеводородов** составило $0,09 \text{ мг/дм}^3$ (1,8 ПДК), что превышает уровень предыдущего года; диапазон изменений был от значений ниже предела обнаружения до $0,2 \text{ мг/дм}^3$ (4 ПДК), (табл. 1.4). Максимальное значение концентрации НУ было отмечено 12 мая на севере разреза на наиболее близко расположенной к берегу станции. Концентрация суммарных фенолов составляла $1\text{--}5 \text{ мкг/дм}^3$, при среднем значении 2 мкг/дм^3 (2 ПДК), (табл. 1.2, рис. 1.2). Эти значения были в пределах обычного диапазона концентрации фенолов в последнее десятилетие. Содержание цинка изменялось в пределах $21,0\text{--}111,0 \text{ мкг/дм}^3$ (0,4–2,2 ПДК). Максимальная величина наблюдалась в придонном слое на самой южной станции в середине мая.

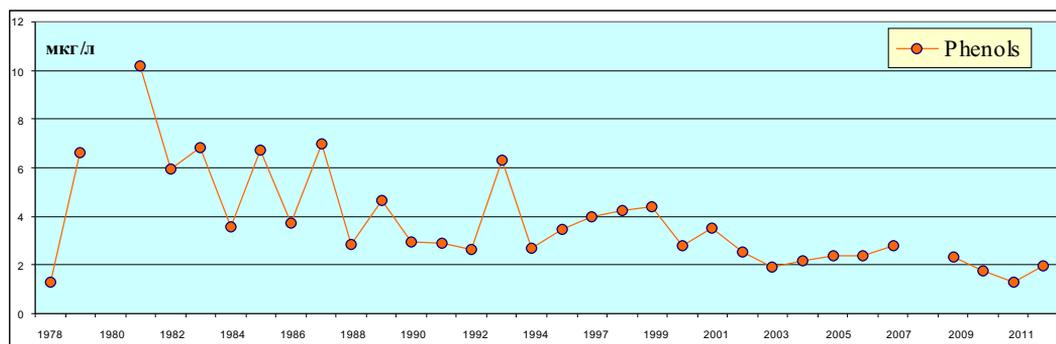


Рис. 1.2. Динамика средней концентрации суммы фенолов (мкг/дм^3) в водах Северного Каспия в 1978–2012 гг.

Основные гидрохимические параметры и содержание **биогенных веществ**, включая аммонийный азот, были в пределах естественных межгодовых колебаний значений и не превышали 1 ПДК (табл. 1.1). На станциях разреза закономерно отмечен очень широкий диапазон значений солености — почти 9%. Минимум был зафиксирован в поверхностном слое на ближайшей к берегу станции в июле, а максимум в придонных водах на самой южной

станции разреза в ноябре. Среднее содержание фосфатов на разрезе составило 5,07 мкг/дм³. При этом концентрация заметно увеличилась по сравнению с прошлым годом, минимальное значение зафиксировано на самой северной станции разреза 5 июля и составило 1,3 мкг/дм³. Максимальное значение наблюдалось также в июле (12,7 мкг/дм³), что ненамного превышает прошлогодние значения.

В 2012 г. **кислородный** режим морских вод данного разреза изменился незначительно относительно предыдущих лет. Среднегодовая концентрация растворенного в водах восточного разреза кислорода (9,13 мгО₂/дм³) была немного ниже значения прошлого года (9,40 мгО₂/дм³). Максимальная величина (10,84 мгО₂/дм³) наблюдалась в начале июля в промежуточном слое при температуре воды 7⁰С, а минимальная (7,02 мгО₂/дм³) была отмечена в начале июля в придонном слое вод на глубине 23 м. В целом аэрация вод на III вековом разрезе на всех горизонтах характеризуется как хорошая. Воды III векового разреза за период наблюдений в 2012 г. по индексу загрязненности вод ИЗВ (1,15) оцениваются как «умеренно-загрязненные», III класс качества (табл. 1.5). Из контролируемых загрязняющих веществ приоритетными в водах всего Северного Каспия были нефтяные углеводороды, фенолы, детергенты и медь.

Таблица 1.1. Гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ на вековых разрезах в водах Северного Каспия в 2012 г.

Параметр	Вековой разрез III			Вековой разрез IIIa			Кизлярский залив		
	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.
Соленость, ‰	9,52	2,91	12,41	7,69	2,17	12,81	4,84	1,45	12,08
Растворённый кислород, мл/дм ³	6,39	4,91	7,58	6,51	5,27	8,42	7,17	5,91	8,59
Растворённый кислород, мг/дм ³	9,13	7,02	10,84	9,52	7,53	12,03	10,25	8,45	12,28
pH	8,42	8,05	8,55	8,35	7,92	8,76	8,25	8,16	8,45
Фосфаты (P-PO ₄), мкг/дм ³	5,07	1,3	12,7	7,43	1,3	16,8	20,2	3,1	53,3
Нитриты (N-NO ₂), мкг/дм ³	2,53	0,2	17,3	5,2	0,4	61,5	7,66	1,14	12,8
Нитраты (N-NO ₃), мкг/дм ³	15,53	0,3	98,3	34,86	1,3	152	12,3	4,44	25,2
Аммоний (N-NH ₄), мкг/дм ³	33,32	3,9	89,6	20,76	0,6	86,4	128,1	61,2	212
Si, мкг/дм ³	1588	193	4736	1144	88	8000	521	309	878
Фенолы, мкг/дм ³	2	1	5	1,9	1	3	–	–	–
HУ, мг/дм ³	0,09	0,02	0,19	0,1	0,03	0,21	0,07	0,03	0,16
СПАВ, мкг/дм ³	13,5	7	23	12,5	3	27	10,4	0	19,5
Сu, мкг/дм ³	43,9	12	80	33,6	10	59	10,1	5,4	17,0
Zn, мкг/дм ³	58,4	21	111	49,6	14	78	32,1	1,7	68,1
Fe, мкг/дм ³	167,1	59	344	189,1	62	377	130,9	60	180

Вековой разрез IIIa

В мае, июле, сентябре, октябре и ноябре 2012 г. на четырнадцати станциях разреза Дагестанским ЦГМС были выполнены экспедиционные работы по исследованию гидрохимических характеристик и уровня загрязнения вод. Всего было отобрано 56 проб из поверхностного, промежуточного (10 м) и придонного слоев воды. Было выполнено определение стандартных гидрологических параметров, концентрации растворенного кислорода и биогенных элементов, а так-

же 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 2,1 ПДК (0,106 мг/дм³), а максимальное значение 0,21 мг/дм³ (4 ПДК) было зафиксировано на самой восточной станции разреза в поверхностном слое 30 ноября. Показатели фенолов варьирует в узком диапазоне 1–3 мкг/дм³, среднее значение 1,9 мкг/дм³. На центральной станции разреза 10 мая было зафиксировано максимальное значение 3 мкг/дм³ (3 ПДК) на глубине 5 метров. Во всех пробах морской воды в 2012 г. концентрация аммонийного **азота** изменялась от 0,6 мкг/дм³ (начало октября) до 86,4 мкг/дм³, составив в среднем 20,76 мкг/дм³. По сравнению с предыдущим годом диапазон концентрации аммонийного азота увеличился. Среднее содержание общего азота в водах района увеличилось до 508,21 мкг/дм³, а экстремальные значения выявлены в сентябре — 949 мкг/дм³ в поверхностном слое и 240 мкг/дм³ у дна.

Кислородный режим в водах III векового разреза в целом был в пределах нормы. Минимальное значение было выше допустимой минимальной нормы и составило 7,53 мгО₂/дм³ в промежуточном слое в середине разреза в начале октября. Для расчета комплексного индекса загрязненности вод ИЗВ учитывалось содержание в морской воде четырех нормируемых показателей: растворённого кислорода, нефтяных углеводородов, фенолов и детергентов. В течение последних лет значения индекса постепенно повышались до 1,20 в 2012 г., а воды разреза оцениваются III классом, «умеренно загрязненные».

Кизлярский залив

В среднем за сентябрь, октябрь и ноябрь 2012 г. содержание **нефтяных углеводородов** на 11 мелководных станциях в заливе с глубинами 3,5–8,2 м составило 0,07 мг/дм³ (1,4 ПДК), что немного превышает прошлогодние значения. Максимальная концентрация в 22 отобранных пробах с поверхности залива составила 0,16 мг/дм³ (3,2 ПДК) и была зафиксирована 25 ноября на северной станции. Минимальное значение (0,03 мг/дм³) было зафиксировано 22 сентября на глубине 4,5 метров. Концентрация детергентов изменялась в 22 пробах от 0 до 19,5 мкг/дм³, средняя 10,4 мкг/дм³. В 2012 г. даже максимальная концентрация всех форм биогенных веществ не превышала 1 ПДК (табл. 1.1). В комплекс наблюдений вошло определение концентрации в воде целого ряда металлов: медь 5,40–17,01, в среднем 10,06 мкг/дм³; цинк 1,7–68,1 (32,05); никель 19,7–80,7 (46,4); кадмий 0,01–0,46 (0,13); свинец 0,46–2,39 (1,29), марганец 0,42–13,1 (4,06) и ртуть 0,01–0,02 мкг/дм³ (0,013) соответственно.

Кислородный режим вод был в пределах нормы. Диапазон значений 8,45–12,28, в среднем 10,25 мгО₂/дм³. Минимальное значение растворенного **кислорода** составило 8,45 мгО₂/дм³ и было отмечено в конце сентября в придонном слое в середине разреза на станции №9. Насыщение вод кислородом варьировало в пределах 92,4–118%, в среднем 102,3%. Воды разреза за исследуемый период 2012 г. оцениваются как «чистые» (II класс, ИЗВ=0,60).

Вековой разрез IV

В апреле, июле, октябре и ноябре 2012 г. на четырех станциях пограничного между Северным и Средним Каспием IV векового разреза между о. Чечень и полуостровом Мангышлак Дагестанским ЦГМС были выполнены экспедиционные работы по исследованию гидрохимических характеристик и уровня загрязнения вод. Всего было отобрано 44 пробы из поверхностного, промежуточного (10 м) и придонного слоев воды. Было выполнено определение стандартных гидро-

логических параметров, концентрации растворенного кислорода и биогенных элементов, а также нефтяных углеводородов и фенолов. Концентрация последних в морской воде определялась экстракционно-фотометрическим методом, фиксирующим суммарное содержание фенольных соединений, большинство из которых имеют естественное, а не антропогенное происхождение.

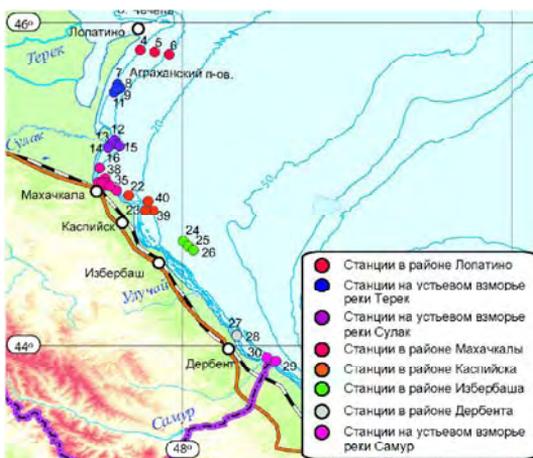
Среднее содержание **нефтяных углеводородов** составило 0,8 ПДК (0,04 мг/дм³), а максимальное значение 0,11 мг/дм³ (2,2 ПДК) было зафиксировано в поверхностном слое 7 ноября. Показатели фенолов варьирует в узком диапазоне 1–8 мкг/дм³, среднее значение 4,7 мкг/дм³. На центральной станции разреза 3 июля было зафиксировано максимальное значение 8 мкг/дм³ (8 ПДК) на глубине 13 метров. Во всех пробах морской воды в 2012 г. концентрация аммонийного **азота** изменялась от 1,1 мкг/дм³ (конец октября) до 138 мкг/дм³, составив в среднем 38,6 мкг/дм³. По сравнению с предыдущим годом диапазон концентрации аммонийного азота значительно уменьшился. Среднее содержание общего азота в водах района увеличилось до 430 мкг/дм³, а экстремальные значения выявлены в октябре — 645 мкг/дм³ в поверхностном слое и 275 мкг/дм³ у дна.

Кислородный режим в водах IV векового разреза в целом был в пределах нормы. Минимальное значение в середине октября было выше допустимой минимальной нормы и составило 7,27 мгО₂/дм³ в промежуточном слое на середине разреза. Для расчета индекса загрязненности вод (ИЗВ=1,07, III класс качества, «умеренно загрязненные») учитывалось содержание в морской воде четырех нормируемых показателей: растворённого кислорода, нефтяных углеводородов, фенолов и меди.

1.4. Состояние вод Дагестанского побережья

Наблюдения за загрязнением морских вод Дагестанского взморья в 2012 г. были выполнены на 33 станциях в районе Лопатина, Махачкалы, Каспийска, Изербаша, Дербента и на устьевых взморьях рек Терек, Сулак и Самур (рис. 1.3). Всего обработано 255 проб воды из поверхностного, промежуточного и придонного горизонтов, максимальная глубина отбора проб составила 22 м. Наблюдения были выполнены Дагестанским ЦГМС (г. Махачкала) в апреле, июле, сентябре, октябре, ноябре и декабре.

Лопатин. В районе полуострова Лопатин всего в мае и сентябре было отобрано 24 пробы из поверхностного и придонного слоев на трех станциях (№4–6) с глубинами от 4 до 8 м.



Температура морской воды значительно изменялась по сезонам от 8,4°C в декабре до 27°C в июле (табл. 1.2). Средняя величина солёности в отобранных пробах воды составила 9,77‰, а диапазон изменений от 7,29‰ в декабре до 12,72‰ в октябре. Водородный показатель pH варьировал от 8,22 до 8,85 и в среднем составил 11,73, что превышает значения 2011 г. Концентрация **биогенных веществ** в морской воде была в пределах

Рис. 1.3. Карта-схема расположения станций отбора проб на Дагестанском взморье в 2012 г.

естественной межгодовой изменчивости. Среднегодовое содержание в водах района фосфатов составило 10,08 мкг/дм³, силикатов 446,71 мкг/дм³, нитритов 6,19 мкг/дм³, нитратов 19,5 мкг/дм³. Среднее содержание аммонийного азота в 2012 г. составило 128,06 мкг/дм³ (понижилось по сравнению с предыдущим годом); максимальное значение было зафиксировано 2 октября и составило 226 мкг/дм³. В 2012 г. содержание общего азота составило в среднем 472,95 мкг/дм³; диапазон изменений 341–680 мкг/дм³.

Таблица 1.2. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров и концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2012 г.

Район	Temp	Sal	O ₂ %*	pH	P-PO ₄	P _{tot}	N-NO ₂	N-NO ₃	N-NH ₄	N _{tot}	Si
Лопатин	16,6	9,77	98,46	11,73	10,08	22,18	6,19	19,5	128,06	472,95	446,71
	27	12,72	89,5	87,34	32,2	60,4	18,5	43,4	226	680	612,00
Взморье р. Терек	16,54	9,08	99,42	8,36	13,4	22,93	5,32	19,97	206,51	450,09	696,00
	27,7	12,16	84	8,59	29,4	66,3	13,2	49,8	445	612	2557,00
Взморье р. Сулак	18,55	9,71	101,48	8,44	10,57	20,95	3,67	17,76	160,50	453,78	358,85
	26,7	12,53	89,9	8,63	48,8	61,6	9,2	40	323	585	809,00
Махачкала	14,75	10,86	98,36	8,34	8,76	14,83	3,35	20,15	108,64	502	368,18
	24,5	14,01	83,05	8,74	31,3	21,7	24,36	38,5	189,4	652	624,00
Каспийск	14,13	10,69	100,85	8,26	5,29	14,61	1,64	16,28	136,63	377,6	310,44
	19,1	13,22	87,42	8,43	9,88	18,7	3,33	34	220	565	455,00
Избербаш	15,74	10,92	100,25	8,21	5,17	14,01	1,11	15,91	156,32	352,12	265,52
	23,1	11,9	90,47	8,62	19,2	29,8	1,80	32,6	240	426	450,00
Дербент	16,19	10,93	101,19	8,27	5,96	15,12	1,26	12,32	131,5	342,59	193,5
	23,6	14,38	94,45	8,45	12,01	22,3	2,19	19,7	293	403	231,00
Взморье р. Самур	16,51	10,61	99,98	8,29	7,01	16,72	1,53	18,54	155,67	368,67	241,00
	22,9	11,9	91,7	8,43	12,4	31,2	2,92	35	291	486	721,00

* — среднее и минимальное процентное насыщение вод растворенным кислородом.

Среднее содержание **нефтяных углеводов** в 2012 г. составило 0,07 мг/дм³ (1,4 ПДК), диапазон изменений 0,02–0,17 мг/дм³ (0,4–3,4 ПДК); фенолов от 1 до 3 ПДК (табл. 1.3). Существенных изменений в кислородном режиме морских вод относительно предыдущих лет не произошло. Среднее содержание растворенного в воде кислорода составило 9,5 мг/дм³, минимальное значение (6,93 мг/дм³) наблюдалось в промежуточном слое вод в середине июля; процентное насыщение вод кислородом изменялось от 89,5% до 109,1%, среднее 98,5%. Индекс загрязненности вод (ИЗВ), рассчитанный по средней концентрации НУ, фенолов и меди, составил 1,16 (III класс), а морские воды в районе оцениваются как «умеренно загрязненные» (табл. 1.4). По сравнению с предыдущими годами качество прибрежных вод района Лопатина, оцениваемых по ИЗВ, осталось практически неизменным. Основными загрязняющими веществами остаются фенолы природного и антропогенного происхождения, а также нефтяные углеводороды.

Взморье реки Терек. Вблизи Прорези на пяти станциях устьевого взморья реки Терек с глубинами до 9 м было отобрано 40 проб из поверхностного и придонного слоев воды. Отбор производился в апреле, июле, октябре и декабре. Среднее значение температуры воды было 16,54°C, максимальная температура (27,7°C) была зафиксирована в середине июля (табл. 1.2). Соленость в период наблюдений изменялась от 4,08‰ в апреле до 12,1‰ в июле. Водородный показатель pH изменялся от 8,14 до 8,59 и составил в среднем 8,36.

Содержание **биогенных веществ** в целом было в пределах естественных межгодовых колебаний. В водах устьевой области реки Терек среднегодовая концентрация фосфатов составила 13,4 мг/дм³, силикатов, нитритов и нитратов по сравнению с прошлым годом повысилась — 696, 5,32 и 19,97 мг/дм³ соответственно. Содержание аммонийного азота в среднем составило 206,51 мг/дм³, максимальное значение 445 мг/дм³ отмечено 3 декабря в поверхностном слое. Концентрация общего азота в воде по сравнению с 2011 г. значительно повысилась и составила в среднем 450 мг/дм³, минимум отмечен в октябре (320 мг/дм³) в промежуточном слое, а максимум (612 мг/дм³) наблюдался в начале октября на поверхности. Максимальное значение общего фосфора в морской воде района значительно превышало прошлогодний уровень и составило 66,3 мг/дм³ (2 октября). Средняя концентрация также повысилась и составила 22,93 мг/дм³.

В 40 отобранных пробах содержание **нефтяных углеводородов** изменялось в пределах от 0,02–0,18 мг/дм³ (0,4–3,5 ПДК), составив в среднем 0,07 мг/дм³ (1,4 ПДК). По сравнению с предыдущим годом среднее и максимальное содержание нефтяных углеводородов в морской воде повысилось. Загрязнение морских вод фенолами за истекший период наблюдений изменялось в узких пределах 1–6 мг/дм³ при среднем значении 2,9 мг/дм³ (3 ПДК). По сравнению с предыдущим годом содержание фенолов в воде практически не изменилось. Концентрация СПАВ достигала 16 мг/дм³ (0,16 ПДК), составив в среднем 10 мг/дм³.

В водах устьевого взморья Терека **кислородный режим** был в пределах среднемноголетних значений. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в 2012 г. от 6,79 до 12,09 мг/дм³, средняя величина равна 10,2 мг/дм³; процент насыщения составлял 84–114,3% (99,4%). По сравнению с предыдущим годом значение индекса ИЗВ на взморье Терека повысился до 1,49, что соответствует IV классу вод, «загрязнённые» (табл. 1.4). Расчет производился по средней концентрации НУ, фенолов и меди.

Взморье реки Сулак. Отбор проб морской воды на устьевом взморье реки производился в апреле, июле, октябре и ноябре на пяти станциях (№12–16) с глубиной до 9 м. В течение периода наблюдений минимальная температура воды (9,4°C) была зафиксирована в апреле, а максимальная (26,7°C) в июле (табл. 1.2). Соленость в период наблюдений изменялась от 4,6‰ весной до 12,53‰ осенью. Водородный показатель рН изменялся в пределах 8,21–8,63, а среднее значение составило 8,44. Содержание **биогенных веществ** в водах взморья было в целом в пределах обычной многолетней изменчивости. Среднегодовая концентрация в водах района неорганического фосфора (фосфатов) составила 10,57 мг/дм³, силикатов 358,85 мг/дм³, нитритов 3,63 мг/дм³, нитратов 17,76 мг/дм³. В 2012 г. среднегодовое содержание аммонийного азота понизилось по сравнению с предыдущим годом и составило 160,5 мг/дм³, максимальное значение отмечено в ноябре в поверхностном слое (323 мг/дм³), минимальное (20,8 мг/дм³) 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 2011 г. повысилось и составило в среднем 453,78 мг/дм³, минимум отмечен в апреле (310 мг/дм³) в промежуточном слое, максимум (585 мг/дм³) наблюдался в октябре у поверхности. Максимальное значение общего фосфора 61,6 мг/дм³ было зафиксировано в октябре, минимальное значение составило 9,2 мг/дм³ в октябре в промежуточном слое.

Содержание **нефтяных углеводородов** в водах района изменялось в пределах 0,01–0,16 мг/дм³ (0,2–3,2 ПДК), составив в среднем 0,05 мг/дм³. Концентрация фенолов в исследуемый период времени изменялась в пределах 1–5 мг/дм³; средняя 2,6 мг/дм³ (2,6 ПДК). Как максимальное, так и среднее содержание незначительно повысилось по сравнению с предыдущим годом. Дeterгенты в водах взморья были отмечены в пределах обычной межгодовой

изменчивости, в среднем 9 мкг/дм^3 , а максимум достигал 13 мкг/дм^3 ($0,13 \text{ ПДК}$) и был существенно меньше норматива.

Концентрация растворенного в воде устьевой области Сулака **кислорода** в период наблюдений в 2012 г. изменялась от $7,43 \text{ мг/дм}^3$ в промежуточном слое в июле до $11,93 \text{ мг/дм}^3$ в ноябре, составив в среднем $9,17 \text{ мг/дм}^3$, что немного больше прошлогоднего уровня. Процентное насыщение вод кислородом составляло $89,9\text{--}112,32\%$, в среднем $101,48\%$. Качество вод устьевого взморья р. Сулак немного ухудшилось по сравнению с 2011 г., а значение индекса ИЗВ составило 1,21. Воды характеризуются как «умеренно загрязнённые» (III класс).

Махачкала. На мелководье вблизи столицы Дагестана наблюдения проводились на 9 станциях с глубинами от 4 до 11 м. В апреле, июле, октябре и ноябре было отобрано 70 проб из поверхностного, промежуточного (горизонт 10 м) и придонного слоя вод. Температура морской воды за период наблюдений изменялась от $5,8^\circ\text{C}$ до $24,5^\circ\text{C}$. Соленость варьировала от $5,2\%$ в ноябре в промежуточном слое до $14,01\%$ в октябре; pH изменялся от 8,03 до 8,74, среднее же составило 8,35. Содержание в водах района **биогенных веществ** составило в среднем: неорганического фосфора (фосфатов) $8,76 \text{ мкг/дм}^3$, силикатов $368,18 \text{ мкг/дм}^3$, нитритов $3,35 \text{ мкг/дм}^3$, нитратов $20,15 \text{ мкг/дм}^3$. Концентрация аммонийного азота в 2012 г. в среднем равнялась $108,64 \text{ мкг/дм}^3$ ($0,2 \text{ ПДК}$), минимальное значение (50 мкг/дм^3) зафиксировано на глубине 4 м в ноябре, максимум ($189,4 \text{ мкг/дм}^3$, $0,4 \text{ ПДК}$) в июле у поверхности. Содержание общего азота в морской воде (502 мкг/дм^3) было примерно равным показателям предыдущих лет. Средняя концентрация общего фосфора на мелководье Махачкалы ($14,08 \text{ мкг/дм}^3$) была немного меньше прошлогодних значений, минимум и максимум также несколько возросли и составили 3,6 и $21,7 \text{ мкг/дм}^3$ соответственно.

Содержание **нефтяных углеводородов** изменялось в пределах от $0,01$ до $0,17 \text{ мг/дм}^3$ ($0,2\text{--}3,4 \text{ ПДК}$), среднее составило $0,06 \text{ мг/дм}^3$ ($1,2 \text{ ПДК}$). Содержание фенолов варьировалось от 1 до 7 мкг/дм^3 при среднем значении 4 мкг/дм^3 . По сравнению с прошлым годом загрязнение вод фенолами практически не изменилось. Максимальная концентрация СПАВ достигала 30 мкг/дм^3 ($0,3 \text{ ПДК}$), данное значение было отмечено в октябре; средний уровень загрязнения воды детергентами составил 18 мкг/дм^3 ($0,18 \text{ ПДК}$). По сравнению с прошлым годом содержание детергентов повысилось.

Кислородный режим вод района в целом был в пределах многолетней изменчивости. За период наблюдений концентрация растворенного в воде кислорода изменялась от $7,06 \text{ мг/дм}^3$ в придонных водах 15 июля при $23,8^\circ\text{C}$ до $11,56 \text{ мг/дм}^3$ на поверхности 12 апреля при $7,4^\circ\text{C}$; среднее значение равно $9,46 \text{ мг/дм}^3$. Процентное насыщение вод кислородом составило $99,41\%$, значения колебались в пределах $83\text{--}118,3\%$, максимум отмечен в октябре. Индекс загрязненности вод ИЗВ составил 1,51, что выше прошлогоднего значения, а воды на мелководье Махачкалы оцениваются IV классом, «загрязненные» (рис. 1.4). Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, фенолы и аммоний.

Каспийск. В прибрежной зоне у г. Каспийска в период с апреля по ноябрь было отобрано 30 проб из поверхностного и придонного горизонтов на 4 станциях с глубинами от 8 до 21 метров. В течение периода исследований температура морской воды изменялась в диапазоне от $9,3^\circ\text{C}$ до $19,1^\circ\text{C}$; соленость $6,65\text{--}13,22\%$ (в среднем $10,7\%$); водородный показатель pH $8,13\text{--}8,43$ ($8,26$), (табл. 1.2). Содержание в водах района **биогенных веществ** в среднем составило: неорганического фосфора (фосфатов) — $5,29 \text{ мкг/дм}^3$, силикатов — $310,44 \text{ мкг/дм}^3$, нитритов — $1,64 \text{ мкг/дм}^3$, нитратов — $16,28 \text{ мкг/дм}^3$. Диапазон изменений концентрации аммонийного азота $69,1\text{--}220 \text{ мкг/дм}^3$; среднее значение $136,62 \text{ мкг/дм}^3$; максимальное отмечено в конце апреля в

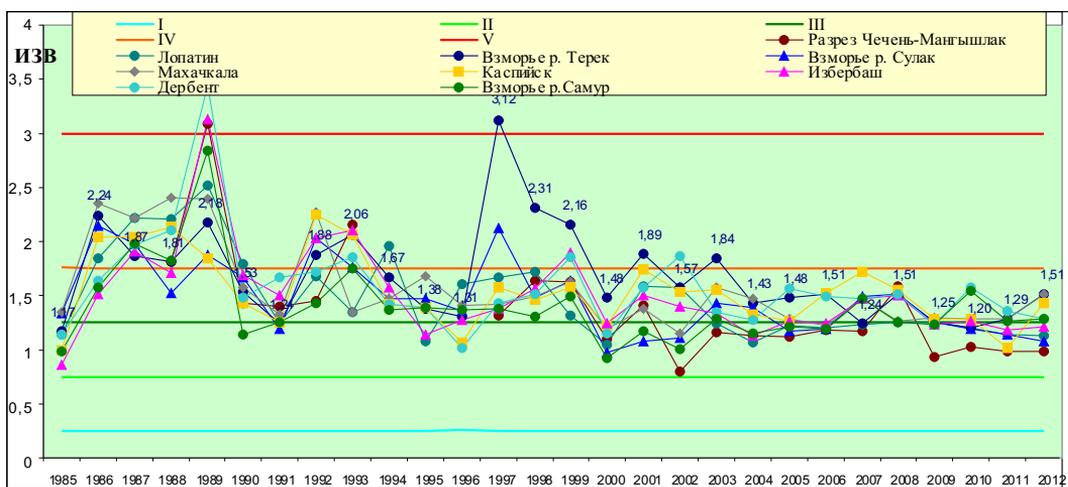


Рис. 1.4. Динамика ИЗВ в южной части Дагестанского побережья в 1985–2012 гг.

поверхностном слое. В 2012 г. содержание общего азота по сравнению с предыдущим годом несколько повысилось и составило в среднем $377,6 \text{ мкг/дм}^3$, максимум 565 мкг/дм^3 (конец октября, поверхность), минимум 278 мкг/дм^3 (конец апреля, промежуточный слой). Концентрация общего фосфора в морской воде изменялась от $9,9 \text{ мкг/дм}^3$ до $18,7 \text{ мкг/дм}^3$, составив в среднем $14,6 \text{ мкг/дм}^3$, максимальное значение было отмечено 25 ноября на поверхностном горизонте.

Среднее содержание **нефтяных углеводородов** за год составило $0,087 \text{ мг/дм}^3$, максимальное $0,2 \text{ мг/дм}^3$ (4 ПДК). Концентрация фенолов изменялась в пределах от 2 до 5 мкг/дм^3 (среднее $3,2 \text{ мкг/дм}^3$), все значения были на уровне или выше установленного ПДК. Содержание детергентов в водах района в среднем составило 16 мкг/дм^3 , а максимум 80 мкг/дм^3 (0,8 ПДК) был зафиксирован 25 ноября.

Содержание растворенного в воде **кислорода** в период наблюдений изменялось в пределах от $7,83 \text{ мг/дм}^3$ (26 октября в промежуточном слое при температуре воды $18,8^\circ\text{C}$) до $10,66 \text{ мг/дм}^3$ (27 апреля при температуре $13,2^\circ\text{C}$), составив в среднем $9,69 \text{ мг/дм}^3$. И средние, и минимальные значения концентрации кислорода были ниже предыдущих лет, хотя и не выходили за допустимую границу. Диапазон значений процентного насыщения вод кислородом несколько понизился в 2012 г. ($87,42\text{--}109,4\%$) по сравнению с прошлым годом ($74,0\text{--}98,4\%$); среднее значение — $100,85\%$. В прибрежной зоне у города Каспийск значение индекса ИЗВ в последние годы оставалось практически неизменным, но в 2012 г. качество вод значительно ухудшилось и класс поменялся на IV, «загрязненные» (1,43).

Избербаш. В 2012 г. на 3 станциях (№24–26) с глубинами 12–22 метров в прибрежных водах города Избербаш был выполнен отбор 27 проб морской воды в августе и апреле. Максимальная температура воды ($23,1^\circ\text{C}$) отмечена в сентябре, минимальная ($9,3^\circ\text{C}$) в апреле. Соленость варьировала от $7,7\%$ в ноябре до $11,9\%$ в сентябре. Водородный показатель pH изменялся от 7,7 до 8,62, в среднем — 8,21. Содержание в водах района **биогенных веществ** в среднем составило: неорганического фосфора (фосфатов) — $5,17 \text{ мкг/дм}^3$, силикатов — $265,52 \text{ мкг/дм}^3$, нитритов — $1,11 \text{ мкг/дм}^3$, нитратов — $15,91 \text{ мкг/дм}^3$. Концентрация аммонийного азота в 2012 г. уменьшилась и составила в среднем $156,32 \text{ мкг/дм}^3$ (0,3 ПДК), минимальное значение ($24,6 \text{ мкг/дм}^3$) зафиксировано 25 ноября на глубине 21 м, максимум

(240 мкг/дм³) — 28 апреля на поверхности. По сравнению с прошлым годом содержание аммонийного азота в прибрежных водах понизилось. Концентрация общего фосфора в морской воде изменялась от 3,9 мкг/дм³ до 29,8 мкг/дм³, составив в среднем 14 мкг/дм³.

Концентрация **нефтяных углеводов** изменялась в пределах 0,03–0,10 мг/дм³ (2 ПДК) при средней 0,07 мг/дм³. Содержание фенолов в период наблюдений было сопоставимо с прошлогодними значениями, максимум понизился; диапазон изменений 2–4 мкг/дм³ (4 ПДК), в среднем 2,5 мкг/дм³. Уровень загрязнения вод детергентами в среднем составлял 9 мкг/дм³, максимум (18 мкг/дм³, 0,2 ПДК) был зафиксирован в конце сентября у поверхности.

Содержание растворенного в воде **кислорода** изменялось от 7,73 мг/дм³ в сентябре до 10,77 мг/дм³ в ноябре, в среднем 9,4 мг/дм³, что соответствует прошлогоднему уровню (9,34 мг/дм³). Процент насыщения воды кислородом варьировал в пределах 90,5–109,9%, а среднее значение составляло 100,25%. Индекс загрязненности вод составил 1,21, что превышает показания прошлого года (1,18). Морские воды данного района относятся к III классу, «умеренно загрязнённые».

Дербент. В 2012 г. в районе города Дербент были отобраны 12 проб морской воды на 2 станциях (№27–28) с глубинами 7 и 9 метров. За период наблюдений температуры морской воды изменялась в диапазоне 10,4–23,6°С. Значения солености колебались от 5,34‰ в ноябре до 14,38‰ того же месяца, среднее значение 10,93‰. Водородный показатель рН изменялся от 8,1 до 8,45, составив в среднем 8,27. Среднегодовая концентрация в водах района неорганического **фосфора** (фосфатов) составила 5,96 мкг/дм³, силикатов — 193,5 мкг/дм³, нитритов — 1,26 мкг/дм³, нитратов — 12,32 мкг/дм³. В 2012 г. среднегодовое содержание аммонийного азота понизилось по сравнению с предыдущим годом и составило 113,5 мкг/дм³ (0,2 ПДК), максимальное значение отмечено в сентябре (293 мкг/дм³, 0,6 ПДК), минимальное (10,7 мкг/дм³) в ноябре. Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже 1 ПДК. В противоположность аммонийному содержанию общего азота в морской воде по сравнению с 2011 г. понизилось и составило в среднем 342,6 мкг/дм³, минимум отмечен в конце ноября (258 мкг/дм³), максимум (403 мкг/дм³) наблюдался в сентябре. Минимальное значение общего фосфора (10,3 мкг/дм³) было зафиксировано в ноябре, а максимальное в сентябре (22,3 мкг/дм³); среднее значение составило 15,1 мкг/дм³.

Концентрация **нефтяных углеводов** в водах района Дербента изменялась от 0,02 до 0,07 мг/дм³, составив в среднем 0,05 мг/дм³ (1 ПДК). Концентрация фенолов изменялась в пределах 2–4 мкг/дм³ (4 ПДК) при среднем содержании 3,2 мкг/дм³ (3 ПДК). По сравнению с предыдущим годом максимальное и среднее содержание фенолов понизилось. Загрязнение вод детергентами и изменялось в диапазоне 3–30 мкг/дм³ (0,3 ПДК); среднее значение было гораздо выше прошлогоднего и составило 18 мкг/дм³.

Кислородный режим в период наблюдений был в пределах обычной для района нормы. По сравнению с 2011 г. содержание растворенного в воде кислорода немного повысилось и составило в среднем 9,38 мг/дм³, минимальное значение (7,75 мг/дм³) наблюдалось в конце ноября, максимальное (10,77 мг/дм³) в конце апреля. Насыщение вод кислородом повысилось и составило в среднем 101,2%, минимум насыщения равен 94,4% и был зафиксирован на глубине 13 метров в ноябре. По комплексному индексу загрязнения ИЗВ (1,26) качество вод района по сравнению с прошлым годом понизилось, но осталось в IV классе, «загрязнённые».

Взморье реки Самур. На мелководном взморье реки Самур в апреле, сентябре и ноябре было отобрано 12 проб на двух станциях. Температура воды изменялась в диапазоне от 12,4°С до 22,9°С. В течение периода исследований соленость варьировала от 8,74‰ в ноябре в поверхностном слое до 11,9‰ в сентябре в промежуточном слое. Показатель водорода рН 8,13–8,43, среднее

значение 8,29. В 2012 г. средняя концентрация **биогенных элементов** в водах района составила: неорганического фосфора (фосфатов) — 7,01 мкг/дм³, силикатов — 241 мкг/дм³, диапазон 125–721 мкг/дм³, нитритов — 1,53 мкг/дм³, нитратов — 18,54 мкг/дм³. Средние показатели фосфора, силикатов и нитритов ниже прошлогодних значений, нитраты же превышают их. Содержание аммонийного азота на устьевом взморье изменялось от 48,3 мкг/дм³ в ноябре до 291 мкг/дм³ (0,6 ПДК) в сентябре, среднее значение ниже прошлогоднего (155,67 мкг/дм³). Содержание общего азота в районе наблюдений по сравнению с предыдущим годом несколько повысилось и составило в среднем 368,67 мкг/дм³; максимум 486 мкг/дм³ (ноябрь, промежуточный слой), минимум 249 мкг/дм³ в апреле у поверхности. Концентрация общего фосфора в воде района незначительно повысилась, изменяясь в диапазоне 1,98–12,4 мкг/дм³, в среднем 16,72 мкг/дм³.

Концентрация **нефтяных углеводородов** изменялась в пределах 0,01–0,07 мг/дм³ (1,4 ПДК), средняя величина 0,05 мг/дм³; фенолов варьировала в пределах 2–4 мкг/дм³, в среднем 3,2 ПДК. Загрязнение воды детергентами было выше прошлогоднего уровня. Среднее значение составило 10 мкг/дм³ (0,1 ПДК); максимальное значение 18 мкг/дм³ было зафиксировано в конце ноября на поверхности воды.

В **кислородном режиме** морских вод относительно предыдущих лет существенных изменений не отмечено. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в 2012 г. от 7,96 мг/дм³ (25 сентября в промежуточном слое) до 10,43 мг/дм³ (25 ноября у поверхности), средняя величина составила 9,17 мг/дм³. Насыщение воды кислородом в среднем составило 99,99% и изменялось в диапазоне 91,7–110,2%. На устьевом взморье р. Самур в 2012 г. качество вод существенно улучшилось, значение индекса ИЗВ составило 1,29 (IV класс, «загрязнённые») и было существенно ниже прошлогоднего значения.

В целом по Дагестанскому побережью, в 2012 г. качественная оценка вод открытой части Каспийского моря в Кизлярском заливе позволяет отнести их ко второму классу («чистые»). В районе Каспийска индекс ИЗВ превысил границу между классами и воды оценивается как «загрязнённые». В районе городов Дербент и взморья реки Самур по сравнению с предыдущим годом значение индекса ИЗВ значительно уменьшилось, но оценка уровня загрязнения вод не изменилась, они относятся к IV классу, «загрязнённые».

Таблица 1.3. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Северного и Среднего Каспия в 2010–2012 гг.

Район	Ингредиент	2010 г.		2011 г.		2012 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Северный Каспий							
III разрез	НУ	0,05	1,0	0,05	1,0	0,09	1,8
		0,13	2,6	0,11	2,2	0,20	4
	Фенолы	1	1,0	1	1,0	2,0	2,0
		4	4	2	2,0	5	5
	СПАВ	44	0,4	–	–	13,5	0,1
		70	0,7	–	–	23	0,2
	Азот аммонийный	129,1	0,3	11,6	<0,1	22,3	<0,1
		391	0,8	105,6	0,2	89,6	0,2
	Cu	2,9	0,6	3,4	0,7	–	
		3,8	0,8	1,2	2,4	–	
	Zn	1,9	<0,1	53	1,1	–	
		2,7	<0,1	90	1,8	–	
	Кислород мг O ₂ /дм ³	9,16		9,4		9,13	
		7,55		5,97	1,0	7,02	

IIIa разрез	НУ	0,048	1,0	0,07	1,4	0,106	2,1
		0,15	3,0	0,16	3	0,2	4
	Фенолы	1	1,0	1	1,0	1,9	1,9
		4	4	3	3,0	3	3
	СПАВ	39	0,4	–	–	12,5	0,1
		60	0,6	–	–	27	0,3
	Азот аммонийный	95,02	0,2	16,6	<0,1	20,8	<0,1
		380	0,8	76,3	0,1	86,4	0,2
	Cu	12	2,3	4,2	0,08	–	
		34	7	9,8	2,0	–	
	Zn	33	0,7	59	1,2	–	
		103	2,1	218	4	–	
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,33		9,6		9,53	
		7,36		5,88	1,0	7,53	
IV разрез о. Чечень – п-ов Мангышлак	НУ	0,048	1,0	0,04	0,8	0,045	0,9
		0,15	3,0	0,08	1,6	0,11	2,2
	Фенолы	2	2,0	2	2,0	2,2	2,2
		4	4	5	5	8	8
	СПАВ	46	0,5	4	<0,1		
		100	1,0	7	<0,1		
	Азот аммонийный	198,6	0,4	128,7	0,3	38,7	<0,1
		391	0,8	164,1	0,3	138	0,3
	Cu	2,4	0,5	2,6	0,5	2,9	0,6
		3,6	0,7	3,8	0,8	3,4	0,7
	Zn	1,8	<0,1	1,83	<0,1	2,05	<0,1
		2,8	<0,1	2,6	<0,1	2,6	<0,1
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,16		9,41		10,25	
		7,49		7,79		8,45	
Средний Каспий							
Лопатин	НУ	0,044	0,9	0,04	0,8	0,07	1,4
		0,06	1,2	0,07	1,4	0,17	3,4
	Фенолы	2,9	2,9	2,6	2,6	2,2	2,2
		5	5	5	5	3	3
	СПАВ	3,3	<0,1	3,8	<0,1	9,4	<0,1
		5	<0,1	6	<0,1	16	0,16
	Азот аммонийный	176	0,4	172,3	0,3	128,06	0,2
		348	0,7	194	0,4	226	0,5
	Cu	3,0	0,6	2,7	0,5	2,3	0,4
		3,7	0,7	3,4	0,7	2,8	0,5
	Zn	1,53	<0,1	1,25	<0,1	1,35	<0,1
		2,0	<0,1	1,5	<0,1	1,7	<0,1
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,23		9,1		9,5	
		7,51		8,03		6,93	
Взморье р. Терек	НУ	0,05	1,0	0,05	1,0	0,07	1,4
		0,06	1,2	0,09	1,8	0,18	3,5
	Фенолы	2,7	2,7	2,9	2,9	3,4	3,4
		5	5	5	5	6	6
	СПАВ	3,3	<0,1	4,3	<0,1	10,0	0,1
		6	<0,1	7	<0,1	16	0,16
	Азот аммонийный	203,7	0,4	160,2	0,3	206,5	0,4
		381	0,8	177	0,4	445	0,9

	Cu	3,51	0,7	3	0,6	3,0	0,6
		4,9	1,0	3,8	0,7	3,4	0,7
	Zn	2,19	<0,1	2,23	<0,1	1,9	<0,1
		2,8	<0,1	3,1	<0,1	2,1	<0,1
Кислород мгО ₂ /дм ³	9,02		8,86		10,2		
	7,58		7,97		6,79		
Взморье р. Сулак	НУ	0,046	1,0	0,04	0,8	0,05	1
		0,06	1,2	0,07	1,4	0,16	3,2
	Фенолы	2,8	2,8	2,4	2,4	2,6	2,6
		5	5	5	5	5	5
	СПАВ	4,2	<0,1	4,1	<0,1	9	0,09
		7	<0,1	7	<0,1	13	0,13
	Азот аммонийный	153,4	0,3	176,8	0,4	160,5	0,3
		355	0,7	220	0,5	323	0,6
	Cu	3,34	0,71	3,3	0,7	3,3	0,6
		4,4	0,88	4,2	0,8	4,1	0,8
	Zn	2,11	<0,1	2,06	<0,1	2	<0,1
		3,0	<0,1	3,1	<0,1	2,8	<0,1
Кислород мгО ₂ /дм ³	9,10		8,97		9,17		
	7,55		8,01		7,43		
Махачкала	НУ	0,05	1,0	0,05	1,0	0,06	1,2
		0,07	1,4	0,08	1,6	0,17	3,4
	Фенолы	3	3,0	3,1	3,1	4	4
		6	6	6	6,0	7	7
	СПАВ	4	<0,1	4	<0,1	18	0,18
		7	<0,1	7	<0,1	30	0,3
	Азот аммонийный	226,7	0,5	201,2	0,4	108,6	0,2
		342	0,7	299	0,6	189,4	0,4
	Кислород мгО ₂ /дм ³	8,97		8,82		9,46	
		7,34		8,08		7,06	
Каспийск	НУ	0,05	1,0	0,04	0,8	0,08	1,6
		0,07	1,4	0,08	1,6	0,2	4
	Фенолы	3	3,0	2,4	2,4	3,2	3,2
		6	6	5	5	5	5
	СПАВ	4	<0,1	4	<0,1	16	0,16
		6	<0,1	6	<0,1	80	0,8
	Азот аммонийный	230,13	0,46	124,5	0,3	136,6	0,3
		392	0,8	199	0,4	220	0,4
	Кислород мгО ₂ /дм ³	8,93		9,1		9,69	
		7,34		7,43		7,83	
Избербаш	НУ	0,043	0,9	0,04	0,8	0,07	1,4
		0,07	1,4	0,06	1,2	0,1	2
	Фенолы	3	3,0	3	3,0	2,5	2,5
		6	6	5	5	4	4
	СПАВ	3	<0,1	3	<0,1	9	<0,1
		6	<0,1	5	<0,1	18	0,2
	Азот аммонийный	224,9	0,5	160,1	0,3	156,4	0,3
		365	0,7	199	0,4	240	0,5
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,10		9,34		9,4	
		7,85		7,41		7,73	

Дербент	НУ	0,05	1,0	0,05	1,0	0,05	1,0	
		0,07	1,4	0,07	1,4	0,07	1,4	
	Фенолы	4	4	3,2	3	3,2	3,2	
		6	6	5	5	4	4	
	СПАВ	4	<0,1	3,5	<0,1	18	0,2	
		6	<0,1	5	<0,1	30	0,3	
	Азот аммонийный	235,4	0,5	144,3	0,3	131,5	0,2	
		363	0,7	178,2	0,4	293	0,6	
	Cu	2,75	0,6	2,8	0,6	–		
		3,6	0,7	3,4	0,6	–		
	Zn	2,95	<0,1	2,1	<0,1	–		
		3,8	<0,1	3,2	<0,1	–		
	Кислород мгО ₂ /дм ³	8,97		9,24		9,38		
		7,71		7,94		7,75		
Взморье р. Самур	НУ	0,05	1,0	0,05	1,0	0,05	1,0	
		0,07	1,4	0,07	1,4	0,07	1,4	
	Фенолы	4	4	3,1	3	3,2	3,2	
		5	5	5	5	4	4	
	СПАВ	4	<0,1	4	<0,1	10	0,1	
		6	<0,1	6	<0,1	18	0,2	
	Азот аммонийный	225,2	0,5	156,11	0,3	155,67	0,3	
		360	0,7	178	0,4	291	0,6	
	Кислород мгО ₂ /дм ³	9,18		9,25		9,17		
		7,17		7,53		7,96		
	Примечания:							
	1. Концентрация С* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм ³ ; фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ, аммонийного азота, меди и цинка — в мкг/дм ³ .							
	2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней — максимальное (для кислорода минимальное) значение.							
	3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.							
4. Для распресненных вод Северного и Среднего Каспия для аммонийного азота ПДК принято 500 мкг/дм ³ .								

Таблица 1.4. Оценка качества морских вод Северного и Среднего Каспия по ИЗВ в 2010–2012 гг.

Район	2010 г.		2011 г.		2012 г.		Среднее содержание ЗВ в 2011 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
III разрез	0,82	III	0,84	III	1,15	III	НУ 1,8; фенолы 2,0; СПАВ 0,14; О ₂ 0,66
IIIа разрез	0,86	III	1,06	III	1,20	III	НУ 2,1; фенолы 1,94; СПАВ 0,13; О ₂ 0,63
Кизлярский залив	–		–		0,60	II	НУ 1,4; NH ₄ 0,32; СПАВ 0,10; О ₂ 0,59
IV разрез: о.Чечень — п-ов Мангышлак	1,03	III	0,98	III	1,07	III	НУ 0,9; фенолы 2,2; Cu 0,6; О ₂ 0,59
Лопатин	1,20	III	1,14	III	1,16	III	НУ 1,4; фенолы 2,2; Cu 0,4; О ₂ 0,63
Взморье р.Терек	1,20	III	1,29	IV	1,49	IV	НУ 1,4; фенолы 3,4; Cu 0,6; О ₂ 0,59
Взморье р.Сулак	1,19	III	1,14	III	1,21	III	НУ 1; фенолы 2,6; Cu 0,6; О ₂ 0,65
Махачкала	1,29	IV	1,29	IV	1,51	IV	НУ 1,2; фенолы 4; NH ₄ 0,2; О ₂ 0,63
Каспийск	1,28	IV	1,02	III	1,43	IV	НУ 1,6; фенолы 3,2; NH ₄ 0,3; О ₂ 0,62

Избербаш	1,26	IV	1,18	III	1,21	III	НУ 1,4; фенолы 2,5; NH ₄ 0,3; O ₂ 0,64
Дербент	1,57	IV	1,36	IV	1,26	IV	НУ 1,0; фенолы 3,2; NH ₄ 0,2; O ₂ 0,64
Взморье р. Самур	1,23	III	1,54	IV	1,29	IV	НУ 1,0; фенолы 3,2; NH ₄ 0,3; O ₂ 0,65

1.5. Исследования качества морских вод в Казахстане

Информация о состоянии морских вод опубликована в «Информационном бюллетене о состоянии окружающей среды Казахской части Каспийского моря» Департамента экологического мониторинга Республиканского государственного предприятия «Казгидромет» (Астана, 2013 г.) и аналогичном издании, посвященном специальной экономической зоне «Морпорт Актау» (<http://www.eco.gov.kz/new2012/wp-content/uploads/2013/01/kaspii4-kv.doc>). 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 на трех морских прибрежных станциях в районе Форт-Шевченко, Фетисово, Каламкас, на акватории дамбы на побережье АО «Мангистаумунайгаз»; в районе п. Курык, на приграничной территории Среднего и Южного Каспия (маяк Адамтас), в районе морского судоходного канала (2 точки), в районе Тенгизского месторождения (5 точек) и взморья р. Урал (5 точек), на месторождениях Каражанбас, Арман, на станциях векового разреза Шальги-Кулалы (7 точек), на дополнительном разрезе «А» и «В» (9 точек), разрезах Кендерли-Дивичи, Песчаный-Дербент, Мангышлак-Чечень (9 точек), Каламкас, Дархан, Курмангазы, в районе затопленных скважин и в районе о. Кулалы (рис. 1.5).

Атырауская область. Наблюдения за состоянием морских вод на прибрежных станциях и на станциях вековых разрезов проводились в октябре 2012 г. на территории Атырауской области. В пробах морских вод определялись: прозрачность, соленость, цветность, температура, взвешенные вещества, водородный показатель, растворенный кислород, процент насыщения вод кислородом, удельная электропроводность, магний, хлориды, сульфаты, фтор, жесткость,

минерализация, гидрокарбонаты, кальций, кремний, БПК₅, аммоний солевой, азот нитритный, азот нитратный, сумма азота, фосфаты, летучие фенолы, железо общее, железо²⁺, медь, хром общий, хром⁶⁺, хром³⁺, цинк, бор и марганец.

Морской судоходный канал. На прибрежных станциях концентрация взвешенных веществ находилась в пределах 13,2–14,2 мг/дм³, величина рН 7,9–8,1, жесткость 8,9–9,8 мг-экв/дм³, содержание растворенного кислорода 9,1–9,4 мг/дм³. **Тенгизское**

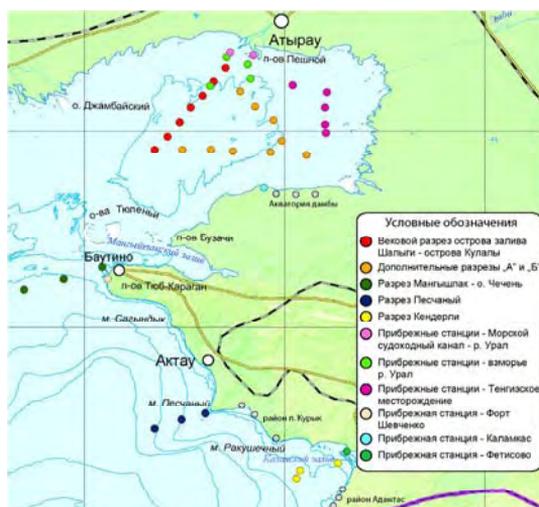


Рис. 1.5. Станции отбора проб морской воды и донных отложений Казахской части Каспийского моря в 2012 г.

месторождение. На прибрежных станциях концентрации взвешенных веществ находились в пределах 10,2–10,5 мг/дм³, величина рН 8,1–8,4, жесткость 8,2–8,7 мг-экв/дм³, содержание растворенного кислорода 9,3–9,7 мг/дм³. *Взморье р. Урал.* На прибрежных станциях концентрации взвешенных веществ находились в пределах 11,2–13,8 мг/дм³, величина рН 8,3–8,5, жесткость 9,2–9,7 мг-экв/дм³, содержание растворенного кислорода 9,6–10,1 мг/дм³. *На разрезе Шальги-Кулалы (7 точек)* концентрация взвешенных веществ находилась в пределах 13,1–14,5 мг/дм³, величина рН 8,4–8,6, жесткость 9,4–10,1 мг-экв/дм³, содержание растворенного кислорода 9,8–10,2 мг/дм³. *На дополнительном разрезе «А» и «В» (9 точек)* концентрации взвешенных веществ находились в пределах 12,8–14,8 мг/дм³, величина рН 8,1–8,5, жесткость 8,3–9,7 мг-экв/дм³, содержание растворенного кислорода 9,5–10,5 мг/дм³. *На разрезе Кендерли-Дивичи (3 точки)* величина рН морской воды составила 8,1–8,7, взвешенных веществ 16,5–16,7 мг/дм³; концентрация растворенного кислорода находилась в пределах 9,4–9,8 мг/дм³. *На разрезе Мангышлак-Чечень (3 точки)* величина рН морской воды находилась в пределах 8,3–8,7, растворенного кислорода 9,8–10,2 мг/дм³, взвешенных веществ 15,2–16,5 мг/дм³. Качество морской воды на всех разрезах и прибрежных станциях оценивалось как «умеренно-загрязненные» (ИЗВ=0,79–0,88, III класс). На всех станциях превышения ПДК не наблюдалось. *На разрезе Песчаный-Дербент (3 точки)* величина рН морской воды находилась в пределах 8,7–8,9, растворенного кислорода 9,7–9,9 мг/дм³; концентрация взвешенных веществ 16,7–17,1 мг/дм³. Качества морской воды оценивается как «умеренно-загрязненные» (ИЗВ=0,90, III класс). Превышение наблюдалось по меди (1,1 ПДК). По сравнению с аналогичным периодом 2011 г. качество морских вод в районе морского судоходного канала ухудшилось, на всех остальных прибрежных станциях и на станциях вековых разрезов существенно не изменилось.

Мангистауская область. На всех прибрежных станциях Форт-Шевченко, Фетисово и Каламкас величина рН морской воды находилась в пределах 7,2–8,7, концентрации взвешенных веществ 2,0–9,0 мг/дм³. Содержание растворенного кислорода находилось в пределах 6,0–6,8 мг/дм³. Морские воды на прибрежных станциях оценивались как «умеренно загрязненные» (ИЗВ=0,72–0,95, III класс) В районе Каламкас концентрация нефтепродуктов составила 1,1 ПДК. На месторождениях Каражанбас и Арман величина рН морской воды находилась в пределах 7,4–8,3; концентрация растворенного кислорода 6,0–6,4 мг/дм³; взвешенных веществ 4,2–7,0 мг/дм³. Морские воды в районе месторождений оценивались как «умеренно загрязненные» (ИЗВ=0,99–1,04, III класс). Превышение ПДК наблюдалось по нефтепродуктам в пределах 1,1–1,3 ПДК. По сравнению с 4 кварталом 2011 г. качество морских вод на прибрежных станциях и месторождениях значительно не изменилось.

Дополнительные наблюдения за качеством морских вод проводились АО «Мангистау-

Таблица 1.5. Концентрация металлов (мкг/г) и нефтяных углеводородов (%) в донных отложениях восточной части Северного и Среднего Каспия в 2012 г.

	Mn	Cr ⁶⁺	Zn	Ni	Pb	Cu	НУ (%)
морские донные отложения	0,18–0,30	0,011–0,04	0,09–0,17	0,10–0,47	0,002–0,004	1,00–1,22	0,014–0,02
Каражанбас, Арман	0,12–0,14	0,03–0,04	0,05–0,08	0,24–0,32	0,003–0,004	1,10–1,12	0,022–0,023
дамба АО «ММГ»	0,19–0,27	0,01–0,02	0,07–0,10	0,15–0,20	0,001	0,15–2,00	0,0165–0,031
маяк Адамтас	0,18–0,31	0,03–0,04	0,12–0,24	0,35–0,42	0,001–0,004	1,04–1,23	0,021–0,025
Район п. Курык	0,09–0,15	0,02–0,03	0,07–0,14	0,29–0,41	0,001–0,002	0,99–1,15	0,022–0,032

МунайГаз» на прилегающей к дамбе прибрежной акватории. В районе дамбы величина рН морской воды находилось в пределах 7,4–8,0, концентрация растворенного кислорода 6,2–6,7 мг/дм³ и взвешенных веществ 4,0–6,0 мг/дм³. Воды оценивались как «умеренно загрязненные» (ИЗВ=0,91, III класс). Превышений нормы не наблюдалось. Наблюдения за качеством морских вод проводились на приграничных территориях Среднего и Южного Каспия (маяк Адамтас): величина рН морской воды находилась в пределах 7,8–8,1, растворенного кислорода 6,7–6,9 мг/дм³; взвешенные вещества 5,0–7,0 мг/дм³. Воды оценивались как «умеренно загрязненные» (ИЗВ=0,93, III класс). В районе п. Курык величина рН морской воды находилась в пределах 7,3–8,0, растворенного кислорода 6,2–6,7 мг/дм³; взвешенных веществ 3,0–7,3 мг/дм³. Качество морской воды оценивалось III классом (ИЗВ=0,84, «умеренно загрязненные»).

В пробах **донных отложений** восточной части Северного и Среднего Каспия моря содержание тяжелых металлов было в пределах естественных межгодовых изменений (табл. 1.5). Концентрация металлов не превышала норматива для донных отложений (табл. А.5)

Глава 2. АЗОВСКОЕ МОРЕ

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

2.1. Общая характеристика

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

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

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

В Азовское море впадают две большие реки Дон и Кубань, поставляющие в море 95% суммарного стока, и 20 небольших речек в северной части моря — Берда, Кальмиус, Миус, Ея, Обиточная, Молочная и др. Средний годовой сток реки Дон составляет 24,4 км³, Кубани — 11,6 км³, малых рек северного Приазовья — 2,1 км³. В настоящее время сток Дона и Кубани зарегулирован водохранилищами. Средний многолетний материковый сток в море составляет по разным оценкам 36,7–38,1 км³. Сезонное распределение стока неравномерно. Доля весеннего стока составляет около 40%, а летнего — 20%. Из Азовского моря ежегодно в среднем вытекает 49,2 км³ азовской воды, а поступает в него 33,8 км³ черноморской воды. В баланс вод моря наибольшую долю приходной части образуют материковый сток (43%) и приток воды из Черного моря (40%). В расходной части преобладают сток азовской воды в Черное море (58%) и испарение с поверхности (40%). Средний результирующий сток воды составляет 15,5 км³ воды в год. Положительный пресный баланс моря обеспечивает невысокую соленость Азовского моря по сравнению с Черным морем (Дьяков Н.Н., Иванов В.А., 2002).

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

Общий циклонический характер циркуляции вод моря обусловлен главным образом ветром. Большая изменчивость направления и скорости течений моря также зависит от ветра, который вызывает чисто дрейфовые течения во всей толще мелкого Азовского моря и создает повышение уровня у берегов, в результате чего возникают компенсационные потоки. В предустьевых районах Дона и Кубани прослеживаются стоковые течения. Хорошо выражены неперриодические 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 2,1–3,0 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 24–25°C и достигает 32,0–32,5°C у берегов. Зимой она имеет нулевые и близкие к ним значения почти во всем море. Многолетняя среднегодовая температура воды на поверхности моря равна 11°C. Распределение температуры по вертикали неодинаково в разные сезоны. Осенью и зимой она приблизительно на 1°C повышается с глубиной, весной и летом картина прямо противоположная (Азовское море, 1962).

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

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

2.2. Таганрогский залив

Источниками загрязнения реки Дон в районе г. Азова являются промышленно-бытовые стоки очистных сооружений МП «Азовводоканал», водный транспорт, каналы оросительных систем, ливневые сточные воды, которые из-за отсутствия условий для их очистки поступают в р. Дон. Большое количество загрязняющих веществ поступает транзитом с вышележащих

участков реки Дон. Длина глубоководного выпуска ОСК МП «Азовводоканал» составляет 253 метра, глубина реки в месте выпуска 8 метров. Биологический комплекс очистных сооружений мощностью 9125 тыс. м³ в 2012 г. работал без перегрузок. Объём сточных вод составил 4993 тыс. м³, что на 83 тыс. м³ больше чем в 2011 г. Аварийных сбросов не было.

Отличительной особенностью гидрометеорологических условий региона Таганрогского залива в 2012 г. было жаркое лето. Максимальная температура воздуха +40,2°С была отмечена 8 августа. Среднегодовая температура воздуха составила +11,3°С, что на 2,3°С выше нормы. Минимальная температура воздуха –23,1°С отмечена 7 февраля. В течение года преобладал ветер восточного направления. По данным ГП «Азов» сумма выпавших в 2012 г. осадков составила 564,5 мм при норме 554 мм. Наибольшее количество осадков наблюдалось в мае (91 мм при норме 62 мм), наименьшее в ноябре (15 мм при норме 44 мм). При среднем многолетнем за период 1952–2008 гг. стоке р. Дон 21,6 км³, сток за последние пять лет составил: 2007 — 16,5; 2008 — 17,9; 2009 — 14,5; 2010 — 17,5; 2011 — 12,9 и 2012 г. — 15,4 км³.

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

В 2012 г. гидрохимические наблюдения в устьевой области реки Дон и восточной части Таганрогского залива были выполнены Донской устьевой станцией (ДУС) на трех станциях в устьях рукавов Мёртвый Донец (9р), Переволока (12р) и Песчаный (13р), а также на станциях №2,3,4,5,6 в восточной части и №10 в центральной части Таганрогского залива. В протоках Дона пробы воды были отобраны из поверхностного и придонного слоев 20 апреля, 21 и 30 мая, 21 июня, 2 июля, 22 августа, 20 сентября, 9 и 19 октября с борта мотолодки «Про-

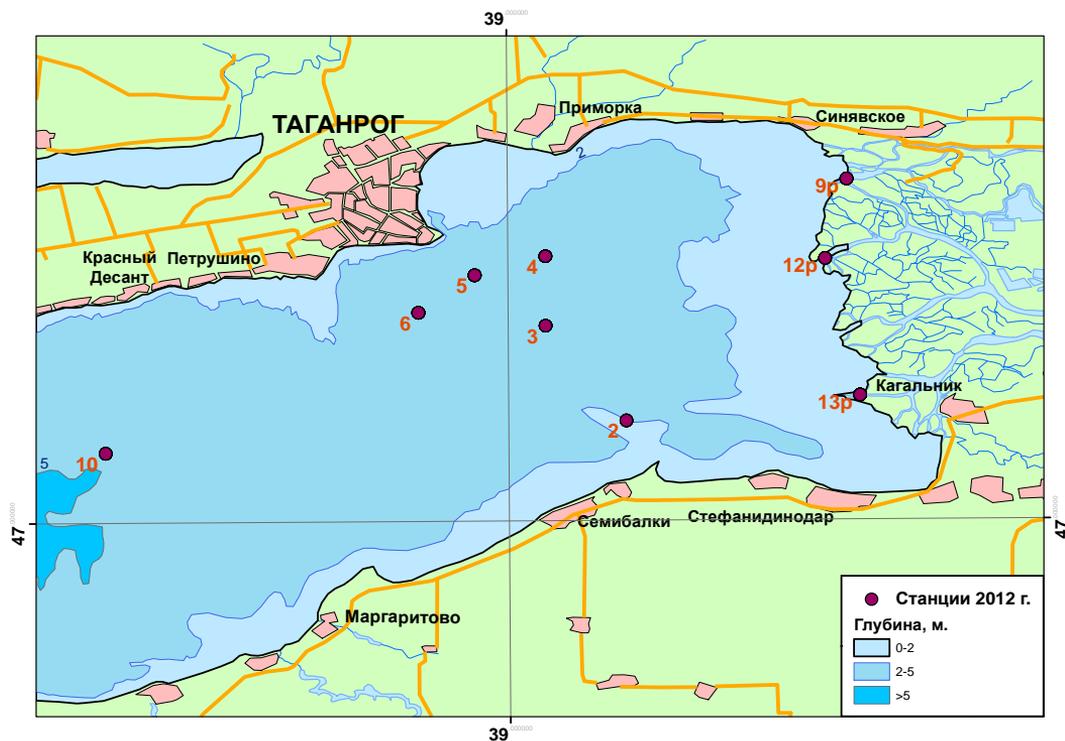


Рис. 2.1. Станции отбора проб в устьевой области р. Дон и Таганрогском заливе в 2012 г.

гресс» батометром Молчанова (рис. 2.1). Всего на краю дельты Дона отобрано и обработано 34 пробы воды. На акватории Таганрогского залива 55 проб воды было отобрано с борта э/с «Гидрофизик» ежемесячно с мая по октябрь на 6 станциях с максимальной глубиной 5,9 м. Все пробы получены из поверхностного слоя с глубины 0,5 м и из придонного слоя. На борту определялись рН, производилась фиксация проб на кислород, аммонийный азот и ртуть, а также экстракция нефтепродуктов четыреххлористым углеродом и пестицидов — гексаном. Окончание определения содержания нефтяных углеводородов (ИКС-метод), растворенных в воде соединений ртути (атомно-абсорбционный метод) и хлорорганических пестицидов (газожидкостная хроматография) производилось в лаборатории ГУ «Ростовский ЦГМС-Р». В период с апреля по октябрь в заливе и устьевой области реки были отобрано 26 проб донных отложений, в которых была определена концентрация НУ и пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ.

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

В устьях рукавов Дона вода в течение года была пресная. Соленость вод дельты Дона изменялась в пределах 0,43–0,70‰, а в Таганрогском заливе в диапазоне 0,47–5,96‰. Соленость выше 4,0‰ отмечалась как в центральной, так и в восточной части залива (ст. №4, 5, 6 и 10) как на поверхности, так и у дна. Значения рН изменялись в диапазоне 7,76–9,05, составив в среднем 8,52. Щелочность изменялась от 2,463 до 4,014 мг-экв/дм³ и в среднем за год составила 3,228 мг-экв/дм³.

В устьевой области Дона в 12 пробах воды из 34 отобранных концентрация **нефтяных углеводородов** была ниже предела чувствительности применяемого метода анализа (0,02 мг/дм³). Среднее содержание НУ составило 0,03 мг/дм³, что в 2,5 раза меньше прошлогоднего (рис. 2.2); максимум был отмечен 2 июля в устье рукава Песчаный в поверхностном слое и составил 0,08 мг/дм³ (1,6 ПДК), (табл. 2.1). На акватории Таганрогского залива в

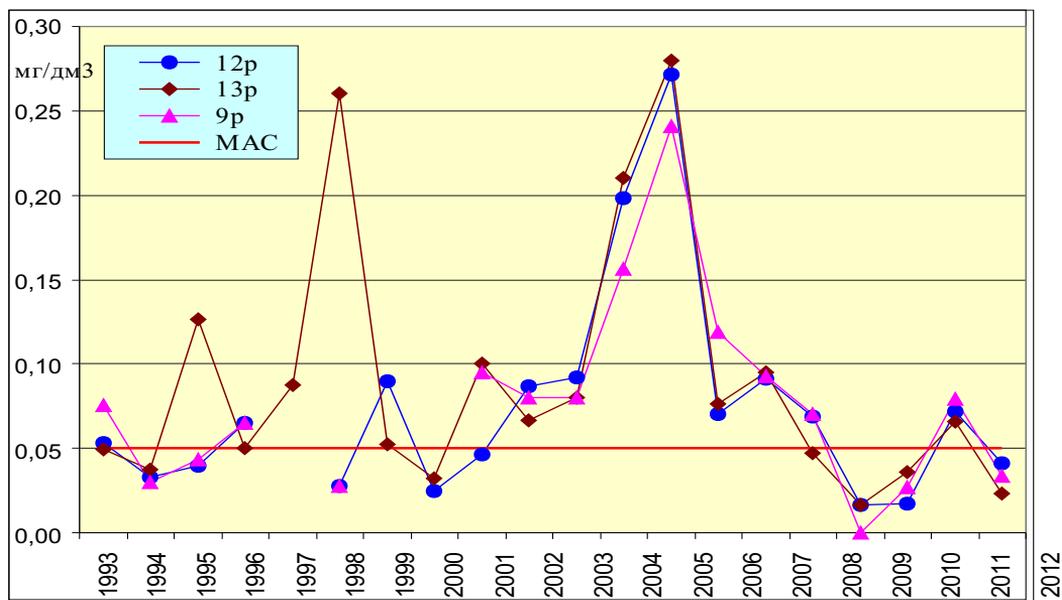


Рис. 2.2. Многолетняя динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах устьевой области р. Дон.

28 пробах из 55 концентрация НУ была ниже предела обнаружения. Наиболее высокий уровень загрязнения был зафиксирован 30 мая (0,10 мг/дм³, 2 ПДК) на ст.№6 на глубине 4,0 м и 20 июня на ст.№2 в поверхностном слое (0,11 мг/дм³, 2,2 ПДК). Среднее значение за май составило 0,6 мг/дм³, а в другие месяцы концентрация менялась от ниже предела обнаружения (сентябрь) до 0,04 мг/дм³ (август). Средняя величина за весь период наблюдений составила 0,085 мг/дм³, что более чем в два раза превышает прошлогоднюю величину 0,033 мг/дм³. В целом устьевая область реки Дон и акватория Таганрогского залива остается хронически загрязненной нефтяными углеводородами (рис. 2.2).

В устье Дона содержание **СПАВ** в трех пробах из отобранных 34 было ниже предела обнаружения применяемого метода анализа (DL=10 мкг/дм³). Максимальная величина (52 мкг/дм³) была зафиксирована в устье рукава Песчаный 30 мая на глубине 1,5 м у дна. Среднегодовая концентрация СПАВ составила 17,8 мкг/дм³ и была несколько ниже прошлогодней (20 мкг/дм³). В отличие от 2011 г. в водах залива концентрация СПАВ была ниже предела обнаружения только в 3 пробах из 55; максимальная величина достигала 55 мкг/дм³ и была отмечена 30 мая на глубине 3 м на ст.№2. Среднегодовое значение концентрации СПАВ на акватории залива (24 мкг/дм³) несколько превышала прошлогоднюю (20 мкг/дм³). Хлорорганические **пестициды** α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ в 89 пробах воды из устьевой области Дона и восточной части Таганрогского залива обнаружены не были. Из 32 отобранных проб воды пять содержали растворенную **ртуть** в концентрации 0,01 мкг/дм³.

Концентрация аммонийного **азота** в устьевых протоках реки Дон и на акватории залива изменялась в значительном диапазоне от предела обнаружения до максимального значения 202 мкг/дм³, отмеченного в устье рукава Мертвый Донец 19 октября. Максимальная концентрация снизилась на 35% по сравнению с 2011 г. (312 мкг/дм³), но была в два раза больше, чем 2009 г. (100 мкг/дм³). Повышенные значения (более 100 мкг/дм³) были отмечены в 7 пробах из 89 отобранных в апреле, июле и октябре в устьевой части р. Дон и в одной пробе, отобранной в восточной части залива (ст.№ 2, 30 мая). Средняя концентрация по всем отобранным пробам составила 55,5 мкг/дм³. Это больше, чем в 2011 и 2010 гг., но меньше чем в 2009 г. — 132,5 мкг/дм³ и 2008 г. — 104,2 мкг/дм³. Концентрация **нитритов** в 2012 г. изменялась от значений ниже предела чувствительности определения применяемого метода до 66,0 мкг/дм³, составив в среднем 16,2 мкг/дм³, что несколько меньше прошлогоднего значения (17,3 мкг/дм³) и значительно меньше значения 2010 г. (78,4 мкг/дм³). Максимум зафиксирован 19 октября в поверхностном слое вод рукава Мертвый Донец. Всего в 2012 г. было сделано 89 определения концентрации **нитратов**, в том числе 34 определения в русловой части. Здесь концентрация нитратов изменялась в диапазоне 139–686 мкг/дм³. Повышенные значения зафиксированы на всех станциях в устьевой части р. Дон (в рукавах Песчаный, Переволока и Мертвый Донец). Средняя многолетняя концентрация за период наблюдений составила в протоке Переволока (12р) 464 мкг/дм³, Мертвом Донце (9р) 421 мкг/дм³, в рукаве Песчаный (13р) 418 мкг/дм³. Восточная часть залива также характеризуется повышенной концентрацией нитратов, что вероятно связано с выносом азотосодержащих соединений со стоком р. Дон. Так на станции №2 наибольшая концентрация (1025 мкг/дм³) была зафиксирована 31 мая в поверхностном слое. При этом средняя за период наблюдений концентрация на этой станции составила всего 233,6 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация нитратов в дельте Дона и Таганрогском заливе подвержена значительным межгодовым колебаниям и составляла в 2005 г. 627 мкг/дм³; 2006 — 573 мкг/дм³; 2007 — 323 мкг/дм³; 2008 — 557 мкг/дм³; 2009 — 479 мкг/дм³; 2010 — 425 мкг/дм³; 2011 г. — 448 мкг/дм³, а в 2012 г. снизилась до 194 мкг/дм³.

В пробах воды из устьевой области Дона концентрация **фосфатов** в 2012 г. изменялась от 38 мкгР/дм³ в устье рукава Песчаный (придонный слой, 9 октября) до 243 мкгР/дм³ в рукаве

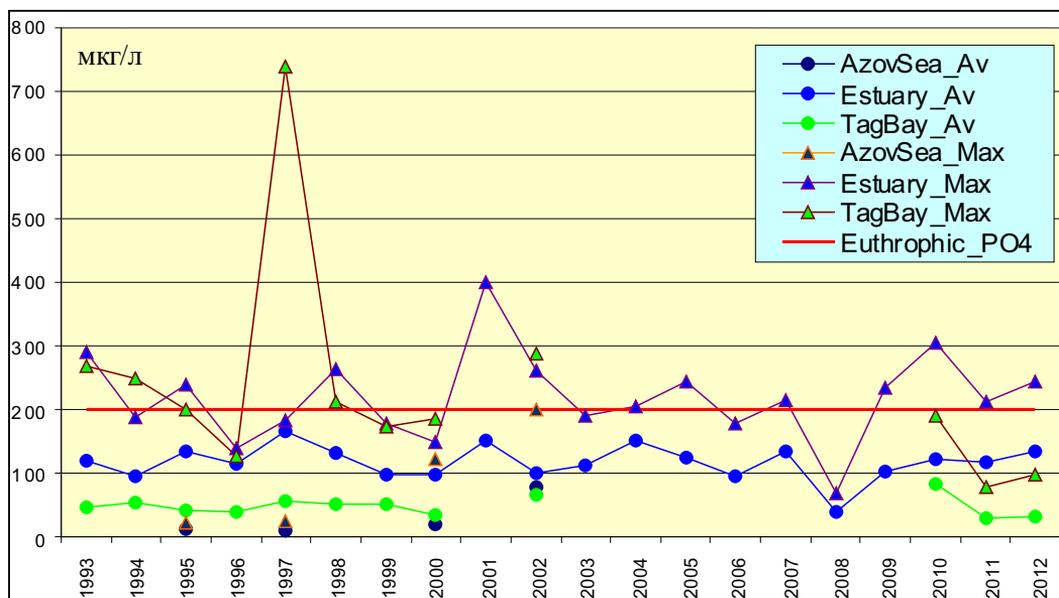


Рис. 2.3. Многолетняя динамика средней и максимальной концентрации фосфора фосфатов ($P-PO_4$ мкг/дм³) в водах устьевой области р. Дон, в восточной части Таганрогского залива и открытой части Азовского моря в 1993–2012 гг.

Мертвый Донец (20 апреля, дно). Средняя концентрация за год по 38 отобраным пробам составила 134,5 мкгР/дм³, что несколько выше 2011 г. (116 мкгР/дм³), (рис. 2.3). В течение периода наблюдений 1994–2012 гг. содержание фосфатов в устьевой области р. Дон изменялось в интервале от ниже предела обнаружения применяемым методом до 400 мкгР/дм³, составив в среднем по русловым станциям 115 мкгР/дм³. На акватории залива концентрация фосфатов в 2012 г. изменялась от 3,0 мкгР/дм³ в центральной его части на станции №10 (30.05, придонный слой) до 97 мкгР/дм³ в пробе, отобранной в придонной области 23 августа в восточной части залива на станции №3; среднегодовая концентрация составила 32 мкгР/дм³. Значения за период с 1994 г. изменялись в интервале от ниже предела обнаружения до 250 мкгР/дм³, составив в среднем 54 мкгР/дм³. Среднегодовая концентрация фосфатов по всем 89 обработанным в 2012 г. пробам составила 71 мкгР/дм³, что несколько выше, чем в прошлом 2011 г. (62 мкгР/дм³) и близка к уровню 2010 г. (93 мкгР/дм³) и 2009 г. (104 мкгР/дм³).

В пробах воды из устьевой области Дона концентрация **общего фосфора** в 2012 г. изменялась от 76 мкгР/дм³ в устье рукава Песчаный, в пробе, отобранной со дна 9 октября до 296 мкгР/дм³, в пробе, отобранной с поверхности в устье рукава Мертвый Донец. Средняя концентрация за год по 34 отобраным пробам составила 168 мкгР/дм³, что на 30% больше, чем в 2011 г. (116 мкгР/дм³). В период 1994–2012 гг. содержание общего фосфора изменялось в интервале от 16 мкгР/дм³ до 1557 мкгР/дм³, составив в среднем по русловым станциям 187 мкгР/дм³.

Содержание **силикатов** в период наблюдений в водах устьевой области Дона изменялось от 1033 до 5942 мкг/дм³, при среднегодовом значении 4372 мкг/дм³. В водах Таганрогского залива концентрация силикатов изменялась от минимального значения 1098 до максимального 5296 мкг/дм³. Средняя годовая концентрация составила 3112 мкг/дм³. Среднегодовое

Таблица 2.1. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах устьевой области реки Дон в 2010–2012 гг.

Ингредиент	2010 г.		2011 г.		2012 г.	
	С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Устьевая область реки Дон						
НУ	0,03	0,6	0,14	2,8	0,03	0,6
	0,16	3,2	1,39	28	0,08	1,6
СПАВ	9	0,1	20	0,2	18	0,2
	90	0,9	70	0,7	52	0,5
Азот аммонийный	35		31		0	
	130	0,3	160	0,3	202	0,4
Нитриты	504		793		389	
	1230		3484		686	
Фосфор общий	89		50		134	
	248		96		243	
Растворенный кислород	8,2		10,6		8,83	
	4,94	0,8	2,96	0,5	6,67	
% насыщения	99,6		116		97	
	60		34		72	
Восточная часть Таганрогского залива						
НУ	0,03	0,6	0,14	2,8	0,03	0,6
	0,16	3,2	1,39	28	0,11	2,2
СПАВ	9	0,1	20	0,2	24	0,2
	90	0,9	66	0,7	55	0,6
Азот аммонийный	35		30		62	
	130	0,3	160	0,3	1512	3,0
Нитриты	374		260		124	
	944		1476		1025	
Фосфор общий	89		50		59	
	248		96		142	
Растворенный кислород	8,25		10,6		9,11	
	4,94	0,8	2,07	0,3	3,54	0,6
% насыщения	99,6		116		104	
	60		34		42	
Примечания:						
1. Концентрация (С*) нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/л; СПАВ в мкг/л; аммонийного азота в мкгN/л, общего фосфора в мкгP/л. Концентрация α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ была ниже предела обнаружения во всех проанализированных пробах.						
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке — максимальное (для кислорода — минимальное) значение.						
3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целого значения.						
4. Для всех ингредиентов использованы значения ПДК для пресных вод.						

значение концентрации по всей акватории составило 3593 мкг/дм³, что незначительно отличается от прошлогодней (3384 мкг/дм³).

На протяжении исследуемого периода на станциях в устьях рукавов концентрация растворённого в воде **кислорода** изменялась в пределах 6,67–11,21 мгО₂/дм³, составив в среднем 8,83 мгО₂/дм³. Минимальная величина (82% насыщения вод кислородом) была зафиксирована однажды 2 июля в устье рукава Песчаный в придонном слое на глубине 4,5 м. В водах восточной части Таганрогского залива ситуация была более напряженной. В 10 отобранных пробах концентрация растворенного кислорода была равной или меньше 80% и дважды опус-

калась ниже норматива: 20 июня на ст. №3 — 3,54 мг/дм³ (42% насыщения) и 23 августа на ст. № 4 — 5,72 мг/дм³ (66%). По всем станциям устьевой области р. Дон и восточной части залива средняя концентрация растворенного кислорода составила 9,01 мгО₂/дм³. Насыщение вод кислородом в заливе изменялось от 42% до 180%. В целом значения не выходили за пределы многолетней изменчивости.

В 2012 г. значение комплексного индекса загрязненности вод ИЗВ в устьевых протоках реки Дон (0,47) и в восточной части Таганрогского залива (0,38) уменьшилось за счет существенного падения средней концентрации НУ по сравнению с 2011 г. Вследствие этого качество вод в целом улучшилось и они стали относиться ко II классу, «чистые» (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Оценка качества вод устьевой области р. Дон в 2010–2012 гг.

Район	2010 г.		2011 г.		2012 г.		Среднее содержание ЗВ в 2012 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Устье р. Дон	0,44	III	0,65	II	0,47	II	НУ 0,60; СПАВ 0,18; NO ₂ 0,42; O ₂ 0,68
Таганрогский залив	0,64	II	0,93	III	0,38	II	НУ 0,53; СПАВ 0,24; NO ₂ 0,07; O ₂ 0,66

2.2.3. Загрязнение донных отложений

Устьевая область р. Дон. Отбор проб донных отложений проводился одновременно с отбором проб воды, начиная с апреля по октябрь. Всего было отобрано 16 проб. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась от 50 до 110 мкг/г сухого остатка. Максимум отмечен в 9 октября в устье рук. Песчаный. Среднегодовое содержание составило 76 мкг/г или 1,5 ДК, что на 20% ниже значения прошлого года. Хлорорганических пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ в отобранных пробах донных отложений обнаружено не было.

Таганрогский залив. С апреля по октябрь было отобрано 10 проб. Концентрация нефтяных углеводородов была в пределах 50–110 мкг/г. Максимум отмечен 23 августа на ст.№5, следующее значение (100 мкг/г) было зафиксировано в 4 пробах со ст.№5,6 в период с июня по октябрь. Среднегодовое содержание составило 87 мкг/г или 1,7 ДК. Пестициды линдан и ДДТ, а также их изомеров и метаболитов в отобранных пробах донных отложений обнаружены не были.

2.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань

2.3.1. Система мониторинга устьевое взморья р. Кубань

В дельте и на устьевом взморье реки Кубань в Темрюкском заливе мониторинг водной среды осуществлялся сотрудниками Устьевой ГМС Кубанская («У Кубанская», г. Темрюк). В порту Темрюк (ст. №1) наблюдения проводились в течение всего года еженедельно; в Темрюкском заливе на устьевом взморье рукавов Кубань (ст. №2, 4, 10, 12, 15, 16, 18) и Протока (ст. №29, 31), в устьевой области (ст. №8у, 9у, 10у, 11у, 17у, 18у) и в низовьях дельты Кубани (ст. №5у, 6у) — всего на 17 станциях в апреле, июле, августе и октябре (рис. 2.4). Обор проб воды производили с борта маломерных катеров из поверхностного и придонного слоев. Анализ морской воды на определение гидрохимических параметров, концентрации биогенных элементов и загрязняющих веществ выполнялся в Лаборатории мониторинга загрязнения



Рис. 2.4. Станции отбора проб в Темрюкском заливе, в устьевой области и дельте р. Кубань в 2012 г. (1 — дельта Кубани; 2 — порт Темрюк; 3 — взморье Кубани; 4 — взморье Протоки; 5 — протоки лиманов).

поверхностных вод (ЛМЗПВ) «У Кубанская». Анализы производились в соответствии с «Руководством по химическому анализу морских вод» (РД 243). В водах дельты Кубани определение концентрации веществ выполнялось согласно разработанным в ГХИ РД 52.24–95, 2005, 2006 и «Руководства по химическому анализу поверхностных вод суши», Л., Гидрометеиздат, 1977 г. Определение содержания хлорорганических (группа ДДТ) и фосфорорганических пестицидов, а также растворенной ртути в отобранных пробах воды производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды.

2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива

Низовья дельты реки Кубань — район 1. Исследования в 2012 г. были проведены в двух точках, расположенных 500 м выше по течению устья Петрушина рукава и рукава Протока у пос. Ачуево. В устьях обоих рукавов Кубани вода была практически пресная — соленость не превышала 0,4‰ при средней солености 0,280‰ (табл. 2.3). Концентрация нефтяных углеводородов изменялась от значений ниже $DL=0,02 \text{ мг/дм}^3$ до максимальной $0,16 \text{ мг/дм}^3$ (3,2 ПДК, у пос. Ачуево 14 августа, табл. 2.4). Среднегодовая концентрация составила $0,063 \text{ мг/дм}^3$ (1,3 ПДК), что выше прошлогоднего ($0,042 \text{ мг/дм}^3$), (рис. 2.5). Концентрация СПАВ только в одной из 12 отобранных проб достигала предел обнаружения (10 мкг/дм^3). Среднегодовая концентрация фосфатов составила $29,3 \text{ мкг/дм}^3$, что выше прошлогоднего ($19,2 \text{ мкг/дм}^3$) и немно-

го ниже значения 2010 г. (33,8 мкг/дм³). Среднегодовая концентрация общего фосфора составила 35,58 мкг/дм³, что практически совпадает с концентрацией прошлого года (31,9 мкг/дм³) и почти в два раза меньше концентрации 2010 г. (71,2 мкг/дм³). Среднегодовая концентрация силикатов оказалась выше, чем в прошлом году (1948 мкг/дм³) и составила 2178 мкг/дм³; что близко к значению 2010 г. (2563 мкг/дм³). Максимум 2800 мкг/дм³ отмечен 12 июля у поселка Ачуево. Среднее содержание нитритного азота составило 11,42 мкг/дм³, а в 2011/2010 гг. — 16,4 и 9,9 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация нитратов составила 699 мкг/дм³ (в 2011 г. — 537 мкг/дм³, в 2010 г. — 678 мкг/дм³). Максимум 980 мкг/дм³ отмечен 12 июля у пос. Ачуево в рукаве Протока. Максимальная концентрация ионов аммония (420 мкг/дм³) была зафиксирована у пос. Ачуево в рукаве Протока 2 апреля. Среднегодовая концентрация составила 262,5 мкг/дм³, что почти в 4 раза выше прошлогодней (67,9 мкг/дм³). Насыщение речных вод растворенным кислородом было достаточно хорошим и не опускалось ниже 6,00 мгО₂/дм³. Среднее насыщение вод кислородом составило 8,11 мгО₂/дм³. Минимальное насыщение составило 6,00 мгО₂/дм³ (76%) у пос. Ачуево в рукаве Протока 12 июля. По рассчитанному по средним значениям НУ, СПАВ, аммония и кислорода индексу ИЗВ (0,63) воды низовьев дельты реки Кубань в устье Петрушина рукава и в рукаве Протока у пос. Ачуево относились ко II классу качества вод, «чистые», хотя значение индекса немного возросло (табл. 2.5).

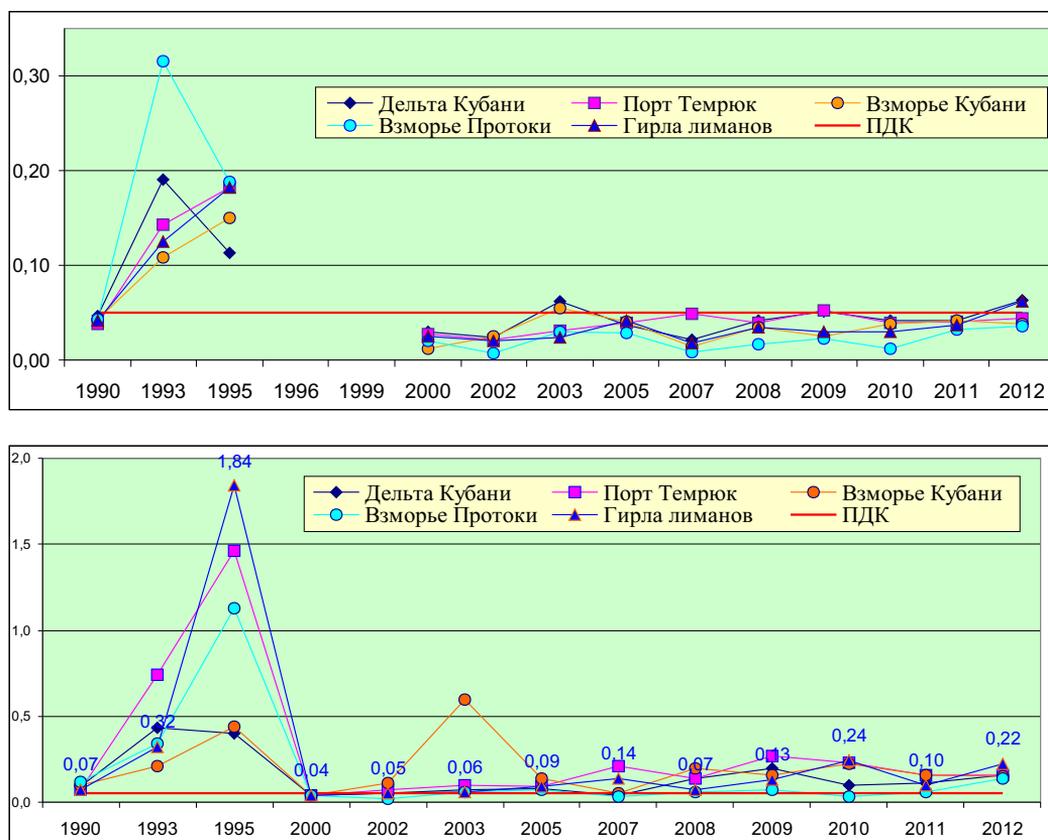


Рис. 2.5. Многолетняя динамика средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах отдельных районов Темрюкского залива в 1990–2012 гг.

Таблица 2.3. Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров и концентрация биогенных элементов (мкг/дм³) в прибрежных водах Темрюкского залива и в устьевой области р. Кубань в 2012 г.

Район	Т°С	Sal	O ₂ * мг/дм ³	O ₂ %*	pH	PO ₄	P _{общ}	NO ₂	NO ₃	NH ₄	Si
1. Низовья дельты реки Кубань	19,7	0,28	8,11	86,6	7,98	29,3	35,6	11,4	699	262	2178
	27,0	0,37	6,00	76	8,30	50,0	51,0	28,0	980	420	2800
2. Порт Темрюк	15,1	10,17	9,26	93,9	8,26	29,5	59,7	9,9	193,5	294	1015
	30,0	11,34	4,89	65	8,70	170	180	27,0	940	610	2800
3. Взморье реки Кубань	19	9,7	8,02	89	8,2	7,3	26,7	5,35	214	260	896
	26,9	12,77	3,1	40	8,45	73	110	13	860	450	3100
4. Взморье рукава Протока	18,9	10,46	8,01	89	8,2	8,1	27	5,06	240	241	866
	26,6	12,06	4,96	64	8,35	22	40	10	800	360	2000
5. Гирла лиманов	20,0	3,26	7,84	86	8,2	16,2	40,5	7,2	365	266	1689
	29,2	10,41	3,89	50	9,1	50	160	28	980	470	2900

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

Порт Темрюк — район 2. В 2012 г. отбор проб осуществлялся на одной станции в середине канала порта напротив затона Чирчик ежедекадно в течение всего года с поверхности и на глубине 5 м у дна. Каждые десять дней измеряли температуру, pH, соленость, хлорность, растворенный кислород и суммарное содержание нефтяных углеводородов. Измерение щелочности и анализы на содержание сероводорода, кремния, аммония, нитритов, нитратов и общего азота, фосфатов и общего фосфора, а также СПАВ и ртути производились один раз в месяц. Из 56 отобранных с февраля по декабрь проб в 19 пробах концентрация НУ была равна или превышала ПДК, а в 8 не превышала предел обнаружения (DL=0,02 мг/дм³). Максимальное значение 0,16 мг/дм³ (3,2 ПДК) было зафиксировано 3 октября на поверхности канала. Среднегодовая концентрация составила 0,044 мг/дм³ (0,8 ПДК). Среднее содержание НУ в поверхностном слое вод (0,049 мг/дм³) было выше, чем в прошлом году (0,043 мг/дм³) и в 2010 г. (0,037 мг/дм³). В придонном слое на глубине 5 м среднегодовая концентрация НУ (0,039 мг/дм³) была немного ниже, чем в поверхностном; в 2011 г. она составила 0,038 мг/дм³, а в 2010 г. — 0,049 мг/дм³. В целом загрязнение вод порта нефтяными углеводородами осталось на прошлогоднем уровне.

Для определения концентрации СПАВ было сделано 18 анализов проб воды и только в 8 содержание детергентов было выше DL=10 мкг/дм³. Максимальная зафиксированная концентрация составила 23 мкг/дм³, что несколько выше, чем в прошлом году (17 мкг/дм³). Средняя за год концентрация составила 7,8 мкг/дм³, что ниже, чем в прошлом году (13,2 мкг/дм³). Концентрация хлорорганических пестицидов и фосфорорганических соединений в водах канала порта Темрюк не определялась. В течение года концентрация сероводорода в придонном слое (34 пробы) и растворенной в воде ртути в поверхностном слое вод порта (7 проб) была ниже DL, за исключением трех проб с поверхности в феврале, марте и июне с содержанием ртути 0,01 мкг/дм³.

В 2012 г. содержание в воде аммонийного азота изменялось от 110 до 610 мкг/дм³. Максимум зафиксирован 6 марта на поверхности. Среднегодовая концентрация в 22 проанализированных пробах составила 294 мкг/дм³, что почти в три раза превышает прошлогоднее значение (98 мкг/дм³). Среднегодовая концентрация нитритов составила 9,9 мкг/дм³, что ниже 2011 г. (15,4 мкг/дм³). Максимум (27 мкг/дм³) зафиксирован 6 ноября на глубине 5,0 м. Среднегодовая концентрация нитратов составила 224 мкг/дм³, что несколько выше предыдущего года (167 мкг/дм³). Наибольшие значения зафиксированы 6 марта как в придонном слое

(940 мкг/дм³), так и на поверхности (890 мкг/дм³). Концентрация нитратов была ниже предела обнаружения (0,05 мкг/дм³) в трех пробах, отобранных с поверхности 7 июня, 4 июля и 4 сентября. Среднее содержание общего азота в воде порта составило 1129 мкг/дм³, что значительно больше прошлогоднего (758 мкг/дм³). Максимальная концентрация 2600 мкг/дм³ (прошлогодний максимум — 1780 мкг/дм³) зарегистрирована 6 марта на глубине 5,0 м. Минимальная концентрация силикатов (100 мкг/дм³) была зафиксирована один раз 11 января в придонном слое, а максимальные значения 9 февраля как на поверхности (2800 мкг/дм³), так и у дна (2750 мкг/дм³). Наибольшее содержание фосфатов было зафиксировано 9 февраля как в поверхностном слое (170 мкг/дм³), так и у дна (150 мкг/дм³). Именно в водах порта средняя величина существенно выросла, была наибольшей за весь период исследований и значительно превышала уровень значений в других районах устьевое взморья Кубани (рис. 2.6). Максимальная концентрация также резко возросла. Среднегодовая концентрация общего фосфора составила 60 мкг/дм³, что почти в два раза больше прошлогодней (35 мкг/дм³).

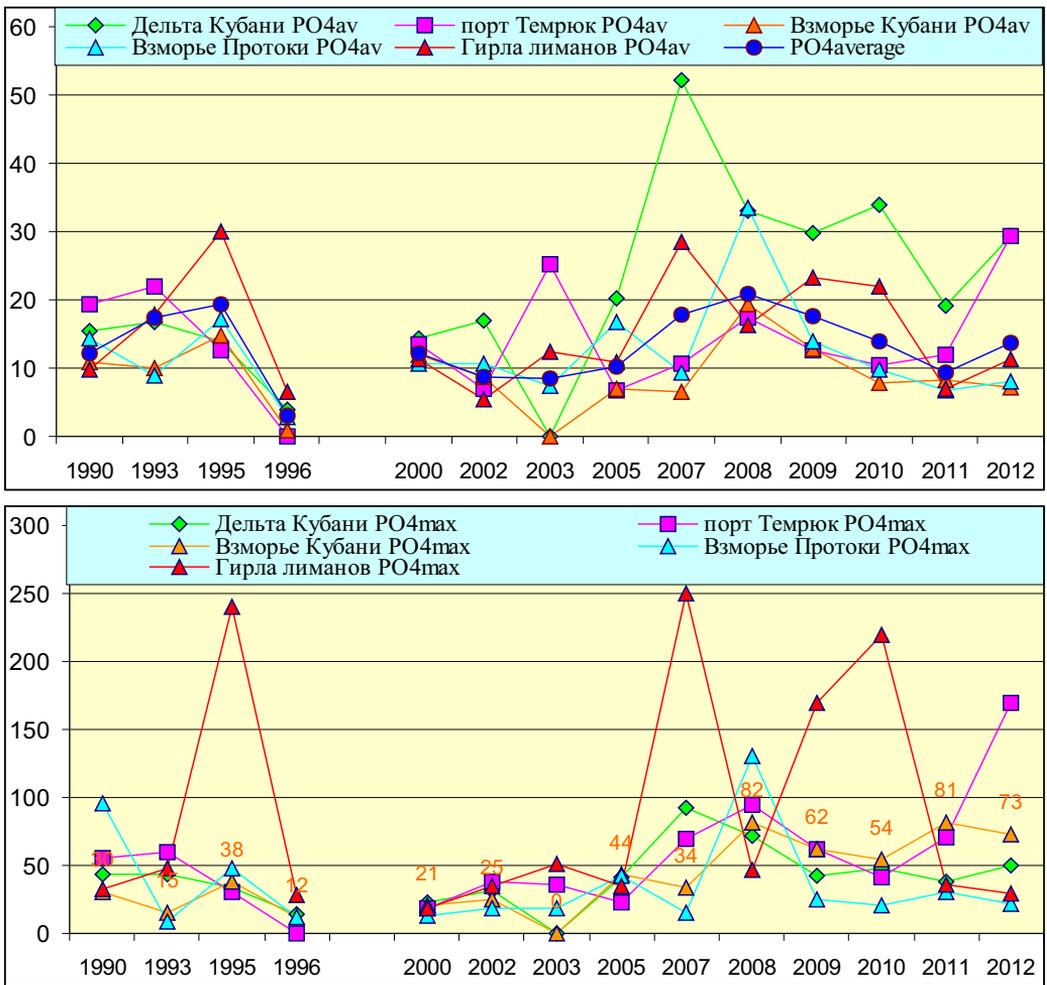


Рис. 2.6. Динамика среднегодовой и максимальной концентрации фосфора фосфатов P-PO₄ (мкг/дм³) в водах Темрюкского залива в 1990–2012 гг.

Среднегодовая соленость воды в канале порта составила 10,17‰, была весьма высокой и в течение всего года не опускалась ниже 7,65‰. Максимальные значения солености зафиксированы 11 января как на поверхности (11,32‰), так и у дна (11,34‰). Содержание ионов хлора изменялось в пределах 4,14–6,2‰, щелочность 2,553–3,243 мг-экв/дм³. Температура воды в течение года изменялась от –0,5°С (9 февраля) до +30,0°С (16 августа).

Концентрация растворенного в воде кислорода была ниже норматива в 3 пробах, отобранных в июле как у поверхности, так и у дна, и в августе в придонном слое. Минимум (поверхность/дно — 4,89/4,9 мгО₂/дм³, 65%) был отмечен 25 июля при температуре 26,9°С. Среднегодовая концентрация составила 9,26 мгО₂/дм³. Относительное насыщение вод кислородом изменялось в диапазоне 65–159%, среднегодовое 93,9%. В 2012 г. воды канала порта Темрюк по **ИЗВ** (0,64) относились ко II классу качества, «чистые», хотя значение немного повысилось по сравнению с предыдущими годами (табл. 2.5). Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды, ртуть и аммонийный азот.

Взморье реки Кубань — район 3. В 2012 г. наблюдения проводились на 7 станциях в апреле, июле, августе и октябре. Концентрация НУ изменялась от значений ниже DL=0,02 мг/дм³ (9 проб из 56 проанализированных) до 0,15 мг/дм³ (3,2 ПДК). Максимум был отмечен 11 октября на глубине 7,0 м в 3,0 км от устья рукава Средний. Среднегодовая величина концентрации составила 0,038 мг/дм³ и практически не изменилась по сравнению с прошлым годом. В 2012 г. 15 раз концентрация НУ была выше или равна ПДК; в прошлом году было зафиксировано 8 превышений ПДК. Содержание СПАВ в водах взморья Кубани в 45 пробах из 48 было равно или ниже DL=10 мкг/дм³. Максимум составил 18 мкг/дм³. Такая же концентрация была зафиксирована в прошлом году. Растворенная ртуть (0,01 мкг/дм³) обнаружена в двух пробах из пяти.

Концентрация аммонийного азота на взморье Кубани изменялась в диапазоне 80–450 мкг/дм³. Максимальная величина была отмечена 5 апреля на глубине 11 м в 7,0 км напротив гирло Пересыпское Ахтанизовского лимана и на глубине 3,5 м в 600 м от устья рукава Среднего р. Кубань, это значение превысило прошлогоднее (260 мкг/дм³) в 1,7 раза. Среднегодовая концентрация составила 262 мкг/дм³, что в 2,8 раза больше прошлогодней (94 мкг/дм³). Содержание нитритов изменялось в пределах от значений менее предела обнаружения использованного метода химического анализа (0,5 мкг/дм³) до 13 мкг/дм³, в среднем 5,5 мкг/дм³; нитратов — 20–860/201 (в прошлом году 12–820/143); общего азота — 340–2850/1114 (200–2400/638); максимальное содержание общего азота было отмечено 10 июля. В целом все значения были близкими к показателям 2011 г. Концентрация фосфатов в течение года изменялась от значений менее предела обнаружения использованного метода химического анализа 5 мкг/дм³ (31 проба из 56) до 73 мкг/дм³. Среднегодовая величина составила 7,1 мкг/дм³, а максимум отмечен 15 августа на расстоянии 9,8 км от устья рукава Средний в придонном слое на глубине 9 м. Здесь же был отмечен и максимум общего фосфора, концентрация которого изменялась от 12 до 110 мкг/дм³; среднегодовое значение составило 26,7 мкг/дм³, что несколько меньше значения 2011 г. (30,6 мкг/дм³). Содержание силикатов в водах взморья Кубани изменялось в пределах 61–3100 мкг/дм³; максимум отмечен 5 апреля на поверхности на расстоянии 4,4 км от устья гирла Соловьевское Курчанского лимана. Среднегодовая величина составила 857 мкг/дм³, что на 88 мкг/дм³ больше, чем в прошлом году (769 мкг/дм³).

В 2012 г. соленость вод взморья Кубани менялась от 0,26‰ до 12,77‰. Минимальная была отмечена 10 июля в 600 м от устья р. Кубань, рукав Средний; максимум зафиксирован в этот же день, только в придонном слое на глубине 11 м в 7 км от гирла Пересыпское. Средняя соленость воды в 2010–2012 гг. составила на взморье Кубани 9,39; 9,49; и 9,91‰ соответственно. Содержание ионов хлора изменялось в диапазоне 0,03–7,0‰. Температура

воды на взморье Кубани изменялась от 4,8^oC на глубине 11 м 5 апреля до 26,9^oC 15 августа в поверхностном слое. Величина рН изменялась от 7,75 до 8,50, минимум зарегистрирован на придонном горизонте 10 июля одновременно с резким дефицитом кислорода; щелочность изменялась в пределах 1,791–2,791 мг-экв/дм³.

В водах взморья Кубани на всех 6 станциях отмечался дефицит растворенного кислорода. Минимальная концентрация 10 июля в 3,0 км от устья рукава Средний р. Кубань составила 3,1 мгО₂/дм³ (40% насыщения), 15 августа — 3,4 мгО₂/дм³ (45%) в придонных водах на глубине 9,0 м в 9,8 км от устья р. Кубань, рукав Средний, 10 июля там же — 3,73 мгО₂/дм³ (48%). Июль оказался самым неблагоприятным в отношении концентрации растворенного кислорода: 10 июля в 4,8 км от края дельты в 2 км от приемного буя п. Темрюк концентрация составила 4,39 мгО₂/дм³ (56%); в 4,4 км от устья гирло Соловьевское — 4,42 мгО₂/дм³ (56%); в 7 км напротив гирло Пересыпское — 5,16 мгО₂/дм³ (67%); в 600 м от устья рукава Средний р. Кубань, — 5,73 мгО₂/дм³ (73%). Всего содержание кислорода было ниже норматива в июле-августе в 11 пробах из 56, и только один раз на поверхности. Среднегодовая концентрация составила 8,01 мгО₂/дм³, диапазон изменения 3,10–12,19 мгО₂/дм³. Относительное содержание кислорода на взморье Кубани изменялось от 40 до 110% насыщения, среднее составило 88,5%. Сероводород в 28 пробах не обнаружен. По индексу загрязненности ИЗВ (0,52) воды взморья рукава Кубани в 2012 г. относятся ко II классу, «чистые» (табл. 2.5). Общий уровень загрязнения остался примерно на прошлогоднем уровне, приоритетными ЗВ остаются НУ, ртуть, СПАВ и аммоний.

Взморье рукава Протока — район 4. В 2012 г. наблюдения на взморье рукава Протоки выполнялись в апреле, июле, августе и октябре на двух станциях с глубинами 6 и 10 м. Концентрация НУ в 4 из 16 отобранных проб была менее DL=0,02 мг/дм³, а наибольшее из зафиксированных значений составило 0,14 мг/дм³ (2,8 ПДК) было отмечено 14 августа в 4,4 км от устья рукава Протока на поверхности. Средняя за год величина 0,036 мг/дм³ была практически равна прошлогодней. Содержание СПАВ было на уровне предела обнаружения DL=10 мкг/дм³ только в двух апрельских пробах, в остальных ниже. Анализ содержания хлорорганических (γ-ГХЦГ, α-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганических (метафос, карбофос, фозалон и рогор) пестицидов в водах взморья не производился. Растворенная ртуть в двух пробах не обнаружена.

Концентрация аммонийного азота в 2012 г. в водах взморья Протоки изменялась в пределах 110–360 мкг/дм³, что в 2,3 раза больше прошлогоднего значения (160 мкг/дм³). Эта концентрация была зафиксирована 2 апреля в 4,4 км от устья рукава Протока. Среднегодовая концентрация составила 241 мкг/дм³. Содержание нитритов изменялось от величины ниже предела обнаружения DL=0,5 мкг/дм³ (2 пробы) до 10 мкг/дм³. Среднегодовая концентрация составила 5,1 мкг/дм³, что в 3,4 раза меньше прошлогодней (17,2 мкг/дм³). Концентрация нитратов изменялась от 36 до 800 мкг/дм³, а средняя за год составила 240 мкг/дм³, что в 1,4 раза выше прошлогодней. Наибольшая концентрация была отмечена дважды: 2 апреля и 12 июля в 4,4 км от устья рукава Протока. Концентрация фосфатов изменялась от аналитического нуля (DL=5 мкг/дм³) до 23 мкг/дм³, при среднегодовой 8,1 мкг/дм³ (в прошлом году 6,7 мкг/дм³). Содержание общего фосфора было в пределах 18–40 мкг/дм³, среднегодовая 27,0 мкг/дм³ (в прошлом году 36,6 мкг/дм³). Количество растворенного в воде кремния изменялась в диапазоне 300–2000 мкг/дм³, максимум отмечен в 4,4 км от устья рукава Протока 12 июля у поверхности; средняя составила 866 мкг/дм³, что незначительно отличается от соответствующей величины прошлого года (850 мкг/дм³).

В 2012 г. соленость вод взморья Протоки изменялась от 4,30‰; до 12,06‰. Наименьшее значение зафиксировано в 4,4 км от устья рукава Протока 2 апреля, а наибольшее в тот же день в 14,8 км от края дельты в придонном слое на глубине 10 м. Средняя соленость воды в 2012 г. составила на взморье Протоки 10,46‰. Содержание ионов хлора изменялось от 2,33‰ до 6,60‰.

Температура воды изменялась от 5,6^oC у дна в апреле до 26,6^oC на поверхности в августе. Величина рН изменялась в узком диапазоне 7,95–8,35; максимум отмечен на поверхности в апреле; среднегодовая величина рН составила 8,16. Общая щелочность изменялась в водах взморья Протоки от 2,405 до 2,832 мг-экв/дм³ (придонный горизонт, август); среднегодовая 2,708 мг-экв/дм³.

Содержание растворенного в воде кислорода на взморье Протоки опускалось ниже норматива в придонном слое вод на обеих станциях в июле — 4,96 и 5,24 мгО₂/дм³, 64% и 68% насыщения, при температуре 25,2^oC. Средняя концентрация растворенного кислорода составила 8,01 мгО₂/дм³. Сероводород на взморье Протоки в 6 отобранных в июле и августе пробах обнаружен не был. В 2012 г. по ИЗВ (0,49) воды взморья рукава Протока в Темрюкском заливе относились ко II классу качества вод, «чистые». По сравнению с предыдущими годами наблюдается незначительное ухудшение этого показателя из-за повышения средней концентрации НУ и аммония.

Устьевая область р. Кубань (гирла лиманов) — район 5. Наблюдения в устьевой области реки в 2012 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) в апреле, июле, августе и октябре. Всего отобрано 32 пробы воды в основном из поверхностного слоя вследствие мелководности точек отбора проб с глубинами 2–4 м. Соленость вод устьевой области изменялась в очень широком диапазоне от 0,62‰ до 10,41‰, что свидетельствует о значительном влиянии пресноводного стока из лиманов на все гидрохимические характеристики района. Содержание ионов хлора изменялась в диапазоне 0,23–5,68‰. Температура воды в гирлах лиманов варьировала от 6,3^oC в апреле до 29,2^oC в августе. Величина рН 7,85–9,10; максимум отмечен в июле в море, 500 м от устья гирла Горькое; среднегодовая величина рН составила 8,32. Общая щелочность в водах взморья Протоки изменялась 1,564–4,470 мг-экв/дм³; среднегодовая 2,367 мг-экв/дм³.

Концентрация НУ была ниже предела обнаружения (DL=0,02 мг/дм³) в трех пробах. Наибольшие значения (0,22 мг/дм³ и 0,21 мг/дм³) были отмечены в октябре на поверхности море напротив устьев Ахтанизовского и Курчанского лиманов. Среднегодовая концентрация составила 0,062 мкг/дм³ (прошлогодняя 0,038 мг/дм³). Только в 4 пробах содержание СПАВ было выше предела обнаружения DL=10 мкг/дм³; максимум достигал 15 мкг/дм³ и был близок к прошлому году (0,17 мкг/дм³).

Концентрация аммонийного азота в устьевой области реки изменялась от 85 до 470 мкг/дм³, средняя составила 267 мкг/дм³, что в два с лишним раза выше прошлогодней (123). Значения выше средней были отмечены на разных станциях во все время наблюдений. Измеренная концентрация нитритов изменялась от величины ниже предела определения применяемым методом (0,5 мкг/дм³) в трех пробах до 13 мкг/дм³; в среднем 5,6 мкг/дм³, что в 3,3 раза меньше прошлогодней (18,3 мкг/дм³). Концентрация нитратов изменялась от 6 до 760 мкг/дм³ при средней 239 мкг/дм³, что в 1,7 раза выше прошлогодней (138 мкг/дм³). Содержание фосфатов в 7 пробах из 32 было ниже предела обнаружения (5 мкг/дм³), а максимум достигал только 29 мкг/дм³ и почти соответствовал прошлогоднему (36 мкг/дм³). Концентрация общего фосфора (16–160 мкг/дм³) достигала максимума 2 апреля на поверхности в 500 м от устья гирла Сладковское за счет повышенного содержания органического фосфора, поскольку концентрация фосфатов в этой пробе была ниже предела обнаружения. Содержание силикатов в водах взморья было в пределах 150–2900 мкг/дм³ (max 14 августа в 500 м от устья гирла Горькое), средняя величина 1506 мкг/дм³ практически была равна прошлогодней (1530 мкг/дм³).

Содержание растворенного в воде кислорода в устьевой области Кубани изменялось от 3,89 мгО₂/дм³ до 11,39 мгО₂/дм³ при этом среднее значение составило 7,74 мгО₂/дм³. Только в

пяти пробах, отобранных в августе и октябре из поверхностного слоя, концентрация растворенного кислорода была ниже норматива. Минимум зафиксирован 14 августа у гирла Сладкого лимана. Процент насыщения вод кислородом изменялся в пределах 50–109%, в среднем 85,5%, что близко к прошлогоднему значению. В последние годы сероводород на взморье Кубани не обнаружен. В 2012 г. по ИЗВ (0,64) воды взморья у гирлов лиманов относились ко II классу качества вод, «чистые». Небольшое ухудшение качества вод вызвано повышением содержания нефтяных углеводородов.

Таблица 2.4. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Темрюкского залива Азовского моря, в устьевой области и дельте р. Кубань в 2009–2012 гг.

Район	Ингредиент	2010 г.		2011 г.		2012 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
1. Дельта реки Кубань	НУ	0,045	0,9	0,042	0,8	0,063	1,3
		0,10	2,0	0,11	2,2	0,16	3,2
	СПАВ	<10	<0,1	0		<0,1	
		25	0,3	0		10	0,1
	Аммоний	190	0,4	68	0,1	263	0,5
		460	0,9	110	0,2	420	0,8
	Растворенный кислород	9,06		8,74		8,11	
		6,84		6,43		6,0	1,0
	% насыщения	97		96		86	
		91		81		76	
2. Темрюкский залив: п. Темрюк	НУ	0,04	0,8	0,041	0,8	0,044	0,9
		0,23	5	0,16	3	0,16	3,2
	СПАВ	27	0,3	13	0,1	7,8	<0,1
		48	0,5	17	0,2	23	0,2
	Ртуть	0,002	0,2	0,002	0,2	0,004	0,4
		0,01	1,0	0,01	1,0	0,01	1,0
	Аммоний	135,2	0,3	98	0,2	294	0,6
		310	0,6	200	0,4	610	1,2
	Растворенный кислород	9,58		9,78		9,26	
		2,7	0,5	4,03	0,7	4,89	0,8
	% насыщения	94		94		94	
		36		53		65	
3. Темрюкский залив: взморье р. Кубань	НУ	0,038	0,8	0,042	0,8	0,04	0,8
		0,22	4,4	0,16	3	0,15	3,2
	СПАВ	11	0,1	<10	<0,1	2,8	<0,1
		35	0,4	18	0,2	18	0,2
	Ртуть	0		0		0,004	<0,1
		0		0		0,01	0,1
	Аммоний	210	0,4	92	0,2	260	0,5
		550	1,1	260	0,5	450	0,9
	Растворенный кислород	8,89		8,73		8,01	
		1,74	0,3	2,66	0,4	3,10	0,5
	% насыщения	97		98		89	
		22		34		40	
4. Темрюкский залив: взморье рукава Протока	НУ	0,013	0,3	0,033	0,7	0,036	0,7
		0,08	1,6	0,06	1,2	0,14	2,8
	СПАВ	<10	<0,1	<10	<0,1	1,3	<0,1
		25	0,3	11	0,1	11	0,1

	Ртуть	0		0		0		
		0		0		0		
	Аммоний	186	0,4	100	0,2	241	0,5	
		430	0,9	160	0,3	380	0,8	
	Растворенный кислород	8,8		8,07		8,01		
		5,19	0,9	5,73	0,9	4,96	0,8	
	% насыщения	98		91		89		
		69		73		64		
5. Устьевая обл. р. Кубань: гирла лиманов	НУ	0,03	0,6	0,038	0,7	0,062	1,2	
		0,24	4,8	0,10	2,0	0,22	4,4	
	СПАВ	<10	<0,1	<10	<0,1	1,6	<0,1	
		28	0,3	17	0,2	15	0,2	
	Аммоний	167	0,3	123	0,2	267	0,5	
		760	1,5	450	0,9	470	0,9	
	Растворенный кислород	8,04		8,13		7,74		
		0,83	0,14	4,54	0,76	3,89	0,65	
	% насыщения	88		88		85,5		
		11		58		50		
	Примечания:							
	1. Концентрация (С)* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг О ₂ /дм ³ ; СПАВ, аммония и ртути — в мкг/дм ³ .							
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке — максимальное (для кислорода — минимальное) значение.								
3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.								
4. Для всех определяемых ингредиентов в водах дельты реки Кубани и порта Темрюк использованы значения ПДК для пресных вод.								
5. Концентрация всех определяемых в воде хлорорганических (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ), и фосфорорганических (метафос, карбофос, фозалон и рогор) пестицидов не превышала предела обнаружения использованного метода анализа (0,05 нг/дм ³).								

Таблица 2.5. Оценка качества вод Темрюкского залива Азовского моря, устьевой области и дельты реки Кубань по ИЗВ в 2010–2012 гг.

Район	2010 г.		2011 г.		2012 г.		Среднее содержание ЗВ в 2012 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Дельта реки Кубань							
1. дельта	0,50	II	0,40	II	0,63	II	НУ 1,26; СПАВ 0,008; NH ₄ 0,53; O ₂ 0,740
Темрюкский залив							
2. порт Темрюк	0,51	II	0,48	II	0,64	II	НУ 0,88; Hg 0,43; NH ₄ 0,59; O ₂ 0,65
3. взморье рукава Кубань	0,49	II	0,44	II	0,52	II	НУ 0,76; Hg 0,04; NH ₄ 0,52; O ₂ 0,75
4. взморье рукава Протока	0,37	II	0,40	II	0,49	II	НУ 0,71; СПАВ 0,01; NH ₄ 0,48; O ₂ 0,75
Устьевая область реки Кубань							
5. гирло лиманов	0,42	II	0,44	II	0,64	II	НУ 1,24; СПАВ 0,02; NH ₄ 0,53; O ₂ 0,77

2.4. Загрязнение прибрежных вод украинской части Азовского моря

2.4.1. Таганрогский залив. Порт Мариуполь

Гидрохимические исследования вод на внешнем рейде п. Мариуполь проводились в мае-октябре 2012 г. из поверхностного слоя вод акватории порта выполнялись в течение всего года, придонного слоя — с июня по ноябрь; в районе дампинга — в июне и августе Мариупольской гидрометеороbservаторией (ГМО), (рис. 2.7).

Концентрация НУ в водах акватории п. Мариуполь изменялась от аналитического нуля до 0,15 мг/дм³ (3 ПДК) в поверхностных водах и до 0,09 мг/дм³ в придонных, на внешнем рейде порта — до 0,19 мг/дм³ (4 ПДК) и до 0,10 мг/дм³ соответственно. Максимальное загрязнение вод наблюдалось в июле (ст.35) и августе (ст.28). Повторяемость концентрации, равной или превышающей ПДК, составила 14–16% от общего числа наблюдений. По сравнению с 2010–2011 гг. загрязнение вод района нефтяными углеводородами практически не изменилось. В районе дампинга на взморье г. Мариуполь присутствие НУ отмечено только в июне в поверхностных водах. Концентрация СПАВ в водах акватории порта достигала 34 мкг/дм³ (0,3 ПДК). Средняя за год величина содержания СПАВ была менее 25 мкг/дм³. На взморье п. Мариуполь присутствие СПАВ (32 мкг/дм³) зафиксировано только в одной пробе поверхностных вод на ст.38. Максимальная концентрация СПАВ в районе дампинга (25 мкг/дм³) зафиксирована в июне в придонных водах. Концентрация суммы фенолов только в двух пробах поверхностных вод акватории порта (март, станция 32 и 33) превысила нижний предел определения, достигнув 3 и 4 мкг/дм³ (3 и 4 ПДК). Пестициды: максимальных значений концентрация α -ГХЦГ (8,0–10,3 нг/дм³) достигала в поверхностных водах акватории п. Мариуполь в августе, марте и сентябре; в придонных водах 8,7–10,7 нг/дм³ (сентябрь, август); на внешнем рейде — соответственно 2,1 и 8,8 нг/дм³ (август), в районе дампинга 3,0 и 1,7 нг/дм³ (август). Присутствие γ -ГХЦГ обнаружено в августе в поверхностных и придонных водах акватории п. Мариуполь — до 2,2 и 5,4 нг/дм³, а на внешнем рейде 0,6 и 3,4 нг/дм³ соответственно. Для акватории порта превышение ПДК по содержанию α - и γ -ГХЦГ составило 12% и 8% от количества определений соответственно. Присутствия ДДТ и его метаболитов (ДДЭ, ДДД) обнаружено не было. ГПХ обнаружен во всех районах мониторинга. Его содержание в районе п. Мариуполь изменялось от аналитического



нуля до 8,3–10,7 нг/дм³, максимум зафиксирован в августе в водах акватории порта. Загрязнение ГПХ вод в районе дампинга в июне достигало 5,0–6,8 нг/дм³, в августе — 2,7–5,6 нг/дм³, среднее содержание составило 1,7 нг/дм³. Повторяемость концентрации ГПХ, достигавшей или превышавшей ПДК, для акватории порта составила 9%, для внешнего рейда достигла

Рис. 2.7. Станции мониторинга на акватории и на внешнем рейде порта Мариуполь в 2012 г.

42%, для района дампинга 92% от общего количества определений. Загрязнение альдрином вод порта наблюдалось в июле (до 1,0 нг/дм³), внешнего рейда в августе (до 1,8 нг/дм³). Содержание ПХБ было менее предела количественного определения.

Содержание аммонийного азота в водах акватории п. Мариуполь изменялось от аналитического нуля до 620 мкг/дм³ (1,6 ПДК) на поверхности и до 230 мкг/дм³ (0,6 ПДК) у дна, на внешнем рейде — до 580 мкг/дм³ (1,5 ПДК) и 330 мкг/дм³ (0,8 ПДК) соответственно. Максимальная концентрация зафиксирована в феврале в устье р. Кальмиус (ст.34). Среднее содержание аммонийного азота в поверхностных водах акватории порта, как и в 2010–2011 гг., составило 120, в придонных — 52 мкг/дм³, а на внешнем рейде было минимальным. В районе дампинга средняя концентрация аммония в июне и августе составила соответственно 9 и 41 мкг/дм³. Максимальная (140 мкг/дм³) зафиксирована в придонных водах в августе. Концентрация нитритного азота в водах акватории п. Мариуполь изменялась от аналитического нуля до 210 мкг/дм³ (10 ПДК) в поверхностных водах и до 65 мкг/дм³ в придонных. Повторяемость концентрации равной ПДК и выше составила 42%. На внешнем рейде в поверхностных водах содержание нитритов не превышало 61 мкг/дм³ (3 ПДК), в придонных водах только в мае, июле и августе превышало нижний предел количественного определения, достигая 5–10 мкг/дм³. Максимальная концентрация зафиксирована в апреле на ст.34. В сравнении с 2011 г. среднегодовое содержание нитритного азота в поверхностных водах акватории порта (28 мкг/дм³) снизилось в 1,6 раза, на внешнем рейде не изменилось. В районе дампинга в июне и августе концентрация нитритов только трижды превышала нижний предел определения. Концентрация нитратного азота в водах акватории п. Мариуполь изменялась от отсутствия до 3110 мкг/дм³ на поверхностном горизонте (март, ст.34) и до 700 мкг/дм³ на придонном. Среднемесячное содержание его в поверхностных водах в марте-апреле достигало 1340–1400 мкг/дм³, а в июне, июле и сентябре снижалось до 34–91 мкг/дм³. Придонные воды в сопоставимый период содержали азота в 2,3 раза меньше, чем поверхностные. Среднегодовое содержание его у поверхности (270 мкг/дм³) было минимальным, снизившись в сравнении с 2011 г. в 2,3 раза. На внешнем рейде максимальная концентрация нитратов в июне и августе не превышала 29–78 мкг/дм³ соответственно, в остальной период достигала 210–250 мкг/дм³. В сравнении с сопоставимым периодом предыдущих лет средняя за год величина (13 мкг/дм³) продолжила тенденцию снижения содержания нитратного азота. В районе дампинга на взморье г. Мариуполь среднее содержание нитратного азота в июне составило 18, в августе 27 мкг/дм³. Максимальная концентрация (57 мкг/дм³) зафиксирована в поверхностных водах. Содержание общего азота в поверхностных и придонных водах акватории порта изменялось в пределах 580–6440 и 520–1970 мкг/дм³, на внешнем рейде — 570–1920 и 470–1550 мкг/дм³ соответственно. Максимальная концентрация зафиксирована в апреле на ст.34. Среднее за год содержание его в порту на обоих горизонтах составило соответственно 1680 и 1100 мкг/дм³, на рейде — 1000 и 890 мкг/дм³. По данным за сопоставимые периоды наблюдений в 2012 г. средняя концентрация общего азота в водах акватории п. Мариуполь оставалась на уровне предыдущего года, на взморье возросла на 60 мкг/дм³. В районе дампинга на взморье г. Мариуполь по сравнению с 2011 г. средняя концентрация возросла в июне с 690 до 900 мкг/дм³ (в 1,3 раза), а в августе с 940 до 1310 мкг/дм³ (в 1,4 раза). Концентрация фосфатного фосфора в поверхностных водах акватории п. Мариуполь достигала 360 мкг/дм³, в придонных — 79 мкг/дм³, на внешнем рейде не превышала 24 мкг/дм³, в районе дампинга — 17 мкг/дм³. Максимальное загрязнение (330–360 мкг/дм³) наблюдалось в феврале и марте на ст. №34. Среднегодовое содержание фосфора в водах акватории порта составило 21 мкг/дм³ на поверхности и 15 мкг/дм³ у дна, на взморье возросло до 7 мкг/дм³. Концентрация общего фосфора изменялась от 22 до 400 мкг/дм³ в водах акватории порта, 20–78 мкг/дм³ на внешнем рейде и 32–62 мкг/дм³ в районе дампинга. Мак-

симальная концентрация зафиксирована в марте на ст.34 (устье р. Кальмиус) в поверхностных водах. В сравнении с сопоставимым периодом 2011 г. среднее содержание фосфора в водах порта существенно не изменилось, на рейде было минимальным за последние годы.

Содержание растворенного **кислорода** изменялось в пределах 79–192% и 59–122% насыщения в поверхностных и придонных водах акватории порта, 85–142% насыщения на внешнем рейде. Минимальная концентрация растворенного кислорода (5,10 мгО₂/дм³, 59% насыщения) зафиксирована в мае в водах придонного слоя акватории Мариупольского морского торгового порта (ст. №30). В целом за отчетный период аэрация вод ухудшилась по сравнению с 2010–2011 гг., снизившись на 2–4% насыщения. В районе дампинга содержание кислорода изменялось от 102 до 128% насыщения. Среднее составило 123–113% насыщения на поверхности и у дна. Присутствие сероводорода не было зафиксировано.

На акватории п. Мариуполь отбор проб **донных отложений** проводился в мае и октябре. Содержание НУ в верхнем слое грунтов было ниже предела определения. Концентрация фенолов изменялась от «не обнаружено» до 1,5 мкг/г сухого грунта. Максимальное загрязнение наблюдалось в мае в устье р. Кальмиус (ст. 34). Среднее по площади содержание фенолов в мае и октябре составило 0,12 и 0,06 мкг/г соответственно. Средняя величина фенолов в донных отложениях (0,09 мкг/г) в 2012 г. была минимальной, снизившись в 11 раз по сравнению с 2011 г. Концентрация ДДТ достигала 31 нг/г в мае на ст. 34. Среднее содержание составило 7 нг/г. Присутствие ДДЭ также отмечалось в мае в двух пробах в очень низкой концентрации. Загрязнение поверхностного слоя донных отложений ДДД (3 нг/г сухого вещества) было выявлено в одной пробе в мае на акватории торгового порта (ст. 30). Загрязнение донных отложений α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, альдрином и ПХБ зафиксировано не было.

2.4.2. Бердянский залив

В 2012 г. в Бердянском заливе мониторинг гидрохимического состояния проводился Мариупольской ГМО в июне и сентябре, в районе дампинга — в июне (рис. 3.8). В Бердянском заливе загрязнение вод **НУ** отмечено только в июне на ст. №25 (0,06 мг/дм³) и №26 (0,08–0,09 мг/дм³). В районе дампинга в июне концентрация НУ достигала 0,16 мг/дм³ (3 ПДК) в поверхностных водах и 0,21 мг/дм³ (4 ПДК) в придонных. В Бердянском заливе и в районе дампинга концентрация СПАВ и фенолов была ниже предела количественного определения. Из ХОП присутствие α -ГХЦГ отмечено только в сентябре (1,8 нг/дм³, придонный горизонт). Загрязнение вод ДДТ и ДДЭ наблюдалось в июне, достигая у поверхности 24 и 3 нг/дм³ соответственно. Присутствия γ -ГХЦГ, ДДД, ГПХ и альдрина обнаружено не было. Содержание ПХБ было ниже предела определения используемого метода химанализа.

Содержание аммонийного **азота** изменялось от аналитического нуля до 44 мкг/дм³ в поверхностных водах и до 10 мкг/дм³ в придонных. Максимальное содержание (42–44 мкг/дм³) зафиксировано в сентябре на ст. №25, 26. Среднее за период наблюдений содержание аммония составило 6 мкг/дм³, продолжив тенденцию снижения его концентрации в 3 раза по сравнению с 2011 г. В районе дампинга средняя концентрация составила 14 мкг/дм³. Концентрация нитритного азота не превышала 11 мкг/дм³ на поверхности и 16 мкг/дм³ у дна. Максимальная наблюдалась в сентябре на ст. №24. Содержание нитратного азота достигало 18–21 мкг/дм³ в июне и 70–74 мкг/дм³ в сентябре; максимальное зафиксировано напротив выпуска стоков завода «Азовкабель» (ст. №24). Среднее за период наблюдений содержание нитратов составило 2 мкг/дм³ и продолжило тенденцию снижения в 7 раз по сравнению с 2011 г. В районе дампинга по сравнению с июлем 2011 г. среднее содержание снизилось с 24 мкг/дм³ до аналитического нуля. Содержание общего азота изменялось в пределах 610–1280 мкг/дм³ в водах поверхностного горизонта и 480–1130 мкг/дм³ придонного; максимальная концентрация зафиксирована в сен-



Рис. 2.8. Станции мониторинга в Бердянском заливе в 2012 г. (без №№ 18 и 27).

тябре у выпуска завода «Азовкабель». Среднее содержание общего азота (860 мкг/дм^3) было максимальным за последние годы. В районе дампинга по сравнению с июлем 2011 г. средняя концентрация увеличилась в полтора раза с 660 до 980 мкг/дм^3 . Концентрация фосфатного фосфора не превышала $17\text{--}19 \text{ мкг/дм}^3$ (13 мкг/дм^3 в районе дампинга).

Максимум отмечен в июне в придонных водах напротив выпуска Горводоканала (ст. №23). Концентрация общего фосфора изменялась от 22 до $54\text{--}57 \text{ мкг/дм}^3$ с максимумом в июне; в районе дампинга до 52 мкг/дм^3 . Средняя содержание составило 34 мкг/дм^3 .

Концентрация растворенного кислорода варьировала в пределах $95\text{--}115\%$ насыщения в поверхностных водах и $82\text{--}109\%$ насыщения в придонных. Среднее содержание кислорода в водах поверхностного горизонта составило 102% , придонного 96% насыщения. В целом уровень аэрации вод снизился в сравнении с сопоставимым периодом наблюдений 2009–2011 гг. на $3\text{--}9\%$ насыщения. В районе дампинга аэрация поверхностных вод была достаточной ($103\text{--}104\%$ насыщения), на придонном горизонте дефицит кислорода достигал $4\text{--}9\%$ насыщения. Присутствие сероводорода не зафиксировано.

2.4.3. Качество вод украинской части Азовского моря

Согласно величине индекса загрязненности вод (ИЗВ), рассчитанной на основе осредненной и приведенной к ПДК концентрации приоритетных для каждого из районов мониторинга загрязняющих веществ и растворенного кислорода, в 2012 г. наиболее загрязненными были воды района дампинга на взморье г. Мариуполь, которые классифицировались как «грязные» (табл. 2.6). Воды акватории п. Мариуполь и района дампинга в Бердянском заливе классифицировалась как «чистые», внешнего рейда п. Мариуполь и Бердянского залива — как «очень чистые».

Таблица 2.6. Оценка качества вод украинской части Черного моря в 2010–2012 годах по индексу загрязненности вод (ИЗВ) и классу качества вод (ККВ).

Район	2010 г.		2011 г.		2012 г.		Приоритетные ЗВ в 2012 г.
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Акватория п. Мариуполь	0,44	II	0,56	II	0,56	II	HY; N-NH ₄ ; N-NO ₂ ; O ₂
Внешний рейд п. Мариуполь	0,19	I	0,25	I	0,21	I	HY; N-NH ₄ ; N-NO ₂ ; ГПХ, O ₂
Дампинг на взморье г. Мариуполь	0,78	III	0,28	II	2,61	V	HY; N-NH ₄ ; N-NO ₂ ; ГПХ, O ₂
Бердянский залив	0,30	II	0,19	I	0,19	I	HY; N-NO ₂ ; N-NH ₄ ; O ₂
Дампинг в Бердянском заливе	0,12	I	0,21	I	0,22	II	HY; N-NO ₂ ; N-NH ₄ ; O ₂

Глава 3. ЧЕРНОЕ МОРЕ

Щерева Г., Люминита Лазар, Андра Орос, Даниела Тиганус, Валентина Коату, Мезенцева И.В., Вареник А.В., Коновалов С.К., Троценко Б.Г., Жугайло С.С., Петренко О.А., Авдеева Т.М., Аджузумеров С.Н., Загайна О.Б., Панченко А.В., Костенко Т.М., Ефимова И.С., Любимцев А.Л., Завьялов П., Маккавеев П., Коршенко А.Н, Кочетков В.В.

3.1. Общая характеристика

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

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

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 стонно-нагонные явления под влиянием сильных зимних ветров, достигающие 20–60 см у берегов Кавказа и Крыма и до 2 м в северо-западной части. Осенне-зимние штормовые ветра могут развивать волны высотой до 6–8 м. Стоячие колебания уровня моря (сейши) развиваются в бухтах с периодами от нескольких минут до 2 ч и амплитудой в 40–50 см (Суховой В.Ф., 1986, Mee L., Jeftic L., 2010).

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

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

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

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

па). Летом наблюдается незначительное повышение солености вод побережья, максимум обычно отмечается в октябре-ноябре в диапазоне от 16,92‰ (Сочи) до 18,26‰ (Анапа).

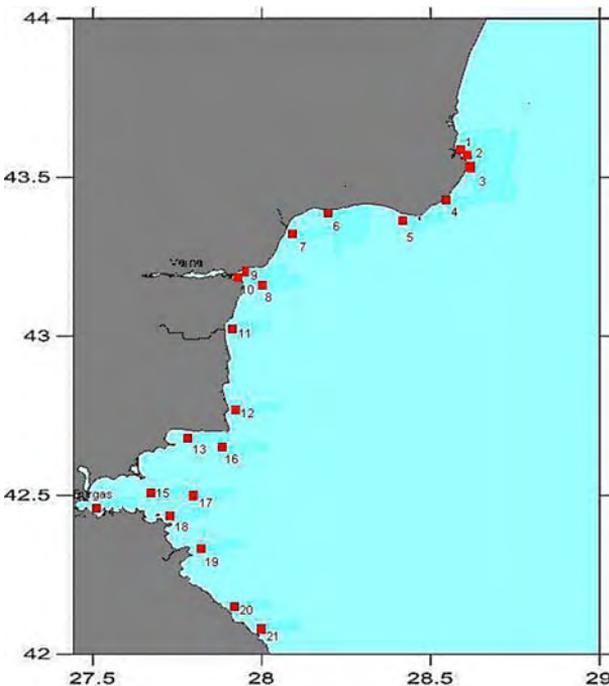
3.2. Гидрохимическое состояние прибрежных вод Болгарии

Исследования гидрохимического состояния прибрежных вод Болгарии были выполнены сотрудниками отдела Химии моря Института океанологии Болгарской академии наук (ИО-БАН) в рамках трех сезонных экспедиций на НИС «Академик» в мае, июле и ноябре 2012 г. (рис. 3.1). Пробы морской воды были отобраны из поверхностного (0–1 м) и придонного слоев. Гидрохимическое состояние морских прибрежных вод оценивалось согласно требованиям Рамочной водной директивы (WFD) с использованием классификационной схемы, разработанной Институтом океанологии на основе насыщения вод кислородом и концентрации биогенных элементов — аммонийный азот (N-NH₄), нитритный азот (N-NO₂), нитратный азот (N-NO₃) и фосфатный фосфор (P-PO₄). Дополнительно были анализированы температура, соленость, pH, кремний и общий фосфор (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Средние значения гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов (мкг/дм³) в прибрежных водах Болгарии в 2012 г.

2012	Т°С	pH	S‰	O ₂ мг/дм ³	O ₂ %*	NO ₃	NO ₂	NH ₄	Ptotal	PO ₄	Si
Май	17,05	8,48	16,50	6,62	108,47/102,1	44,0	2,1	5,6	8,4	2,4	113,4
Июль	26,3	8,44	17,51	5,32	104,33/88,3	13,4	1,7	10,8	10,4	7,0	87,7
Ноябрь	17,51	8,40	17,88	5,9	98,3/85,6	8,8	2,6	6,3	7,5	1,6	113,0

* Среднее и минимальное значение процентного содержания растворенного кислорода.



Весной 2012 г. соленость прибрежных вод изменялась в широких пределах с минимумом 14,52‰. В июле и ноябре пространственное распределение солености с севера на юг имело более монотонный характер (рис. 3.2). Влияние трансформированных дунайских вод особенно заметно прослеживается в мае на станциях №1–6.

Величина pH в поверхностном слое вод изменялась от 8,15 до 8,59 единиц, составляя в среднем 8,49; 8,45 и 8,40 соответственно в мае, июле и ноябре. В придонном горизонте величины pH были несколько ниже. Диапазон изменения кислоро-

Рис. 3.1. Станции мониторинга в болгарских прибрежных водах в 2012 г.

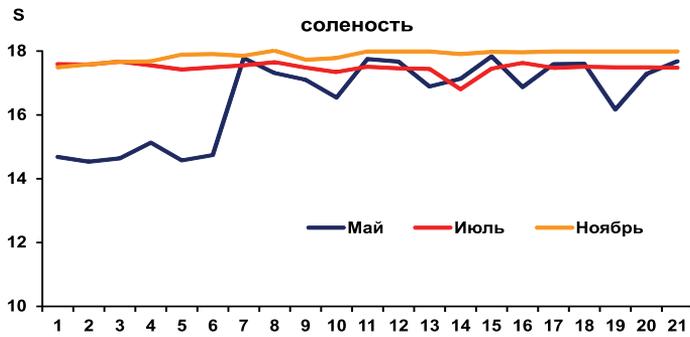


Рис. 3.2. Распределение солености в прибрежных водах Болгарии в 2012 г.

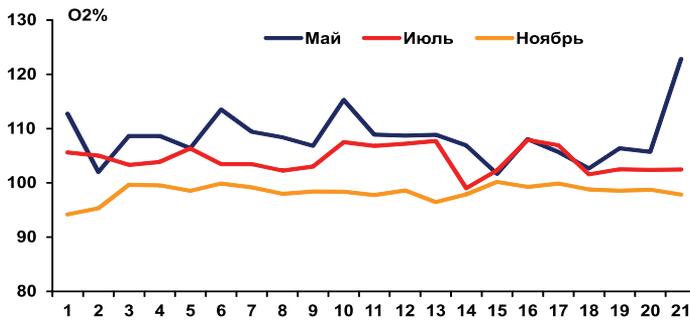


Рис. 3.3. Насыщение кислородом поверхностного горизонта вод прибрежной акватории Болгарии в 2012 г.

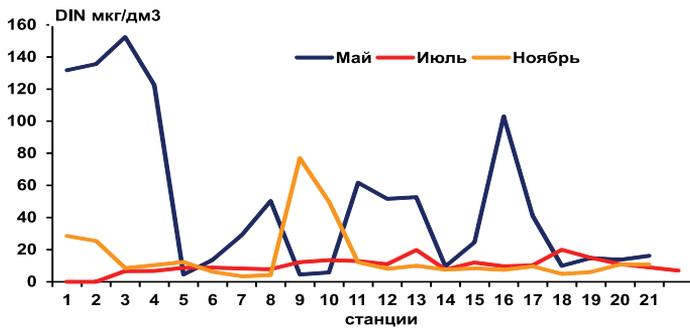


Рис. 3.4. Сезонные изменения концентрации неорганического азота DIN (мкг/дм³) в прибрежных водах Болгарии в 2012 г.

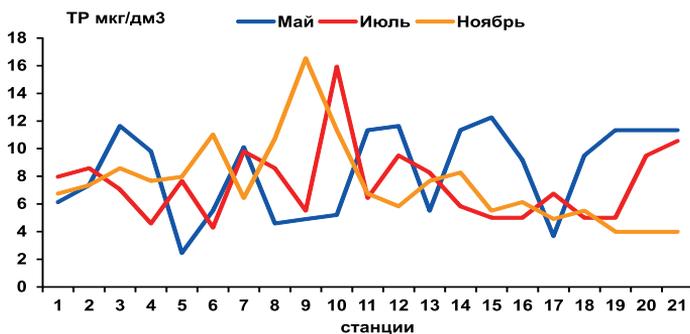


Рис. 3.5. Сезонные изменения концентрации общего фосфора TP (мкг/дм³) в прибрежных водах Болгарии в 2012 г.

да на поверхности 7,10–10,37 мг/дм³ и 5,93–9,95 мг/дм³ у дна. Концентрация кислорода и процентное насыщение более вариabильные весной, когда обе характеристики изменяются в более широких пределах и отмечаются высокие значения на протяжении всего побережья с севера на юг (рис. 3.3). Абсолютный максимум (115,3%) зафиксирован в воде Варненского залива. Значительно ниже этот параметр становится летом, когда температура воды повышена (среднее насыщение 104%), а самые низкие значения измерены осенью (среднее сезонное насыщение 98,3%). Минимумы измерены в Бургаском заливе.

В придонных водах ситуация иная. Здесь концентрация кислорода падает до 5,93–6,57 мг/дм³ летом и до 6,32–7,12 мг/дм³ осенью. Минимум насыщения вод кислородом составлял 62% и 68% соответственно. Среднесезонное насыщение в мае 102,1%, а в июле и в ноябре 88,3% и 85,6% соответственно (табл. 3.1). Из-за летней стратификации водного столба на более глубоких станциях (>30 м) в южной части акватории концентрация кислорода опускалась ниже 7,15 мг/дм³ и процентное насыщение вод находилось в пределах 70–89%. Не соответствуют нормативу по этому параметру 4 станции летом и 6 станций осенью. Кроме станций в районах с антропогенной нагрузки (Варненский и Созопольский заливы) кислородное насыщение придонных вод не соответствует стандартам из-за превышения глубины более 40 м. Во время проведения мониторинга гипоксия не отмечена.

Концентрация биогенных элементов в водах наиболее высокая в весенний период (рис. 3.4, рис. 3.5). Самые низкие значения нитратов и фосфатов были зафиксированы в июле и ноябре. Пространственное распределение минерального азота во всей толще вод характеризовалось повышенными значениями в северной части исследуемой акватории, в зоне влияния дунайских вод. Экстремально высокая концентрация наблюдалась в период гидрологической весны (рис. 3.4). Из азотных форм прежде всего нитраты иногда не соответствуют уровню болгарских стандартов. Чаще всего это наблюдается именно весной в северном районе (станции 1, 2, 3 и 4), подверженном влиянию вод, идущих из северо-западной части моря и косвенно связанных с рекой Дунай.

Преобладающая форма азота, нитратная, отличается максимальным процентным вкладом в содержание неорганического азота (DIN) в мае и только летом уступает аммонийной форме. В июле устанавливается максимальный вклад аммония в составе DIN (>85%). В южной части побережья Болгарии аммонийный азот чаще превышает нитратное содержание в летний и осенний период. Самый высокий вклад нитритной формы азота отмечен в ноябре, когда в 50% измерений доля нитритов составила >10%. В пространственном распределении азота и фосфора на исследуемой акватории выделяются зоны максимума, приуроченные в поверхностном горизонте к зоне влияния дунайских вод и к заливам. Кроме абсолютного максимума концентрации фосфатов и общего фосфора в ноябре в водах Варненского залива, повышенные значения выделяются в этом же самом районе в июле. Повышенная концентрация фосфора и DIN зафиксирована также у устья реки Камчии (ст. 11) в связи с весенним половодьем. Содержание минерального азота увеличено за счет нитратной формы. Сезонная динамика кремния отличается высокими значениями (>120 мкг/дм³) в мае. Максимальное содержание отмечено в северной части, в районе м. Калиакра-Балчик с мая по ноябрь. У дна концентрация кремния была несколько выше.

Таким образом, в пространственном распределении азота и фосфора на исследуемой акватории прибрежных вод Болгарии в 2012 г. выделяются зоны максимума, приуроченные к району влияния дунайских вод и к заливам с повышенным уровнем антропогенной нагрузки. Гипоксия не зафиксирована, но в районах с интенсивным влиянием береговых источников загрязнения кислородные условия в придонных водах ухудшаются.

3.3. Мониторинг состояния прибрежных вод Румынии

В рамках программы мониторинга качества прибрежных, переходных и морских вод румынского побережья Черного моря в апреле и октябре 2012 г. было отобрано 144 пробы воды с поверхности и из толщи вод до глубины 50 м на 35 станциях между Сулина и Вама Веке. Сеть станций охватывает все типы водных объектов Рамочной Директивы по Воде (WFD) и Рамочной Директивы по Морской Стратегии (MFSO): — 18 станций на 9 разрезах в прибрежных водах до 20-метровой изобаты включительно (Гура, Пирогова, Констанца восточная, Казино Мамая, Констанца север, Констанца Юг, Эфорие, Костинешти, Мангалия, Вама Веке); — 8 станций на 4 разрезах в переходных водах до 20-метровой изобаты включительно (Сулина, Мила 9, Сф. Георге, Портита); и 9 станций в морских водах на изобатах 30 и 50 м.

Долгосрочный статистический анализ был проведен на основе 189 суточных проб, собранных в 2012 г. на поверхности у Казино Мамая и исторических данных (1959/1976/1980–2011) для этой же точки. Были проанализированы основные физико-химические показатели, характеризующие состояние вод и уровень эвтрофикации (прозрачность, соленость, pH, растворенный кислород, неорганические биогенные вещества). Соленость воды измерялась *in situ* с помощью CTD. Растворенный кислород был определен методом Винклера. Водородный показатель pH измерялся потенциометрическим методом. Прозрачность измерялась диском Секки. Биогенные вещества в морской воде были количественно определены аналитическим спектрофотометрическим методом. Внутривлабораторная проверка качества проводилась с помощью SR EN ISO/IEC 17025:2005, а химический анализ проводился в соответствии с Руководством «Методы анализа морских вод» (Grasshoff, 1999). Предел обнаружения NO₂ 0,12; NO₃ 0,03; NH₄ 0,12; PO₄ 0,01 и SiO₄ 0,30 мкМ/дм³ (μmol/l). Относительная неопределенность U (с), расширенные %, k = 2, коэффициент охвата 95,45% составили 8,4; 6,6; 7,1; 14,0 и 3,3 соответственно. UV-VIS-Shimadzu спектрофотометр с диапазоном измерения 0–1000 нм использовался для выполнения измерений.

Соленость морских прибрежных вод Румынии изменялась в пределах 0,56–24,22‰; средняя 16,19‰, медиана 17,67‰, стандартное отклонение 3,80‰. Пространственное распределение солености вдоль побережья очевидно увеличивается на юг по мере удаления от устьевой области Дуная независимо от сезона. Многолетний анализ данных 1959–2012 гг. не выявил существенных отличий среднемесячных значений солености в текущем году от предыдущего периода исследований. В 2012 г. у г. Констанца абсолютный минимум солености составил 10,27‰ (17 февраля), а максимум 17,82‰ (1 октября). Прозрачность морских вод изменялась в пределах 0,3–12,0 м; средняя 5,67 м; медиана 4,8 м, стандартное отклонение 3,8 м. Оба экстремальных значения были отмечены в апреле — минимальное у Сулины в переходных водах с прямым влиянием речных вод, а максимальное у Вама Веке в морских водах на изобате 20 м. Наибольшая вариабельность прозрачности отмечена в морских водах, которые на севере испытывают влияние речного стока до изобаты 30 м. Значения pH в прибрежных водах Румынии в апреле и октябре изменялись в диапазоне 7,64–8,74; средняя 8,28; медиана 8,31; стандартное отклонение 0,20. Среднемесячные величины у г. Констанца были в пределах естественных межгодовых колебаний.

Концентрация растворенного в воде **кислорода** в прибрежных водах изменялась от 4,16 до 18,49 мг/дм³; средняя 9,60; медиана 9,39; стандартное отклонение 2,47 мг/дм³. Наименьшие значения отмечены летом в придонном слое вод. Поверхностные воды во всех случаях хорошо аэрированы из-за обмена с атмосферой и вследствие интенсивного цветения фитопланктона (рис. 3.6). В октябре процент насыщения вод кислородом ниже допустимого уровня 80% был отмечен в северной и центральной части побережья (38,5–77,8%). Снижение уровня

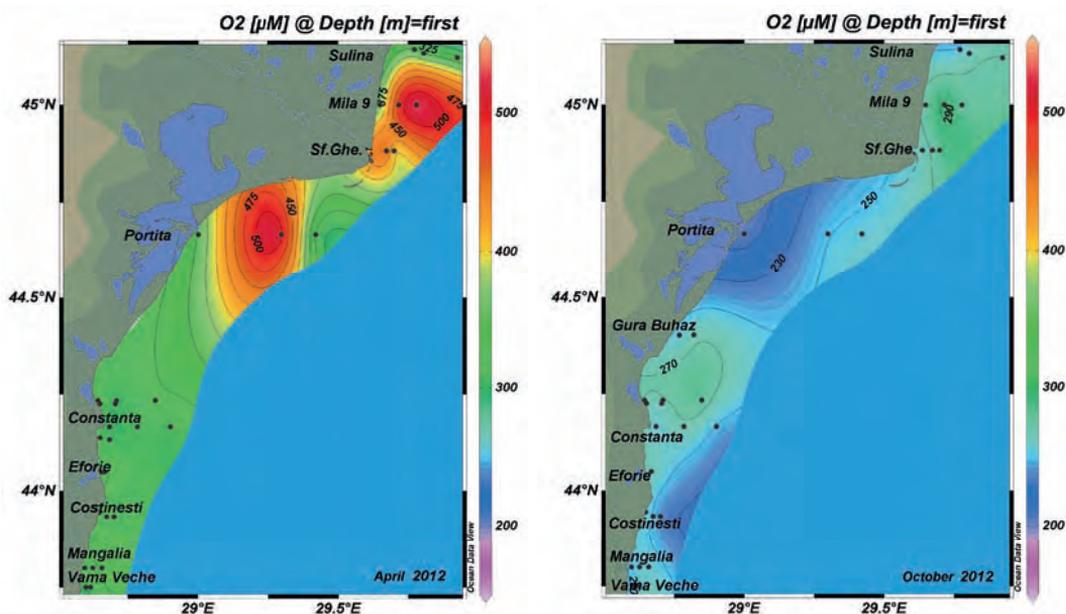


Рис. 3.6. Распределение кислорода (μM) в поверхностном слое прибрежных вод Румынии в апреле и октябре 2012 г.

содержания кислорода происходило вследствие интенсивного разложения органического вещества. Сезонное уменьшение уровня аэрации в 2012 г. статистически не отличалось от многолетней тенденции 1959–2011 гг. и имело очень хороший уровень отрицательной корреляции с температурой воды.

Концентрация **фосфатов** в прибрежных водах Румынии в апреле и октябре 2012 г. изменялась от величин ниже предела обнаружения $DL=0,01 \text{ мкМ/дм}^3$ (35%; все пробы со значениями ниже DL были отобраны вне зоны влияния стока Дуная) до $2,35 \text{ мкМ/дм}^3$ ($72,9 \text{ мкг/дм}^3$, табл. А.6); средняя $0,23$; медиана $0,15$; стандартное отклонение $0,29 \text{ мкМ/дм}^3$. Все наибольшие значения были отмечены в поверхностных водах, находящихся либо под влиянием Дуная, либо в районе антропогенного загрязнения у г. Констанца. Концентрация фосфатов была ниже $0,60 \text{ мкМ/дм}^3$ ($18,6 \text{ мкг/дм}^3$) в 93% проб. В целом уровень содержания фосфатов весной и осенью 2012 г. был близок к фоновым значениям 1960х.

Концентрация **нитратов** изменялась в диапазоне $0,34\text{--}53,93 \text{ мкМ/дм}^3$; средняя $4,28$; медиана $2,23$; стандартное отклонение $7,44 \text{ мкМ/дм}^3$. Наибольшие значения зафиксированы в октябре в зоне влияния Дуная, а также в водах вблизи Южных очистных сооружений г. Констанца. В апреле средний уровень был примерно в два раза выше октябрьского. В отличие от фосфатов наиболее важным источником поступления нитратов в море в исследуемом районе был речной сток. Содержание нитритов изменялось от значений ниже $DL=0,02 \text{ мкМ/дм}^3$ до $1,68 \text{ мкМ/дм}^3$ на поверхности у С.Георги в апреле; средняя $0,28$; медиана $0,17$; стандартное отклонение $0,32 \text{ мкМ/дм}^3$. В 2012 г. медиана значений составила в прибрежных водах $0,16$; в переходных $0,40$ и в морских водах $0,15 \text{ мкМ/дм}^3$. Значения аммонийного азота составили: диапазон $0,31\text{--}46,47 \text{ мкМ/дм}^3$; средняя $4,40$; медиана $2,41$; стандартное отклонение $5,74 \text{ мкМ/дм}^3$. Максимальные величины во всех водных массах превышали уровень допустимой концентрации $7,14 \text{ мкМ/дм}^3$ ($100 \text{ мкгN-NH}_4/\text{дм}^3$, Order 161/2006). Повышенным содер-

жания аммония было особенно заметно вблизи Южных очистных сооружений Констанцы. Концентрация силикатов была в диапазоне 0,9–75,7 мкМ/дм³; средняя 8,3; медиана 4,4; стандартное отклонение 12,3 мкМ/дм³. Основным источником силикатов в морских прибрежных водах Румынии является речной сток, вследствие этого значительно сниженный в 2012 г. дунайский поток привел к уменьшению среднего уровня концентрации силикатов в 5–10 раз по сравнению с фоновым периодом 1960х.

Загрязнение прибрежных вод **тяжелыми металлами** напрямую коррелирует с городскими и промышленными источниками, предприятия электроэнергетики, портовыми предприятиями и очистными сооружениями. Речной сток иногда является основным источником загрязнения прибрежных вод моря металлами, особенно адсорбированными на частицах, а приводящие к наводнениям экстремальные гидрологические условия существенно увеличивают объем поступающих загрязнителей. Атмосферные выпадения также являются источником поступления металлов антропогенного и природного происхождения в море. В 2012 г. содержание меди, кадмия, свинца, никеля и хрома исследовалось в воде, донных отложениях и биоте в марте-апреле и октябре на 40 станциях мониторинга на 13 разрезах. Анализ проводился с помощью атомно-абсорбционной спектрофотометрии с использованием SOLAAR M6 Dual Zeeman, Thermo Electron — UNICAM.

Средняя концентрация всех анализируемых металлов была меньше установленного норматива, в то время как примерно в 12% проб концентрация кадмия превышала стандарт качества (табл. 3.2). Распределение меди характеризуется повышенной изменчивостью значений в морских водах мористее эстуарной зоны Дуная в районе Сулина-Сф.Георги и существенным понижением концентрации по направлению к центру и югу побережья Румынии, за исключением участков вблизи Южных очистных сооружений Констанцы и Эфорие Южная (рис. 3.7). Средняя концентрация свинца была повышенной у устья Дуная, как и на юге в районе Мангалия — Вама Веке. Подобно меди концентрация хрома снижалась с севера на юг. По сравнению с 2011 г. содержание меди и свинца резко снизилось, кадмий показывает высокую вариабельность и незначительный понижающий тренд, а концентрация никеля была в пределах 2007–2011 гг.

Таблица 3.2. Средняя, максимальная и минимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³) в прибрежных водах Румынии в 2012 г.

	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr
сред	2,08±1,60	3,29±1,96	2,19±2,04	4,27±3,70	1,22±0,90
макс	8,36	8,61	9,12	22,78	5,1
мин	0,18	1,13	0,40	0,81	0,28
СК*	30	10	5	100	100
СК _{сред}	0,07	0,33	0,44	0,04	0,01
СК _{max}	0,28	0,86	1,82	0,23	0,05
* СК = Стандарт качества морских вод (environmental quality standards for seawater recommended by Romania national legislation, Order no. 161/2006).					

Распределение тяжелых металлов в **донных отложениях** находилось под влиянием природных и антропогенных факторов и зависит от минералогического и гранулометрического характера осадков. Отложения с тонкой структурой и высоким содержанием органических веществ интенсивнее накапливают тяжелые металлы по сравнению с грубыми осадками. Средняя концентрация кадмия и никеля немного превышала установленный стандарт качества для донных отложений (табл. 3.3), однако максимальные величины всех тяжелых металлов,

за исключением свинца, многократно превышали норматив. Пространственное распределение меди, кадмия, никеля и хрома в донных отложениях вдоль побережья характеризовалось аккумуляцией этих металлов в донных отложениях вблизи эстуарной зоны Дуная (Сулина-Портита), а также на акватории портов Констанца Южная и Мангалия (рис.3.8). Свинец более равномерно распределен в осадках прибрежной зоны, а наибольшие величины отмечены в южной части. Обычные фоновые значения для всех исследованных элементов приурочены к центральной части побережья Гура Бугаз — Констанца Восток, а также к южному краю побережья у Вама Веке.

Таблица 3.3. Средняя, максимальная и минимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в прибрежных водах Румынии в 2012 г.

	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr
сред	26,63±28,68	11,27±10,72	1,13±0,83	45,39±34,89	45,47±29,78
макс	144,34	66,86	3,77	171,53	122,58
мин	3,65	0,80	0,23	7,43	9,10
СК*	40	85	0,8	35	100
СК _{сред}	0,67	0,13	1,41	1,30	0,45
СК _{макс}	3,61	0,79	4,71	4,90	1,23

* СК = Стандарт качества морских вод (environmental quality standards for seawater recommended by Romania national legislation, Order no. 161/2006).

Биоаккумуляция тяжелых металлов была исследована в тканях морских моллюсков *Mytilus galloprovincialis*, *Rapana venosa*, *Scapharca inequivalvis* и *Mya arenaria*. Концентрация металлов в тканях донных беспозвоночных составляла: медь 5,58±4,21 (1,55–15,35) мкг/г; кадмий 1,27±0,98 (0,09–2,81); свинец 0,19±0,13 (0,02–0,44); никель 1,12±0,65 (0,18–2,46) и

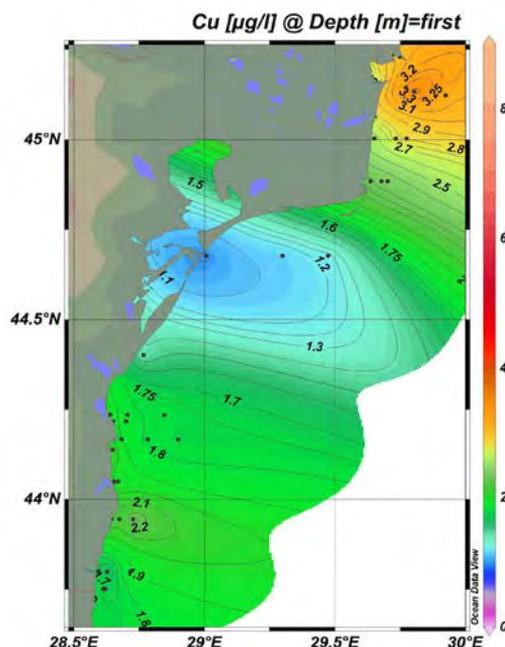
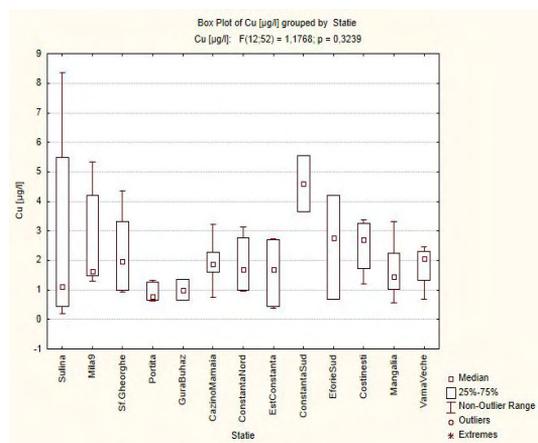


Рис. 3.7. Распределение меди (мкг/дм³) в поверхностном слое вод побережья Румынии в марте-апреле и октябре 2012 г.

хром $0,61 \pm 0,47$ ($0,12-1,92$) мкг/г. Большинство образцов показали значения в пределах нормального диапазона изменчивости, однако в отдельных случаях измеряемая концентрация была несколько увеличенной в зависимости от элемента, видов бентоса или места отбора проб. Некоторые межвидовые различия в биоаккумуляции тяжелых металлов наблюдались. В частности рапана, как правило, характеризуется более высокой концентрацией меди в тканях по сравнению с другими моллюсками; для кадмия наблюдался более высокий уровень биоаккумуляции в *Scapharca* и *Rapana*, в то время как в тканях *Mya* выше была концентрация никеля и хрома. Биоаккумуляция тяжелых металлов в телах морских моллюсков может коррелировать с концентрацией этих элементов в объектах окружающей среды (вода, донные отложения). Этим объясняются различия между различными точками отбора проб. В частности свинец, никель и хром более интенсивно накапливались в моллюсках из Северной части Румынского побережья.

В 2012 г. анализ суммарного количества **нефтяных углеводородов** был выполнен в 159 пробах воды и 60 образцов донных отложений, отобранных на 44 станциях между Сулина и Вама Веке в марте-октябре во всех трех типах морских водных объектов. Среднее значение НУ составило $33,5$ мкг/дм³; диапазон изменений $5,8-758,3$ мкг/дм³. Выпадающие экстремально высокие значения периодически отмечаются в морских водах; в 2012 г. максимум не был включен в статистический анализ данных. Существенной разницы между прибрежными, промежуточными и морскими водами отмечено не было, концентрация НУ была немного повышенной в последних. В целом уровень нефтяного загрязнения был значительно ниже, чем в период 2006–2009 годов (рис. 3.9).

В донных отложениях также был отмечен низкий уровень загрязнения НУ: средняя концентрация $16,2$ мкг/г; диапазон значений $0,4-81,5$ мкг/г. Высокие значения больше 60 мкг/г были отмечены в марте в Северном секторе у Мила 9 и у Констанца Южная на глубине 20 м. В 2012 г. продолжилось постепенное снижение уровня загрязнения донных отложений нефтяными углеводородами (рис. 3.9).

Суммарное содержание **ПАУ** в 148 проанализированных пробах составило в среднем $1,70$ мкг/дм³, диапазон изменений $0,0835-5,4599$ мкг/дм³. Экстремально высокое значение $82,98$ мкг/дм³, зафиксированное в марте у Мила 9 в море на изобате 20 м, не учитывалось при расчете статистических параметров. Выпадающие величины постоянно регистрируются

Таблица 3.4. Средняя, максимальная и минимальная концентрация полициклических ароматических углеводородов (мкг/л) в прибрежных водах Румынии в 2012 г.

Ингредиент	ДК* (µg/l)	Концентрация (µg/l)			
		n	Mean	Min.	Max.
Naphthalene	2,400	143	0,2450	0,0074	1,3822
Phenanthrene	0,030	140	0,3471	0,0234	2,0606
Anthracene	0,063	136	0,7079	0,0009	2,9179
Fluoranthene	0,090	107	0,0941	0,0005	0,8977
Benzo[a]anthracene	0,010	84	0,0335	0,0079	0,1188
Benzo[b]fluoranthene	0,025	139	0,0192	0,0007	0,1956
Benzo[k]fluoranthene	0,025	122	0,0220	0,0064	0,0548
Benzo[a]pyrene	0,050	140	0,0204	0,0008	0,1214
Benzo (g,h,i)perylene	0,025	72	0,0110	0,0001	0,1572

* Допустимая Концентрация (ДК). Order of the Ministry of the Environment and Water Management №161/2006 approving the Regulation for classifying the surface water body quality with the view to establishing the ecological state of water bodies.

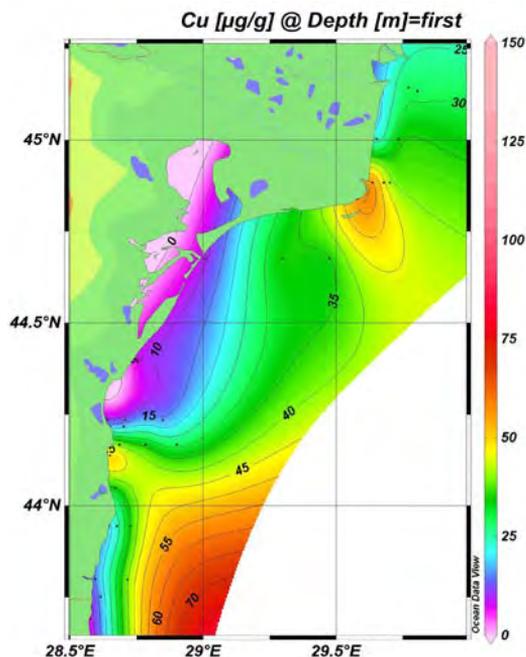
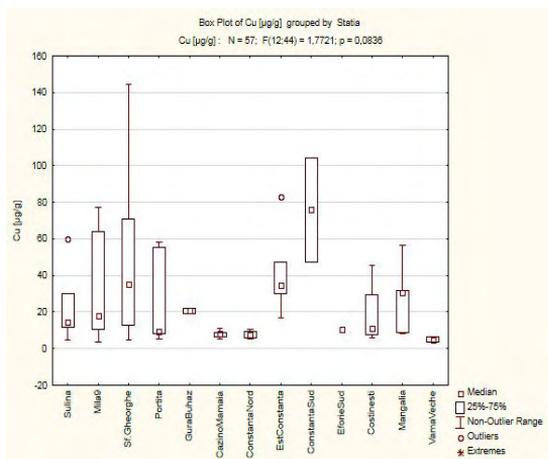


Рис. 3.8. Распределение меди (мкг/г) в донных отложениях побережья Румынии в марте-апреле и октябре 2012 г.

в водах разных районов Румынского побережья, однако их значения в 2006–2011 гг. не выходили из узкого диапазона 6,5–16,5 мкг/дм³. В целом суммарное содержание ПАУ снизилось в 3,2 раза по сравнению с предыдущим годом. Среди индивидуальных ПАУ установленный норматив превышали средние значения концентрации фенантрена, антрацена, флуорантена и бензо(а)антрацена (табл. 3.4).

Общий индекс ПАУ, рассчитанный для румынского побережья Черного моря в 2012 г. находился в диапазоне 0,55–17,27. В 90% проб значения индекса были выше 4,00, что доказывает техногенный пиролитический характер происхождения ПАУ, образовавшихся в результате неполного сгорания ископаемого топлива — различных углеводородов, угля, нефти и нефтепродуктов. Статистический анализ показал значимые различия между средним значением индекса $8,86 \pm 2,5$ в морских водах и значением $6,59 \pm 3,4$, полученным для прибрежных и переходных вод (t-тест, доверительный интервал 95%, $p < 0,0001$).

В донных отложениях общее содержание ПАУ в 57 пробах со всего побережья варьировало в диапазоне 0,0310–19,4880 мкг/г, среднее значение 2,2223 мкг/г; наибольшее среднее значение ΣПАУ составило 3,8618 мкг/г в 2007 г. (рис. 3.10). Высокий уровень загрязнения с величинами в диапазоне от 2,0–19,5 мкг/г был отмечен в 30% проб, отобранных как в Северном секторе (Мила 9, изобата 20 м), так и в Южном к востоку от города Констанцы на глубине 28 м. Отдельное выпадающее значение 88,14 мкг/г, зафиксированное в марте 2012 г. в пробе из Констанцы у Южных очистных сооружений, не включено в статистический анализ данных. Среди индивидуальных ПАУ высокая концентрация отмечена для пирена и флуорантена. Индексы соотношения индивидуальных полициклических ароматических углеводородов позволяют выявить потенциальные источники загрязнения. Доминирующими веществами этой группы в донных отложениях были пирен (0,001–9,6246) и флуорантен (0,030–4,5098 мкг/г) с 4 ароматическими кольцами, в отличие от воды, где преобладали антрацен и фенантрен с тремя кольцами. Рассчитанные для вод и осадков румынского побережья Черного моря индексы были больше 8, что

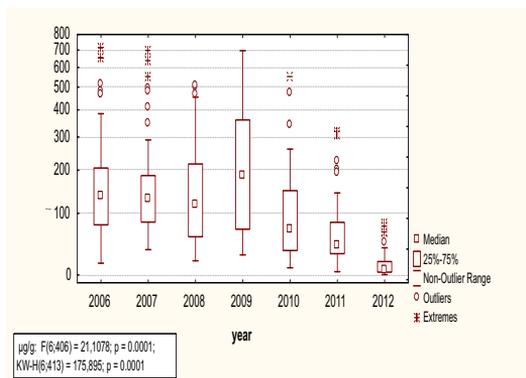
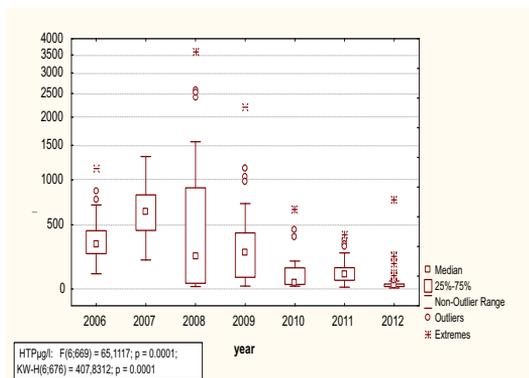
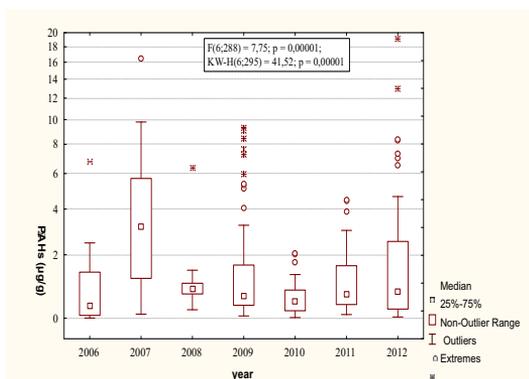


Рис. 3.9. Межгодовые изменения концентрации нефтяных углеводородов в прибрежных водах ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) и донных отложениях ($\text{мкг}/\text{г}$) Румынии в 2006–2012 гг.

указывает на загрязнение морской среды ПАУ, образовавшимися в результате неполного сгорания ископаемого топлива (углеводородов, угля, нефти и природного газа).

Общее содержание девяти изученных соединений **хлорорганических пестицидов** (гексахлорбензол, линдан, гептахлор, альдрин, диельдрин, эндрин, ДДЭ, ДДД и ДДТ) было в пределах следующих диапазонов — для воды $18,3\text{--}260 \text{ нг}/\text{дм}^3$ и донных отложений $1,7\text{--}170 \text{ нг}/\text{г}$. В прибрежных водах концентрация индивидуальных пестицидов варьировала в пределах $2\text{--}27 \text{ нг}/\text{дм}^3$; в переходных $3\text{--}62$ и в морских $2\text{--}25 \text{ нг}/\text{дм}^3$. Преобладающим соединением на большинстве станций во всех типах вод был линдан. Наиболее высокая концентрация хлорорганических пестицидов была в переходных водах, особенно в районе Портиты: линдан $202,7 \text{ нг}/\text{дм}^3$, гептахлор $76,0$; альдрин 130 ; диельдрин 50 и ДДЭ $18,8 \text{ нг}/\text{дм}^3$. Также высокое содержание хлорорганических пестицидов было отмечено в прибрежных водах между Констанца Южная и Вама Веке. В донных отложениях прибрежных вод концентрация пестицидов составляла $0,5\text{--}4,8 \text{ нг}/\text{г}$ сухого осадка, в переходной зоне $0,35\text{--}4,1 \text{ нг}/\text{г}$ и в морских водах $0,2\text{--}2,0 \text{ нг}/\text{г}$. Доминирующими соединениями ХОП в прибрежных и промежуточных зонах были линдан, альдрин, ДДТ и его метаболиты. Наиболее высокая концентрация была измерена в донных отложениях в районе Сулины на севере побережья (линдан $17,1 \text{ нг}/\text{г}$ сухого осадка; ДДД $10,1 \text{ нг}/\text{г}$), а также у Констанца Южная (линдан $19,5 \text{ нг}/\text{г}$; ДДЭ $39,4 \text{ нг}/\text{г}$; ДДД $86,9 \text{ нг}/\text{г}$ сухого осадка; ДДТ $19,6 \text{ нг}/\text{г}$). В морских осадках только у Сфанту Георги отмечена высокая концентрация гептахлора ($59,3 \text{ нг}/\text{г}$) и у Портита линдана ($31,0 \text{ нг}/\text{г}$).



Наибольший уровень биоаккумуляции большинства исследованных ХОП наблюдался в тканях моллюсков *Rapana* и *Mya*. Наиболее высокая концентрация пестицидов была зафиксирована в тканях мии в районе Портиты (НСВ $34,7 \text{ нг}/\text{г}$ сухой ткани; линдан $109,3$;

Рис. 3.10. Межгодовые изменения содержания полициклических ароматических углеводородов ($\text{мкг}/\text{г}$) в донных отложениях у берегов Румынии в 2006–2012 гг.

гептахлор 58,1; альдрин 147,8; диельдрин 167,3; эндрин 70; ДДЭ 154,5 и ДДД 220,9 нг/г сухой ткани) и рапаны у Мамаея (НСВ 19,0 нг/г сухой ткани; линдан 120,4; гептахлор 45,4; альдрин 79,9; диельдрин 59,9; эндрин 17,4; ДДЭ 189,1 и ДДД 30,7 нг/г. Анализ временного ряда 2006–2012 гг. показал снижение концентрации большинства изученных соединений хлороорганических пестицидов в воде и донных отложениях; в биоте эта тенденция не так очевидна, концентрация ХОП в тканях моллюсков в основном варьировала в пределах диапазона предыдущего периода.

3.4. Загрязнение прибрежных вод украинской части моря

В 2012 г. мониторинг гидрохимического режима и загрязнения вод украинской части Чёрного моря проводился на устьевом участке и в устье дельтовых водотоков р. Дунай (Дунайская ГМО), в Сухом лимане (ГМБ «Ильичевск»), в устье р. Южный Буг и Бугском лимане (Николаевский ЦГМ), на акватории портов Одесса (Одесским ГМЦ ЧАМ) и Ялта (МГ «Ялта») с января по декабрь; в районе входного канала и очистных сооружений г. Ильичёвска (ГМБ «Ильичевск») — один раз в два месяца; в Днепровском лимане — с апреля по октябрь, в устье р. Днепр (Николаевский ЦГМ) — в апреле, июне, августе, октябре и декабре, и в Севастопольской (сентябрь, ноябрь) и Камышовой (июнь) бухтах (МО УкрГМИ).

3.4.1. Устьевой участок р. Дунай

Содержание **нефтяных углеводородов** (НУ) в период наблюдений во всех пробах было ниже предела определения метода химического анализа (0,05 мг/дм³). Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) изменялась от «не обнаружено» до 40 мкг/дм³ (0,4 ПДК). Содержание суммы фенолов варьировало от аналитического нуля до 6 мкг/дм³ (6 ПДК). Максимальное значение наблюдалось в июле в районе п. Измаил. Повторяемость концентрации фенолов, достигавших и превышавших ПДК, составила 65% от общего числа наблюдений. Среднегодовой уровень фенольного загрязнения вод не изменился. В дунайских водах отмечены случаи присутствия хлороорганических пестицидов (ХОП). Их максимальная концентрация достигала следующих величин: ДДЭ 170 (октябрь, ноябрь), ДДД 174 (октябрь) и ДДТ 100 нг/дм³ (май). Среднее за год содержание ХОП осталось на уровне предыдущих лет. Содержание шестивалентного хрома изменялось в диапазоне 1–24 мкг/м³ (24 ПДК). Максимальная концентрация зафиксирована в августе в районе п. Измаил. Повторяемость значений хрома выше ПДК составила 100% от общего числа наблюдений. Среднегодовое содержание хрома превысило ПДК в 10 раз (табл. 3.5).

Содержание общего **фосфора** изменялось от 39 до 190 мкг/дм³, максимальная концентрация зафиксирована в январе в районе п. Килия. Среднемесячные значения снижались от 170 мкг/дм³ (январь) до 67 (август) с последующим ростом до 110 мкг/дм³ (ноябрь–декабрь). Среднегодовая величина составила 94 мкг/дм³. Содержание аммонийного **азота** изменялось от 10 до 380 мкг/дм³ (1,3 ПДК); средняя за год величина составила 130 мкг/дм³, что превысило среднегодовую концентрацию 2011 г. практически втрое. Концентрация нитритного азота варьировала в диапазоне 10–79 мкг/дм³ (4 ПДК). Наибольшие значения наблюдались в мае. Повторяемость в этом районе концентрации нитритов выше ПДК увеличилась до 73% от общего числа наблюдений. Среднегодовое содержание нитритного азота существенно не изменилось и составило 22 мкг/дм³. Концентрация нитратного азота изменялась в пределах 380–2450 мкг/дм³, наибольшие значения отмечались в январе–апреле. Среднегодовое содержание нитратного азота составило 1090 мкг/дм³ и было минимальным за последние годы.

Абсолютное содержание растворённого **кислорода** в дунайских водах изменялось в пределах 6,15–12,40 мгО₂/дм³, относительное 76–130% насыщения. Дефицит по среднемесячным значениям достигал 9–17%. За последние годы аэрация вод улучшилась, среднегодовое содержание растворенного кислорода достигало 89% насыщения.

3.4.2. Устье дельтовых водотоков р. Дунай

Содержание **НУ** в период наблюдений было ниже предела обнаружения. Присутствие СПАВ отмечено только в августе, а максимальная концентрация составила 25 мкг/дм³ в рук. Гнеушев. Содержание фенолов изменялось от аналитического нуля до 6 мкг/дм³ (6 ПДК), максимальное загрязнение вод наблюдалось в июле в рук. Белгородский. Среднее за год содержание фенолов было ниже 3 мкг/дм³. В устье дельтовых водотоков были отмечены единичные случаи присутствия ХОП. Максимальная концентрация γ-ГХЦГ, ГПХ и альдрина составила 1,2; 1,2 и 1,6 нг/дм³ соответственно. В период наблюдений содержание полихлорбифенилов (ПХБ) в воде дельты было ниже предела обнаружения (20 нг/дм³).

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 48–210 мкг/дм³, максимальная величина зафиксирована в рук. Потаповский в январе. За последние годы среднее содержание общего фосфора уменьшилось в 1,4 раза. Содержание общего **азота** изменялось в пределах 1780–4300 мкг/дм³, максимальное значение наблюдалось в мае в рук. Быстрый. Низкая среднемесячная концентрация общего азота (1980 мкг/дм³) наблюдалась в июне, наиболее высокие величины (2750–2980 мкг/дм³) — в апреле, мае и августе. Среднегодовое содержание общего азота (2600 мкг/дм³) было максимальным за последние годы. Концентрация аммонийного азота изменялась от 24 до 410 мкг/дм³ (1,1 ПДК, март, рукав Гнеушев). Среднегодовое его содержание в сравнении с сопоставимым периодом наблюдений 2011 г. увеличилось вдвое и составило 120 мкг/дм³. Концентрация нитритного азота изменялась в пределах 7–82 мкг/дм³ (4 ПДК). Повторяемость концентрации нитритного азота выше или равной норматива составила 74% от общего числа наблюдений. Среднегодовое содержание (27 мкг/дм³) было в 1,5 раза выше, чем за аналогичный период наблюдений предыдущего года. Концентрация нитратного азота изменялась в диапазоне 300–2250 мкг/дм³, максимум зафиксирован в марте (рукава Прорва, Потаповский, Быстрый и Восточный). Высокая среднемесячная концентрация нитратов (1240–2220 мкг/дм³) наблюдалась с января по июнь и в декабре, а низкая (460–970 мкг/дм³) с июля по ноябрь. Среднегодовое содержание нитратного азота составило 1240 мкг/дм³, и было наибольшим за последние три года. Внутригодовое распределение минерального азота, общего

фосфора и содержания кислорода характеризуется минимальными значениями в июне-сентябре (рис. 3.11).

Абсолютное содержание растворённого **кислорода** в устье дельтовых водотоков изменялось в пре-

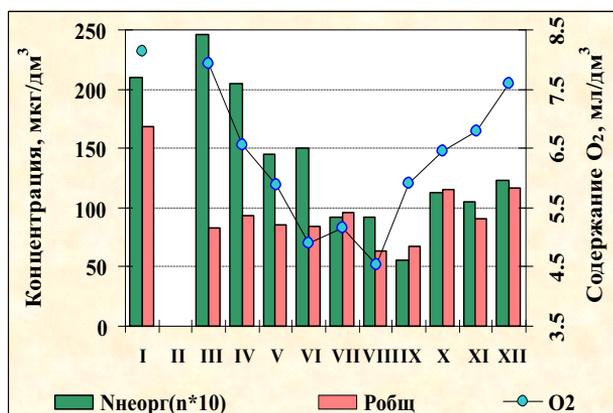


Рис. 3.11. Внутригодовое распределение среднемесячной концентрации минерального азота, общего фосфора (мкг/дм³) и содержания кислорода (мгО₂/дм³) в поверхностном слое вод устья дельтовых водотоков в 2012 г.

делах 5,27–12,48 мгО₂/дм³, относительное содержание было в пределах 58–109% насыщения. Ежемесячно дефицит растворенного кислорода составлял от 2 до 16% насыщения, за исключением сентября (101% насыщения). Среднее за год относительное содержание растворенного кислорода в 2012 г. составило 90% насыщения, что соответствует среднемноголетнему значению.

3.4.3. Сухой лиман

В водах Сухого лимана в период с января по апрель концентрация **НУ**, СПАВ и фенолов не превышала предел обнаружения. В зимний период были отмечены единичные случаи присутствия ХОП: α-ГХЦГ был обнаружен в январе на 5-ти метровом горизонте (0,57 нг/дм³), γ-ГХЦГ в марте в поверхностных (0,99 нг/дм³) и придонных (0,52 нг/дм³) водах. Концентрация общего **фосфора** изменялась от 10 до 180 мкг/дм³ (март), составив в среднем за год 34 мкг/дм³. Содержание общего азота изменялось в диапазоне 50–320 мкг/дм³, тах декабрь. Среднее за год содержание составило 110 в поверхностном слое и 200 мкг/дм³ у дна. Концентрация аммонийного азота варьировала от полного отсутствия до 82 мкг/дм³. Максимальная концентрация нитритного азота достигала 15 мкг/дм³ (0,75 ПДК). Концентрация нитратного азота изменялась в пределах 10–53 мкг/дм³ (сентябрь).

Абсолютное содержание растворённого **кислорода** в водах Сухого лимана изменялось в пределах 5,17–11,59 мг/дм³ при относительном содержании 45–141% насыщения. Средняя за год концентрация растворённого кислорода на поверхности составила 84%, у дна 64% насыщения. По среднемесячным значениям в период наблюдений дефицит растворенного кислорода в поверхностном слое достигал 39% а в придонном — 44% насыщения. За последние три года аэрация вод ухудшилась и составила в среднем 74% насыщения. Сероводород в водах Сухого лимана, как и в предыдущие годы, не обнаружен.

3.4.4. Район входного канала и очистных сооружений г. Ильичевска

В 2012 г. концентрация нефтяных углеводородов, СПАВ и фенолов (<3 мкг/дм³) не превышала предела обнаружения используемых методов химического анализа. В сентябре на поверхности и в июле на пятиметровом горизонте были отмечены единичные случаи присутствия ХОП; концентрация α-ГХЦГ составила 0,56 нг/дм³ и 0,81 нг/дм³ соответственно. Содержание общего **фосфора** в поверхностном слое вод изменялось в диапазоне 10–120 мкг/дм³; у дна 20–110 мкг/дм³. Максимальная концентрация зафиксирована в январе. Среднегодовое содержание общего фосфора составило 37 мкг/дм³ и было минимальным за последние три года. Концентрация общего азота изменялась от 50 до 230 мкг/дм³. Среднее за год содержание составило 120 мкг/дм³ и было наименьшим за последние годы (табл. 3.3). Концентрация нитритного азота не превышала 9 мкг/дм³, нитратного азота изменялась в пределах от «не обнаружено» до 56 мкг/дм³ (июль). Содержание аммонийного азота варьировало от аналитического нуля до 70 мкг/дм³ (май).

Аэрация вод в период наблюдений была недостаточной. Относительное содержание растворенного в воде **кислорода** изменялось в диапазоне 67–118% на поверхностном горизонте и 58–90% насыщения на придонном; среднегодовая величина составила 76% насыщения. По абсолютным значениям содержание растворенного в воде кислорода изменялось в пределах 7,30–9,60 мгО₂/дм³ на поверхности и 6,07–8,46 мгО₂/дм³ у дна. Сероводород не был обнаружен.

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

3.4.5. Порт Одесса

Содержание **НУ** варьировало от значений ниже предела определения до 0,41 мг/дм³ (8,2 ПДК) на поверхности и до 0,11 мг/дм³ (2,2 ПДК). Среднемесячные значения в течение года (за исключением января) в поверхностных водах порта превышали ПДК в 1,2–4,6 раза. В сравнении с 2011 г. среднее содержание нефтяных углеводородов в столбе воды от поверхности до дна снизилось (табл. 3.3) и составило 0,09 мг/дм³ (1,8 ПДК). Концентрация СПАВ изменялась от 50 до 220 мкг/дм³ (2,2 ПДК), а повторяемость достигавших или превышавших ПДК значений составила 38% от общего числа наблюдений. Среднегодовое содержание составило 82 мкг/дм³. Концентрация фенолов в водах порта изменялась от аналитического нуля до 8 мкг/дм³, максимум отмечен в марте. В 46% проб концентрация фенолов достигала или превышала ПДК. Среднегодовая величина была минимальной за последние три года, снизившись до 3 мкг/дм³ (3 ПДК).

Концентрация общего **фосфора** изменялась в диапазоне 10–24 мкг/дм³. Среднегодовое значение составило 14 мкг/дм³ и было наименьшим за последние три года. Содержание общего **азота** варьировало от аналитического нуля до 100 мкг/дм³. Среднегодовое значение (60 мкг/дм³) осталось на уровне предыдущего года. Содержание аммонийного азота изменялось от нуля до 78–79 мкг/дм³ (октябрь). Среднемесячная концентрация в слое поверхность–дно была минимальной в январе (5 мкг/дм³) и увеличилась к августу и октябрю (68 мкг/дм³). Среднее за год содержание было на уровне предыдущих лет и составило 33 мкг/дм³. Концентрация нитритного азота не превышала 12 мкг/дм³ (сентябрь), нитратного азота — 14 мкг/дм³ (июль и ноябрь).

В период наблюдений воды порта были аэрированы недостаточно хорошо. Относительное содержание растворенного **кислорода** изменялось в диапазоне от 76 до 123% насыщения. По абсолютным значениям содержание растворенного кислорода варьировало в пределах 5,92–13,35 мгО₂/дм³. Достаточным среднемесячное содержание растворенного кислорода было в январе, сентябре и октябре (112, 102 и 116% насыщения), минимальным — в июле и августе (80 и 79% насыщения). Среднее за год содержание растворенного в воде кислорода составило 9,36 мгО₂/дм³ (92% насыщения), оставаясь на уровне среднемноголетнего. Как и в предыдущие годы сероводород не был обнаружен.

Оценка уровня загрязнения нефтяными углеводородами и фенолами (сумма) верхнего слоя **донных отложений** акватории п. Одесса проводилась в мае и сентябре. Диапазон концентрации НУ составил 0,08–0,22 мг/г абсолютно сухого грунта. Среднее содержание НУ (0,14 мг/г) было минимальным за последние четыре года. Концентрация фенолов варьировала в пределах от аналитического нуля до 5 мкг/г. Максимальным загрязнение верхнего слоя донных отложений было в мае. Среднее содержание оставалось на уровне предыдущих лет

3.4.6. Устье реки Южный Буг, Бугский лиман

Концентрация **НУ** в водах лимана изменялась от аналитического нуля до 0,75 мг/дм³ (15 ПДК). Максимальное загрязнение зафиксировано в апреле в водах устья р. Ингул. В 74% от общего числа наблюдений концентрация достигала или превышала ПДК. Среднегодовое содержание НУ (0,17 мг/дм³) более чем втрое превысило ПДК. Концентрация СПАВ изменялась от нуля до 92 мкг/дм³ (0,9 ПДК, октябрь) на поверхности и до 79 мкг/дм³ у дна. Содержание фенолов в поверхностных водах изменялось в пределах 0–6 мкг/дм³ (6 ПДК), в придонных было ниже предела определения. В 45% проб концентрация фенолов превышала норматив, а среднегодовое содержание осталось на уровне предыдущих лет. В отдельных пробах вод лимана были обнаружены ХОП. Максимальная концентрация достигала: γ -ГХЦГ — 1,3 (март), ГПХ — 0,5 (май), ДДЭ — 5,5 нг/дм³ (октябрь). Концентрация α -ГХЦГ, альдрина, ДДТ

и ДДД была ниже предела количественного определения. Среднее за год содержание указанных пестицидов осталось на уровне предыдущих лет. Концентрация ПХБ в водах лимана была менее предела определения (20 нг/дм³).

Содержание общего **фосфора** изменялось в пределах 19–360 мкг/дм³. Наибольшие значения (320–360 мкг/дм³) зафиксированы в сентябре-ноябре. По сравнению с аналогичным периодом 2011 г. среднегодовое содержание фосфора в слое поверхность-дно (160 мкг/дм³) снизилось на 50 мкг/дм³. Концентрация общего **азота** в поверхностных водах лимана изменялась в диапазоне от 50 до 1210 мкг/дм³, в придонных 130–740 мкг/дм³. Наибольшие значения (1020–1210 мкг/дм³) были зафиксированы в январе-марте и августе в устьевых водах рек Южный Буг и Ингул. Среднегодовое содержание было наименьшим за пятилетний период. Концентрация аммонийного азота изменялась от аналитического нуля до 410 мкг/дм³ (1,1 ПДК), максимум наблюдался в мае. Среднегодовое содержание аммония (14 мкг/дм³) было минимальным за последние три года. Концентрация нитритного азота в октябре достигала 59 мкг/дм³ (3 ПДК); среднегодовое содержание составило 10 мкг/дм³. Концентрация нитратного азота была менее ПДК, изменяясь от аналитического нуля до 620 мкг/дм³. Среднегодовое содержание этого ингредиента соответствовало среднемноголетней величине.

Относительное содержание растворённого **кислорода** варьировало от 19 до 150% насыщения для поверхностных вод и от 14 до 123% насыщения для придонных. По абсолютным значениям содержание растворенного кислорода в водах лимана изменялось в пределах 1,70–19,78 мгО₂/дм³ на поверхности и 1,17–12,75 мгО₂/дм³ у дна. Согласно среднемесячных значений поверхностные воды лимана в меньшей степени были аэрированы в августе, октябре и ноябре (90–91% насыщения), а с февраля по июнь и в сентябре они характеризовались более высоким содержанием растворенного кислорода (100–117% насыщения). На придонном горизонте с апреля по октябрь дефицит растворенного кислорода по среднемесячным значениям составлял 22–64% насыщения. Среднегодовое содержание растворенного кислорода в водах лимана составило 83% насыщения. Присутствие **сероводорода** было обнаружено только в июле. В районе морского порта его концентрация достигала 0,44 мл/дм³.

3.4.7. Днепровский лиман

Содержание **НУ** изменялось от аналитического нуля до 0,48 мг/дм³, среднее за год составило 0,16 мг/дм³. Максимальная концентрация (9,6 ПДК) была зафиксирована в октябре в придонных водах Кинбурнского пролива. Наиболее высокое среднемесячное содержание НУ в слое поверхность-дно в июне, июле и октябре достигало 0,27–0,29 мг/дм³ (5,4–5,8 ПДК), в остальные месяцы составило 0,09–0,19 мг/дм³ (1,8–3,8 ПДК). В 84% проанализированных проб концентрация НУ превышала допустимый норматив. Среднегодовая концентрация составила 0,16 мг/дм³ (3,2 ПДК), что соответствует среднему многолетнему. СПАВ были обнаружены только в мае; концентрация не превышала ПДК и достигала на поверхностном горизонте 89, у дна 91 мг/дм³. Концентрация фенолов только в мае и октябре превышала нижний предел определения, достигая в придонных водах лимана 6 мг/дм³ (6 ПДК) и 4 мг/дм³ соответственно. Повторяемость значений выше ПДК составила 34% от общего числа наблюдений. В период наблюдений было зафиксировано присутствие ХОП — в августе в одной пробе придонных вод был обнаружен γ -ГХЦГ с концентрацией 1,19 нг/дм³. α -ГХЦГ, альдрин, ГПХ, ДДТ, ДДД и ДДЭ обнаружены не были. Содержание ПХБ было менее предела определения.

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 0–86 мкг/дм³ (декабрь). Среднегодовое содержание (36 мкг/дм³) за последние три года было минимальным. Концентрация общего **азота** в поверхностных водах изменялась от 60 до 1210 мкг/дм³, в придонных

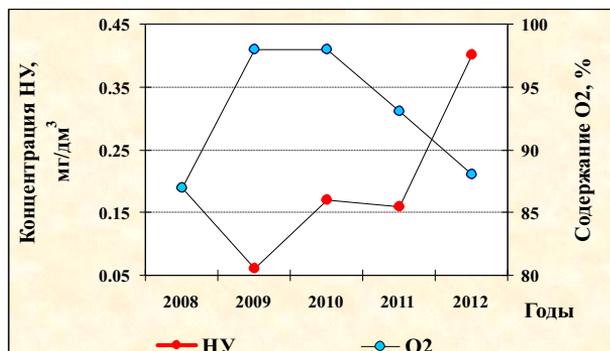
100–1130 мкг/дм³. Максимум отмечен в августе. Среднегодовое содержание общего азота (260 мкг/дм³) за последние три года было минимальным. Концентрация аммонийного азота изменялась от нуля до 190 мкг/дм³ (май). За последние три года среднее содержание аммония снизилось до 14 мкг/дм³. Концентрация нитритного азота не превышала 25 мкг/дм³ (1,2 ПДК), максимум зафиксирован в октябре на придонном горизонте Кинбурнского пролива. Среднегодовое содержание осталось на уровне предыдущих лет. Концентрация нитратного азота была менее 1 ПДК и изменялась от аналитического нуля до 74 мкг/дм³. Среднегодовое содержание (21 мкг/дм³) осталось на уровне предыдущих лет.

Относительное содержание растворённого **кислорода** в водах лимана изменялось в пределах 74–136% насыщения на поверхностном горизонте и 44–102% на придонном, по абсолютным значениям варьировало в пределах 5,77–13,06 и 3,43–9,03 мгО₂/дм³ соответственно. В целом поверхностные воды лимана были хорошо аэрированы, за исключением октября, когда дефицит растворенного кислорода в среднем за месяц составил 23% насыщения; недо насыщение растворенным кислородом придонных вод составляло от 12 до 46% насыщения. Среднегодовое содержание растворенного кислорода в целом осталось на уровне среднемноголетнего. Присутствие сероводорода в придонных водах лимана не было зафиксировано.

3.4.8. Устье реки Днепр

Содержание **НУ** в водах устьевой области р. Днепр изменялось от 0,20 до 0,85 мг/дм³ (17 ПДК, апрель). Среднемесячные величины превышали ПДК в 6,4–11,2 раз, а среднее за год (0,40 мг/дм³) было максимальным за последний период (рис. 3.12). В период наблюдений концентрация СПАВ не превышала 45 мкг/дм³. Присутствие фенолов зафиксировано в апреле и октябре, их содержание достигало 3–4 мкг/дм³ (3–4 ПДК). В днепровских водах присутствие α-ГХЦГ наблюдалось только в августе с концентрацией 1,05 нг/дм³, а γ-ГХЦГ, ДДД, ДДЭ, ДДТ, альдрин и ГПХ обнаружены не были. В единичных пробах значения ПХБ были менее 20 нг/дм³.

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 60–160 мкг/дм³ (max октябрь). Среднее содержание его в сравнении с аналогичным периодом наблюдений в 2011 г. возросло в 1,3 раза и составило 120 мкг/дм³. Концентрация общего **азота** изменялась от 190 до 1190 мкг/дм³ (август). Среднегодовое содержание возросло на 110 и составило 390 мкг/дм³. Концентрация аммонийного азота изменялась от нуля до 140 мкг/дм³ (декабрь), в июне аммоний обнаружен не был; среднегодовое содержание возросло до 28 мкг/дм³. Содержание нитритного азота не превышало 16 мкг/дм³. Концентрация нитратного азота была менее 1 ПДК и изменялась в диапазоне 60–250 мкг/дм³ (август), в апреле нитратный азот обнаружен не был; среднегодовое содержание соответствовало среднемноголетнему.



Относительное содержание растворённого **кислорода** варьировало в пределах 74–135% насыщения, а по абсолютным значениям изменялось в

Рис. 3.12. Динамика содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) и относительного содержания растворенного кислорода (%) в водах устьевой области р. Днепр в 2008–2012 гг.

пределах 6,94–15,09 мгО₂/дм³. Дефицит растворенного кислорода по среднемесячным значениям составлял 2–26% насыщения. Среднегодовое содержание растворенного кислорода (88%) снизилось по сравнению с 2009–2011 гг. на 5–10% насыщения.

3.4.9. Бухты Севастополя

Содержание **НУ** в бухте Камышовой было ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа. В период наблюдений концентрация СПАВ в Камышовой и Севастопольской бухтах также не достигала предела количественного определения.

Максимальная концентрация общего **фосфора** (27 мкг/дм³) была зафиксирована в сентябре в поверхностных водах бухты Южная (акватория Севастопольской бухты). Содержание аммонийного азота изменялось в диапазоне 20–80 мкг/дм³ (июнь), нитратного азота от нуля до 32 мкг/дм³. Концентрация нитритного азота была ниже предела обнаружения.

По абсолютным значениям содержание растворенного **кислорода** изменялось в пределах 7,50–9,07 мгО₂/дм³ на поверхностном горизонте и 7,47–10,36 мгО₂/дм³ на придонном. Относительное содержание кислорода в водах бухт изменялось на поверхности и у дна в пределах 84–118% и 83–109% насыщения соответственно. В ноябре воды Севастопольской бухты были недостаточно аэрированы, дефицит растворенного кислорода достигал 10–16% насыщения на поверхностном горизонте и 11–17% насыщения на придонном. Среднее содержание растворенного кислорода в слое поверхность–дно составило 107% насыщения в Камышовой бухте и 97% насыщения в Севастопольской бухте.

Независимые исследования гидрохимического состояния вод Севастопольской бухты были выполнены сотрудниками Отдела Биогеохимии моря (ОБМ) **Морского гидрофизического института** (МГИ НАН Украины) 21–22 февраля, 25–26 апреля и 18–19 сентября 2012 г. (http://wiki.iczm.org.ua/ru/index.php/Прибрежный_мониторинг_отдела_биогеохи)

Таблица 3.5. Пределы изменений, средняя концентрация и среднееквадратичное отклонение (σ) гидрохимических параметров вод Севастопольской бухты в разные сезоны 2012 г.

Сев. бухта	21–22 февраля			25–26 апреля			18–19 сентября		
	пределы	среднее	σ	пределы	среднее	σ	пределы	среднее	σ
О ₂ мл/дм ³	7,56–9,10	8,22	0,27	5,28–7,55	7,22	0,36	2,16–5,96	5,31	0,51
О ₂ %	94,9–112,8	102,5	2,7	79,5–111,6	104,7	4,7	36,1–108,6	95,7	9,8
pH	8,37–8,46	8,44	0,02	8,26–8,33	8,31	0,01	8,10–8,40	8,33	0,05
Фосфаты (P–PO ₄) мкг/дм ³	0,00–0,66	0,04	0,09	0,00–0,21	0,03	0,04	0,00–0,74	0,05	0,10
Si мкг/дм ³	0,1–18,0	1,7	2,4	1,2–23,8	4,4	3,3	1,4–14,4	4,6	2,3
Нитриты (N–NO ₂) мкг/дм ³	0,00–0,93	0,11	0,14	0,00–1,15	0,05	0,14	0,00–1,10	0,13	0,19
Нитраты (N–NO ₃) мкг/дм ³	1,0–110,5	5,3	13,6	1,0–128,9	4,2	15,3	0,0–53,8	3,9	10,4
Аммоний (N–NH ₄) мкг/дм ³	0,00–3,54	0,53	0,65	0,00–1,52	0,23	0,26	0,0–20,9	1,1	2,6
Alk мг-экв/дм ³	3,257–3,456	3,332	0,021	3,296–3,718	3,325	0,048	3,257–3,439	3,303	0,024
C _{неорг общий} мг/дм ³				3061–3156	3106	27			
TSM* мг/дм ³	0,64–5,57	1,44	1,09	0,00–3,90	1,36	0,79	0,5–6,5	1,6	1,3

* — Взвешенные вещества

мии_моря_МГИ_НАНУ), (Долотов В.В. и др., 2012, Kononov S. et al., 2011). Отбор проб для химических анализов морской воды из поверхностного (0–1,0 м) и придонного (0,5–1,0 м от дна) слоев выполняли в Севастопольской бухте на 36 станциях, расположенных от кутовой части бухты у устья реки Черной до выхода за волнозащитные молы. Концентрация всех исследуемых веществ и значения контролируемых параметров в целом были в пределах естественных межгодовых и сезонных изменений (табл. 3.5). Средние и максимальные значения содержания фосфатов, силикатов и почти всех форм азотных соединений значительно снизились по сравнению с 2011 г. Незначительно снизилась в водах бухты концентрация взвешенных веществ.

Загрязнение атмосферных осадков (г. Севастополь). В 2012 г. в **МО УкрГМИ** были продолжены исследования кислотно-щелочного баланса (рН) атмосферных выпадений и содержания в дождевых водах анионактивных СПАВ (АСПАВ), общего и фосфатного фосфора. Для исследования атмосферных выпадений пробы отбирались на морской гидрометеостанции (МГ «Севастополь»). Диапазон значений рН составил 4,24–7,87 ед.рН (март/декабрь). В 65% проб дождевые воды имели кислую среду. Внутригодовая изменчивость значений рН характеризовалась увеличением кислотности осадков в холодный период года. Концентрация АСПАВ изменялась от аналитического нуля до 300 мкг/дм³. Экстремально высокая концентрация наблюдалась в мае в период гидрологической весны. Средняя величина концентрации для холодного и теплого периодов года составляла 36 и 44 мкг/дм³ соответственно. Максимальное значение общего фосфора (120 мкг/дм³) наблюдалось в сентябре. В остальные периоды года значение показателя не превышало 40 мкг/дм³. Среднее за период наблюдений значение составило 25 мкг/дм³. Измеренные значения фосфатного фосфора варьировали в диапазоне от нуля до 280 мкг/дм³. Максимальная величина наблюдалась в пробе дождя, отобранной в июле. Среднее содержание в 2012 г. составило 49 мкг/дм³.

3.4.10. Стационарная океанографическая платформа (СОП) в п. Кацивели

Гидролого-гидрохимические наблюдения на СОП выполнялись в 2012 г. в периоды с 22 мая по 1 июня (25 станций), с 24 июля по 9 августа (21 станция), с 2 по 12 октября (21 станция) и с 22 ноября по 3 декабря (20 станций). Гидрохимические исследования выполнялись синхронно с гидрологическими не реже 3–4 раз в сутки на 3 горизонтах, которые включают слои вод на глубине 0; 0,5; 5,0 метров, а также приводный слой атмосферы. В верхнем 5-метровом слое воды проводили определения парциального давления CO₂ (P_{CO2} атм) в атмосфере над поверхностью моря и равновесного парциального давления CO₂ (P_{CO2} вода) в поверхностных водах, общего неорганического углерода (Г_{CO2}), величины рН, величины щелочности, содержания растворенного кислорода, а также содержания в поверхностном слое воды элементов главного биогенного цикла — нитритов, нитратов, кремниевой кислоты и фосфатов. Результаты выполненных аналитических определений укладываются в пределы естественных сезонных и межгодовых изменений (табл. 3.6).

Таблица 3.6. Пределы изменений, средняя концентрация и среднеквадратичное отклонение (σ) гидрохимических параметров вод в районе СОП п. Кацивели в разные сезоны 2012 г.

п.Кацивели	22 мая — 1 июня			24 июля — 9 августа			2 — 12 октября			22 ноября — 3 декабря		
	пределы	среднее	σ	пределы	среднее	σ	пределы	среднее	σ	пределы	среднее	σ
PCO ₂ атм.	384,6–402,6	391,7	4,2				389,3–400,4	395,0	2,9	383,2–393,9	390,2	2,5

PCO ₂ вода	402,4–517,7	446,9	27,7				380,7–430,1	407,0	10,4	335,6–350,8	341,6	4,2
Снеорг, общий мкМ/дм ³	2933–3125	3008	41							2891–2949	2920	17
Алк мг-экв/дм ³	3228–3290	3273	15	3195–3239	3208	11	3247–3312	3294	11	3308–3325	3316	4
pH	8,25–8,35	8,28	0,02				8,34–8,40	8,36	0,01	8,37–8,45	8,41	0,02
O ₂ мл/дм ³	5,86–7,58	6,97	0,44	5,25–5,74	5,44	0,13	5,35–5,68	5,52	0,06	5,94–6,31	6,12	0,07
O ₂ %	95,2–125,6	103,4	4,5	101,0–112,4	105,9	2,9	97,3–103,4	100,1	1,3	92,6–98,0	95,1	0,9
Фосфаты (P–PO ₄) мкг/дм ³				0–0,2	0,03	0,05	0–0,10	0,02	0,03	0–0,14	0,04	0,04
Si мкг/дм ³				0,10–3,40	1,32	0,99	0,26–0,83	0,47	0,12	0,82–4,65	1,68	0,74
Нитриты (N–NO ₂) мкг/дм ³				0,05–0,27	0,18	0,05	0,00–0,08	0,03	0,02	0,00–0,05	0,03	0,01
Нитраты (N–NO ₃) мкг/дм ³				0,00–2,99	0,29	0,59	0,95–1,33	1,06	0,08	0,82–6,89	2,79	1,79

3.4.11. Порт Ялта

Содержание **НУ** в водах порта превысило предел обнаружения только в марте и достигло 0,06 мг/дм³ (1,2 ПДК). В целом загрязнение осталось на уровне предыдущих лет. Содержание СПАВ не превышало 23 мкг/дм³ (апрель). Фенолы на акватории п. Ялта отсутствовали, как и в предыдущие годы. В период наблюдений хлорорганические пестициды были обнаружены в 22% отобранных проб. Концентрация α-ГХЦГ изменялась от 0,5 до 1,8 нг/дм³ (февраль), γ-ГХЦГ 0,5–3,4 нг/дм³ (февраль). Содержание альдрина в водах порта достигала 1,2 нг/дм³ в июне, ГПХ 1,7 нг/дм³ в августе. Концентрация ДДТ и ДДЭ была ниже предела обнаружения, присутствие ДДД было отмечено в январе в поверхностных водах порта (3,45 нг/дм³) и в мае в придонных (7,47 нг/дм³). ПХБ не были обнаружены.

Содержание общего **фосфора** варьировало в пределах 0–29 мкг/дм³, а среднее за год (21 мкг/дм³) было максимальным за последние три года. Концентрация общего **азота** в поверхностных водах изменялась от 200 до 770 мкг/дм³ (февраль) и лишь в апреле в поверхностных водах достигала 1790 мкг/дм³. Среднегодовое содержание за последние три года снизилось до 540 мкг/дм³. Концентрация аммонийного азота была ниже ПДК и изменялась от 19 до 71 мкг/дм³, среднее за год значение составило 43 мкг/дм³. Содержание нитритного азота не превышало 6 мкг/дм³. Концентрация нитратного азота изменялась на поверхности в диапазоне 23–370 мкг/дм³ (апрель), у дна от нуля до 110 мкг/дм³. Среднегодовое содержание (64 мкг/дм³) было минимальным за пять лет.

Относительное содержание растворённого **кислорода** на поверхности изменялось от 82 до 106% насыщения, у дна 92–107%. По абсолютным значениям аэрация вод варьировала в пределах 6,64–11,23 мгО₂/дм³ на поверхности и 7,17–11,02 мгО₂/дм³ у дна. В мае и июне воды акватории порта были хорошо аэрированы, а в остальные месяцы дефицит растворённого кислорода в толще вод от поверхности до дна составлял от 2 до 10% насыщения. Среднегодовое относительное содержание растворенного кислорода было на уровне среднего многолетнего и составляло 96% насыщения.

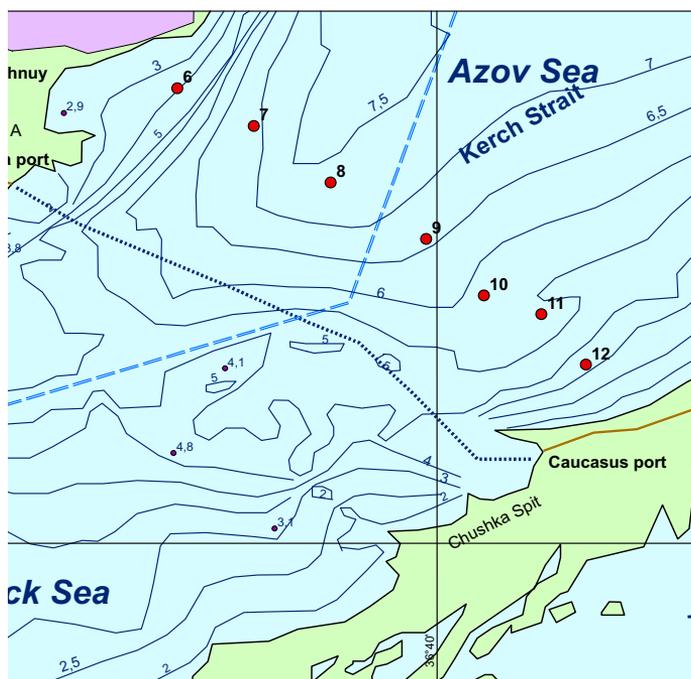
3.4.12. Керченский пролив

Северная узость (разрез порт Крым — порт Кавказ). В 2012 г. мониторинг состояния морских вод в северной узости Керченского пролива проводился м/с «Опасное» на разрезе между портами Крым и Кавказ с апреля по октябрь (рис. 3.13).

Максимальная концентрация **НУ** в водах пролива в 2012 г. достигала 0,16–0,17 мг/дм³ в июле-августе (табл. 3.7). Среднее за период наблюдений содержание НУ составило 0,04 мг/дм³ и было вдвое выше предыдущего года. Повторяемость концентрации равной или превышающей ПДК возросла до 52% от общего количества определений. Содержание СПАВ было ниже предела определения. Концентрация фенолов лишь в единичных случаях достигала нижнего предела определения — 3 мкг/дм³ (3 ПДК).

В 2012 г. концентрация α -ГХЦГ в мае достигала 3,4–3,5 нг/дм³; среднегодовое содержание составило 0,7 нг/дм³. Содержание γ -ГХЦГ в сентябре достигало 2,2 нг/дм³ на поверхности и 3,5 нг/дм³ у дна. Среднее за год значение в сравнении с периодом 2010–2011 гг. снизилось до 0,2 нг/дм³. Число случаев превышения ПДК составило 62% и 42% от общего количества определений соответственно для α - и γ -ГХЦГ. Присутствие ГПХ (0,7 нг/дм³) было отмечено только в сентябре в придонных водах района. Загрязнение вод альдрином наблюдалось в мае и июне (до 0,6 нг/дм³). ДДТ и ДДД обнаружены не были. Содержание ДДЭ в 56% от общего количества определений достигало и превышало 1 ПДК. С июня по октябрь концентрация этого метаболита варьировала от аналитического нуля до 10–11 нг/дм³, среднее содержание составило 4 нг/дм³. Загрязнение вод ПХБ в отчетный период отмечено не было.

Концентрация общего **азота** изменялась от 140–250 до 680–700 мкг/дм³. Максимальные значения отмечены в июне. Среднее содержание составило 370 мкг/дм³ и было минимальным за последние годы. Наибольшая концентрация аммонийного азота в мае достигала



81 мкг/дм³ (0,2 ПДК), а средняя (17 мкг/дм³) была максимальной за 2010–2012 гг. Содержание нитритного азота только в мае и августе в поверхностных водах превышало нижний предел определения. Концентрация нитратного азота не превышала 13 мкг/дм³. В целом наблюдаемые величины существенно ниже установленных нормативов. Максимум фосфатного **фосфора** (16 мкг/дм³) отмечен в августе в поверхностных водах в центре пролива. Содержание общего фосфора в

Рис. 3.13. Станции мониторинга (№№ 6–9) в северной узости Керченского пролива в 2012 г.

Таблица 3.7. Средняя/максимальная концентрация биогенных элементов и загрязняющих веществ (в ПДК) в прибрежных районах Украины в 2012 г.

Район контроля	Показатель	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Дельта р. Дунай, дельтовые водотоки р. Дунай	НУ	0/1	0/<1	0/<1
	Фенолы	<3/5	<3/6	<3/5
	Хром	7/25	8/23	10/24
	Аммонийный азот	<1/1,3	<1/1	<1/<1
	Общий азот, мкг/дм ³	2300/7000	2600/4300	2600/4300
	Нитритный азот	<1–1/3	1,4/4,1	1,4/4,1
	γ-ГХЦГ	<1/44	0/2,4	0
Сухой лиман, входной канал	НУ	0/0	0/1,4	1/1
	СПАВ	<1/2,2	<1/1,9	<1/<1
	Общий азот, мкг/дм ³	150–170/420	150/450	120–160/320
	γ-ГХЦГ	<1/40	<1/4,8	–
Акватория п. Одесса	НУ	1,4/4,4	3,2/5,2	1,8/8,2
	СПАВ	<1/1,4	<1/2,1	<1/1,9
	Фенолы	4/11	6/12	3/8
	Общий азот, мкг/дм ³	120/210	60/90	60/90
	Нитритный азот	<1/1,3	<1/<1	<1/<1
	Кислород, % нас.	92/52*	90/71*	90/76*
Устье р. Ю.Буг, Бугский лиман, Днепровский лиман, устье р. Днепр	НУ	2,8–4,8/15	3,2–4,2/14,4	3,4–8/17
	СПАВ	<1/1,5	<1/1,3	<1/<1
	Фенолы	<3/26	<3/11,6	0/6
	Аммонийный азот	<1/1,8	<1/<1	<1/1,1
	Общий азот, мкг/дм ³	440–610/1810	300–460/1190	260–410/1210
	Нитритный азот	<1/3,3	<1/3,3	<1/3
	Сероводород, мл/дм ³	0/0,92	0/0,77	0/0,44
	γ-ГХЦГ	<1/8	<1/6	0/2,6
Акватория п. Ялта	НУ	1,2/5,8	1,4/4,6	<1/3,4
	Фенолы	<3/3	<3/3	0/3
	Общий азот, мкг/дм ³	540/1150	560/1040	360/700
	Нитритный азот	<1/<1	<1/2,4	0/<1
Северная узость Керченского пролива	γ-ГХЦГ	3/11,8	15,2/43,4	0,4/7
	α-ГХЦГ	0/0	0/0	1,8/8,8
	Кислород, % нас.	84/58*	97/62*	96/83*

* — минимальная концентрация растворенного кислорода.

сентябре на поверхностном горизонте достигало 34 мкг/дм³, а среднее содержание оставалось на уровне предыдущих лет и составило 21 мкг/дм³.

В период наблюдений содержание растворенного **кислорода** изменялось в пределах 83–113% насыщения. В апреле и июне аэрация вод была достаточной, а в остальные периоды наблюдений дефицит кислорода составлял в слоях на поверхности и у дна 2–6% насыщения. Средняя концентрация растворенного кислорода составила 96% насыщения, оставаясь на

уровне 2011 г. В период проведения наблюдений присутствие **сероводорода** в водах северной узости Керченского пролива не зафиксировано.

3.4.13. Керченский пролив (ЮгНИРО)

В 2012 г. ЮгНИРО выполнил исследования качества морской среды южной части Керченского пролива и прибрежной зоны Керченской бухты в рамках программы ежегодного мониторинга на стандартной сетке станций (рис. 3.14). Исследования вод проводились ежеквартально, а донных отложений один раз в год в июне. Результаты исследований описаны в работах [Петренко О.А. и др., 2012, Zhuhailo S. et. al, 2013, Жугайло С.С. и др., 2013].

На исследуемой акватории **Керченского пролива** диапазон концентрации нефтяных углеводородов составил 0,019–0,090 мг/дм³ (табл. 3.10). Превышение ПДК было отмечено только в поверхностном слое вод — наибольшая концентрация отмечена в июне (1,8 ПДК) и октябре (1,4 ПДК). Содержание железа варьировало в пределах 17–83 мкг/дм³. Максимальная концентрация (1,6 ПДК) зафиксирована в июне текущего года как в поверхностном, так и в придонном горизонте вод.

Диапазон концентрации аммония в столбе воды от поверхности до дна составил в марте 2–60 мкг/дм³, в июне 0–9 мкг/дм³ и в декабре 0–19 мкг/дм³. В октябре в водной толще аммоний не обнаружен, за исключением крайней северо-восточной станции акватории, где его концентрация составила 29 и 83 мкг/дм³ в поверхностном и придонном горизонтах вод соответственно. На этой станции также в октябре зафиксировано достаточно высокое содержание нитратов: 474 мкг/дм³ у поверхности и 175 мкг/дм³ у дна. Аномально высокая концентрация нитратов на этом участке акватории отмечалась и ранее [Себах Л.К., 2010]. В марте диапазон концентрации составил 22–73 мкг/дм³, в июне 4–61; в октябре (без учета экстремальных величин) — 13–54 и в ноябре 3–45 мкг/дм³. Содержание нитритов в столбе воды слое изменялось в диапазоне 2–24 мкг/дм³. Превышения ПДК для всех форм неорганического азота не зафиксировано. В течение всего периода исследований содержание фосфатов в водной среде акватории внешнего рейда характеризовались следующими значениями: в марте 33–79, в июне 20–70, в октябре 31–56 и в ноябре 13–39 мкг/дм³.

В период исследований водная среда характеризовалась достаточно высоким содержанием растворенного кислорода: в марте оно изменялось в пределах 10,96–12,89, июне 8,57–9,70, октябре 5,89–9,44 и ноябре 9,11–10,00 мгО₂/дм³. Минимальные значения были отмечены в

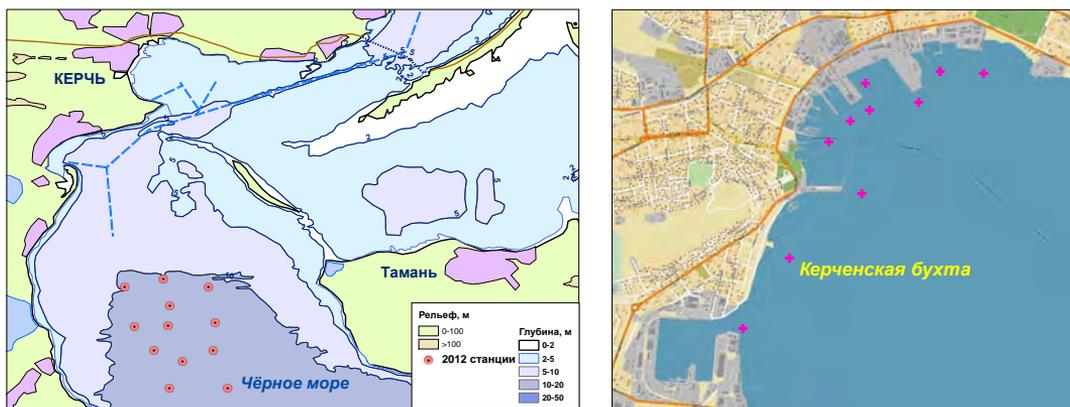


Рис. 3.14. Станции мониторинга ЮгНИРО в Керченском проливе в 2012 г.

поверхностной воде в октябре. Величина водородного показателя рН находилась в диапазоне 8,23–8,52 ед.рН, минимум и максимум отмечен в поверхностном слое вод соответственно в ноябре и октябре. Средние величины измеренных гидрохимических показателей вод Керченского пролива южнее о. Тузла находились в пределах естественных сезонных изменений (табл. 3.8).

Таблица 3.8. Средняя концентрация гидрохимических параметров вод на поверхности и у дна в южной части Керченской пролива в 2012 г.

Показатели	Дата отбора проб			
	21 марта	7 июня	10 октября	27 ноября
Нефтяные углеводороды мг/дм ³	0,030/0,031	0,044/0,036	0,043/0,034	0,043/0,039
Железо, мг/дм ³	0,035/0,028	0,028/0,033	0,044/0,050	0,035/0,038
Водородный показатель, ед.рН	8,41/8,41	8,47/8,44	8,49/8,45	8,33/8,33
Растворенный кислород, мг/дм ³	11,98/11,77	9,11/8,98	7,98/8,71	9,35/9,44
Аммоний солевой, мкг/дм ³	17/18	1/3	2/7	3/3
Нитриты, мкг/дм ³	14/18	3/6	4/10	5/7
Нитраты, мкг/дм ³	37/48	13/19	74/41 (20/31*)	13/12
Фосфаты, мкг/дм ³	46/60	47/29	37/42	20/21

* — без учета экстремальных концентраций

Уровень загрязнения **донных отложений** железом был достаточно низким, его содержание составило 1070–8310 мг/кг сухого вещества; в среднем 4965 мг/кг. В донных отложениях содержание суммарных нефтепродуктов изменялось в пределах 110–608 мкг/г, составляя в среднем 270 мкг/г. При этом концентрация фракции углеводородов составила в среднем 168 мкг/г (3,4 ДК), фракции смол и асфальтенов 101 мкг/г. По сравнению с 2010 г. в текущем году уровень загрязнения донных отложений нефтепродуктами практически не изменился. За прошедший после аварии в Керченском проливе в ноябре 2007 г. период зафиксировано наиболее низкое среднее содержание суммарных нефтепродуктов в донных отложениях исследуемой акватории (рис. 3.15).

В **Керченской бухте** сезонная динамика концентраций железа характеризовалась снижением уровня загрязнения водной среды с марта по ноябрь: максимальная концентрация 0,070 мг/дм³ отмечена в марте в придонном горизонте вод в районе морвокзала. Минимальная концентрация 0,017 мг/дм³ отмечалась на протяжении всего остального периода исследований в июне-ноябре. Анализ сезонной динамики нефтяных углеводородов показал возрастание уровня загрязнения водных масс исследуемой акватории с марта по октябрь и снижение в ноябре. В марте их содержание изменялось в пределах 0,020–0,060, июне 0,027–0,066, октябре 0,022–0,095 и ноябре 0,020–0,077 мг/дм³. Таким образом, на протяжении всего периода

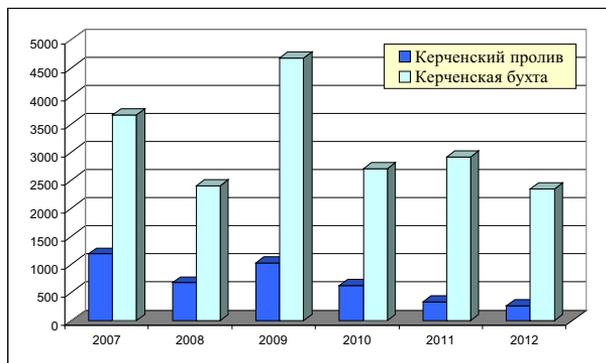


Рис. 3.15. Динамика содержания суммарных нефтепродуктов в донных отложениях Керченской пролива и Керченской бухты в 2007–2012 гг.

исследований содержание НУ в воде на отдельных станциях превышало ПДК в 1,2–2 раза; максимальная величина, как и для железа, отмечена в придонном слое вод у морвокзала.

Наиболее высокая концентрация растворенного кислорода отмечена в весенний период — 11,19–12,80 мгО₂/дм³. С повышением температуры воды в июне его содержание снизилось до 6,02–9,20 мгО₂/дм³; в октябре концентрация растворенного кислорода находилась практически в том же диапазоне, что и в июне (6,29–9,05 мгО₂/дм³); в ноябре с выхолаживанием воды насыщенность водных масс кислородом повысилась 8,55–11,05 мгО₂/дм³. Минимальные величины растворенного кислорода отмечены как в июне, так и в октябре на акватории торгового порта вблизи устья р. Булганак. Величина водородного показателя рН в марте и октябре находилась в диапазоне 8,40–8,45, в ноябре — 8,19–8,28 ед.рН, минимальные величины отмечены в районе водной станции и Генуэзского мола. В июне распределение величин рН было максимальным за период 2007–2012 гг.: 8,30–8,62, при этом величины менее 8,5 ед. рН наблюдались только в придонном горизонте вод на акватории порта.

В течение года превышение ПДК неорганическими формами азота не выявлено (табл. 3.9). В марте содержание аммония в столбе воды составило 9–75, июне 11–38, октябре 4–75 и ноябре 8–121 мкг/дм³. Максимальные значения фиксировались в придонном горизонте вод: в марте — на выходе из торгового порта, в октябре на акватории порта в устье р. Булганак, в ноябре в районе водной станции. Пределы концентрации нитритов на протяжении года составляли 3–26 мкг/дм³. Максимальное его содержание определено в марте, минимальное (3 мкг/дм³) — в июне и октябре. Наиболее широкий диапазон нитратов (3–119 мкг/дм³) зафиксирован в весенний период, при этом максимальная величина на поверхностном горизонте вод отмечена в районе морвокзала (90 мкг/дм³), а в придонном — на выходе из торгового порта (119 мкг/дм³). В остальные периоды исследований концентрация нитратов изменялась в пределах 5–63 мкг/дм³. Диапазон концентрации фосфатов значительно различался по сезонам. Так, в марте он составил 20–140 мкг/дм³ с максимумом на придонном горизонте вод в акватории порта у устья р. Булганак; в июне 10–50 мкг/дм³ и ноябре 7–59 мкг/дм³. В октябре их содержание было высоким практически на всей акватории исследования (80–200 мкг/дм³).

Таблица 3.9. Средняя концентрация гидрохимических параметров вод на поверхности и у дна в прибрежной зоне Керченской бухты в 2012 г.

Показатели	Дата отбора проб			
	27 марта	14 июня	02 октября	22 ноября
Нефтяные углеводороды, мг/дм ³	0,040/0,040	0,044/0,048	0,053/0,047	0,047/0,039
Железо, мг/дм ³	0,044/0,053	0,033/0,041	0,030/0,039	0,030/0,028
Водородный показатель, ед.рН	8,43/8,42	8,60/8,46	8,43/8,37	8,24/8,25
Растворенный кислород, мгО ₂ /дм ³	12,35/12,80	8,68/7,78	8,70/7,56	10,68/9,66
Аммоний солевой, мкг/дм ³	42/44	17/24	10/31	23/64
Нитриты, мкг/дм ³	18/19	6/9	6/13	13/16
Нитраты, мкг/дм ³	38/51	19/29	24/18	28/27
Фосфаты, мкг/дм ³	60/60	31/25	118/138	16/38

В донных отложениях прибрежной зоны бухты содержание железа составило 12800–27870 мкг/г сухого вещества, в среднем 21580 мкг/г. Содержание нефтепродуктов изменялось в пределах 1540–4208 мкг/г, составляя в среднем 2346 мкг/г (46,9 ДК). Наибольший уровень загрязнения донных отложений нефтепродуктами отмечен в районе морского вок-

зала, наименьший у водной станции. В целом уровень загрязненности НУ прибрежной зоны Керченской бухты продолжает оставаться высоким и значительно превосходит таковой для Керченского пролива (рис. 3.15). Фракционный состав нефтепродуктов, аккумулированных донными отложениями, отличается накоплением тяжелой фракции нефти (смола и асфальтенов) в прибрежной зоне бухты. Так, в 2010 г. содержание тяжелой фракции составило в среднем 53% от суммарных нефтепродуктов, 2011 г. — 63%, 2012 г. — 67%, что свидетельствует о хроническом характере загрязнения акватории. Концентрация углеводородной фракции нефтепродуктов в 2012 г. составила 534–1083 мкг/г, в среднем 762 мкг/г (15,2 ДК).

Таблица 3.10. Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в воде и донных отложениях Керченского пролива в 2012 г.

Район	Ингредиент	Горизонт	Средняя / максимальная
Южная часть Керченского пролива, вода	Растворенный кислород, мг/дм ³	пов	9,60 / 5,89
		дно	9,77 / 8,15
	Азот нитритный (в пересч. на NO ₂), мкг/дм ³	пов	6,5 / 18,0
		дно	10,0 / 38,0
	Азот нитратный (в пересч. на NO ₃), мкг/дм ³	пов	34,2 / 475
		дно	30,0 / 145,0
	Азот аммонийный, (в пересч. на NH ₄), мкг/дм ³	пов	12,5 / 38,0
		дно	17,0 / 83,0
Железо, мг/дм ³	пов	35,5 / 83,0	
	дно	37,2 / 83,0	
НУ, мг/дм ³	пов	0,040 / 0,070	
	дно	0,035 / 0,054	
Южная часть Керченского пролива, донные отложения	Железо, мкг/г с. в.		4965 / 8310
	НУ, мкг/г с. в.		168 / 382
Прибрежная акватория Керченской бухты, вода	Растворенный кислород, мг/дм ³	пов	10,1 / 8,06
		дно	9,21 / 6,02
	Азот нитритный (в пересч. на NO ₂), мкг/дм ³	пов	10,7 / 26,0
		дно	14,2 / 26,0
	Азот нитратный (в пересч. на NO ₃), мкг/дм ³	пов	27,2 / 90,0
		дно	30,5 / 119
	Азот аммонийный, (в пересч. на NH ₄), мкг/дм ³	пов	23,0 / 75,0
		дно	40,7 / 121
	Железо, мкг/дм ³	пов	34,2 / 66,0
		дно	40,2 / 70,0
НУ, мг/дм ³	пов	0,046 / 0,095	
	дно	0,043 / 0,077	
Прибрежная акватория Керченской бухты, донные отложения	Железо, мкг/г с. в.		21580 / 27870
	НУ, мкг/г с. в.		762 / 1083

3.4.14. Качество вод украинской части Черного моря

Результаты расчета индекса загрязненности вод (ИЗВ), полученные на основе осредненных за сопоставимые периоды наблюдений и приведенных к ПДК величин концентрации приоритетных для каждого из районов мониторинга загрязняющих веществ и растворенного в воде кислорода, позволяют сравнить качество вод различных акваторий побережья Украины (табл. 3.10). В 2012 г. наиболее загрязненными были воды устья р. Днепр, которые классифицировались как «грязные». Воды Днепровского лимана и акватории п. Одесса классифицировались как «загряз-

ненные»; воды Бугского лимана, устья р. Южный Буг и Северной узости Керченского пролива — как «умеренно загрязненные»; воды Сухого лимана и акватории п. Ялта — как «чистые», воды на взморье Сухого лимана — как «очень чистые». На устьевом участке р. Дунай воды классифицировались как «умеренно загрязненные», в устье дельтовых водотоках как «чистые». По сравнению с сопоставимым периодом 2011 г. ухудшилось качество вод акватории Сухого лимана, устья р. Днепр, акватории п. Ялта и Северной узости Керченского пролива.

Таблица 3.10. Оценка качества вод украинской части Черного моря в 2010–2012 гг. по индексу загрязненности вод (ИЗВ) и классу качества вод (ККВ).

Район	2010 г.		2011 г.		2012 г.		Приоритетные показатели загрязнения
	ИЗВ	ККВ	ИЗВ	ККВ	ИЗВ	ККВ	
Устьевой участок р. Дунай	1,79	III	1,80	III	2,18	III	НУ; СПАВ; фенолы хром; N-NO ₂ ; O ₂
Устье дельтовых водотоков	0,55	II	0,31	II	0,38	II	НУ; СПАВ; фенолы; N-NH ₄ ; N-NO ₂ ; O ₂
Сухой лиман	0,27	II	0,24	I	0,28	II	НУ; N-NO ₂ ; N-NH ₄ ; O ₂
Входной канал и ОС г. Ильичевска	0,26	II	0,21	I	0,25	I	НУ; СПАВ; N-NO ₂ ; N-NH ₄ ; O ₂
Акватория п. Одесса	1,59	IV	1,98	V	1,56	IV	НУ; СПАВ; фенолы; O ₂
Устье р. Южный Буг, Бугский лиман	0,98	III	1,21	III	1,20	III	НУ; N-NH ₄ ; N-NO ₂ ; O ₂
Устье р. Днепр	1,17	III	1,18	III	2,29	V	НУ; N-NO ₂ ; N-NH ₄ ; O ₂
Днепровский лиман	1,44	IV	1,38	IV	1,44	IV	НУ; N-NH ₄ ; N-NO ₂ ; O ₂
Акватория п. Ялта	0,28	II	0,18	I	0,35	II	НУ; γ-ГХЦГ; N-NH ₄ ; O ₂
Керченский пролив (северная узость)	0,54	II	0,32	II	0,84	III	НУ; α-ГХЦГ; N-NH ₄ ; O ₂

3.5. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе

В 2011 г. в рамках программы государственной службы наблюдений и контроля (ГСН) группой мониторинга загрязнения поверхностных вод (ГМЗПВ) Гидрометеорологическое бюро г. Туапсе (ГМБ) Краснодарского краевого центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды выполнило в январе, апреле и июле наблюдения в прибрежных водах в районе Анапы, Новороссийска и Геленджика. В районе Туапсе пробы были отобраны в феврале, июне и сентябре, за исключением станции штормовой информации №2 в порту Туапсе, где наблюдения проводили каждые десять дней в течение всего года с берега. Всего 86 проб воды было отобрано из приповерхностного слоя на прибрежных мелководных станциях с использованием арендованных маломерных плавсредств — катера, буксиры, лоцманы (рис. 3.16). В состав наблюдений входило определение стандартных гидролого-гидрохимических параметров (температура, соленость S‰, водородный показатель pH, растворенный кислород O₂ методом Винклера, щелочность Alk), концентрация биогенных элементов (фосфатов PO₄, аммонийного азота, нитритов NO₂ и силикатов SiO₃) и загрязняющих веществ — НУ, СПАВ, ХОП и растворенной в воде ртути. Экстракция нефтяных углеводородов производилась четырёххлористым углеродом, пестицидов — гексаном. Нефтяные углеводороды определялись ИКС-методом на приборе КН-2 (концентратомер). Определение концентрации хлорорганических пестицидов (газожидкостная хроматография) и растворённой ртути (поглощение УФ) производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды.

Анапа. В 2012 г. на 5 прибрежных станциях с глубинами 6–22 м было отобрано и проанализировано из поверхностного слоя 15 проб воды. Соленость в период наблюдений изменялась от 12,502‰ (17 января) до 18,330‰ (26 июля), средняя за год величина была на целую промилле выше прошлогодней и составила 15,631‰. Сезонные изменения температуры были очень зна-



Рис. 3.16. Схема расположения станций отбора проб на акватории портов российской части Черного моря в 2012 г. (ГМБ Туапсе).

чительными: 6,6–28,7°C. Значения водородного показателя pH укладывались в диапазон 8,05–8,22; общей щелочности 2,889 мг-экв/дм³ (26 июля) — 4,249 мг-экв/дм³ (4 октября). Гидрологические параметры и концентрация биогенных элементов были очень близкими к значениям прошлого года и находились в пределах естественных межгодовых колебаний (табл. 3.11).

Таблица 3.11. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья России в 2012 г.

Район	S, %	Щелочность, мг-экв/дм ³	O ₂ , мг/дм ³	pH	PO ₄ , мкг/дм ³	SiO ₃ , мкг/дм ³	NH ₄ , мкг/дм ³	NO ₂ , мкг/дм ³
Анапа	15,631/ 18,330	2,889/ 4,249	9,33/ 8,17	8,12/ 8,22	9,7/ 23	271/ 450	50,8/ 130	5,1/ 9,7
Новоросси́йск	14,488/ 18,380	3,491/ 4,344	9,34/ 8,53	8,19/ 8,28	10,3/ 22	271/ 470	43,1/ 121	4,1/ 6,3
Геленджик	15,607/ 18,540	3,374/ 3,928	9,15/ 6,07	8,24/ 8,37	12,0/ 24	224/ 340	40,5/ 86	3,5/ 7,6
Туапсе	15,845/ 18,960	3,282/ 3,881	9,16/ 6,64	8,27/ 8,50	23,4/ 35	252/ 670	54,8/ 112	4,1/ 8,8

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

За последнее десятилетие не только максимальные, но и средние значения концентрации неорганического фосфора (фосфор фосфатов) в целом возросли во всех районах наблюдений (рис. 3.17, рис.3.18). В районе Анапы существенно возросла концентрация силикатов,

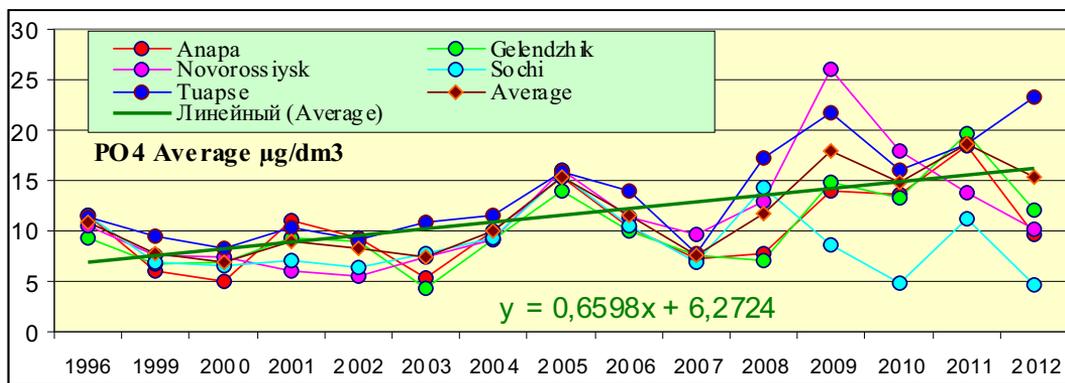


Рис. 3.17. Средняя концентрация неорганического фосфора (фосфатов, мкг/дм³) на акватории портов российской части Черного моря в 1996–2012 г.

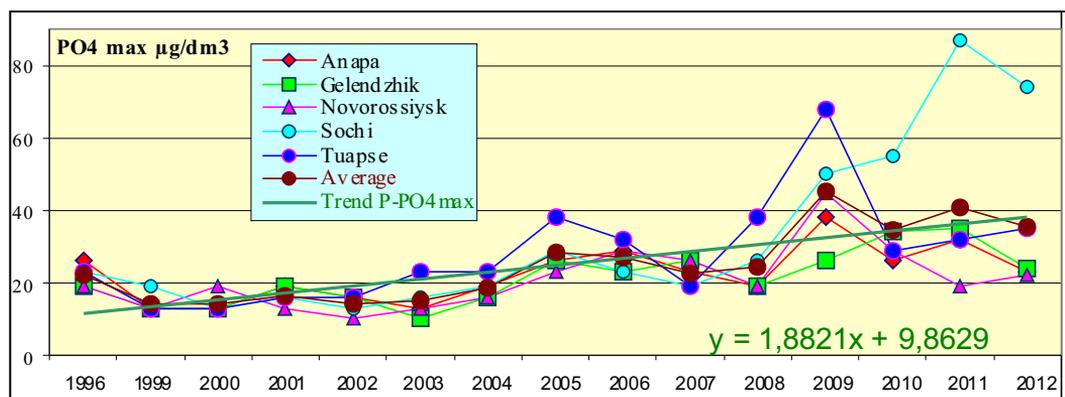


Рис. 3.18. Максимальная концентрация неорганического фосфора (фосфатов, мкг/дм³) на акватории портов российской части Черного моря в 1996–2012 г.

аммонийного и нитритного азота. Существенных изменений в содержании остальных форм биогенных веществ не отмечено.

Концентрация нефтяных углеводородов в поверхностных водах района превышала предел обнаружения (DL=0,01 мг/дм³) в 7 пробах из 15 проанализированных. Максимум достигал 0,03 мг/дм³ в июле, а средняя за год составила 0,01 мг/дм³. Максимальное значение немного снизилось по сравнению с прошлым годом (0,6 ПДК, рис. 3.19) и было отмечено на самой южной станции в районе Анапы. Как в прошлом году в трети из отобранных в течение года проб концентрация детергентов была ниже предела обнаружения (DL=5 мкг/дм³). Максимальная величина достигала 15 мкг/дм³ и была почти в 7 раз ниже допустимого уровня. Более высокие значения отмечены в апреле и июле. Хлорорганические пестициды обнаружены не были, как и ртуть в единственной январской проанализированной пробе. Кислородный режим был в пределах нормы, дефицита растворенного кислорода в воде не наблюдалось во все сезоны. Минимальное значение было значительно выше норматива и отмечено в середине апреля на станции №1 в глубине бухты. Относительное содержание растворенного в воде кислорода было в пределах 78,6–118,3% и в среднем составило 94,1% насыщения.

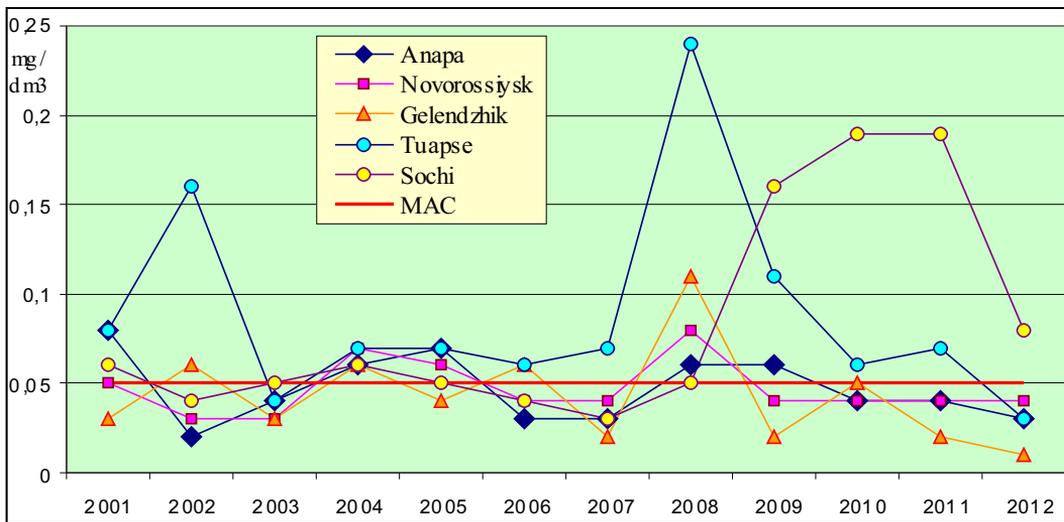


Рис. 3.19. Максимальная концентрация нефтяных углеводородов ($\text{мг}/\text{дм}^3$) на акватории портов российской части Черного моря в 2001–2012 г.

Новоросси́йск. В 2012 г. на 4 станциях в глубине Цемесской бухты с глубинами 7–13 м было отобрано 12 пробы воды. Соленость была в диапазоне 9,052–18,380‰, наименьшие значения были в январе (средняя 10,264‰), а наибольшие в июле (18,158‰). Уровень pH находился в узком диапазоне, а средняя величина составила 8,19 ед.pH. Значения общей щелочности были в пределах диапазона обычной сезонной и межгодовой изменчивости (2,937–4,344 мг-экв/дм³). Концентрация фосфатов варьировала от аналитического нуля до 22 мг/дм³ в апреле. Содержание аммонийного азота была в пределах 0–121 мкг/дм³, наибольшие значения отмечены в июле; нитритного 2,6–6,3 мкг/дм³, в среднем 4,1 мкг/дм³. Хотя в последний год средняя концентрация нитритов немного возросла во всех прибрежных контролируемых районах, однако общий многолетний тренд направлен на существенное снижение содержания этой формы азота в прибрежье (рис. 3.20). Средняя концентрация кремния составляла 271 мкг/дм³ при диапазоне 135–470 мкг/дм³.

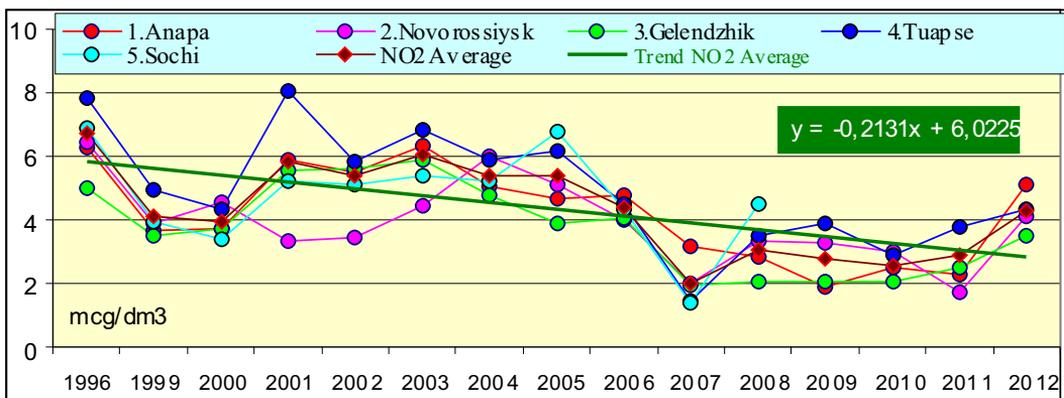


Рис. 3.20. Средняя концентрация нитритного азота ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996–2012 гг.

Уровень загрязнения Цемесской бухты нефтяными углеводородами был невысоким несмотря на интенсивное судоходство и близко расположенную нефтеперевалочную базу в нефтегавани «Шехарис». Концентрация нефтяных углеводородов в поверхностном слое вод бухты во всех пробах была ниже предела обнаружения $DL=0,01$ мг/дм³. Содержание СПАВ во всех пробах не превышало 15 мкг/дм³, в среднем было 4,6 мг/дм³, в трех пробах было ниже предела обнаружения $DL=5$ мг/дм³. Хлорорганические пестициды не обнаружены. Содержание растворенной ртути в единственной январской пробе не обнаружено. Кислородный режим был в пределах нормы, диапазон концентрация растворенного в воде кислорода составил 8,53–10,32 мгО₂/дм³, в среднем 9,34 мгО₂/дм³.

Геленджик. В Геленджикской бухте на 6 станциях с глубинами 3–6 м в первой половине года было отобрано 15 проб. Минимальная соленость (12,433‰) была отмечена 19 января в центре бухты на ст.№5, а максимальная (18,540‰) в июле. Уровень рН изменялся в узком диапазоне 8,06–8,37; значения общей щелочности лежали в относительно широком диапазоне 2,764–3,928 мг-экв/дм³, наименьшие величины зафиксированы в июле. Максимальная концентрация всех контролируемых биогенных элементов (нитритного и аммонийного азота, фосфатов и силикатов) была значительно ниже ПДК. Аммонийный азот был отмечен во всех пробах в достаточно высокой концентрации 5–86 мкг/дм³, в среднем 40,5 мкг/дм³. Содержание кремния варьировало от 110 до 340 мкг/дм³ (в центре бухты 19 января), максимальная величина немного снизилась по сравнению с предыдущим годом, тогда как средняя наоборот подросла (рис. 3.21).

Только в двух январских пробах из 12 отобранных содержание НУ достигало предел обнаружения метода $DL=0,01$ мг/дм³. Концентрация детергентов не превышала 15 мкг/дм³, в среднем 4,7 мкг/дм³. Хлорорганические пестициды и ртуть не обнаружены. Концентрация растворенного кислорода была пониженной в январе (минимальная 6,07 мгО₂/дм³, 55,1% насыщения; в среднем 7,92 мгО₂/дм³), возрастала в апреле в среднем до 9,42 и июле 10,11 мгО₂/дм³.

Туапсе. Кроме трех 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 44 пробы отобраны из поверхностного слоя вод. Минимальная соленость воды (10,790‰, практически равна прошлогодней) была отмечена в середине февраля, а максимальная (18,960 16,496‰, выше почти на 2,5‰) — 6 ноября. Значения рН и общей щелочности в водах вблизи Туапсе почти соответствовали прошлогодним и изменялись в узком диапазоне 8,05–8,50 ед.рН и 3,053–3,881 мг-экв/дм³. Содержание фосфатов в 25 пробах было в диапазоне 4–35 мкг/дм³, и средняя, и максимальная величина немного выросли в со-

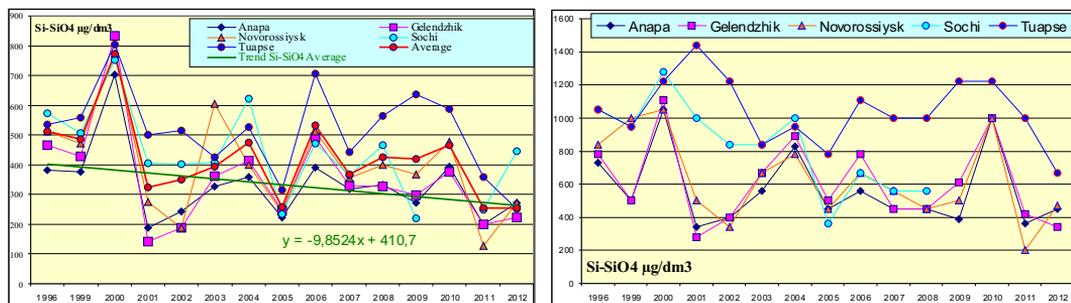


Рис. 3.21. Средняя и максимальная концентрация силикатов (мкг/дм³) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996–2012 гг.

ответствии с общей тенденцией повышения концентрации фосфатов в прибрежных водах российской части моря (рис. 3.17–3.18). Концентрация нитритного азота (2,1–8,8 мг/дм³) на всех станциях оставалась в пределах нормы, хотя немного возросла в последний год вопреки общей многолетней тенденции. Только в одной пробе из 25 содержание аммония в водах района было ниже предела обнаружения, максимум достигал 112 мг/дм³ на ст.№5,6 в середине февраля. В целом изменения средней и максимальной концентрации аммонийного азота в последние годы укладываются во всех районах контроля в относительно небольшом интервале значений (рис. 3.22). Концентрация кремния немного уменьшилась по сравнению с прошлым годом и изменялась от 60 до 670 мкг/дм³; в среднем 252 мкг/дм³; наибольшие величины были закономерно отмечены в начале года в январе и феврале.

Содержание нефтяных углеводородов в поверхностных водах в целом было невысоким, в 13 пробах из 44 концентрация НУ была ниже предела обнаружения, а максимум достигал только 0,04 мг/дм³ (0,8 ПДК, 18 сентября); средняя за год величина была примерно равна прошлогодней и составила 0,011 мг/дм³. В целом в последние годы нефтяное загрязнение вод района Туапсе снижается (рис. 3.19). Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ была в целом невысокой, изменялась от аналитического нуля (19 проб из 44) до 15 мкг/дм³ в июне; среднее значение составило 4,5 мкг/дм³. Многолетняя динамика средних значений концентрации детергентов показывает существенный повышательный тренд (рис. 3.23). Хлорорганические пестициды и ртуть в 36 пробах не обнаружены. Кислородный

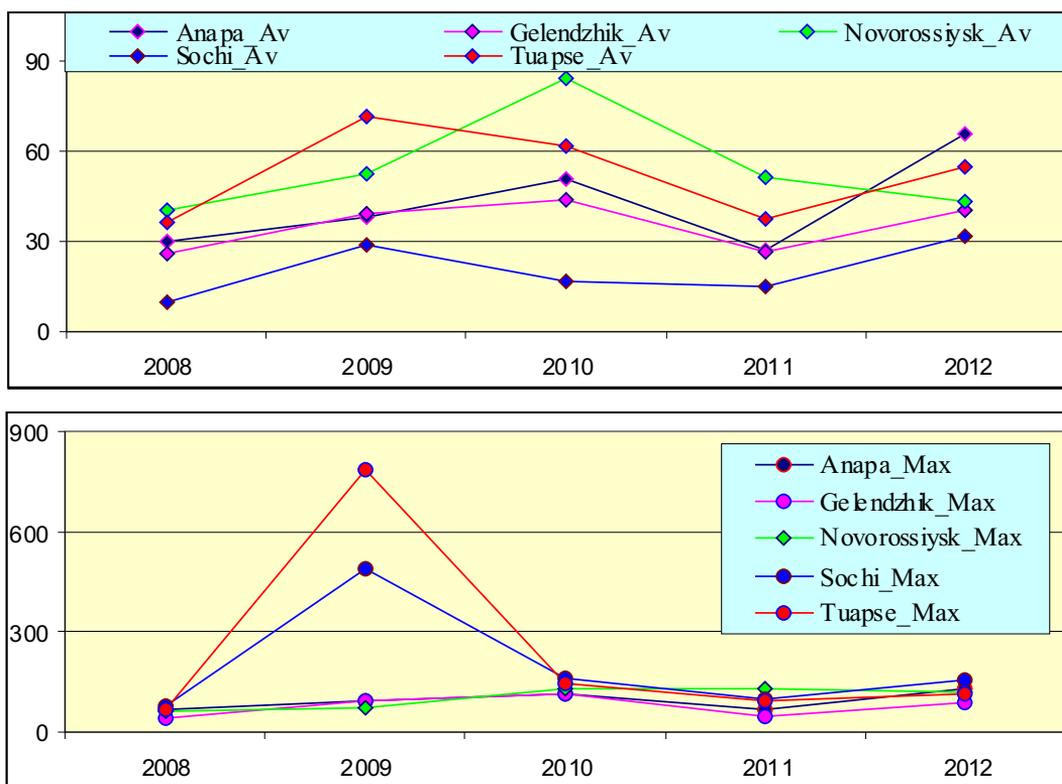


Рис. 3.22. Средняя и максимальная концентрация аммонийного азота (мкг/дм³) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 2008–2012 гг.

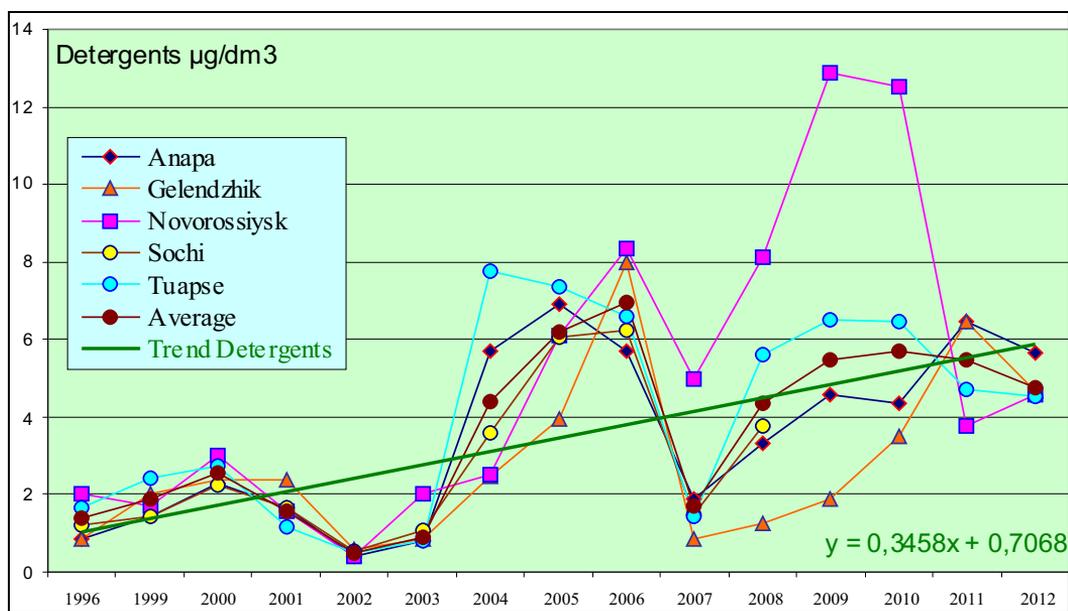


Рис. 3.23. Средняя концентрация СПАВ ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996–2012 гг.

режим поверхностного слоя вод был удовлетворительным. Минимальное значение растворенного кислорода ($6,64 \text{ мг}\text{O}_2/\text{дм}^3$) отмечено 25 сентября и соответствовало 105,3% насыщения; среднее значение составило $9,16 \text{ мг}\text{O}_2/\text{дм}^3$.

3.6. Прибрежная зона района Сочи — Адлер

В 2012 г. Лабораторией мониторинга загрязнения окружающей среды (ЛМЗС) специализированного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей (СЦГМС ЧАМ, г. Сочи) в прибрежной зоне Сочи — Адлер были проведены 4 гидрохимические съемки в марте, июне, августе и сентябре. Наблюдения проводились с борта арендованного малого судна по 41 показателю на 8 станциях, расположенных на участке от устья реки Сочи до устья реки Мзымта (рис. 3.24). В районе г. Сочи одна станция находится в центральной части акватории порта (I), вторая в устье реки Сочи и загрязняется ее стоком (II), третья расположена на траверзе реки, но удалена от берега на 2 морские мили и поэтому может считаться условно чистой зоной (III). Южнее две прибрежные станции в устье ручья Малый (IV) и устье реки Хоста (V) позволяют контролировать загрязнение прибрежной зоны, а фоновой служит станция в 2 милях от берега на траверзе устья р. Хоста (VI). В районе Адлера одна станция (VII) также расположена на мелководье (глубина 6 м) немного южнее устья реки Мзымта, а вторая (VIII) в 2 милях от берега в условно чистой зоне (глубина 950 м).

Пробы воды отбирались батометрами на мелководных станциях из поверхностного и придонного слоев, на глубоких станциях — со стандартных гидрологических горизонтов 0, 10, 15, 25 и 50 м. На борту судна определялся окислительно-восстановительный потенциал морской воды, электропроводность, соленость, хлорность, щелочность, pH, взвешенные вещества, кислород, аммонийный азот, фосфаты, кремний, нитраты; производилась

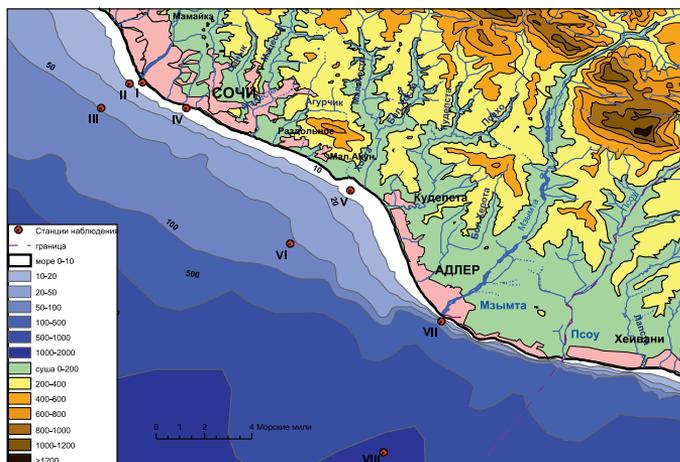


Рис. 3.24. Расположение станций отбора проб в прибрежной зоне района Сочи — Адлер в 2012 г. Станция VIII расположена на траверзе р. Мзымта в 2 морских милях от берега.

экстракция нефтяных углеводородов четырёххлористым углеродом, пестицидов гексаном и СПАВ хлороформом, а также консервация проб на определение металлов — свинца, ртути, железа. После-

дующий анализ экстрактов и проведение анализов на содержание в пробах остальных наблюдаемых ингредиентов проводился в стационарной лаборатории ЛМЗС СЦГМС ЧАМ. Всего в 2012 г. было отобрано 66 проб и произведено 1766 анализов, из которых 1212 на стандартную гидрохимию, включая биогенные элементы, по 48 анализов НУ и СПАВ, 120 на тяжелые металлы и 336 на хлорорганические пестициды и гербицид трифлуралин.

Среднее значение **солёности** в исследуемом районе составило 18,01‰ и изменялось от 11,09‰ (4,43‰ выше прошлогоднего минимума) на поверхности в устье реки Сочи 4 июня до 19,25‰ в тот же день на глубине 55 м на траверзе устья реки Сочи, значение равно прошлогоднему максимуму (табл. 3.12). Значения ниже 16‰ были отмечены трижды в устье реки Сочи и однажды у устья Хосты в марте, июне и августе. Значения pH были близки к прошлогодним и не выходили за пределы межгодовой изменчивости: 7,91–8,52 ед. pH, минимум на глубине 58 м на траверзе Хосты, максимум у дна на глубине 6 м в устье ручья Малый 19 марта. Значения щелочности изменялись от 2,105 до 2,921 мг-экв/дм³, min в устье Сочи в июне, max в устье ручья Малый в августе. Разница между среднегодовыми значениями общей щелочности в поверхностном слое (2,730) и в придонном слое (2,764) была очень незначительной. Среднее значение общей щелочности прибрежных вод в контролируемом районе по четырем съёмкам по всем станциям и горизонтам составило 2,756 мг-экв/дм³, что почти полностью соответствует прошлогоднему уровню. Содержание

Таблица 3.12. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья в районе Сочи-Адлер в 2012 г.

Район	S, ‰	Alk	O ₂ [*]	pH	Ptotal	PO ₄	SiO ₃	NH ₄	NO ₂	NO ₃	N _{total}
порт Сочи	17,871/ 18,312	2,760/ 2,903	9,12/ 7,73	8,29/ 8,34	234,6/ 704,2	0,04/ 0,10	436/ 707	27,8/ 47,7	1,1/ 2,2	30,1/ 60,2	271/ 465
Эстуарии рек	17,460/ 18,570	2,720/ 2,921	9,25/ 7,40	8,40/ 8,52	52,2/ 288,2	4,1/ 27,2	544/ 2066	39,5/ 158,6	1,6/ 19,6	27,4/ 136,3	219/ 654
Открытые воды	18,398/ 19,250	2,778/ 2,899	9,42/ 7,46	8,33/ 8,49	40,1/ 239,8	6,8/ 74,4	318/ 589	22,6/ 42,8	0,6/ 2,0	10,1/ 17,6	123/ 242
Суммарно район	18,009/ 19,250	2,756/ 2,921	9,33/ 7,40	8,35/ 8,52	70,4/ 704,2	4,60/ 74,4	446/ 2066	31,7/ 158,6	1,2/ 19,6	21,2/ 136,3	189/ 654

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

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

взвешенных веществ в водах района значительно изменялось в течение года в пределах 0,14–14,3 мг/дм³ (в 2011 г. — 0,5–37,9), максимальная мутность вод была зафиксирована 4 июня в поверхностном слое в устье Сочи. Еще в одной пробе из устья ручья Малый концентрация взвешенных веществ превышала 10 мг/дм³ и составила 13,1 мг/дм³. Среднегодовое содержание взвешенных веществ составляло 2,84 мг/дм³, что практически не отличается от прошлогоднего значения.

В 2012 г. концентрация аммонийного азота в водах района Адлер-Сочи изменялась от 6,6 мкг/дм³ в открытом море на траверзе Хосты на глубине 58 м 19 марта до 158,6 мкг/дм³ в эстуарии Сочи на поверхности 4 июня; средняя по всем станциям составила 31,7 мкг/дм³. В поверхностном слое среднегодовое содержание аммония составило 36,4, а в придонном — 27,7 мкг/дм³. В целом концентрация аммония возросла почти в 2 раза по сравнению с предыдущим годом (рис. 3.25).

Концентрация нитритного азота изменялась от значений ниже предела обнаружения DL=0,1 мкг/дм³ в 24 пробах из 48 до 19,6 мкг/дм³ в одной пробе из вод устья реки Сочи в конце августа; в остальных случаях их содержание не превышало 5,7 мкг/дм³. Средняя составила 1,18 мкг/дм³ и была в 1,6 раз больше прошлогодней. Средняя за год концентрация по всем станциям в поверхностном слое составила 1,4; в глубоких водах 1,0 мкг/дм³. Концентрация нитратов изменялась в диапазоне 4,1–136,3 мкг/дм³, составив в среднем 21,2 мкг/дм³, что практически равно прошлогоднему (рис. 3.25). Наибольшая величина была зафиксирована в

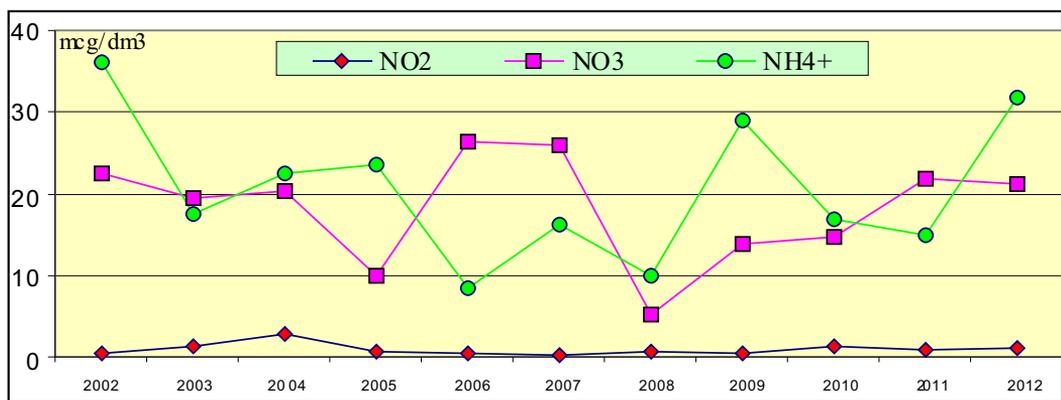


Рис. 3.25. Средняя концентрация аммонийного азота, нитритного и нитратного азота (мкг/дм³) в прибрежной зоне района Сочи-Адлер в 2002–2012 гг.

устье реки Сочи 27 августа. В целом в последнее десятилетие среднее содержание нитратов в водах района изменяется в районе 20–30 мкг/дм³ с резким снижением в отдельные годы. Содержание общего азота изменялось в диапазоне 24,1–654,4 мкг/дм³, составив в среднем 189,2 мкг/дм³. В поверхностном слое среднегодовая концентрация по всем станциям составила 202,1, увеличение в сравнении с прошлогодним значением на 61,8 мкг/дм³; в придонном слое эта величина составила 184,9, уменьшение на 76,2 мкг/дм³. В целом эти значения были очень близки к величинам последних трех лет (рис. 3.26). Значительно повышенным было содержание суммарного азота в порту Сочи (средняя 271,0 мкг/дм³) и в эстуариях рек (218,5) по сравнению с открытым морем (122,7).

Концентрация **фосфатов** в пересчете на фосфор изменялась от аналитического нуля в 31 пробе из 48 проанализированных до 74,4 мкг/дм³ на траверзе реки Сочи на глубине 55 м в

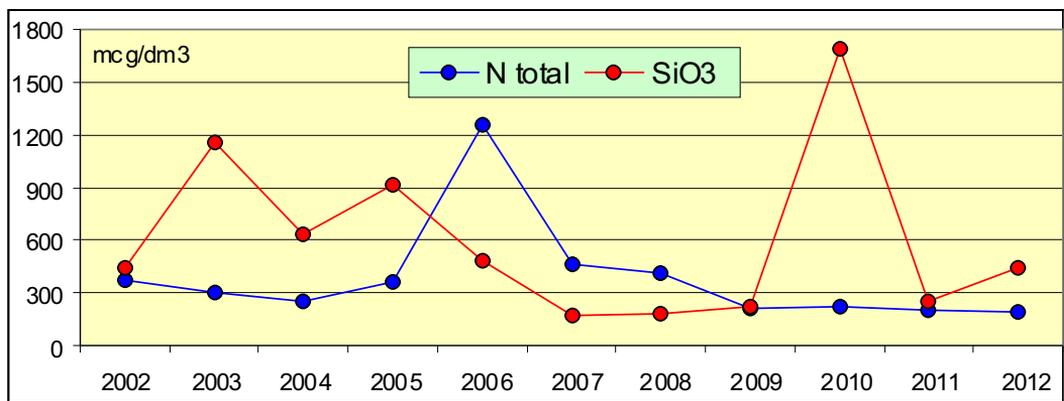


Рис. 3.26. Средняя концентрация общего азота и силикатов (мкг/дм³) в прибрежной зоне района Сочи–Адлер в 2002–2012 гг.

конец августа. Средняя за год концентрация по всем станциям составила 4,6 мкг/дм³. Отсутствие фосфатов было зафиксировано в 16 поверхностных пробах и 15 глубинных, а среднее значение у поверхности составило 3,7 мкг/дм³, тогда как глубинных слоях 5,5 мкг/дм³. В целом фосфаты практически отсутствовали в водах порта (вероятно вследствие методической ошибки обработки, поскольку в пробах с нулевой концентрацией фосфатов было отмечено максимальное содержание общего фосфора), немного больше было в эстуарных зонах и наибольшей в открытых водах района. Среднегодовая величина общего фосфора варьировала от 2,6 мкг/дм³ на поверхности в двух милях от устья Хосты до очень большой величины 704,2 мкг/дм³ в порту Сочи в начале июня, среднее значение составило 70,4 мкг/дм³. Максимальная концентрация была более 3 раз выше прошлогодней. В приповерхностном слое среднее значение равнялось 59,1 мкг/дм³, а в глубинных водах 81,8 мкг/дм³.

Концентрация **силикатов** в пересчете на кремний варьировала в диапазоне 12–2066 мкг/дм³ (2,1 ПДК), максимум зафиксирован в эстуарии реки Хоста 19 марта. Средняя составила 446 мкг/дм³, что почти в полтора раза выше прошлогоднего, но существенно уступает пиковому значению 2010 г. или величинам начала декады (рис. 3.26). Из четырех значений выше ПДК три зафиксированы в эстуариях рек Сочи и Хосты в половодье в марте и одно в устье Сочи в июне. Поскольку важнейшим источником силикатов является речной сток, их содержание в эстуарной области рек было наибольшим, чуть менее в порту Сочи и наименьшим в открытых водах на удалении от берега (табл. 3.12). В поверхностном слое в целом по району исследования содержание кремниевой кислоты (528) было выше, чем в глубинных водах или придонном слое на мелководье (363 мкг/дм³).

В контролируемом районе между реками Мзымта и Сочи в 2012 г. уровень содержания **нефтяных углеводородов** изменялся в 48 отобранных пробах в диапазоне 0,01–0,08 мг/дм³ и в среднем составил 0,042 мг/дм³. Хотя максимальная величина была меньше прошлогодней более, чем в 2 раза, однако средняя величина увеличилась в 1,2 раза вероятно вследствие отсутствия значений ниже предела обнаружения. Наибольшая концентрация зафиксирована в начале июня в поверхностном слое в эстуарии Мзымты, второе значение 0,07 мг/дм³ — там же в 19 марта, а вот третье-четвертое 0,06–0,05 мг/дм³ (1,2–1,0 ПДК) уже было отмечено в 16 пробах по всей акватории района. Многолетняя динамика концентрации НУ в разных участках прибрежных вод (порт Сочи — эстуарии — открытые воды) свидетельствует о стабилизации уровня загрязнения нефтяными углеводородами ниже 1 ПДК (рис. 3.27). В поверхностном

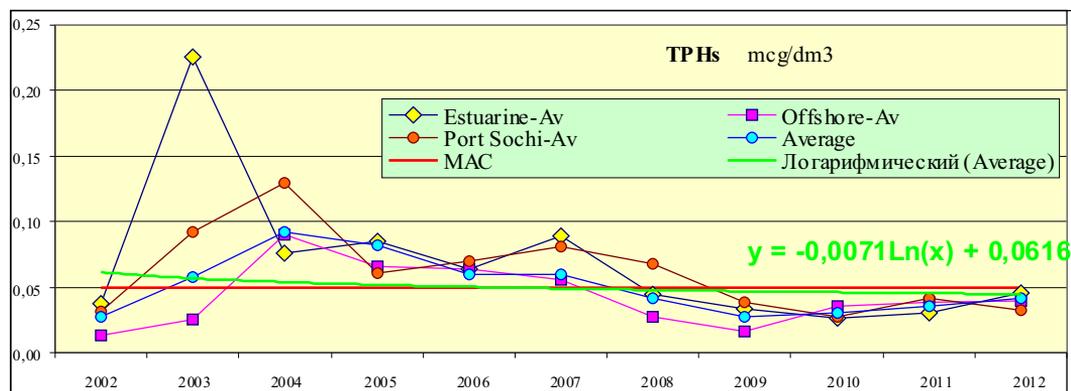


Рис. 3.27. Средняя концентрация нефтяных углеводородов ($\text{мг}/\text{дм}^3$) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2002–2012 гг.

слое вод содержание нефтяных углеводородов было немного меньше ($0,036 \text{ мг}/\text{дм}^3$), чем в глубинных и придонных слоях ($0,047 \text{ мг}/\text{дм}^3$; средняя по всему району составила $0,042 \text{ мг}/\text{дм}^3$).

СПАВ присутствовали в водах исследуемого побережья постоянно и в незначительном количестве. Их концентрация изменялась в диапазоне $0,9$ – $44,2 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, максимум был выше прошлогоднего в 1,4 раза и составил 0,4 ПДК на поверхности акватории порта 4 июня; среднее значение $6,1 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Распределение детергентов было относительно однородным по всей исследованной акватории, поскольку существенных отличий не было ни между эстуарными (средняя $5,0 \text{ мг}/\text{дм}^3$), мористыми ($5,0$) участками исследованной акватории, а в порту Сочи ($13,9$) было повышенным за счет двух экстремальных значений июня. Концентрация хлорорганических **пестицидов** и гербицида трифлуралина во всех 48 пробах была ниже предела обнаружения используемого метода химического анализа. Последний раз пестициды группы ДДТ были обнаружены в морских водах района в 2005 г. Концентрация определяемых по **БПК**₅ органических веществ изменялась от $0,19$ – $2,65 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. В отличие от прошлого года максимум был отмечен не в придонном слое вод порта, а в эстуарной зоне Мзымты в июне. Среднее значение по всему району составило $1,20 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ и в точности соответствовало прошлогоднему значению. В отличие от прошлого года наименьшие значения были отмечены в порту Сочи (средняя $0,96$), немного больше было на удалении от берега ($1,07$), а наибольшее значение было зафиксировано в эстуарных участках ($1,37 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$). В придонных слоях воды содержание органических веществ было в среднем меньше ($1,10 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$), чем в поверхностных ($1,37$). Наименьшие величина содержания органического вещества была в марте ($1,00 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$), в июне, августе и сентябре она составила $1,58$; $0,91$ и $1,17 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ соответственно.

Нг. Концентрация растворенной в морской воде ртути была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа ($DL=0,01 \text{ мкг}/\text{дм}^3$) во всех 48 проанализированных пробах.

Рв. Содержание свинца в прибрежных водах района Сочи-Адлер снизилось в 1,3 раза по сравнению с предыдущим годом и составило в среднем $3,74 \text{ мкг}/\text{дм}^3$; диапазон от аналитического нуля в трех пробах ($DL=0,1 \text{ мкг}/\text{дм}^3$) до $12,2 \text{ мкг}/\text{дм}^3$; максимум ($1,2$ ПДК) был отмечен в устье реки Сочи в начале июня. Концентрация свинца была выше ПДК в 3 пробах из разных участков обследованной акватории — в открытых водах у Хосты и в эстуариях реки Сочи и ручья Малый.

Fe. Содержание железа в воде района между устьями рек Мзымта и Сочи изменялось в 2012 г. в относительно узком диапазоне $14,0$ – $58,1 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ и только в одном случае превы-

шало норматив в отличие от 34,4% прошлого года. Максимальное значение было в 12 раз ниже прошлогоднего и было отмечено в устье ручья Малый 19 марта. В поверхностном и придонных слоях воды средняя концентрация железа была примерно одинаковой — 28,7 и 31,4 мкг/дм³, а среднегодовая для всех проб составила 30,1 мкг/дм³.

Кислородный режим вод исследуемого прибрежного района в целом был в пределах обычных сезонных изменений. Минимальная концентрация (7,40 мгО₂/дм³) была отмечена в устье ручья Малый в начале сентября в сильно прогретом (25,8°С) придонном слое вод. Пониженная концентрация растворенного кислорода менее 8 мгО₂/дм³ (100–109% насыщения) была зафиксирована на всей акватории района в конце августа и начале сентября в поверхностном прогретом слое вод до глубины 25 м. Вертикальное перемешивание вод до нижнего горизонта отбора проб (58 м) было достаточным, чтобы различий между поверхностным и подстилающими слоями не наблюдалось: средняя на поверхности 9,27 мгО₂/дм³, а в более глубоких слоях 9,37 мгО₂/дм³; средняя по всем пробам 9,33 мгО₂/дм³. В среднем по всем станциям и горизонтам насыщение воды кислородом составило 103,9%, что равно прошлогоднему значению, диапазон 85–13480–124%; минимум в отличие от прошлого года отмечен не в глубоких слоях, а в устье ручья Малый на придонном горизонте в марте.

Оценка качества морских вод в прибрежном районе между устьями рек Мзымта и Сочи выполнялась по комплексному индексу загрязненности вод ИЗВ и по показателям: 1) комплексности (отношение числа веществ, содержание которых превышает норму, к общему числу нормируемых ингредиентов), 2) устойчивости (количество проб, в которых обнаружено достижение или превышение ПДК) и 3) уровня (кратности превышения ПДК) загрязненности вод (раздел А.2). Из 41 показателя, наблюдения по которым проводились в описываемом районе в 2012 г., нормируемыми являются 13. Превышение допустимых норм было установлено только для нефтяных углеводородов, свинца и железа, т.е. коэффициент комплексности загрязнения морских вод был высоким и составил 23%. Воды района характеризовались устойчивой загрязненностью НУ с 37,5% повторяемостью превышения ПДК и низким уровнем кратности в 1,8 раза; железом с единичной устойчивостью 2,1% и низким уровнем кратности в 1,2 раза; по свинцу устойчивой повторяемостью 33,3% и низкой кратностью в 2,0 раза. В 2012 г. загрязнение прибрежных вод нефтяными углеводородами носило постоянный характер, однако с относительно невысоким превышением норматива. За последние годы средняя концентрация НУ в водах района между Адлером и Сочи стабилизировались на уровне немного ниже 1 ПДК. Содержание в воде железа и свинца несколько снизилось по сравнению с 2011 г. Как и в 2011 г. растворенная ртуть не выявлена в пробах воды. Нарушений кислородного режима не наблюдалось.

При расчете комплексного индекса загрязненности вод были использованы значения средней концентрации растворенного в воде кислорода, нефтяных углеводородов, железа и свинца. По ИЗВ (0,61) морские воды в прибрежном районе Адлер-Сочи оцениваются как «умеренно загрязненные», III класс (табл. 3.13). Качество вод отдельных характерных участ-

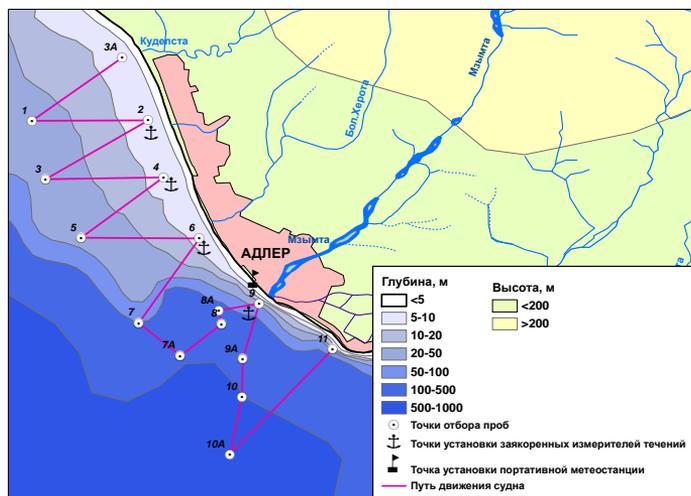
Таблица 3.13. Оценка качества вод прибрежной акватории Черного моря в районе Сочи — Адлер в 2010–2012 гг.

Район	2010 г.		2011 г.		2012 г.		Среднее содержание ЗВ в 2012 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Район Адлер-Сочи	0,90	III	0,75	II	0,61	II	НУ 0,84; Fe 0,60; Pb 0,37; O ₂ 0,64
Акватория порта Сочи	0,90	III	0,75	II	0,56	II	НУ 0,64; Fe 0,60; Pb 0,35; O ₂ 0,66
Устья рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый	0,92	III	0,75	II	0,63	II	НУ 0,92; Fe 0,59; Pb 0,36; O ₂ 0,65
Открытое море	0,87	III	0,73	II	0,61	II	НУ 0,78; Fe 0,62; Pb 0,40; O ₂ 0,64

ков района было практически одинаковым и везде несколько улучшилось по сравнению с предыдущим годом. Из загрязняющих веществ наибольший вклад в суммарное значение индекса вносили нефтяные углеводороды.

В рамках специальной программы «Малые реки Черного моря» **Институтом океанологии РАН** в 2009–2013 гг. были проведены ежегодные комплексные экспедиционные работы в черте Большого Сочи в эстуарных районах рек Мзымта, Кудепста, Хоста, Сочи, Битха и др. Практически все экспедиции осуществлялись в один и тот же период года — весной (в мае), который в этом районе обычно соответствует паводковому стоку рек (Завьялов П., Маккавеев П., 2014). Измерения проводили с борта маломерного судна и в каждом районе они были организованы в виде 3–5 поперечных берегу разрезов длиной до 4 км, обычно от изобаты 5 м до изобаты 50 м при расстоянии между соседними разрезами 1–3 км. На каждом разрезе было выполнено несколько станций для отбора проб воды (рис. 3.28). Непрерывную регистрацию параметров поверхностного слоя моря проводили при движении судна на переходах. Для этого использовали специально разработанные в Институте океанологии РАН проточную зондирующую систему, а также ультрафиолетовый флуоресцентный лидар. Проточные датчики регистрировали температуру и соленость, концентрацию кислорода и отдельных химических компонентов в забортной воде по ходу судна, а лидар анализировал спектры флуоресценции растворенных и взвешенных в воде веществ и производил экспрессные определения концентрации хлорофилла, взвеси и растворенного органического вещества. Методика исследований обеспечивала необычайно высокое для подобных измерений пространственное разрешение некоторых параметров, начиная с единиц метров. Для исследования переноса загрязнений и терригенных веществ на всех полигонах были установлены заякоренные станции, оснащенные измерителями скорости течения. Аналогичные приборы были установлены непосредственно в устьях рек с целью проследить за изменениями расхода речной воды. Наконец, на берегу действовала портативная метеостанция, которая в течение всего периода измерений регистрировала 10-минутные осреднения скорости и направления ветра, а также основных метеорологических параметров. Все данные были обработаны в специально разработанной численной модели распространения факелов речных вод в море.

На всех эстуарных полигонах в горизонтальном распределении минеральной и общей взвеси, растворенной органики, а также большинства химических показателей четко прослеживаются области загрязненных вод в виде приуроченных к речным устьям ярких факелов.



Линейные размеры таких шлейфов различные. Наиболее протяженные обычно наблюдались в Адлере вблизи устья р. Мзымта. Их линейные размеры составляют около 2 км, а площадь соответствующей области достигает в среднем 4–5 км, однако отмечены случаи «гигантских» шлейфов

Рис. 3.28. Схема расположения разрезов ИО РАН в эстуарных районах рек Адлера в 2012 г.

площадью свыше 50 км². Рекордная протяженность полосы загрязнения от р. Мзымта составила 16 км. Эта река выносит в море на порядок больше терригенной взвеси, чем р. Сочи, хотя среднемноголетние мощности их стока отличаются лишь втрое. Стоковые структуры в приустьевых районах рек Сочи, Кудепста, Хоста и других имеют, как правило, существенно меньшие размеры, чем у Мзымты, но при этом не обязательно характеризуются меньшей концентрацией загрязнителей. Например, общая концентрация растворенных органических веществ в морской воде вблизи устья малой речки Битха (район Лоо — Уч-Дере) превышала фоновые значения более чем в 15 раз, концентрация фосфатов — более чем втрое, кремния — в 18 раз, нитритов и нитратов — в 6 раз, а аммонийного азота — почти в 40 раз. Эта речка отличается от других тем, что протекает через крупнейший в Сочи полигон бытовых отходов. Степень и пространственный масштаб связанного с полигоном и стоком речки Битха загрязнения морских вод детально не исследовались, однако обычно загрязнение локализовано в относительно небольшой по площади зоне и распространяется в основном в направлении района Дагомыс на вдольбереговой полосе шириной 100–200 м и длиной порядка километра. Высокое содержание растворенных органических веществ характерно и для плюмов других сочинских рек.

Концентрация биогенных веществ существенно отличалась в речных, переходных водах факела и морских водах (табл. 3.14). Содержание силикатов очевидно было всегда наибольшим в речных водах, а фосфатов часто в водах речного факела. По различным формам азота сохраняется в целом промежуточное положение вод речного стокового факела между обогащенными пресными водами и относительно бедными морскими.

Численная модель мелкомасштабной динамики вод на основе подхода лагранжа была создана в ИО РАН для воспроизведения переноса загрязнений на прибрежной акватории Большого Сочи. Вместе с анализом натуральных и спутниковых наблюдений выполненные расчетные эксперименты позволили построить физическую классификацию речных факелов и установить связь между распределением терригенного загрязнения и характеристиками ветрового воздействия. Наиболее часто (около 40% всех случаев) встречаются факелы изотропной, почти круглой формы. Они чаще всего образуются при отсутствии ветра или при слабом ветре.

Таблица 3.14. Концентрация разных форм биогенных элементов (мкг/дм³) в речных водах, факеле распресненного речного стока и морских водах эстуарных районов Большого Сочи в 2009–2013 гг.

Приустьевой район		рН	фосфаты	кремний	нитраты	нитриты	аммонийный азот
Мзымта	1 река	8,34	28,7	2490	5,2	167,3	
	2 факел	8,38	39,3	924	12,7	78,1	13,3
	3 море	8,40	18,2	492	7,8	43,5	4,8
Кудепста	1 река	8,14	22,9	2280	14,2	468,7	
	2 факел	8,15	22,9	516	8,8	28,9	
	3 море	8,20	32,1	733	12,7	62,9	7,5
Хоста	1 река	8,43	0,9	1898	4,3	211,7	
	2 факел	8,36	2,6	1080	3,2	131,6	2,7
	3 море	8,28	1,6	244	1,1	4,5	1,8
Сочи	1 река	–	–	–	–	–	–
	2 факел	8,38	6,8	603	2,7	72,7	14,8
	3 море	8,34	2,8	130	1,1	7,8	5,9
Битха	1 река	8,36	50,6	2931	28,8	466,2	
	2 факел	8,28	10,8	231	0,6	6,2	11,8
	3 море	8,30	3,3	123	0,1	0,9	0,3

Мутные воды такого шлейфа непосредственно не соприкасаются с берегом за исключением самой устьевой зоны, для них характерно антициклоническое вращение и распространение в юго-западном и западном направлениях. Юго-восточный вдольбереговой ветер способствует формированию шлейфа, распространяющегося в северном направлении и имеющего наибольшую линейную протяженность — в случае факела р. Мзымта вплоть до района Кудепсты и далее. Однако его площадь не столь велика из-за ограниченности пределами узкой прибрежной полосы. Факелы такого типа в наибольшей степени способствуют аккумуляции загрязнения в прибрежной зоне. Они наблюдаются примерно в 20% случаев. Вдольбереговой ветер северо-западных румбов вызывает появление шлейфа загрязнения, вытянутого в южном направлении (около 20% случаев) в сторону границы с Абхазией. Следующая по распространности (более 10%) форма факела связана с воздействием нагонных дующих с моря на берег юго-западных ветров, при которых речной сток оказывается прижатым к приустьевому участку берега. В этом случае он аккумулируется в этой зоне и лишь незначительно распространяется в обе стороны от устья. Шлейфы загрязнения такого типа характеризуются наименьшими значениями площади и линейной протяженности. Умеренные и сильные сгонные, дующие с берега на море, северо-восточные ветры приводят к образованию наименее распространенной формы факела, представляющей собой узкую и сильно вытянутую в юго-западном или западном направлении полосу малой площади, но относительно большой горизонтальной протяженности. Сгонный ветер выносит загрязненные воды в открытое море, способствуя их быстрому перемешиванию и очищению прибрежной зоны.

4. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ

Луковская А.А., Попова Л.Б., Ипатова С.В., Демин Б.Н., Граевский А.П., Демешкин А.С., Власов С.В., Герцев В.А., Васильева А.В., Козерог Е.В., Колмогоров В.П., Михайлова О.П., Щагина Н.В., Ипатова С.В., Станкевичюс А., Кубилюте А., Даугеле Н., Кирьянов В.С., Коршенко А.Н., Аляутдинов А.Р., Кочетков В.В.

4.1. Общая характеристика

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

Для Балтики характерен морской климат умеренных широт. Температура воды зимой на поверхности в открытом море составляет 1–3°С, у берегов — ниже 0°С; летом температура воды повышается до 18–20°С. Вертикальное распределение температуры характеризуется ее незначительным понижением до 20–30 м, скачкообразным понижением до 60–70 м и затем некоторым повышением ко дну. Холодный промежуточный слой сохраняется круглый год.

Специфической чертой гидрологической структуры Балтики является двойной скачок плотности. Временный верхний слой образуется за счет распреснения и часто совпадает с сезонным термоклином. Постоянный нижний галоклин с очень высокими градиентами солености формируется как вертикальная граница между верхними распресненными водами и глубинными морскими, периодически поступающими в Балтику из пролива Скагеррак через Датские проливы. Вследствие этой особенности обычно выделяют три водные массы: 1) поверхностную с соленостью 7–8‰, она покрывает всю южную и центральную части моря, на севере и в заливах соленость существенно ниже, температура изменяется в широком пределе от нуля до 20°С; 2) придонную с соленостью 10–21‰ и температурой от 4,5 до 12°С, она занимает впадины в открытых районах моря; 3) переходная (2–6°С, соленость 8–10‰) залегает между поверхностной и придонной водными массами и образуется в результате их смешения. Вертикальное перемешивание водной толщи охватывает слой от поверхности до глубины 50–60 м за счет термической и соленостной конвекции и ограничивается снизу постоянным галоклином.

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

Приливы небольшие — от 0,04 до 0,1 м, имеют полусуточные и суточные ритмы. Под влиянием ветров и резкой разницы давления повышение уровня в вершинах заливов может достигать 1,5–3 м, вызывая наводнения, например в Невской губе. Максимальная высота ветровых волн достигает 4–6 м. Хорошо выражены сгонно-нагонные колебания уровня моря, которые могут достигать 2 м. Наблюдаются также сейшеобразные колебания уровня до 1–2 и даже 3–4 м.

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

4.2. Система мониторинга восточной части Финского залива и Невской губы

В 2012 г. наблюдения в восточной части Финского залива и Невской губе были выполнены ФГБУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р» на 48 станциях в навигационный период с мая по октябрь. В Невской губе работы выполнялись ежемесячно на 1 станции на акватории морского торгового порта (МТП); на 17 станциях в открытой части Невской губы от устья р. Невы на востоке до комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС), в южной и северной курортных зонах Невской губы на 4 станциях, в районе пос. Ольгино на 1 станции и в курортной зоне мелководного района на двух станциях (рис. 4.1). В восточной части Финского залива за пределами КЗС наблюдения проводили в мелководном районе на 6 станциях, а также в глубоководной зоне восточной части залива (5 ст.), в Лужской и Копорской губах (4 ст.), а также на 8 ст. в Выборгском заливе. Наблюдения осуществлялись с использованием арендованного экспедиционного судна «Мираж», в зимний период со льда, на курортных станциях с берега. Отбор проб воды и химический анализ проводились в соответствии с «Руководством по химическому анализу морских вод» (РД 52.10.243-92) за исключением биохимического потребления кислорода (БПК₅), проводившегося в соответствии с «Методикой выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после пяти дней инкубации (БПК_{полн}) в поверхностных, пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных водах» (РД 52.24.420 — 2006). Содержание нефтяных углеводородов определялось ИК — фотометрическим методом; фенола — методом хроматографии; СПАВ для Невской губы методом экстракционно-фотометрическим; хлорорганических пестицидов — газохроматографическим методом; металлов — методом атомно-абсорбционной спектроскопии фильтрованных проб воды. Химические анализы выполнялись в лаборатории гидрохимии Аналитической лаборатории (центра), аккредитованной на техническую компетентность Росстандартом и зарегистрированной в государственном реестре за номером РОСС RU.0007.510422. В Невской губе расчет ИЗВ производили с учетом БПК₅ (ПДК = 2 мгО₂/л). Принимая во внимание пресноводный характер Невской губы, при расчете ИЗВ использовались значения ПДК для поверхностных вод суши.



Росстандартом и зарегистрированной в государственном реестре за номером РОСС RU.0007.510422. В Невской губе расчет ИЗВ производили с учетом БПК₅ (ПДК = 2 мгО₂/л). Принимая во внимание пресноводный характер Невской губы, при расчете ИЗВ использовались значения ПДК для поверхностных вод суши.

Рис. 4.1. Схема расположения станций контроля состояния морской среды в Невской губе в 2012 г.

4.3. Гидрологическая характеристика стока Невы

Гидрологический режим р. Невы в 2012 г. имел некоторые особенности. В среднем за год уровень воды в истоке р. Невы у ГП «Петрокрепость» был на 21 см выше нормы. В январе наблюдалась пониженная водность Ладожского озера, вследствие этого уровень воды был ниже среднего многолетнего значения на 6 см. В результате высокого притока воды в озеро и уменьшения стока из озера за счет ледовых явлений, с января по май отмечалось плавное повышение уровня воды. Максимальное значение уровня воды 499 см БС в истоке Невы отмечено 31 мая.

Максимальное превышение среднемесячных значений над значениями по многолетним наблюдениям с января по май отмечалось в марте и составило 9 см. С мая по август средний месячный уровень оставался в пределах 466–473 см БС. С сентября по декабрь наблюдалось повышение уровня воды от 465 см БС до 489 см БС. Средние месячные уровни воды в истоке р. Невы с августа по декабрь превышали средние многолетние значения на 23–69 см, с наибольшими значениями в ноябре-декабре 480–489 см БС. С января по март и с ноября по декабрь отмечалась повышенная водность реки. Наибольшее превышение средних месячных расходов над средними многолетними относятся к январю (33%) и декабрю (23%). Абсолютный максимум стока р. Невы относился к ноябрю и составлял 3380 м³/с, минимальное значение (1900 м³/с) отмечено в январе и феврале. В 2012 г. в связи с усилением циклонической деятельности отмечалось 12 случаев нагона, когда уровень воды в устье р. Большая Нева у Горного института превысил отметку 100 см БС, из них 4 раза уровень превысил отметку 130 см БС, но не достиг критической отметки (150 см БС). В ноябре и декабре было 4 случая, когда уровень воды в устье Невы опускался ниже критической отметки –50 см БС. Наиболее значительный сгон произошел 29–30 ноября (до –123 см БС) и был обусловлен влиянием серии активных циклонов, прохождение которых над акваторией восточной части Финского залива и Невской губы сопровождалось сильным восточным ветром порывами до 19–22 м/с. Сгон воды наблюдался во всей водной системе от устья р. Невы до западной границы восточной части Финского залива.

4.4. Гидрохимические показатели вод восточной части Финского залива и Невской губы

Солёность. В течение всего года открытая часть губы была практически постоянно заполнена водами с солёностью 0,06–0,10‰. В мае произошло проникновение языка холодных солоноватых вод из открытой части залива, распространившегося с запада вдоль южного побережья Невской губы, самая высокая солёность (5,19‰, дно) была в Морском канале. Абсолютное максимальное значение солёности у южного побережья восточной части Финского залива отмечено в августе (5,63‰, МГ-2 Шепелево), у северного берега в январе (3,04‰, МГ-2 Озерки), в Выборгском заливе в апреле — 1,91‰.

Температура. В период с середины января по апрель акватория Невской губы и восточной части Финского залива была покрыта льдом, а температура воды была близка к 0°С. Полное очищение акватории губы произошло в последней декаде апреля, Финского залива в первой декаде мая, что соответствует норме. Максимальная средняя месячная температура воды по всей акватории относилась к июлю и для Невской губы она составляла 19,5–20,2°С; 18,3–19,4°С для восточной части Финского и Выборгского заливов. Как обычно, несколько ниже температура воды в баровой зоне Невы за счет ее охлаждающего стока — в июле средняя месячная температура воды здесь была около 17°С. Абсолютный максимум температуры воды в восточной части Финского залива наблюдался в июле и составил 20,2–23,9°С. На мелководных участках Невской губы (МГ-2 Лисий Нос) зарегистрирована максимальная температура воды 26,8°С. В целом за год температура воды была выше средней многолетней на 0,3–0,5°С.

Прозрачность и цвет воды. В Невской губе во время ежемесячных гидролого-гидрохимических съемок с мая по октябрь наименьшая прозрачность (0,4 м) отмечена 21–23 мая у южного берега; прозрачность менее 1 м была в створах КЗС и в районе Морского порта, цвет воды от коричневатого-желтого до желтовато-коричневого. В июне преобладающая часть акватории Невской губы имела прозрачность менее 1 м; несколько выше (1,3–1,8 м) была отмечена в северо-восточной части губы. В июле и августе значения прозрачности находились в пределах 1,1–1,8 м. Цвет воды от желтого до коричневатого-желтого. В сентябре к северу от

Морского канала и в водопропускных сооружениях северного створа КЗС прозрачность была в пределах 1,3–1,5 м, цвет желтый — коричневатожелтый; в южной части губы прозрачность была 1,0–1,4 м, цвет воды преимущественно желтый. Во время октябрьской съемки значения были 1,4–1,9 м (желтый — коричневатожелтый). В течение 2012 г. в восточной части Невской губы у юго-западного побережья Васильевского острова выполнялись гидротехнические работы, связанные с образованием намывных территорий. Основным источником интенсивного загрязнения акватории взвешенными веществами в последние 8 лет являлись крупномасштабные работы по намыву территории Васильевского острова, дноуглубительные работы по Петровскому фарватеру и Подходному каналу для Морского пассажирского порта.

Водородный показатель, рН. На акватории открытой части Невской губы в течение всего 2012 г. величина рН, варьируя практически идентично в поверхностных и придонных слоях воды, не выходила за рамки нормативного интервала (рН 6,5–8,5). В зимний период (февраль) величина рН изменялась в диапазоне 7,56–7,93. С мая по октябрь значения были 7,15–7,90 (максимум — август, поверхностный слой, минимум в сентябре). Среднее значение в слое воды поверхность–дно составило 7,57 рН и было ниже прошлогоднего.

Щелочность. В 2012 г. значения щелочности изменялись в пределах 0,442–1,898 мг-экв/дм³. Самые высокие значения (1,612–1,898 мг-экв/дм³) были зафиксированы в мае-июне в пробах из южной части Невской губы. В южном курортном районе щелочность была несколько выше, чем в других районах Невской губы. Среднее значение щелочности (0,684 мг-экв/дм³) было выше 2011 г.

Кислород. В течение года содержание кислорода во всех отобранных пробах в открытой части Невской губы было в пределах нормы и определялось сезонным ходом интенсивности фотосинтеза. За период наблюдений самое высокое насыщение вод кислородом наблюдалось в мае и в конце июня, это обусловлено весенней и летней вспышкой численности фитопланктона. В сентябре было зафиксировано минимальное для Невской губы содержание кислорода (6,96 мг/дм³, 66,8%) в поверхностном горизонте у Стрельны. Различия содержания кислорода в северной и в южной части губы незначительные. Средняя концентрация за период наблюдения составила 10,32 мг/дм³, среднее насыщение 97%.

БПК₅ Всего в феврале и мае-октябре 2012 г. в открытой части Невской губы была отобрана и проанализирована 221 проба. В 72 из них значения были выше нормы 2,0 мг/дм³ и 22 из них были отобраны в мае. Максимальная величина (4,91 мг/дм³) была зафиксирована в феврале на поверхности. Средние за месяц значения БПК₅ превышали норму в январе-мае. В этот же период наблюдались и самые высокие значения концентрации кислорода. В 2012 г. в северном районе Невской губы значения БПК₅ были выше, чем в южном районе. В целом среднее за 2012 г. значение БПК₅ (1,83 мг/дм³) было довольно низким, однако превысило показатель 2011 г. Повторяемость случаев превышения нормы значениями БПК₅ в 2012 г. составила 25%.

Фосфор. Наибольшее среднемесячное значение концентрации минерального фосфора в водах центральной части Невской губы было отмечено в феврале (диапазон 5,2–17, среднее 10,65 мкг/дм³). Средние за месяц величины в северной части губы изменялись от значений ниже предела обнаружения (<5,0 мкг/дм³) до 20 мкг/дм³. В южной части губы средние значения варьировали в диапазоне от менее 5,0 до 26,3 мкг/дм³. Среднее значение за 2012 г. составило 3,3 мкг/дм³ и было минимальным в ряду данных 2007–2012 гг. Максимальная разовая концентрация минерального фосфора (67 мкг/дм³) была зафиксирована в сентябре в южном курортном районе у Стрельны. В северной части губы среднегодовое значение концентрации общего фосфора составило 15,7 мкг/дм³. Максимальное значение было отмечено в июле (33 мкг/дм³). В южной части губы среднее содержание составило 23,6 мкг/дм³; наибольшие

значения (48 и 91 мкг/дм³) отмечались в мае и сентябре. Средняя за год концентрация общего фосфора (9 мкг/дм³) была минимальной с 2007 г. и равнозначна показателю 2011 г.

Пространственное распределение среднесезонных значений концентрации общего фосфора на акватории Невской губы было крайне неравномерным (рис. 4.2). В 2012 г. пятна повышенного содержания были отмечены во всех частях губы в разные сезоны, однако значительными по площади и достигающими уровня 30 мкг/дм³ они были выделены зимой. Особенно большие величины были приурочены к станциям в западной части губы вблизи комплекса защитных сооружений. Весной и осенью средние значения в целом были снижены в 2–3 раза, а пятна смещены вглубь губы. В сентябре единственный раз было отмечено незначительное повышение концентрации в устьевой зоне Невы у морского торгового порта.

Азот. Концентрация аммонийного азота в поверхностном слое вод центральной части губы изменялась в диапазоне от менее 15 до 300 и 280 мкг/дм³ на поверхности и у дна. Средняя за 2012 г. (67 мкг/дм³) практически совпадает со среднегодовой (65 мкг/дм³). Среднемесячная концентрация нитритного азота в северной и южной частях Невской губы была невысокой; наибольшие значения были зафиксированы в мае, августе и сентябре. На всей акватории Невской губы диапазон значений в течение года был от значений ниже DL=0,5 до 101,0 мкг/дм³ на поверхности и <1,1–66,0 мкг/дм³ у дна. Средняя за период наблюдений концентрация нитритов составила 8,5 мкг/дм³ что несколько выше среднегодовой (5,0 мкг/дм³). Содержание нитратного азота в водах открытой части Невской губы во всем столбе воды изменялось от 222 до 870 мкг/дм³. Максимальная концентрация была зафиксирована в судоходном канале в мае на приповерхностном горизонте. Средняя за год составила 228 мкг/дм³, что несколько ниже среднегодовой 271 мкг/дм³. Диапазон концентрации общего азота в 2012 г. составил в открытой части Невской губы 655–1390 мкг/дм³, наибольшие значения зафиксированы в февральских пробах на поверхности и в толще вод. Наимень-

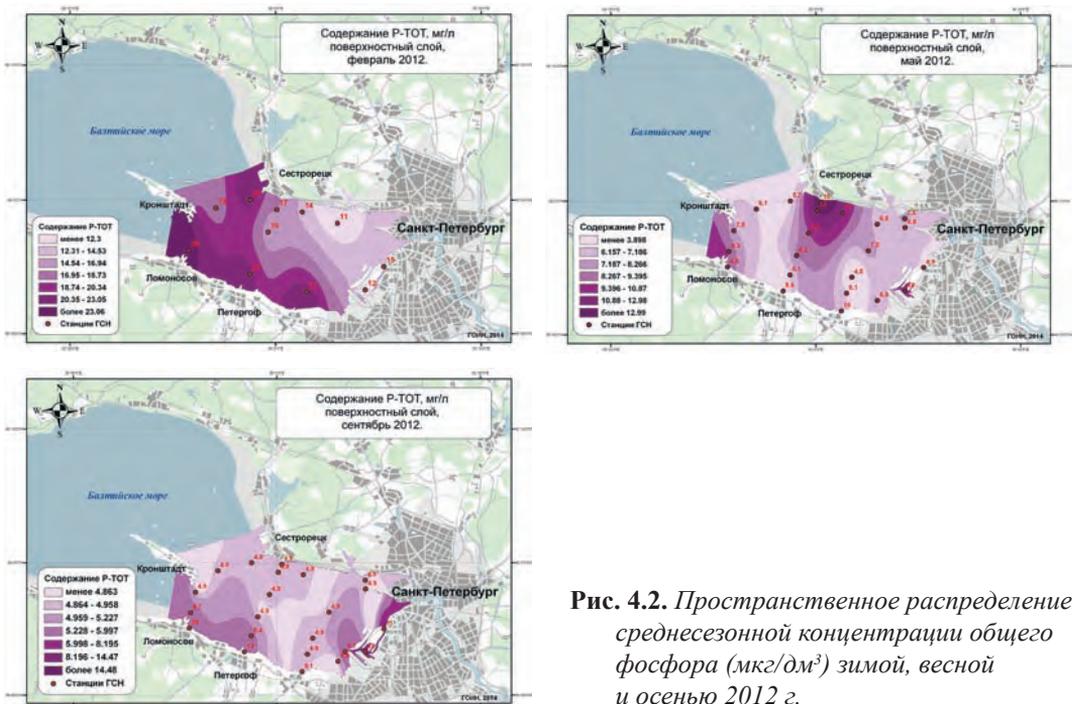


Рис. 4.2. Пространственное распределение среднесезонной концентрации общего фосфора (мкг/дм³) зимой, весной и осенью 2012 г.

шая среднемесячная концентрация отмечена в июне и августе. Среднегодовая концентрация общего азота (665 мкг/дм^3) была близкой к среднегодовой (706 мкг/дм^3).

4.5. Загрязнение вод центральной части Невской губы

Органические ЗВ. В 2012 г. концентрация нефтяных углеводородов в водах Невской губы, включая район северной станции аэрации, в 195 пробах из 203 (96%) была ниже предела чувствительности метода определения ($DL=0,04 \text{ мг/дм}^3$); максимум ($0,30 \text{ мг/дм}^3$) был зафиксирован в середине августа у начала морского канала вблизи торгового порта. В этой одной пробе с поверхности концентрация НУ достигала 6 ПДК, что контрастировало с максимальными значениями загрязнения вод различных районов Невской губы по сравнению с предыдущим годом, которые остались на прежнем уровне или немного снизились (рис. 4.3). В течение всего периода наблюдений концентрация СПАВ не превышала предела обнаружения ($DL=15 \text{ мкг/дм}^3$) в 70% случаев; максимальная составила 47 мкг/дм^3 на поверхности в июне. Концентрация фенолов в водах Невской губы в 71% проб была ниже предела обнаружения используемого метода химического анализа ($DL=0,5 \text{ мкг/дм}^3$). Максимальная концентрация ($1,2 \text{ мкг/дм}^3$ 1,2 ПДК) была зарегистрирована в устье Невы в феврале в придонном слое. По сравнению с предыдущим годом доля значений ниже предела обнаружения уменьшилась. Во всех исследованных пробах воды в 2012 г. содержание хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) было ниже предела определения использованного аналитического метода.

Металлы. Концентрация меди была ниже $DL=0,5 \text{ мкг/дм}^3$ в 6 из 199 проанализированных проб. Максимальное значение достигало 13 мкг/дм^3 в придонном слое вод в августе.

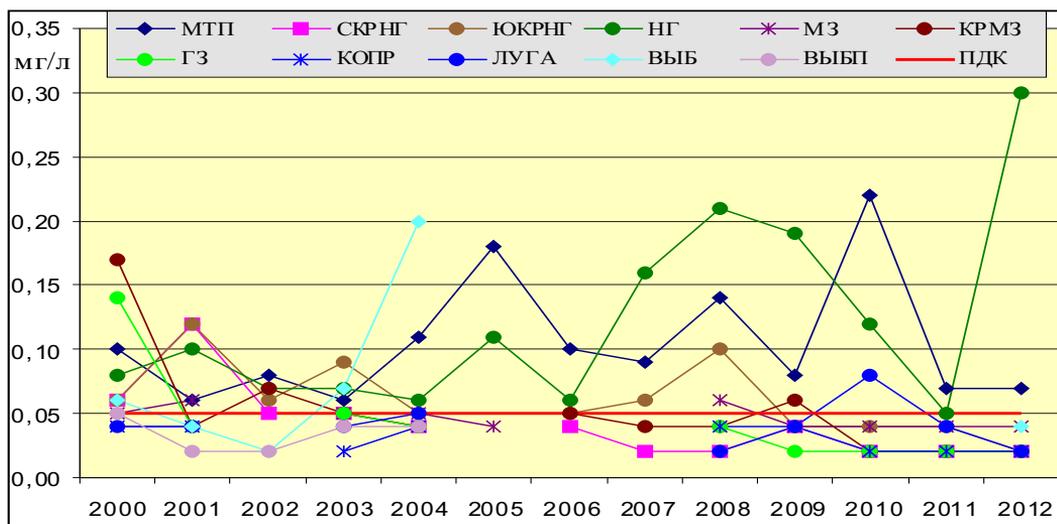


Рис. 4.3. Динамика максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в водах различных районов Невской губы в 2000–2012 гг. Районы: Невская губа — Акватория Морского Торгового Порта МТП, Северный курортный район СКРНГ, Южный курортный район ЮКРНГ, Центральная часть губы НГ; восточная часть Финского залива — Мелководная зона МЗ, Курортный район мелководной зоны КРМЗ, Глубоководная зона ГЗ; Копорская губа КОПР, Лужская губа ЛУГА, Выборгский залив ВЫБ, Выборг-порт ВЫБП.

Средняя за год величина составила 3,14 мкг/дм³. Все средние за месяц значения превышали норматив, максимум отмечен в мае (3,97 мкг/дм³, 4 ПДК), а в зимний период наблюдалось понижение уровня содержания меди (1,15–2,53 мкг/дм³). Несмотря на наблюдавшиеся в 2012 г. относительно высокие значения концентрации меди в водах Невской губы, однако в целом за прошедшее десятилетие отмечается хорошо выраженная тенденция снижения ее содержания во всех районах губы, за исключением южного курортного района (рис. 4.4).

В 2012 г. проб с концентрацией цинка ниже DL отмечено не было. Максимальное значение в поверхностном горизонте (71,0 мкг/дм³, 7,1 ПДК), а в придонном слое (186,0 мкг/дм³,

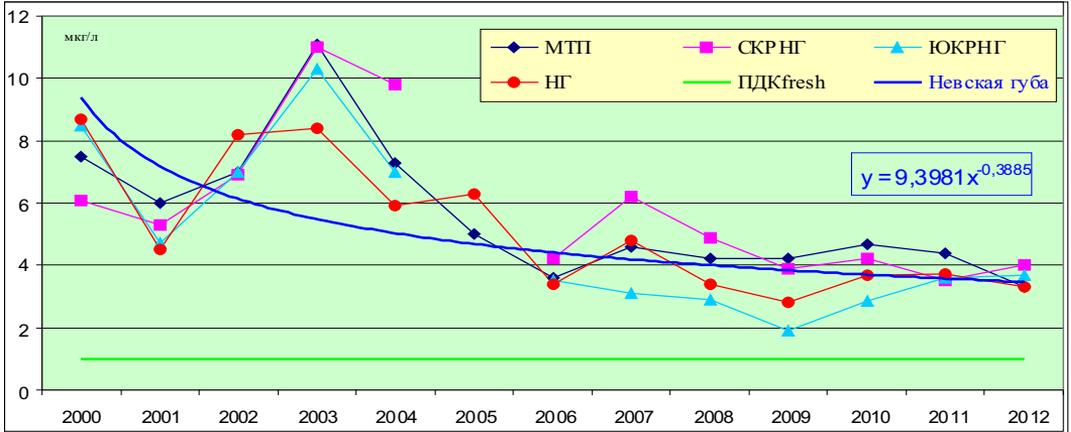


Рис. 4.4. Динамика средней концентрации меди (мкг/дм³) в водах различных районов Невской губы в 2000–2012 гг.

18,6 ПДК) были отмечены в августе. Средняя концентрация за весь период наблюдений составила 15,7 мкг/дм³. Повторяемость превышения ПДК за год составила 61%. Среднемесячная концентрация цинка изменялась в диапазоне от 7,9 до 2,5 мкг/дм³. В течение всего периода наблюдений средние за месяц значения не превышали ПДК только в марте. Концентрация марганца в 7,6% проб из 199 обработанных была ниже предела обнаружения (DL=1 мкг/дм³), а в 30,7% была выше ПДК. Наиболее высокие значения были зафиксированы в феврале у мыса Лисий Нос в придонном слое (287,0 мкг/дм³) и в мае (135 мкг/дм³) на поверхности в начале Морского канала. Средняя за год концентрация составила 11,66 мкг/дм³. В 61 из 199 обработанных проб (30,7%) концентрация свинца была ниже предела чувствительности метода определения DL=2,0 мкг/дм³. Среднее значение за год было 2,67 мкг/дм³. В 20 пробах концентрация превышала ПДК=6 мкг/дм³. Максимум (9,4 мкг/дм³, 1,6 ПДК) был зарегистрирован в феврале на поверхности в северной части открытой части Невской губы.

В 67,3% и 65,3% из 199 отобранных проб значения никеля и кадмия были ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа DL=2,0 и 0,5 мкг/дм³. В остальных пробах концентрация никеля достигала 19,0 мкг/дм³ (1,9 ПДК, июнь), средняя 1,1 мкг/дм³; кадмия до 4,1 мкг/дм³ (4,1 ПДК, февраль, открытая часть Невской губы, Морской канал), средняя 0,13 мкг/дм³. Концентрация кобальта (максимум 7,8 мкг/дм³, 1,1 ПДК) и хрома (7,0 мкг/дм³, 0,2 ПДК) была ниже предела чувствительности метода определения в 83,9% и 71,9% проб. В 2012 г. содержание в воде марганца было максимальным за последние пять лет. Уровень загрязненности медью несколько снизился, а свинцом — вырос. Уровень загрязненности никелем уменьшился по сравнению с предыдущим годом по средним значениям в 3 раза, по максимальным в 2 раза.

4.6. Загрязнение вод курортных районов Невской губы

Южный курортный район

Органические ЗВ. Во всех отобранных 15 пробах содержание нефтяных углеводородов было ниже предела чувствительности метода определения ($DL=0,04$ мг/дм³). По сравнению с 2011 г. содержание НУ в водах района уменьшилось. В 77% и 100% проб концентрация СПАВ и фенола была ниже предела обнаружения, 15 и 0,5 мг/дм³ соответственно. Максимальное значение СПАВ (39 мг/дм³) зафиксировано в мае рядом с берегом у Петродворца. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела чувствительности метода определения. В 2012 г. в южном курортном районе Невской губы концентрация меди была выше ПДК во всех отобранных пробах; диапазон значений составил 2,0–7,9 мг/дм³, максимум зафиксирован в сентябре у Ломоносова; среднее за год значение по всему району равнялась 3,71 мг/дм³. Концентрация цинка ($DL=1$ мг/дм³) изменялась в пределах 2,6–29,0 (2,9 ПДК, сентябрь, вблизи берега у Стрельны); средняя величина в районе составила 10,5 мг/дм³ (1,1 ПДК). В 6 пробах из 15 концентрация цинка превышала ПДК, такие случаи были зафиксированы во все месяцы наблюдений. Наибольшая среднемесячная величина была зафиксирована в сентябре (19,6 мг/дм³). Содержание марганца в 2012 г. было в диапазоне 1,6–19,0 мг/дм³ и превысило ПДК (10,0 мг/дм³) в трех пробах. Наибольшие значения наблюдались в четырех пробах июля и сентября. Концентрация никеля и свинца из 15 отобранных проб в 8 (53%) и в 2 (13%) была ниже $DL=2,0$ мг/дм³; максимум составлял в июне 5,9 мг/дм³ и 8,4 мг/дм³ соответственно. Концентрация кадмия ($DL=0,5$ мг/дм³) достигала 0,11 мг/дм³, кобальта и хрома (для обоих $DL=2,0$ мг/дм³) — 2,5 и 2 мг/дм³, превышение ПДК в период наблюдений зафиксировано не было.

Северный курортный район

Органические ЗВ. Во всех пяти отобранных пробах значения концентрации нефтяных углеводородов и хлорорганических пестицидов была ниже предела чувствительности метода определения. В четырех пробах концентрация СПАВ была ниже предела обнаружения, а в двух других 11 и 15 мг/дм³. В течение 2012 г. во всех отобранных в северном курортном районе пробах значения концентрации меди превысили ПДК (1 мг/дм³) и составили 2,1–9,2 мг/дм³; в среднем 4,0 мг/дм³; максимальная концентрация была зафиксирована в сентябре (9,2 ПДК). Диапазон значений концентрации цинка составил 2,9–21,0 мг/дм³ (2,1 ПДК, сентябрь); среднегодовое значение составило 11,7 мг/дм³ (1,2 ПДК). В одной пробе концентрация марганца превышала ПДК и составляла 19,0 мг/дм³ (1,9 ПДК, сентябрь). Значений ниже предела чувствительности метода ($<1,0$ мг/дм³) зафиксировано не было. Только в одной пробе концентрация кадмия (0,39 мг/дм³) превысила предел чувствительности метода определения. В четырёх из 5 проб концентрация свинца превысила предел чувствительности метода определения (2,0 мг/дм³), максимальное значение 5,0 мг/дм³ было зафиксировано в июле. Концентрация никеля составила 2,9 и 5,0 мг/дм³, кобальта в одной пробе 2,0 мг/дм³; общего хрома в двух пробах из вод северного курортного района — 1,4 и 2,9 мг/дм³. Превышения ПДК по этим металлам зафиксировано не было. В 2012 г. воды курортных районов Невской губы были более всего загрязнены марганцем, медью и цинком.

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

Органические ЗВ. Концентрация НУ была ниже $DL=0,04$ мг/дм³ в 8 из 10 проб; а наибольшее значение равнялось $0,04$ мг/дм³ ($0,8$ ПДК). По сравнению с 2011 г. загрязненность вод НУ снизилась. Из 10 отобранных проб в трех значения концентрации СПАВ превышали предел чувствительности метода определения, составив 8 и дважды 15 мкг/дм³. Концентрация органических веществ по БПК₅ была в пределах $1,19$ – $3,03$, в среднем $2,22$ мгО₂/дм³. Хлороорганические пестициды ДДТ и ГХЦГ не обнаружены.

Металлы. В 2012 г. в 3 пробах воды из 10 концентрация меди была выше ПДК= 5 мкг/дм³; максимум наблюдался в июне на ст.19а и составил 12 мкг/дм³ ($2,4$ ПДК); средняя составила $4,6$ мкг/дм³. Концентрация цинка была выше $DL=1$ мкг/дм³ во всех пробах, диапазон $6,4$ – $17,0$ мкг/дм³ ($0,3$ ПДК в сентябре); средняя $10,2$ мкг/дм³. Содержание марганца выше аналитического нуля ($DL=1$ мкг/дм³) было во всех пробах, минимум $1,5$ мкг/дм³, а максимум достигал 17 мкг/дм³ ($0,3$ ПДК) в сентябре у Зеленогорска. Концентрация свинца изменялась в диапазоне $<2,0$ – $9,2$ мкг/дм³ (июнь); в среднем $3,7$ мкг/дм³. Из отобранных проб в четырёх концентрация никеля была ниже предела чувствительности метода (40%). В остальных пробах значения менялись в диапазоне от $2,0$ до 5 мкг/дм³ ($0,5$ ПДК, август-сентябрь). Концентрация общего хрома была ниже DL во всех пробах кроме двух ($1,0$ и $2,8$ мкг/дм³, тах июль, Зеленогорск), кадмия — в 60% проб, тах $0,19$ мкг/дм³; кобальта — в 70% проб, тах $2,3$ мкг/дм³. Более всего в 2012 г. воды курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива были загрязнены медью, цинком и марганцем. Наибольшие концентрации были равномерно распределены между станциями контроля. Также было отмечено уменьшение содержания кобальта. Количество проб с концентрацией меди выше ПДК, увеличившееся в 2011 г. с 17 до 42% , снова уменьшилось до уровня 30% . Средняя за год концентрация марганца и цинка уменьшились в 2012 г. с $24,4$ и $13,1$ мкг/дм³ до $5,45$ и $10,17$ мкг/дм³ соответственно.

4.8. Морской торговый порт (МТП)

Наблюдения в МТП в 2012 г. проводились ежемесячно с января по сентябрь. Отбор проб осуществлялся с поверхностного и придонного горизонтов на глубине 11 м. **Солёность** в порту составляла $0,06$ – $0,09\%$. Содержание в воде растворенного кислорода было в пределах нормы и изменялось в диапазоне $7,76$ – $14,30$ мг/дм³ на поверхности и $7,66$ – $12,78$ мг/дм³ у дна; наименьшие значения наблюдались в июле. На придонном горизонте насыщение вод кислородом составило 102% в мае, в остальные месяцы не превышало 91% , наименьшее значение ($81,5\%$) в июле. Величина водородного показателя pH была в пределах нормы и изменялась от $7,30$ до $7,77$. На акватории МТП за весь период наблюдений щелочность варьировала в узком интервале $0,544$ – $0,641$ ммоль/дм³. Максимальные значения щелочности обнаружены в пробах, отобранных в феврале. В водах порта величина биохимического потребления кислорода (БПК₅), характеризующая содержание легкоокисляемых органических соединений, в течение года варьировала в широких пределах $0,85$ – $4,40$ мгО₂/дм³ на поверхности и $0,96$ – $2,53$ мгО₂/дм³ у дна; в среднем во всем столбе воды $2,03$ мгО₂/дм³. В 6 пробах из 15 значения БПК₅ превышали норму $2,0$ мгО₂/дм³.

Содержание в воде порта фосфатного **фосфора** в течение 2012 г. изменялось от значения ниже предела обнаружения в 8 пробах ($<5,0$ мкг/дм³) до 15 мкг/дм³ в середине апреля у дна. В среднем за год концентрация фосфатов составила $4,07$ мкг/дм³. Содержание общего фосфора изменялось от аналитического нуля ($DL=5$ мкг/дм³) до 27 мкг/дм³ в апреле на придонном горизонте. Средняя концентрация общего фосфора ($11,96$ мкг/дм³) в 3 раза превышала таковую фосфатов.

Содержание аммонийного азота в водах порта изменялось в пределах 51–300 мкг/дм³, максимум отмечен на поверхности в марте; среднее значение 164,1 мкг/дм³. За последние годы можно отметить тенденцию к росту содержания аммонийного азота на акватории МТП начиная с 2009 г. Концентрация нитритного азота в порту изменялась в диапазоне 1,5–23 мкг/дм³ (сентябрь, дно). Концентрация нитратов изменялась в пределах 160–450, средняя 275,3 мкг/дм³; у дна она была меньше (253), чем на поверхности (290 мкг/дм³). Содержание в воде акватории порта общего азота в 2012 г. изменялось в широком диапазоне 620–1240, в среднем 874 мкг/дм³. Значения больше 1000 мкг/дм³ были отмечены в марте, июне и августе на поверхности, в придонном слое — один раз в августе. Концентрация кремния была в пределах 87–740 мкг/дм³, максимум содержания кремния был зафиксирован в феврале у дна, среднее значение 374 мкг/дм³).

Органические ЗВ. Содержание нефтяных углеводородов в водах порта в 2012 г. изменялось от значений ниже предела обнаружения (DL=0,04 мг/дм³, 10 проб из 15) до 0,07 мг/дм³ (1,4 ПДК, январь, поверхность). Концентрация СПАВ находилась выше предела обнаружения DL=15 мкг/дм³ в 5 пробах, а максимальная за год величина (53 мкг/дм³) была зафиксирована в июне в придонном слое. Максимальная концентрация фенола составила 0,8 мкг/дм³ и наблюдалась в апреле и мае в придонном горизонте. Во всех отобранных пробах концентрация хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) была ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. На станции Морского торгового порта в 2012 г. в 95% проб воды концентрация меди была ниже ПДК только в 1 пробе; среднее за год значение составило 3,3 мкг/дм³; диапазон 0,54–6,3 мкг/дм³, максимум в апреле у дна. Среднее содержание меди в придонном слое (4,03 мкг/дм³) было выше, чем на поверхности (2,80 мкг/дм³). В 53% отобранных проб концентрация цинка была выше ПДК. Диапазон значений составил на поверхности 6,0–39, у дна 7,5–26,0 мкг/дм³; самая высокая концентрация цинка наблюдалась в марте на поверхности; среднее значение 15,8 мкг/дм³. Интервал значений марганца составил 2,0–83,0 мкг/дм³; среднее за год значение в столбе воды от поверхности до дна составило 19,3 мкг/дм³. Концентрация свинца была ниже предела чувствительности метода определения (DL=2 мкг/дм³) в 3 пробах из 15; максимальное значение (8,2 мкг/дм³) было зафиксировано в июле у дна. Наибольшее содержание кадмия (0,5), никеля (4,6), кобальта (3,7) и общего хрома (5,5 мкг/дм³) не превышало установленных для пресных вод ПДК. В целом в 2012 г. в водах порта содержание меди и цинка несколько снизилось по сравнению с предыдущим годом, а содержание значительно марганца возросло.

4.9. Восточная часть Финского залива

В 2012 г. в восточной части Финского залива съемки были выполнены в глубоководном районе (ст. 1, 2, 3, 4, А) и мелководном районе (ст. 19, 20, 21, 22, 24 и 26), в Лужской губе (ст. бл и 18л) и Копорской губе (ст. 3к и 6к) в июле, августе и октябре (рис. 4.5).

В поверхностном слое мелководного района восточной части Финского залива **соленость** изменялась в диапазоне 0,25–1,49‰ (max июль), в придонном 0,33–5,16‰ (max июль). Как и в предыдущие годы, наибольшее распреснение всей водной толщи наблюдалось в северо-восточной части (0,25–1,85‰), что отражает наибольшее влияние стока из Невской губы. В глубоководной части Финского залива диапазон значений солености составил от 1,11–4,91‰ на поверхности и 2,83–7,57‰ у дна. С увеличением глубины значение солености постепенно возрастало из-за притока солоноватых вод из центральной части залива. В пробах из поверхностного горизонта Мелководного района значения абсолютного **кислорода** были в пределах 8,72–12,10 мгО₂/дм³; на придонном горизонте содержание кислорода не соответствовало норме в 6 пробах июля и августа (min 36%), изменяясь в диапазоне от 3,50 до 9,56 мг/дм³. В



Рис. 4.5. Станции мониторинга морской среды в восточной части Финского залива в 2012 г.

в водах глубоководного района значения были ниже нормы в 12% проб. Диапазон значений на поверхности составил $9,07\text{--}10,9\text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, у дна $2,17\text{--}9,35\text{ мг}/\text{дм}^3$. В целом распределение кислорода по вертикали было равномерным. Значения относительного содержания растворенного кислорода изменялись от 41,9% у дна до 116,7% у поверхности. Во всех пробах величина водородного показателя укладывалась в узкий диапазон значений $7,43\text{--}8,94$ и выходила за рамки нормативной величины ($6,5 < \text{pH} < 8,5$) незначительно в августе в приповерхностном горизонте. Значения щелочности на придонном горизонте во всех случаях были выше, чем на поверхности; диапазон на поверхностном горизонте $0,680\text{--}1,292\text{ ммоль}/\text{дм}^3$; в придонном слое $1,032\text{--}1,633\text{ ммоль}/\text{дм}^3$; наибольшие значения были отмечены в августе.

Биогенные элементы. Во всех пробах воды содержание фосфатного фосфора не превышало предельно допустимой концентрации ($200\text{ мкг}/\text{дм}^3$). В поверхностном слое концентрация фосфатов были выше предела чувствительности метода ($DL=5\text{ мкг}/\text{дм}^3$) в 3 пробах, максимум составил $7,4\text{ мкг}/\text{дм}^3$ (ст.А, октябрь). В придонном слое значения находились в диапазоне от минимально определяемых величин до $64,0\text{ мкг}/\text{дм}^3$ (ст.2, октябрь). Содержание общего фосфора на поверхности менялось от $5,0$ до $41,0\text{ мкг}/\text{дм}^3$, у дна $15,0\text{--}93,0\text{ мкг}/\text{дм}^3$. На станциях глубоководного района концентрация кремния на поверхности менялись в диапазоне от минимально определяемых величин ($DL=10,0$) до $450\text{ мкг}/\text{дм}^3$; у дна $21\text{--}930\text{ мкг}/\text{дм}^3$. На всех станциях содержание кремния в воде увеличивалось с глубиной: на поверхности в среднем 163 ; в придонном слое $502\text{ мкг}/\text{дм}^3$. Концентрация аммонийного азота изменялась в диапазоне $0\text{--}150\text{ мкг}/\text{дм}^3$ (в 10 пробах из 48 ниже предела обнаружения); максимум отмечен у Зеленогорска в конце августа в толще воды. Значения концентрации нитритного азота были во всех пробах от аналитического нуля ($DL=0,5$; семь проб из 48 до $40\text{ мкг}/\text{дм}^3$, в среднем $6,3\text{ мкг}/\text{дм}^3$). С глубиной количество нитритов увеличивалось: $3,5$ на поверхности и $13,9\text{ мкг}/\text{дм}^3$ у дна. Диапазон значений концентрации нитратного азота составил: на поверхности $8,1\text{--}70,0\text{ мкг}/\text{дм}^3$, у дна $28,0\text{--}170\text{ мкг}/\text{дм}^3$. Средняя величина для всего столба воды составила $52,5\text{ мкг}/\text{дм}^3$; максимум отмечен на ст.1 в придонном слое в середине июля. Содержание общего азота на поверхности изменялось от 350 до $570\text{ мкг}/\text{дм}^3$, у дна $320\text{--}700\text{ мкг}/\text{дм}^3$. Все вертикальные различия в концентрации общего азота обусловлены колебаниями содержания органического азота, доля которого в составе общего азота в толще воды (поверхность–дно) преобладала и составляла от 80 до 90%. Среднее значение во всей толще составило $467\text{ мкг}/\text{дм}^3$.

Органические ЗВ. Концентрация нефтяных углеводородов на уровне предела обнаружения ($DL=0,04 \text{ мг/дм}^3$) была отмечена только в трех пробах из 42. Концентрация СПАВ находилась выше предела обнаружения $DL=15 \text{ мкг/дм}^3$ в 5 пробах из 31. Максимальная величина в поверхностном слое 36 мкг/дм^3 , в придонном 41 мкг/дм^3 (11 июля). Максимальная концентрация фенола в поверхностном слое составила $0,6 \text{ мкг/дм}^3$ и наблюдалась в августе. В придонном горизонте концентрация фенола выше предела обнаружения отмечались в трех пробах, максимальная концентрация составила $0,7 \text{ мкг/дм}^3$ (ст.2, август). Во всех отобранных пробах концентрация хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) была ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. Концентрация металлов в водах залива составляла: свинца $<2,0-19$, в среднем $8,0 \text{ мкг/дм}^3$, превышение ПДК в 2 пробах; медь $1,8-9,6$ (3,3); кадмий $0,1-0,68$ (0,40); марганец $<1,0-32,0$ (8,7); цинк $1,3-17,0$ (6,3); никель $<2,0-8,2$ (4,7); кобальт $<2,0-2,2$ (2,01); хром $<2,0-8,8$ (3,6) и ртути $<0,05-0,22$ (2,2 ПДК), в среднем $0,083 \text{ мкг/дм}^3$.

4.10. Копорская губа

Значения **солености** в водах Копорской губы изменялись от 1,94 ‰ на поверхности до 6,13 ‰ у дна. Концентрация кислорода находилась в пределах $9,06-10,20 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ на поверхностном горизонте и $5,86-8,35 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ в придонном слое вод; насыщение вод кислородом $96,4-100,5\%$, и $54,9-82,6\%$ соответственно. Значения ниже нормы по относительному содержанию кислорода фиксировались в 7 пробах, по абсолютному содержанию — в двух пробах на ст. бк в августе и октябре (придонный горизонт). Во всех пробах воды величина водородного показателя не выходила за рамки нормативной величины ($6,5 < \text{pH} < 8,5$), вертикальные различия от поверхности до дна на обеих станциях были незначительными; диапазон значений составил $7,47-8,55$; максимум зафиксирован на поверхности. Значения общей щелочности изменялись от $0,782$ до $1,4 \text{ ммоль/дм}^3$ и с глубиной увеличивались.

Биогенные элементы. Концентрация фосфатного фосфора в водах губы незначительно менялась с глубиной в диапазоне $<5,0-26,0 \text{ мкг/дм}^3$, максимум на ст.бк. Содержание кремния на поверхностном горизонте держалось в пределах $26-55 \text{ мкг/дм}^3$, в придонном слое $130-790 \text{ мкг/дм}^3$ с максимумом в июле на ст.бк. Концентрация аммонийного азота достигала в поверхностном слое 26 мкг/дм^3 , в придонном 58 мкг/дм^3 . Максимальное содержание нитритного азота ($6,9 \text{ мкг/дм}^3$) было значительно ниже ПДК= 20 мкг/дм^3 и зафиксировано в придонном слое. Концентрация нитратов в обоих слоях воды изменялась в диапазоне $6,2-110 \text{ мкг/дм}^3$. Значения общего азота менялись в пределах $280-650 \text{ мкг/дм}^3$, максимум был зафиксирован на ст.бк на глубине 20 м. Как и во всех остальных районах восточной части Финского залива, основную долю общего азота занимал органический азот — 82%.

Тяжелые металлы. Концентрация меди ни в одной из 12 отобранных проб не превысила ПДК= 5 мкг/дм^3 , максимум достигал $4,6 \text{ мкг/дм}^3$. Среднее значение было несколько ниже уровня предыдущего года, и находилось в пределах естественных межгодовых колебаний

Таблица 4.1. Средняя концентрация и диапазон изменений (мкг/дм^3) тяжелых металлов в Копорской губе в 2007–2012 гг.

Элемент	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Свинец	3,7	8,0	< 2,0	6,5	8,2 (6,2–9,4)	6,10 (2,0–8,3)
Марганец	< 1,0	< 1,0	53	< 1,0	2,0 (1,0–2,6)	4,09 (<1,0–13,0)
Медь	2,9	7,4	4,5	5,8	6,9 (4,7–8,0)	<3,6 (<3,6–4,6)
Цинк	2,4	9,3	21,5	12,5	13,8 (12,0–16,0)	5,34 (2,4–11,0)

(табл. 4.1). Диапазон содержания кадмия в пробах составил <0,50–0,72 мкг/дм³; максимум отмечен у дна; цинка 2,4–11,0 мкг/дм³; все значения были ниже уровня ПДК. Во всех отобранных пробах концентрация марганца была ниже ПДК. Среднегодовое содержание свинца немного уменьшилось до уровня 2010 г.; максимум отмечен в поверхностном слое вод. Диапазон концентрации хрома составлял от значений менее предела обнаружения (<2,0) до 4,6 мкг/дм³.

Органические ЗВ. Во всех пробах концентрация нефтяных углеводородов (DL=0,04 мг/дм³), фенола (DL=0,5 мкг/дм³) и хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) была ниже предела чувствительности метода определения. Диапазон концентрации СПАВ составил <15–24 мкг/дм³ (мах ст. бк, октябрь, дно, почти в 2 раза меньше прошлогоднего).

4.11. Лужская губа

В 2012 г. значения **солености** в Лужской губе изменялись в диапазоне 3,45–5,91‰. Концентрация кислорода соответствовала принятым нормативам (6 мг/дм³) во всех отобранных пробах и изменялась в пределах от 9,05 до 9,40 мг/дм³, в придонном 6,22–9,27 мг/дм³, насыщение вод кислородом было ниже нормы (70%) в 4 пробах. На обеих станциях величина водородного показателя не выходила за рамки нормативной величины (6,5<pH<8,5), а диапазон величин составил 7,59–8,37. Значения общей щелочности изменялись в узком диапазоне 1,190–1,408 ммоль/дм³.

Биогенные элементы. В 2012 г. в большинстве случаев значения фосфатов по фосфору было ниже предела обнаружения (5 мкг/дм³). Максимальная концентрация составила 19 мкг/дм³ и была зафиксирована в июле на ст.бл у дна. Максимальная концентрация общего фосфора для Лужской губы составила 43 мкг/дм³ (август, ст.бл, придонный слой). Содержание кремния варьировало в диапазоне 81–920 мкг/дм³; в глубине губы на поверхностном горизонте содержание кремния было выше, чем на выходе, в придонном слое — наоборот. Концентрация нитритного азота изменялась в диапазоне от 0,8 до 6,7 мкг/дм³, максимум отмечен у дна. Содержание нитратного азота на поверхности изменялось в диапазоне 19–26 мкг/дм³, у дна 12–150 мкг/дм³. Концентрация аммонийного азота не превышала ПДК, а диапазон значений составил <10–47 мкг/дм³, минимальная величина отмечена у дна. Концентрация общего азота в поверхностном и придонном горизонтах составила 470 и 650 мкг/дм³ соответственно.

Тяжелые металлы. Во всех отобранных в Лужской губе пробах кроме одной содержания меди не превышало уровень ПДК и было в диапазоне <3,6–5,7 мкг/дм³. Максимальная концентрация (1,1 ПДК) была отмечена в июле на ст.бл на придонном горизонте. В 90% проб концентрация кадмия была ниже предела обнаружения (DL=0,50 мкг/дм³), а единственная значимая цифра (0,50 мкг/дм³) была зафиксирована на ст.бл в придонном слое вод в июле. Концентрация цинка изменялась в пределах 2,9–10,0 мкг/дм³, максимум (10 мкг/дм³) был отмечен на поверхности на ст.бл в июле. Диапазон концентрации марганца составил <1,0–7,9 мкг/дм³, а максимум зафиксирован на придонном горизонте на ст.бл. Концентрация свинца изменялась в пределах 2,4–9,8 мкг/дм³; максимум был зафиксирован в придонном слое на

Таблица 4.2. Средняя концентрация и диапазон изменений (мкг/дм³) тяжелых металлов в Лужской губе в 2007–2012 гг.

Элемент	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Свинец	< 2,0	7,7	< 2,0	10,5	5,7 (4,9–6,9)	5,68 (2,4–9,8)
Марганец	1,5	2,6	138	40	4,4 (1,70–6,9)	2,85 (<1,0–7,9)
Медь	8,7	5,7	6,4	6,4	7,5 (6,8–8,5)	<3,6 (<3,6–5,7)
Цинк	6,0	10,1	30,5	18,3	14,3 (10,0–21,0)	5,83 (2,9–10,0)

ст.бл. Диапазон значений общего хрома составил $<2,0-8,3$ мкг/дм³. Максимальное значение было зафиксировано у дна в устье губы ст.бл.

Органические ЗВ. Концентрация нефтепродуктов выше предела обнаружения (0,04 мкг/дм³) по результатам съеомк в Лужской губе зафиксировано не было. Максимальная концентрация фенола составила 0,7 мкг/дм³ при DL=0,5 мкг/дм³. Содержание хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) было ниже предела чувствительности метода определения. Диапазон значимой концентрации СПАВ составил 30–44 мкг/дм³ (максимум — на ст. бл, июль, на поверхности).

В 2012 г. Северо-Западным филиалом ФГБУ «НПО «Тайфун»» в фоновой точке, расположенной в 1 км от причалов Морского торгового порта Усть-Луга, в рамках хозяйственных работ ежемесячно проводился отбор проб поверхностных вод для определения гидрохимических показателей и концентрации загрязняющих веществ: НУ, СПАВ, фенолов и ТМ. В период исследований значения рН в водах порта находились в пределах 7,83–8,53 при среднем значении 7,96 единиц. Содержание растворенного кислорода было в интервале 8,21–11,8 мгО₂/дм³ при среднем значении 10,4 мгО₂/дм³. Значения БПК₅ изменялись в пределах от $<0,50$ до 4,60 мгО₂/дм³ (2,3 ПДК) при среднем значении 1,54 мгО₂/дм³. Значения ХПК были в пределах 5,90–114 мгО₂/дм³ (3,8 ПДК) и составляли в среднем 38,5 мгО₂/дм³. Содержание в воде порта сульфатов изменялось от 92,4 до 336 мкг/дм³, среднее значение 223 мкг/дм³. Концентрация хлоридов была в пределах 547–2213 при среднем значении 1523 мкг/дм³. Содержание взвеси изменялось в пределах от значений менее предела обнаружения (<5 мг/л) до 12,4 мг/дм³. Средняя концентрация взвешенных веществ за период наблюдений составила 4,60 мг/дм³.

Концентрация аммонийного азота изменялась от нижнего предела обнаружения (DL=5,0 мкг/дм³) до 198 мкг/дм³; средняя концентрация за период наблюдений составила 61,7 мкг/дм³; содержание нитритного азота было в пределах от 2,78 до 12,0; средняя 5,59 мкг/дм³; нитратного азота $<5,0-942$, в среднем 202 мкг/дм³; общего азота $<30,0-1650$, в среднем 387 мкг/л; фосфатного фосфора 3,20–118, в среднем 41,4 мкг/дм³. В целом, полученные результаты лабораторных исследований гидрохимических параметров и биогенных соединений на обследованных участках соответствуют многолетней динамике основных гидрохимических характеристик вод прибрежной акватории восточной части Финского залива.

Содержание общего железа изменялось от 180 (3,6 ПДК) до 1090 мкг/дм³ (21,8 ПДК) при среднем значении 560 мкг/дм³ (11,2 ПДК); алюминия от нижнего предела обнаружения (DL=4 мкг/дм³) до 61 мкг/дм³ (1,5 ПДК), в среднем 24 мкг/дм³; марганца от <1 до 100 мкг/дм³ (2,0 ПДК), в среднем 26 мкг/дм³; меди от <1 до 3, в среднем 0,8 мкг/дм³; цинка от <1 до 6, в среднем 1,5 мкг/дм³. Содержание никеля во всех пробах не превышало предел обнаружения DL=3 мкг/дм³.

Концентрация суммы нефтяных углеводородов в водах порта Усть-Луга в отдельных пробах достигала предел обнаружения DL=0,04 мкг/дм³ (0,8 ПДК). Содержание СПАВ в водах Лужской губы изменялось в пределах 10–36 мкг/дм³; фенолов 2–5 мкг/дм³ (5 ПДК), при среднем значении 1,26 мкг/дм³. Расчет ИЗВ для обследованной акватории порта Усть-Луга выполнялся с использованием значений концентрации растворенного кислорода, железа и алюминия и величины ХПК₅. Полученные средние за месяц значения индекса ИЗВ в прибрежной части Лужской губы изменялись от 1,59 (июль) до 6,11 (ноябрь). Среднее за период наблюдений 2012 г. значение ИЗВ для контролируемой акватории составило 3,42, VI класс качества, «очень грязные».

4.12. Выборгский залив



Рис. 4.6. Расположение станций в Выборгском заливе

В 2012 г. в Выборгском заливе съемки были выполнены на ст. 1, 2, ВС, Д, 3, ПС, СЗ и в акватории Выборгского порта — ст. А, в июле, августе и октябре (рис. 4.6).

В 2012 г. значения **солености** в Выборгском заливе изменялись в диапазоне 0,08–3,06‰ максимальное значение было зафиксировано в августе на ст. ВС на придонном горизонте. Концентрация кислорода соот-

ветствовала принятым нормативам (6 мг/дм³) в большинстве отобранных проб, и изменялась в пределах от 6,64 до 10,2 мг/дм³ в поверхностном горизонте, а в придонном 4,52–9,23 мг/дм³, насыщение вод кислородом было ниже нормы (70%) в 6 пробах. Величина водородного показателя не выходила за рамки нормативной величины (6,5 < рН < 8,5), а диапазон составил 6,8–8,31. Значения общей щелочности изменялись в диапазоне 0,293–1,348 ммоль/дм³.

Биогенные элементы. В 2012 г. концентрация азотных соединений выше ПДК зафиксирована не была. Все максимальные наибольшие значения были отмечены в октябре на ст. 2: максимальная концентрация нитритного азота в поверхностном слое составила 5,6 мкг/дм³, на придонном горизонте 5,2 мкг/дм³; нитратного азота в поверхностном слое составила 180 мкг/дм³, в придонном 190 мкг/дм³, аммонийного азота у поверхности 100 мкг/дм³, у дна 97 мкг/дм³. Концентрация общего азота в поверхностном и придонном слоях составила 350–970 и 370–890 мкг/дм³ соответственно. В большинстве случаев (58% проб) значения фосфатов по фосфору было ниже предела обнаружения (5 мкг/дм³). Значимые концентрации в поверхностном слое находились в диапазоне от 5 до 15 мкг/дм³, в придонном — от 6 до 18 мкг/дм³. Максимальная концентрация общего фосфора в поверхностном слое составила 38 мкг/дм³, в придонном — 31 мкг/дм³, значения были зафиксированы в октябре на ст. 2.

Органические ЗВ. Концентрация нефтяных углеводородов выше предела обнаружения (0,04 мг/дм³) в водах Выборгского залива была зафиксирована в 2 пробах со ст. 2 из поверхностного слоя в октябре и придонного в августе. Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ превышало установленный норматив (2 мг О₂/дм³) в 42% всех отобранных проб. Максимальная концентрация органических веществ по БПК₅ наблюдалась в июле на ст. ПС на поверхностном горизонте и составила 4,32 мг О₂/дм³, (2,1 ПДК). Содержание фенола выше предела обнаружения (DL=0,5 мкг/дм³) было зафиксировано в пяти пробах, отобранных на придонном горизонте на станциях №1 и 2 в июле, августе и октябре, диапазон концентрации составил 0,6–0,7 мкг/дм³. Значимая концентрация СПАВ (15 мкг/дм³) была отмечена в одной пробе, отобранной на ст. ПС в августе в придонном слое. Во всех отобранных пробах концентрация хлорорганических пестицидов была ниже предела чувствительности метода определения.

Металлы. В 19% проб воды концентрация меди превышала ПДК. Среднее за год значение составило 3,7 мкг/дм³; диапазон значений 1,0–6,80 мкг/дм³ (максимум 1,3 ПДК в июле). Значения концентрации цинка, свинца, кадмия, никеля, кобальта, хрома и марганца выше ПДК зафиксированы не были. Диапазон значений цинка составил на поверхности 2–18 мкг/дм³, у дна 1,6–20,0 мкг/дм³; марганца в обоих слоях 1,1–36,0 мкг/дм³ соответственно; среднее за год значение в столбе воды от поверхности до дна составило 11,2 мкг/дм³. Концентрация свинца

была ниже предела чувствительности метода определения ($DL=2$ мкг/дм³) в 4 пробах из 40; максимальные величины на поверхности (8,3 мкг/дм³) и на дне (9,5 мкг/дм³) были зафиксированы в июле. Диапазон концентрации никеля составил <2,0–5,3 мкг/дм³, кадмия <0,5–0,61, кобальта <2,0–2,1 и общего хрома — <2,0–5,2 мкг/дм³.

Акватория Выборгского порта. В водах порта значения солености изменялись в пределах 0,45–1,51‰ во всей водной толще. Содержание кислорода и изменялось в пределах 6,87–8,37 мгО₂/дм³. Максимальное насыщение вод кислородом наблюдалось в августе в поверхностном слое (84%). Наибольшая концентрация биогенных элементов составила: нитритного азота 3 мкг/дм³ (август, придонный горизонт), нитратного и аммонийного азота 200/120 мкг/дм³ в октябре на поверхностном горизонте. Содержание фосфора фосфатов в водах акватории Выборгского порта не превышало установленный норматив, а максимум составил 12 мкг/дм³ (октябрь, поверхностный горизонт); там же зафиксировано экстремальное значение общего фосфора (37 мкг/дм³).

Органические ЗВ. Концентрация нефтяных углеводородов выше предела обнаружения (0,04 мг/дм³) была зафиксирована в одной пробе в июле в придонном горизонте и составила 0,06 г/дм³ (1,2 ПДК). Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ превышало установленный норматив (2 мгО₂/дм³) в 33% всех отобранных проб. Максимальная концентрация (2,87 мгО₂/дм³) наблюдалась в июле на поверхностном горизонте. Максимальная концентрация фенола составила 0,8 мкг/дм³ и наблюдалась в июле у дна. Концентрация СПАВ и хлорорганических пестицидов в водах акватории Выборгского порта была ниже предела обнаружения во всех отобранных пробах.

Тяжёлые металлы. Концентрация марганца превышала предельно допустимую (50 мкг/дм³) в одной пробе, отобранной в октябре на поверхностном горизонте и составила 141 мкг/дм³ (2,8 ПДК); диапазон 9,9–141,0 мкг/дм³. Содержание меди, свинца, кадмия, никеля, кобальта, общего хрома и цинка не превышало установленных ПДК. Диапазон концентрации меди составил <3,6–4,2 мкг/дм³; свинца 3,6–5,6; хрома <2,0–4,3 и цинка 6,3–16,0 мкг/дм³. Во всех проанализированных пробах концентрация кадмия была менее предела обнаружения (0,5 мкг/дм³).

4.13. Международные экспедиционные исследования

В рамках совместной финско-русской экспедиции на НИС «Аранда» в период 16–17 января и 5–9 февраля 2012 г. была выполнена съемка Финского залива (рис. 4.7). Во время съемки значения водородного показателя изменялись в пределах 8,10–8,33, среднее 8,20 единиц рН. Значения удельной электропроводности изменялись от 65800 до 10830 мкСм/см, среднее 9648 мкСм/см. Минимальная величина была зафиксирована в поверхностном слое воды на выходе из Выборгского залива, максимальная на придонном горизонте мористой части Нарвского залива. Значения общей щелочности вод обследованной акватории находились в пределах от 1,03 до 1,46 мг-экв/дм³, среднее 1,25 мг-экв/дм³, минимум был отмечен на поверхностном горизонте мористой части Ботнического залива, максимум в придонном слое у о-ва Гогланд.

Концентрация аммонийного азота изменялась от 0,19 до 0,22 мкг/дм³, среднее 0,20 мкг/дм³; нитритного азота — от предела обнаружения $DL=0,50$ до 1,35 мкг/дм³, среднее 1,20 мкг/дм³; нитратного азота находилось ниже предела обнаружения <5,0 мкг/дм³; минерального фосфора (фосфор фосфатов) изменялось от 229 до 392, среднее 308 мкг/дм³. Минимальные значения были зафиксированы на придонном горизонте на траверзе Хельсинки, максимальные в поверхностном слое воды вблизи о-ва Гогланд. Содержание кремния изменялось в пределах 504–690 мкг/дм³, среднее 599 мкг/дм³.

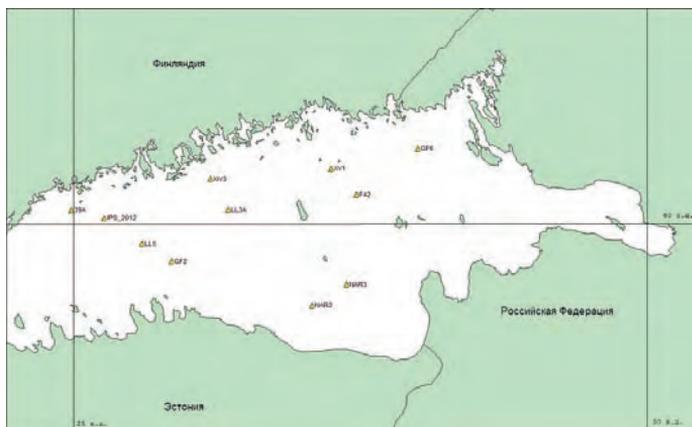


Рис. 4.7. Станции отбора проб на НИС «Аранда» в январе-феврале 2012 г.

Уровень содержания растворенных и эмульгированных нефтяных углеводородов (НУ) в пробах, отобранных в Финском заливе, изменялся в пределах от аналитического нуля до $0,22 \text{ мг/дм}^3$ (4,4 ПДК), среднее $0,0053 \text{ мг/дм}^3$. Максимальная концентрация НУ зафиксирована на придонном горизонте ст. 39А на траверзе г. Хельсинки.

Из 16 приоритетных соединений группы ПАУ в отобранных пробах зафиксированы все соединения. Суммарное содержание ПАУ изменялось от 42 до 68 нг/дм^3 , среднее 55 нг/дм^3 . Из 23 анализируемых хлорорганических пестицидов (ХОП) в водах акватории Финского залива фиксировались соединения группы ДДТ. Уровень содержания соединений групп ГХЦГ, полихлорциклодиенов, гексахлорбензола и пентахлорбензола в большинстве проб был ниже предела обнаружения используемого метода анализа, а частота обнаружения значимой концентрации соединений группы ГХЦГ составляла 17%, соединений группы ДДТ 67% и гексахлорбензола 17%. Среднее содержание ХОП в водах рассматриваемой акватории за период наблюдений для соединений группы ДДТ составляло $0,87 \text{ нг/дм}^3$. Из 15 соединений ПХБ значимая концентрация отмечена для конгенов #52, #99, #101, #105, #118, #138 и #153. Сумма ПХБ в морских водах изменялась от 0,20 до $4,53 \text{ нг/дм}^3$, составив в среднем для акватории $1,95 \text{ нг/дм}^3$. Максимальная концентрация суммы ПХБ зафиксирована в поверхностном слое воды на станции расположенной в мористой части Нарвского залива (NAR 3), минимальные в мористой части Выборгского залива. В целом, несмотря на теплое и ветренное начало зимы, полученные результаты вписываются в общую картину распределения гидрохимических показателей, биогенных элементов и загрязняющих веществ, наблюдаемую в предыдущий десятилетний период.

4.14. Куршский залив

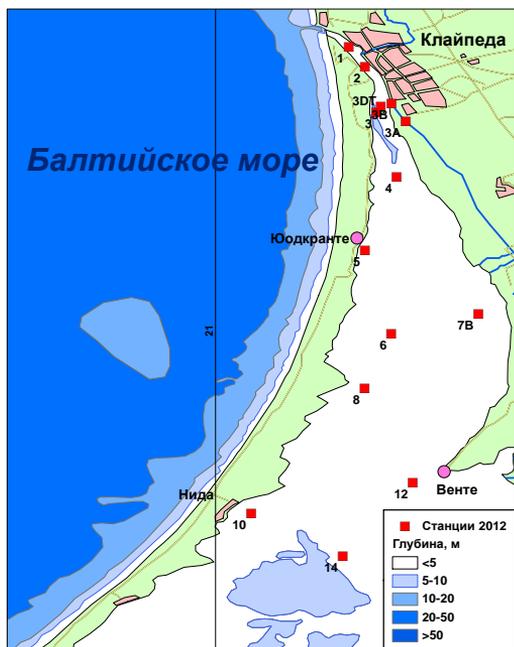
Куршский залив (лит. *Kurdir̃ marios*) — залив-лагуна, отделяется от моря Куршской косой и на севере соединяется с морем узким (390 м) Клайпедским проливом. Площадь Балтийского моря 1610 км^2 , длина береговой линии более 600 км, средняя глубина лагуны 3,7 м (по другим источникам 3,0–3,5 м), местами глубина достигает 5,0–6,0 м, объем вод лагуны $6,2 \text{ км}^3$, годовое сток рек $23,0 \text{ км}^3$, приток морской воды $5,0 \text{ км}^3$, уровень воды на 12,0 см выше уровня Балтийского моря. Дно залива мягкое, песчаное или илистое. В южной части залива преобладают илистые грунты, оказывающие некоторое влияние на химический состав воды. Гидрологический режим Куршской лагуны определяется взаимодействием речного стока и притоком морских вод, поступающих через Клайпедский пролив. Колебания уровня в заливе определяются величиной речного стока и характером водообмена с морем. В весенний период уровеньная поверхность залива в районе г. Пионерского выше средних уровней моря. Благодаря небольшим глубинам, течениям и часто повторяющемуся волнению вся толща залива хорошо перемешивается. Воды залива сильно распресненные. Только в северной части сказывается

влияние морских вод и соленость здесь выше. По гидрохимическому режиму Куршский залив можно подразделить на три района: северный, находящийся под влиянием речного стока и Балтийского моря; центральный, подверженный сильному влиянию стока река Неман и южный район, в котором речное влияние сказывается в наименьшей степени. Температура воды залива изменяется в широких пределах в зависимости от времени года: в июле она составляет 21,0–21,5°C; в ноябре 5,2–5,8°C. Средняя минерализация залива составляет 230–300 мг/дм³. Акватория залива разделена между Литвой и Калининградской областью России.

Литовская часть Куршского залива

В 2012 г. Департаментом морских исследований Агентства по охране окружающей среды Литвы (г. Клайпеда) были выполнены комплексные наблюдения за состоянием водной среды литовской части Куршского залива. Сеть из 14 станций мониторинга размещена с учетом влияния потенциальных источников загрязнения в Куршском заливе (рис. 4.8). Для оценки состояния вод Куршского залива из 14 станций мониторинга было выбрано 7 станций (1, 3В, 4, 5, 10, 12, 14).

Качество воды Куршского залива определяется многими факторами. Одна из наиболее актуальных проблем — эвтрофикация, вызванная повышением концентрации соединений азота и фосфора, поступающих в залив с водами рек. Основными источниками питательных веществ являются сельскохозяйственная деятельность, бытовые, промышленные, поверхностные (дождевые) сточные воды. Концентрация нитритного азота в толще вод Куршского залива изменялась в пределах от 3 до 17 мкгN/дм³; в среднем 9 мкгN/дм³. В придонном слое вод значения были в диапазоне 5–17 мкгN/дм³ (min ст. №1, max ст. №14); в поверхностном слое 3–15 мкгN/дм³ (min ст. №4, max ст. №14). Концентрация нитратов в поверхностном слое вод изменялась в диапазоне 175–630 мкгN/дм³ (min ст. №4, max ст. №12); в придонном слое 270–500 мкгN/дм³ (min ст. №3В, max ст. №14); средняя концентрация нитратов в заливе составила 340 мкгN/дм³. В Куршском заливе концентрация общего азота в 2012 г. изменялась в придонном слое в пределах 800–1700 мкгN/дм³ (min ст. №1, max ст. №14); в поверхностном слое 870–1600 мкгN/дм³, наибольшие и наименьшие значения на тех же станциях; средняя концентрация общего азота в заливе 1300 мкгN/дм³.



В Куршском заливе концентрация фосфатного фосфора на отдельных станциях изменялась от 11 мкгP/дм³ (ст. №4,12) до 46 мкгP/дм³ (ст. №14); в придонном слое 7–27 мкгP/дм³ (ст. №14/ст. №3В); средняя концентрация фосфатов в Куршском заливе составила 23 мкгP/дм³. В Куршском заливе концентрация фосфора на разных станциях была в пределах от 53 (ст. №4) до 106 мг/л (ст. №14); в придонном слое — от

Рис. 4.8. Схема расположения станций мониторинга в Литовской части Куршского залива в 2012 г.



Рис. 4.9. Многолетняя динамика концентрации общего азота и общего фосфора (мкг/дм³) в толще вод центральной части Куршского залива в период 1997–2012 гг.

59 (ст. №3В) до 108 мкг/дм³ (ст. №14); в поверхностном слое 53–108 мкг/дм³ (ст. №4 и 14); средняя концентрация общего фосфора в заливе — 74 мкг/дм³. Высокая концентрация питательных веществ в воде залива сопровождается значительным развитием фитопланктона и повышенными значениями концентрации хлорофилла «а». В летний период года содержание хлорофилла в поверхностном слое вод изменялось от 43,36 до 80,8 мкг/дм.

В течение последних 15 лет среднегодовая концентрация общего азота в водах залива изменялась от 1117,6 до 1774,52 мкг/дм³, показывая нечетко выраженный тренд на повышение. В этот же период времени содержание общего фосфора было в диапазоне 71,91–146,3 мкг/дм³ и показывало противоположную тенденцию (рис. 4.9).

Другой проблемой является химическое загрязнение залива, вызванное судоходством, портовой деятельностью, утилизацией морского грунта, сельскохозяйственной деятельностью, аварийными случаями, а также трансграничным переносом загрязняющих веществ реками. Однако, в 2012 г. на всех станциях северной части Куршского залива концентрация нефтяных углеводородов не превышала предела определения используемого метода химического анализа (0,10 мг/дм³). Значительных колебаний концентрации исследуемых в 2012 г. тяжёлых металлов (свинца, кадмия, хрома, ванадия, алюминия и олова) в воде Куршского залива отмечено не было. На всех станциях концентрация тяжёлых металлов была ниже предела определения метода анализа: Pb — 1,0; Cd — 0,070; Cr — 0,50; V — 5,0; Al — 50 и Sn — 5,0 мкг/дм³. Концентрация меди в придонном слое вод на ст. №1 изменялась от значений ниже предела обнаружения (DL=0,8 мкг/дм³) до 1,8 мкг/дм³. Концентрация никеля на всех станциях была меньше предела определения (DL=1,0 мкг/дм³) кроме ст. №10, где концентрация в поверхностном слое была 3,5 мкг/дм³. Концентрация цинка превышала предел обнаружения (DL=5 мкг/дм³) и изменялась от 5,3 мкг/дм³ в поверхностном слое до 11 мкг/дм³ в придонном. Исследования загрязнения донных отложений ртутью показали, что самая высокая концентрация этого металла обнаружена на станции №10 (0,06 мкг/г) и немного меньше на станциях №5 и 12 — 0,03 и 0,04 мкг/г соответственно. На всех других станциях загрязнение Куршского залива ртутью не превышало предела определения метода (0,03 мкг/г).

Российская часть Куршского залива

В 2012 г. Калининградским ЦГМС (филиал ФГБУ «Северо-Западное УГМС») было проведено три гидрохимических съёмки в сентябре-октябре на 6 станциях в Куршском заливе. Поскольку ежегодно объем получаемой заливом пресной воды значительно превышает его собственный объем, поэтому уровень превышает морской на 12–15 см и вода в заливе практически пресная,

солёность в сентябре-ноябре на всех станциях была ниже 1‰. Значение рН в период наблюдений изменялись от 7,02 до 7,80 (слабощелочная среда). Кислородный режим в заливе удовлетворительный. Концентрация кислорода изменялась от 6,3 до 10,8 мгО₂/дм³. Содержание взвешенных веществ в сентябре-октябре в среднем составило 32,3 мг/дм³, диапазон 13–50 мг/дм³, максимальные величины отмечены в октябре на двух станциях в северной части залива.

Содержание биогенных элементов в Куршском заливе можно охарактеризовать как достаточно высокое, что связано с их приносом с речными водами. Максимальная концентрация фосфатов и общего фосфора была зафиксирована на станции №6 и в среднем за период наблюдений составила 64,9 и 72,4 мкг/дм³ соответственно. В остальной части залива концентрация фосфатов изменялась в пределах 7,17–28,10 мкг/дм³, общего фосфора 18,5–60,60 мкг/дм³. Содержание нитритного азота в водах южной части Куршского залива в сентябре в среднем составило 4,6 мкг/дм³, в октябре и ноябре — 16 мкг/дм³. Концентрация нитратного азота в водах залива за сезон заметно изменялась. Среднее значение сентября 56,5; октября 243,8 и ноября 434,0 мкг/дм³. На всех станциях отмечалась достаточно высокая концентрация аммонийного азота, которая выросла за сезон: среднее значение за сентябрь составило 195,0; октябрь 281,0 и ноябрь 327,0 мкг/дм³. В сентябре-октябре содержание общего азота варьировало в достаточно широком диапазоне от 431,0 мкг/дм³ (ст. №3) до 1313,0 мкг/дм³ (ст. №2). К ноябрю содержание общего азота возросло на всех станциях и находилось в пределах 1212,0–1311,0 мкг/дм³. Концентрация кремния изменялась в пределах от 300 мкг/дм³ (ст. №1) до 2100,0 мкг/дм³ (ст. №6).

Воды Куршского залива в осенний период характеризовались высоким содержанием нефтяных углеводородов. В сентябре значения на всех станциях, кроме ст. № 1, превышали ПДК. Среднее содержание НУ за сентябрь составила 0,054 мг/дм³. В октябре концентрация НУ изменялась в пределах 0,054–0,157 мг/дм³, в среднем 0,095 мг/дм³; в ноябре 0,078–0,193 мг/дм³, в среднем 0,128 мг/дм³ (2,6 ПДК). Среднее значение по всем пробам исследуемого периода 0,092 мг/дм³. Содержание детергентов (СПАВ) в водах Куршского залива было невысоким. Средние значения за месяц составили: в сентябре 35; октябре 25 и ноябре 21 мкг/дм³. Средняя концентрация фенолов в Куршском заливе в сентябре составила 12,1; октябре 5,0 и ноябре 3,8 мкг/дм³. Максимум СПАВ (40 мкг/дм³) и фенолов (23,2 мкг/дм³) отмечен в сентябре в середине залива у Куршской косы на ст. №4.

В целом содержание общего железа в водах Куршского залива высокое, что характерно для водных объектов Калининградской области. Среднее значение за сентябрь составило 52; октябрь 78 и ноябре 71 мкг/дм³; в среднем за весь период 66 мкг/дм³. Наибольшее значение (114 мкг/дм³) зафиксировано в ноябре в кутовой части залива у Полесска. За наблюдаемый период было отмечено высокое содержание марганца на всех станциях. Концентрация марганца варьировала в пределах 30–140, в среднем 76,5 мкг/дм³. Медь была обнаружена в сентябре на трех станциях в концентрации 20, 70 и 100 мкг/дм³, в остальных 15 пробах была меньше предела обнаружения DL=10 мкг/дм³. В наблюдаемый период в водах залива концентрация кадмия (DL=1 мкг/дм³), свинца, никеля и цинка (все DL=10 мкг/дм³) и ртути (DL=0,5 мкг/дм³) была ниже предела обнаружения используемого метода химического анализа. В одной сентябрьской пробе концентрация цинка достигала 60 мкг/дм³ (10 ПДК для пресных вод). Концентрация ХОП групп ДДТ и ГХЦГ (DL=2–20 мкг/дм³) во всех обработанных пробах за сентябрь-ноябрь находилась ниже предела обнаружения.

4.15. Вислинский залив

Вислинский залив Балтийского моря расположен в юго-восточной части побережья Балтийского моря и представляет собой узкую, вытянутую вдоль берега лагуну. Это вторая по

размерам лагуна бассейна Балтийского моря. От моря залив отделён песчаной косой-пересыпью и соединяется с ним проливом шириной 400 м и глубинами 8–12 м. По средней части залива проходит государственная граница, делящая его на российскую (восточную) и польскую (западную) административные части. Средняя глубина залива 2,7 м; площадь водного зеркала 838 км², из которых 510 км² акватория России; объем котловины 2,3 км³; максимальная глубина 5,2 м; средняя глубина 2,8 м; наибольшая ширина 11,2 км; наименьшая ширина 5,8 км. На колебания уровня воды в заливе и солёность существенное влияние оказывают водообмен с морем, ветровой режим и речной сток. В Вислинский залив с северо-восточной части впадает крупная река области Преголя, принимающая неочищенные сточные воды (сбросы) города Калининграда и оказывающая наиболее существенное влияние на Приморскую бухту в северной части залива. На юго-востоке области в залив впадает трансграничная с Польской республикой река Мамоновка и река Прохладная. Основными источниками загрязнения заливов являются предприятия различных министерств и ведомств, объекты коммунального хозяйства, суда торгового, нефтеналивного и рыболовного флотов, а также речной сток, аккумулирующий загрязняющие вещества из всех точечных и диффузных источников на водосборной площади.

На **солёность** вод Вислинского залива существенное влияние оказывает речной сток, а также нагонное и сгонное действие ветров. Солёность залива в сентябре-ноябре изменялась в диапазоне 1,05–5,17‰ (ст. №5), в устьевой части р. Преголя (ст. №30) составила 1,05–1,55, в среднем 1,25‰. Кислородный режим в заливе удовлетворительный. Концентрация кислорода изменялась в диапазоне 5,6–10,8 мгО₂/дм³; два значения ниже норматива отмечены в поверхностном слое вод в устье реки Преголя; среднее содержание по заливу 9,31 мгО₂/дм³. Значение рН в период наблюдений изменялись от 7,13 до 7,98 (слабощелочная среда). Содержание взвешенных веществ в сентябре-октябре в среднем составило 15,5 мг/дм³. В ноябре отмечалось увеличение концентрации взвешенных веществ на всех станциях вдвое, среднее значение 32 мг/дм³; максимальное — 39 мг/дм³ в устье Преголя в ноябре.

В целом содержание биогенных элементов в Вислинском заливе высокое, что связано с выносом этих веществ в залив водами р. Преголя. Максимальная концентрация фосфатов и общего **фосфора** зафиксирована на ст. № 30 в устье реки Преголя и в среднем за период составила 122 и 166,0 мкг/дм³ соответственно. В открытой части залива концентрация фосфатов изменялась в пределах 17,0–115,0 мкг/дм³, общего фосфора — 50,0–167,0 мкг/дм³. Содержание нитритного азота в Вислинском заливе за наблюдаемый период в среднем составило 12,8 мкг/дм³, диапазон значений 4–32 мкг/дм³. В сентябре и октябре концентрация нитритного азота в устьевой части р. Преголя превышала ПДК в 1,60 и 1,45 раза соответственно. Содержание нитратного азота в водах Вислинского залива за сезон заметно изменялось. Среднее значение сентября 63,0; октября 103,0 и ноября 393,0 мкг/дм³. Максимум (720 мкг/дм³) зафиксирован в ноябре в устье р. Преголя. На всех станциях отмечалась высокая концентрация аммонийного азота; среднее значение в октябре было наибольшим (486,6 мкг/дм³) и превышало ПДК в 1,25 раза; диапазон 190,0–790,0 мкг/дм³. Среднее значение за период исследований 388,8 мкг/дм³. Концентрация кремния изменялась в широких пределах от 1600 (ст. №5) до 6200 мкг/дм³ (устье реки Преголя), в среднем 3205 мкг/дм³.

Содержание **НУ** в сентябре изменялось в пределах 0,008–0,032; октябре 0,009–0,109 и ноябре 0,013–0,445 мг/дм³. Превышение ПДК наблюдалось в октябре на ст. №1, и 2 в 2,18 и 2,12 раза соответственно, а также в ноябре на ст. №30 в 8,9 раза. Среднее значение по всем пробам составило 0,050 мкг/дм³. В сентябре на всех станциях содержание детергентов (СПАВ) было ниже предела обнаружения методики. В октябре концентрация варьировала от аналитического нуля до 48 мкг/дм³. В ноябре при диапазоне 15–95 среднее значение составило 51 мкг/дм³ (0,5 ПДК). За наблюдаемый период средняя концентрация фенолов в Вислинском заливе составила 4,0 мкг/дм³;

диапазон колебаний параметра был незначительным (3,0–5,6 мг/дм³). Концентрация ХОП во всех обработанных пробах за сентябрь — ноябрь находилась ниже предела обнаружения.

Концентрация общего железа в сентябре и ноябре на всех станциях залива была высокой; средние значения превышали ПДК в 1,3 и 1,2 раза соответственно — 132 и 124 мг/дм³. В октябре содержание общего железа было ниже и составило в среднем 82 мг/дм³. Максимальное значение достигало 343 мг/дм³ и было отмечено в устье Преголя. В сентябре было отмечено высокое содержание марганца и меди на всех наблюдаемых станциях 50,0–140,0 (в среднем 71,7) и 20,0 мг/дм³. В октябре максимальная концентрация марганца была зафиксирована в устье реки Преголя (100,0 мг/дм³), на двух станциях содержание металла было ниже предела чувствительности метода DL=10 мг/дм³. В ноябре марганец и медь были обнаружены в концентрациях 30–50 мг/дм³. В наблюдаемый период концентрация кадмия, цинка, свинца, никеля и ртути как в устьевой части р. Преголя, так и в открытой части залива была ниже предела обнаружения DL=1,10,10,10 и 0,5 мг/дм³ соответственно. В трех пробах содержание цинка составило 20–30 мг/дм³.

4.16. Юго-восточная часть Балтийского моря

Глубина моря в местах отбора проб на станциях мониторинга варьировала от 18 м на ст. №9 до 32 м на ст. №2 (рис. 4.10). За наблюдаемый период соленость на всех станциях мониторинга Юго-восточной части Балтийского моря изменялась незначительно (6,50–6,92‰) и в среднем составила 6,76‰.

Значение pH в среднем составило 7,35 (слабощелочная среда) при диапазоне 6,8–7,8 ед. pH. Кислородный режим на морских станциях мониторинга был в пределах нормы. В сентябре концентрация кислорода в среднем составила 9,2 мг/дм³, в октябре среднее содержание кислорода на поверхностном горизонте было 9,7 мг/дм³, в ноябре среднее значение составило 8,8 мг/дм³. Содержание взвешенных веществ за сентябрь–ноябрь в среднем составило 20,4 мг/дм³ при диапазоне 12–41 мг/дм³. В целом содержание взвешенных веществ изменялось незначительно по сравнению с предыдущими годами.

В наблюдаемый период средняя концентрация фосфатов и общего фосфора уменьшалась и составила в среднем в сентябре 32,28 мг/дм³ (диапазон 13,61–97,39) и 48,58 (24,74–103,39); в октябре 28,33 (12,00–62,48) и 40,32 (18,19–79,92) и ноябре 18,62 мг/дм³ (14,15–25,16) и 26,3 мг/дм³ (20,18–34,41) соответственно. В целом за период наблюдений среднее содержание фосфатов составило 26,77 мг/дм³, а общего фосфора 38,38 мг/дм³. Содержание нитритного азота в морских водах в сентябре–октябре варьировало от аналитического нуля до 5,0 мг/дм³. В ноябре содержание нитритного азота несколько увеличилось и в среднем составило 4,1 мг/дм³ при диапазоне 1–16 мг/дм³. Концентрация нитратного азота в водах Юго-восточной части Балтийского моря за наблюдаемый период увеличивалась в среднем от 40,1 мг/дм³ в сентябре до 149,9 мг/дм³ в октябре и 111,4 мг/дм³ в ноябре. Диапазон значений 31–386 мг/дм³, в среднем 100,5 мг/дм³. На всех станциях района исследований отмечалась достаточно высокая концентрация аммонийного азота. Среднее значение в сентябре составили 183,3 мг/дм³ (диапазон 90–380), в октябре 150,0 (50–240) и ноябре 215,6 мг/дм³ (10–360). Максимальное значение было зафиксировано вблизи устья Вислинского залива на ст. №9 в сентябре. Концентрация общего азота за наблюдаемый период изменялась в широком диапазоне 128–553 мг/дм³, в среднем 344 мг/дм³. Значения больше 500 мг/дм³ отмечены в 4 пробах с трех станций вдоль всего побережья (№3,5,9) в течение всех трех месяцев.

В сентябре было зафиксировано высокое содержание нефтяных углеводородов на ст. №6 за мысом Таран у основания Куршской косы (0,836 мг/дм³, 16,7 ПДК). На остальных станциях содержание НУ находилось в пределах 0,013–0,025 мг/дм³. В октябре превышение ПДК было отме-

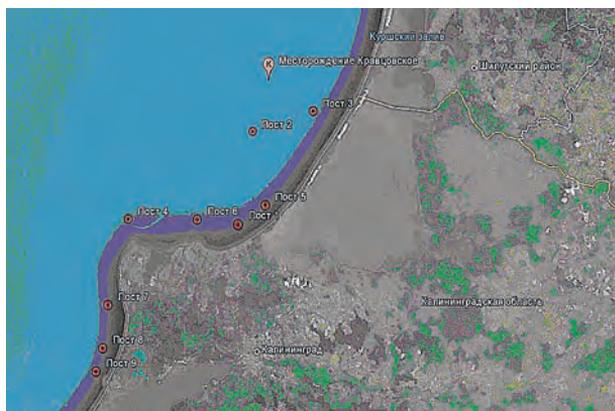


Рис. 4.10. Станции мониторинга морской среды в Юго-восточной части Балтийского моря в 2012 г.

чено на ст. №7 и №8 и составило 0,171 и 0,232 мг/дм³, 3,4 ПДК и 4,6 ПДК соответственно. В ноябре концентрация НУ в среднем составила 0,022 мг/дм³ при диапазоне 0,009–0,040 мг/дм³. Среднее значение по всем пробам из прибрежной зоны Юго-восточной Балтики составило 0,061 мг/дм³. В сентябре концентрация детергентов (СПАВ)

варьировала от аналитического нуля (DL=10 мкг/дм³) до 18 мкг/дм³. В октябре на всех станциях в прибрежье Балтийского моря содержание было ниже предела обнаружения используемой методики. В ноябре при диапазоне 19–81 мкг/дм³ средняя концентрация СПАВ составила 52 мкг/дм³. Средняя величина за период наблюдений 42,4 мкг/дм³. За наблюдаемый период средняя концентрация фенолов в морских пробах составила 2,8 мкг/дм³; диапазон изменений параметра 1,2–4,6 мкг/дм³. Концентрация ХОП во всех обработанных пробах в сентябре-ноябре находилась ниже предела обнаружения DL=2–20 нг/дм³.

Наибольшее содержание общего железа отмечалось в сентябре и в среднем составило 49 мкг/дм³ при диапазоне 36–102 мкг/дм³. В октябре среднее значение концентрации железа составило 32 мкг/дм³ (<20–42), а в ноябре содержание железа в водах прибрежья было ниже предела обнаружения методики, кроме одной станции 33 мкг/дм³. Концентрация меди в морских водах изменялась от значений ниже предела обнаружения используемой методики (DL=10 мкг/дм³) до 80 мкг/дм³ на ст. №4 у мыса Таран; среднее значение 12,6 мкг/дм³. В наблюдаемый период в водах прибрежья Юго-восточной Балтики концентрация кадмия, марганца, свинца, никеля и ртути была ниже предела обнаружения DL=1,10,10,10 и 0,5 мкг/дм³ соответственно. В семи пробах из 27 содержание цинка было выше предела обнаружения (DL=10 мкг/дм³) и находилось в пределах 20–200 мкг/дм³, средняя концентрация 13,7 мкг/дм³.

Средние и максимальные значения нормируемых показателей в прибрежных водах Калининградской области в юго-восточной части Балтийского моря составили: O₂ 9,26 и min 8,3 мгO₂/дм³; P–PO₄³⁻ 26,8 (0,18 ПДК) и 97,4 мкгP/дм³; Ptotal 38,4 и 103,4 мкгP/дм³; N–NO₂⁻ 2,1 (0,03 ПДК) и 16 мкгN/дм³; N–NO₃⁻ 100,5 (0,003 ПДК) и 386 мкгN/дм³; Ntotal 344 и 553 мкгN/дм³; НУ 0,061 (1,22 ПДК) и 0,836 мг/дм³; СПАВ 23,5 (0,24 ПДК) и 95 мкг/дм³; фенолы 4,33 (4,33 ПДК) и 23,2 мкг/дм³; Fe 22,3 (0,45 ПДК) и 102 мкг/дм³; Cu 12,6 (2,52 ПДК) и 80 мкг/дм³; Zn 7,9 (0,16 ПДК) и 200 мкг/дм³. Качество вод в юго-восточной части Балтийского моря в 2012 г. оценивается как «грязные» (ИЗВ 2,18, V класс), (табл. 4.3). Из загрязняющих веществ в водах прибрежья приоритетными являются нефтяные углеводороды, фенолы, медь и железо.

Таблица 4.3. Оценка качества вод юго-восточной части Балтийского моря в 2012 г.

Район моря	2010 г.		2011 г.		2012 г.		Содержание ЗВ в 2012 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Прибрежье юго-восточной Балтики	–		–		1,06	II	НУ 1,22; Cu 2,52; фенолы 4,33; O ₂ 0,65

Литература

1. РД 243. Руководство по химическому анализу морских вод. РД 52.10.243-92. ред. С.Г. Орадовский, СПб, Гидрометеоздат, 1993, 264 с.
2. РД 556. Методические указания. Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси. РД 52.10.556-95. ред. С.Г.Орадовский, М, Гидрометеоздат, 1996, 50 с.
3. Положение о государственной наблюдательной сети. РД 52.04.567-2003.
4. ПДК 2010. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. — Утвержден приказом Руководителя Федерального агентства по рыболовству А.А. Крайнего №20 от 18 января 2010 г., зарегистрировано Министерством юстиции 9 февраля 2010 г., №16326, 215 с.
5. ПДК 1999. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. — Утвержден приказом Председателя Государственного Комитета Российской Федерации по рыболовству Н.А.Ермакова №96 от 28 апреля 1999 г. — Москва, Изд-во ВНИРО, 1999, 304 с.
6. МР 1988. Методические Рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. — Москва, Госкомитет СССР по гидрометеорологии, 1988, 9 с.
7. РД 2002. РД 52.24.643-2002 Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. — ГХИ, Ростов-на-Дону, Росгидромет, 2002, 21 стр.
8. Приказ 156. О введение в действие Порядка подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды. — Приказ Руководителя Росгидромета №156 от 31.10.2000 г.
9. Warner H., van Dokkum R., Water pollution control in the Netherlands. Policy and practice 2001, RIZA report 2002.009, Lelystad, 2002, 77 p. (Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95).
10. Бухарицин П.П. Гидрологические процессы в Северном Каспии. — Москва, ИВП РАН, 1996, 62 с.
11. Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. — Москва, мГУ, 1975, 272 с.
12. Крицкий С.К. Колебания уровня Каспийского моря. — Москва, Наука, 1975, с. 149–152.
13. Тарасова Р.А., Макарова Е.Н., Татарников В.О., Монахов С.К. «О происхождении загрязняющих веществ в водах Северного Каспия» Вестник АГТУ, №6, 2008, с. 208–211.
14. Отчет CASPINFO http://www.caspinfo.ru/news/zips/Timur05_02
15. Ilyin I., O.Rozovskaya, O.Travnikov, M.Varygina, W.Aas, and H.T. Uggerud [2013], Heavy Metal Transboundary Pollution of the Environment, EMEP Status Report 2/2013, (http://www.msceast.org/reports/2_2013.pdf)
16. Gusev A., V. Shatalov, O. Rozovskaya, V. Sokovykh, N. Vulykh, W. Aas, K. Breivik, A.A. Katsogiannis [2013], Persistent Organic Pollutants in the Environment, EMEP Status Report 3/2013, (http://www.msceast.org/reports/3_2013.pdf)
17. Дьяков Н.Н., Иванов В.А. Сезонная и межгодовая изменчивость гидрологических характеристик прибрежной зоны Азовского моря. — Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа, Севастополь, 2002, с. 39–46.
18. Репетин Л.Н. Климатические изменения ветрового режима северного побережья Черного моря. — Тез. докл. II междунар. Конф. посвящ. 75-летию ОГЭУ «Навколишнє природнє середовище-2007: актуальні проблеми екології та гідрометеорології; інтеграція освіти і науки», Одесса, 26–28.09.2007 г., с. 173.
19. Азовское море: Справочник по гидрометеорологии, 1962, Л., Гидрометеоздат, 856 с.
20. Боровская Р.В., Ломакин П.Д., Панов Д.Б., Спиридонова Е.О. Современное состояние ледовых условий в Азовском море и Керченском проливе на базе спутниковой информации. — Препринт, Севастополь, НАН Украины, мГИ, 2008, 42 с.
21. Суховой В.Ф. Моря Мирового океана. — Л., Гидрометеоздат, 1986, 288 с.
22. Mee L., Jeftic L. AoA Region: Black Sea. — UNEP, 2010, 9 p.
23. Доклад о состоянии вод черноморского региона в 2011 году, БДЧР, 2011. (на болгар.яз.) http://www.bsbd.org/UserFiles/File/godishen%20doklad%20za%20sastoiianieto%20na%20vodite%202011_12.09.pdf
24. Ежегодник Национального статистического института, 2011. (на болгар.яз.) <http://www.nsi.bg/census2011/pagebg2.php?p2=175&sp2=190>

- Постановление о стандартах качества окружающей среды, (Наредба СКОС), Министерство окружающей среды, 2010 (на болгар.яз.) <http://www3.moew.government.bg/?show=top&cid=84&lang=bg>
25. Konovalov S.K., Ereemeev V.N. Monitoring of the Black Sea biogeochemical properties: major features and changes. — In: Earth Systems Change over Eastern Europe, Eds. P.Ya. Groisman, V.I. Lyalko, Kyiv, Akademperiodyka, 2012, p. 363–385.
 26. Моисеенко О.Г., Коновалов С.К., Козловская О.Н. Внутригодовые и многолетние изменения карбонатной системы аэробной зоны Черного моря. — Морской гидрофизический журнал, 2010, №6, с. 42–57,
 27. Коновалов С.К., Овсянный Е.И. Исследование влияния грязевых вулканов на содержание сероводорода и кремниевой кислоты в Черном море. — Морской Гидрофизический Журнал, 1998, №6, с. 72–78.
 28. Коновалов С.К., Еремеев В.Н. Региональные особенности, устойчивость и эволюция биогеохимической структуры вод Черного моря. — Устойчивость и эволюция океанологических характеристик экосистемы Черного моря, ред. Еремеев В.Н., Коновалов С.К. ISBN: 978-966-02-6508-0, Севастополь, ЭКОСИ–Гидрофизика, 2012, с.273–299.
 29. Долотов В.В., С.К. Коновалов, А.С. Романов, О.Г. Моисеенко, Е.И. Овсянный, С.В. Алемов, Ю.Л. Внук-ков. Биогеохимический потенциал как основа для районирования морской среды Севастопольской бухты. — Морские ресурсы прибрежной зоны Украины, ред. Гожик П.Ф., Иванов В.А., Севастополь, ЭКОСИ–Гидрофизика, 2012, с. 206–222.
 30. Konovalov S., V. Vladymyrov, V. Dolotov, A. Sergeeva, Yu. Goryachkin, Yu. Vnukov, O. Moiseenko, S. Alyemov, N. Orekhova, L. Zharova. Coastal Management Tools and Databases for the Sevastopol Bay (Crimea). — Proceedings of the Tenth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, Ed. E. Cizhan, MEDCOAST 11, 25–29 October 2011, Rhodes, Greece, MEDCOAST, Mediterranean Coastal Foundation, Dalyan, Mupla, Turkey, 2011, vol. 1, p. 145–156.
 31. Петренко О.А., Жугайло С.С., Авдеева Т.М., Загайный Н.А. Особенности формирования полей нефтяного загрязнения в Керченском проливе в современных условиях. — Системы контроля окружающей среды. Сборник научных трудов, вып. 18, Севастополь, 2012, с. 109–113.
 32. Zhuhailo S., Petrenko O., Trotsenko B., Avdeeva T. Assessment of modern ecological and contamination state of the Black Sea ecosystem (according to the results of YugNIRO research on nature conservation). — Materials of the 4th Biennial Black Sea Scientific Conference «Black Sea — Challenges Towards Good Environmental Status»(BS-GES 2013), Constanta (Romania), 28–30 October 2013.
 33. Жугайло С.С., Авдеева Т.М., Себах Л.К. Природоохранные исследования ЮгНИРО в районе рейдовых перегрузок в Керченском проливе. — Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: материалы VIII Международной конференции, Керчь: ЮгНИРО, 2013, т.1, с. 249–252.
 34. 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.
 35. Завьялов П., Маккавеев П. Речные плумы в акватории Сочи. — Наука в России, 2014, №2 (200), с. 4–12.
 36. Люция Белого моря. — ГУНиО МО, №1110, 1995, с. 11–63.
 37. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т.2 Белое море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. — Л., Гидрометеоздат, 1991, 240 с.
 38. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2013 года. — М., Федеральная служба государственной статистики Росстат, 2013, 528 с. (Табл. 33. Численность населения городских округов, муниципальных районов, городских и сельских поселений, городских населенных пунктов, сельских населенных пунктов).
 39. Филатов Н.Н., Тержевик А.Ю. Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов. — Петрозаводск, Карельский научный центр РАН, 2007, 349 с. (рис. 138, табл. 46, источн. 207).
 40. Архангельский морской порт — <http://www.ascp.ru/>.

**Авторы, владельцы материалов и организации, принимающие участие
в подготовке Ежегодника-2012**

1. Каспийское море

- 1). Астраханский ЦГМС (АстрЦГМС, г. Астрахань): Ильзова Ф.Ш., Конотопова Е.А., Баранникова Е.Н., Калужная Т.В., Утебалиева Х.З., Торбановская О.В.
- 2). Дагестанский ЦГМС (ДагЦГМС, г. Махачкала): Поставик П.В., Поставик Д.П., Османова С.Ш., Сафин Г.М., Шалапутин Н.В., Магомедов А.М., Дадашева А.А., Батманова Е.В.
- 3). Республиканское госпредприятие «Казгидромет» (г. Астана)
<http://www.eco.gov.kz/new2012/wp-content/uploads/2013/01/kaspii4-kv.doc>

2. Азовское море

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

3. Черное море

- 1). Отдел химии моря Института океанологии БАН (г. Варна, Болгария): Галина Щерева.
- 2). Национальный институт морских исследований и развития «Григорий Антипа» (г. Констанца, Румыния). National Institute for Marine Research and Development «Grigore Antipa»(NIMRD, Constanta, Romania): Luminita Lazar (physico-chemical conditions and eutrophication), Andra Oros (heavy metals), Daniela Tiganus (TRH and PAH), Valentina Coatu (PCBs and Pesticides).
- 3). Морское отделение УкрГМИ (г. Севастополь, Украина): Мезенцева И.В., Вареник А.В.
- 4). Отдел биогеохимии моря (ОБМ) Морского гидрофизического института (МГИ) НАН Украины (г. Севастополь): Коновалов С.К.
- 5). Южный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО, г. Керчь): Троценко Б.Г., Жугайло С.С., Петренко О.А., Авдеева Т.М., Аджиумеров С.Н., Загайная О.Б.
- 6). Гидрометеорологическое бюро Туапсе (г. Туапсе): Панченко А.В., Костенко Т.М., Ефимова И.С.
- 7). СЦГМС ЧАМ (г. Сочи): Любимцев А.Л.
- 8). Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (г. Москва): Завьялов П., Маккавеев П.

4. Балтийское море

- 1). ФГБУ «Северо-Западное УГМС» (г. Санкт-Петербург), отдел информации и методического руководства сетью (ОМС) Центра мониторинга загрязнения природной среды (ЦМС): Луковская А.А., Попова Л.Б., Ипатова С.В.; Гидрометцентр (ГМЦ): Колесов А.М., Макаренко А.П., Лебедева Н.И., Богдан М.И.
- 2). Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Санкт-Петербург): Демин Б.Н., Граевский А.П., Демешкин А.С., Власов С.В., Герцев В.А., Васильева А.В., Козерог Е.В.
- 3). Калининградский ЦГМС (филиал ФГБУ «Северо-Западное УГМС») (г. Калининград): Колмогоров В.П., Михайлова О.П., Шагина Н.В., Ипатова С.В.
- 4). Environment Protection Agency of Lithuania, Marine Research Department, Data Management and Programmes Division, Taikos av. 26 Klaipeda, Lithuania: Станкявичюс А., Кубилюте А., Даугеле Н.

5. Белое море

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

6. Баренцево море

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

7. Гренландское море (Шпицберген)

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

8. Моря Северного ледовитого океана

- 1). Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Санкт-Петербург): Демин Б.Н., Граевский А.П., Демешкин А.С., Власов С.В., Герцев В.А., Васильева А.В., Козерог Е.В.

9. Шельф Камчатки, Авачинская губа

- 1). Отдел обслуживания информацией о загрязнении окружающей среды (ООИ ЦМС ФГБУ «Камчатское УГМС») (г. Петропавловск-Камчатский): Ишонин М.И., Абросимова Т.М., Лебедева Е.В.

10. Охотское море

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

11. Японское море

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

СПИСОК опубликованных Ежегодников

- Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1966 г. — Пахомова А.С., 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. — Пахомова А.С., А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. — Москва, 1969, 282 с.
- Обзор состояния химического загрязнения прибрежных вод морей Советского Союза за 1968 год. — А.С.Пахомова, Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, Г.В.Лебедева, И.А.Акимова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. — Москва, 1969, 257 с.
- Обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1969 г. — Т.А.Бакум, Е.П.Кириллова, Л.К.Лыкова, С.К.Ревина, Н.А.Соловьева, И.А.Акимова, В.В.Мошков, Т.Б.Хороших, А.С.Пахомова, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1970, 650 с.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1970 год — С.К.Ревина, Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, А.С.Пахомова, Н.А.Соловьева, Т.А.Бакум, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1971, 64 с.
- Обзор состояния загрязненности дальневосточных морей СССР в 1970 г. — А.С.Пахомова, С.К.Ревина, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1971, 87 с.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1976 год. — Н.А.Родионов, Н.А.Афанасьева, Н.С.Езжалкина, Т.А.Бакум, А.Н.Зубакина, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1977, 120 с.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1980 г. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Т.А.Иноземцева, Н.А.Казакова, И.Г.Матвейчук, Н.А.Родионов, Е.Г.Седова, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1981, 166 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1981 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, Н.А.Родионов, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1982, 149 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1982 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, Н.А.Родионов, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1983, 132 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1984 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Б.М.Затучная, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, В.М.Пищальник, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1985, 149 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1985 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Б.М.Затучная, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, В.М.Пищальник, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1986, 177 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1986 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1987, 132 с.
- Обзор состояния химического загрязнения вод отдельных районов Мирового океана за период 1986 — 1988 гг. — В.А.Михайлов, В.И.Михайлов, И.Г.Орлова, И.А.Писарева, Е.А.Собченко, А.В.Ткалин, под ред. А.И.Симонова и И.Г.Орловой. — Москва, 1989, 143 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1987 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1988, 179 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1988 год. — Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1989, 208 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1989 год. — Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, И.А.Писарева, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1990, 279 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1990 год. — Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, И.А.Писарева, О.А.Симонова, под

- ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1991, 277 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1991 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1992, 347 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1992 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1996, 247 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1993 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1996, 230 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1994 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, М.В.Кудряшенко, И.Г.Матвейчук, Ю.Ю.Фомин, под ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1996, 126 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1995 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1996, 261 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1996 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, Г.К.Ильинская, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1997, 110 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 1999. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Иванова, И.Г.Матвейчук, под ред. А.Н.Коршенко. — Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат, 2001, 80 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2000. — Н.А.Афанасьева, И.Г.Матвейчук, И.Я.Агарова, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, под ред. А.Н.Коршенко, Санкт-Петербург. — Гидрометеоиздат, 2002, 114 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2002. — И.Г.Матвейчук, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, под ред. А.Н.Коршенко. — Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат, 2005, 127 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2003. — А.Н.Коршенко, И.Г.Матвейчук, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков. — М, Метеоагентство Росгидромета, 2005, 111 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2004. — А.Н.Коршенко, И.Г.Матвейчук, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, В.С.Кириянов. — М, Метеоагентство Росгидромета, 2006, 200 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2005. — Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Удовенко А.В., Лучков В.П. — М, Метеоагентство Росгидромета, 2008, 166 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2006. — Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Удовенко А.В. — Москва, Обнинск, «Артифлекс», 2008, 146 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2007. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., Кириянов В.С. — Обнинск, ОАО «ФОР», 2009, 200 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2008. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., Кириянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В., Ермаков В.Б. — Обнинск, ОАО «ФОР», 2009, 192 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2009. Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Кириянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В. — Обнинск, «Артифлекс», 2010, 174 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2010. — Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифлекс», 2011, 196 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2011. — Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифлекс», 2012, 196 с.

CONTENTS

PREFACE

ABSTRACT

INTRODUCTION

Chapter A. Description of investigation system

A.1. Monitoring stations

A.2. Methodology of sampling and data treatment

Chapter 1. **Caspian Sea**

1.1. General information

1.2. Discharge of the pollutants

1.3. Water conditions of the Northern Caspian.

1.4. Waters conditions of the Dagestan coastal area

1.5. Investigation of marine waters quality in Kazakhstan

1.6. Atmospheric deposition

Chapter 2. **Azov Sea**

2.1. General information

2.2. Taganrog Bay

2.2.1. Monitoring system of the Don estuarine region and Taganrog Bay

2.2.2. Water pollution of the Don estuarine region and Taganrog Bay

2.2.3. Bottom sediments pollution

2.3. Marine estuary region and Delta of the Kuban River

2.3.1. Monitoring system of the Kuban River marine estuary

2.3.2. Pollution of the Kuban Delta and the Temruk Bay

2.4. Pollution of Ukrainian coastal waters

2.4.1. Taganrog Bay. Port Mariupol

2.4.2. Berdyansk Bay

2.4.3. Water quality of Ukrainian part of the Azov Sea

Chapter 3. **Black Sea**

3.1. General information

3.2. Hydrochemical conditions of Bulgarian waters

3.3. Monitoring of Romanian coastal waters

3.4. Pollution of the Ukrainian coastal waters

3.4.1. Danube estuarine region

3.4.2. Estuaries of the Danube branches

3.4.3. Sukhoy Liman

3.4.4. Entrance channel and WWTP of the town Illychevsk

3.4.5. Odessa port

3.4.6. Estuary of the South Bug River and Bug's Liman

3.4.7. Dnieper Liman.

3.4.8. Estuary of the Dnieper River

3.4.9. Sevastopol Bights

3.4.10. Permanent oceanographic platform near Katsievely

3.4.11. Yalta port

3.4.12. The Kerch Strait

3.4.13. The Kerch Strait (YugNIRO)

3.4.14. Quality of the Ukrainian waters

3.5. Pollution of the coastal waters in Anapa-Tuapse area

3.6. Coastal area of Adler-Sochi

Chapter 4. **Baltic Sea**

4.1. General information

4.2. Monitoring systems in the eastern part of the Gulf of Finland and Neva Bay

4.3. Hydrological characteristic of the Neva discharge

4.4. Hydrochemical characteristics of the eastern part of the Gulf of Finland and Neva Bay

4.5. Pollution of central part of the Neva Bay

4.6. Pollution of the Neva Bay health resorts

4.7. Health resort area of the shallow waters of the Eastern Gulf of Finland

4.8. Marine Trade Port (MTP)

4.9. Eastern part of the Gulf of Finland

4.10. Koporsky Bay

4.11. Luzsky Bay

4.12. Vuborg Bay

4.13. International expeditions

4.14. Curonian Lagoon

4.15. Vistula Lagoon

4.16. Southern-Eastern part of the Baltic

Chapter 5. **White Sea**

5.1. General information

5.2. Sources of pollution

5.3. Dvina Bay

5.4. Kandalaksha Bay

Chapter 6. **Barents Sea**

6.1. General information

6.2. Sources of pollution

6.3. Water pollution of the Kolsky Bay

Chapter 7. **Greenland Sea (Spitsbergen)**

7.1. Water monitoring in the Greenfjord Gulf

7.2. Expeditions in Spitsbergen archipelago waters

7.2.1. Hydrochemical parameters

7.2.2. Pollution

Chapter 8. **Arctic Seas**

Chapter 9. **Kamchatka shelf (Pacific ocean)**

9.1. Sources of pollution

9.2. Water pollution in the Avacha Bay

Chapter 10. **Okhotsk Sea**

10.1. General information

10.2. Pollution of the Sakhalin Island

10.2.1. Region of the village Starodubskoe

10.2.2. Aniva Bay. Area near port Korsakov

10.2.3. Aniva Bay. Area near village Prigorodnoe

Chapter 11. **Japan Sea**

11.1. General information

- 11.2. Sources of pollution
- 11.3. Golden Horn Bay
- 11.4. Diomede Bay
- 11.5. Eastern Bosphor Strait, including Ulyss Bight, Ajax and Paris
- 11.6. Amur Bay
- 11.7. Ussuri Bay
- 11.8. Nakhodka Bay
- 11.9. Bights of the Nakhodka Bay
- 11.10. Western shelf of the Sakhalin Island. The Tatarsky Strait

Literature cited

Annex 1. The authors and owners of the data

Annex 2. The list of the published Annual Repots

CONTENTS

CONTENTS (Rus)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ

ABSTRACT

ВВЕДЕНИЕ

А Характеристика системы наблюдений

А.1. Станции мониторинга

А.2. Методы обработки проб и результатов наблюдений

Глава 1. Каспийское море

1.1. Общая характеристика

1.2. Поступление загрязняющих веществ

1.3. Состояние вод Северного Каспия

1.4. Состояние вод Дагестанского побережья

1.5. Исследования качества морских вод в Казахстане

Глава 2. Азовское море

2.1. Общая характеристика

2.2. Таганрогский залив

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

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

2.2.3. Загрязнение донных отложений

2.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань

2.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань

2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива

2.4. Загрязнение прибрежных вод украинской части Азовского моря

2.4.1. Таганрогский залив. Порт Мариуполь..

2.4.2. Бердянский залив

2.4.3. Качество вод украинской части Азовского моря

Глава 3. Черное море

3.1. Общая характеристика

3.2. Гидрохимическое состояние прибрежных вод Болгарии

3.3. Мониторинг состояния прибрежных вод Румынии

3.4. Загрязнение прибрежных вод украинской части моря...

3.4.1. Устьевой участок р. Дунай

3.4.2. Устье дельтовых водотоков р. Дунай

3.4.3. Сухой лиман

3.4.4. Район входного канала и очистных сооружений г. Ильичевска

3.4.5. Порт Одесса

3.4.6. Устье реки Южный Буг, Бугский лиман

3.4.7. Днепровский лиман

3.4.8. Устье реки Днепр

3.4.9. Бухты Севастополя

3.4.10. Стационарная океанографическая платформа (СОП) в п. Кацивели

3.4.11. Порт Ялта

3.4.12. Керченский пролив

3.4.13. Керченский пролив (ЮгНИРО)

3.4.14. Качество вод украинской части Черного моря

3.5. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе

3.6. Прибрежная зона района Сочи — Адлер.

Глава 4. Балтийское море

- 4.1. Общая характеристика
- 4.2. Система мониторинга восточной части Финского залива и Невской губы
- 4.3. Гидрологическая характеристика стока Невы
- 4.4. Гидрохимические показатели вод восточной части Финского залива и Невской губы
- 4.5. Загрязнение вод центральной части Невской губы
- 4.6. Загрязнение вод курортных районов Невской губы
- 4.7. Курортная зона мелководного района восточной части Финского залива (ст. 19а и 20а)
- 4.8. Морской торговый порт (МТП)
- 4.9. Восточная часть Финского залива
- 4.10. Копорская губа
- 4.11. Лужская губа
- 4.12. Выборгский залив.
- 4.13. Международные экспедиционные исследования
- 4.14. Куршский залив...
- 4.15. Вислинский залив.
- 4.16. Юго-восточная часть Балтийского моря

Глава 5. Белое море

- 5.1. Общая характеристика
- 5.2. Источники поступления загрязняющих веществ
- 5.3. Двинский залив
- 5.4. Кандалакшский залив

Глава 6. Баренцево море

- 6.1. Общая характеристика
- 6.2. Источники поступления загрязняющих веществ
- 6.3. Загрязнение вод Кольского залива

Глава 7. Гренландское море (Шпицберген)

- 7.1. Мониторинг вод в заливе Гренфьорд
- 7.2. Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген
 - 7.2.1. Гидрохимические показатели
 - 7.2.2. Загрязняющие вещества

Глава 8. Моря Северного ледовитого океана

Глава 9. Шельф полуострова Камчатка (Тихий океан)

- 9.1. Источники поступления загрязняющих веществ
- 9.2. Загрязнение вод Авачинской губы

Глава 10. Охотское море

- 10.1. Общая характеристика
- 10.2. Загрязнение шельфа о. Сахалин
 - 10.2.1. Район поселка Стародубское
 - 10.2.2. Залив Анива. Район порта г. Корсакова
 - 10.2.3. Залив Анива. Район пос. Пригородное.

Глава 11. Японское море

- 11.1. Общая характеристика
- 11.2. Источники загрязнения
- 11.3. Бухта Золотой Рог
- 11.4. Бухта Диомид

- 11.5. Пролив Босфор Восточный (включая бухты Улисс, Аякс и Парис)
- 11.6. Амурский залив
- 11.7. Усурийский залив
- 11.8. Залив Находка
- 11.9. Бухты залива Находка
- 11.10. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив

Литература

Приложение 1. Авторы, владельцы материалов и организации, принимающие участие в подготовке Ежегодника-2012

Приложение 2. Список опубликованных Ежегодников

CONTENTS

СОДЕРЖАНИЕ

