

**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

2009

**Korshenko A., Matveichuk I., Plotnikova T.,
Kirianov V., Krutov A., Kochetkov V.**

**Obninsk
“Artifex”
2010**

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

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

(ГОИН)



**КАЧЕСТВО МОРСКИХ ВОД
ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ
ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Е Ж Е Г О Д Н И К

2009

Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И.,
Кириянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В.

**Обнинск
«Артифекс»
2010**

АННОТАЦИЯ

В Ежегоднике-2009 рассмотрено гидрохимическое состояние и уровень загрязнения прибрежных и открытых вод морей Российской Федерации в 2009 г. Ежегодник содержит обобщенную информацию о результатах регулярных наблюдений за качеством морских вод, проводимых 12 химическими лабораториями 6 территориальных Управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) в рамках программы мониторинга состояния морских вод, а также данных Северо-Западного филиала ГУ "НПО "Тайфун" Росгидромета (г. Санкт-Петербург) и различных институтов Российской Академии Наук. По Азовскому и Черному морям дополнительно включена информация МО УкрНИГМИ (г. Севастополь) о результатах исследований, проводимых в рамках национальной программы мониторинга морской среды организациями Украины и Болгарии. Работа по подготовке Ежегодника выполнена в лаборатории мониторинга загрязнения морской среды Государственного океанографического института Росгидромета (ГОИН, г. Москва).

Ежегодник содержит средние и максимальные за год или сезон/месяц значения отдельных гидрохимических показателей морских вод в 2009 г., а также характеристику уровня загрязнения вод и донных отложений широким спектром веществ природного и антропогенного происхождения. Для контролируемых акваторий, по-возможности, дана оценка состояния вод по отдельным параметрам и/или по комплексному индексу загрязненности вод ИЗВ. Для отдельных районов выявлены многолетние тренды концентрации загрязняющих веществ в морской среде.

Ежегодник предназначен для широкой общественности, ученых-экологов, федеральных и региональных органов власти, а также администраторов практической природоохранной деятельности. 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.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2009. – Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Кирьянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В. – Обнинск, «Артифекс», 2010, 174 с.
ISBN 978-5-9903653-2-2

© Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Кирьянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В.

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

ABSTRACT

The Annual Report 2009 describes the level of standard hydrochemical parameters and the concentration of main pollutants in the marine coastal waters and bottom sediments of the seas of Russian Federation. The state monitoring programme of marine environmental pollution in 2009 was conducted by Roshydromet and its 12 chemical laboratories of 6 Regional Centers on Hydrometeorology and Environmental Monitoring (UGMS); by North-Western Division of NPO “Typhoon” in Sankt-Petersburg and by different Institutions of Roshydromet and Russian Academy of Sciences during non-regular scientific cruises and expeditions. Valuable monitoring information on chemical pollution of the Azov and Black sea was provided by Hydrometeorological organization of Ukraine and Bulgaria. The Annual Report 2009 was compiled on the basis of the raw data and text description for each studied region in Marine Pollution Monitoring Laboratory of State Oceanographic Institute of Roshydromet (SOI, Kropotkinsky Lane 6, 119034 Moscow, Russia).

The Report 2009 has the description of current state of hydrochemical parameters including nutrients and concentration of natural and artificial pollutants in the marine water and sparsely in the bottom sediments. Quality of marine waters was estimated by the concentration of individual pollutants and by complex Index of Water Pollution (IWP). The interannual variations and long-term trends, where appropriate, were observed.

The Annual Report 2009 is produced for spreading the marine ecological information in civil and scientific communities, for practical purposes in industrial and agricultural activity, and for managers of environmental protection. The estimation of the current state and the long-term changes of marine environmental pollution could be used in scientific ecological investigations and for planning of environmental protection actions.

Marine Water Pollution. Annual Report 2009. By Korshenko A., Matveichuk I., Plotnikova T., Kirianov V., Krutov A., Kochetkov V. – Obninsk, “Artifex”, 2009, 203 p.

© Korshenko Alexander, Matveichuk Irina, Plotnikova Tatiana, Kirianov Vasily, Krutov Anatoly, Kochetkov Volodymyr.

© State Oceanographic Institute (SOI).

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 1963 г. Совет Министров СССР Постановлением от 30 сентября поручил Главному управлению гидрометеорологической службы при СМ СССР проведение систематических исследований химического состава загрязнителей морских вод, омывающих берега Советского Союза. В соответствии с этим, в 1964–1965 гг. органами Гидрометслужбы под научно-методическим руководством Государственного океанографического института (ГОИН) были проведены рекогносцировочные обследования химического состава морских прибрежных вод, а с 1966 г. осуществляются систематические наблюдения за загрязнением морских вод. Начиная с 1966 г. результаты наблюдений в рамках программы мониторинга гидрохимического состояния и загрязнения морских вод публикуется в «Обзоре...», а потом «Ежегоднике качества морских вод по гидрохимическим показателям» (Приложение 1). Ежегодники составляются в ГОИН на основе данных государственной наблюдательной сети («Положение о государственной наблюдательной сети» РД 52.04.567-2003), 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 Академии Наук, данные международного обмена информацией, а также материалы отдельных экспедиционных исследований государственных и негосударственных организаций.

Основные наблюдения за качеством вод в прибрежных районах морей России проводятся на станциях государственной службы наблюдения и контроля 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 (NO_2), нитратного азота (NO_3), аммонийного азота (NH_4), общего азота, фосфатного фосфора, общего фосфора, кремния (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.

Горизонты отбора проб определяются глубиной на станции: до 10 м – два горизонта (поверхность, дно); до 50 м – три горизонта (поверхность, 10 м, дно); более 50 м – четыре горизонта (поверхность, 10 м, 50 м, дно). При наличии скачка плотности отбор проб проводится и на горизонте скачка. На глубоководных станциях пробы отбираются на стандартных гидрологических горизонтах. В экспедиционных исследованиях набор контролируемых параметров и горизонты отбора проб определяются программой работ.

В настоящем Ежегоднике приведена характеристика загрязненности открытых, прибрежных и эстуарных вод морей России в 2009 г. Основой для составления Ежегодника явились отчетные материалы центров и территориальных управлений Росгидромета – выпуски «Ежегодника качества морских вод по гидрохимическим показателям», содержащие обобщенные материалы по отдельным регионам, и «Ежегодные гидрохимические данные о качестве морских вод» (ЕГД) с исходными постанционными данными по гидрохимическим параметрам и концентрацией загрязняющих веществ. Кроме того, были использованы материалы обширных исследований состояния и уровня загрязнения морских вод и донных отложений, проведенных в Арктическом регионе Северо-Западным филиалом ГУ "НПО "Тайфун" Росгидромета (г. Санкт-Петербург). Дополнительно в работе использованы результаты выполнения национальной программы Украины по мониторингу морской среды Азовского и Черного морей, а также Болгарии по мониторингу Варненской бухты.

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

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

1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ

1.1. Методы обработки проб и результатов наблюдений

Химический анализ проб воды и донных отложений производится в соответствии с методами, изложенными в разработанных в ГОИН руководящих документах «РД 52.10.243-92. Руководство по химическому анализу морских вод» (СПб: Гидрометеиздат, 1993, 264 с.) и «РД 52.10.556-95. Методические указания. Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси» (М: Гидрометеиздат, 1996, 50 с.).

В тексте и таблицах настоящего Ежегодника уровень загрязненности морских вод и донных отложений характеризуется концентрацией отдельного химического соединения или ингредиента в принятых для него единицах измерения, а также значением, кратным предельно допустимой концентрации (ПДК) этого загрязнителя в морской воде (Табл.1.1). «ПДК представляет максимальную концентрацию вредного вещества, при которой в водоеме не возникает последствий, снижающих его рыбохозяйственную ценность. Экспериментально ПДК устанавливается по наиболее чувствительному звену трофической цепи водоема» («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. – М.: Изд-во ВНИРО, 1999, 304 с. Далее в ссылках «Перечень ПДК»).

Таблица 1.1.

Предельно допустимые концентрации отдельных ЗВ
в морских и пресных водах.

| Ингредиент/ Класс опасности | Номер* | Обозначение | ПДК, мг/л | мкг/л | нг/л |
|-----------------------------|--------|-------------------------------------|--|------------------|------|
| Биогенные вещества | | | | | |
| Аммиак (4) | 50 | NH_3 nH_2O | для пресных вод – 0,05 | 50 | |
| Аммоний-ион (4) | 51 | NH_4^+ | 2,9 при 13–34 ‰ 0,5 при < 13 ‰ | 2900 500 | |
| Нитрат-анион (-) | 672 | NO_3^- | для пресных вод – 40,0 | 40000 | |
| Нитрит-анион (-) | 678 | NO_2^- | для пресных вод – 0,08 | 80 | |
| Силикаты (3) | 849 | SiO_3^{2-} | для пресных вод – 1,0 | 1000 | |
| Фосфаты (4э) | 1054 | PO_4 | 0,05 олиготрофные водоемы; 0,15 мезотрофные; 0,2 эвтрофные | 50 150 200 | |
| Металлы | | | | | |
| Железо (4) | 367 | Fe | 0,05; для пресных вод – 0,1 | 50 100 | |
| Кадмий (2) | 418 | Cd | 0,01 для пресных вод – 0,005 | 10 5 | |
| Кобальт (3) | 455 | Co | 0,005 | 5 | |

| | | | | | |
|--|------|--|--|-------------|----|
| | | | для пресных вод – 0,01 | 10 | |
| Марганец двух-валентный (4) | 559 | Mn ²⁺ | 0,05 для пресных вод – 0,01 | 50 10 | |
| Медь (3) | 564 | Cu | 0,005; для пресных вод – 0,001 | 5 1 | |
| Молибден (2) | 618 | Mo | — для пресных вод – 0,001 | — 1 | |
| Мышьяк (3) | 632 | As | 0,01 для пресных вод – 0,05 | 10 50 | |
| Никель (3) | 671 | Ni | 0,01 для пресных вод – 0,01 | 10 10 | |
| Ртуть (1) | 832 | Hg | 0,0001; для пресных вод - 0,00001 | 0,1 0,01 | |
| Свинец (3) | 839 | Pb | 0,01 для пресных вод – 0,006 | 10 6 | |
| Хром трех-валентный (3) | 1113 | Cr ³⁺ | — для пресных вод – 0,07 | — 70 | |
| Хром шести-валентный (3) | 1114 | Cr ⁶⁺ | — для пресных вод – 0,02 | — 20 | |
| Цинк (3) | 1137 | Zn | 0,05 для пресных вод – 0,01 | 50 10 | |
| Органические загрязняющие вещества | | | | | |
| Синтетические поверхностноактивные вещества (СПАВ) | | Detergents | 0,1 | 100 | |
| Фенол (3) | 1030 | Fenols | фенол – 0,001; для производных – выше | 1,0 | |
| 2,4,6-Трихлорфенол (1) | 1003 | 2,4,6-trichlorophenol | 0,0001 | 0,1 | |
| Хлорорганические пестициды (ХОП) и полихлорбифенилы (ПХБ), (1) | 1094 | DDT, DDD, DDE, α-НСН, β-НСН, γ-НСН (lindane), Chlrobiphenyls (PCB) | отсутствие (условно – 0,00001) | 0,01 | 10 |
| Нефтепродукты (нефтяные углеводороды, НУ), (3) | 669 | Total Petroleum Hydrocarbons (TPHs) | 0,05 | 50 | |

| Общие показатели | | | |
|--|-------|------------------------------------|---|
| Растворенный кислород | стр.8 | Dissolved oxygen (O ₂) | В подледный период - не менее 4,0 мг/л; В летний период – не менее 6,0 мг/л |
| Водородный показатель (рН) | | рН | Не должен выходить за пределы 6,5–8,5 |
| Биохимическое потребление кислорода (БПК _{полное}) | стр.9 | BOD | При температуре 20 ⁰ С не должно превышать 3,0 мг/л |
| Взвешенные вещества | стр.8 | Suspended solids | Для водных объектов высшей и первой категории водопользования «...содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на 0,25 мг/л». Для второй категории – 0,75 мг/л. |

* Номер вещества в Перечне ПДК.

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

Таблица 1.2.

Классы качества вод и значения ИЗВ.

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

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

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

где C_i – концентрация трех наиболее значительных загрязнителей, среднее содержание которых в воде исследуемой акватории в наибольшей степени превышало ПДК. Четвертым обязательным параметром является содержание растворенного в воде кислорода, для которого значение в формуле рассчитывается делением норматива (Табл.1.3) на реальное содержание.

Таблица 1.3.

Нормативы содержания растворенного в воде кислорода.

| Содержание растворенного кислорода 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 |

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

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

Высокое загрязнение (ВЗ) водной среды определяется следующими критериями:

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

В разработанной в 2001 г. «Инструкции по формированию и представлению оперативной информации об экстремально высоких и высоких уровнях загрязнения поверхностных и морских вод, а также их аварийном загрязнении» уточняется перечень основных ингредиентов различных классов опасности и пределы концентраций, характеризующих высокое загрязнение и экстремально высокое загрязнение (Табл. 1.4).

Таблица 1.4.

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

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

Для морских донных отложений в российских территориальных водах в настоящее время не существует нормативно закреплённых характеристик их качества по уровню концентрации загрязняющих веществ. Хотя содержание ЗВ в донных отложениях российскими нормативными документами не регламентируются, однако существует возможность оценивать степень загрязнения донных отложений в контролируемом районе на основе соответствия уровня содержания ЗВ критериям экологической оценки загрязнённости грунтов по «голландским листам» (Табл.1.5).

Таблица 1.5.

Допустимый уровень концентрации (ДК) загрязняющих веществ в донных отложениях водоемов в соответствии с зарубежными нормами (Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95, Warmer H., van Dokkum R., 2002, *Water pollution control in the Netherlands. Policy and practice 2001*, RIZA report 2002.009, Lelystad, 77 p.).

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

В настоящем Ежегоднике по каждому контролируемому району приведены, по возможности, сведения об объемах поступающих в море с берега сточных вод и степени их очистки; а также о поступлении отдельных видов ЗВ со сточными и речными водами. Для всех морей основными источниками загрязнения являются объекты коммунального хозяйства, суда торгового, нефтеналивного и рыболовного флотов, промышленные предприятия различных форм собственности, а также речной сток, аккумулирующий ЗВ из всех точечных и диффузных источников на водосборной площади. Поступление ЗВ в водоемы от сельскохозяйственных предприятий чаще всего не фиксируется.

2. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

2.1. Общая характеристика

Каспийское море – крупнейший на планете внутриматериковый бессточный водоем, уровень которого лежит ниже Мирового океана и подвержен резким колебаниям. В основном они обусловлены изменениями увлажненности водосборного бассейна, площадь которого составляет 3,5 млн. км². При уровне моря -27,0 м балтийского стандарта площадь его акватории равна 392,6 тыс. км², а объем воды составляет 78,65 тыс. км³. Средняя глубина моря равна 208 м, а максимальная – 1025 м.

Исходя из морфлогических особенностей, Каспийское море принято делить на три части: Северный, Средний и Южный Каспий. Побережье дельты Волги, западное побережье Северного и частично Среднего Каспия до устья р. Самур сильно изрезано, а донный рельеф осложнен наличием множества банок и островов, в число которых входит самый большой на Каспии о. Чечень.

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 солноватоводным 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.

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 до 35 см; период от 8–10 минут до нескольких часов).

На Каспийском море развито рыболовство и судоходство. Рыбный промысел в основном ведется в дельтах рек. Ранее построенные порты (Астрахань, 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. В настоящее время открыты богатые залежи углеводородов в недрах Северного Каспия, ведется разведка и обустройство месторождений. 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 расположен самый большой на Каспии г. Баку и несколько городов с численностью населения от 100 до 500 тыс. человек: Махачкала, Дербент, Сумгаит.

2.2. Состояние вод Северного Каспия

Астраханский ЦГМС в марте, сентябре и декабре 2009 г. провёл гидрохимические исследования морских вод Северного Каспия на 8 станциях III векового разреза и 10 станциях векового разреза IIIa (Рис. 2.1). Пробы воды были отобраны на судах Дагестанского ЦГМС из поверхностного и придонного слоев. В береговой стационарной лаборатории были определены стандартные гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ – НУ, фенолов, СПАВ, ХОП и ТМ.

Вековой разрез III

Среднее суммарное содержание **нефтяных углеводородов** на восточном разрезе в среднем за весь период наблюдений в 2009 г. составило 0,09 мг/л (1,8 ПДК). Наибольшее значение суммы НУ (0,34 мг/л, 6,8 ПДК) наблюдалось на близкой к берегу 19 станции в поверхностном слое 11 марта (Табл.2.1).

Концентрация суммарных **фенолов** изменялась в диапазоне от 0,001 до 0,003 мг/л (1-3 ПДК), при среднем значении 0,002 мг/л (2 ПДК). Эти значения были в пределах обычного диапазона концентрации фенолов. Среднее содержание детергентов составило 0,04 мг/л (0,4 ПДК), а максимум доходил до 0,072 мг/л и был отмечен на самой удаленной от берега станции в поверхностном слое 11 марта. Концентрация пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ в водах района была ниже порога чувствительности использованного метода химического анализа.

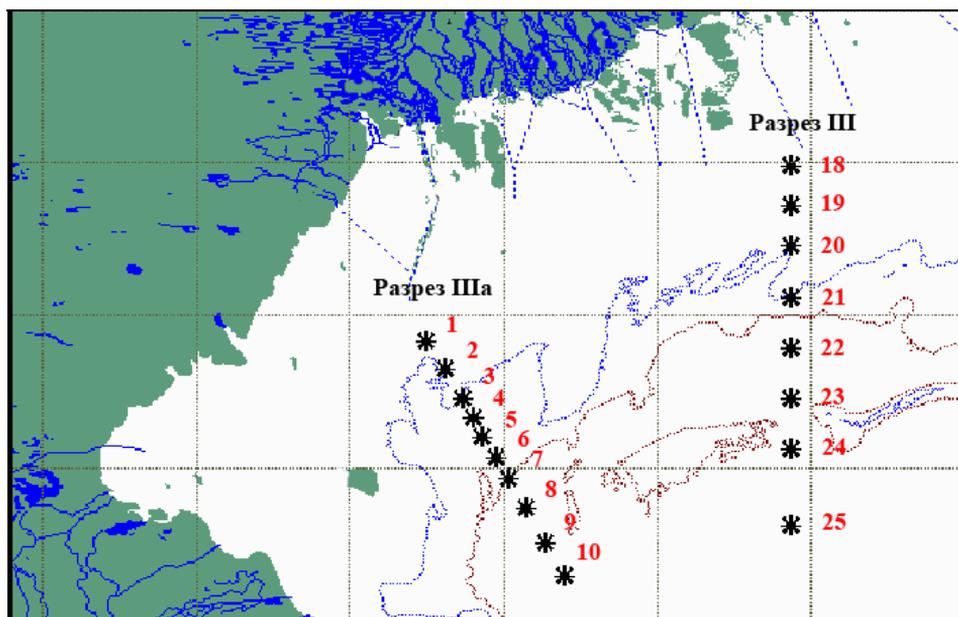


Рис. 2.1. Расположение станций отбора проб на акватории Северного Каспия в 2009 г.

Среди контролируемых **тяжелых металлов** уровень содержания соединений железа в среднем был не выше 2 ПДК, с максимальной концентрацией 0,419 мг/л (8,2 ПДК) в придонном горизонте на 20 станции в конце сентября. В среднем загрязнение вод разреза соединениями меди составило 6,6 ПДК (32,8 мкг/л), а максимальная концентрация достигала 58 мкг/л на придонном горизонте на 20 станции 16 декабря. Содержание соединений никеля изменялось в пределах 7,5–118,2 мкг/л (0,8–12 ПДК). Максимальная величина представляет собой случай высокого загрязнения (**ВЗ**) и наблюдалась в поверхностном слое 22 станции в середине разреза 26 сентября. Превышение уровня 1 ПДК по соединениям молибдена наблюдалось почти повсеместно, а средняя концентрация в 2009 г. составила 2,1 мкг/л. В сентябре было отмечено 4 случая ВЗ по содержанию молибдена в диапазоне 3,7–4,3 ПДК.

Основные гидрохимические параметры и содержание биогенных веществ были в пределах естественных межгодовых колебаний значений и не превышали 1 ПДК (Табл.2.1). На станциях разреза закономерно отмечен очень широкий диапазон значений солености – почти 12%. Минимум был зафиксирован в поверхностном слое на ближайшей к берегу станции в сентябре, а максимум в придонных водах в центре разреза в марте. Кислородный режим в водах III векового разреза в целом был в пределах нормы. Минимальное значение было довольно высоким и составило 6,99 мг/л в поверхностном слое в середине разреза в конце сентября. Процент насыщения вод кислородом изменялся от 80,8 до 105,6%. Воды III векового разреза за период наблюдений в 2009 г. по индексу загрязненности вод ИЗВ (1,96) оцениваются как «грязные», V класс качества.

Таблица 2.1.

Гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ на вековых разрезах в водах Северного Каспия в 2009 г.

| Ингредиент | Вековой разрез Ша | | | Вековой разрез Ш | | |
|-------------------------------------|-------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
| | Средн. | Мин. | Макс. | Средн. | Мин. | Макс. |
| Соленость, ‰ | 9,31 | 4,03 | 12,9 | 10,69 | 1,17 | 13,97 |
| Растворённый кислород, мг/л | 11,44 | 7,75 | 13,56 | 11,31 | 6,99 | 13,01 |
| pH | 8,40 | 7,96 | 8,88 | 8,38 | 8,21 | 8,82 |
| Фосфаты (P-PO ₄), мкг/л | 21,0 | 2,6 | 83 | 28,0 | 2,6 | 72 |
| Нитриты (N-NO ₂), мкг/л | 5,15 | 0,8 | 19,8 | 7,19 | 1 | 25,7 |
| Нитраты (N-NO ₃), мкг/л | 33,6 | 0,7 | 141,8 | 47,0 | 1,5 | 313,9 |
| Аммоний (N-NH ₄), мкг/л | 86,8 | 8,3 | 221,8 | 126,1 | 7,3 | 299,4 |
| Si, мкг/л | 952 | 564 | 1732 | 832 | 558 | 1166 |
| Фенолы, мг/л | 0,002 | 0,001 | 0,005 | 0,002 | 0,001 | 0,003 |
| HУ, мг/л | 0,09 | 0,04 | 0,50 | 0,09 | 0,01 | 0,34 |
| СПАВ, мг/л | 0,045 | 0,027 | 0,088 | 0,040 | 0,029 | 0,072 |
| Fe общ., мкг/л | 80 | 37 | 130 | 90 | 42 | 419 |
| Cu, мкг/л | 25 | 4,3 | 57 | 32,8 | 4,8 | 58 |
| Zn, мкг/л | 49,4 | 9 | 140,4 | 40,6 | 8 | 162,1 |
| Ni, мкг/л | 36,5 | 4,8 | 107,3 | 33,2 | 7,5 | 118,2 |
| Co, мкг/л | 4,4 | 0,5 | 24,5 | 6,0 | 0,5 | 34,6 |
| Cd, мкг/л | 0,20 | 0,03 | 1,45 | 0,32 | 0,04 | 1,74 |
| Pb, мкг/л | 1,5 | 0,5 | 5,6 | 1,7 | 0,3 | 11,7 |
| Sn, мкг/л | 9,3 | 2,2 | 38,9 | 13,9 | 1,6 | 39,9 |
| Cr, мкг/л | 2,1 | 0,1 | 10 | 2,7 | 0,1 | 11,6 |
| Mo, мкг/л | 2,4 | 0,5 | 4,4 | 2,2 | 0,4 | 4,3 |
| Mn, мкг/л | 30,8 | 4,5 | 117,9 | 2,1 | 0,4 | 4,3 |
| Hg, мкг/л | 0,02 | 0,01 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,05 |
| Ba, мкг/л | 6,8 | 1,4 | 19,7 | 8,7 | 1,1 | 26,5 |
| ИЗВ | 1,80 | | | 1,96 | | |

Вековой разрез Ша

Содержание **нефтяных углеводородов** в водах разреза в среднем за год составило 0,09 мг/л (1,8 ПДК). Максимальная концентрация 0,50 мг/л (10 ПДК) была отмечена на последней станции в поверхностном слое 6 марта.

Концентрация **фенолов** была в пределах от 0,001 до 0,005 мг/л, средняя составила 0,002 мг/л (2 ПДК). В основном содержание фенолов было на фоновом уровне. Концентрация СПАВ доходила до 0,088 мг/л на удаленной от берега станции в придонном слое 11 марта. Среднее содержание детергентов составило 0,045 мг/л (0,4 ПДК) и в целом было на уровне значений на восточном разрезе. Концентрация ХОП были ниже предела обнаружения.

Тяжелые металлы. Загрязнение вод разреза Ша соединениями железа в среднем было в пределах 2 ПДК. Максимальная концентрация составила 0,13 мг/л (2,6 ПДК) и наблюдалась на ближайшей к берегу станции в поверхностном слое 10 марта. Наибольший вклад в загрязнение вод металлами было внесено соединениями меди. Среднегодовая концентрация меди составила 25 мкг/л (5 ПДК), а наибольшая (57 мкг/л, 11,4 ПДК) наблюдалась на придонном горизонте 16 декабря в середине разреза. Концентрация соединений никеля варьировала в пределах 4,5–107,4 мкг/л (0,5–10,7 ПДК). Максимум соответствовал уровню ВЗ и был зафиксирован 21 сентября в придонном слое на ближней к берегу станции. Повышенные значения соединений молибдена (вещество 2 класса опасности) наблюдались во все сезоны наблюдений. Среднегодовая концентрация составила 2,35 мкг/л (2,4 ПДК). В сентябре было отмечено 2 случая ВЗ (4,3 и 4,4 ПДК) в придонных водах на ближайших к берегу станциях.

Содержание биогенных веществ в основном не превышало 1 ПДК. Кислородный режим вод векового разреза Ша был в пределах нормы. Насыщение вод кислородом варьировало в пределах 88,9–106,4%. Минимум составил 7,75 мг/л кислорода и был отмечен в конце сентября на поверхности в середине разреза. Воды разреза за исследуемый период 2009 г. оцениваются как «грязные» (V класс, ИЗВ=1,80).

2.3. Экспедиционные исследования на Северном Каспии

На акватории отмелого устьевое взморья реки Волги на Северном Каспии, а также в прибрежных участках Дагестанского взморья и открытых глубоководных районах Среднего Каспия в ходе выполнения международного проекта «Мониторинг качества воды в Каспийском море и План Действий для зон повышенного загрязнения», подготовленного в рамках международной программы ТАСИС (2005/109244) были выполнены две экспедиции, которые финансировались Европейской Комиссией как необходимая составная часть работ по проекту ТАСИС в целом. Первая съемка вдоль края дельты была выполнена на НИС «Нептун» с 17 по 29 апреля 2009 г. (Рис. 2.2); вторая – на НИС «Тантал» с 22 по 30 мая 2009 г. (Рис. 2.3).

Комплекс работ включал метеорологические и гидрологические наблюдения, определение стандартных гидрохимических параметров и концентрации различных форм биогенных веществ, а также уровня загрязнения вод и донных отложений нефтяными углеводородами, полициклическими ароматическими углеводородами, фенолами, детергентами, пестицидами, полихлорбифенилами и тяжелыми металлами.

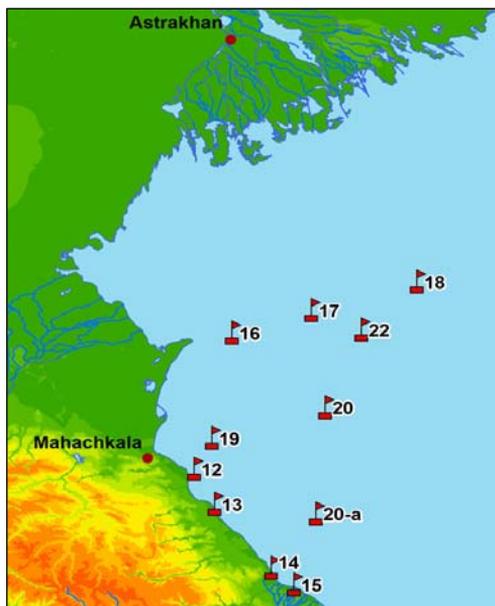


Рис. 2.2. Схема расположения станций отбора проб воды и донных отложений по программе ТАСИС на НИС «Нептун» (17–29 апреля 2009 г.).

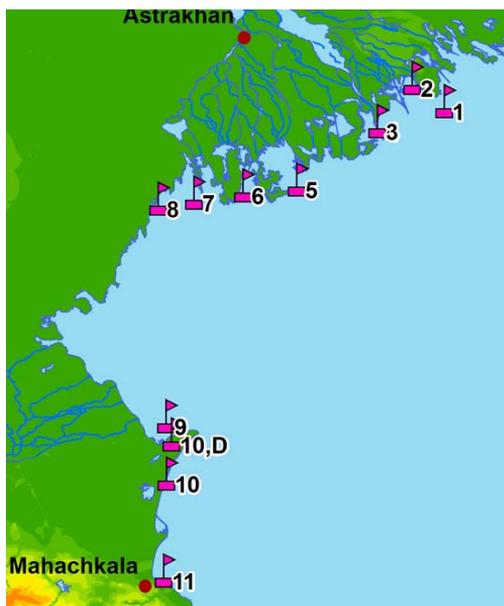


Рис. 2.3. Схема расположения станций отбора проб воды и донных отложений по программе ТАСИС на НИС «Тантал» (22–30 мая 2009 г.).

Результаты проведенных исследований показали, что основные гидрохимические параметры были в пределах многолетних колебаний этих характеристик в водах отмелого взморья р. Волги. В каналах дельты во время проведения экспедиции вода была практически пресной, **соленость** изменялась в узком диапазоне от 0,21–0,96‰. Немного южнее в Кизлярском заливе она увеличивалась до 8,18‰, а у побережья Дагестана в Среднем Каспии изменялась от 10,77 до 12,2‰ и не опускалась ниже даже в устьях рек Терек и Сулак. Температура воды была самой низкой (9,0°C) в первый день экспедиции в Кизлярском заливе. Однако уже через неделю, учитывая небольшую облачность, поверхностный слой прогрелся на 1–2 градуса. Максимум достигал 11,3°C в Лаганьском канале. Значения pH морской воды изменялись от 7,67 до 8,38; немного повышенные значения были на юге – в устье Сулака и у Махачкалы. Щелочность изменялась от 0,1423 до 0,2846 мг-экв/л. **Кислородный** режим был в норме, дефицита не было ни на взморье Волги, ни в устьях Дагестанских рек. Насыщение вод кислородом было весьма высоким и изменялось в пределах 100–114%.

Значения концентрации нитритного (1,62–2,19 мкг/л), нитратного (12,3–15,2 мкг/л) и общего **азота** (363–382 мкг/л) были почти равномерно распределены на исследованной акватории, без заметных участков повышенного или пониженного содержания. Несколько более неравномерным было распределение аммонийного азота. Повышенные значения отмечены в западной части акватории в каналах дельты Волги (206–218 мкг/л) и особенно в устье Сулака (270 мкг/л). В

целом гидрохимические характеристики, включая концентрацию биогенных элементов, были в диапазоне характерных значений для весеннего сезона.

Концентрация **хлорофилла «а»** изменялась от 0,76 до 2,45 Сорг г/м². В целом распределение в поверхностном слое прибрежных вод этого основного фотосинтезирующего пигмента фитопланктона было относительно равномерным на исследованной акватории. Минимальная величина отмечена в водах у Махачкалы, а максимальная – в пресноводном Лаганьском канале. В целом воды устьевой области Волги были более богаты фитопланктоном (1,70 Сорг г/м²), чем более соленые воды Дагестанского взморья (0,96 Сорг г/м²). Для нестратифицированных вод прибрежных районов Каспия глубина отбора пробы, по видимому, не оказывала существенного влияния на концентрацию организмов. Содержание хлорофилла в устьевой области Терека на глубине 1 м и у Махачкалы на глубине 4 м было примерно одинаковым.

Концентрация органических загрязняющих веществ в пробах морской воды (нефтяные углеводороды, фенолы, СПАВ) была определена Дагестанском ЦГМС (г. Махачкала), металлов Fe, Al, Cu, Zn, Ni, Ba, Cr, Pb, Mn, As, Cd, Mo, V и Hg – в Центре химии окружающей среды НПО «Тайфун» (г. Обнинск). Концентрация **нефтяных углеводородов** превышала предел определения использованного метода химического анализа во всех проанализированных пробах воды из поверхностного горизонта (Табл.4). Их концентрация укладывалась в диапазон 0,1–0,24 мг/л (2–4,8 ПДК). Наибольшие величины были зафиксированы в русле Карайского канала и в Кизлярском заливе. В целом воды исследованного района находились примерно на уровне среднепогодных значений, составляющих в устье Терека 0,084 мг/л, а на акватории всего Северного Каспия в период 1978–1992 гг. – 0,19 мг/л.

Концентрация **фенолов** составила 0,001–0,003 мг/л, что соответствовало 1–3 ПДК. В воде Волго-Каспийского и Кировского каналов, а также в устье Терека, Сулака и у Махачкалы содержание фенолов в воде была ниже предела обнаружения метода химического анализа. Полученные величины немного меньше средних многолетних значений.

Содержание **СПАВ** в воде изменялось в узком диапазоне от 0,008 до 0,013 мг/л, что существенно меньше и 1 ПДК, и среднего значения концентрации во всех обследованных точках за долговременный период с 1978 по 2003 гг.

Среднее содержание **железа** составило 51,8 мкг/л, а диапазон значений на всей исследованной акватории составил 20,1–95,7 мкг/л. Максимум зафиксирован в устьевой области Терека. В целом количество железа в воде было существенно выше в более соленых морских водах у побережья Дагестана (средняя 83,0 мкг/л), чем на устьевом взморье Волги (средняя 29,5 мкг/л).

В целом распределение **алюминия** было аналогичным железу. Пониженные значения отмечены на волжском взморье (средняя 7,27 мкг/л), а в пределах исследованного мелководья у берегов Дагестана возрастает почти втрое (средняя 25,54 мкг/л). Пространственное распределение **меди** в воде было другим. Повышенные значения отмечены на устьевом взморье Волги (средняя 2,29 мкг/л, 2,3 ПДК пресных вод), в то время как у Дагестана эта величина составила 1,77 мкг/л (0,4 ПДК морских вод). Максимум отмечен на выходе из Обжорского канала в восточной части дельты Волги.

Содержание **никеля** в воде исследованного района моря было очень близким к меди: максимум в водах Обжорского канала на востоке дельты, на взморье Волги средняя величина – 1,45 мкг/л, у Дагестана – 0,88 мкг/л. Обе величины значительно ниже 1 ПДК. Концентрация **цинка** изменялась в исследованных пробах воды почти в 30 раз в диапазоне от 0,55 мкг/л (Белинский канал) до 14,1 мкг/л (Кировский канал, 1,4 ПДК). Установить причину столь высокой вариабельности значений даже в пределах практически одной водной массы стоковых вод р. Волги не представляется возможным. Вероятно, на распределение цинка влияют природные локальные факторы, но не антропогенное загрязнение. **Барий** в заметно повышенной концентрации был отмечен на юге района. В водах устьевого взморья Волги средняя величина составила 16,4 мкг/л, тогда как в водах Дагестана – 36,8 мкг/л, максимум – у Махачкалы. Выше средней величины концентрация **свинца** наблюдалась на востоке дельты Волги, а в водах Дагестана она была либо на уровне предела обнаружения метода (0,05 мкг/л). **Марганец** встречается только в соленых водах Дагестанского побережья и полностью отсутствует в распресненной воде взморья Волги. Аналогичная картина отмечена для молибдена. Средняя величина для прибрежных вод Дагестана составила 1,84 мкг/л при диапазоне от 1,32 до 2,32 мкг/л. Максимум найден в водах устья Сулака. **Мышьяк** был почти равномерно распределен в водах исследованной акватории, разница между распресненными и морскими водами не наблюдалась. Максимум отмечен у Махачкалы. Концентрация **кадмия** изменялась на порядок в пробах воды на исследованной акватории. Среднее содержание в водах волжского взморья составляло 0,016 мкг/л, а на взморье Дагестана – 0,078 мкг/л. Максимум обнаружен в устье Сулака. Концентрация хрома, ванадия и ртути в водах исследованной акватории была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа.

В **донных отложениях**, оценка степени загрязнения которых была выполнена на основе «голландских листов» (Табл.1.5), был определен гранулометрический состав (12 размерных классов частиц менее 10 мм: 4 группы для песчинок больше 1 мм и 8 групп для частиц менее 1 мм) и содержание органического вещества. На всем отмелем взморье дельты реки Волги в донных отложениях содержание мелкодисперсных частиц с размерами менее 0,01 мм было относительно невысоким и не превышало 9%, а доминировал в составе грунта мелкий песок с диаметром частиц 0,25–0,1 мм (51-78%). Примерно такой же состав был обнаружен на станции в районе Махачкалы (мелкий песок – 60%, частицы менее 0,01 мм – 8%. Только на трех станциях была отмечена высокая доля содержания мелкодисперсной фракции: в Кизлярском заливе – 21%, в устье Терека – 62% и в устье Сулака – 55%.

Суммарное количество органических веществ в пробах донных отложений из отмелого взморья дельты Волги было весьма невысоким. На границе с Казахским сектором моря оно составляла только 1,39 и 1,46 мг/г в двух повторных анализах одной пробы, что подтверждает высокую точность использованного метода анализа. Несколько повышается содержание органических веществ в пробах из Обжорского (5,58 мг/г) и Кировского (4,44 мг/г) каналов, но все равно остается относительно низким. Существенно меняется ситуация уже в Кизляр-

ском заливе (8,55 мг/г), а максимальных значений концентрация органических веществ в донных отложениях достигает в устье Терека – 26,6 и 27,9 мг/г.

Пестициды группы ДДТ в донных отложениях отмелого взморья Волги не обнаружены ни в одной точке вдоль всего края дельты. Незначительное количество отмечено в прибрежье Дагестана в пробах с повышенным содержанием мелкодисперсных фракций – в Кизлярском заливе, в устье Терека и Сулака. Максимум составил 0,78 нг/г (0,3 ДК) и включал не только формы ДДЕ и ДДД, характеризующие «старое» по времени загрязнение, но и «свежий» ДДТ, правда, в очень незначительной концентрации 0,08 нг/г. Из пестицидов группы ГХЦГ не был обнаружен в пробах ни «свежий» линдан (γ -ГХЦГ), ни α -ГХЦГ. В одной пробе из Кировского канала концентрация β -ГХЦГ составила 0,05 нг/г (1 ДК). Зато в устье Терека она достигала очень большой величины – 0,36 нг/г (7,2 ДК). Гексахлорбензол был обнаружен только в эстуарной области Терека в концентрации 0,05 нг/г, немного превышающей предел обнаружения использованного метода химического анализа (0,03 нг/г). Остальные определявшиеся пестициды (гептахлор, гептахлор эпоксид, альдрин, дильдрин, оксихлордан, *trans*-хлордан, *cis*-хлордан, *trans*-нонахлор, *cis*-нонахлор, мирекс) отмечены в пробах не были, их концентрация была ниже предела обнаружения (0,01–0,10 нг/г).

Из 58 определявшихся конгенов **ПХБ** концентрация только 17 превышала предел обнаружения использованного метода химического анализа (0,02–0,10 нг/г). Наиболее широко распространенными на исследованной акватории были конгены #70, #110, #118 и #153+168. Суммарная концентрация ПХБ варьировала в пределах от 0,08 до 1,16 нг/г донных отложений. Выше среднего значения (0,49 нг/г) были показатели донных отложений в Обжорском (0,76) и Волго-Каспийском (0,51) каналах, а также в Кизлярском заливе (0,74–0,78 нг/г).

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – органические соединения, для которых характерно наличие в химической структуре трех и более конденсированных бензольных колец. Основными источниками эмиссии техногенных ПАУ в окружающую природную среду являются предприятия энергетического комплекса, автомобильный транспорт, химическая и нефтеперерабатывающая промышленность. В основе практически всех техногенных источников ПАУ лежат термические процессы, связанные со сжиганием и переработкой органического сырья: нефтепродуктов, угля, древесины, мусора, пищи, табака и др.

Суммарная концентрация ПАУ распределялась на исследованной акватории Каспийского моря неравномерно. Аналогично другим классам загрязняющих веществ они были значительно более обильно представлены в донных отложениях Дагестанского побережья (средняя 81,97 нг/г), чем на отмеле устьевом взморье Волги (9,10 нг/г). На морском крае дельты Волги наименьшая концентрация ПАУ (0,64 нг/г) была отмечена в Лаганьском канале, а наибольшая – точнее в Карайском канале (37,1 нг/г). У Дагестана наибольшие значения отмечены в двух пробах, отобранных вблизи Махачкалы (133,74 и 149,65 нг/г, 0,15 ДК). В целом этот уровень концентрации может считаться весьма невысоким. Среди индивидуальных веществ этой группы преобладали перилен (51,5 нг/г), хризен (13,3 нг/г), пирен (10,4 нг/г), флуорантен (7,80 нг/г), фенантрен (10,7 нг/г) и метилнафталин (6,04 нг/г). Все максимальные значения отмечены в донных отло-

жениях у Махачкалы. Максимальная концентрация наиболее опасных веществ этой группы бенз(а)пирена (2,89 нг/г, 0,12 ДК) и бенз(а)антрацена (3,33 нг/г) была также найдена в пробе из района Махачкалы.

В майской экспедиции был проведен отбор проб как в мелководной прибрежной и наиболее загрязненной промышленными, бытовыми и сельскохозяйственными стоками зоне, так и на станциях в открытом море на вековых разрезах о. Чечень – п-в Мангышлак и Махачкала – Сагындык, а также на глубоководной для этой части Каспия фоновой станции 20а (122 м). В пробах воды были выполнены наблюдения за основными физико-химическими характеристиками, включая содержание растворенного кислорода и основных форм биогенных элементов на поверхностном и глубинном горизонтах. Полученные значения в целом были в пределах многолетних колебаний этих характеристик в исследованном секторе моря.

Из загрязняющих веществ определялись нефтяные углеводороды, фенолы, СПАВ и тяжелые металлы. Содержание **НУ** у Дагестанского побережья было ниже 0,5 ПДК (0,01–0,03 мг/л) на всех прибрежных и удаленных от берега станциях, как в поверхностном, так и в придонном слое вод. Исключение составила фоновая глубоководная станция, на которой было зафиксировано 0,30 мг/л (6 ПДК) у поверхности и 0,14 мг/л (3 ПДК) в придонном слое вод на глубине 120 м.

На всех станциях как в прибрежной зоне, так и на удалении от берега концентрация **фенолов** в обоих слоях воды изменялась в очень узком диапазоне 0,001–0,003 мг/л, что соответствовало 1–3 ПДК. По данным многолетней программы мониторинга такой уровень характерен для прибрежных вод Среднего Каспия.

В водах Дагестанского шельфа и в открытых районах Среднего Каспия содержание **СПАВ** в воде изменялось в узком диапазоне от 0,002 до 0,005 мг/л, что почти на 2 порядка меньше 1 ПДК = 0,1 мг/л. Необычным было распределение СПАВ на фоновой станции, где у поверхности и на глубине 120 м концентрация этих веществ (0,003 мг/л) была одинаковой. В целом полученные величины были более чем на порядок ниже среднемноголетних значений для прибрежных вод Дагестана за долговременный период.

Гранулометрический состав **донных отложений** вдоль побережья Дагестана на юг от г. Махачкалы характеризовался невысоким содержанием мелкодисперсных частиц с размерами менее 0,01 мм у г. Каспийска (7,9%). Здесь в составе грунта преобладал мелкий песок с диаметром частиц 0,25–0,1 мм (Рис. 2.4). Однако далее на юг вдоль берега пробы были отобраны в местах осаждения мелкодисперсных фракций на глубинах 10–22 м, поскольку количество частиц менее 0,01 мм достигало 92,5% у Избербаша, 25,3% у Дербента, 92,1% в устьевой области реки Самур на границе с Азербайджаном. Также относительно повышенным оно было на первой прибрежной станции векового разреза о. Чечень – п-в Мангышлак (34,1%). Неожиданно небольшим было количество мелких частиц на глубоководной фоновой станции, где на глубине 122 м их количество достигало только 22,8%. На удаленных от берега станциях вековых разрезов с глубинами от 21 до 47 м количество ила в донных отложениях было невысоким — 4,0–16,6%.

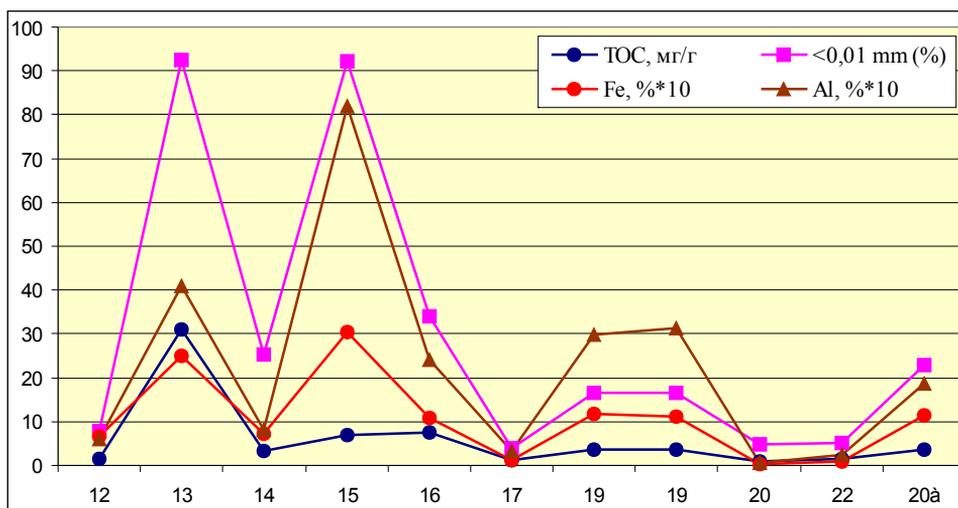


Рис. 2.4. Концентрация органического вещества в донных отложениях (мг/г), количество мелкодисперсных иловых частиц с размерами менее 0,01 мм (%) и концентрация железа и алюминия (% * 10) в донных отложениях Среднего Каспия в мае 2009 г.

Суммарное количество органического вещества в донных отложениях Среднего Каспия изменялось от 0,91 до 31,1 мг/г. Самая большая концентрация отмечена на глубине 22 м у г. Избербаша. В этой же точке было максимальным количество мелких частиц в грунте. На остальных станциях органического вещества в донных отложениях было существенно меньше. И если на прибрежных участках Дагестанского взморья оно еще поднималось выше 7 мг/г у о. Чечень и в устьевой области Самура на границе с Азербайджаном, а у Махачкалы и Дербента выше 3 мг/г, то в других точках было еще в несколько раз ниже. Двукратное исследование пробы из самой глубоководной фоновой точки Среднего Каспия показало очень невысокое содержание органического вещества в донных отложениях – 3,67 и 3,80 мг/г. Такие значения вполне коррелируют с относительно грубым составом грунта на этом участке с относительно невысоким (22,8%) содержанием глинистых частиц с размером менее 0,01 мм в осадках.

Из 20 проанализированных приоритетных форм **пестицидов**, включая линдан, отдельные изомерные формы ДДТ и его метаболитов, гептахлор, альдрин и мирекс, в донных отложениях прибрежных и открытых районов Среднего Каспия концентрация 14 была ниже предела обнаружения (0,01–0,10 нг/г). Повышенная концентрация пестицидов группы ДДТ была отмечена в двух пробах из прибрежья Избербаша и в устье Самура, имеющих повышенное количество мелких глинистых частиц, – 0,43 и 0,35 нг/г соответственно (0,17 ДК). Эти значения примерно в два раза ниже, чем максимальная величина в устье Сулака – 0,78 нг/г. Характерно присутствие в пробах не только уже преобразованных форм (метаболитов), но и «свежего» ДДТ. Некоторое количество ДДЕ и ДДД было отмечено на шельфе у Дербента. Важной особенностью распределения пестицидов следует считать почти полное их отсутствие, за исключением небольшого количества ДДД – 0,03 нг/г, в донных отложениях впадины Среднего

Каспия на глубине 122 м на фоновой станции. Хотя довольно грубый состав грунта с преобладанием песка (70%) и небольшим процентом иловой фракции (23%) изначально не предполагал наличие большого количества органических загрязнителей, тем не менее можно было ожидать некоторое их количество в этой глубоководной седиментационной ловушке. Поскольку в реальности этого не произошло, следует предположить наличие в этом районе довольно значительных придонных течений, смывающих мелкодисперсные илистые частицы и препятствующих накоплению здесь пестицидов.

Из пестицидов группы **ГХЦГ** в пробах из Среднего Каспия не был обнаружен «свежий» γ -ГХЦГ (линдан). Однако в дельте Самура на границе с Азербайджаном суммарное содержание «старых» форм этого пестицида, α -ГХЦГ (0,43 нг/г) и β -ГХЦГ (0,17 нг/г), составило 12 ДК. Следует отметить, что в этой пробе было высоким содержание и мелкодисперсных форм, и органического углерода. На других участках исследованной акватории пестициды этой группы отмечены не были независимо от состава донных отложений. Гексахлорбензол был обнаружен только в эстуарной области Самура в низкой концентрации 0,03 нг/г, являющейся одновременно пределом обнаружения использованного метода химического анализа.

В пробах донных отложений Среднего Каспия определялось 58 конгенов **ПХБ**. Концентрация 11 конгенов превышала предел обнаружения использованного метода химического анализа (0,02–0,10 нг/г). Наибольшее присутствие в донных отложениях исследованной акватории было зафиксировано для конгенов #110 (максимум – 0,12 нг/г), #118 (0,17 нг/г), #105 (0,13 нг/г) #138+158 (0,11 нг/г) и #153+168 (0,12 нг/г). Все максимумы концентрации индивидуальных конгенов были зафиксированы в пробе с наибольшим содержанием мелкодисперсной илистой фракции из прибрежной зоны у г. Избербаш. Только конгенер #110 был отмечен во всех проанализированных пробах. Суммарная концентрация ПХБ варьировала в пределах от 0,05 до 0,84 нг/г донных отложений. Это весьма низкий уровень загрязнения донных отложений ПХБ поскольку максимальная концентрация составляет всего 0,04 ДК. Пропорционально количеству органического вещества в донных отложениях концентрация полихлорбифенилов была немного повышенной на первой станции векового разреза о. Чечень – п-в Мангышлак и на глубоководной фоновой станции (0,41–0,46 нг/г). В устьевой области Самура, несмотря на высокое содержание ила и органики в донных отложениях, она была ниже (0,30 нг/г).

Суммарная концентрация определившихся 20 индивидуальных полициклических ароматических углеводородов (**ПАУ**) в донных отложениях была распределена на исследованной акватории Среднего Каспия крайне неравномерно (Рис. 2.5). Их содержание изменялось от аналитического нуля до 160,86 нг/г, что составляет 0,16 ДК. Наибольшая концентрация закономерно наблюдалась в двух пробах из района Избербаша (160,86 нг/г) и устья Самура 129,84 нг/г). В донных отложениях этих районов доминировала илистая мелкодисперсная фракция и наиболее обильно присутствовало органическое вещество. Также значительным было содержание ПАУ в пробах из Дербента (88,74 нг/г). Учитывая, что ранее также высокие величины ПАУ были зафиксированы во время рейса НИС «Нептун» у Махачкалы (до 149,65 нг/г), можно сделать вывод о приоритетном загрязнении этими веществами Дагестанского побережья. Выпадающая из общей закономерности проба из района Каспийска практически и не могла быть сильно

загрязненной этим классом ЗВ, поскольку была отобрана на участке акватории с грубозернистыми донными отложениями. Удаленные от берега станции, как правило, содержали незначительное количество ПАУ в грунте. Несколько повышенной была концентрация на фоновой глубоководной станции на глубине 122 м – 53,50 нг/г. Такие особенности пространственного распределения ПАУ позволяют уверенно предположить их локальное техногенное происхождение вследствие работы химической и нефтеперерабатывающей промышленности, энергетического комплекса Дагестана, а также продукта переработки бытового мусора и других коммунальных городских стоков населенных пунктов на берегу моря. Следует отметить, что в целом наблюдаемый на Среднем Каспии уровень загрязнения донных отложений ПАУ может считаться весьма невысоким. Он очень далеко отстоит от нормативного предела загрязнения донных отложений 1 ДК, равного по «голландским листам» 1000 нг/г суммарно для 10 наиболее опасных ПАУ.

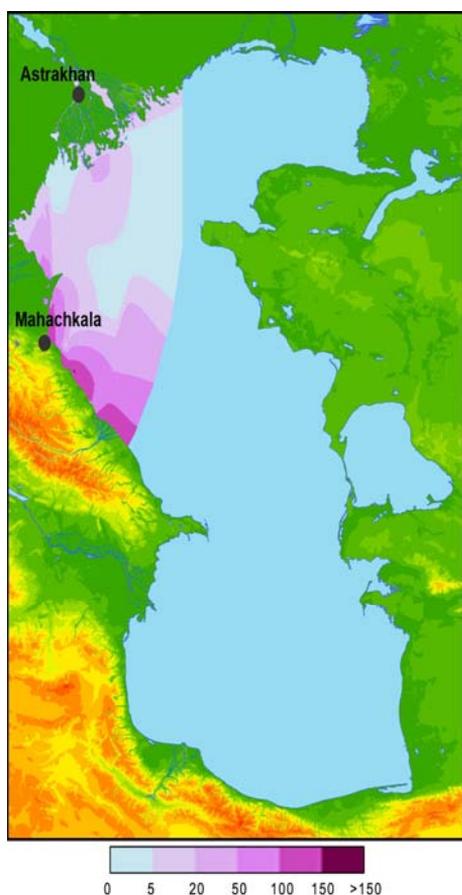


Рис. 2.5. Концентрация (нг/г) полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в донных отложениях Северного и Среднего Каспия в апреле–мае 2009 г.

Максимальная концентрация индивидуальных веществ этой группы была зафиксирована либо в пробах из района Избербаша и Дербента, либо из эстуарной области реки Самур. В первой преобладал фенантрен (11,4 нг/г), антрацен (2,0 нг/г) флуорантен (11,9 нг/г), пирен (76,3 нг/г), бензо(а)антрацен (12,5 нг/г) и хризен (15,8 нг/г). В пробе из устья Самура наибольшей была концентрация нафталина (21,8 нг/г), 1-метилнафталина (23,2 нг/г), 2-метилнафталина (33,2 нг/г), флуорена (3,60 нг/г), бензо(к)флуорантена (5,0 нг/г), бензо(б+j)флуорантена (5,0 нг/г), бензо(е)пирена (9,53 нг/г). Наиболее опасное соединение группы ПАУ – бензо(а)пирен (3,45 нг/г), в наибольшей концентрации был отмечен у Дербента. В меньшем количестве он был еще обнаружен в устье Самура и на фоновой глубоководной станции. У Дербента кроме бензо(а)пирена в максимальной концентрации найден перилен (13,5 нг/г).

В пробах донных отложений Среднего Каспия была определена концентрация **металлов** Fe, Al, Cu, Zn, Ni, Ba, Cr, Pb, Mn, As, Cd, Mo, V и Hg. Химический анализ проб был выполнен в Центре химии окружающей среды НПО «Тайфун» (г. Обнинск). Содержание железа в донных отложениях изменялось от 0,0292% до 3,053%, составив в среднем 1,064%. Максимум зафиксирован в устьевой об-

ласти Самура, а минимум на разрезе Махачкала – Сагындык. Распределение железа на исследованной акватории практически полностью определялось гранулометрическим составом донных отложений. В богатых иловыми частицами пробах количество железа возрастало, а в грубых осадках падало. Аналогичным было распределение алюминия: диапазон значений от 0,059% до 8,182%, средняя – 2,248%. В целом данные подтверждают возможность использования алюминия как индикатора мелкодисперсных иловых частиц в донных отложениях, что позволяет нормировать, наравне с другими методами нормирования на концентрацию мелкодисперсной фракции или содержание органического вещества, концентрацию других металлов с целью выявления отклонений от нормального геологического фона участка дна водоема. Например, наличие максимумов и минимумов в пространственном распределении меди (1,54–29,5 мкг/г (0,8 ДК); в среднем 8,13 мкг/г; максимум был зафиксирован в устьевой области Самура, а минимум на разрезе Чечень-Мангышлак) становится не столь очевидным, если рассмотреть данные в зависимости от размерного состава частиц донных отложений, нормировав реальное содержание металла в грунте на процентную долю мелкодисперсной фракции (Рис. 2.6).

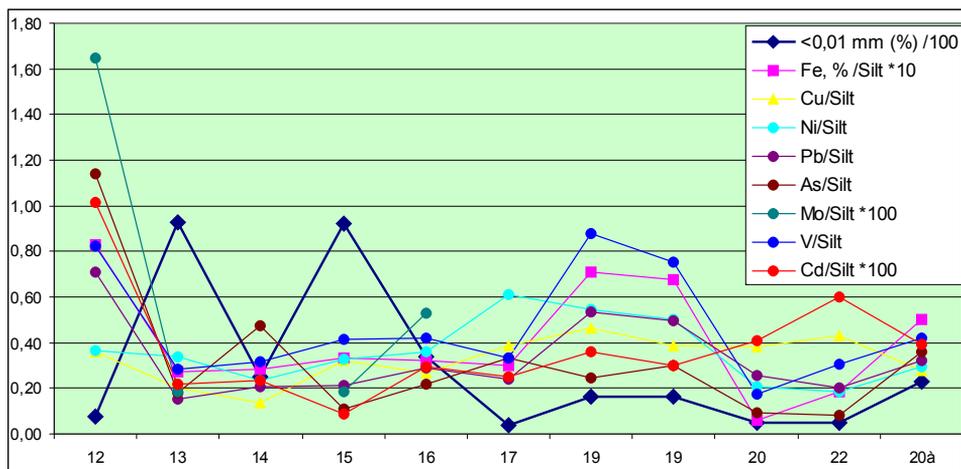


Рис. 2.6. Концентрация металлов в донных отложениях Среднего Каспия в мае 2009 г., нормированная на количество мелкодисперсных иловых частиц с размерами менее 0,01 мм.

Концентрация **цинка** изменялась в исследованных пробах воды почти на порядок с 1,37 мкг/г в центре Среднего Каспия до 97,60 мкг/л (0,7 ДК) в устье Самура. В распределении нормированной величины необычным выглядит очень невысокое содержание цинка на участке морского дна рядом с Избербашем при очень высокой концентрации иловых частиц. Содержание никеля в исследованном районе моря было очень близким к меди. Максимальные величины (29,9 и 31,1 мкг/г, 0,9 ДК) наблюдались в устье Самура и у Избербаша. Нормированная величина относительно равномерно распределена на исследованной акватории Каспия. Барий в наибольшей концентрации был отмечен на мелководье у о. Чечень (424 мкг/г, 2,1 ДК) и на фоновой станции в глубоководном районе (315 мкг/г, 1,6 ДК). Средняя величина составила 232 мкг/г, что превышает допусти-

мую концентрацию в 1,2 раза. Примечательно, что в богатых илом пробах его концентрация была относительно невысокой, что также показали нормированные величины. Концентрация хрома была наибольшей в донных отложениях у Избербаша и Самура (74,8 и 69,7 мкг/г, 0,7 ДК), однако нормированные величины были распределены на акватории весьма однородно. Распределение свинца было аналогично таковому хрома. Максимальные значения отмечены у Избербаша и Самура (13,90 и 19,50 мкг/г, 0,2 ДК), однако нормированные значения были весьма однородными. Как и воде, распределение марганца было несколько отличным от других металлов. Хотя максимальные значения были зафиксированы у Избербаша и в устьевом районе р. Самур (658 и 921 мкг/г), однако нормированные величины были высокими у Каспийска, а также на приглубых участках, включая фоновую станцию. Мышьяк в целом распределялся подобно марганцу. Максимум (16,6 мкг/г, 0,6 ДК) отмечен у Избербаша, однако нормированная величина была высокой у Каспийска, Дербента и на фоновой станции. До некоторой степени это свидетельствует о менее тесной связи мышьяка с мелкодисперсной фракцией донных отложений, чем у других металлов. Концентрация кадмия в донных отложениях Среднего Каспия была невысокой. Наибольшее значение было отмечено у Избербаша (0,20 мкг/г, 0,25 ДК). Нормированные значения сильно варьировали на исследованной акватории, наибольшая величина была у Каспийска. На большинстве станций концентрация молибдена была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (<0,10 мкг/г). В четырех точках у Дагестанского побережья его содержание изменялось от 0,13 до 0,18 мкг/г (0,02 ДК). Концентрация ванадия достигала 26,00 и 38,30 мкг/г у Избербаша и в устье Самура. Ртуть была выявлена во всех пробах донных отложений в концентрации от 0,010 до 0,106 мкг/г (0,4 ДК). Наибольшие величины отмечены в устье Самура и у Избербаша. Распределение этого металла было очень близким к барью.

В целом следует отметить резкие отклонения концентрации большинства металлов в донных отложениях у г. Каспийска. Здесь на фоне весьма невысокого содержания иловых частиц в грунте относительная концентрация металлов, нормированная на процентную долю мелкодисперсных частиц, была повышенной. Кроме этого, значительные отклонения от средних значений были отмечены для ртути и бария. На остальной исследованной акватории относительное содержание большинства металлов в донных отложениях изменялось в достаточно узких пределах. Это позволяет предположить их распределение в грунтах различных открытых и прибрежных участков Среднего Каспия в зависимости от нахождения там мелкодисперсных частиц, а их концентрация определяется главным образом геологическим фоном и, в основном, не связана с антропогенным загрязнением.

Результаты исследований показали, что основные гидрохимические параметры и концентрация биогенных веществ были в пределах многолетних колебаний этих характеристик в водах отмелого взморья р. Волги, а также в прибрежных и открытых водах Среднего Каспия. Загрязнение вод мелководного Северного Каспия в целом соответствовало уровню среднемноголетних значений по нефтяным углеводородам (2,0–4,4 ПДК), фенолам (1–3 ПДК); было несколько повышенным по целому ряду металлов (железо, медь). У Дагестанского побережья содержание НУ было ниже 0,5 ПДК на всех станциях, как в поверхностном, так и в придонном слое вод. Исключение составила фоновая глубоководная станция, на которой зафиксировано 6 ПДК у поверхности и 3 ПДК в

придонном слое. Пятен загрязнения СПАВ не было обнаружено ни на устьевом взморье Волги, ни в водах Дагестанского побережья.

В донных отложениях отмелого взморья Волги пестициды группы ДДТ не были обнаружены ни в одной точке вдоль всего края дельты. Из пестицидов группы ГХЦГ не был обнаружен в пробах ни «свежий» линдан (γ -ГХЦГ), ни α -ГХЦГ. Загрязнение донных отложений пестицидами групп ДДТ и ГХЦГ было отмечено только в устьевых областях рек Дагестанского побережья, однако значения в целом были невысокими (доли ДК). Только в устье Терека концентрация β -ГХЦГ достигала очень большой величины (7,2 ДК). Остальные пестициды, включая гексахлорбензол, практически не встречались в донных отложениях исследованного района. Загрязнение донных отложений полихлорбифенилами и ПАУ было незначительным. Особенности пространственного распределения ПАУ вдоль Дагестанского побережья позволяют уверенно предположить их антропогенное техногенное происхождение из береговых источников Дагестана. Наиболее высокие значения были отмечены в районе Избербаша, устья Самура, у Дербента и Махачкалы, хотя в целом даже максимальные значения не превышали допустимого уровня.

2.4. Состояние открытых вод Среднего Каспия

В 2009 г. экспедиционные работы по исследованию гидрохимических характеристик и уровня загрязнения вод на 4 станциях пограничного между Северным и Средним Каспием векового разреза **о.Чечень – п-ов Мангышлак** выполнены Дагестанским ЦГМС в марте, апреле, мае и декабре. Всего отобрано 44 пробы из поверхностного, промежуточного (10 м) и придонного слоев.

Было выполнено определение стандартных гидрологических параметров, концентрации растворенного кислорода и биогенных элементов, а также нефтяных углеводородов и фенолов. Концентрация последних в морской воде определялась экстракционно-фотометрическим методом, фиксирующим суммарное содержание фенольных соединений, большинство из которых имеют естественное, а не антропогенное происхождение. Характеристика уровня загрязнения вод и оценка их качества базируется на средней и максимальной концентрации загрязняющих веществ, выраженной в абсолютном (мг/л, мкг/л) и относительном (ПДК) значении. Для комплексной оценки качества вод использовался индекс загрязненности вод ИЗВ, для расчета которого учитывалось содержание в морской воде четырех нормируемых показателей: растворённого кислорода, нефтяных углеводородов, фенолов и аммонийного азота.

В 2009 г. существенных изменений в **кислородном режиме** морских вод относительно предыдущих лет не наблюдалось. Среднегодовое значение (7,84 млО₂/л) оказалось несколько выше показателей прошлого года. Максимальная величина (9,17 млО₂/л) наблюдалась в марте в поверхностном слое при температуре воды 2,4^oС, минимум (6,80 млО₂/л) отмечен в мае и был выше прошлогоднего на 0,81 млО₂/л. Аэрация вод на вековом разрезе на всех горизонтах характеризуется как хорошая.

Концентрация **аммонийного азота** во всех пробах морской воды была существенно ниже 1 ПДК, и изменялась от 46 мкг/л (май) до 545 мкг/л (декабрь), составив в среднем 185 мкг/л. По сравнению с предыдущим годом диапазон концентрации аммонийного азота значительно увеличился, а средняя уменьшилась в полтора раза.

В 2009 г. среднее содержание **общего азота** в водах района увеличилось в полтора раза до 336 мкг/л, экстремальные значения выявлены в мае в поверхностном слое – 401 мкг/л и 262 мкг/л у дна. При этом концентрация **общего фосфора** заметно уменьшилась и составила 5,8 мкг/л, максимальное значение наблюдалось в апреле (10,0 мкг/л), что значительно ниже прошлогодних значений.

Таблица 2.2.

Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров и концентрация биогенных элементов (мкг/л) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2009 г.

| Район | Temp | Sal | O2%* | pH | PO4 | P tot | NO2 | NO3 | NH4 | N tot | Si |
|--------------------|-------|-------|--------|------|-------|-------|------|-------|--------|--------|--------|
| Чечень - Мангышлак | 7,66 | 11,25 | 100,38 | 8,24 | 5,80 | 17,02 | 1,65 | 9,79 | 185,17 | 335,89 | 265,20 |
| | 16,50 | 12,84 | 89,5 | 8,52 | 10,00 | 28,90 | 2,30 | 14,80 | 545,00 | 401,00 | 470,00 |
| Лопатин | 10,43 | 8,28 | 101,15 | 8,46 | 5,62 | 15,21 | 1,70 | 13,63 | 198,83 | 314,83 | 349,56 |
| | 19,70 | 11,69 | 93,3 | 8,83 | 9,20 | 20,00 | 2,36 | 16,20 | 241,00 | 353,00 | 628,00 |
| Взморье р.Терек | 12,38 | 8,04 | 102,14 | 8,51 | 4,56 | 17,09 | 1,60 | 13,58 | 202,85 | 329,20 | 365,15 |
| | 19,30 | 11,46 | 94,1 | 8,83 | 8,40 | 22,30 | 2,36 | 17,20 | 272,00 | 374,00 | 743,00 |
| Взморье р.Сулак | 12,00 | 8,61 | 101,60 | 8,45 | 6,07 | 16,36 | 1,61 | 13,37 | 203,33 | 335,35 | 418,38 |
| | 17,90 | 12,24 | 91,9 | 8,82 | 8,30 | 25,10 | 2,27 | 17,60 | 273,00 | 390,00 | 807,00 |
| Махачкала | 10,61 | 9,23 | 100,49 | 8,42 | 6,21 | 15,73 | 1,79 | 13,40 | 212,35 | 332,55 | 345,22 |
| | 18,40 | 12,07 | 87,6 | 8,83 | 9,00 | 21,40 | 2,62 | 18,00 | 381,00 | 398,00 | 536,00 |
| Каспийск | 12,07 | 11,30 | 99,87 | 8,54 | 6,16 | 16,81 | 1,64 | 14,51 | 162,13 | 329,67 | 300,03 |
| | 19,00 | 12,70 | 86,2 | 8,88 | 8,80 | 27,30 | 2,05 | 18,30 | 240,00 | 415,00 | 451,00 |
| Избербаш | 12,27 | 11,76 | 99,31 | 8,52 | 6,02 | 16,03 | 1,56 | 14,61 | 168,89 | 328,93 | 319,37 |
| | 19,80 | 12,70 | 85,5 | 8,80 | 9,10 | 22,30 | 2,15 | 21,20 | 243,00 | 497,00 | 495,00 |
| Дербент | 13,33 | 11,45 | 103,29 | 8,55 | 5,78 | 16,67 | 1,48 | 13,78 | 143,17 | 325,75 | 273,92 |
| | 18,90 | 11,94 | 95,9 | 8,89 | 8,40 | 20,40 | 2,09 | 16,60 | 160,00 | 368,00 | 442,00 |
| Взморье р.Самур | 13,62 | 7,27 | 103,15 | 8,55 | 6,38 | 15,73 | 1,63 | 13,18 | 160,17 | 323,83 | 284,08 |
| | 18,90 | 11,08 | 95,4 | 8,87 | 8,00 | 21,20 | 2,04 | 17,10 | 200,00 | 368,00 | 447,00 |

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

Концентрация **нефтяных углеводородов** изменялась в пределах от 0,01 мг/л до 0,07 мг/л. В среднем она составила 0,04 мг/л. По сравнению с предыдущим годом и среднее, и минимальное значения уменьшились (Табл.2.3).

Средняя концентрация **фенолов** по сравнению с 2008 г. осталась на прежнем уровне (0,003 мг/л, 3 ПДК), максимум и минимум составил соответственно 0,001 мг/л до 0,005 мг/л (1–5 ПДК).

Воды открытой части Каспийского моря на разрезе о. Чечень – п-ов Мангышлак в 2009 г. качественно не изменились, хотя индекс загрязненности вод ИЗВ уменьшился с 1,59 до 1,30. Это соответствует IV классу загрязнения вод, которые характеризуется как «загрязнённые» (Рис. 2.7).

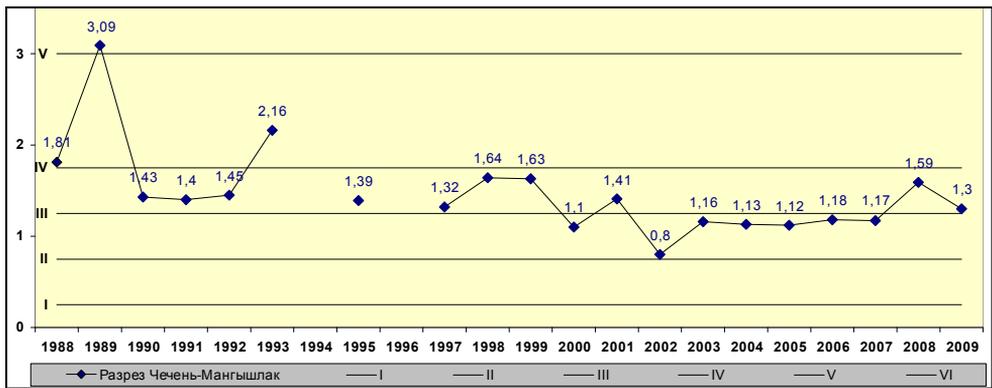


Рис. 2.7. Динамика ИЗВ на разрезе о. Чечень – п-ов Мангышлак в 1988–2009 гг.

2.5. Состояние вод Дагестанского побережья

В 2009 г. оценка гидрохимического состояния и уровня загрязнения прибрежных вод Дагестанского взморья была выполнена на 33 станциях в районе Лопатина, Махачкалы, Каспийска, Избербаша, Дербента и на устьевых взморьях Терека, Сулака и Самура. Всего отобрано и обработано 264 пробы. Наблюдения были выполнены Дагестанским ЦГМС (г. Махачкала) в марте, мае, октябре, ноябре и декабре (Рис. 2.8).

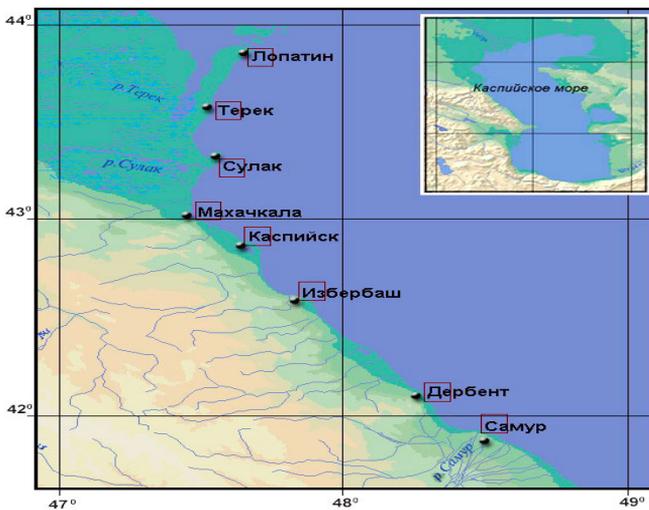


Рис. 2.8. Карта-схема расположения районов отбора проб на Дагестанском взморье в 2009 г.

Лопатин. Пробы морской воды в районе полуострова Лопатин отбирались в марте, мае, и ноябре на трех станциях с глубинами от 4 до 10 м. Всего было отобрано 18 пробы из поверхностного и придонного слоя. Температура морской воды значительно изменялась по сезонам от 3,8⁰С в марте до 19,7⁰С в мае. Соленость в период наблюдений изменялась от 3,74‰ в ноябре до 11,69‰ в середине мая, средняя величина в 18 отобранных пробах воды составила 8,28‰, что почти на две промилле ниже прошлогодних значений. Водородный показатель

pH изменялся от 8,13 до 8,83, в среднем составил 8,46 и примерно равнялся значениям 2008 г.

Концентрация **биогенных веществ** в морской воде в целом была в пределах естественной межгодовой изменчивости. Среднегодовое содержание в водах района неорганического фосфора (фосфатов) составило 5,62 мкг/л, силикатов – 350 мкг/л, нитритов – 1,70 мкг/л, нитратов – 13,6 мкг/л. Наблюдается некоторое увеличение значений по сравнению с прошлыми годами. В 2009 г. содержание общего азота по сравнению с предыдущим годом несколько снизилась и составила в среднем 315 мкг/л, максимум (353 мкг/л) зафиксирован в марте. Во всех пробах концентрация аммонийного азота была существенно ниже 1 ПДК. Диапазон изменений – от 156 мкг/л до 241 мкг/л, при среднем значении 199 мкг/л. По сравнению с предыдущим годом среднее содержание аммонийного азота повысилось. Так же в 2009 г. отмечено понижение средней (15,2 мкг/л) и минимальной (10,0 мкг/л) концентрации в морской воде общего фосфора, максимальные же значения остались на уровне 2008 г.

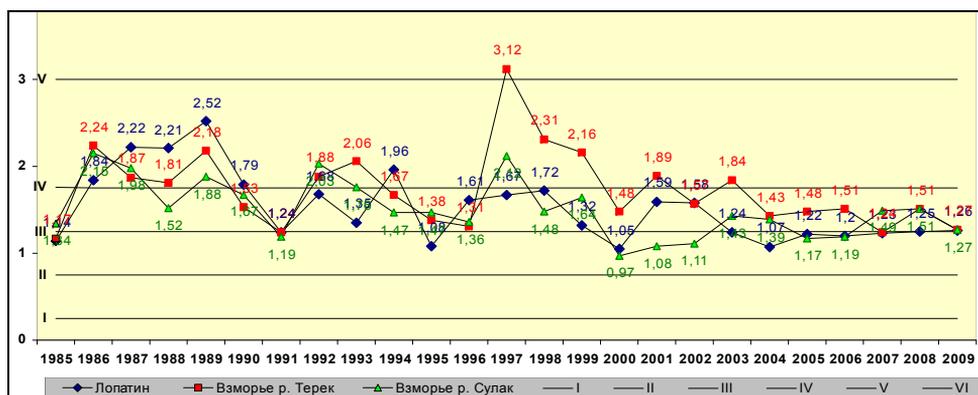


Рис. 2.9. Динамика ИЗВ в районе Лопатина и на взморье рек Терек и Сулак в 1985–2009 гг.

Концентрация **нефтяных углеводородов** изменялась в пределах от 0,02 мг/л (ноябрь) до 0,08 мг/л (май), что соответствует 0,4–1,6 ПДК, при среднем значении 0,05 мг/л (1 ПДК). По сравнению с предыдущим годом содержание НУ в водах района незначительно уменьшилось. Во всех отобранных пробах воды средняя концентрация фенолов была равна 0,003 мг/л (3 ПДК), минимальная – 0,001 мг/л, максимальная – 0,004 мг/л. Загрязнение фенолами в водах района полностью соответствует уровню 2008 г, хотя максимальное значение незначительно уменьшилось.

Кислородный режим за период наблюдений был в пределах нормы, но в сравнении с 2008 г. содержание растворенного в воде кислорода увеличилось и составило в среднем 7,53 мл/л, минимальное (6,47 мл/л) значение наблюдалось в середине мая. Качество вод в районе полуострова Лопатин незначительно ухудшилось. Значение индекса ИЗВ составило 1,26 и воды были отнесены к IV классу, «загрязнённые» (Рис. 2.8).

Взморье р. Терек. Отбор проб морской воды производился в марте, мае, октябре и ноябре 2009 г. на пяти станциях с глубинами от 4 до 10 м. Всего отобрано 40 проб из поверхностного и придонного слоя. Минимальная температура воды ($4,8^{\circ}\text{C}$) была зафиксирована в марте, максимальная ($19,3^{\circ}\text{C}$) в мае (Табл.2.2.). Соленость в период наблюдений изменялась от 1,38‰ в ноябре в поверхностном слое до 11,46‰ в середине мая у дна. Средняя величина в сорока отобранных пробах воды составила 8,05‰, что ниже прошлогоднего уровня солености. Водородный показатель рН изменялся от 8,11 до 8,83, в среднем 8,51. Щелочность вод изменялась от 0,18 до 4,78 мг-моль/л, составив в среднем 2,48 мг-моль/л, что существенно ниже прошлогодних значений.

Содержание **биогенных веществ** в водах района было в целом в пределах многолетней изменчивости. Средний уровень неорганического фосфора (фосфатов) составил 4,56 мкг/л, силикатов – 365 мкг/л, нитритов – 1,6 мкг/л, нитратов – 13,6 мкг/л. В целом значения находятся в пределах естественной многолетней изменчивости. На взморье Терека концентрация аммонийного азота была существенно ниже 1 ПДК, изменяясь от 139 мкг/л в ноябре у дна до 272 мкг/л в марте у поверхности, составив в среднем 203 мкг/л. По сравнению с предыдущим годом содержание аммонийного азота в целом увеличилось. В 2009 г. на устьевом взморье средняя концентрация общего азота (329 мкг/л) продолжала снижаться, а минимальное значение составило 256 мкг/л. Как и в прошлом году, средняя концентрация общего фосфора повысилась до 17,09 мкг/л, максимум (22,3 мкг/л) наблюдался весной, минимум (11,3 мкг/л) зафиксирован в мае.

Содержание **нефтяных углеводородов** в 40 отобранных пробах воды изменялось в пределах от 0,02 мг/л (0,4 ПДК) до 0,08 мг/л (1,6 ПДК), составив в среднем 0,05 мг/л (1 ПДК). В поверхностном слое на всех станциях НУ были выше (1,2 ПДК), чем в придонном слое (0,8 ПДК). По сравнению с предыдущим годом содержание нефтяных углеводородов в морской воде несколько понизилось. Загрязнение морских вод **фенолами** за истекший период наблюдений изменялось в узких пределах от 0,001 до 0,005 мг/л при среднем значении 0,003 мг/л (3 ПДК). По сравнению с предыдущим годом содержание фенолов в воде изменилось крайне незначительно в сторону уменьшения.

В водах устьевого взморья Терека **кислородный режим** был в пределах многолетней нормы. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в 2009 г. от 6,21 мл/л до 8,88 мл/л, средняя величина равна 7,32 мл/л, что на 12% выше прошлогоднего уровня.

По сравнению с предыдущим годом значение индекса ИЗВ на взморье Терека существенно уменьшилось с 1,51 до 1,27, почти вернувшись к уровню 2008 г. Такое значение индекса чуть выше границы между классами 1,25 и соответствует IV классу вод, «загрязнённые» (Рис. 2.7).

Взморье реки Сулак. На пяти станциях устьевого взморья р. Сулак с глубинами от 7 до 11 м было отобрано 40 проб воды из поверхностного и придонного слоев. Соленость в период наблюдений изменялась от 4,97‰ осенью до 12,24‰ весной. Водородный показатель рН изменялся от 7,77 до 8,82, среднее значение равно 8,45, что практически не отличается от значений прошлого года.

Содержание **биогенных веществ** в водах устьевой области р. Сулак было в целом в пределах обычной многолетней изменчивости. Среднегодовая концентрация в водах района неорганического фосфора (фосфатов) составила

6,07 мг/л, силикатов – 418 мг/л, нитритов – 1,61 мг/л, нитратов – 13,4 мг/л. Все показатели примерно соответствуют уровню прошлого года. В 2009 г. среднее содержание (203 мг/л) и максимальное (273 мг/л) значения аммонийного азота по сравнению с предыдущим годом осталось на прежнем уровне ниже 1 ПДК, а минимальное значение несколько превышало прошлогодний показатель и составило 139 мг/л. Концентрация общего азота в воде по сравнению с 2008 г. незначительно снизилась и составила в среднем 335 мг/л, минимум отмечен в мае (261 мг/л) в придонном слое, максимум (390 мг/л) наблюдался в марте у поверхности. Максимальное значение общего фосфора в морской воде по сравнению с прошлым годом не изменилось и составило 25,1 мг/л (октябрь). Средняя концентрация составила 16,4 мг/л, минимальная – 10,1 мг/л.

Загрязнение вод **нефтяными углеводородами** изменялось в пределах от 0,03 до 0,07 мг/л (0,6–1,4 ПДК), составив в среднем 0,05 мг/л (1,0 ПДК). По сравнению с предыдущим годом среднее содержание нефтяных углеводородов осталось на прежнем уровне. Максимальная концентрация **фенолов** в морской воде составляла 0,004 мг/л; минимальная – 0,001 мг/л; средняя – 0,003 мг/л (3 ПДК). Максимальное значение фенолов в водах устьевого взморья Сулака уменьшилось в 2 раза по сравнению с предыдущим годом.

Содержание растворенного в воде **кислорода** в период наблюдений изменялось в пределах от 6,29 мл/л (октябрь) до 8,77 мл/л (март), составив в среднем 7,31 мл/л, что несколько выше прошлогодних значений. Процент же насыщения наоборот несколько повысился по сравнению с прошлым годом. Кислородный режим вод района был в пределах нормы. Качество вод устьевого взморья р. Сулак улучшилось по сравнению с 2008 г., а значение индекса ИЗВ составило 1,27. Воды характеризуются как «загрязнённые» (IV класс), (Рис. 2.7).

Махачкала. В мелководной зоне Каспийского моря вблизи г. Махачкала пробы были отобраны из поверхностного и придонного горизонтов на 9 станциях с глубинами от 5 до 11 м. Всего было отобрано в марте, мае и октябре–декабре 2009 г. 85 проб. В течение периода исследований температура вод изменялась от 4,1⁰С до 18,4⁰С, в среднем 10,6⁰С (Табл.2.2). Соленость изменялась от 5,46‰ в сентябре до 12,07‰ в мае, составив в среднем 9,23‰. Водородный показатель рН изменялся от 8,01 до 8,83, оставаясь в целом на уровне прошлого года.

Концентрация **биогенных веществ** в водах на мелководье в районе г. Махачкала была в пределах естественной многолетней изменчивости. Среднегодовое содержание в водах района неорганического фосфора (фосфатов) составило 6,21 мг/л, силикатов – 345 мг/л, нитритов – 1,79 мг/л, нитратов – 13,4 мг/л. В 2009 г. среднегодовое содержание аммонийного азота повысилось по сравнению с предыдущим годом и составило 212 мг/л, максимальное значение отмечено в декабре у дна (381 мг/л), минимальное (121 мг/л) в декабре в придонном слое вод. Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже 1 ПДК. Концентрация общего азота в морской воде по сравнению с 2008 г. снизилась и составила в среднем 333 мг/л, минимум отмечен в ноябре (231 мг/л) в придонном слое, максимум (398 мг/л) наблюдался в марте у поверхности. Среднее содержание общего фосфора в воде по сравнению с прошлым годом увеличилось и составило 15,73 мг/л. Максимум достигал

21,4 мкг/л и наблюдался в начале октября у поверхности, минимум (11,0 мкг/л) в мае у дна.

Содержание **нефтяных углеводородов** во всех пробах изменялось от 0,02 до 0,011 мг/л (2,2 ПДК), составив в среднем 0,06 мг/л (1,2 ПДК). В целом отмечено незначительное увеличение концентрации НУ по сравнению с предыдущим годом. Максимальная концентрация фенолов в 2009 г. составляла 0,005 мг/л (5 ПДК); минимальная 0,001 мг/л; средняя 0,003 мг/л. В целом содержание фенолов в прибрежных водах у г. Махачкалы осталось на уровне 2008 г.

Содержание растворенного в воде **кислорода** изменялось в период наблюдений от 5,98 до 8,91 мл/л, составив в среднем 7,46 мл/л. Кислородный режим морских вод районе Махачкалы в целом был в пределах нормы.

На взорье Махачкалы значение индекса ИЗВ увеличилось с 1,26 в прошлом году до 1,57 в 2009 г., но класс качества вод остался по-прежнему IV, «загрязнённые».

Каспийск. В прибрежной зоне у г. Каспийска наблюдения проводились на 4 станциях с глубинами от 7 до 21 м. В марте, мае и октябре было отобрано 30 проб из поверхностного, промежуточного (горизонт 10 м) и придонного слоя вод. В течение периода исследований температура вод изменялась от 5,3⁰С в марте на глубине 19 м до 19,0⁰С в октябре в придонном слое (Табл.2.2). Соленость морской воды изменялась в диапазоне 9,86–12,7‰; водородный показатель рН — 8,00–8,88.

Минимальная и максимальная концентрация **биогенных веществ** в контролируемом районе у г. Каспийска находилась в пределах естественной многолетней изменчивости. Среднее содержание в водах района неорганического фосфора (фосфатов) составило 6,16 мкг/л, силикатов – 300 мкг/л, нитритов – 1,64 мкг/л, нитратов – 14,5 мкг/л. В 2009 г. содержание аммонийного азота в морской воде по сравнению с предыдущим годом несколько изменилось и составило в среднем 162 мкг/л. Максимум (240 мкг/л) был отмечен в мае у поверхности, минимум (103 мкг/л) в марте у дна. Концентрация аммонийного азота во всех пробах морской воды была существенно ниже 1 ПДК. Концентрация общего азота на взорье Каспийска в целом соответствовала уровню прошлого года, и составила 330 мкг/л, минимум (261 мкг/л) отмечен в марте, максимум (415 мкг/л) в октябре. Среднее и максимальное содержание общего фосфора в водах района немного увеличилось и составило 16,8 мкг/л и 27,3 мкг/л соответственно. Минимальное значение (10,8 мкг/л) по сравнению с прошлым годом несколько снизилось.

В 30 отобранных пробах воды концентрация **нефтяных углеводородов** изменялась от 0,02 до 0,13 мг/л, составив в среднем 0,06 мг/л (1,2 ПДК). По сравнению с предыдущим годом содержание количество НУ в воде немного увеличилось. Содержание **фенолов** в прибрежных водах г. Каспийска по сравнению с 2008 г. несколько увеличилось, средние же значения остались на уровне прошлого года: максимум составил 0,006 мг/л (6 ПДК), минимум 0,001 мг/л, средняя 0,003 мг/л.

Кислородный режим вод района в целом был в пределах многолетней изменчивости. За период наблюдений концентрация растворенного в воде кислорода

изменялась от 5,75 мл/л в октябре у дна, до 8,59 мл/л в марте в поверхностном слое, что выше прошлогоднего уровня. В прибрежных водах у г. Каспийска в 2009 г. значение индекса ИЗВ составило 1,56 (IV класс, «загрязнённые»). По сравнению с предыдущим годом качество осталось на прежнем уровне (Рис. 2.8).

Избербаш. В марте, мае и октябре 2009 г. в районе г. Избербаш пробы морской воды были отобраны на 3 станциях с глубинами от 10 до 23 м. Всего было отобрано 27 проб на трех горизонтах. Температура морской воды за период наблюдения изменялась от 5,4⁰С до 19,8⁰С. Соленость колебалась от 10,2‰ в октябре у поверхности до 12,7‰ в октябре у дна; рН изменялся от 8,14 до 8,80.

Содержание в водах района **биогенных веществ** составило в среднем: неорганического фосфора (фосфатов) 6,02 мкг/л, силикатов – 319 мкг/л, нитритов – 1,56 мкг/л, нитратов – 14,6 мкг/л. Концентрация аммонийного азота в 2009 г. увеличилась и составила в среднем 169 мкг/л, минимальное значение (117 мкг/л) зафиксировано на глубине 19 м в марте, максимум (243 мкг/л) – в мае на поверхности. Содержание общего азота в морской воде (329 мкг/л) было несколько выше показателей 2008 г. В водах района среднее содержание общего фосфора (16,0 мкг/л) было выше уровня предыдущего года, максимальное и минимальное значения также несколько возросли и составили 22,3 и 10,4 мкг/л соответственно.

По сравнению с 2008 г. содержание **нефтяных углеводородов** в воде несколько снизилось. В 27 отобранных пробах концентрация НУ изменялась от 0,02 мг/л до 0,1 мг/л (2 ПДК), составив в среднем 0,05 мг/л. В поверхностном слое она была в 2 раза выше (0,06 мг/л), чем в придонном (0,03 мг/л). Содержание **фенолов** осталось без изменений. Минимальная концентрация в морской воде составляла 0,002 мг/л, максимальная – 0,005 мг/л, средняя – 0,003 мг/л (3 ПДК).

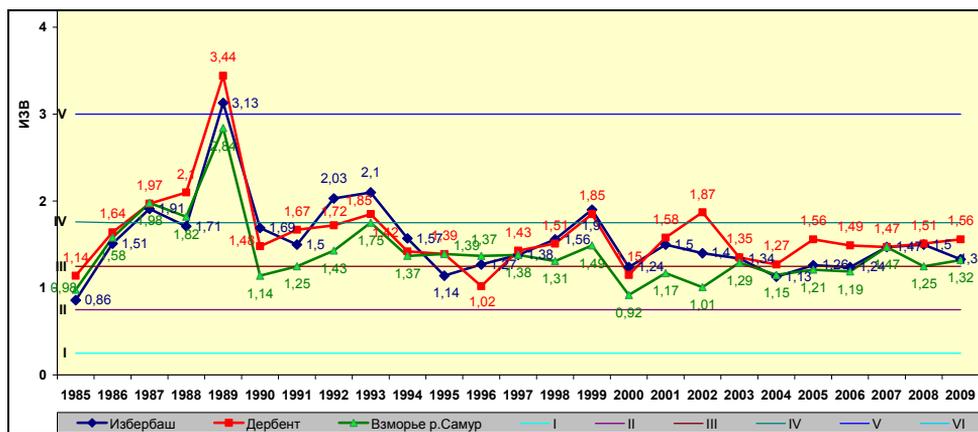


Рис. 2.10. Динамика ИЗВ в прибрежных водах гг. Избербаш, Дербент и на взморье реки Самур в 1985-2009 гг.

Кислородный режим в период наблюдений был в пределах обычной для района нормы. По сравнению с 2008 г. содержание растворенного в воде кислорода немного возросло и составило в среднем 7,01 мл/л, минимальное значение

(5,67 мл/л) наблюдалось в конце октября. Насыщение вод кислородом возросло и составило в среднем 109%, минимум насыщения равен 100%.

В целом загрязнение вод в районе г. Избербаш незначительно уменьшилось. Индекс загрязняющих веществ ИЗВ составил 1,33, а воды района характеризуются как «загрязненные» (IV класс), (Рис. 2.10).

Дербент. Отбор проб в прибрежных водах г. Дербента производился на 2 станциях с глубинами 6 м и 9 м. В марте, мае и октябре было отобрано 12 проб из поверхностного и придонного слоя. Минимальная (7,0⁰С, март) и максимальная (18,9⁰С, сентябрь) температура воды за время наблюдений были отмечены в придонном слое. Соленость варьировала от 10,96‰ в марте до 11,94‰ в мае. Водородный показатель рН изменялся от 8,18 до 8,89.

Содержание в водах района **биогенных веществ** в среднем составило: неорганического фосфора (фосфатов) – 5,78 мкг/л, силикатов – 274 мкг/л, нитритов – 1,48 мкг/л, нитратов – 13,8 мкг/л. Во всех пробах концентрация аммонийного азота была существенно ниже 1 ПДК. Диапазон изменений – 123–160 мкг/л; среднее значение 143 мкг/л. По сравнению с предыдущим годом среднее содержание аммонийного азота незначительно снизилось. В 2009 г. содержание общего азота по сравнению с предыдущим годом несколько снизилось и составило в среднем 326 мкг/л, максимум 368 мкг/л, минимум 254 мкг/л. Концентрация общего фосфора в морской воде изменялась от 13,0 мкг/л до 20,4 мкг/л, составив в среднем 16,7 мкг/л.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в водах района изменялась от 0,03 до 0,08 мг/л, составив в среднем 0,05 мг/л (1,0 ПДК). По сравнению с предыдущим годом содержание нефтяных углеводородов в морской воде практически не изменилось. Содержание **фенолов** в районе Дербента осталось неизменной по сравнению с 2008 г. Минимальная их концентрация составляла 0,002 мг/л, максимальная 0,004 мг/л, средняя 0,003 мг/л (3 ПДК).

Содержание растворенного в воде **кислорода** изменялось от 5,83 мл/л в октябре до 8,52 мл/л в марте, в среднем 7,12 мл/л, что немного выше прошлогоднего уровня.

В 2009 г. значение индекса ИЗВ составило 1,56 (IV класс, «загрязненные»). По сравнению с предыдущим годом качество вод практически не изменилось (Рис. 2.10).

Взморье реки Самур. В марте, мае и октябре на мелководном взморье р. Самур было отобрано 12 проб из поверхностного и придонного слоя на двух станциях с глубинами 4 м и 7 м. В течение периода исследований температура воды изменялась от 7,7⁰С до 18,9⁰С. Соленость варьировала от 0,302‰ в мае до 11,8‰ в октябре; рН - от 8,21 до 8,78.

В 2009 г. средняя концентрация соединений **биогенных элементов** в водах района взморья реки Самур составила: неорганического фосфора (фосфатов) – 6,38 мкг/л, силикатов – 284 мкг/л, нитритов – 1,63 мкг/л, нитратов – 13,2 мкг/л. В прошедшем году содержание аммонийного азота на устьевом взморье осталась на прошлогоднем уровне: среднее 160 мкг/л, максимальное 200 мкг/л в поверхностном слое (май), минимум 134 мкг/л пришелся на март и отчене в придонном слое вод.

Содержание общего азота в районе наблюдений по сравнению с предыдущим годом несколько снизилось и составило в среднем 324 мкг/л, максимум – 368 мкг/л, минимум – 225 мкг/л. Концентрация общего фосфора в воде района незначительно увеличилась, изменяясь от 12,0 до 21,2 мкг/л и составив в среднем 15,7 мкг/л.

Содержание нефтяных углеводородов во всех пробах изменялось от 0,03 до 0,08 мг/л, составив в среднем 0,05 мг/л (1 ПДК). Уровень загрязнения района НУ остался прежним. Средняя концентрация **фенолов** была 0,003 мг/л (3 ПДК), минимум и максимум 0,001 и 0,004 мг/л соответственно.

Кислородный режим в районе был в пределах обычной нормы, но в сравнении с 2008 г. содержание растворенного в воде кислорода увеличилось и составило в среднем 7,08 мл/л, минимальное значение (5,81 мл/л) наблюдалось в конце октября у дна.

На устьевом взморье р. Самур в 2009 г. качество вод немного ухудшилось, значение индекса ИЗВ составило 1,32 и перешло в IV класс «загрязненных» вод (Рис. 2.10).

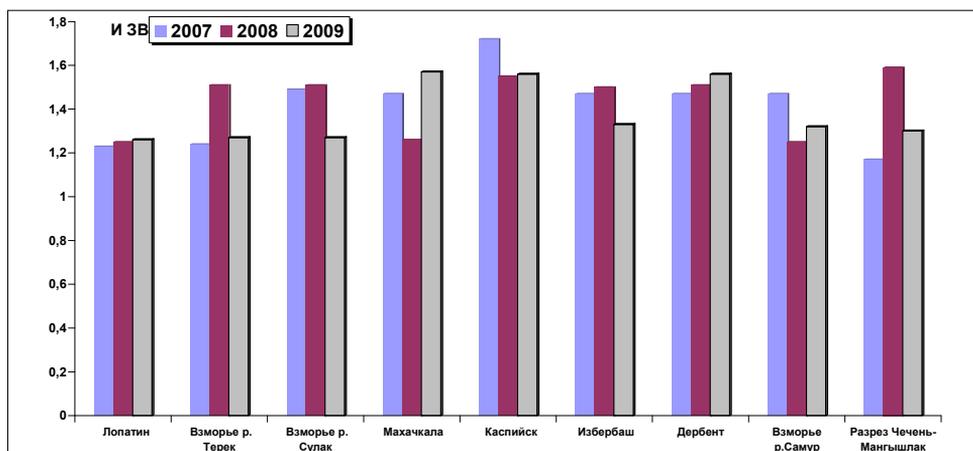


Рис. 2.11. Изменения индекса загрязненности вод в прибрежных водах Дагестанского побережья и на разрезе о. Чечень - п-ов Мангышлак в 2007–2009 гг.

Выводы. В 2009 г. качественная оценка вод открытой части Каспийского моря на разрезе от острова Чечень до п-ова Мангышлак не изменилась: они остались в четвертом классе («загрязненные»), хотя индекс немного уменьшился и приблизился к границе третьего класса (Рис. 2.11). В районе полуострова Лопатин индекс ИЗВ совсем немного превысил границу между классами и воды оцениваются как «загрязнённые». На устьевом взморье Терека и Сулака по сравнению с предыдущим годом значение индекса ИЗВ существенно уменьшилось и почти вернулось к уровню 2008 г., однако все равно осталось в пределах IV класса загрязнения вод («загрязнённые»). Южнее на взморье Махачкалы, у Каспийска, в районе Дербента и на устьевом взморье р. Самур качество вод немного ухудшилось, однако воды по-прежнему характеризуются как «загрязнённые».

Таблица 2.3.

Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах
Среднего Каспия в 2007–2009 гг.

| Район | Ингредиент | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | |
|---|--------------------|---------|------|---------|-------|---------|-----|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| Средний Каспий: разрез о. Чечень - п-ов Мангышлак | НУ | 0,04 | 0,8 | 0,06 | 1,2 | 0,04 | 0,8 |
| | | 0,06 | 1,2 | 0,11 | 2,2 | 0,07 | 1,4 |
| | Фенолы | 0,003 | 3,0 | 0,003 | 3,0 | 0,002 | 2,0 |
| | | 0,004 | 4 | 0,006 | 6 | 0,005 | 5 |
| | Азот аммонийный | 123,3 | 0,2 | 216,4 | 0,5 | 185,2 | 0,4 |
| | | 170,4 | 0,3 | 335 | 0,8 | 545,0 | 1,1 |
| | Азот общий | 425 | | 426,1 | | 335,9 | |
| | Фосфор общий | 504 | | 586 | | 401 | |
| | Кислород | 11,7 | | 16,89 | | 5,80 | |
| | | 18,0 | | 27,8 | | 10,0 | |
| | 9,71 | | 9,88 | | 11,20 | | |
| | 8,46 | | 8,56 | | 9,72 | | |
| Лопатин | НУ | 0,04 | 0,8 | 0,05 | 1,0 | 0,05 | 1,0 |
| | | 0,06 | 1,2 | 0,08 | 1,6 | 0,08 | 1,6 |
| | Фенолы | 0,003 | 3,0 | 0,003 | 3,0 | 0,003 | 3,0 |
| | | 0,004 | 4 | 0,005 | 5 | 0,004 | 4 |
| | Азот аммонийный | 152,2 | 0,3 | 166,6 | 0,4 | 198,8 | 0,4 |
| | | 259,2 | 0,5 | 314,3 | 0,8 | 241,0 | 0,5 |
| | Азот общий | 378 | | 352,8 | | 314,8 | |
| | Фосфор общий | 497 | | 415 | | 353 | |
| | Кислород | 14,8 | | 16,48 | | 15,2 | |
| | | 20,4 | | 19,7 | | 20,0 | |
| | 10,77 | | 9,27 | | 10,75 | | |
| | 8,53 | | 8,65 | | 9,19 | | |
| Взморье р. Терек | НУ | 0,04 | 0,8 | 0,05 | 1,0 | 0,05 | 1,0 |
| | | 0,07 | 1,4 | 0,08 | 1,6 | 0,08 | 1,6 |
| | Фенолы | 0,003 | 3,0 | 0,003 | 3,0 | 0,003 | 3,0 |
| | | 0,006 | 6 | 0,07 | 7 | 0,005 | 5 |
| | Азот аммонийный | 157,2 | 0,3 | 177 | 0,4 | 202,9 | 0,4 |
| | | 267,0 | 0,5 | 348 | 0,9 | 272,0 | 0,5 |
| | Азот общий | 366 | | 359,8 | | 329,2 | |
| | Фосфор общий | 496 | | 421 | | 374,0 | |
| | Кислород | 13,5 | | 15,8 | | 17,1 | |
| | | 19,6 | | 23 | | 22,3 | |
| | 10,35 | | 9,25 | | 10,40 | | |
| | 8,32 | | 8,76 | | 8,82 | | |
| Взморье р. Сулак | НУ | 0,05 | 1,0 | 0,05 | 1,0 | 0,05 | 1,0 |
| | | 0,07 | 1,4 | 0,08 | 1,6 | 0,07 | 1,4 |
| | Фенолы | 0,003 | 3,0 | 0,004 | 4 | 0,003 | 3 |
| | | 0,006 | 6 | 0,008 | 8 | 0,004 | 4 |

| | | | | | | | | |
|-----------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|------------|
| | Азот аммонийный | 178,1 384,0 | 0,4 0,8 | 179,9 390 | 0,5 1,0 | 203,3 273,0 | 0,4 0,5 | |
| | Азот общий | 385 503 | | 350,3 415 | | 335,4 390,0 | | |
| | Фосфор общий | 13,8 18,6 | | 16,4 25,2 | | 16,4 25,1 | | |
| | Кислород | 10,56 8,76 | | 9,29 8,63 | | 10,38 8,93 | | |
| Махачкала | НУ | 0,04 0,06 | 0,8 1,2 | 0,05 0,07 | 1,0 1,4 | 0,06 0,11 | 1,2 2,2 | |
| | Фенолы | 0,003 0,005 | 3,0 5 | 0,003 0,005 | 3,0 5 | 0,003 0,005 | 3,0 5 | |
| | Азот аммонийный | 136,2 176,5 | 0,3 0,4 | 153,8 190,6 | 0,4 0,5 | 212,4 381,00 | 0,4 0,8 | |
| | Азот общий | 404 497 | | 360,6 410 | | 332,6 398,0 | | |
| | Фосфор общий | 16,5 21,0 | | 12,7 18,7 | | 15,7 21,4 | | |
| | Кислород | 10,72 8,92 | | 9,16 8,80 | | 10,59 8,49 | | |
| | Каспийск | НУ | 0,05 0,08 | 1,0 1,6 | 0,05 0,07 | 1,0 1,4 | 0,06 0,13 | 1,2 2,6 |
| | | Фенолы | 0,004 0,006 | 4 6 | 0,003 0,005 | 3,0 5 | 0,003 0,006 | 3,0 6 |
| | | Азот аммонийный | 132,7 167,4 | 0,3 0,3 | 136,9 169 | 0,3 0,4 | 162,1 240,0 | 0,3 0,5 |
| | | Азот общий | 383 471 | | 380,3 450 | | 329,7 415 | |
| Фосфор общий | | 15,3 19,4 | | 14,5 18,2 | | 16,8 27,3 | | |
| Кислород | | 10,73 8,53 | | 9,37 8,73 | | 10,05 8,17 | | |
| Избербаш | | НУ | 0,05 0,07 | 1,0 1,4 | 0,04 0,06 | 0,8 1,2 | 0,05 0,10 | 1,0 2,0 |
| | | Фенолы | 0,004 0,006 | 4 6 | 0,003 0,005 | 3,0 5 | 0,003 0,005 | 3,0 5 |
| | | Азот аммонийный | 123,2 161,1 | 0,2 0,3 | 141,8 181 | 0,4 0,5 | 168,9 243,0 | 0,3 0,5 |
| | | Азот общий | 386 470 | | 367,1 442 | | 328,9 497,0 | |
| | Фосфор общий | 13,4 16,0 | | 13 17,9 | | 16,0 22,3 | | |
| | Кислород | 10,60 9,00 | | 9,35 8,52 | | 9,95 8,05 | | |

| | | | | | | | |
|------------------|------------|-------|------|-------|-------|--------|-----|
| Дербент | НУ | 0,05 | 1,0 | 0,05 | 1,0 | 0,05 | 1,0 |
| | | 0,07 | 1,4 | 0,06 | 1,2 | 0,08 | 1,6 |
| | Фенолы | 0,004 | 4 | 0,003 | 3,0 | 0,003 | 3,0 |
| | | 0,005 | 5 | 0,004 | 4 | 0,004 | 4 |
| | Азот | 128,3 | 0,3 | 151,9 | 0,4 | 143,2 | 0,3 |
| | аммонийный | 165,0 | 0,3 | 180,4 | 0,5 | 160,0 | 0,3 |
| | Азот общий | 412 | | 376,4 | | 325,8 | |
| | | 461 | | 415 | | 368,0 | |
| | Фосфор | 15,3 | | 14,2 | | 16,7 | |
| | общий | 17,8 | | 15,8 | | 20,4 | |
| Кислород | 10,58 | | 9,33 | | 10,12 | | |
| | | 9,43 | | 8,52 | | 8,28 | |
| Взморье р. Самур | НУ | 0,04 | 0,8 | 0,04 | 0,8 | 0,05 | 1,0 |
| | | 0,06 | 1,2 | 0,06 | 1,2 | 0,08 | 1,6 |
| | Фенолы | 0,003 | 3,0 | 0,003 | 3,0 | 0,003 | 3,0 |
| | | 0,005 | 5 | 0,004 | 4 | 0,004 | 4 |
| | Азот | 133,0 | 0,3 | 148 | 0,4 | 160,17 | 0,3 |
| | аммонийный | 166,0 | 0,3 | 170 | 0,4 | 200,0 | 0,4 |
| | Азот | 417 | | 379,1 | | 323,8 | |
| | общий | 471 | | 440 | | 368,0 | |
| | Фосфор | 14,3 | | 13,8 | | 15,7 | |
| | общий | 16,2 | | 15,4 | | 21,2 | |
| Кислород | 10,58 | | 9,30 | | 10,06 | | |
| | | 8,90 | | 8,52 | | 8,25 | |

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

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

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

Таблица 2.4.

Оценка качества морских вод Среднего Каспия по ИЗВ в 2007–2009 гг.

| Район | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | | Среднее содержание ЗВ в 2009 г. (в ПДК) |
|---|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| Разрез о. Чечень – п-ов Мангышлак | 1,17 | III | 1,59 | IV | 0,93 | III | НУ 0,8; фенолы 2,0; NH ₄ 0,4; O ₂ 0,5 |
| Лопатин | 1,23 | III | 1,25 | III | 1,25 | III | НУ 1,0; фенолы 3,0; NH ₄ 0,4; O ₂ 0,6 |
| Взморье р. Терек | 1,24 | III | 1,51 | IV | 1,25 | III | НУ 1,0; фенолы 3,0; NH ₄ 0,4; O ₂ 0,6 |
| Взморье р. Сулак | 1,49 | IV | 1,51 | IV | 1,25 | III | НУ 1,0; фенолы 3,0; NH ₄ 0,4; O ₂ 0,6 |
| Махачкала | 1,47 | IV | 1,26 | IV | 1,30 | IV | НУ 1,2; фенолы 3,0; NH ₄ 0,4; O ₂ 0,6 |
| Каспийск | 1,72 | IV | 1,55 | IV | 1,28 | IV | НУ 1,2; фенолы 3,0; NH ₄ 0,3; O ₂ 0,6 |
| Избербаш | 1,47 | IV | 1,50 | IV | 1,23 | III | НУ 1,0; фенолы 3,0; NH ₄ 0,3; O ₂ 0,6 |
| Дербент | 1,47 | IV | 1,51 | IV | 1,23 | III | НУ 1,0; фенолы 3,0; NH ₄ 0,3; O ₂ 0,6 |
| Взморье р. Самур | 1,17 | III | 1,25 | III | 1,23 | III | НУ 1,0; фенолы 3,0; NH ₄ 0,3; O ₂ 0,6 |

2.6. Исследования качества морских вод в Казахстане

Информация о состоянии морских вод опубликована в «Информационном бюллетене о состоянии окружающей среды Казахстанской части Каспийского моря» Республиканского госпредприятия «Казгидромет» (Астана, 2010 г.) и аналогичном издании, посвященном специальной экономической зоне «Морпорт Актау» (http://eco.gov.kz/ekolog/ekolog_arch.php).

Мангистауская область. Наблюдения за состоянием морских вод проведены на трех прибрежных станциях Форт-Шевченко, Фетисово и Каламкас. Концентрация взвешенных веществ находилась в пределах 2,0–3,0 мг/л, величина рН морской воды 6,88–8,06 (нейтральная и слабощелочная). Содержание растворенного кислорода находилось в пределах 5,58–6,10 мг/л. На всех станциях содержание марганца составила до 2,2 ПДК. Морская вода оценивалась как "умеренно-загрязненная" (ИЗВ=1,07–1,15, III класс). По сравнению с 2008 г. на всех прибрежных станциях качество воды не изменилось.

В открытом море наблюдения проводили на станциях трех вековых разрезов: Кендерли-Дивичи, Песчаный-Дербент, Мангышлак-Чечень. На разрезе Кендерли-Дивичи величина рН морской воды находилась в пределах 7,4–8,2, концентрация взвешенных веществ — 2,0–3,0 мг/л, растворенного кислорода — 5,20–6,14 мг/л; на разрезе Песчаный-Дербент эти величины составили 7,4–8,2, 2,0 мг/л и 5,7–6,3 мг/л; на третьем разрезе значения были 7,7–8,1, 2,0–3,0 мг/л и 5,2–6,2

мг/л соответственно. На всех разрезах концентрация марганца превышала норматив 2,1 ПДК; а на разрезе Песчаный-Дербент отмечены повышенные значения НУ до 1,1 ПДК. Содержание сульфатов, аммония, нитритного и нитратного азота, фосфатов, фенолов, общего железа, цинка, хрома⁽⁶⁺⁾, никеля и свинца не превышало допустимую норму. Качество морской воды на всех станциях вековых разрезов оценивалось как "умеренно-загрязненные" (ИЗВ=1,03–1,12).

Атырауская область. Наблюдения за качеством морских вод проведены на месторождениях Каражанбас и Арман. В этих районах величина рН морской воды была в пределах 7,65–8,20, концентрация взвешенных веществ составила 2,0–4,0 мг/л, растворенного кислорода 5,72–6,11 мг/л. Превышение норматива наблюдалось по марганцу до 2,3 ПДК. Содержание остальных определяемых ингредиентов не превышало допустимую норму. Качество морской воды на месторождениях оценивалось как "умеренно-загрязненная" (ИЗВ=1,07–1,11).

Также исследования проводились на прибрежных станциях морского судоходного канала и взморья р. Урал (7 станций) и в районе Тенгизского месторождения (5 станций). На всех прибрежных станциях концентрация взвешенных веществ находилась в пределах 6,0–60,0 мг/л, жесткость — 1,4–10,2 мг-экв/дм³, содержание растворенного кислорода 6,6–9,8 мг/л. В районе морского судоходного канала отмечена концентрация железа 1,4 ПДК. В районах взморья р. Урал и Тенгизского месторождения концентрация хрома⁽⁶⁺⁾ находилась в пределах 1,1–1,2 ПДК, а на взморье р. Урал зафиксировано увеличение содержания меди до 1,2 ПДК. Содержание БПК₅, аммонийного, нитратного и нитритного азота, сульфатов и марганца не превышало норматив. На прибрежных станциях взморья р. Урал и в районе Тенгизского месторождения воды оцениваются как "чистые" (ИЗВ=0,85–0,93).

На станциях вековых разрезов Шалыги-Кулалы (6 станций) и дополнительном разрезе "А" и "В" (9 станций) концентрация взвешенных веществ находилась в пределах 7,0–45,0 мг/л; растворенного кислорода 6,6–9,9 мг/л. Значения БПК₅ и содержание аммонийного и нитритного азота, сульфатов, фосфора, меди, марганца и общего железа не превышало ПДК. На разрезе Шалыги-Кулалы содержание хрома⁽⁶⁺⁾ достигало 1,2 ПДК. Воды на станциях разрезов оцениваются как "чистые" (ИЗВ=0,76–0,90).

Наблюдения за качеством морских вод на акватории СЭЗ "Морпорт Актау" проводились на четырех станциях. Концентрация взвешенных веществ составила 1,0–8,0 мг/л, величина рН морской воды 6,98–8,23, содержание растворенного кислорода находилось в пределах 5,41–6,30 мг/л. Концентрация марганца достигала 2,1–2,4 ПДК, содержание остальных ингредиентов находилось в пределах допустимой нормы. Воды района характеризуются как "умеренно-загрязненные" (ИЗВ=1,04–1,19). По сравнению с 2008 г. качество морской воды на всех точках акватории значительно не изменилось, а на фоновой станции ухудшилось.

2.7. Атмосферные выпадения

В рамках программы ЕМЕП (EMEP – European Monitoring and Evaluation Programme), научно ориентированной программы в поддержку Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, насчитывающей к настоящему моменту 51 сторону и определяющей Исполнительного Секретаря ЭЭК ООН в качестве ее секретариата (1979 Geneva Convention on Long-range Transboundary Air Pollution), в 2009 г. Метеорологический Синтезирующий Центр – Восток (МСЦ-В, г. Москва; Meteorological Synthesizing Centre – East, MSC-E, <http://www.msceast.org>) выполнил расчет и оценку переноса на большие расстояния загрязняющих воздух веществ в Европе. Основой для расчета послужили данные измерений концентрации стойких загрязняющих веществ в воздухе и в атмосферных осадках, полученные на 23 станциях на территории Европы. На основании расчетов представляется возможность оценить объем выпадения отдельных загрязняющих веществ на акваторию Каспийского моря и источник их поступления в регион.

Основными участками выпадения **свинца** являются прибрежные западные районы Центрального и Южного Каспия, а концентрация превышает $0,7 \text{ кг/км}^2$ акватории в год. При этом основными донорами свинца выступают Казахстан и Россия (Рис. 2.10, http://www.msceast.org/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=28). Похожая картина наблюдается при расчете атмосферного выпадения ртути, однако основным центром загрязнения остаются только прибрежные районы Юго-Западного Каспия; доминирующим источником – Казахстан, а уровень почти на 3 порядка меньше – более 15 г/км^2 акватории в год (Рис. 2.11).

Аналогичные расчеты для органических загрязняющих веществ позволяют также оценить уровень загрязнения акватории и основные источники эмиссии. В частности, основными районами атмосферного выпадения бенз(а)пирена остаются западные районы (более 5 г/км^2 акватории в год), однако этот вид ПАУ более интенсивно выпадал в северной части моря, а основными источниками оказались Азербайджан и Украина (Рис. 2.12).

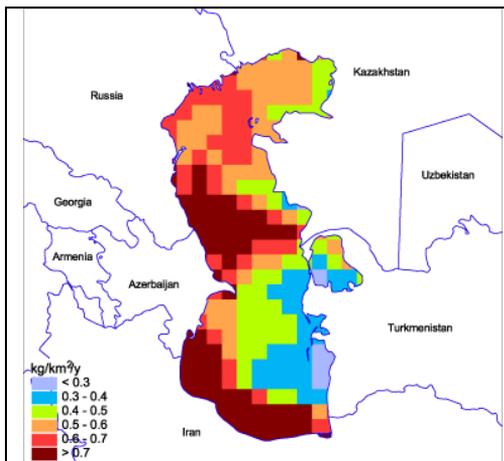


Рис. 2.12а-в. Атмосферные выпадения свинца на акваторию Каспийского моря в 2009 г.

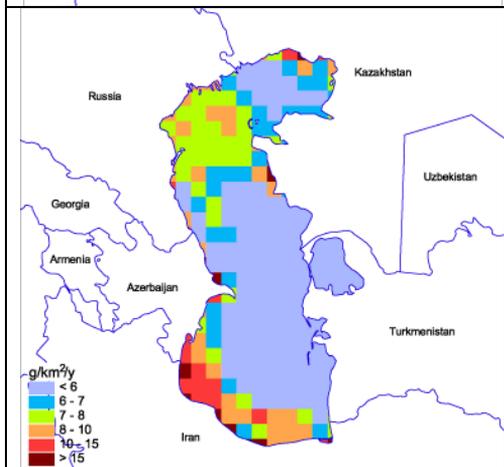


Рис. 2.12с-д. Атмосферные выпадения ртути на акваторию Каспийского моря в 2009 г.

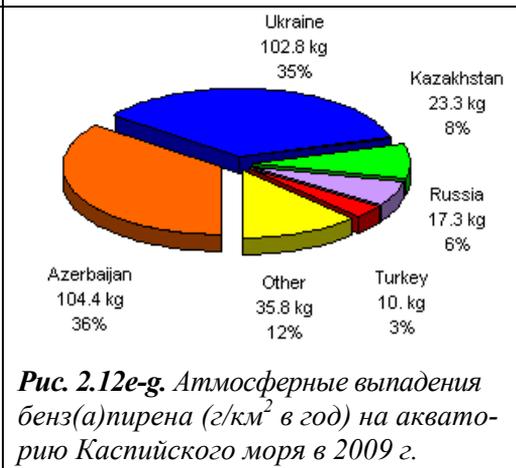
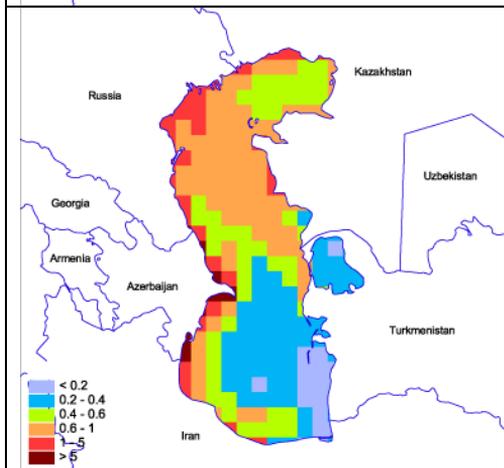


Рис. 2.12е-г. Атмосферные выпадения бенз(а)пирена (г/км² в год) на акваторию Каспийского моря в 2009 г.

3. АЗОВСКОЕ МОРЕ

3.1. Общая характеристика

Азовское море относится к системе Средиземного моря Атлантического океана, в южной части соединяется с Черным морем через неглубокий Керченский пролив. Географическая граница Азовского моря располагается между крайними точками: $47^{\circ}17'$ с.ш. и $39^{\circ}49'$ в.д. на северо-востоке в вершине Таганрогского пролива, $39^{\circ}18'$ в.д. на западе (Арабатский залив) и на юге Керченского пролива ($45^{\circ}17'$ с.ш.) между мысами Такиль и Панагия. Площадь поверхности моря без залива Сиваш и лиманов восточного побережья по разным оценкам составляет $37802\text{--}39100\text{ км}^2$, объем воды 290 км^3 при среднемноголетнем уровне. Средняя глубина моря $7,4\text{ м}$, максимальная глубина в центре моря составляет $14,4\text{ м}$. Наибольшая длина Азовского моря по линии коса Арабатская стрелка – дельта Дона составляет 380 км , наибольшая ширина по меридиану между вершинами Темрюкского и Белосарайского заливов – 200 км .

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

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

В Азовское море впадают две большие реки Дон и Кубань, поставляющие в море 95% суммарного стока, и 20 небольших речек в северной части моря – Берда, Кальмиус, Миус, Ея, Обиточная, Молочная и др. Средний годовой сток реки Дон составляет $24,4\text{ км}^3$, Кубани – $11,6\text{ км}^3$, малых рек северного Приазовья – $2,1\text{ км}^3$. В настоящее время сток Дона и Кубани зарегулирован водохранилищами. Средний многолетний материковый сток в море составляет по разным оценкам $36,7\text{--}38,1\text{ км}^3$. Сезонное распределение стока неравномерно. Доля весеннего стока составляет около 40% , а летнего – 20% . Из Азовского моря ежегодно в среднем вытекает $49,2\text{ км}^3$ азовской воды, а поступает в него $33,8\text{ км}^3$ черноморской воды. В балансе вод моря наибольшую долю приходной части образуют материковый сток (43%) и приток воды из Черного моря (40%). В расходной части преобладают сток азовской воды в

Черное море (58%) и испарение с поверхности (40%). Средний результирующий сток воды составляет $15,5 \text{ км}^3$ воды в год. Положительный пресный баланс моря обеспечивает невысокую соленость Азовского моря по сравнению с Черным морем (Дьяков Н.Н. Иванов В.А. 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).

Климат Азовского моря относится к континентальному типу, что наиболее заметно выражено в северной части моря. Для этой части моря характерны холодная зима, сухое и жаркое лето. Для южных районов моря эти сезоны более мягкие и влажные. Среднемесячная температура воздуха января колеблется в пределах $2\text{--}5^\circ\text{C}$. Сезонные особенности погоды на Азовском море формируются под влиянием крупномасштабных синоптических процессов. Зимой и осенью преобладают ветры северо-восточных и восточных направлений, которые могут усиливаться до штормовых часто сопровождающихся резким похолоданием. Весной и летом ветры неустойчивы по скоростям и направлениям. Ветры характеризуются незначительными скоростями, возможен полный штиль. В июле среднемесячная температура воздуха по всему морю равна $23\text{--}25^\circ\text{C}$ (Репетин Л.Н. Климатические изменения ветрового режима северного побережья Черного моря, Тез. Докл. На II междунар. Конф. посвящ. 75-летию ОГЭУ «Навколишнє природне середовище-2007: актуальні проблеми екології та гідрометеорології; інтеграція освіти і науки», Одеса, 26–28.09.2007 г., с. 173).

Общий циклонический характер циркуляции вод моря обусловлен главным образом ветром. Большая изменчивость направления и скорости течений моря также зависит от ветра, который вследствие мелководности Азовского моря вызывает чисто дрейфовые течения во всей его толще и создает повышение уровня у берегов, в результате чего возникают компенсационные потоки. В предустьевых районах Дона и Кубани прослеживаются стоковые течения. Хорошо выражены неперIODические сгонно-нагонные колебания уровня – в среднем от 2 до 3 м. Также хорошо выражена одноузловая сейша с суточным периодом. Азовское море бесприливное. В холодную часть года господствующие северо-восточные и восточные ветра вызывают волнение большой силы, при котором высота волн в открытом море достигает $2,1\text{--}3,0$ м. При западных и юго-западных ветрах формируются крупные волны высотой $1,5$ м и более по всей акватории моря.

Температура воды летом на поверхности в среднем составляет $24\text{--}25^\circ\text{C}$ и достигает $32,0\text{--}32,5^\circ\text{C}$ у берегов. Зимой она имеет нулевые и близкие к ним значения почти во всем море. Многолетняя среднегодовая температура воды на поверхности моря равна 11°C . Распределение температуры по вертикали неодинаково в разные сезоны. Осенью и зимой она приблизительно на 1°C повышается с глубиной, весной и летом картина прямо противоположная (Азовское море: Справочник по гидрометеорологии, 1962, Л., Гидрометеиздат, 856 с.).

Пространственное распределение солености характеризуется наличием значительных горизонтальных и вертикальных градиентов. Наиболее ярко они проявляются во фронтальных зонах вблизи Керченского пролива, а также эстуариев Дона и Кубани. Обычно соленость моря в среднем составляет около $11\text{--}12\%$. Сезонные колебания достигают 1% . Вертикальное распределение солености

практически однородное, в среднем она повышается у дна примерно на 0,02–0,05‰. Конвективное перемешивание определяется осенним охлаждением поверхности воды до температуры ее наибольшей плотности. Осолонение при ледообразовании усиливает конвекцию, которая проникает до дна (<http://esimo.oceanography.ru>).

В море ежегодно образуются льды. Море начинает замерзать в конце ноября, очищение ото льда происходит в марте–апреле. Быстрая и частая смена зимней погоды влечет за собой крайнюю неустойчивость ледовых условий, а лед может превращаться из неподвижного в дрейфующий и обратно. Максимального развития и наибольшей толщины (20–60 см в средние зимы и 80–90 см в суровые) лед достигает в феврале. По средним многолетним льды могут занимать до 29% общей площади моря (Боровская Р.В., Ломакин П.Д., Панов Д.Б., Спиридонова Е.О. Современное состояние ледовых условий в Азовском море и Керченском проливе на базе спутниковой информации, Препринт, Севастополь, НАН України, МГИ, 2008, 42 с.).

3.2. Устьевая область реки Дон

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

3.2.1. Система мониторинга устьевой области р. Дон

В открытой части Азовского моря и в Таганрогском заливе в 2009 г. экспедиционные наблюдения не проводились. В устьевой области реки Дон из поверхностного и придонного слоев воды было отобрано 24 пробы. Работы выполнены Донской устьевой станцией 22 апреля, 21 мая, 2 июля и 15 октября в трёх точках: на станции 9р в устье рукава Мёртвый Донец, 12р в устье рукава Переволока и 13р в устье рукава Песчаный (Рис. 3.1). В донных отложениях было отобрано 12 проб. Стандартные химические анализы отобранных в устье реки Дон проб воды и донных отложений выполнены в стационарной лаборатории ДУС, определение содержания нефтяных углеводородов (инфракрасная спектроскопия ИКС), хлорорганических пестицидов (газо-жидкостная хроматография) и растворенной в воде ртути (атомно-абсорбционный метод) производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды.

3.2.2. Загрязнение вод

В 2009 г. концентрация **нефтяных углеводородов** была ниже предела чувствительности применяемого метода анализа (0,05 мг/л) в 20 пробах из 24. Максимальная величина 0,08 мг/л (1,6 ПДК) была зафиксирована в июле в устье рукава Переволока и в октябре в устье рукава Песчаный в поверхностном слое (Табл.3.1). Значения на уровне 1 ПДК были отмечены на этих станциях в мае. Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов (0,07 мг/л) немного снизилась по сравнению с прошлым годом (0,08 мг/л).

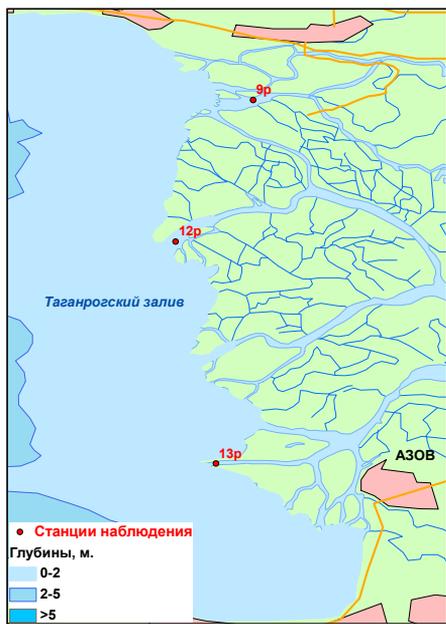


Рис. 3.1. Станции отбора проб в устьевой области р. Дон в 2009 г.

Содержание синтетических поверхностно-активных веществ (**СПАВ**) в 11 из 24 отобранных проб было ниже предела чувствительности применяемого метода анализа (25 мкг/л). В остальных пробах концентрации СПАВ изменялись от 30 мкг/л до 100 мкг/л (1 ПДК). Среднегодовая концентрация СПАВ составила 31 мкг/л. Наличие хлорорганических **пестицидов** и их изомеров (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЕ) в водах устьевой области Дона обнаружено не было. Концентрация растворённой ртути была ниже предела чувствительности применяемого метода анализа.

Концентрация аммонийного **азота** изменялась от 30 мкг/л до 1000 мкг/л (2 ПДК). В

текущем году наибольшая концентрация аммонийного азота наблюдалась как в придонном, так и в поверхностном горизонте рукава Песчаный. Значения на этой станции изменялись в пределах от 50 до 1000 мкг/л, составив в среднем 204 мкг/л; в устье рукава Мёртвый Донец – 90 мкг/л, а в устье рукава Переволока – 104 мкг/л. На протяжении последних лет отмечается тенденция роста среднегодовых концентраций аммонийного азота. Так, в 2006 г. среднегодовая концентрация составляла 31 мкг/л; в 2007 г. она возросла в 3,4 раза до 105 мкг/л; в 2008 г. – 105 мкг/л, а в 2009 г. – 133 мкг/л. Концентрация нитратов в 2009 г. изменялась в пределах от 40 мкг/л до 910 мкг/л, составив в среднем 479 мкг/л. За период наблюдений 2005–2009 гг. средняя составила 575 мкг/л, а отдельные значения изменялись в очень широком диапазоне от 10 мкг/л в мае 2005 г. в рукаве Песчаный, года до 930 мкг/л на поверхностном и 1050 мкг/л на придонном горизонте в 2006 г. В 2009 г. концентрация нитритов изменялась в пределах от менее 5 мкг/л в мае до 26 мкг/л в июне. Среднегодовая концентрация снизилась за период с 2005 по 2009 г. на 6 мкг/л и составила 20 мкг/л.

В 2009 г. концентрация **фосфатов** изменялась от 12 мкг/л до 231 мкг/л, составив в среднем 115 мкг/л. Концентрация общего фосфора изменялась в диапазоне от 32 мкг/л в рукаве Песчаный в апреле и мае до 384 мкг/л в придонном слое в устье рукава Мёртвый Донец в октябре. Средняя концентрация общего фосфора за период с 2005 по 2009 гг. составила 148 мкг/л, а среднегодовая возросла по сравнению с прошлым годом с 93 мкг/л до 176 мкг/л. Концентрация **силикатов** за период наблюдений 1993–2009 гг. в водах устьевой области Дона изменялась от значений ниже предела обнаружения до 6900 мкг/л. В 2009 г. диапазон изменений составил 1000–6900 мкг/л, максимум зафиксирован в июле в устье рукава Песчаный на поверхности; среднегодовая концентрация составила 2517 мкг/л.

Кислородный режим в устье реки Дон в исследуемый период был в пределах многолетней нормы. Концентрация растворённого в воде кислорода изменялась от 7,37 до 11,13 мг/л (82–128% насыщения). Минимум отмечен в мае в придонном слое рукава Мёртвый Донец. Средняя концентрация за период наблюдений с 1993 г. составила 9,45 мг/л. В 2009 г. среднегодовое значение составило 9,38 мг/л и 99% насыщения.

Таблица 3.1.

Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах устьевой области реки Дон в 2007–2009 гг.

| Ингредиент | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | |
|-----------------------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
| | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| НУ | 0,09 | 1,8 | 0,08 | 1,6 | 0,07 | 1,4 |
| | 0,18 | 4 | 0,2 | 4 | 0,08 | 1,6 |
| СПАВ | 36 | 0,4 | 56 | 0,5 | 31 | 0,3 |
| | 50 | 0,5 | 230 | 2,3 | 60 | 0,6 |
| Азот аммонийный | 31 | 0,1 | 105 | 0,2 | 133 | 0,3 |
| | 100 | 0,2 | 320 | 0,6 | 1000 | 2,0 |
| Фосфор общий | 165 | | 93 | | 176 | |
| | 222 | | 218 | | 384 | |
| Растворенный кислород | 6,39 | | 9,02 | | 9,38 | |
| | 4,93 | 0,8 | 5,07 | 0,8 | 7,37 | |
| % насыщения | 96 | | 122 | | 99 | |
| | 75 | | 64 | | 82 | |

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, ДДЭ и растворенной в воде ртути была ниже предела обнаружения во всех проанализированных пробах.

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

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

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

Значение индекса ИЗВ (0,66) позволяет воды устья реки Дон в 2009 г. отнести ко II классу качества вод – «чистые» (Табл.3.2).

Таблица 3.2.

Оценка качества вод устьевой области р. Дон в 2007-2009 гг. по комплексному индексу загрязненности вод (ИЗВ).

| Район | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | | Среднее содержание ЗВ в 2009 г. (в ПДК) |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| Устьевая область р. Дон | 0,62 | II | 0,61 | II | 0,66 | II | НУ – 1,4; СПАВ – 0,3; аммонийный азот – 0,3; O ₂ – 0,64 |

химических параметров, концентрации биогенных элементов и загрязняющих веществ в пробах морской воды выполнялось в Лаборатории мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ) У Кубанская в соответствии с «Руководством по химическому анализу морских вод» РД 52.10.243-92, СПб, Гидрометиздат, 1993 г. 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., Гидрометиздат, 1977 г. Определение содержания хлорорганических и фосфорорганических пестицидов, а также растворенной ртути в отобранных пробах воды производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды.

3.3.2. Характеристика гидрометеорологических условий

Средняя за 2009 г. температура воздуха составила $12,9^{\circ}\text{C}$, что на $0,6^{\circ}\text{C}$ выше прошлогодней и на $2,0^{\circ}\text{C}$ выше многолетней нормы. Среднемесячная температура воздуха была на $0,1-0,3^{\circ}\text{C}$ ниже многолетней нормы в мае и августе, а все остальные месяцы года были теплее нормы (многолетние характеристики по атмосферным осадкам, средней скорости ветра и средней температуре воздуха взяты из Справочника «Агроклиматические ресурсы Краснодарского края», Гидрометеоиздат, Л., 1975 г.). Особенно теплым был февраль, когда среднемесячная температура воздуха превысила норму на $5,2^{\circ}\text{C}$. В июне, октябре и декабре среднемесячная температура была выше нормы на $3,3-3,6^{\circ}\text{C}$.

В исследуемом районе преобладали ветра северного и восточного направлений. Среднегодовая скорость ветра составила $3,4$ м/с, что на $0,3$ м/с меньше прошлогодней. Наиболее ветреным был декабрь (среднемесячная скорость $4,7$ м/с), а самым безветренным был июль ($2,6$ м/с); в остальные летние месяцы средняя скорость ветра не превышала $2,8$ м/с. В 2009 г. было зафиксировано множество случаев штормовых ветров. Например, 26 октября в Темрюкском районе, особенно в его западной части, был отмечен ураганный ветер СВ направления с порывами до 25 м/с (10 баллов).

Среднегодовая температура воды составила $13,8^{\circ}\text{C}$ и оказалась на $0,4^{\circ}\text{C}$ выше прошлогодней и на $0,8^{\circ}\text{C}$ выше многолетней нормы (многолетние характеристики средней температуры воды рассчитаны по данным наблюдений на МС Темрюк за период 1981–2009 гг.). Среднемесячная температура воды была на $2,3-2,8^{\circ}\text{C}$ выше многолетней нормы в феврале, октябре и декабре. Существенно ниже нормы (на $1,3^{\circ}\text{C}$) среднемесячная температура воды была только в январе.

В 2009 г. максимальный и минимальный среднемесячные расходы воды составили 218 м³/с (март) и 105 м³/с (январь) в рукаве Кубань; 230 м³/с (август) и 119 м³/с (ноябрь) в рукаве Протока. Среднегодовой расход воды составил 158 м³/с в рукаве Кубань и 171 м³/с в рукаве Протока. В 2008 г. он составлял соответственно 150 и 165 м³/с. Водность в дельте реки Кубань изменялась от 62 до 137% (средняя 100%) в рукаве Кубань и от 88 до 146% (105%) в рукаве Протока. В 2008 г. эти значения составили 94% и 99% соответственно. В 2009 г. суммарное количество осадков в районе Темрюка составило 559 мм (в 2008 г. 553 мм) при средней многолетней норме 459 мм. Наибольшие значения зафиксированы в марте ($80,9$ мм), июле ($73,5$ мм) и декабре ($87,5$ мм), что примерно в 2 раза больше соответствующей месячной нормы.

3.3.3. Поступление загрязняющих веществ

Основное количество загрязняющих веществ поступает в дельту Кубани транзитом с вышележащих участков реки, где расположены крупные химические, нефтеперерабатывающие и пищевые промышленные предприятия и сельхозугодья, откуда в воды дельты попадает удобрения, пестициды и гербициды с орошаемых полей и оросительных систем. Уровень загрязнения прибрежных вод Темрюкского залива определяется стоком реки Кубани и её рукавов, в том числе через гирла лиманов. Непосредственно в Темрюкский залив осуществляется сброс сточных вод после очистки на очистных сооружениях горканализации города Темрюка. Сведения о водоохраных мероприятиях и сбросах загрязняющих веществ с предприятий получены от Кубанского бассейнового водного управления (данные по сбросам с оросительных систем не получены). Крупных аварийных сбросов ЗВ и гибели рыбы не было отмечено.

3.3.4. Загрязнение дельты Кубани

Дельта реки Кубань. Исследования были проведены в период с марта по октябрь в двух точках 500 м выше по течению устья Петрушина рукава реки Кубань и рукава Протока у пос. Ачуево. В этих точках пресная вода реки (соленость не превышала 0,34‰) была заметно загрязненной нефтяными углеводородами, среднее значение составляло 0,05 мг/л, а максимум достигал 4 ПДК. Концентрация детергентов дважды достигала предела обнаружения метода химического анализа 25 мкг/л. Хлорорганические пестициды в воде реки обнаружены не были. Содержание биогенных элементов было относительно высоким: средняя концентрация фосфатов составила 30 мкг/л, общего фосфора – 55; силикатов – 2500; нитритов – 10,8; нитратов – 764 и аммония – 62,5 мкг/л. На фоне относительно высокого насыщения вод реки кислородом в одной пробе с поверхности (3 августа у Ачуево) был отмечен явно выраженный дефицит – 3,23 мг/л (40% насыщения), почти достигавший уровня ВЗ.

3.3.5. Загрязнение вод Темрюкского залива

Порт Темрюк. В 2009 г. наблюдения проводились на одной станции в середине канала порта напротив затона Чирчик ежемесячно с января по декабрь, а температура, соленость, рН, растворенный кислород и нефтяные углеводороды контролировались ежедекадно. Из 72 отобранных в течение года проб концентрация НУ превышала предел обнаружения (0,02 мг/л) в 68 пробах. Максимальное значение достигало 0,27 мг/л (5,4 ПДК) и было отмечено 16 марта на поверхности (Табл.3.4). В отличие от предыдущего года максимальные и средние за месяц значения НУ существенно увеличивались весной и осенью и превышали 1 ПДК (Рис. 3.3). В целом воды порта значительно сильнее загрязнены нефтяными углеводородами по сравнению с прошлым годом. Повторяемость случаев превышения 1 ПДК составила 19% от общего количества наблюдений, а превышения уровня 3 ПДК – 8%. Среднее содержание НУ в поверхностном слое вод (0,061 мг/л) немного превышало значение в придонном слое на глубине 5 м (0,044 мг/л).

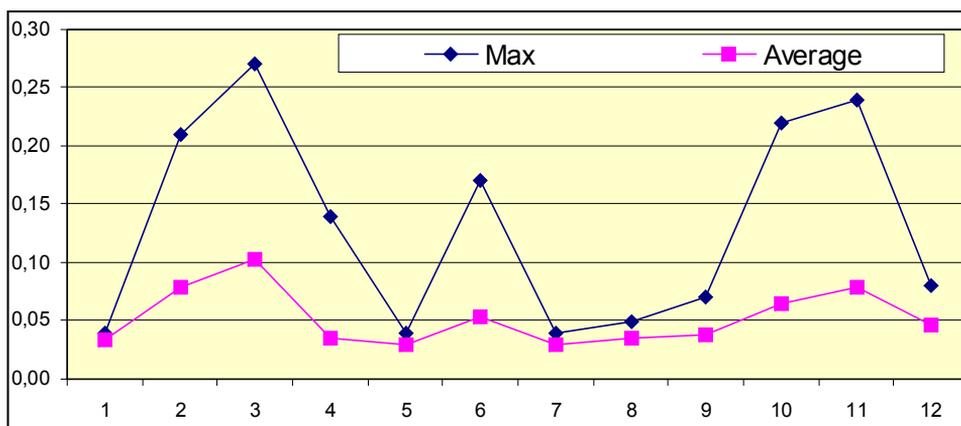


Рис. 3.3. Динамика максимальной и средней за месяц концентрации нефтяных углеводородов (мг/л) в водах порта Темрюк в 2009 г.

В одной из 24 проанализированных проб концентрация **СПАВ** в водах порта была менее предела обнаружения использованного метода химического анализа (25 мкг/л), а максимум составил 63 мкг/л (0,6 ПДК). Средняя за год величина (37 мкг/л) была немного выше прошлогодней.

Концентрация хлорорганических **пестицидов** (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганических соединений (метафос, карбофос, фозалон и рогор) в 2003–2009 гг. в водах порта Темрюк была ниже предела обнаружения использованного метода анализа. Последний случай обнаружения ДДЭ был в апреле 2002 г., а метафос и карбофос были отмечены в 1995 г. В течение года концентрация сероводорода в придонном слое (32 пробы) и растворенной в воде ртути в поверхностном слое порта (12 проб) Темрюк была ниже предела обнаружения.

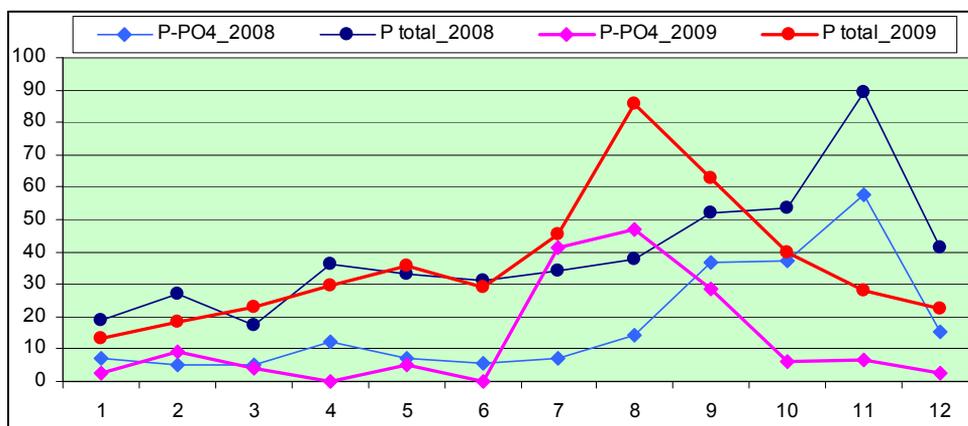


Рис. 3.4. Сезонная динамика среднемесячной концентрации фосфатов и общего фосфора (мкг/л) в водах порта Темрюк в 2008-2009 гг.

Таблица 3.3.

Гидрохимические параметры и концентрация биогенных элементов (мкг/л) в водах порта г. Темрюк в 2009 г.

| | S‰ | O ₂ мг/л | O ₂ % | pH | P- PO ₃ | P total | Si- SiO ₃ | N- NO ₂ | N- NO ₃ | N- NH ₄ | N total |
|---------|-------|------------------------|---------------------|------|-----------------------|------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| Max | 11,47 | 13,52 | 128 | 8,55 | 62 | 110 | 1620 | 11 | 450 | 70 | 1010 |
| Min | 6,80 | 4,09 | 51 | 7,95 | 0 | 13 | 190 | 0 | 8 | 9 | 190 |
| Average | 9,40 | 9,60 | 94 | 8,36 | 16 | 36 | 617 | 5 | 134 | 34 | 460 |

В 2009 г. содержание в воде **аммонийного азота** варьировало от 9 до 70 мкг/л (0,1 ПДК). Максимум зафиксирован 4 сентября в придонном слое. Среднегодовая концентрация в 24 проанализированных пробах составила 34 мкг/л, что вполнину меньше прошлогодней (Табл.3.3, Табл.3.4). Содержание нитритов в целом было ниже прошлого года; максимум составил 0,1 ПДК. Концентрация нитратов была низкой, а наибольшая величина составила сотую долю ПДК. Общее содержание азота в воде достигало 1010 мкг/л (2 февраля у дна). Диапазон значений концентрации силикатов был существенно меньше, чем в прошлом году (Табл.3.3). Максимальная концентрация была отмечена в придонных водах 4 августа. Максимум фосфатов и общего фосфора был отмечен 4 августа в придонном слое. Хотя максимальные и средние значения остались примерно на прошлогоднем уровне, однако пик был сдвинут с ноября на август (Рис. 3.4).

Значения **солености** выше 11 промилле был отмечены только в зимнее время, а ниже 8‰ с конца июля по начало сентября. Температура в течение года изменялась от минус 0,2⁰С в конце первой декады января до плюс 27,7⁰С в конце августа.

В 2008 г. кислородный режим в целом был хуже, чем в прошлом году. Концентрация растворенного в воде **кислорода** была ниже норматива в 7 пробах из придонного слоя в период с конца июня по начало сентября. Минимум составил 4,09 мг/л, 51% насыщения, и был отмечен 4 сентября.

В 2009 г. воды акватории порта Темрюк по **ИЗВ** (0,46) могут быть отнесены ко II классу качества – «чистые». По сравнению с предыдущим годом значение индекса осталось неизменным (Табл.3.5).

Устьевое взморье реки Кубань. В 2009 г. наблюдения проводились на 7 станциях в апреле, августе, сентябре и октябре. Концентрация **НУ** изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,02 мг/л, 20 проб из 56) до 0,16 мг/л. Максимум был отмечен 21 апреля на поверхности в море в 600 м от устья рукава Средний. Средняя величина за период наблюдений составила 0,025 мг/л.

Содержание **СПАВ** в 23 пробах из 56 было ниже предела обнаружения (25 мкг/л). Максимум доходил до 38 мкг/л, что соответствует уровню предыдущего года. Среднее значение составило 16,8 мкг/л, что вдвое ниже уровня 2008 г.

В 2002–2009 гг. хлорорганические (γ -ГХЦГ, α -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганические (метафос, карбофос, фозалон и рогор) **пестициды** в водах взморья обнаружены не были. Последний случай обнаружения ФОС на взморье Кубани был зарегистрирован в 1995 г., когда в 30% отобранных проб был обнаружен метафос.

Растворенная **ртуть** в 2008 г. в водах взморья была обнаружена в одной пробе 4 августа в 3 км напротив рукава Средний в концентрации 0,01 мкг/л.

Концентрация **аммонийного азота** на взморье Кубани изменялась от 12 до 110 мкг/л, средняя – 41 мкг/л. И максимальные и средние значения постепенно снижаются в последние годы. В 2009 г. наибольшие значения зафиксированы в середине октября. Концентрация нитритов изменялась от значений ниже предела обнаружения 0,5 до 19 мкг/л (в среднем – 7 мкг/л); нитратов – 12-1520 (204) мкг/л соответственно; общего азота – 140-2000 (541) мкг/л; максимальное содержание общего азота отмечено 21 апреля.

Концентрация **фосфатов** в течение года изменялась от значений менее предела обнаружения использованного метода химического анализа 5 мкг/л (15 проб из 56) до 62 мкг/л; среднегодовая величина – 17,6 мкг/л, максимум отмечен на расстоянии 3,0 км от устья рукава Средний 4 августа в придонном слое на глубине 7 м. Там же был отмечен и максимум общего фосфора, концентрация которого изменялась от 19 до 100 мкг/л, среднее значение составило 56 мкг/л.

Содержание **силикатов** в водах взморья изменялось в пределах 260-3100 мкг/л (максимум отмечен 4 августа в 4,4 км от устья гирла Соловьевское Курчанского лимана), в среднем 1206 мкг/л.

В течение последних семи лет **сероводород** на взморье Кубани ни разу не был обнаружен. Содержание растворенного в воде **кислорода** на взморье Кубани в целом было удовлетворительным и осталось на уровне предыдущего года. В августе и октябре в 9 пробах из 56 концентрация была меньше норматива 6 мг/л. Это существенное отличие против предыдущего года; тогда значения ниже ПДК были отмечены только в конце августа. Пониженная концентрация была отмечена только в придонном слое вод. В одной пробе с минимальным содержанием кислорода (2,56 мг/л, 33% насыщения напротив гирла Соловьевского Курчанского лимана, 4 августа, придонный слой, глубина 6 м) уровень насыщения вод был ниже установленного норматива ВЗ. Всего диапазон величин в столбе воды составлял 2,56–11,85 (средняя 8,64) мг/л. Процент насыщения вод кислородом в 2009 г. был в среднем аналогичен предыдущему году.

В 2009 г. по **ИЗВ** (0,37) воды взморья Кубани в Темрюкском заливе могут быть отнесены ко II классу качества вод («чистые»). По сравнению с предыдущим годом значение индекса осталось практически на том же уровне несмотря на существенные нарушения кислородного режима в августе.

Взморье рукава Протока. В 2009 г. наблюдения на взморье Протоки выполнялись 28 апреля, 3 августа, 8 сентября и 20 октября на двух станциях. Концентрация **НУ** в 5 из 16 отобранных проб была менее предела обнаружения (0,02 мг/л). Максимум составил 0,07 мг/л в поверхностном слое в апреле на ближней к берегу станции, средняя за год 0,02 мг/л. В целом уровень загрязнения района нефтяными углеводородами остался без изменений.

Только в 6 пробах из 16 содержание **СПАВ** было немного выше предела обнаружения (25 мкг/л) использованного метода химического анализа. Наибольшая величина достигала 30 мкг/л. В целом загрязнение вод взморья детергентами невысокое. Хлорорганические (γ -ГХЦГ, α -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганические (метафос, карбофос, фозалон и рогор) **пестициды** в водах взморья Протоки последний раз были обнаружены в 1990 г. В 2009 г. растворенная **ртуть** была обнаружена в одной пробе из четырех отобранных (0,01 мкг/л).

Содержание **аммонийного азота** в водах взморья рукава Протока примерно соответствовало уровню прошлого года. Максимальное значение (67 мкг/л, 3 августа, вблизи устья) почти вдвое меньше прошлогоднего. Концентрация нитритов 0–10 мкг/л, средняя 6,8 мкг/л, и нитратов от менее 5 до 1410 мкг/л (0,02 ПДК), средняя 304 мкг/л, была в пределах многолетних изменений. Хотя среднее содержание общего азота на взморье Протоки было на треть ниже прошлогоднего, однако максимальная величина была выше. Близкие значения концентрации **фосфатов** (от менее 5 до 25, средняя 18,6 мкг/л) и общего фосфора (28–57, средняя 41 мкг/л) свидетельствуют о преобладании неорганической формы фосфора в водах взморья. Наибольшие значения обеих форм были зафиксированы в апреле, а наименьшие – в октябре. Концентрация **силикатов** изменялась в пределах 300–3350 (средняя 1402) мкг/л. В отличие от прошлого года, когда наиболее высокие значения были отмечены в апреле, в 2009 г. значения более равномерно распределены по сезонам, а максимум наблюдался в августе. В целом концентрация биогенных элементов была в пределах среднемноголетних величин.

Сероводород на взморье Протоки не был обнаружен.

Содержание растворенного в воде **кислорода** на взморье Протоки не опускалось ниже норматива и варьировало в пределах 7,15–11,20 мг/л. Минимум абсолютного значения (соответствовал 80% насыщения) был зарегистрирован в придонном слое на глубине 6 м на ближней к устью станции в октябре. Уровень аэрации всей толщи вод был достаточно высоким, поскольку разница между поверхностными водами (среднее 8,71 мг/л) и придонными (8,46 мг/л) была незначительной.

В 2009 г. по **ИЗВ** (0,33) воды взморья рукава Протока в Темрюкском заливе относились ко II классу качества вод («чистые»). По сравнению с предыдущим годом значение индекса практически не изменилось.

Устьевая область р. Кубань. Наблюдения в устьевой области реки в 2009 г. были выполнены на 6 станциях, расположенных в море на расстоянии 500 м от лиманных гирл Пересыпское, Соловьевское, Куликовское, Сладковское, Зозулиевское и Горькое с марта по октябрь. Соленость вод устьевой области изменялась в очень широком диапазоне от 0,26 до 9,67‰. Это свидетельствует о существенном влиянии стока воды из лиманов на все гидрохимические характеристики района. Разница между соленостью на поверхности (средняя 3,40‰) и в придонном слое (3,94‰) небольшая и вертикальной стратификации вод не отмечено. Концентрация **НУ** изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,02 мг/л, 12 проб из 48) до 0,13 мг/л. Максимум был отмечен 5 мая на поверхности напротив Соловьевского гирла Курчанского лимана. Средняя величина за период наблюдений была на уровне прошлогодней и составила 0,029 мг/л. Содержание **СПАВ** в 26 пробах из 48 было ниже предела обнаружения (25 мкг/л). Максимум доходил до 38 мкг/л, что соответствует уровню предыдущего года. В 2009 г. хлорорганические **пестициды** γ -ГХЦГ, α -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ в водах взморья обнаружены не были. Последний раз пестициды в водах напротив гирл лиманов были зарегистрированы в 1995 г.

Концентрация **аммонийного азота** в устьевой области изменялась от 21 до 220 мкг/л, средняя – 66 мкг/л. Максимум практически соответствовал значению

2007 г. и был отмечен 7 сентября в придонном слое вод на глубине 2 м напротив устья гирла Пересыпское. Концентрация нитритов изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л) до 22 мкг/л (в среднем – 6,3 мкг/л); нитратов — 7–2050 (320) мкг/л соответственно. Концентрация **фосфатов** в течение года изменялась от значений менее предела обнаружения использованного метода химического анализа (5 мкг/л, 13 проб из 48) до 170 мкг/л; среднегодовая величина – 30 мкг/л, максимум отмечен 2 июля в приповерхностном слое вод на расстоянии 500 м от устья гирла Зозулиевское. Там же был отмечен и максимум общего фосфора, концентрация которого изменялась от 12 до 350 мкг/л, среднее значение составило 50 мкг/л. Содержание **силикатов** в водах взморья изменялось в пределах 110–4400 мкг/л (7 сентября в 500 м от устья гирла Пересыпское Ахтанизовского лимана), в среднем 1219 мкг/л.

В течение последних семи лет **сероводород** на взморье Кубани ни разу не был обнаружен. Содержание растворенного в воде **кислорода** на взморье Кубани в целом было удовлетворительным, однако ниже, чем в предыдущем году. В мае и июле-сентябре на четырех разных станциях в 7 пробах из 48 концентрация была меньше норматива 6,0 мг/л. Характерное отличие 2009 г. состоит в пониженных значениях насыщения вод кислородом не только в придонном, но и в поверхностном слое. Минимальное содержание кислорода (4,49 мг/л, 45% насыщения) было зафиксировано 5 мая в 500 м от устья гирла Куликовское, в приповерхностном слое. Весь диапазон величин в столбе воды составлял 4,49–11,33 (средняя 7,72) мг/л. Процент насыщения вод кислородом в 2009 г. был в среднем на 12% меньше, чем в 2008 г.

В 2009 г. по **ИЗВ** (0,39) воды взморья Кубани в Темрюкском заливе относились ко II классу качества вод («чистые»). По сравнению с предыдущим годом значение индекса практически не изменилось.

Таблица 3.4.

Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Темрюкского залива Азовского моря, в устьевой области и дельте р. Кубань в 2007–2009 гг.

| Район | Ингредиент | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | |
|-----------------------|-----------------------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| 1. Дельта реки Кубань | НУ | 0,02 | 0,4 | 0,04 | 0,8 | 0,05 | 1,0 |
| | | 0,04 | 0,8 | 0,14 | 2,8 | 0,20 | 4 |
| | Азот аммонийный | 110 | 0,2 | 77 | 0,2 | 62,5 | 0,1 |
| | | 220 | 0,4 | 110 | 0,2 | 120 | 0,2 |
| | Фосфор общий | 66 | | 65,6 | | 55,3 | |
| | | 130 | | 130 | | 73 | |
| | Растворенный кислород | 9,0 | | 8,8 | | 8,9 | |
| | | 6,6 | | 7,5 | | 3,23 | 0,5 |
| | % насыщения | 96 | | 99 | | 94 | |
| | | 85 | | 86 | | 40 | |

| | | | | | | | |
|---|--------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 2. Темрюкский залив: п. Темрюк | НУ | 0,05 | 1,0 | 0,04 | 0,8 | 0,05 | 1,0 |
| | | 0,21 | 4 | 0,14 | 2,8 | 0,27 | 5,4 |
| | СПАВ | 31 | 0,3 | 30 | 0,3 | 37 | 0,1 |
| | | 42 | 0,4 | 42 | 0,4 | 63 | 0,6 |
| | Ртуть | 0 | | 0 | | 0 | |
| | | 0,01 | 1,0 | 0 | | 0 | |
| | Азот аммоний- ный | 100 | 0,2 | 68 | 0,1 | 34 | <0,1 |
| | | 240 | 0,5 | 140 | 0,3 | 70 | 0,1 |
| | Азот общий | 600 | | 432 | | 460 | |
| | | 1200 | | 850 | | 1010 | |
| | Фосфор общий | 40 | | 39 | | 36 | |
| | | 80 | | 140 | | 110 | |
| | Растворенный кислород | 9,81 | | 10,13 | | 9,60 | |
| | | 4,44 | 0,7 | 2,94 | 0,5 | 4,09 | 0,7 |
| % насыщения | 97 | | 99 | | 94 | | |
| | 58 | | 38 | | 51 | | |
| 3. Темрюкский залив: взморье р. Кубань | НУ | 0,02 | 0,4 | 0,03 | 0,6 | 0,025 | 0,5 |
| | | 0,05 | 1,0 | 0,20 | 4 | 0,16 | 3,2 |
| | СПАВ | 28 | 0,3 | 30 | 0,3 | <25 | <0,3 |
| | | 71 | 0,7 | 38 | 0,4 | <25 | <0,3 |
| | Ртуть | 0,005 | 0,5 | 0,001 | 0,1 | 0,001 | 0,1 |
| | | 0,02 | 2,0 | 0,01 | 1,0 | 0,01 | 1,0 |
| | Азот аммоний- ный | 98 | 0,2 | 69 | 0,1 | 41 | <0,1 |
| | | 210 | 0,4 | 160 | 0,3 | 110 | 0,2 |
| | Азот нитратный | 69 | <0,1 | 189 | <0,1 | 204 | <0,1 |
| | | 530 | <0,1 | 820 | <0,1 | 1520 | <0,1 |
| | Азот общий | 573 | | 530 | | 541 | |
| | | 830 | | 1730 | | 2000 | |
| | Фосфор общий | 35 | | 45 | | 41 | |
| | | 65 | | 150 | | 100 | |
| | Растворенный кислород | 9,99 | | 8,43 | | 8,64 | |
| | | 5,33 | 0,9 | 2,06 | 0,3 | 2,56 | 0,4 |
| | % насыщения | 109 | | 96 | | 97 | |
| | | 68 | | 26 | | 33 | |
| 4. Темрюкский залив: взморье рукава Протока | НУ | <0,02 | <0,4 | 0,02 | 0,4 | 0,02 | 0,4 |
| | | 0,03 | 0,6 | 0,06 | 1,2 | 0,07 | 1,4 |
| | СПАВ | <31 | <0,3 | 12 | 0,1 | 10 | 0,1 |
| | | 58 | 0,6 | 33 | 0,3 | 30 | 0,3 |
| | Ртуть | 0,017 | 0,2 | 0 | | 0,003 | <0,1 |
| | | 0,05 | 0,5 | 0 | | 0,01 | 0,1 |
| | Азот аммоний- ный | 100 | 0,2 | 85 | 0,2 | 36 | <0,1 |
| | | 190 | 0,4 | 110 | 0,2 | 67 | 0,1 |
| | Азот общий | 760 | | 1151 | | 769 | |
| | | 1110 | | 2000 | | 2200 | |
| | Фосфор общий | 43 | | 55 | | 41 | |
| | | 59 | | 150 | | 57 | |
| | Растворенный кислород | 9,22 | | 8,26 | | 8,58 | |
| | | 7,43 | | 6,76 | | 7,15 | |
| % насыщения | 104 | | 94 | | 97 | | |
| | 90 | | 82 | | 80 | | |

| | | | | | | | |
|---|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
| 5. Устьевая обл. р. Кубань: гирла лиманов | НУ | 0,02 | 0,4 | 0,04 | 0,8 | 0,03 | 0,6 |
| | | 0,14 | 2,8 | 0,14 | 2,8 | 0,13 | 2,6 |
| | СПАВ | 15 | 0,2 | 9 | 0,1 | 13,6 | 0,1 |
| | | 50 | 0,5 | 35 | 0,4 | 38 | 0,4 |
| | Азот аммонийный | 114 | 0,2 | 94 | 0,2 | 66 | 0,1 |
| | | 250 | 0,5 | 190 | 0,4 | 220 | 0,4 |
| | Нитриты | 14 | 0,2 | 12 | 0,2 | 6 | <0,1 |
| | | 96 | 1,2 | 94 | 1,2 | 22 | 0,3 |
| | Фосфор общий | 48 | | 43 | | 60 | |
| | | 280 | | 110 | | 350 | |
| | Растворенный кислород | 8,32 | | 8,63 | | 7,72 | |
| | | 4,0 | 0,67 | 5,9 | 0,98 | 4,49 | 0,75 |
| | % насыщения | 91 | | 97 | | 85 | |
| | | 48 | | 74 | | 45 | |

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

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

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

4. Для всех определяемых ингредиентов в водах дельты реки Кубани использованы значения ПДК для пресных вод.

5. Концентрация всех определяемых в воде хлорорганических (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ), и фосфорорганических (метафос, карбофос, фозалон, рогор) пестицидов не превышала уровня определения использованного метода анализа (0,05 нг/л).

Таблица 3.5.

Оценка качества вод Темрюкского залива Азовского моря, устьевой области и дельты реки Кубань по ИЗВ в 2007–2009 гг.

| Район | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | | Среднее содержание ЗВ в 2009 г. (в ПДК) |
|------------------------------|---------|-------|----------|-------|----------|-------|--|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| Дельта реки Кубань | | | | | | | |
| 1. Дельта | 0,34 | II | 0,45 | II | 0,47 | II | НУ – 1,0; СПАВ – 0,1; NH ₄ – 0,1; O ₂ – 0,67 |
| Темрюкский залив | | | | | | | |
| 2. порт Темрюк | 0,53 | II | 0,4 6 | II | 0,4 6 | II | НУ – 1,0; СПАВ – 0,1; NH ₄ – 0,1; O ₂ – 0,63 |
| 3. взморье рукава Кубань | 0,38 | II | 0,4 2 | II | 0,3 7 | II | НУ – 0,5; СПАВ – 0,2; Hg – 0,1; O ₂ – 0,69 |
| 4. взморье рукава Протока | 0,39 | II | 0,3 6 | II | 0,3 3 | II | НУ – 0,4; СПАВ – 0,1; NH ₄ – 0,1; O ₂ – 0,70 |
| Устьевая область реки Кубань | | | | | | | |
| 5. гирло лиманов | 0,38 | II | 0,4 5 | II | 0,39 | II | НУ – 0,6; NH ₄ – 0,1; СПАВ – 0,1; O ₂ – 0,78 |

3.5. Источники загрязнения украинской части моря

Прибрежные воды Азовского моря и Керченского пролива загрязняются в основном сточными водами, сбрасываемыми Бондаренковскими очистными сооружениями, Камыш-Бурунской ТЭЦ и Орджоникидзевскими очистными сооружениями. Всего в 2009 г. в Керченский пролив с территории Украины поступило более 13,1 млн.м³ промышленно-бытовых стоков (Табл.3.6). Это на 0,5 млн.м³ меньше, чем в 2008 г. Из всего объема поступивших сточных вод 94% были подвергнуты биологической очистке. Основным источником загрязнения вод Утлюкского лимана являются промышленно-бытовые стоки г. Генческа, сброс которых осуществляется через систему очистных сооружений городской канализации, имеющих выпуск в море в двух километрах от города. Все сточные воды г. Генческа общим объемом 0,451 млн.м³ были подвергнуты механической и биологической очистке.

Основными источниками загрязнения морских вод в районе п. Мариуполь являются стоки промышленных предприятий и коммунально-бытового хозяйства. Суммарное поступление промышленных и коммунально-бытовых стоков в акваторию п. Мариуполь в 2009 г. составило более 841 млн.м³. В том числе, в р. Кальмиус отведено 227 млн.м³, из них 215 млн.м³ без очистки, 22 млн.м³ недостаточно очищенные. Водоотведение в р. Кальчик составило около 28 млн.м³. Все отведенные в р. Кальчик воды относятся к категории недостаточно очищенных сточных вод. Из общего объема поступления сточных вод непосредственно в Таганрогский залив (586 млн.м³) 63% составили недостаточно очищенные воды, остальные воды прошли биологическую и механическую очистку.

Таблица 3.6

Характеристика сточных вод и количество попавших в Азовское море загрязняющих веществ с территории Украины в 2009 г.

| Вид водоотведения | Приемники сточных вод | | | Объемы сброса |
|--|-----------------------|-----------------|-----------------------|---------------|
| | Керченский пролив | Утлюкский лиман | Акватория п.Мариуполь | Итого |
| Сточные воды (тыс. м³) | | | | |
| Всего | 13099 | 451 | 841114 | 854664 |
| Без очистки | 695 | – | 587696 | 588391 |
| Механическая | 49 | – | – | 49 |
| Недостаточная очистка | – | – | 215798 | 215798 |
| Биологическая | 12355 | 451 | 37920 | 50726 |
| Загрязняющие вещества (т) | | | | |
| НУ | 0,52 | – | 31 | 31,5 |
| СПАВ | 0,68 | – | 5,0 | 5,7 |
| Железо | 2,3 | – | 98 | 100 |
| Марганец | – | – | 10,7 | 10,7 |
| Цинк | – | – | 16,1 | 16,1 |
| Никель | – | – | 2,3 | 2,3 |

| | | | | |
|---------------------|-----|---|---------|---------|
| Медь | – | – | 4,7 | 4,7 |
| Хром | – | – | 0,66 | 0,66 |
| Кобальт | – | – | 0,66 | 0,66 |
| Аммонийный азот | 39 | – | 383 | 422 |
| Нитритный азот | 2,4 | – | 98 | 100 |
| Нитратный азот | 91 | – | 3170 | 3261 |
| Фосфатный фосфор | – | – | 74 | 74 |
| Взвешенные вещества | 109 | – | 5200 | 5309 |
| Сухой остаток | – | – | 1197503 | 1197503 |

3.6. Загрязнение прибрежных вод украинской части Азовского моря

3.6.1. Керченский пролив

В 2009 г. экспедиционные исследования в Северной узкости Керченского пролива проводился морской гидрометеостанцией (МГС) «Опасное» на разрезе между портами Крым и Кавказ с апреля по октябрь (Рис. 3.5).

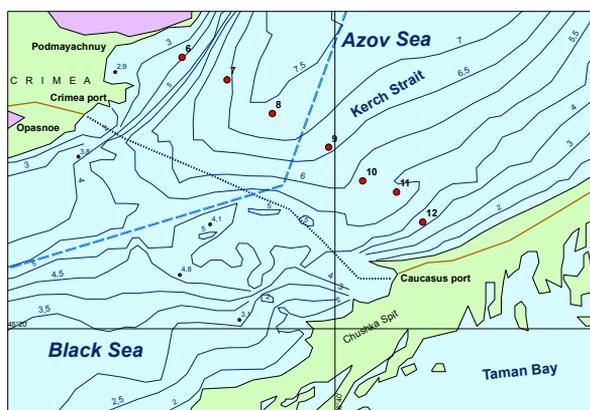


Рис. 3.5. Станции мониторинга (№ 6-9) в Северной узкости Керченского пролива в 2009 г.

В Северной узкости средняя концентрация **НУ** составила 0,07 мг/л (1,4 ПДК), максимальная достигала 0,31 мг/л (6,2 ПДК) и была зафиксирована в мае (Табл.3.7). Содержание в водах пролива **СПАВ** было невысоким, максимальная величина составила 33 мкг/л, 0,3 ПДК, (июнь), но в большая части было ниже предела обнаружения 25 мкг/л. Среднемесячная и средняя за год концентрация **фенолов** не достигала 3 мкг/л. Максимальное значение составило 4 ПДК и было зафиксировано в апреле и июне. Содержание ДДЭ, ДДД, ПХБ, альдрин в водах Северной узкости пролива было ниже предела определения, а α -ГХЦГ обнаружен в двух пробах поверхностных вод (1,2 нг/л и 1,0 нг/л, сентябрь) и пяти пробах придонных вод (0,6-2,0 нг/л). Присутствие γ -ГХЦГ в водах пролива было зафиксировано в течение всего периода наблюдений. Среднемесячная концентрация изменялись от 0 до 3,4 нг/л, а максимум зафиксирован в придонных водах в сентябре. ДДТ обнаружен в июне в одной пробе из поверхностного слоя (7,9 нг/л). ГПХ обнаружен в пяти пробах в сентябре и октябре в диапазоне 0,6–2,6 нг/л, а максимум зафиксирован в придонных водах в сентябре. В период наблюдений в проливе присутствие сероводорода не было отмечено.

Средняя концентрация аммонийного азота составила 14 мкг/л, а максимальная (110 мкг/л) зафиксирована в мае. Содержание нитритного азота изменялось от нуля (предел обнаружения 5 мкг/л) до 10 мкг/л. Максимальная концентрация отмечена в июле. Количество нитратного азота изменялось от нуля до 35 мкг/л (август); средняя концентрация общего азота составила 400 мкг/л, максимальная 820 мкг/л зафиксирована в июне. В сравнении с аналогичным периодом 2008 г. средняя концентрация общего азота уменьшилась в 1,3 раза и была на 180 мкг/л ниже средней за 2005–2009 гг. Средняя концентрация общего фосфора составила 20 мкг/л, максимальная (50 мкг/л) зафиксирована в августе.

Средняя концентрация растворенного кислорода на поверхностном и придонном горизонтах составила 101% и 100% насыщения соответственно. Минимальная концентрация на придонном горизонте зафиксирована в июне (81% насыщения). По ИЗВ (0,79; III класс качества) в период апреля-октября 2009 г. воды в Северной узкости Керченского пролива классифицировались как умеренно-загрязненные. Приоритетными загрязняющими веществами были НУ, γ -ГХЦГ и аммонийный азот.

3.6.2. Таганрогский залив

Порт Мариуполь. Гидрохимические исследования вод внешнего рейда порта Мариуполь проводились в мае-октябре 2008 г. морской гидрометеосерваторией (ГМО) «Мариуполь»; на внутренней акватории порта поверхностный слой воды исследовался в течение всего года, придонный – июне-ноябре (Рис. 3.6).

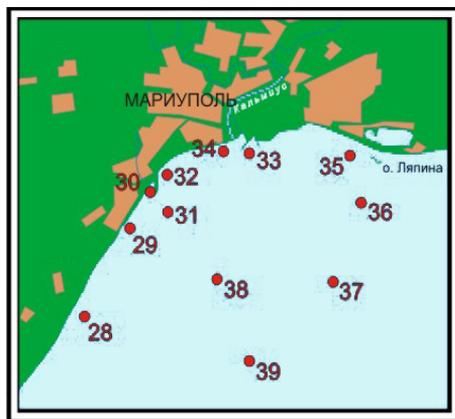


Рис. 3.6. Станции мониторинга на акватории и на внешнем рейде порта Мариуполь в 2009 г.

Содержание НУ в водах порта Мариуполь изменялось от отсутствия до 1,47 мг/л (29,4 ПДК, июнь, устье р. Кальмиус). В 2009 г. уровень загрязненности нефтяными углеводородами вод поверхностного слоя акватории порта Мариуполь был самым низким за период 2005–2009 гг. Максимальная концентрация НУ в водах внешнего рейда составила в поверхностном слое

2,6 ПДК, в придонном слое – 5,4 ПДК. Повторяемость концентраций выше ПДК в 2009 г. составила 7% в водах акватории порта и 20% на внешнем рейде п. Мариуполь.

Концентрация СПАВ изменялась от отсутствия до 57 мкг/л, максимум отмечен в апреле в поверхностных водах устья р. Кальмиус. Содержание фенолов не превышало 3 мкг/л. α -ГХЦГ обнаружен в поверхностном слое воды акватории п. Мариуполь в 5 пробах в течение всего периода наблюдений (0,5–4,0 нг/л). γ -ГХЦГ был обнаружен в единичных пробах в диапазоне концентраций 0,5–2,3 нг/л, максимум зафиксирован в декабре в поверхностных водах акватории Ма-

риупольского морского торгового порта. Присутствие ДДТ фиксировалось в единичных пробах и изменялось в диапазоне от нуля до 20,9 нг/л (май, придонный горизонт взморья). Концентрация ДДЭ и ДДЦ была ниже предела определения. Содержание ГПХ в п. Мариуполь изменялось от 0 до 11,5 нг/л (октябрь, придонный слой вод взморья п. Мариуполь). ПХБ и альдрин не были обнаружены.

Средняя за год концентрация аммонийного азота составила 150 мкг/л, на внешнем рейде порта – 44 мкг/л. Максимальная концентрация 1130 мкг/л зафиксирована в ноябре в придонном слое. В 2009 г., по сравнению с аналогичным периодом 2008 г., увеличилось среднее содержание аммонийного азота в акватории порта со 140 мкг/л до 150 мкг/л, на внешнем рейде – с 14 мкг/л до 44 мкг/л. Средняя концентрация нитритного азота на поверхностном и придонном горизонтах акватории порта составили 30 и 16 мкг/л соответственно. Максимальная концентрация (300 мкг/л) была зафиксирована в июне. В текущем году содержание нитритов было самым низким за десятилетний период, а на внешнем рейде было на уровне средних значений. В среднем концентрация нитратного азота на поверхностном и придонном горизонтах акватории порта составила 440 мкг/л и 140 мкг/л соответственно, на внешнем рейде – 37 мкг/л. Максимальная величина (2150 мкг/л) была зафиксирована в июле. В сравнении с аналогичным периодом 2008 г. среднее значение осталось прежним. Среднегодовые показатели общего азота составили на поверхностном и придонном горизонтах: в порту 1550 мкг/л и 1480 мкг/л, на внешнем рейде порта – 820 мкг/л и 570 мкг/л; а максимум (5250 мкг/л) зафиксирован в июле. Для общего фосфора эти величины были: в водах порта 58 мкг/л и 54 мкг/л, на внешнем рейде – 40 мкг/л, максимум (520 мкг/л) отмечен в январе.

Содержание растворенного кислорода изменялось в пределах 65–178% (средняя 106%) насыщения в поверхностных водах и 61–167% (100%) в придонных. Минимальное содержание кислорода зафиксировано в июне. Присутствие сероводорода не было отмечено.

По величине ИЗВ (0,61; II класс качества) воды акватории п. Мариуполь классифицировались как чистые, внешнего рейда порта – как очень чистые (0,18; I класс качества). Приоритетными загрязняющими веществами были НУ, аммонийный и нитритный азот.

В порту Мариуполь отбор проб донных отложений проводился в июне и октябре. Содержание НУ в отобранных пробах было ниже предела определения. Концентрация фенолов изменялась от 0,33 мкг/г до 1,23 мкг/г; максимум зафиксирован в октябре в устье р. Кальмиус. Средняя концентрация в июне была 0,59 мкг/г, в октябре – 0,84 мкг/г. Присутствия ХОП и ПХБ зафиксировано не было.

3.6.3. Бердянский залив

В 2008 г. в Бердянском заливе гидрохимические исследования проводились морской гидрометеобсерваторией (ГМО) «Мариуполь» в мае. Концентрация НУ была менее 0,05 мг/л. Уровень загрязнения морских вод АПАВ был почти всегда ниже предела обнаружения, а максимум составил 29 мкг/л (0,3 ПДК) и был зафиксирован в мае в придонном слое. Средняя концентрация фенолов не достигала 3 мкг/л. α -ГХЦГ был обнаружен в одной пробе из придонного слоя вод (2,3 нг/л), γ -ГХЦГ – в диапазоне 0,5–2,2 нг/л. ГПХ обнаружен в трех пробах

с максимальным значением 2,1 нг/л. Содержание ДДТ, ДДЭ, ДДД, ПХБ и альдрин в Бердянском заливе было ниже предела определения используемого метода химанализа. Содержание аммонийного азота в водах залива ниже, чем в районе п. Мариуполь. Максимальная концентрация составила 120 мкг/л на поверхностном горизонте. Содержание нитритного азота обычно было ниже предела определения. Лишь в одном случае в придонных водах концентрация достигла 6 мкг/л. Содержание нитратного азота также было невысоким: максимум составил 66 мкг/л и был зафиксирован в придонных водах. Средняя концентрация общего азота составила 850 мкг/л, максимальная – 1380 мкг/л. В мае 2009 г. концентрация общего фосфора изменялась в диапазоне 21–47 мкг/л, максимум наблюдался в придонных водах. Содержание растворенного кислорода изменялось в пределах 104–120% насыщения. В период наблюдений вода залива была хорошо аэрирована. Присутствие сероводорода не зафиксировано. По величине ИЗВ воды Бердянского залива классифицировались как «очень чистые» (0,18; I класс качества воды).

Таблица 3.7.

Оценка качества вод украинской части Азовского моря в 2007–2009 гг.

| Район | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | | Среднее содержание ЗВ в 2009 г. (в ПДК) |
|---------------------------|----------|-------|----------|-------|---------|-------|---|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| Керченский пролив | 0,8 2 | III | 0,5 3 | II | 0,79 | III | НУ – 1,4; γ-ГХЦГ – 1,0; аммоний – 0,04; O ₂ – 0,71 |
| Внешний рейд п. Мариуполь | 0,1 7 | I | 0,1 5 | I | 0,19 | I | НУ – 0,05; аммоний – 0,15; нитриты – 0; O ₂ – 0,57 |
| Акватория п. Мариуполь | 0,9 4 | III | 0,9 3 | III | 0,61 | II | НУ – 0; аммоний – 0,38; нитриты – 1,5; O ₂ – 0,55 |

4. ЧЕРНОЕ МОРЕ

4.1. Общая характеристика

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

Климат Черного моря является смягченным континентальным. Хороший летний прогрев поверхности моря обуславливает высокую (8,9⁰С) среднюю температуру воды. Зимой средняя температура воды на поверхности в открытом море составляет 6–8⁰С, однако на северо-западе и к югу от Керченского пролива опускается до 0,5⁰С и даже «минус» 0,5⁰С. Летом на всей акватории моря поверхностные воды прогревается до 25⁰С и более до глубины 15–30 м. Глубже сезонного термоклина температура понижается примерно до слоя 75–100 м, где располагаются холодные промежуточные воды с постоянной в течение всего года температурой 7–8⁰С. Ниже температура с глубиной очень медленно повышается из-за геотермического притока тепла от дна и на глубине 2 км достигает 9,2⁰С.

По особенностям формирования характеристикам воды моря подразделяют на поверхностные с соленостью до 18‰, промежуточные и глубинные. Циркуляция поверхностных вод моря циклоническая. Выделяются два крупных центральных круговорота в восточной и западной частях моря. Скорость течения увеличивается от 10 см/с в центре до 25 см/с на периферии этих круговоротов. С глубиной скорости течений быстро затухают до глубин порядка 100 м.

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

Море почти всегда свободно ото льда. Лишь в отдельные холодные зимы прибрежные воды в северо-западной мелководной части моря покрываются льдом. Ледообразование начинается в середине декабря. Толщина льда достигает 14–15 см, а в суровые зимы — 50–55 см. К концу марта льды повсеместно исчезают.

Приливы незначительные и их максимальная величина не превышает 10 см. Хорошо выражены в море как сгонно-нагонные явления под влиянием сильных зимних ветров, достигающие 20–60 см у берегов Кавказа и Крыма и до 2 м в северо-западной части. Осенне-зимние штормовые ветра могут развивать волны высотой до 6–8 м. Стоячие колебания уровня моря (сейши) развиваются в бухтах с периодами от нескольких минут до 2 ч и амплитудой в 40–50 см (Суховой В.Ф. Моря Мирового океана. – Л., Гидрометеиздат, 1986, 288 с., Mee L., Jefic L. AoA Region: Black Sea. – UNEP, 2009, 9 p.).

Район **Черноморского побережья РФ** расположен между $43^{\circ}23'$ – $45^{\circ}12'$ с.ш. и $40^{\circ}00'$ – $36^{\circ}36'$ 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 ортографии 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 $^{\circ}$ C. В марте начинается прогрев прибрежной акватории, особенно на мелководных участках. К апрелю поверхностная температура выравнивается и становится близка к 10–11 $^{\circ}$ C. В мае–июне продолжается быстрый прогрев вод. Максимум температуры наблюдается в августе и составляет 23,5–24,9 $^{\circ}$ C. 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.

Сезонный ход солености поверхностного слоя прибрежных вод обуславливается изменением соотношения речного стока и общей циркуляции. Годовой речной сток малых рек Кавказа составляет примерно в $7,17 \text{ км}^3$. Прибрежные воды от Анапы до Сочи относятся к району с относительно пониженной соленостью во все сезоны года. Особенно заметно локальное понижение солености на юге района, в месте впадения в море р. Сочи. От этого участка по направлению к северу соленость повышается. Минимум в сезонном ходе приходится на апрель-март на всех участках района и меняется от $16,39\%$ (Сочи) до $17,99\%$ (Анапа). Летом наблюдается незначительное повышение солености прибрежных вод, максимум обычно отмечается в октябре-ноябре в диапазоне и составляет от $16,92\%$ (Сочи) до $18,26\%$ (Анапа).

Ледообразование в районе обычно не происходит.

4.2. Гидрохимическое состояние вод Варненского залива

Черноморское побережье Болгарии расположено между $43^{\circ}33'20 \text{ N}$ $28^{\circ}34'51 \text{ E}$ и $43^{\circ}59'00 \text{ N}$ $28^{\circ}34'00 \text{ E}$ с протяженностью береговой линии 378 км . Основными районами антропогенного воздействия являются Варненский и Бургаский заливы. На болгарском побережье работают 13 станций очистки сточных вод, а семь поселений на побережье выпускают стоки в море без очистки. На качество вод Варненского залива также влияет Варненское озеро, связанное с морем каналом. Индустрия, транспорт и сельское хозяйство – главные факторы антропогенного воздействия. В районе залива сточные воды состоят на 59% из индустриального стока, 40% – с очистных сооружений и 1% неочищенных вод.

Исследования гидрохимического состояния вод Варненского залива проводилось Институтом океанологии Болгарской академии наук (ИО-БАН) на одной станции в северной части залива. Пробы отбирались 2 раза в месяц и анализировались по стандартным химическим параметрам: pH, S‰, O₂, БПК₅, NO₃-N, NO₂-N, NH₄-N, PO₄-P, P_{общ}, Si (Табл.4.1).

Таблица 4.1.

Минимальное, максимальное и среднегодовое значение гидрохимических параметров в поверхностных водах Варненского залива в 2009 г.

| 2009 | pH | S‰ | O ₂ | O ₂ | БПК | NO ₃ - | NO ₂ - | NH ₄ - | P _{общ} | PO ₄ - | Si |
|-------|-----|------|----------------|----------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----|
| Мин. | 8.0 | 15.6 | 6.03 | 82.7 | 1.14 | 24.2 | 1.3 | 11.1 | 9.0 | 1.3 | 78 |
| Макс | 8.3 | 17.4 | 11.6 | 111. | 6.13 | 219 | 11.1 | 63.4 | 22.4 | 17.5 | 495 |
| Средн | 8.2 | 16.4 | 8.82 | 93 | 2.65 | 61.4 | 3.6 | 21.6 | 14.0 | 7.8 | 206 |

Наиболее высокая концентрация биогенных элементов устанавливается в осенне-зимний период, тогда как самые низкие (NO₃-N <70 мкг/л, PO₄-P < 10 мкг/л) зафиксированы летом. В отличие от нитритов и нитратов с июня по сентябрь преобладают повышенные значения концентрации аммонийного азота в

диапазоне 25–40 мг/л. Сезонная динамика кремния отличается высокими значениями (>300 мг/л) с января по март. По сравнению с предыдущим годом среднее содержание БПК₅, нитратного азота и фосфатов повысилось, а содержание аммония и кремния снизилось.

Максимальная концентрация кислорода (>10 мг/л) была измерена зимой, а наиболее низкая (<7 мг/л) летом. Летом в придонных водах залива в 2 точках из 10 концентрация растворенного кислорода на глубине 15 м составила только 5.3–5.5 мг/л, что соответствует уровню 60% насыщения.

Полученные данные по гидрохимическим параметрам в 2009 г. в целом соответствуют нормам болгарского законодательства (Наредба №8 о качестве прибрежных вод, 2001). Отдельно следует отметить неблагоприятный кислородный режим не только в придонных, но и в поверхностных водах в летний период года.

4.3. Источники загрязнения украинской части моря

Основным источником загрязнения вод Сухого лимана и прилегающего взморья является Ильичевский морской торговый порт. С его очистных сооружений после биологической очистки в воды лимана было сброшено более 4,6 млн.м³ промышленно-бытовых стоков, с которыми в лиман поступило 0,19 т НУ, 8,3 т аммонийного азота, 0,8 т нитритного азота, 38,9 т нитратного азота и 42,7 т взвешенных веществ.

В Днепро–Бугской устьевой области (ДБУО) основными источниками загрязнения вод являются промышленно-бытовые стоки городов Николаев, Херсон и Очаков. Суммарное поступление промышленно-бытовых стоков в воды устьевой области составило в 2009 г. более 61,4 млн.м³, из которых 44% недостаточно очищенных. Со стоками в море поступило 23,5 т НУ, 11,3 т СПАВ, 71,9 т аммонийного азота, 69,3 т нитритного азота, 872 т нитратного азота, 238 т фосфатов, 1365 т взвешенных веществ, 16,7 т железа, 0,32 т меди, 0,12 т никеля и 0,08 т хрома. По сравнению с 2008 г. объем сброса сточных вод уменьшился.

На Южному берегу Крыма (ЮБК) суммарный объем промышленно-бытовых стоков в 2009 г., поступивших в море с КОС и очистных сооружений ППВКХ г. Ялта после биологической очистки, составил 22,6 млн.м³. Со стоками в водные объекты района поступило 1,3 т НУ, 3,7 т СПАВ, 331 т взвешенных веществ, 150,5 т аммонийного азота, 34,6 т нитритного азота, 670 т нитратного азота и 87,2 т неорганического фосфора.

4.4. Загрязнение прибрежных вод украинской части моря

В 2009 г. мониторинг гидрохимического режима и загрязнения вод украинской части Чёрного моря проводился в дельте р. Дунай (Дунайская ГМО), в Сухом лимане (ГМБ «Ильичевск»), в устье реки Южный Буг и Бугском лимане (Николаевский областной центр по гидрометеорологии), на акватории портов Одесса (Одесский гидрометцентр Черного и Азовского морей) и Ялта (МГ «Ялта») с января по декабрь; в районе входного канала и очистных сооружений г. Ильичёвска (ГМБ «Ильичевск») – один раз в два месяца; в дельтовых водотоках р. Дунай (Дунайская ГМО) – с апреля по сентябрь; в Днепровском лимане (Николаевский ЦГМ) – с апреля по ноябрь.

4.4.1. Дельта р. Дунай

Концентрация **нефтяных углеводородов** обычно была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (0,05 мг/л). Максимальная концентрация НУ (0,18 мг/л, 3,6 ПДК) наблюдалась в феврале на поверхностном горизонте в районе п. Измаил. Среднемесячная концентрация СПАВ большую часть года была менее 25 мкг/л. Максимальная концентрация (0,8 ПДК) зафиксирована в июле на поверхности в районе п. Рени. Содержание фенолов изменялось от аналитического нуля до 0,005 мг/л (5 ПДК). Максимальные значения наблюдались в июле, августе и октябре. Среднегодовой уровень в последние годы существенно не изменился.

В водах дельты р. Дунай отмечались единичные случаи присутствия **хлороорганических пестицидов**. При этом максимальная концентрация соединений достигала высоких величин: α -ГХЦГ- максимум 20 нг/л (май), γ -ГХЦГ – 73 нг/л (июнь), ДДЭ – 76 нг/л (май), ДДД – 150 и ДДТ – 126 нг/л (апрель). Средняя за год концентрация этих пестицидов существенно ниже и осталась на уровне сопоставимых периодов наблюдений в 2007-2008 гг.

Содержание шестивалентного **хрома** изменялось в диапазоне от аналитического нуля до 0,024 мг/л (24 ПДК). Максимальная концентрация зафиксирована в ноябре на придонном горизонте (п. Измаил). Среднемесячная концентрация хрома в феврале, октябре и ноябре на обоих горизонтах была максимальной и достигала 0,011–0,013 мг/л (11–13 ПДК), в остальные периоды была 4–9 ПДК соответственно. Среднегодовая концентрация хрома в последние три года осталась неизменной и составила 0,006 мг/л (6 ПДК).

Концентрация общего **фосфора** изменялась от 38 до 170 мкг/л; максимальная зафиксирована в декабре у п. Килия и в августе у п. Измаил. Средняя за год концентрация общего фосфора уменьшилась со 110 до 95 мкг/л. Содержание аммонийного азота изменялось от 10 до 290 мкг/л (0,6 ПДК). Максимальная концентрация наблюдалась в марте на придонном горизонте у п. Рени. Среднегодовая концентрация аммонийного азота на обоих горизонтах составила 85 мкг/л. За последние годы содержание аммонийного азота уменьшилось в 1,6 раза. Концентрация нитритного азота изменялась от 12 до 110 мкг/л (5,5 ПДК). Максимальные значения наблюдались в июле в районе пп. Вилково и Килия. Среднегодовая концентрация ингредиента была на уровне предыдущих лет и составила 25 мкг/л. Концентрация нитратного азота изменялась от 400 до 2100 мкг/л. Максимальные значения были отмечены в феврале в районе пп. Вилково и Измаил. Среднегодовая концентрация нитратного азота за последние три года уменьшилась на 170 мкг/л.

Средняя за год концентрация растворённого **кислорода** в поверхностном слое воды составила 92%, у дна – 90% насыщения. В период наблюдений дефицит растворенного кислорода достигал в поверхностном слое воды 6–22%, у дна — 3–27% насыщения. При сравнении данных за сопоставимые периоды наблюдений с 2007 по 2009 гг. наблюдается увеличение содержания растворенного кислорода на 8% насыщения.

4.4.2. Дельтовые водотоки

Загрязнение **нефтяными углеводородами** вод дельты было незначительным. Максимальная концентрация достигала 0,07 мг/л в поверхностных водах рукава Прорва. Среднегодовая величина была на уровне предыдущих лет. СПАВ в большей части проб обнаружены не были. Максимум (37 мкг/л) был зафиксирован в апреле на придонном горизонте рук. Восточный. В период наблюдений содержание фенолов изменялось от аналитического нуля до 4 мкг/л (4 ПДК). Средний уровень загрязнения вод фенолами за последние годы не изменился и составил 2 ПДК. В дельтовых водотоках были отмечены единичные случаи присутствия α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ, ДДД, ДДЭ и альдрина с концентраций соответственно 42, 104; 39; 280 и 4 нг/л. Средняя за год концентрация этих пестицидов осталась на низком уровне предыдущих лет, однако единичные пиковые значения (например, более 10 ПДК для «свежего» линдана) были достаточно значимыми. В период наблюдений полихлорбифенилы были не обнаружены.

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 42–300 мкг/л. Максимальное значение зафиксировано в апреле на обоих горизонтах рук. Гнеушев. За последние годы средняя за год концентрация общего фосфора уменьшилась на 12 мкг/л. Содержание общего азота изменялось на поверхностном горизонте в пределах 1340–4600, у дна – до 3500 мкг/л. Среднемесячная концентрация азота в апреле была 1860–1920 мкг/л, в остальное время они достигали 2300–2850 мкг/л. Среднегодовая концентрация азота составила 2500 мкг/л, что на 150 мкг/л больше среднемноголетней величины за последние три года. Концентрация аммонийного азота изменялась от 40 до 180 мкг/л. Максимальная величина ингрдиента зафиксирована в апреле в поверхностных водах рукава Полуденный. За последние годы содержание аммонийного азота уменьшилось в 1,9 раза. Концентрация нитритного азота изменялась от 10 до 76 мкг/л. Максимальная величина отмечалась в июле в рук. Быстрый. Среднегодовая концентрация нитритного азота составила 28 мг/л. Концентрация нитратного азота изменялась в диапазоне от 450 до 1500 мкг/л на поверхности, у дна – до 1700 мкг/л. Среднемесячная максимальная концентрация нитратного азота 1250–1530 мкг/л и максимальная за год наблюдалась в апреле в рукаве Быстрый. Среднегодовая концентрация нитратного азота составила 700 мкг/л и была наименьшей за последние три года.

В период наблюдений присутствие сероводорода в воде не зафиксировано. Средняя за год концентрация растворённого **кислорода** в поверхностном слое воды составила 98%, у дна – 95% насыщения. В период наблюдений дефицит растворенного кислорода достигал в поверхностном слое воды 1–8%, у дна — 2–11% насыщения. С 2007 по 2009 гг. наблюдалась тенденция увеличения содержания растворенного кислорода на 16%.

4.4.3. Придунайский район

Морской гидрофизический институт НАН Украины (МГИ, г. Севастополь) проводил исследования гидрохимического состава вод придунайского района северо-западного шельфа 15–17 августа 2009 г. на НИС «Сапфир» (Рис. 4.1). Отбор проб для химических анализов морской воды выполняли в поверхностном (0–1 м) и придонном (0,5–1 м от дна) слоях.

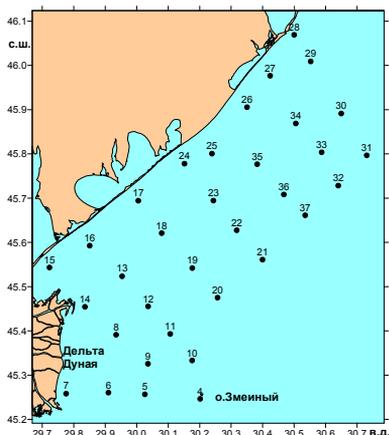


Рис. 4.1. Исследования гидрохимического состава вод в придунайском районе северо-западного шельфа 17-17 августа 2009 г. на НИС «Сапфир».

Особенностью распределения кислорода в водах придунайского района является повышенное насыщение поверхностных вод (средняя 113%, 6,1 мл/л) и пониженное придонного слоя вод при весьма небольших глубинах (27%, 1,8 мл/л). Концентрация фосфатов была очень низкой, средние значения на поверхности и у дна составили 8,1 и 12,1 мкг/л, соответственно; кремниевая кислота – 46,8 и 933,0 мкг/л; нитриты – 1,5 и 5,0 мкг/л; нитраты – 1,5 и 98,1 мкг/л. Максимальные значения всех форм биогенных элементов были зафиксированы в миле напротив Стамбульского гирла Дуная – 74,7; 1520,4; 35,6 и 918,4 мкг/л соответственно. В этом районе наблюдался активный фотосинтез водорослей в приповерхностном слое и интенсивная минерализация органических соединений в придонных водах. Следствием двух разнонаправленных процессов в водах придунайского района явились значительные различия в содержании биогенных элементов на поверхности и у дна, причем концентрация у дна значительно превосходит. В придунайском районе нет практически однородного распределения биогенных элементов по вертикали до глубин 50–60 м, которые наблюдались в других районах шельфа.

4.4.4. Сухой лиман

Содержание **НУ** в водах Сухого лимана было менее предела определения (0,05 мг/л). Концентрация СПАВ в поверхностном слое изменялась от аналитического нуля до 12 мкг/л (1,2 ПДК), максимальное значение было зафиксировано в июле. Среднегодовое содержание СПАВ составило 20 мг/л. Фенолы в водах лимана обнаружены не были. Из хлорорганических пестицидов были отмечены единичные случаи присутствия γ -ГХЦГ, ГПХ и альдрин с концентраций соответственно 3,2, 2,7 и 3,2 нг/л. Полихлорбифенилы в водах лимана не были обнаружены.

Концентрация аммонийного **азота** варьировала от аналитического нуля до 93 мкг/л. Среднегодовое значение снизилось в поверхностном слое в 10 раз, в придонном – в 2,3 раза и составило 2 и 15 мкг/л соответственно.

Сероводород в водах Сухого лимана, как и в предыдущие годы, не обнаружен. Относительное содержание растворенного **кислорода** изменялось в диапазоне 65–110% насыщения на поверхностном горизонте и 44–85% на придонном; средняя за год составила 86% и 60% соответственно. В период наблюдений дефицит растворенного кислорода в среднем достигал в поверхностном слое воды 2–29%, у дна – 27–48% насыщения. За последние три года концентрация растворенного кислорода снизилась на 9% насыщения.

4.4.5. Район входного канала и очистных сооружений г. Ильичевска

В течение периода наблюдений в 2009 г. концентрация **НУ** была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа. Присутствие СПАВ зафиксировано только в поверхностных водах; концентрация изменялась от аналитического нуля до 80 мкг/л (0,8 ПДК, июль). Содержание фенолов, как и в предыдущие годы, было ниже предела определения метода химанализа (3 мкг/л). Из хлорорганических пестицидов были отмечены единичные случаи присутствия γ -ГХЦГ, ГПХ и альдрина с концентраций соответственно 3,3, 1,9 и 1,4 нг/л. Загрязнение вод полихлорбифенилами не наблюдалось.

Концентрация аммонийного **азота** варьировала от аналитического нуля до 35 мкг/л в поверхностном слое и до 72 мкг/л в придонном. Среднегодовое содержание этого ингредиента с 2007 по 2009 гг. уменьшилось в 2,4 раза и составило 11 мкг/л.

Сероводород в водах района, как и в предыдущие годы, не обнаружен. Уровень аэрации вод в период наблюдений был недостаточным. Среднее за месяц относительное содержание растворенного **кислорода** составляло 77–98% на поверхностном горизонте и у дна 50–76% насыщения. Дефицит растворенного кислорода на поверхности достигал 6–22%, в придонном слое 25–51% насыщения. Среднее за период наблюдений относительное содержание растворенного кислорода составило 75% насыщения.

4.4.6. Порт Одесса

Содержание **нефтяных углеводородов** варьировало от аналитического нуля до 0,22 мг/л (4,4 ПДК) в поверхностном слое, и до 0,13 мг/л (2,6 ПДК) в придонном. Максимальное загрязнение наблюдалось в апреле. Среднее за год содержание НУ составило 0,04 мг/л (0,8 ПДК), что немного ниже прошлогоднего значения 0,05 мг/л. Хлорорганические пестициды и полихлорбифенилы в водах порта не были обнаружены в последние три года.

Сероводород, как и в предыдущие годы, не обнаружен. В период наблюдений воды порта были аэрированы недостаточно хорошо. Относительное содержание растворенного **кислорода** варьировало в поверхностном слое воды от 72% до 125%, у дна — 59–130% насыщения. На поверхности дефицит растворенного кислорода составлял 4–15%, в придонном слое — 5–16% насыщения. Среднее за год содержание растворенного кислорода составляло 92% насыщения.

4.4.7. Устье реки Южный Буг, Бугский лиман

Содержание **НУ** в воде лимана изменялось от аналитического нуля до 0,85 мг/л (17 ПДК); максимум зафиксирован в июне на поверхностном горизонте в устье р. Южный Буг. Среднегодовая концентрация НУ с 2007 по 2009 гг. снизилась с 4,6 ПДК до 3,8 ПДК. Содержание СПАВ в водах района было менее предела обнаружения (25 мкг/л), за исключением сентября и октября. Максимальная концентрация (0,8 ПДК) зафиксирована в июне в придонных водах акватории порта Николаев. Содержание фенолов с мая по июль изменялось от аналитического нуля до 16 мкг/л (16 ПДК). Максимальная концентрация зафиксирована в ноябре на придонном горизонте. Среднегодовая концентрация фено-

лов была на уровне среднемноголетней за 2007–2009 гг. В водах лимана был обнаружен ряд хлорорганических пестицидов. Максимальная концентрация достигала соответственно: γ -ГХЦГ – 9,9 (ноябрь), ГХП – 17,2 (ноябрь), альдрин – 9,7 (июнь), ДДЭ – 5 (июнь), ДДД – 3 (май) и ДДТ – 7 нг/л (февраль). Средняя за год концентрация указанных пестицидов осталась на уровне предыдущих лет.

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 24–320 мкг/л на поверхности и 110–330 мкг/л у дна. Максимальная зафиксирована в сентябре в придонных водах лимана. Среднегодовое содержание общего фосфора с 2007 по 2009 гг. снизилось на 60 мкг/л. Содержание общего азота в поверхностном слое воды изменялось от 80 до 2380 мкг/л, у дна — 260–2150 мкг/л. Наименьшая среднемесячная концентрация на обоих горизонтах зафиксирована в октябре (290–380 мкг/л), но уже в ноябре достигала 1840–1920 мкг/л; максимум отмечен в районе г. Николаева. Концентрация аммонийного азота изменялась от аналитического нуля (в поверхностных водах в мае и октябре, у дна – в октябре) до 580 мкг/л. Среднемесячная величина была минимальной на поверхности в феврале, апреле, июне и июле (130–170 мкг/л); у дна достигала 345 мкг/л. Среднегодовая концентрация аммонийного азота за последние годы снизилась со 150 до 62 мкг/л. Концентрация нитритного азота изменялась от 0 до 30 мкг/л; максимальная зафиксирована в октябре на поверхностном горизонте; средняя за год составила 8 мкг/л и была наименьшей за последние годы. Концентрация нитратного азота изменялась в поверхностном слое воды от аналитического нуля до 720 мкг/л, у дна до 260 мкг/л. Максимальная величина зафиксирована в марте на поверхности в районе морского порта. Средняя за год концентрация ингредиента увеличилась на 6 мкг/л.

Присутствие сероводорода в водах лимана не зафиксировано. Средняя концентрация растворённого **кислорода** на поверхности составила 101%, у дна 72% насыщения. В придонном слое воды лимана с июня по ноябрь дефицит растворенного кислорода по среднемесячным значениям составлял 6–67%. В сентябре зафиксирован один случай низкого и один случай экстремально низкого содержания растворённого кислорода. Среднее за год содержание растворенного кислорода за последние три года снизилось на 2%.

4.4.8. Днепровский лиман

Содержание **НУ** изменялось от аналитического нуля до 0,70 мг/л (14 ПДК). Максимальная концентрация зафиксирована в августе в поверхностных водах Кинбурнского пролива. Среднемесячная концентрация НУ на поверхностном горизонте, за исключением мая и сентября, превышала ПДК в 2–10,4 раза; на придонном в 2,2–6,4 раза. Уровень загрязнения вод НУ с 2007 по 2009 гг. снизился 1,2 раза. В мае, июле-августе, октябре и ноябре СПАВ не были обнаружены, в остальные месяцы содержание ингредиента на поверхностном горизонте не превышало 80 мкг/л, у дна 36 мкг/л. Среднемесячная концентрация фенолов большую часть наблюдений была ниже предела определения метода (3 мкг/л). Максимальная концентрация достигала 10 мкг/л (10 ПДК), в этот период отмечалась и максимальная среднемесячная величина (4 ПДК). В водах лимана были обнаружены единичные значения γ -ГХЦГ, ГХП, альдрина и ДДЭ с концентраций соответственно 0,9; 3,8; 6 и 2 нг/л. Среднегодовая концентрация этих пестицидов в 2009 г. осталась на уровне предыдущих лет. В период наблюдений единичные значения достигали 46 нг/л.

Концентрация общего **фосфора** изменялась в поверхностном слое воды в пределах 12–310 мкг/л, у дна 25–220 мкг/л. Максимальная концентрация зафиксирована в сентябре на поверхностном горизонте. По данным за сопоставимые периоды наблюдений средняя за год концентрация общего фосфора за последние годы уменьшилась на 10 мкг/л. Концентрация общего азота в поверхностном слое воды изменялась от 140 до 1040 мкг/л, у дна – 70–1220 мкг/л; максимум зафиксирован в апреле. За последние годы среднегодовая концентрация общего азота снизилась с 1250 до 430 мкг/л. Концентрация аммонийного азота на поверхности лимана изменялась в пределах от аналитического нуля до 810 мкг/л, у дна – до 150 мкг/л; в сентябре аммоний не был обнаружен; максимум зафиксирован в мае. Отмечается тенденция увеличения содержания аммонийного азота с 39 до 190 мкг/л. Содержание нитритного азота изменялось от «не обнаружено» до 18 мкг/л (сентябрь). Среднегодовая концентрация нитритного азота осталась на уровне предыдущих лет. Концентрация нитратного азота изменялась от аналитического нуля до 99 мкг/л, а средняя за год составила на поверхности 13 мкг/л, у дна 29 мкг/л. Среднегодовое содержание нитратного азота за последние годы возросло в 1,1 раза.

Присутствие сероводорода в придонных водах лимана не зафиксировано. Средняя концентрация растворённого **кислорода** на поверхности составила 92%, у дна 67% насыщения. Дефицит растворенного кислорода в среднем на поверхностном горизонте составлял 1–24%, у дна 10–43% насыщения. Среднегодовое содержание растворенного кислорода за последние три года снизилось на 12% насыщения.

4.4.9. Район полуострова Тарханкут

В 2009 г. южнее мыса Тарханкут Отделом Биогеохимии моря МГИ на НИС «Сапфир» были выполнены меридиональный разрез 30 апреля – 1 мая и диагональный 18 августа. Отбор проб для химических анализов морской воды выполняли в поверхностном (0–1 м) слое и на глубинах 5–70 м до изопикны $\sigma_t = 14,0$. В мае содержание биогенных элементов в толще вод было низким: фосфаты – тах 6,2 мкг/л, средняя 2,2 и 3,7 мкг/л в поверхностном и глубинном слоях; фосфор органический – средняя 2,8 и 3,1 мкг/л; фосфор общий – средняя 5,3 и 6,5 мкг/л; нитраты – тах 7,0 мкг/л, 1,8 и 6,3 мкг/л соответственно; нитриты – средняя 0,3 и 2,0 мкг/л; кремнекислота – тах 98,0 мкМ, 75,3 и 98,0 мкг/л. Насыщение вод кислородом в поверхностном слое составило 103% (6,98 мл/л), в более глубоких слоях – 94% (6,77 мл/л).

В августе биогенных элементов в 40-метровой толще вод стало еще меньше, чем в мае. Концентрация кремнекислоты на поверхности стала менее 28 мкг/л (8,4 мкг/л; и 44,8 мкг/л глубже). Среднее содержание фосфатов было 1,6 и 2,8 мкг/л; нитритов – 0,3 и 0,3 мкг/л; нитратов – 1,0 и 0,8 мкг/л в двух слоях соответственно. Насыщение поверхностных вод кислородом осталось сходным с весенним (поверхность – 104%, 5,58 мл/л; глубинные воды – 105%, 6,63 мл/л), при этом наблюдался подповерхностный максимум насыщения вод кислородом, вероятно вследствие скопления фитопланктона на термоклине.

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

Отдел Биогеохимии моря МГИ выполнили гидрохимические обследования Севастопольской бухты и нижнего течения реки Черной в марте, июне и сентябре 2009 г. Отбор проб для химических анализов морской воды выполняли в поверхностном (0–1 м) и придонном (0,5–1 м от дна) слоях. В течение всего периода наблюдений поверхностные воды Южной бухты в кутовой части характеризовались максимальными значениями содержания кремнекислоты и соединений азота (Табл.4.2). Концентрация нитратов в Южной бухте примерно в 8–15 раз превышала средние значения для Севастопольской бухты. В водах Артиллерийской бухты была отмечена повышенная концентрация аммония. В сентябре впервые за годы изучения экологического состояния Севастопольской бухты в придонных водах в районе плавучего дока на глубине 19,5 м был обнаружен сероводород в концентрации 1,26 мг/л.

Таблица 4.2.

Содержание гидрохимических элементов в водах Севастопольской бухты в марте-сентябре 2009 г.

| Элемент | 16–17 марта | 11–12 июня | 21–22 сентября |
|------------------------------|---------------|---------------|----------------|
| Растворенный кислород (мл/л) | 4,67 – 7,77 | 2,44 – 6,75 | 0,00 – 5,70 |
| Насыщение кислородом (%) | 63,1 – 106,0 | 37,9 – 124,0 | 0,0 – 102,5 |
| Величина рН | 8,38 – 8,47 | 7,92 – 8,33 | 7,86 – 8,47 |
| Щелочность (мг/л) | 3,325 – 3,350 | 3,234 – 3,286 | 3,153 – 3,300 |
| Фосфаты (мкМ) | 0,00 – 1,00 | 0,00 – 1,09 | 0,00 – 2,54 |
| Фосфор органический (мкМ) | 0,00 – 2,20 | 0,00 – 2,37 | 0,00 – 2,51 |
| Фосфор общий (мкМ) | 0,11 – 2,36 | 0,08 – 2,51 | 0,00 – 2,99 |
| Кремнекислота (мкМ) | 0,32 – 3,74 | 0,4 – 42,1 | 0,2 – 23,1 |
| Нитраты (мкМ) | 0,0 – 32,0 | 0,0 – 45,4 | 0,0 – 16,9 |
| Нитриты (мкМ) | 0,00 – 0,19 | 0,00 – 0,30 | 0,00 – 0,29 |
| Аммоний (мкМ) | 0 – 3,64 | 0,00 – 14,7 | 0,00 – 33,8 |
| Общая взвесь (мг/л) | 0,3 – 13,9 | 0,1 – 12,9 | 0,3 – 5,7 |
| БПК ₅ (мл/л) | 0,25 – 1,01 | 0,46 – 1,32 | 0,25 – 0,61 |

В 2009 г. МО УкрНИГМИ (г. Севастополь) провел мониторинг загрязнения атмосферных осадков (дождевых вод), выпадающих на поверхность пробоотборника в Севастополе. Пробы анализировались на содержание ионов H^+ (рН), АПАВ и содержание отдельных элементов. Диапазон значений **рН** в 89 пробах составлял 4,80 (20.12.2009) – 9,03 (25.12.2009). В сезонном ходе максимум содержания рН наблюдался в холодный период года, а минимум – в теплый. Диапазон изменений концентрации анионных **СПАВ** в 45 пробах атмосферных осадков составил 10–360 мг/л. Максимум наблюдался в весенний период при восточном направлении ветра, а минимум – осенью. Согласно расчету в 2009 г. на 1 км² поверхности в районе города Севастополя с атмосферными осадками поступило 6 кг детергентов.

В январе-июне был проведен мониторинг **многоэлементного** состава проб атмосферных аэрозолей, выпадавших на водную поверхность в районе МГ «Севастополь» (35 элементов). Пробы образцов анализировались нейтронно-активационным методом, Sr – определялся рентгено-радиометрическим методом в Институте ядерной физики АН Узбекистана. Отобрано 9 проб, из них 5 проб на содержание нерастворимой формы элементов (январь – март, май – июнь) и растворимой – 4 пробы (январь – март, июнь). По результатам анализа рассчитаны потоки элементов в нерастворимой и растворимой формах элементов, выпавших в период мониторинга на поверхность зеркала Чернореченского водохранилища и Севастопольской бухты (Табл.4.3). 14 элементов, в том числе из группы тяжелых металлов, нормируются по ПДК (Hg, Cd, Mo, Se, Cu, Sr, Zn, Cr, Co, Ni, Ba, Mn, Br и Fe); Th, U и Sm относятся к загрязняющим веществам поверхностных вод и почв биосферы.

Таблица 4.3

Атмосферное выпадение (сумма потоков мг/м² и суммарное количество) элементов в январе – марте и июне в районе г. Севастополя в 2009 г.

| Элементы | МГ «Севастополь», сумма потоков, мг/м ² | Чернореченское водохранилище | Севастопольская бухта |
|----------|---|---------------------------------|--------------------------|
| Натрий | 854 | 5,16 т | 6,79 т |
| Калий | 25 | 0,15 т | 0,20 т |
| Рубидий | 0,075 | 0,45 кг | 0,60 кг |
| Цезий | 0,00394 | 24 г | 31 г |
| Медь | 1,819 | 11 кг | 14 кг |
| Серебро | 0,0069 | 42 г | 55 г |
| Золото | 0,00015 | 0,93 г | 1,20 г |
| Кальций | 171 | 1,03 т | 1,36 т |
| Стронций | 1,46 | 8,80 кг | 12 кг |
| Барий | 2,77 | 17 кг | 22 кг |
| Цинк | 2,36 | 14 кг | 19 кг |
| Кадмий | 0,0014 | 8,50 г | 11 г |
| Ртуть | 0,0012 | 7,00 г | 9,20 г |
| Скандий | 0,012 | 71 г | 93 г |
| Лантан | 0,033 | 200 г | 270 г |
| Церий | 0,052 | 320 г | 420 г |
| Неодим | 0,019 | 110 г | 150 г |
| Самарий | 0,0040 | 24 г | 32 г |
| Европий | 0,0012 | 7,00 г | 9,30 г |
| Тербий | 0,00056 | 3,40 г | 4,50 г |
| Иттербий | 0,0026 | 15 г | 20 г |
| Лютеций | 0,00031 | 1,90 г | 2,50 г |
| Торий | 0,0097 | 59 г | 77 г |
| Уран | 0,0025 | 15 г | 20 г |
| Гафний | 0,0048 | 29 г | 39 г |

| | | | |
|----------|---------|---------|---------|
| Тантал | 0,00078 | 4,70 г | 6,20 г |
| Сурьма | 0,17 | 1,00 кг | 1,30 кг |
| Хром | 1,28 | 7,70 кг | 10 кг |
| Молибден | 0,0038 | 23 г | 30 г |
| Селен | 0,0038 | 23 г | 30 г |
| Марганец | 1,50 | 9,10 кг | 12 кг |
| Бром | 1,41 | 8,50 кг | 11 кг |
| Железо | 85 | 0,52 т | 0,68 т |
| Кобальт | 0,024 | 150 г | 190 г |
| Никель | 0,73 | 4,40 кг | 5,80 кг |

4.4.11. Порт Ялта

Содержание **нефтяных углеводородов** в поверхностном слое воды изменялось от 0 до 0,16 мг/л (3,2 ПДК). Максимальная концентрация зафиксирована в январе. Среднемесячная концентрация на обоих горизонтах большую часть года была ниже предела определения (0,05 мг/л), а в январе, мае, сентябре и октябре составляла 0,06 мг/л (1,2 ПДК). В среднем за год загрязнение вод НУ осталось на уровне предыдущих лет (0,02 мг/л).

Концентрация **СПАВ** изменялась в диапазоне от аналитического нуля до 0,018 мг/л. Фенолы были обнаружены в мае и июле, но их среднемесячная концентрация не достигала нижнего предела определения метода (3 мкг/л). Из хлорорганических пестицидов в водах акватории порта в течение года были обнаружены единичные значения γ -ГХЦГ, альдрина, ГПХ с максимальной концентрацией соответственно 6,4; 3,4 и 0,7 нг/л, ДДТ и его метаболиты были ниже предела определения. Среднегодовые концентрации указанных пестицидов остались на уровне предыдущих лет. Полихлорбифенилы в период наблюдений не были обнаружены.

Содержание общего **фосфора** изменялось в пределах от аналитического нуля до 63 мкг/л (август). Средняя за год концентрация общего фосфора осталась на уровне предыдущих лет и составила 18 мкг/л. Концентрация общего азота изменялась от 580 до 1940 мкг/л в поверхностном слое воды и у дна – от 340 до 2240 мкг/л (январь). Среднемесячная концентрация азота была высокой в январе, феврале и апреле (на поверхности 1400-1940 мкг/л, у дна 1110-2440 мкг/л), в остальное время года составляла 340–950 мкг/л. Среднегодовое содержание общего азота за последние годы возросло с 780 до 990 мкг/л. Содержание аммонийного азота изменялось от 15 до 99 мкг/л. Средняя за год концентрация за последние годы увеличилась с 28 до 52 мкг/л. Среднемесячная концентрация нитритного азота была ниже предела определения (5 мкг/л). Уровень загрязнения вод порта нитритным азотом за последние годы остался неизменным. Концентрация нитратного азота изменялась в диапазоне от 57 до 554 мкг/л (май) на поверхности, у дна от 12 до 51 мкг/л. В период наблюдений поверхностные воды в среднем были загрязнены нитратным азотом в 7,7 раз больше, чем придонные. Уровень загрязнения вод нитратным азотом с 2007 по 2009 гг. снизился в 1,4 раза.

Относительное содержание растворённого **кислорода** на поверхности изменялось от 81% до 106%, и у дна от 92% до 109% насыщения. По среднемесяч-

ным значениям дефицит растворённого кислорода достигал 1–11% на поверхности и 6% насыщения у дна. Средняя за год концентрация растворённого кислорода на обоих горизонтах составила соответственно 96% и 98% насыщения. Среднегодовое содержание растворенного кислорода за последние три года возросло на 2% насыщения.

В 2009 г. согласно результатам расчета ИЗВ, полученным на основе средней концентрации приоритетных для каждого из районов контроля загрязняющих веществ и растворенного кислорода, в наибольшей степени были загрязнены воды Бугского и Днепровского лиманов, которые классифицировались как «загрязненные» (ИЗВ=1,32 и 1,58; IV класс качества морской воды); воды акватории порта Ялта – «чистые» (ИЗВ=0,27; II класс качества). В дельте р. Дунай воды были «умеренно загрязненные» (ИЗВ=1,68; III класс качества речной воды); в дельтовых водотоках – «чистые» (ИЗВ=0,73; II класс качества речной воды). В целом, по сравнению с 2008 г. качество прибрежных вод украинской части Черного моря осталось на прежнем уровне с наибольшими межгодовыми изменениями в Днепровском лимане (Табл.4.4).

Таблица 4.4.

Оценка качества вод украинской части Черного моря в 2007-2009 гг.

| Район | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | | Среднее содержание ЗВ в 2009 г. (ПДК) |
|-----------------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| Дельта реки Дунай | 1,64 | III | 1,81 | III | 1,68 | III | НУ–0; СПАВ–0; фенолы–2; хром–6; нитриты–1,1; O ₂ –0,66 ПДК |
| Дельтовые водотоки р. Дунай | 0,83 | II | 0,74 | II | 0,73 | II | НУ–0; СПАВ–0; фенолы–2; аммоний–0,26; нитриты–1,4; O ₂ –0,71 ПДК |
| Сухой лиман | 0,24 | I | 0,24 | I | | | НУ–0; СПАВ–0,2; фенолы–0; O ₂ –0,77 ПДК |
| Очистные сооружения г. Ильичевска | 0,26 | II | 0,24 | I | 0,24 | I | НУ–0; СПАВ–0,17; фенолы–0; O ₂ –0,81 ПДК |
| Акватория порта Одесса | 2,80 | V | 3,06 | VI | | | |
| Устье р. Южный Буг, Бугский лиман | 1,53 | IV | 1,49 | IV | 1,32 | IV | НУ–5,2; нитриты 0,3; СПАВ–0; O ₂ –0,82 ПДК |
| Днепровский лиман | 1,83 | V | 1,1 | III | 1,58 | IV | НУ–2,4; СПАВ–0,1; нитриты–0,44; O ₂ –0,77 ПДК |
| Акватория порта Ялта | 0,30 | II | 0,26 | II | 0,27 | II | НП–0,4; СПАВ–0; нитриты–0; O ₂ –0,67 ПДК |

4.4.12. Загрязнение донных отложений

Сухой лиман и район входного канала. В марте и сентябре в Сухом лимане и в районе входного канала содержание нефтяных углеводородов было ниже предела определения (0,05 мг/г абсолютно сухого грунта), фенолы (сумма) не обнаружены.

Акватория порта Одесса. Оценка загрязнения верхнего слоя донных отложений в районе Одесского порта проводилась в мае и сентябре. Концентрация нефтяных углеводородов в мае варьировала от 0,61 до 1,06 мг/г абсолютно сухого грунта, в сентябре – от 0,08 до 0,31 мг/г. Среднее за период наблюдений содержание НУ составило 0,52 мг/г, что на 0,10 мг/г выше значения предыдущего года.

4.4.13. Керченский пролив

В 2009 г. в южной части Керченского пролива от м. Такиль до южной оконечности косы Тузла исследования проводились ЮГНИРО (г. Керчь) на 12 станциях в водах поверхностного и придонного горизонтов ежеквартально, а также один раз были отобраны пробы донных отложений. Наибольший уровень загрязнения водных масс района нефтяными углеводородами был зафиксирован в марте (0,01–0,27 мг/л). В это время превышение ПДК в 1,2–5,4 раза отмечено в 40% отобранных проб воды. В июне содержание НУ снизилось в среднем в полтора раза и составило в воде поверхностного горизонта 0,01–0,08 мг/л, придонного – 0,02–0,07 мг/л; в сентябре–октябре концентрация НУ была достаточно низкой (0,01–0,05 мг/л).

Сезонная динамика **железа** характеризовалась устойчивым увеличением его концентрации с марта (в среднем 40 мкг/л) до максимальной величины в сентябре (125 мкг/л) и резким снижением уровня загрязнения в октябре (25 мкг/л). При этом в марте в 20% отобранных проб воды содержание металла превышало ПДК в 1,2–1,4 раза, в июне во всех пробах оно было либо на уровне ПДК, либо выше нормы в 1,2–1,8 раза, в сентябре превышение нормативной величины в 1,2–5 раз зафиксировано в 80% отобранных проб, в октябре превышений ПДК не выявлено.

В течение года содержание **нитритного азота** изменялось в небольшом диапазоне 10–20 мкг/л, в сентябре в воде поверхностного горизонта на 42% от общего количества станций концентрация данной формы азота в воде была ниже предела обнаружения используемого метода анализа. Наименьшее содержание нитратного азота (30–110 мкг/л, в среднем 55 мкг/л) было определено в марте. В период июнь–октябрь концентрация изменялась незначительно, а средняя составила 83 мкг/л³. Содержание аммонийного азота в марте было максимальным и составило в поверхностном слое воды 30–80 мкг/л, в придонном — 50–100 мкг/л. В июне в поверхностном слое воды практически всей исследуемой акватории его концентрация была ниже предела обнаружения, а в придонном составила в среднем 30 мкг/л. В сентябре и октябре содержание данной формы азота существенно не различалось и составило 30 и 25 мкг/л соответственно.

Максимальное содержание **растворенного кислорода**, составляющее в воде поверхностного горизонта 12,37 мг/л (199% насыщения), придонного – 10,67

мг/л (144% насыщения) определено в марте; минимальное в сентябре составило в поверхностной воде 7,69 мг/л (139% насыщения), придонной – 7,22 мг/л (130% насыщения) зафиксировано. В июне и октябре содержание растворенного кислорода было практически одинаковым, составляя в среднем 8,69 мг/л. В целом придонный слой всегда имел несколько пониженное содержание растворенного кислорода.

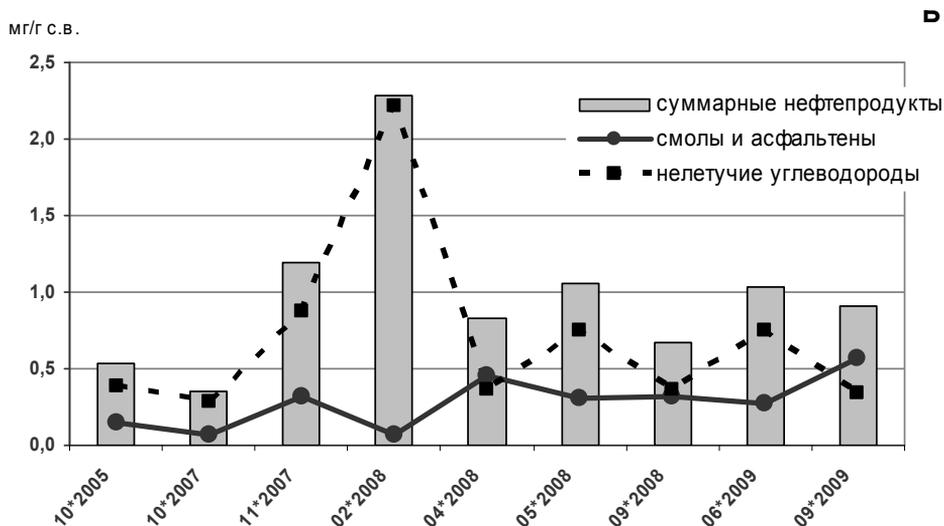


Рис. 4.2. Динамика средней концентрации суммарных нефтяных углеводородов и компонентов нефти в донных отложениях Керченского пролива [Петренко и др., 2010].

В **донных отложениях** содержание железа варьировало от 430 до 19460 мкг/г сухого вещества, составляя в среднем 9230 мкг/г. Содержание нефтяных углеводородов изменялось в пределах 543–1159 мкг/г сухого вещества, составляя в среднем 756 мкг/г (Рис. 4.2).

В прибрежной акватории **Керченской бухты** исследования проводились на 12 станциях в воде поверхностного и придонного горизонтов ежеквартально и в донных отложениях 1 раз в год.

Наименьший уровень загрязнения воды **НУ** (0,01–0,05 мг/л) наблюдался в сентябре. В марте, июне и октябре при относительно невысоких средних концентрациях (0,03–0,05 мг/л) на отдельных участках наблюдалось превышение ПДК в 1,2–1,4 раза.

Содержание **железа** не превышало ПДК в марте и октябре. В сентябре она составила 20–80 мкг/л и превышала нормативную величину в 1,4 раза только в придонной воде северной части исследуемой акватории. Максимальное содержание этого металла (30–110 мкг/л) зафиксировано в июне, при этом в 33% отобранных проб отмечено превышение ПДК в 1,2–2,2 раза. На протяжении всего периода исследований концентрация железа в воде придонного горизонта была выше в среднем в 1,3 раза.

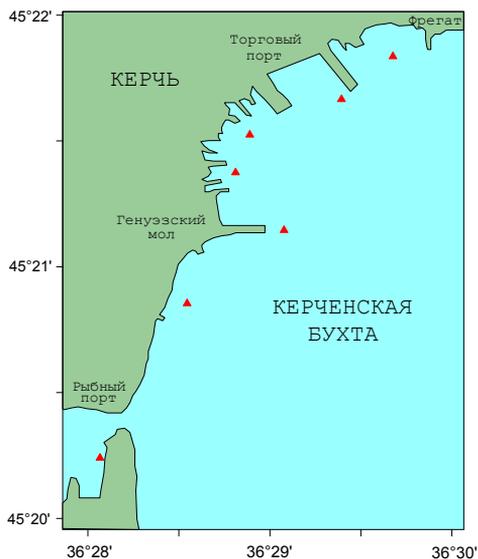


Рис. 4.3. Станции мониторинга в прибрежных водах Керченской бухты в 2009 г.

Минимальное содержание **нитритно-азота**, составившее в среднем 10 мкг/л, определено в сентябре, при этом в 20% отобранных проб воды оно было ниже предела обнаружения используемого метода анализа. Наибольшая концентрация данной формы азота (10–50 мкг/л в поверхностной воде и 20–40 мкг/л в придонной) отмечена в октябре. В течение года концентрация нитратного азота изменялась в диапазоне 50–200 мкг/л. Максимальное содержание, составившее в воде поверхностного горизонта 740 мкг/л, придонного – 1480 мкг/л, определено в июне на акватории Керченского морского рыбного порта. Наибольшее содержание аммонийного азота (40–150 мкг/л) зафиксировано в марте, наименьшее (20–40 мкг/л) в июне.

Максимальный уровень кислородного насыщения (102–163%) определен в марте. Наименьшее содержание **растворенного кислорода**, равное в воде поверхностного горизонта 5,06–9,64 мг/дм³ (38–178% насыщения), придонного – 2,40–7,59 мг/дм³ (44–140% насыщения) зафиксировано в июне. По сравнению с июнем в сентябре и октябре концентрация растворенного кислорода повысилась и составила в среднем 7,51 мг/дм³ (132% насыщения) и 7,68 мг/дм³ (130% насыщения) соответственно. На протяжении всего периода исследований придонный слой вод характеризовался пониженным содержанием растворенного кислорода.

В **донных отложениях** содержание **железа** в Керченской бухте изменялось в пределах 910–25540 мкг/г сухого вещества, составляя в среднем 10970 мкг/г. Концентрация НУ составила 1072–2940 мкг/г, что значительно выше допустимого уровня (50 мкг/г сухого вещества).

В **донных отложениях** содержание **железа** в Керченской бухте изменялось в пределах 910–25540 мкг/г сухого вещества, составляя в среднем 10970 мкг/г. Концентрация НУ составила 1072–2940 мкг/г, что значительно выше допустимого уровня (50 мкг/г сухого вещества).

Публикации ЮгНИРО:

Петренко О. А., Жугайло С. С., Авдеева Т. М. Нефтяное загрязнение Керченского пролива до и после чрезвычайной ситуации 11 ноября 2007 г. // Системы контроля окружающей среды / Сб. науч. тр. НАН Украины. МГИ: – Севастополь. 2008. – С. 278–281.

Петренко О. А., Авдеева Т. М., Жугайло С. С., Загайная О. Б. Современное состояние и тенденции изменения нефтяного загрязнения Керченского пролива // Сб. науч. тр. НАН Украины. вып. 13 – Севастополь, МГИ, 2010. – С. 175–180

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.

4.5. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе



Рис. 4.4. Схема расположения станций отбора проб на акватории портов российской части Черного моря в 2009 г. (ГМБ Туапсе).

В 2009 г. в рамках программы государственной службы наблюдений и контроля (ГСН) за загрязнением морской среды в прибрежных водах Черного моря от Анапы до Туапсе Гидрометеорологическое бюро г. Туапсе Краснодарского краевого центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ГМБ) выполнило 16 гидрохимических съемок в портах Анапа, Новороссийск, Геленджик и Туапсе. На станции штормовой информации в порту Туапсе отбор проб проводили еженедельно в течение всего года. Пробы воды отбирались из приповерхностного слоя на прибрежных мелководных станциях (Рис. 4.4). В состав наблюдений входило определение стандартных гидролого-гидрохимических параметров (температура, соленость $S\%$, водородный показатель pH, растворенный кислород O_2 методом Винклера, щелочность Alk), концентрации биогенных элементов (фосфатов PO_4 , аммонийного азота, нитритов NO_2 , силикатов SiO_3) и загрязняющих веществ – НУ, СПАВ, ХОП и растворенной ртути. Экстракция нефтяных углеводородов производилась четыреххлористым углеродом, пестицидов – гексаном. Нефтяные углеводороды определялись ИКС-методом на приборе КН-2 (концентратомер). Определение концентрации хлорорганических пестицидов (газожидкостная хроматография) и растворенной ртути (поглощение УФ) производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды.

Анапа. Соленость в период наблюдений изменялась от 15,386‰ (12 января) до 16,735‰ (8 апреля), средняя за год величина – 16,226‰. Сезонные изменения температуры были значительными – от 5,8^oC до 23,78^oC. Диапазон изменений рН – от 8,19 (октябрь) до 8,42 (январь). Средний уровень рН составил 8,29. Общая щелочность изменялась от 2,905 мг-экв/л (июль) до 3,136 мг-экв/л (январь). Среднее значение за рассматриваемый период – 3,029 мг-экв/л.

Таблица 4.5.

Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья России в 2009 г.

| Район | S, ‰ | Щелочность, мг-экв/л | O ₂ [*] , мг/л | рН | PO ₄ , мкг/л | SiO ₃ , мкг/л | NH ₄ , мкг/л | NO ₂ , мкг/л |
|-------------------|---------|----------------------|------------------------------------|-------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Анапа | 16,226/ | 3,029/ | 9,04/ | 8,29/ | 14,0/ | 273/ | 38/ | 1,9/ |
| | 16,735 | 3,136 | 7,53 | 8,42 | 38 | 390 | 93 | 3,5 |
| Новорос- сийск | 15,519/ | 3,052/ | 8,60/ | 8,27/ | 26,0/4 | 369/ | 53/ | 3,3/ |
| | 16,300 | 3,136 | 7,39 | 8,40 | 5 | 500 | 75 | 3,9 |
| Геленджик | 16,151/ | 3,008/ | 8,68/ | 8,25/ | 14,8/ | 297/ | 39/ | 2,1/ |
| | 16,556 | 3,122 | 7,47 | 8,37 | 26 | 610 | 93 | 3,9 |
| Туапсе | 15,541/ | 2,974/ | 9,36/ | 8,28/ | 21,7/ | 636/ | 72/ | 3,9/ |
| | 16,941 | 3,122 | 7,43 | 8,43 | 68 | 1220 | 79 | 7,9 |

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

Основные характеристики морской воды и концентрация биогенных элементов были в пределах среднесезонных величин (Табл.4.5). Содержание фосфатов и нитритного азота в течение рассматриваемого периода оставалось много меньше предельно допустимых концентраций. Максимальная концентрация аммонийного азота также была значительно меньше допустимого норматива. Наиболее высокие значения кремния выше 1000 мкг/л были отмечены в зимние месяцы и в апреле.

Концентрация нефтяных углеводородов в поверхностном слое изменялась от величин ниже предела обнаружения до 0,06 мг/л (1,2 ПДК, Рис. 4.5). Наибольшая концентрация была зафиксирована 12 января на обеих мелководных станциях внутри акватории порта Анапа.

В восьми пробах из 24 концентрация детергентов была ниже предела обнаружения. Максимальная величина достигала 10 мкг/л и была на порядок ниже допустимого уровня. Хлорорганические пестициды обнаружены не были.

В четырех отобранных в течение года пробах концентрация растворенной в воде ртути составила 0,02–0,04 мкг/л (0,4 ПДК).

Кислородный режим был в пределах нормы. Минимальное значение отмечено в середине октября в бухте и составило 92,1% насыщения.

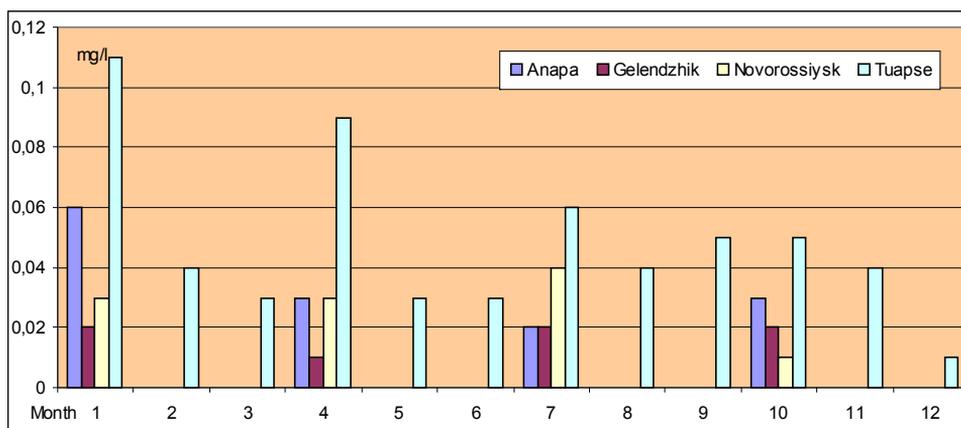


Рис. 4.5. Максимальная концентрация нефтяных углеводородов на акватории портов российской части Черного моря в 2009 г. (ГМБ Туапсе).

Новоросси́йск. В 2009 г. наблюдения проведены на двух станциях с глубинами 12 м, расположенных на в кутовой части и у северного причала Цемесской бухты. Соленость воды в течение года менялась очень незначительно, а наименьшее значение отмечено в первой декаде апреля. Уровень pH колебался около отметки 8,27, что практически равно среднему значению за прошлый год. Минимум отмечен в октябре. Значения общей щелочности полностью укладывались в прошлогодний диапазон.

Максимальная концентрация фосфатов почти доходила до 1 ПДК, тогда как нитритного азота была ниже норматива почти в 30 раз. Максимум обоих ингредиентов отмечен в июне. Наибольшая концентрация кремния закономерно отмечена в январе до начала цветения диатомовых. Максимальное содержание в воде аммонийного азота было отмечено в июле и октябре, в обоих случаях в кутовой части бухты.

Неожиданным фактом стал очень невысокий уровень загрязнения Цемесской бухты нефтяными углеводородами, несмотря на интенсивный поток судов и близко расположенную нефтеперевалочную базу. В поверхностном слое вод бухты максимальная концентрация нефтяных углеводородов отмечена в июне у северного причала и была в 2 раза ниже прошлогодней (0,04 мг/л), а средняя составила 0,024 мг/л. В половине отобранных проб концентрация СПАВ составляла 10 мкг/л, в остальных – 15 мкг/л. Во всех четырех отобранных пробах из кутовой части бухты растворенная ртуть была обнаружена в концентрации 0,03–0,04 мкг/л. Хлорорганические пестициды не обнаружены.

В целом в 2009 г. концентрация растворенного в воде кислорода была относительно пониженной, однако не выходила за допустимый предел. Минимальное значение наблюдалось 14 октября в кутовой части бухты (90,1% насыщения).

Геленджик. Гидрохимические съемки в бухте были проведены примерно в те же сроки, что и в прошлом году: 13 января, 7 апреля, 10 июля и 16 октября на 6 контрольных станциях, расположенных в точках с глубинами от 3 до 22 м. Ми-

нимальная соленость (15,262‰) была отмечена в январе, а максимальная – в апреле. Уровень pH изменялся в узком диапазоне 8,25–8,37. Значения общей щелочности были немного ниже прошлогодних и варьировали в узком диапазоне 2,623–3,122 мг-экв/л.

Максимальная концентрация всех контролируемых биогенных элементов (нитритного и аммонийного азота, фосфатов и силикатов) была существенно ниже допустимого предела. Аммонийный азот был отмечен во всех пробах в концентрации от 12 до 93 мкг/л. Концентрация кремния достигала 610 мкг/л в апреле.

Из 24 отобранных проб в девяти содержание НУ было ниже предела обнаружения, в остальных не превышало 0,02 мг/л (0,4 ПДК), а в среднем составило 0,009 мг/л. Детергенты не обнаружены в 17 из 24 проанализированных проб, в остальных их концентрация не превышала 10 мкг/л. Хлорорганические пестициды не обнаружены. Во всех четырех отобранных в самой восточной точке бухты пробах концентрация растворенной в воде ртути составила 0,02 мкг/л.

Минимальная концентрация растворенного кислорода составила 91,3% насыщения и была отмечена в середине октября в центре городского пляжа.

Туапсе. Кроме стандартных гидрохимических съемок на пяти станциях с глубинами от 5 до 12 м, наблюдения также проводились еженедельно на штормовой станции №2 у основания волнолома. Все пробы отобраны из поверхностного слоя вод. Минимальная соленость воды (12,214‰) была отмечена 6 января, а максимальная (16,941‰) – 25 августа. Значения pH в водах района изменялись в узком диапазоне 8,01–8,43. Общая щелочность менялась от 2,690 (15.05) до 3,122 мг-экв/л (24.07).

Содержание фосфатов (7–68 мкг/л) и нитритного азота (1,8–7,9 мкг/л) на всех станциях оставалось в пределах среднесуточной нормы. Концентрация кремния была немного повышенной по сравнению с прошлым годом и изменялась от 170 до 1220 мкг/л (1,2 ПДК); максимальные величины были отмечены – в марте, мае и декабре.

Наиболее высокая концентрация нефтяных углеводородов (0,11, 2,2 ПДК) была зафиксирована 6 января, как и в прошлом году. Не исключено, что высокое содержание НУ в поверхностном слое была обусловлена низкой температурой воды (9,2⁰С) и невысокой вследствие этого скоростью разложения нефтепродуктов. Средняя за год величина составила 0,036 мг/л. Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ была в целом невысокой и достигала 15 мкг/л в январе, апреле и июле. Хлороорганические пестициды не обнаружены.

Кислородный режим поверхностного слоя вод был удовлетворительным. Минимальное значение растворенного кислорода составило 99,4% насыщения (конец апреля) превышало допустимый норматив.

4.6. Новороссийская бухта

В 2009 г. Лаборатория химии ЮО ИО РАН (г. Геленджик) в трех экспедициях 3 июня, 4 августа и 6 октября провела комплексный экологический мониторинг состояния морской среды и биоты Новороссийской бухты с целью получения достоверной информации об уровне воздействия морского порта на

состояние окружающей среды и биоты исследуемой акватории в рамках проекта «Производственный контроль морской среды и биологических ресурсов в акватории ОАО «Новороссийский морской торговый порт». В состав контролируемых параметров вошли стандартные гидрологические и гидрохимические параметры, включая все формы биогенных элементов, взвешенные вещества, сероводород, НУ, СПАВ, фенолы и тяжелые металлы; в донных отложениях определяли концентрацию НУ и ТМ. Планктонные исследования включали изучение структурных характеристик сообществ фито-, цилио-, голо-, меро- и ихтиопланктона с целью выявления негативных изменений в биоте. Пробы воды отобраны на 8 станциях внутри акватории порта (Рис. 4.6.); донные отложения – на 20 станциях. Отбор проб был выполнен с борта т/х «Докер Тальянов» и катера «Антарес» ФГУ «Администрация морского порта Новороссийск».

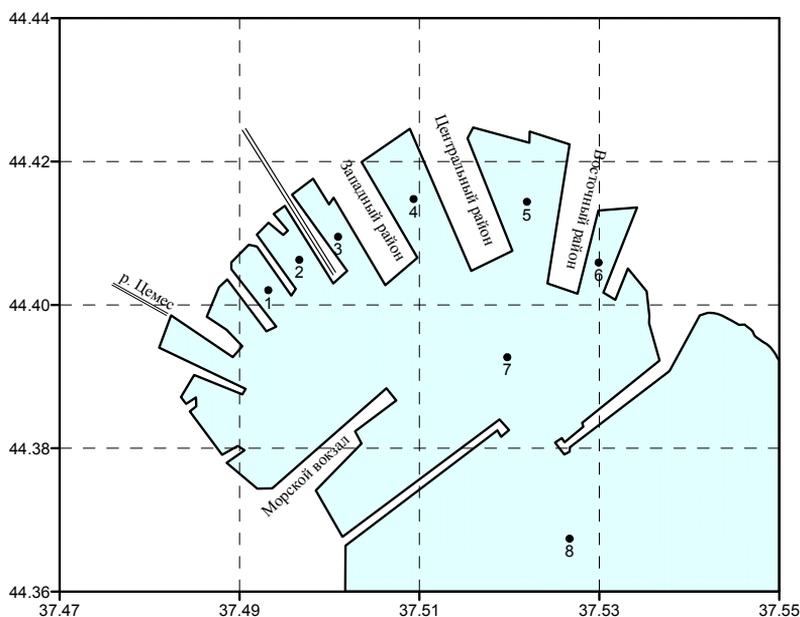


Рис. 4.6. Станции отбора проб морской воды на акватории порта Новороссийск в 2009 г. (ЮО ИО РАН).

В целом в период наблюдений **соленость** внутри акватории порта была ниже, чем за её пределами. Значения менялись от 16,55 до 17,79‰. Пониженные величины солености внутри акватории порта свидетельствуют о локальном распределении вод в районе впадения рек, временных водотоков и ливневых стоков. Содержание кислорода за период наблюдений характеризуется диапазоном изменчивости от 7,18 мг/л до 10 мг/л; максимальные величины насыщения O_2 достигали 139% при среднем значении 111%. На отдельных станциях относительное содержание кислорода уменьшалось до 89%, что связано с загрязнением вод органическим веществом и преобладанием деструкционных процессов в этих точках. Биохимическое потребление кислорода (БПК₅) в водах акватории порта было повышенным по сравнению с фоновыми значениями, диапазон 0,54–2,49 мг/л, среднее 1,74 мг/л, что на 0.81 мг/л выше 2008 г. Величина рН изменялась

от 8,39 до 8,62 ед. и была максимальной на поверхности в июле, а минимальной в наиболее подверженных распреснению вод под влиянием берегового стока участках. Среднее значение (8,50) незначительно отличалось от фона. Количество взвешенных в воде веществ изменялось от 1,33 до 9,33 мг/л, среднее значение составило 3,56 мг/л, что более чем в 3 раза ниже прошлогодних значений. Фоновые величины содержания взвеси значительно ниже, чем на акватории порта, где также наблюдается пониженная прозрачность воды на огражденной молами акватории. Резкое уменьшение содержания взвешенных веществ объясняется выполнением в 2008 г. дноуглубительных работ на акватории порта.

Содержание **фосфатов** изменялось от 0,001 до 0,010 мг/л, среднее значение составило 0,004 мг/л. Внутри акватории порта концентрация превышала фоновые. Пределы изменчивости были уровне 2007–2008 гг. Диапазон значения общего фосфора 0,007–0,030 мг/л, среднее составило 0,018 мг/л. Внутри акватории порта концентрация также всегда превышала фоновые. Большую часть общего фосфора составлял органический фосфор. Концентрация нитритов, нитратов и аммонийного азота составляла 0,001–0,005; 0,002–0,184 и 0,004–0,139 мг/л; среднее значения 0,002; 0,024 и 0,017 мг/л соответственно. Концентрация этих веществ немного увеличилась по сравнению с предыдущим годом. Содержание аммонийного азота тесно связано с уровнем загрязнения вод бытовыми стоками и процессами биохимического окисления органического вещества, поэтому его содержание в воде может меняться сильно. Распределение валового азота характеризуется величинами от 0,292 до 1,118 мг/л и в среднем по акватории 0,472 мг/л, что в 11 раз выше, чем все минеральные формы азота. Органический азот составляет большую часть валового азота, изменяясь от 0,281 до 1,048 мг/л. Повышенные концентрации приурочены к прибрежным станциям. Содержание кремнекислоты изменялось от 0,003 до 0,159 мг/л, среднее значение 0,053 мг/л. Во время всего периода наблюдений фиксировалось ярко выраженное превышение концентрации внутри порта над фоновой, что свидетельствует о поступлении силикатов с береговым стоком.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в водах акватории Новороссийского порта изменялась в пределах 0,008–0,032 мг/л (0,6 ПДК), среднее 0,018 мг/л (в 2008 г. – 0,030 мг/л). Несмотря на осуществление большей части перегрузки дизтоплива в западном районе у причалов №26 и 27 (станция №1), загрязнение вод здесь было существенно ниже норматива. Это свидетельствует об отсутствии загрязнения нефтепродуктами вод порта при работах по их перевалке в штатном режиме.

Концентрация катионных **СПАВ** за период наблюдений изменялась от 2 до 40 мкг/л, среднее значение 17 мкг/л. Более высокая концентрация СПАВ характерна для внутренней акватории порта. Концентрация фенола в водах порта изменялась от аналитического нуля до 2,9 мкг/л (2,9 ПДК), среднее 0,8 мкг/л (0,8 ПДК, в 2008 г. – 1,5 ПДК). Повышенная концентрация фенола характерна для внутренней акватории порта. Источниками поступления в море фенола являются продукты взаимодействия нефти с водой, а также сбросы отходов производства, предприятий коммунального хозяйства, городские ливневые и канализационные стоки. Последнее верно также для СПАВ.

Для исследуемой акватории Новороссийского порта характерен повышенный фон содержания **тяжелых металлов** марганца, свинца и меди, концентрация которых близка или превышает значение ПДК (Табл.4.6). Повышенное содержание Mn и Pb обусловлено выносом обогащенных этими металлами сточных

вод. По сравнению с прошлыми исследованиями уровень содержания марганца повысился в 2 раза, по сравнению с противоположной тенденцией для железа. Высокое содержание Cu характерно для самой морской акватории в исследуемом районе моря и не связано с выносом этого элемента речными водами. Анализ содержания ртути выполнен в 24 пробах и значения выше предела обнаружения (0,01 мкг/л) были зафиксированы в четырех. Концентрация кадмия очень незначительно превышает фоновые значения и загрязнения акватории порта этим элементом не наблюдается. Содержание свинца и меди выше предела обнаружения зафиксировано в 18 и 24 пробах соответственно (75% и 100%), а на 12 и 17 станциях превышало ПДК. В целом для акватории порта характерен повышенный фон содержания свинца и меди. На фоновой станции также наблюдался повышенный фон содержания Cu в воде. Хотя содержание цинка было выше предела обнаружения во всех пробах, однако концентрация находилась значительно ниже ПДК, а район наибольших значений локализован во внутренней части порта.

Таблица 4.6.

Экстремальные и средние значения концентрации тяжелых металлов в водах и донных отложениях Новороссийской бухты в 2009 г. Выделены превышающие норматив значения.

| | Марганец (Mn) | Ртуть (Hg) | Железо (Fe) | Медь (Cu) | Цинк (Zn) | Кадмий (Cd) | Свинец (Pb) |
|--------------------------|---------------|--------------|-------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| Морская вода (мкг/л) | | | | | | | |
| Min | 11 | 0,01 | 4 | 1,8 | 0,15 | 0 | 0 |
| Max | 113 | 0,03 | 32 | 8,95 | 25,2 | 3,03 | 16,4 |
| Среднее | 34 | 0,02 | 15 | 6,1 | 4,8 | 1,6 | 7,7 |
| ПДК | 50 | 0,1 | 50 | 5 | 50 | 10 | 10 |
| Донные отложения (мкг/г) | | | | | | | |
| Min | 0,284 | 0,176 | 1850 | 40,81 | 126,4 | 0,411 | 46,13 |
| Max | 3,33 | 0,556 | 28000 | 156,85 | 242,9 | 2,285 | 206,09 |
| Среднее | 0,35 | 0,28 | 7340 | 76,63 | 177,1 | 0,53 | 65,54 |
| ДК | – | 0,3 | – | 35 | 140 | 0,8 | 85 |

Содержание нефтяных углеводородов в **донных отложениях** Новороссийского порта было высоким: минимальная концентрация составила 450, максимальная – 14950 (299 ДК, Табл.5), а средняя – 1813 мкг/г (36 ДК). По другой классификации («Классификация грунтов дноуглубления Азово-Черноморского бассейна по степени загрязнения», разработана Черноморским центром по дампингу (ЧЦД, отчет НИР, 1991): осадки с содержанием НУ менее 100 мкг/г относятся к классу А «природно-чистый грунт (эталон)», более 100 мкг/г – класс I «условно чистый грунт», более 200 мкг/г – класс II «умеренно загрязненный грунт», более 300 мкг/г – класс III «сильно загрязненный грунт», более 1000 мкг/г – класс IV «токсичный грунт») средняя концентрация НУ в порту (1813 мкг/г) позволяет отнести донные отложения к IV классу «токсичный грунт». Также в 2009 г. для донных отложений бухты было характерно устойчиво высокое содержание тяжелых металлов меди и цинка как по максимальным, так и по средним значениям

(Табл.4.6). Наблюдаются локальные превышения ДК на отдельных станциях для ртути, кадмия, свинца. В целом донные отложения Новороссийской бухты демонстрируют высокий уровень загрязнения тяжелыми металлами.

В целом главным фактором, определяющим режим биогенных элементов портовой акватории, являлся береговой сток рек и ливневых вод, а также сточные канализационные сбросы. Наиболее характерно влияние малых рек и ливневых стоков проявляется в увеличении значений биохимического потребления кислорода (БПК) и концентрации биогенных элементов непосредственно на прибрежных станциях у уреза воды (валовый фосфор и азот, аммоний, нитраты, нитриты и мочевины). Наблюдаемое в 2009 г. распределение биогенных элементов по акватории порта не связано с грузооборотом минеральных удобрений, поскольку погрузка минеральных удобрений была сосредоточена в восточном (причалы 1, 2, 4, 5) и западном районах порта (причалы 15, 16, 18, 19) где не наблюдалось повышения уровня содержания биогенных элементов.

4.7. Прибрежный район Сочи – Адлер

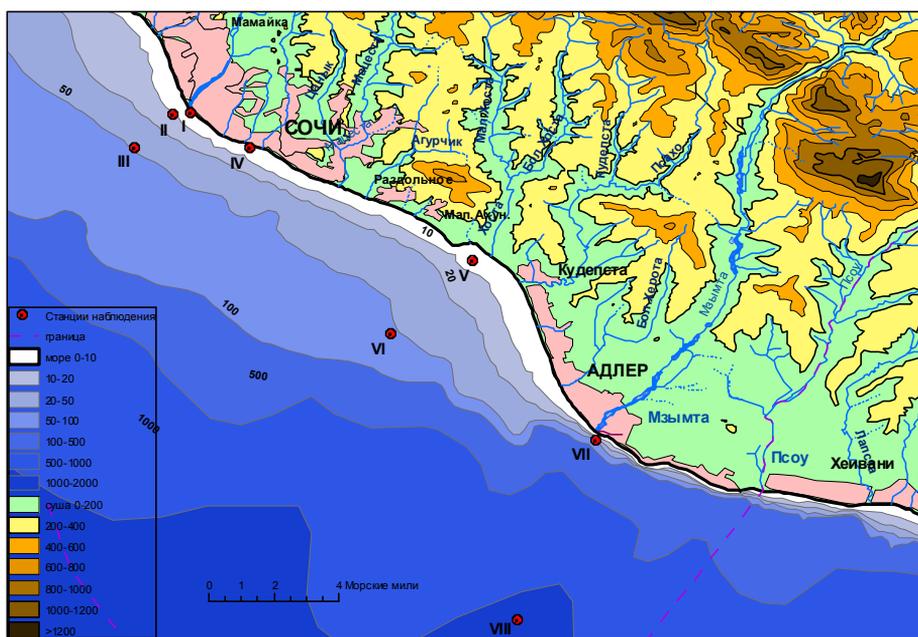


Рис. 4.7. Схема расположения станций отбора проб в прибрежном районе Черного моря на участке между городами Сочи и Адлер в 2009 г. (СЦГМС ЧАМ).

В 2009 г. Комплексная лаборатория мониторинга загрязнения окружающей среды (КЛМОС) специализированного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей (СЦГМС ЧАМ, г. Сочи) выполнила согласно ведомственному заказу 4 гидрохимические съемки в прибрежных водах Черного моря в районе городов Сочи и Адлер на 8 станциях (Рис. 4.7). Точки отбора проб расположены в мелководных участках устьев рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый, в двух милях от берега на траверсе этих

рек, а также в центральной части акватории порта г. Сочи. Прибрежные станции загрязняются стоками рек, тогда как мористые могут считаться условно чистой зоной.

Отбор проб воды проводился батометром с борта арендованного малого судна 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, электропроводность, соленость, хлорность, щелочность, рН, взвешенные вещества, кислород, аммонийный азот, фосфаты, кремний, нитриты; производилась экстракция пестицидов гексаном и СПАВ хлороформом, консервация проб на определение нефтяных углеводородов и металлов (свинец, ртуть и железо). Дальнейшая обработка проб проводилась в стационарной лаборатории СЦГМС ЧАМ. Всего за 2009 г. отобрано 148 проб, произведен 3021 анализ по 32 ингредиентам и параметрам с учетом проб по контролю качества данных химанализа.

Качество морских вод оценивалось на основе соответствия значений 13 нормируемых показателей установленным для них ПДК. В прибрежных водах от Сочи до Адлера превышение допустимых норм было отмечено для нефтяных углеводородов, свинца и железа. Наблюдались единичные случаи отклонения от нормы по БПК и рН. Снижение концентрации растворенного кислорода наблюдалось только на горизонтах свыше 100 м, что является характерным для подобных глубин.

Соленость. В 2009 г. 31 марта в устье реки Мзымта на поверхности соленость воды понизилась до 4,41‰. В остальное время значения в поверхностном слое вод между реками Мзымта и Сочи изменялись от 13,76‰ до 18,10‰ (траверз реки Мзымта, 2 мили от берега), средняя за год по всему району составила 16,55‰. В придонных водах диапазон значений солености был значительно уже, чем в поверхностном — 16,24–18,59‰ (траверз р. Мзымта); среднее за год значение составило 17,53‰. Средняя по всему району 17,168‰.

Водородный показатель. Значения рН на всех станциях были в пределах многолетних величин: 7,90 (2 мили от устья Мзымты, конец августа) – 8,70 (в устье р. Мзымта, конец марта). Среднее за год значение водородного показателя по всем станциям и горизонтам составило 8,29 ед. рН.

Общая щелочность. В поверхностных водах общая щелочность изменялась от 1,840 мг-экв/л в конце марта в устье Мзымты до 3,304 мг-экв/л в конце июня на траверзе этой реки. Среднее значение общей щелочности вод в контролируемом прибрежном районе по четырем съемкам по всем станциям и горизонтам составило 2,978 мг-экв/л.

Нитритный азот. В течение 2009 г. в поверхностном слое вод района концентрация нитритного азота изменялась от величин ниже предела обнаружения (в 22 проб из 32) до 1,9 мкг/л, средняя составила 0,3 мкг/л. Максимальные величины зафиксированы дважды в конце июня в открытых водах напротив устья реки Сочи и в 9 октября на акватории порта Сочи. В промежуточном и глубинных слоях вод содержание нитритного азота в целом соответствовало уровню поверхностных вод. Средняя за год концентрация по всем станциям составила

0,4 мкг/л. Максимальное значение (2,3 мкг/л) было отмечено в конце марта на траверзе устья реки Мзымта.

Нитратный азот. В поверхностном слое вод концентрация нитратов изменялась от 0,2 до 114,9 мкг/л, составив в среднем 18,7 мкг/л. Наибольшие величины больше 100 мкг/л были зафиксированы в марте и июне в устье реки Мзымта, а также в октябре в порту Сочи. В придонном слое диапазон значений был значительно уже; максимум (26,9 мкг/л) был отмечен в конце марта в устье реки Сочи, а средняя составила 8,8 мкг/л. Средняя за год концентрация по всем станциям и горизонтам составила 13,8 5,3 мкг/л, что примерно в 3 раза выше значения предыдущего года.

Аммонийный азот. В поверхностном слое содержание изменялось от значений ниже предела обнаружения до крайне высокого для региона значения 488,3 мкг/л в конце июня на акватории порта Сочи. Также высокие величины были в это же время в устье реки Сочи (163 мкг/л), и в августе в порту Сочи (157 мкг/л). Средняя за год концентрация в поверхностном слое по всем станциям составила 38,2 мкг/л. В глубинных водах концентрация аммония достигала 125 мкг/л в придонных водах порта Сочи в конце июня., а средняя за год составила 19,8 мкг/л. Средняя за год концентрация по всем станциям и горизонтам составила 29,0 мкг/л. В разные периоды года были случаи, когда аммоний в воде не обнаруживался (19 проб из 64).

Общий азот. В поверхностном слое вод концентрация общего азота варьировала от 80,5 до 631,8 мкг/л, что в 2 раза ниже прошлогоднего уровня. Максимальная величина отмечена в порту Сочи в конце июня. Средняя концентрация по всем станциям составила 230,2 мкг/л. В придонном слое концентрация общего азота изменялась в диапазоне 73,1–461,1 мкг/л (траверз р. Мзымта). Среднегодовое значение для всех станций составило 186,5 мкг/л. Среднее значение по всем станциям и горизонтам – 208,7 мкг/л.

Фосфаты. В поверхностном слое концентрация фосфатов в пересчете на фосфор изменялась от 0 (половина из 32 проб) до 41,3 мкг/л в устье Мзымты 9 октября. Средняя за год концентрация по всем станциям составила 8,5 мкг/л.

В придонном слое вод содержание фосфатов изменялось от аналитического нуля до 50,1 мкг/л в начале октября в устьевом районе реки Мзымта. Средняя за год концентрация по всем станциям в придонном слое составила 8,8 мкг/л. В половине проб из 32 отобранных концентрация фосфатов была ниже предела обнаружения. Разница между поверхностными и глубинными водами по содержанию фосфатного фосфора была несущественной. В целом уровень содержания фосфатов в водах района был на уровне прошлого года.

Общий фосфор. В поверхностных водах содержание общего фосфора изменялось от 1,0 до 285,7 мкг/л в устье Мзымты 30 июня; средняя за год концентрация по всем станциям в поверхностном слое соответствовала прошлогодней и составила 31,3 мкг/л. В глубинных водах среднегодовое содержание общего фосфора составило 25,1 мкг/л; максимальная величина (219,8 мкг/л) также отмечена в июне в устье реки Мзымты. Средняя концентрация общего фосфора в прибрежных водах контролируемого района по результатам четырех съемок составила 28,2 мкг/л.

Кремний. Концентрация силикатов в пересчете на кремний в поверхностном слое варьировала от 0 до 3013 мкг/л (3 ПДК для пресных вод) в устье Мзымты в конце марта; там же в августе было зафиксировано второе значение за год (1299 мкг/л); средняя по всем станциям составила 283 мкг/л. В придонном слое содержание силикатов было существенно ниже значений поверхностных вод — 33–714 мкг/л; максимум также отмечен в конце марта в устье реки Мзымта. Средняя концентрация кремния в контролируемом районе по результатам четырех съемок составила 222 мкг/л, что немного выше уровня предыдущего года (Рис. 4.8).

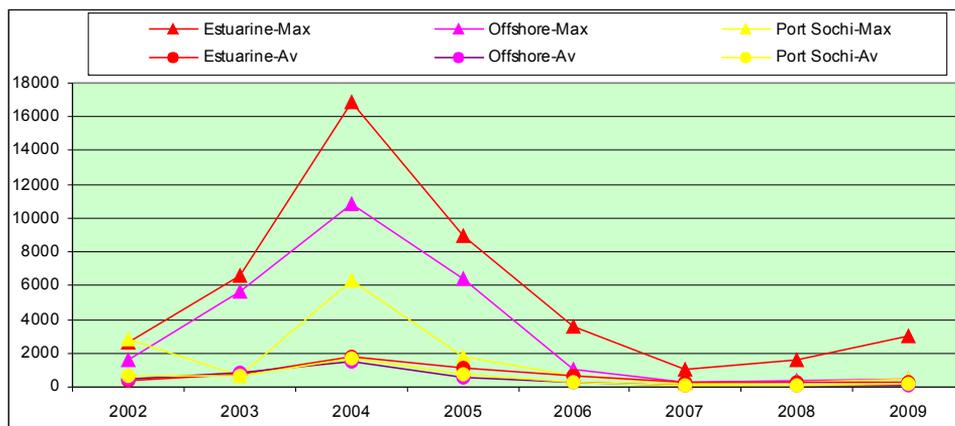


Рис. 4.8. Максимальная и средняя концентрация силикатов в открытых и прибрежных водах района Адлер-Сочи, а также в порту Сочи в 2002–2009 гг. (ГМБ Туапсе).

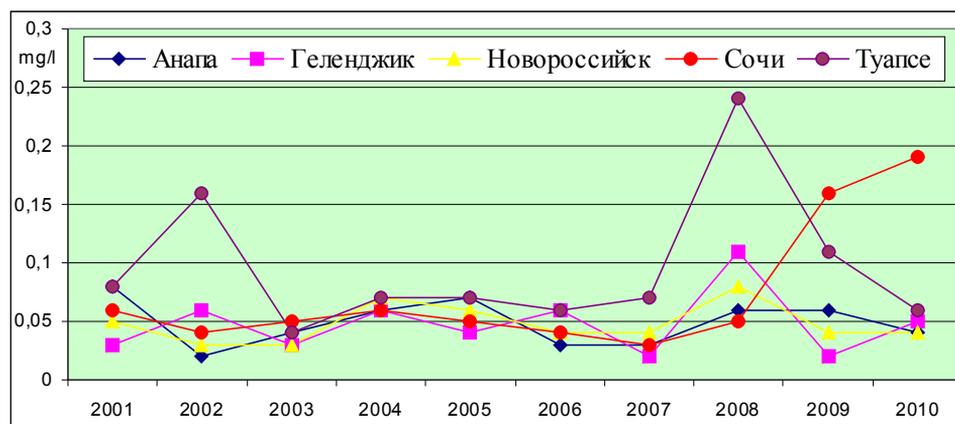


Рис. 4.9. Максимальная концентрация нефтяных углеводородов на акватории портов российской части Черного моря в 2001-2010 гг. (ГМБ Туапсе, СЦГМС ЧАМ). Экстремально высокая концентрация НУ (3,20 мг/л, 64 ПДК), зафиксированная в прибрежных водах у поселка Новая Мацеста 27.09.2003 г. не отражена на рисунке.

Нефтяные углеводороды. В 2009 г. уровень загрязнения прибрежных вод в районе Адлер–Сочи остается высоким; отмечалось превышение предельно допустимой концентрации НУ в 3,2 раза на акватории порта Сочи в конце марта. В 17 пробах из 64 содержание НУ было ниже предела обнаружения использованного метода химанализа, а в 14 (22%) превышало 1 ПДК. В поверхностном слое вод содержание нефтяных углеводородов на контролируемой акватории изменялось от 0 до 0,08 мг/л (1,6 ПДК, устье ручья Малый, 31 марта). Средняя за год концентрация по всем станциям в поверхностном слое составила 0,02 мг/л. В придонном слое, а на мористых санциях – в глубинных водах, содержание нефтяных углеводородов было в целом выше; максимум достигал 0,19 мг/л (31 марта в придонных водах акватории порта), а среднегодовое составило 0,03 мг/л (Рис. 4.9). Средняя за год концентрация по всем станциям и горизонтам составила 0,03 мг/л (0,6 ПДК). Хотя максимальные и повышенные величины зафиксированы в порту Сочи и в устьях рек и ручья, однако среднегодовая концентрация примерно одинаковая на все участках района контроля и невысокая за счет проб с нулевыми значениями.

АПАВ. В водах района детергенты (анионоактивные ПАВ) присутствовали практически постоянно, но в очень незначительном количестве. Их концентрация изменялась от значений ниже предела обнаружения (восемь проб из 64) до 30 мкг/л (0,3 ПДК) на станции в устье реки Хоста 27 августа. среднее за год по всему району значение составило 9 мкг/л.

Концентрация **хлорорганических пестицидов** во всех пробах была ниже предела обнаружения метода химического анализа. Последний раз пестициды группы ДДТ были обнаружены в морских водах района в 2005 г.

Концентрация **органических веществ**, определяемая по БПК₅, была существенно повышенной в марте: в 5 пробах из устьев рек Сочи, Хоста и с акватории порта Сочи она превышала половину допустимой нормы, а в устье р. Сочи немного превышала 1 ПДК (3,22 мгО₂/л). Не исключено, такая сезонная особенность определялась низкой температурой воды (9,2–10,8⁰С), замедлявшей скорость биохимического потребления кислорода вследствие разложения органического вещества. В другие сезоны только в одной октябрьской пробе, отобранной в двух милях от берега на траверзе устья Сочи, БПК₅ было повышенным до 1,67 мгО₂/л. По всем станциям и горизонтам среднегодовое содержание составило 0,73 мкг/л.

Hg. Концентрация растворенной в морской воде ртути была выше предела обнаружения использованного метода химического анализа (0,01 мкг/л) в 25 из 47 проанализированных проб. Максимальное значение достигало 0,03 мкг/л (0,3 ПДК, в 3 раза ниже прошлогодней величины) в открытом море на траверзе устья реки Хоста 31 марта в поверхностных водах. Средняя концентрация по всем станциям и горизонтам составила 0,01 мкг/л, что в 2 раза ниже прошлогодней величины.

Pb. Во всех 63 обработанных пробах морской воды были обнаружены значимые величины концентрации свинца, максимум достигал 12,17 мкг/л (1,2 ПДК) и был отмечен в октябре в устье Мзымты. Остальные значения были меньше ПДК, однако еще три пробы с превышением половины норматива были отмечены также в октябре в устьях рек Сочи и Мзымта. Средняя за год концентрация по всем станциям в поверхностном слое составила 1,97 мкг/л (0,2 ПДК). В целом содержание свинца в 2009 г. в водах района Сочи–Адлер заметно увеличилось по сравнению с предыдущим годом. Максимальная концентрация превысила предельно допустимое значение в 1,2 раза против 0,4 ПДК в 2008 г., а средняя увеличилась почти в 2 раза.

Fe. В прибрежных водах района Сочи-Адлер содержание железа варьировало в диапазоне 13,5–280,5 мкг/л и в 32% (15 проб из 47) случаев превышало допустимую норму. Максимум достигал 5,6 ПДК и был отмечен в устье реки Хоста в октябре. В поверхностном слое средняя концентрация железа (46,5 мкг/л) была на треть ниже таковой для глубинных и придонных вод (61,2 мкг/л), а для всех проб среднегодовая составила 53,7 мкг/л. По сравнению с прошлогодними значениями диапазон изменчивости немного снизился, зато увеличился процент превышения ПДК и средняя величина.

В течение всего 2009 г. **кислородный режим** в водах исследуемого района был удовлетворительным. Минимальная концентрация (7,41 мг/л, 96% насыщения) была отмечена в поверхностном слое вод порта 30 июня. Вертикальное перемешивание вод было достаточным, чтобы различий между поверхностным и подстилающими слоями до глубины 58 м (нижний горизонт отбора проб) не наблюдалось: средняя на поверхности – 9,10 мг/л; в подповерхностных слоях – 9,14 мг/л; в среднем за год – 9,12 мг/л. В среднем по всем станциям и горизонтам насыщение воды кислородом составило 106%, диапазон 82–121%.

Оценка качества морских вод в описываемом районе выполнялась по показателям комплексности (отношение числа веществ, содержание которых превышает норму, к общему числу нормируемых ингредиентов), устойчивости (количество проб, в которых обнаружено достижение или превышение ПДК) и уровня (кратности превышения ПДК) загрязненности вод. Для контролируемой акватории коэффициент комплексности загрязнения морских вод составил 50% (превышение по НУ, Fe, Pb и БПК₅, и значения ниже норматива по ХОП, СПАВ, NH₄, Hg) что указывает на значительное антропогенное влияние на качество морских вод. В 2009 г. воды района Сочи – Адлера характеризовались неустойчивой загрязненностью нефтяными углеводородами (повторяемость превышения ПДК 22%, кратность превышения до 3,2 ПДК); железом (повторяемость превышения нормы 32%, кратность превышения до 5,6 раз), органическими веществами (повторяемость 1,6%, кратность 1,1 раз) и свинцом (повторяемость 1,6%, кратность 1,2 раз).

Особенности пространственного распределения характеристик позволяют разделить контролируемую акваторию на три группы: акватория порта (1 станция); зона водопользования, загрязненная стоками рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый (4 станции); открытое море в 2 м милях от берега на траверзе рек Сочи, Хоста, Мзымта (3 станции).

При расчете комплексного индекса загрязненности вод (ИЗВ) были использованы значения растворенного в воде кислорода, нефтяных углеводородов и металлов (железо и свинец). По этому показателю морские воды в акватории порта Сочи (ИЗВ 0,60), устьевые участки рек (ИЗВ 0,66) и в 2 морских милях от берега (0,67) относятся ко II классу качества («чистые», Табл.4.7). По сравнению с 2008 г. несколько снизилось загрязнение вод морского порта Сочи.

Таблица 4.7.

Оценка качества вод прибрежной акватории Черного моря
в районе Сочи – Адлер в 2009 г.

| Район | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | | Среднее содержание ЗВ в 2009 г. (в ПДК) |
|---|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| Акватория порта Сочи | 0,83 | III | 0,79 | III | 0,60 | II | НУ – 0,8; железо – 0,7; свинец – 0,2; O ₂ – 8,58 мг/л |
| Устья рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый | 0,84 | III | 0,67 | II | 0,66 | II | НУ – 0,6; железо – 1,2; свинец – 0,2; O ₂ – 9,17 мг/л |
| Открытое море | 0,58 | II | 0,48 | II | 0,56 | II | НУ – 0,6; железо – 1,0; свинец – 0,2; O ₂ – 9,18 мг/л |

4.8. Атмосферные выпадения

В рамках программы ЕМЕП (раздел 2.7) МСЦ-В (г. Москва, <http://www.msceast.org>) выполнил расчет и оценил объем выпадения отдельных загрязняющих веществ на акваторию Черного моря и источник их поступления в регион.

Основными участками атмосферного выпадения **свинца** являются прибосфорский район на западе моря, а также прибрежные восточные районы Черного и Азовского морей, а уровень концентрации превышал 0,8 кг/км² акватории в год. Основными донорами свинца выступали Россия и Турция (Рис. 4.10). Особенности поступления с воздушным переносом на акваторию моря бенз(а)пирена существенно отличаются. Хотя наибольшие значения выпадений также рассчитаны для прибосфорского западного района моря (более 10 г/км² акватории в год), однако на востоке моря значения существенно меньше, а основными поставщиками этого вида ПАУ были Украина (48%) и Турция (30%). Сходным образом были распределены выпадения полихлордибензо(р)диоксинов и дибензофуранов (*Polychlorinated Dibenzo(p)dioxins and Dibenzofurans – PCDD/Fs*). Кроме повышенных значений в прибосфорском районе (более 10 нг/м² акватории в год), наиболее высокие величины были приурочены к узкой прибрежной полосе вдоль всего побережья моря.

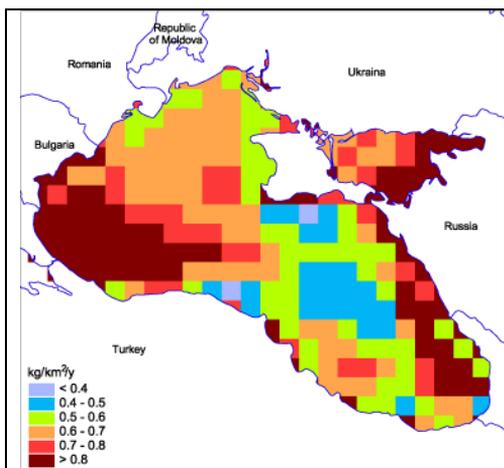


Рис. 4.10а-в. Атмосферные выпадения свинца на акваторию Черного моря в 2009 г.

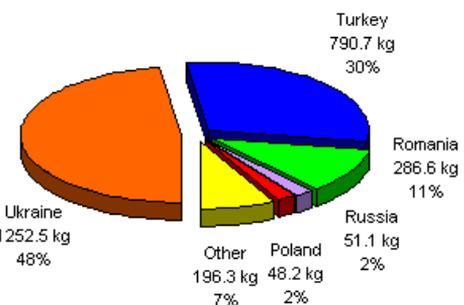
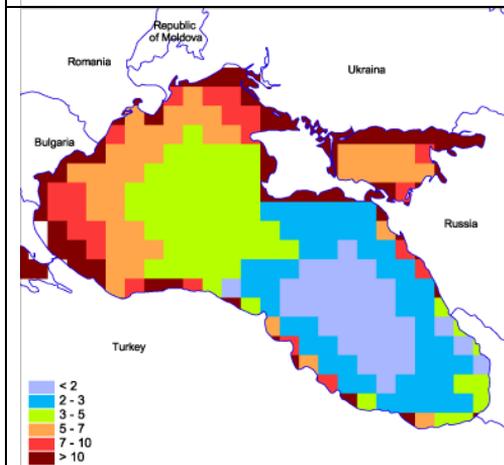


Рис. 4.10с-д. Атмосферные выпадения бенз(а)пирена на акваторию Черного моря в 2009 г.

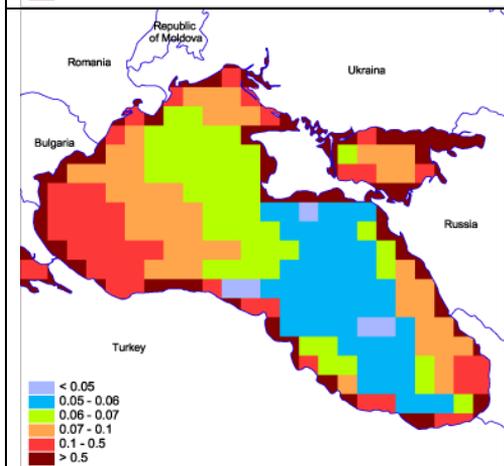


Рис. 4.10е-г. Атмосферные выпадения полихлордibenzo(p)диоксинов и дibenзофуранов (г/км² в год) на акваторию Черного моря в 2009 г.

5. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ

5.1. Общая характеристика

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

Для Балтики характерен морской климат умеренных широт. Температура воды зимой на поверхности в открытом море составляет 1–3⁰С, у берегов – ниже 0⁰С; летом температура воды повышается до 18–20⁰С. Вертикальное распределение температуры характеризуется ее незначительным понижением до 20–30 м, скачкообразным понижением до 60–70 м и затем некоторым повышением ко дну. Холодный промежуточный слой сохраняется круглый год.

Специфической чертой гидрологической структуры Балтики является двойной скачок плотности. Временный верхний образуется за счет распреснения и часто совпадает с сезонным термоклином. Постоянный нижний галоклин с очень высокими градиентами солености формируется как вертикальная граница между верхними распресненными водами и глубинными морскими, периодически поступающими в Балтику из пролива Скагеррак через Датские проливы. Вследствие этой особенности обычно выделяют три водные массы: 1) поверхностную с соленостью 7–8‰, она покрывает всю южную и центральную части моря, на севере и в заливах соленость существенно ниже, температура изменяется в широком пределе от нуля до 20⁰С; 2) придонную с соленостью 10–21‰ и температурой от 4,5 до 12⁰С, она занимает впадины в открытых районах моря; 3) переходная (2–6⁰С, соленость 8–10‰) залегает между поверхностной и придонной водными массами и образуется в результате их смешения. Вертикальное перемешивание водной толщи охватывает слой от поверхности до глубины 50–60 м за счет термической и соленостной конвекции и ограничивается снизу постоянным галоклином.

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

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

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

5.2. Невская губа

В Невской губе в 2009 г. наблюдения на сети наблюдений за загрязнением природной среды были выполнены ГУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р» на 24 станциях. Работы выполнялись ежемесячно на 1 станции на акватории морского торгового порта (МТП; в открытой части Невской губы от устья р. Невы на востоке до комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС) – на 17 станциях от 1 до 6 раз в год, и в южной и северной курортной зоне губы на 4 станциях (Рис. 5.1). В восточной части Финского залива за пределами КЗС наблюдения проводили в курортной зоне мелководного района на 2 станциях. В ледовый период в январе, марте и апреле отбор проб воды на гидрохимические показатели произведён на 8 станциях в районе КЗС.

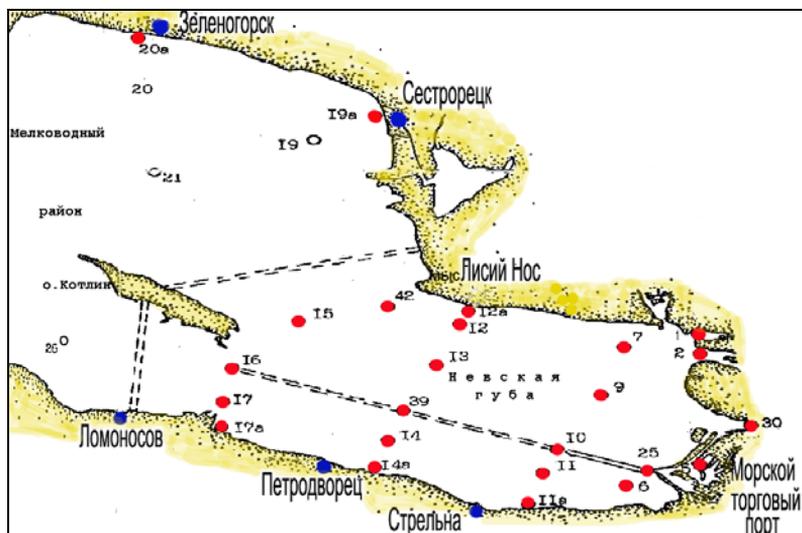


Рис. 5.1. Схема расположения станций контроля состояния морской среды в Невской губе в 2009 г.

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). Содержание нефтяных углеводородов определялось методом ИК-спектрофотометрии; фенола – методом хроматографии; СПАВ – (для Невской губы) методом экстракционно-фотометрическим; хлорорганических пестицидов – газохроматографическим методом; металлов – методом атомно-абсорбционной спектрометрии фильтрованных проб воды. В Невской губе расчет ИЗВ производили с учетом БПК₅. Принимая во внимание пресноводный характер Невской губы, при расчете ИЗВ использовались значения ПДК для поверхностных вод суши.

5.2.1. Гидрохимические показатели вод центральной части Невской губы

Солёность. В течение всего года, как обычно, Невская губа была почти целиком заполнена водами Невы. На станциях южной части губы в поверхностных и придонных горизонтах, иногда отмечались незначительные подтоки солоноватых вод из глубин открытых районов залива, солёность здесь достигала 0,08–0,09‰. На самой восточной станции южной части губы солёность на поверхности и у дна составила в июне, августе, сентябре и октябре 0,08‰, на остальных станциях губы солёность составила 0,07‰.

Водородный показатель (рН). На акватории открытой части Невской губы в течение всего года величины рН, варьируя практически идентично в поверхностных и придонных слоях воды, не выходили за рамки нормативного интервала 6,5–8,5 ед. рН. В зимний период (февраль) в южной части губы значения рН были относительно низкими и стабильными, диапазон составил 7,19–7,35, в северной несколько выше (6,97–7,84). С июня по октябрь разница в средних значениях между южной и северной частью губы была незначительной. Минимальное и максимальное значения рН в поверхностном слое воды были зафиксированы в июне, у дна минимальное значение отмечено в ноябре (6,72), а максимальное (7,89) в январе. Среднее значение рН в слое воды поверхность–дно (7,31) было минимальным в многолетнем ряду 2005–2009 гг.

Щёлочность. В феврале значения щёлочности были наибольшими в 2009 г., а максимум отмечался у г. Ломоносов и составил на поверхности 1,006 мг-экв/л и у дна 1,013 мг-экв/л, что вероятно было обусловлено несколько повышенной солёностью (0,09‰). В южной части губы разброс зимних данных был большим (0,770–1,013 мг-экв/л). В период с июня по октябрь диапазон колебаний параметра был незначительным. Самая низкая щёлочность наблюдалась в июне, дальше к октябрю прослеживалось увеличение значений. В южной части губы щёлочность изменялась на поверхностном горизонте в интервале значений 0,483–0,675 мг-экв/л, у дна 0,483–0,604 мг-экв/л. В северной части губы разброс значений составил на поверхности 0,469–0,611 мг-экв/л, в придонном слое вод 0,483–0,604 мг-экв/л. Среднегодовое значение для всей губы (0,576 мг-экв/л) на фоне незначительных межгодовых изменений почти достигает максимального в ряду с 2005 г., которое в 2008 г. составило 0,584 мг-экв/л.

Наибольшие значения минерального **фосфора** были отмечены в зимнее время (10–38 мкг/л, среднее 20 мкг/л). В теплое время с июня по октябрь в северной части губы на поверхности средние за месяц величины возрастали от наименьшего 5 мкг/л в июне до 12 мкг/л в октябре; а у дна находились в пределах 6–10 мкг/л (сентябрь). В южной части губы концентрация фосфатов в основном была ниже предела обнаружения в обоих слоях воды. Средняя величина в 2009 г. составила 9,0 мкг/л. Содержание общего фосфора в водах Невской губы, как и минерального, в зимний период было наибольшим. В среднем в северной части губы на поверхности оно составило 23 мкг/л, у дна 25 мкг/л, а максимум доходил до 34 и 40 мкг/л соответственно. В южной части губы среднее содержание общего фосфора на поверхности равнялось 18 мкг/л, у дна 20 мкг/л, при наибольших значениях 23–24 мкг/л. Среднегодовая концентрация общего фосфора (14 мкг/л) очень близка к минимальному значению в многолетнем ряду данных – 12 мкг/л в 2007 г.

В водах открытой части Невской губы за весь период наблюдений (февраль, июнь-октябрь) в 67 пробах воды из 201 (33%), концентрация нитритного азота была ниже предела обнаружения (2,5 мкг/л). Превышение ПДК было зафиксировано у Лисьего Носа в июле на обоих горизонтах – 29 и 31 мкг/л. Среднее содержание нитритного азота, являющегося индикатором загрязнения вод органическим веществом и интенсивности его биохимического окисления, было в целом незначительным. В северной части губы оно достигало 6,3 и 7,1 мкг/л в поверхностном и придонном слоях, а в южной 7,1 и 6,8 мкг/л соответственно. По обобщенным многолетним данным содержание нитритного азота в южной половине губы в основном выше, чем в северной. Вероятно это связано с более интенсивным накоплением органического вещества и большей степенью его биохимического окисления вследствие замедленного водообмена здесь по сравнению с северной половиной губы с большей проточностью вод. Средняя за год концентрация (3,8 мкг/л) является минимальной за последние 5 лет. Средняя за месяц концентрация нитратов в течение 2009 г. изменялась в пределах 182–440 мкг/л, составив в среднем 300 мкг/л (максимальное значение за последние пять лет). Наименьшие значения в обеих частях губы были отмечены в августе, максимальные в сентябре. В южной части губы содержание нитратного азота в толще воды были в основном выше, чем в северной. Средняя концентрация аммонийного азота на поверхностном горизонте в северной части губы изменялась в диапазоне 20–182 мкг/л, у дна 15–216 мкг/л; в южной части губы на поверхности 17–220 мкг/л, у дна от менее предела обнаружения (15 мкг/л) до 120 мкг/л. Наибольшие средние значения отмечались в феврале. В период с июня по октябрь сезонные колебания происходили преимущественно в интервале 7,5–51 мкг/л, наибольшие значения (43–51 мкг/л) отмечались в августе. Среднее значение аммонийного азота (54 мкг/л) было минимальным за последние пять лет. Наиболее высокие средние значения общего азота были отмечены в июне как в северной части губы, так и в южной и составили 720–1010 мкг/л.

Концентрация **кремния** в водах Невской губы изменялась от 0,048 до 1,03 мг/л и составило в среднем 0,40 мг/л. Средняя за год концентрация кремния в открытой части Невской губы в 2009 г. превысила значения предыдущих пяти лет. Наибольшие значения были зафиксированы в январе-феврале.

Зимой 2009 г. значения **БПК₅** находились в интервале 2,34–4,43 мг/л, среднее составило 2,60 мг/л. В 10 пробах из 14 значения были высокими и превышали ПДК. Летом в июне средние показатели на поверхности и у дна были наибольшими как в северной (3,71 и 2,94 мг/л соответственно), так и в южной (4,23 и 3,43 мг/л) зонах губы. В северной части губы значения на поверхности составили 1,6–5,53 мг/л, у дна — 0,91–7,31 мг/л. В южной части губы концентрация БПК₅ на поверхностном горизонте изменялась в диапазоне 2,74–5,45 мг/л, у дна — 2,00–5,78 мг/л. В июле значения БПК₅ составили 1,43–1,63 мг/л. В октябре в 19 пробах из 31 (61%) величины превышали норму, за счёт этого повысились средние показатели на поверхности и у дна. Содержание органических веществ в северной части губы было несколько выше, чем в южной. В целом уровень БПК₅ в 2009 г. (2,26 мг/л) был самым высоким по среднему показателю за последние пять лет.

В зимний период при отсутствии фотосинтеза содержание растворенного в воде **кислорода** было наименьшим. Дефицит отмечался в феврале в северной части губы (48–68% насыщения), по-видимому вследствие увеличения затрат кислорода на биохимическое окисление органического вещества подо льдом. В июне, августе и октябре почти на всех станциях Невской губы отмечались случаи пересыщения вод кислородом (до 122%), вызванные «цветением» фитопланктона 16,5% из 200 проанализированных проб воды). В 2009 г. в поверхностном слое воды средняя концентрация растворенного в воде **кислорода** составила 10,95 мг/л, минимальная 7,07 мг/л; в придонном слое значения равнялись 10,87 и 7,02 мг/л соответственно.

5.2.2. Загрязнение вод центральной части Невской губы

В 2009 г. содержание **нефтяных углеводородов** в водах Невской губы было невысоким и изменялось в пределах от менее предела обнаружения (0,04 мг/л, 76% проб) до 0,19 мг/л (3,8 ПДК). В 5 пробах концентрация НУ превышала ПДК, в устье р. Невы в июне и сентябре, а также в северной части Невской губы в феврале. Последние три года их содержание в водах губы увеличивается. В 88 пробах воды из центральной части Невской губы из 173 проанализированных (51%) содержание **СПАВ** было ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (15 мкг/л). Средняя за год концентрация в столбе воды от поверхности до дна составила 15 мкг/л. Максимальная величина достигала 124 мкг/л (1,2 ПДК) и была зарегистрирована в июле в устье Невы. По сравнению с 2008 г. загрязненность вод Невской губы СПАВ несколько уменьшилась. В 66 из 81 отобранных в Невской губе проб воды концентрация **фенола** была ниже предела обнаружения используемого метода анализа (0,5 мкг/л). Максимальная концентрация (0,8 мкг/л) была зарегистрирована в сентябре на поверхности и в устье р. Невы в феврале у дна. По сравнению с предыдущим годом количество значений выше предела обнаружения возросло. Почти во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) было ниже использованного метода их аналитического определения. В устье Невы в феврале, июне и июле концентрация α - и γ -ГХЦГ составила 2 нг/л (0,2 ПДК), а однажды содержание линдана достигало 5 нг/л.

Металлы. Концентрация **меди** была ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л) в 37 из 192 проанализированных проб. Максимальное значение достигало 13 мкг/л в феврале. В 150 (78%) пробах концентрация меди была выше ПДК. Все средние за месяц значения также превышали норматив, максимум отмечен в феврале, а в летний период наблюдалось понижение уровня содержания меди (Рис. 5.2).

В 2009 г. в водах Невской губы в столбе воды от поверхности до дна концентрация **цинка** была ниже предела чувствительности метода в 40% проб. Максимум составил 59 мкг/л (5,9 ПДК) и был зарегистрирован в феврале. В этом месяце в 13 из 14 проб значения были выше ПДК, а в октябре это отмечено в 21 пробе из 35. В летние месяцы концентрация цинка менялась в диапазоне 2,2-24 мкг/л, и в 30% проб значения превышали норматив. Среднемесячная концентрация цинка менялась от 6,7 мкг/л до 26,9 мкг/л; в летние месяцы (кроме июня) средние значения не превышали ПДК.

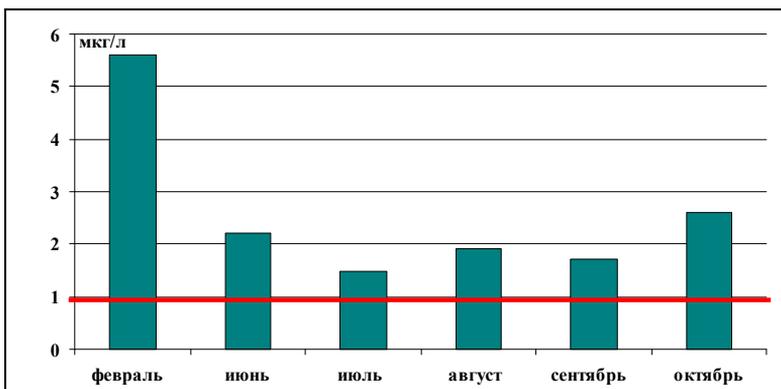


Рис. 5.2. Средняя концентрация меди в водах Невской губы в 2009 г.

Концентрация **марганца** в 5% проб из 192 была ниже предела обнаружения (1 мкг/л), а в 27% была выше ПДК. Самые высокие значения были зафиксированы в летние месяцы и составили 72 мкг/л (7,2 ПДК, август, на поверхности) и 65 мкг/л (июль, у дна). В октябре во всех пробах содержание марганца было ниже ПДК. Самые низкие среднемесячные значения наблюдались в октябре (2,6 мкг/л, ниже ПДК), также превышения ПДК не было в феврале, июне и сентябре. В июле и августе средние значения составили 1,6 и 1,3 ПДК.

В 63% проб из 192 обработанных концентрация **свинца** была ниже предела чувствительности метода определения (2,0 мкг/л), а в 4 пробах она превышала ПДК. Максимальная концентрация (8,3 мкг/л, 1,4 ПДК) была зарегистрирована в июле в придонном слое. В 55% из 192 отобранных проб значения **никеля** и **кадмия** была ниже предела обнаружения метода. В остальных пробах концентрация никеля менялась в диапазоне от 2,0 до 7,1 мкг/л (февраль, у дна) кадмия 0,5–1,7 мкг/л (октябрь, устье Б. Невки на поверхности). Концентрация **кобальта** (средняя 1,23 мкг/л, максимум 5,4 мкг/л, 0,5 ПДК) и **хрома** (1,0; 2,6 мкг/л, 0,13 ПДК) была ниже предела чувствительности метода определения в 89% и 98% проб.

5.3. Загрязнение вод курортных районов Невской губы

В курортных районах Невской губы (северный, южный и курортная зона мелководного района) наблюдения осуществлялись ежемесячно с июня по октябрь одновременно с гидрохимическими съемками в открытой части.

5.3.1. Южный курортный район

Из 18 отобранных проб в 14 содержание нефтяных углеводородов было ниже предела чувствительности метода определения (0,04 мг/л). В остальных пробах их концентрация равнялась 0,04 мг/л. По сравнению с 2008 г. воды курортного района менее загрязненные НУ. В 44% проб концентрация СПАВ и фенола была ниже предела обнаружения, 15 и 0,5 мкг/л соответственно. Диапазон значений СПАВ составил 0,015–0,052 мг/л, максимум зафиксирован в сентябре; максимум содержания фенолов составил 0,8 мкг/л (июль). По сравнению с предыдущим годом количество проб с концентрацией фенола выше предела обнаружения возросло.

В 2009 г. в южном курортном районе Невской губы концентрация меди была ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л) в 5 пробах из 18 отобранных. В 12 пробах (67%) значения были выше ПДК. Диапазон значений составил 0,9–4,9 мкг/л. Максимум был зафиксирован в октябре у Стрельны. Второе по величине значение (4,1 мкг/л) отмечено 18 июня на той же станции. Концентрация цинка изменялась в пределах 2,3–27 мкг/л (предел обнаружения 1 мкг/л). Максимальная и наибольшая среднемесячная величина была зафиксирована в июне у Ломоносова. Содержание марганца превысило ПДК в 4 пробах (22% проб), значения менялись в диапазоне 1,0–57 мкг/л; самые высокие величины наблюдались в июле на всех трех станциях южного курортного района. Содержание кадмия было ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л) в 44% проб. В остальных значения укладывались в интервал 0,5–0,93 мкг/л; максимум отмечен в октябре. В июле и октябре средние значения составили 0,65 и 0,59 мкг/л соответственно. Концентрация остальных металлов почти полностью была ниже предела обнаружения: никель (78 % проб), свинец (83%), кобальт (89%) и общий хром (100%).

5.3.2. Северный курортный район

Только в одной пробе из шести отобранных концентрация НУ достигала предел чувствительности метода определения (0,04 мг/л). В двух пробах концентрация СПАВ была выше предела обнаружения (0,019 мг/л в августе, 0,046 мг/л в сентябре). В одной пробе из 6 проанализированных концентрация фенола достигала 0,5 мкг/л, в остальных была ниже предела чувствительности метода определения. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) было ниже предела чувствительности метода определения.

Из отобранных в Северном курортном районе шести проб концентрация меди не превышала предел обнаружения в двух, а максимум (6,2 мкг/л, 6,2 ПДК) была зафиксирована в октябре. В четырех пробах (67%) из шести концентрация цинка была выше ПДК. Диапазон значений составил 4,3–19 мкг/л (1,9 ПДК); максимум был зафиксирован 17 июня; среднегодовое значение составило 10,7 мкг/л. Содержание марганца в одной пробе была ниже предела обнаружения (1,0 мкг/л), а в четырех значения превысили ПДК. Максимальная концентрация (27 мкг/л, 2,7 ПДК) была зафиксирована в сентябре. В июне, августе и октябре значения составили 1,1; 1,4 и 1,3 ПДК соответственно. В 50% проб содержание кадмия было ниже предела чувствительности метода определения (0,5 мкг/л). В остальных пробах концентрация была 0,5 мкг/л. Концентрация никеля и свинца не превышала предел обнаружения в 67% проб, а кобальта и общего хрома в 100%.

5.3.3. Курортная зона мелководного района

В семи пробах из двенадцати значения НУ были ниже предела обнаружения (0,04 мг/л); в четырех значения составили 0,04 мг/л; в одной пробе была зафиксирована концентрация 0,06 мг/л (август). Концентрация СПАВ в шести пробах из одиннадцати была ниже предела чувствительности (9 мкг/л). Значения выше предела обнаружения менялись в диапазоне 23–81 мкг/л, максимум был зафиксирован в сентябре. Из 12 отобранных проб в 8 значения были ниже предела обнаружения

(0,5 мкг/л); в четырех остальных составили 6 и 7 мкг/л в июне, августе и сентябре. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов было ниже предела обнаружения.

Диапазон значений меди составил 0,5–5,4 мкг/л; максимальная концентрация (1,1 ПДК) была зафиксирована в октябре. В трех пробах содержание меди было ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л). Диапазон концентрации цинка составил 4,2–15 мкг/л (у Зеленогорска в октябре), т.е. все значения были выше предела обнаружения (1 мкг/л). В целом у Сестрорецка уровень загрязнения цинком был выше. Концентрация марганца достигала 2 ПДК в июле у Сестрорецка (101 мкг/л) и 2,6 ПДК в сентябре (128 мкг/л), а у Зеленограда (43 мкг/л) была зафиксирована в июле и не превышала уровень 1 ПДК. Содержание кадмия в пяти отобранных пробах из 12 было ниже предела чувствительности метода. Диапазон значений 0,5–0,98 мкг/л, наибольшие величины наблюдались в июне у Зеленограда. Концентрация никеля не превышала предел обнаружения в 50% проб; свинца 58%, кобальта и общий хром в 100%.

5.4. Загрязнение вод Морского торгового порта (МТП)

Содержание нефтяных углеводородов в водах акватории порта в 2009 г. изменялось от значений ниже предела обнаружения (0,04 мг/л) до 0,80 мг/л (1,6 ПДК, февраль, поверхностный слой). На придонном горизонте среднегодовое значение составило 0,04 мг/л, максимальная концентрация (0,07 мг/л, 1,4 ПДК) была зафиксирована в августе. Концентрация СПАВ в водах акватории МТП менялась от величин, находящихся ниже предела обнаружения (менее 15 мкг/л, 14 проб из 21 отобранной) до 0,067 мг/л. Значения СПАВ во всех пробах были ниже ПДК. Из 19 отобранных проб воды в 5 концентрация фенола превышала предел обнаружения (26%). Максимальная концентрация (0,7 мкг/л) была зарегистрирована в августе у дна, второе значение фенола (0,6 мкг/л) в июле у дна. Содержание хлорорганических пестицидов в водах МТП было ниже предела обнаружения.

Таблица 5.1.

Содержание металлов в водах акватории Морского торгового порта в 2009 г.

| Металл | Поверхностный горизонт | | | | Придонный горизонт | | | |
|------------|------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|
| | число проб | интервал, мкг/л | % проб с превышением ПДК | среднее значение мкг/л | число проб | интервал, мкг/л | % проб с превышением ПДК | среднее значение мкг/л |
| Медь | 12 | <0,5–6,6 | 91,7 | 4,4 | 9 | 1,3–5,8 | 100 | 3,8 |
| Кадмий | 12 | <0,5–2,8 | 8,3 | 1,0 | 9 | <0,5–3,3 | 11,1 | 1,17 |
| Марганец | 12 | 1,8–30 | 66,7 | 11,7 | 9 | 1,2–9,4 | – | 5,9 |
| Кобальт | 12 | <2,0–5,3 | – | <2,0 | 9 | <2,0–3,6 | – | <2,0 |
| Свинец | 12 | <2,0–6,4 | 8,3 | 2,9 | 9 | <2,0–6,8 | 11,1 | 3,7 |
| Цинк | 12 | 4,8–91 | 83,3 | 26 | 9 | 3,9–43 | 66,7 | 20,8 |
| Никель | 12 | <2,0–5,1 | – | <2,0 | 9 | <2,0–4,4 | – | 2,4 |
| Хром общий | 12 | <2,0 | – | <2,0 | 9 | <2,0 | – | <2,0 |

В 2009 г. в ходе ежемесячного отбора проб на акватории Морского торгового порта была отобрана 21 проба воды, и только в одной концентрации меди была ниже ПДК и ниже предела обнаружения 0,5 мкг/л. Диапазон значений составил 1,5–6,6 мкг/л (апрель) у поверхности и 1,3–5,8 мкг/л у дна (Табл.5.1). В зимний и весенний период средняя концентрация меди была выше, чем в другие сезоны.

Из 21 пробы в 16 (76,2%) концентрация цинка была выше ПДК. Диапазон значений составил на поверхности 4,8–91 мкг/л, у дна 3,9–43 мкг/л. Среднее за год значение составило 26,3 мкг/л. Самые высокие значения наблюдались в январе (на поверхности 91 мкг/л) и апреле (поверхность 42 мкг/л, дно 43 мкг/л). По сравнению с другими сезонами в зимний период содержание цинка было выше, а среднее значение на поверхности составило 36 мкг/л (3,6 ПДК). В летний период средняя величина на поверхности (9,1 мкг/л) и у дна (11,9 мкг/л 1,2 ПДК) была ниже, чем в другие сезоны. Концентрация марганца в водах порта в 38,1% проб была выше ПДК; диапазон значений составил 1,8–30 мкг/л в поверхностном слое и 1,2–9,4 мкг/л в придонном; среднее за год значение составило 8,9 мкг/л. Содержание свинца было ниже предела чувствительности метода определения (2 мкг/л) в 38,1% из 21 обработанной пробы. Диапазон значений составил 2,0–6,8 мкг/л. В феврале на поверхности (6,4 мкг/л, 1,1 ПДК) и в декабре у дна (6,8 мкг/л, 1,1 ПДК) значения превышали норматив допустимой концентрации. Концентрация никеля была ниже предела обнаружения (2 мкг/л) в 10 пробах; диапазон обнаруженных значений составил 2,0–5,1 мкг/л (0,5 ПДК, на поверхности в феврале). Кадмий не был обнаружен в 9 пробах (предел обнаружения 0,5 мкг/л). Значения варьировали от 0,50 мкг/л до 3,3 мкг/л, максимум отмечен в апреле. Кобальт не обнаружен в 66,7% проб (предел обнаружения 2,0 мкг/л); максимум составил 5,3 мкг/л (0,5 ПДК), а среднее значение 1,8 мкг/л. Только в двух пробах из 24 концентрация общего хрома (9,5 и 11 мкг/л) была выше предела чувствительности метода химического анализа (2 мкг/л). Во всех 21 отобранных на акватории порта пробах концентрация общего хрома была ниже предела чувствительности метода определения (2,0 мкг/л). В целом, 2009 г. по содержанию в воде меди и марганца не выделялся в многолетнем ряду данных для вод порта, а концентрация цинка была максимальной за последние пять лет (Табл.5.2).

Таблица 5.2.

Среднегодовые значения концентрации тяжелых металлов в водах МТП.

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

5.5. Восточная часть Финского залива

В 2009 г. съёмка в восточной части Финского залива в мелководном районе (ст. 19, 20, 21, 22, 24, 26) была проведена 2 ноября, в глубоководном районе (ст. 1), в Копорской губе (ст. 3к и 6к) и в Лужской губе (ст. 6л и 18л) – 31 октября (Рис. 5.3).

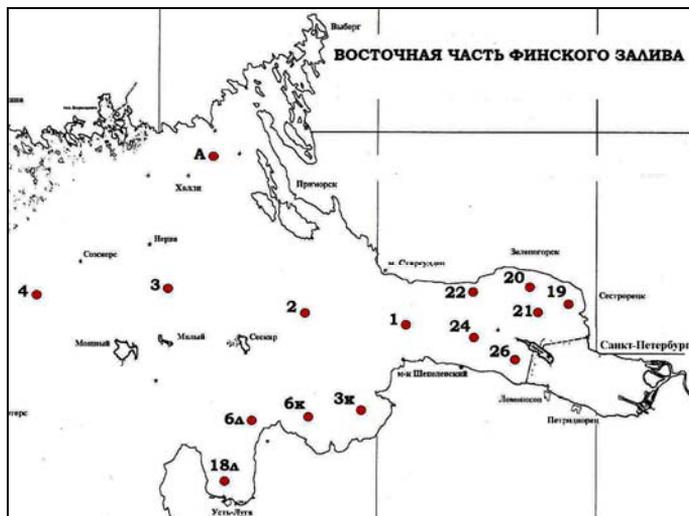


Рис. 5.3. Схема расположения станций в мелководном и глубоководном районах восточной части Финского залива в 2009 г.

5.5.1. Мелководный район восточной части Финского залива

На станции у о. Котлин концентрация **НУ** составила 0,04 мг/л; в остальных пробах была ниже предела чувствительности метода определения (0,04 мг/л). Содержание СПАВ в пяти пробах из двенадцати также было ниже предела обнаружения (9 мкг/л). Наибольшие значения составили 35 и 31 мкг/л. Фенолы обнаружены в одной пробе 0,5 мкг/л. Содержание хлорорганических пестицидов во всех пробах воды было ниже предела чувствительности используемого метода химического анализа.

В трех пробах из 12 концентрация **меди** была ниже предела чувствительности метода (0,5 мкг/л), в четырех была выше уровня ПДК. Максимум на поверхности составил 5,7 мкг/л (1,1 ПДК), у дна 5,5 мкг/л (1,1 ПДК). Диапазон концентрации цинка на поверхности составил 11–58 мкг/л (1,2 ПДК), у дна 11–31 мкг/л. Содержание марганца достигало 189 мкг/л (3,8 ПДК) и было зафиксировано на ст. 22 в поверхностном слое, в придонных водах здесь также было превышение норматива (1,2 ПДК). Еще в двух точках концентрация этого металла составила 1,4 и 1,1 ПДК. Наибольшие величины кадмия составили 2,8 и 2,2 мкг/л на поверхности и у дна; только в одной точке значения были менее предела обнаружения 0,5 мкг/л. Концентрация кобальта не превышала предел обнаружения в 58% проб, никеля в 75%, общего хрома в 83% и свинца в 100%.

5.5.2. Глубоководный район восточной части Финского залива

Пробы воды были отобраны на одной станции с глубиной 30 м, пробы отбирались на горизонтах 0; 5; 10; 20 м и у дна. На поверхности солёность составила 1,41‰, с увеличением глубины она повышалась до 3,72‰ у дна. Содержание растворенного кислорода изменялось от 9,17 до 11,62 мг/л (81,7–92,6%, среднее 10,52 мг/л). Величина водородного показателя не выходила за пределы нормативной величины $pH = 6,5-8,5$, отражая снижение значений с глубиной по мере накопления растворённой углекислоты. Значения нитратного и нитритного азота были максимальными в многолетнем ряду данных, а аммонийного азота и минерального фосфора относятся к низким значениям.

Во всех пробах содержание нефтяных **углеводородов**, фенолов и пестицидов было ниже предела чувствительности метода определения (0,04 мг/л, 0,5 мкг/л). Концентрация СПАВ на поверхности составила 16 мкг/л, у дна 15 мкг/л.

Концентрация меди составила 3,5 мкг/л на поверхности и 1,9 мкг/л в придонном слое; цинка 20 и 22 мкг/л; кадмия 1,8 и 2,0 мкг/л; марганца 36 и 76 мкг/л; общего хрома 2,1 и 4,5 мкг/л соответственно; кобальта и свинца было ниже 2,0 мкг/л.

5.6. Копорская губа

В губе на одной станции концентрация нефтяных **углеводородов** достигала минимальную определяемую величину 0,04 мг/л; здесь же была зафиксирован максимум СПАВ (71 мкг/л). Во всех отобранных в Копорской губе пробах концентрация фенола и хлорорганических пестицидов была ниже предела обнаружения.

Концентрация **меди** в четырех пробах воды из губы варьировала в диапазоне 2,7-5,7 мкг/л, превышение ПДК отмечено в придонных водах. В мелководной части Копорской губы концентрация цинка была выше, чем в глубоководной части; значения варьировали от 17 до 27 мкг/л. Содержание марганца изменялось в широком диапазоне 13-105 мкг/л, в среднем 52,8 мкг/л. В Копорской губе во всех пробах значения свинца были ниже предела чувствительности метода определения (2,0 мкг/л). Максимальная концентрация кадмия (2,9 мкг/л) в Копорской губе была зафиксирована у дна. Никель в трех пробах из четырех обнаружен не был, в оставшейся концентрации составила 3,1 мкг/л. В Копорской губе в трех пробах из четырех концентрация кобальта была ниже предела обнаружения (2,0 мкг/л), а в одной пробе составила 4,2 мкг/л. Концентрация общего хрома менялась в диапазоне 3,6-6,4 мкг/л.

5.7. Лужская губа

Содержание **НУ** на обеих станциях Лужской губы составила 0,04 мг/л. Во всех отобранных в Копорской губе пробах концентрация СПАВ, фенола (в поверхностном слое) и хлорорганических пестицидов была ниже предела обнаружения. Содержание фенолов в придонном слое составили 0,5 и 0,7 мкг/л.

В Лужской губе из четырех проб в трех концентрация **меди** была выше уровня 1 ПДК. Максимальное значение (7,8 мкг/л, 1,6 ПДК) было зафиксировано у дна, минимум (4,1 мкг/л) наблюдался на поверхности. Содержание цинка в воде губы менялось в диапазоне 17-38 мкг/л, максимум наблюдался в глубоководной части губы на поверхности. Содержание марганца было относительно высоким и достигало в Лужской губе 259 мкг/л (5,2 ПДК) и 215 мкг/л (4,3 ПДК). Наиболее высокие значения наблюдались в поверхностном слое. В губе во всех пробах значения свинца были ниже предела обнаружения (2,0 мкг/л). В губе максимальная концентрация кадмия (2,1 мкг/л) была отмечена как на поверхности, так и у дна. В водах губы в трех пробах из четырех никель обнаружен не был, а в последней концентрация составила 5,1 мкг/л. В Лужской губе из четырех проб в двух концентрация кобальта была ниже предела обнаружения (2,0 мкг/л). В оставшихся двух значения составили 2,4 мкг/л (поверхность) и 4,3 мкг/л (дно). В водах губы осенью в трех пробах из четырех концентрация менялась от 2,3 до 4,0 мкг/л.

5.8. Заключение

Анализ загрязнения вод Невской губы и восточной части Финского залива в 2009 г. органическими веществами (нефтяные углеводороды, СПАВ, фенолы и пестициды) и тяжелыми металлами (медь, цинк, марганец, свинец, никель, кадмий, кобальт и хром) по данным Северо-Западного УГМС свидетельствует о преобладании высокой концентрации таких ингредиентов как нефтяные углеводороды, медь, марганец и цинк. Уровень содержания органического вещества (по БПК₅) в 2009 г. был высоким в столбе воды от поверхности до дна в ряду значений 2005–2009 гг. Средняя величина (2,26 мг/л) была максимальной за последние пять лет. По величине ИЗВ воды всех районов Невской губы и восточной части Финского залива в 2009 г. характеризуются как «умеренно загрязненные» (III класс), (Табл.5.3).

Таблица 5.3.

Оценка качества вод Невской губы
и восточной части Финского залива в 2007–2009 гг.

| Район | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | | Среднее содержание ЗВ в 2009 г. (в ПДК) |
|--------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| Невская губа* | | | | | | | |
| Центральная часть | 1,83 | III | 1,40 | III | 1,37 | III | БПК ₅ 0,75; Cu 2,8; Zn 1,39; O ₂ 10,88 мг/л |
| Северный курортный район | 2,29 | III | 1,82 | III | 1,66 | III | БПК ₅ 0,93; Cu 3,9; Mn 1,27; O ₂ 11,40 мг/л |

| | | | | | | | |
|---------------------------------|------|-----|------|-----|------|-----|---|
| Южный курортный район | 1,47 | III | 1,36 | III | 1,07 | III | БПК ₅ 1,03; Cu 1,9; Mn 0,77; O ₂ 10,69 мг/л |
| МТП СПб | 2,06 | III | 1,66 | III | 1,60 | III | НУ 0,8; Cu 4,2; Mn 0,89; O ₂ 12,03 мг/л |
| Восточная часть Финского залива | | | | | | | |
| Курортный район | 0,78 | III | 0,90 | III | 1,65 | III | Mn 2,11; Cu 2,8; Zn 1,16; O ₂ 11,02 мг/л |

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

6. БЕЛОЕ МОРЕ

6.1. Общая характеристика

Белое море относится к внутренним морям Северного Ледовитого океана. На севере соединяется с Баренцевым морем проливами Горло и Воронка; границей между морями считается линия, проведенная от мыса Святой Нос (Кольский полуостров) до мыса Канин Нос (полуостров Канин). Площадь моря составляет 90,8 тыс.км² (вместе с многочисленными мелкими островами, среди которых наиболее известны Соловецкие острова), объем воды 4,4 тыс.км³. Северо-западные берега высокие и скалистые, юго-восточные – пологие и низкие; длина сильно изрезанной береговой линии не менее 2000 км (в скандинавской мифологии Белое море известно под названием «Гандвик», а также как «Bäy of Serpents» из-за изогнутой береговой линии). Рельеф дна сложный. Большая отмель в южной части моря с глубинами до 50 м в Двинском и Онежском заливах переходит в склон, а потом во впадину в центральной части моря с глубинами 100-200 м. Средняя глубина моря 67 м, а максимальная глубина – 340 м. Центральную часть моря занимает замкнутая котловина, отделяемая от Баренцева моря порогом с малыми глубинами, препятствующими обмену глубинными водами. Донные осадки на мелководье и в Горле состоят из гравия, гальки, песка и иногда ракушечника, а в центре моря дно покрыто мелкозернистым глинистым илом коричневого цвета.

Акватория Белого моря делится на несколько частей: Бассейн, Горло, Воронка, Онежская губа, Двинская губа, Мезенская губа и Кандалакшский залив (Рис. 6.1).



Рис. 6.1. Районирование Белого моря (<http://ru.wikipedia.org/wiki>).

Берега Белого моря имеют собственные названия и традиционно разделяются в порядке перечисления против часовой стрелки от побережья Кольского полуострова на Терский, Кандалакшский, Карельский, Поморский, Онежский, Летний, Зимний, Мезенский и Канинский берега; иногда Мезенский разделяют на Абрамовский и Конушинский, а часть Онежского называют Ля-мицким берегом. В Белое море впадают реки Северная Двина, Мезень, Поной, Онега и Кемь; годовой речной сток в среднем оценивается в 215 км³.

Климат субарктический с чертами как морского, так и континентального. В летний период поверхностные воды заливов и центральной части моря прогреваются до 15–16 С, а в Онежском заливе и Горле не выше 9 С. Зимой температу-

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

Средняя соленость вод моря составляет 29‰. Опреснение распространяется до глубины 10–20 м. Глубже соленость сначала резко, а далее плавно увеличивается до дна. Горизонтальное распределение значений солености крайне неравномерное, минимумы (около 10–12‰) приурочены к заливам, а максимумы (34,5‰) обычно фиксируются в Бассейне. Устойчивая вертикальная стратификация исключает развитие конвекции на большей части моря ниже горизонтов 50–60 м. Несколько глубже (до 80–100 м) вертикальная зимняя циркуляция проникает вблизи Горла, где этому способствует связанная с приливами интенсивная турбулентность. Ограниченная глубина распространения вертикальной зимней циркуляции является характерной особенностью Белого моря. В море обычно выделяют несколько водных масс: баренцевоморские воды, опресненные воды вершин заливов, глубинные воды Бассейна и воды Горла.

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

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

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

6.2. Источники поступления загрязняющих веществ

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

По данным Двинско-Печорского бассейнового водного управления МПР России в 2009 г. в юго-восточные районы моря и устьевые участки рек было сброшено более 255,6 млн.м³ сточных вод, из которых 16,7 млн.м³ без очистки. Почти все эти воды поступили в Двинский залив (Табл.6.1). Со сточными водами предприятий и городов, расположенных на берегах Двинского залива было сброшено 5,18 т НУ, 7,26 т детергентов и 0,12 т фенолов (Табл.6.2). При аварийных разливах на акватории Архангельского морского порта в море поступило менее 0,001 т нефтепродуктов: 14 августа 2009 г. в районе гавани «Парусного центра «Норд» с частного катера имело место загрязнение водной поверхности нефтяными углеводородами площадью 40–60 м². В дельтовой области Северной Двины в районе г. Архангельска было 5 основных предприятий, сбрасывающих загрязняющие вещества, а в районе г. Северодвинска основная антропогенная нагрузка определяется ПО «Севмаш».

В Кандалакшский залив Белого моря отводят сточные воды 7 предприятий; наиболее крупные из них – ОАО «Кандалакшский алюминиевый завод СУАЛ», ЗАО «Беломорская нефтебаза», ГОУП «Кандалакшаводоканал» (Табл.6.2). В 2009 г. в залив было сброшено более 10,5 млн.м³ сточных вод, в т.ч. загрязненных без очистки – 0,5 млн.м³ (4,9%). Со сточными водами в залив поступило 71,5 т органических веществ (по БПК₅), почти 246 т взвешенных веществ, больше тонны нефтепродуктов и железа, а также другие загрязняющие вещества.

Таблица 6.1.

Объем сточных вод, поступивших в отдельные районы Белого моря в 2009 г.

| Район моря | Всего | В том числе без очистки | |
|---------------------------|----------|-------------------------|-----|
| | | тыс. м ³ | % |
| 1. Двинский залив | 254486,0 | 16693,7 | 6,6 |
| в том числе: | | | |
| 1.1 Архангельск | 159119,8 | 9165,4 | 5,8 |
| 1.2 Северодвинск | 95366,2 | 7528,3 | 7,9 |
| 2. Устьевая обл. р. Онега | 1133,5 | 7,5 | 0,7 |
| 3. Кандалакшский залив | 10525,1 | 520,3 | 4,9 |
| Сумма | 266144,5 | 17131,2 | 6,5 |

Таблица 6.2.

Суммарное поступление загрязняющих веществ (т) в Двинский, Онежский и Кандалакшский заливы Белого моря в 2009 г.

| Предприятие | Загрязняющие вещества, (тонн) | | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------|--------------|------------------|---------------|----------------|--------------|
| | НУ | фенолы | СПАВ | БПК ₅ | ВВ | Сухой остаток | Fe |
| Устьевая область р. Северная Двина (г. Архангельск) | | | | | | | |
| Архангельская ТЭЦ | 0,218 | – | – | | | | |
| Соломбальский ЦБК | 1,257 | 0,12 | 0,732 | | | | |
| МУП «Водоканал» | 1,03 | – | 1,624 | | | | |
| Архангельский завод технических спиртов | 0,001 | – | – | | | | |
| СРЗ «Красная Кузница | – | – | – | | | | |
| Итого: | 2,506 | 0,12 | 2,356 | | | | |
| Двинский залив (г. Северодвинск) | | | | | | | |
| Северодвинская ТЭЦ-1 | 0,013 | – | – | | | | |
| МП «Звездочка» | 0,15 | – | 0,363 | | | | |
| ПО «Севмаш» | 2,511 | – | 4,541 | | | | |
| Итого: | 2,674 | – | 4,904 | | | | |
| Двинский залив итого: | 5,18 | 0,12 | 7,26 | | | | |
| Устьевая область р. Онега (г. Онега) | | | | | | | |
| МУП «Водоканал» | 0,44 | – | 0,873 | | | | |
| Итого: | 0,44 | – | 0,873 | | | | |
| Кандалакшский залив (г. Кандалакша) | | | | | | | |
| Апатитыводоканал | 0,1 | – | 0,132 | 16,7 | 172,60 | 12,8 | 0,284 |
| Кандалакшский морской торговый порт | 0,002 | – | 0,004 | 0,48 | 0,10 | 1,53 | 0,007 |
| «КАЗ-СУАЛ» | 0,1 | – | – | 1,7 | 2,00 | 63,2 | 0,103 |
| Кандалакшаводоканал | 0,61 | – | 0,559 | 50,2 | 67,10 | 845,5 | 0,656 |
| Беломорская нефтебаза | 0,24 | – | – | 0,82 | 2,46 | 71,6 | – |
| ООО «Лувеньга» | 0,003 | – | 0,004 | 1,6 | 1,60 | 10,8 | 0,021 |
| Итого: | 1,055 | – | 0,699 | 71,5 | 245,86 | 1005,43 | 1,071 |

6.3. Загрязнение вод Двинского залива

В Двинском заливе Белого моря в 2009 г. Северное УГМС на НИС «Иван Петров» выполнило две гидрохимические съемки с 31 июля по 1 августа и 6–7 ноября на 7 стандартных станциях (Рис. 6.2).

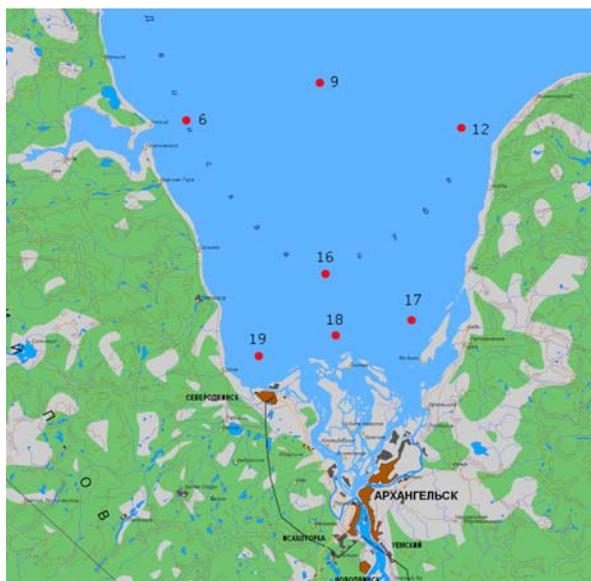


Рис. 6.2. Расположение станций гидрохимического мониторинга в Двинском заливе в 2009 г.

Средняя концентрация **НУ** в водах залива составила 0,1 мг/л (Табл.6.3). Максимальное значение достигало 0,08 мг/л (1,6 ПДК) и было отмечено в июле в толще воды в самой северо-западной точке контроля далеко от устья Северной Двины. По сравнению с 2008 г. уровень загрязнения вод Двинского залива **НУ** существенно не изменился.

В период проведения наблюдений в 2009 г. содержание хлорорганических **пестицидов** группы ГХЦГ в водах Двинского залива было почти на порядок ниже, чем в 2008 г. Средняя концентрация α -ГХЦГ составила 0,004 нг/л, максимальная – 0,03 нг/л; β -ГХЦГ – 0,19 и 1,98 нг/л, соответственно. γ -ГХЦГ и пестициды группы ДДТ в период наблюдений не обнаружены. Средняя концентрация нитритов составила 1,78 мкг/л; максимальная (5,82 мкг/л) была зарегистрирована в придонном слое в августе вблизи западного края дельты Северной Двины. Кислородный режим вод Двинского залива был в пределах нормы: содержание растворенного кислорода летом изменялось в диапазоне 7,26-10,76 мг/л, составив в среднем 9,03 мг/л. Процент насыщения водных масс **кислородом** изменялся в диапазоне 69-96%, в среднем 86%. Минимальное значение было зарегистрировано в августе в придонном слое вод на траверзе центральной части дельты реки. По сравнению с предшествующим годом кислородный режим существенно не изменился.

6.4. Устьевые области рек

Дельта реки Северная Двина. В водах дельты среднее содержание **НУ** в воде составило 0,015 ПДК, максимум достигал 0,487 мг/л (9,7 ПДК). Уровень загрязненности вод дельты летучими фенолами был повышенным: среднее содержание составило 0,003 мг/л (3 ПДК), максимальное 0,009 мг/л, минимальное 0,001 мг/л. Максимальная концентрация фенола (карболовой кислоты), о-крезола и 2-хлорфенола составила 1,47; 2,88 и 0,58 мкг/л (1,5; 2,9 и 0,6 ПДК) соответственно. Содержание аммонийного азота в среднем за время наблюдений составило 0,08 мг/л, а максимум достигал 0,79 мг/л (1,6 ПДК). Из хлорорганических пестицидов в водах дельты Северной Двины в период наблюдений был обнаружен α -ГХЦГ в концентрации 1,0 нг/л. Кислородный режим в дельте р. Северная Двина в период наблюдений был в пределах естественной многолетней изменчивости. Содержание растворенного кислорода изменялось в интервале 3,88–11,60 мг/л,

составив в среднем 7,59 мг/л. Минимальная концентрация было ниже норматива (0,65 ПДК) и была зафиксирована в апреле на участке реки у села Усть-Пинега.

Устьевая область реки **Онеги**. Среднее содержание нефтяных углеводородов составило 0,014 мг/л; максимум достигал 1,2 ПДК. Максимальное содержание аммонийного азота достигало 0,08 мг/л, в среднем 0,04 мг/л. Из хлорорганических пестицидов обнаружен только метаболит α -ГХЦГ в концентрации 2,0 нг/л. Кислородный режим в устьевой области Онеги был удовлетворительным: содержание растворенного кислорода изменялось в диапазоне 6,45–9,67 мг/л, составив в среднем 8,59 мг/л.

Устьевая область реки **Мезень**. Среднее содержание НУ в период наблюдений составило 0,03 мг/л, максимальное 0,05 мг/л (1,0 ПДК). Содержание аммонийного азота в воде изменялось от 0,03 до 0,41 мг/л, в среднем 0,14 мг/л. Хлорорганические пестициды обеих групп в период наблюдений не обнаружены. Кислородный режим был в норме: содержание растворенного кислорода варьировало в диапазоне 6,74–11,70 мг/л, составив в среднем 9,57 мг/л.

6.5. Загрязнение вод Кандалакшского залива

В 2009 г. в Кандалакшском заливе Мурманским УГМС было проведено 6 гидрохимических съемок на водпосту в торговом порту г. Кандалакша. Пробы воды отобраны из поверхностного горизонта.

Содержание нефтяных углеводородов в морских водах составляло 0–0,09 мг/л и превышало ПДК в одной пробе, отобранной в августе; средняя концентрация 0,03 мг/л. Уровень загрязненности вод фенолами был невысоким. Их концентрация изменялась от 0,02 до 0,11, составив в среднем 0,06 мкг/л. Содержание аммонийного азота варьировало от значений менее предела обнаружения до 55,0 мкг/л, составляя в среднем 32,2 мкг/л. Содержание взвешенных в воде частиц достигало 5,0 мг/л, в среднем – 1,3 мг/л. Содержание легкоокисляемых органических веществ в воде по биохимическому потреблению кислорода БПК₅ было в пределах нормы и варьировало в пределах 0,39–0,91 мгО₂/л (средняя 0,69 мг О₂/л).

В водах порта Кандалакша были обнаружены хлорорганические пестициды и все контролируемые тяжелые металлы (Табл.6.4). И средние, и максимальные значения линдана и его метаболитов были на уровне 0,05–0,15 ПДК, тогда как максимум концентрации ДДТ почти достигал 0,9 ПДК.

Таблица 6.4.

Содержание тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов в поверхностных водах порта Кандалакша в 2009 г.

| | ХОП, нг/л | | | Тяжелые металлы, мкг/л | | | | | | |
|---------|----------------|----------------|------|------------------------|------|------|-------|-------|-------|------|
| | α -ГХЦГ | γ -ГХЦГ | ДДТ | Cu | Ni | Mn | Pb | Fe | Hg | Cd |
| средняя | 0,50 | 0,33 | 1,65 | 9,18 | 3,82 | 5,75 | 3,50 | 53,17 | 0,032 | 0,08 |
| макс | 1,50 | 1,00 | 8,50 | 12,30 | 4,70 | 8,10 | 13,10 | 60,00 | 0,047 | 0,16 |
| мин | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,60 | 3,30 | 3,90 | 1,20 | 40,00 | 0,012 | 0,03 |

Хотя растворенная ртуть была обнаружена во всех пробах, ее концентрация не превышала долей ПДК. Для кадмия это значение было еще меньшим, максимум достигал только 0,016 ПДК. Содержание свинца в воде было более высоким, максимум достигал 1,3 ПДК. Для меди этот коэффициент был еще выше и составлял 2,5 ПДК. Превышение ПДК по содержанию железа было отмечено в 5 пробах. Содержание остальных металлов было значительно меньше 1 ПДК.

Кислородный режим воды в порту Кандалакша был удовлетворительным. Содержание растворенного кислорода в воде изменялось от 6,77 до 9,40 мгО₂/л, составив в среднем 7,88 мгО₂/л. Индекс загрязненности вод по наблюдениям в 2009 г. составил 0,90. Качество вод в торговом порту оценивается III классом («умеренно загрязненные»), (Рис. 6.3, Табл.6.5).

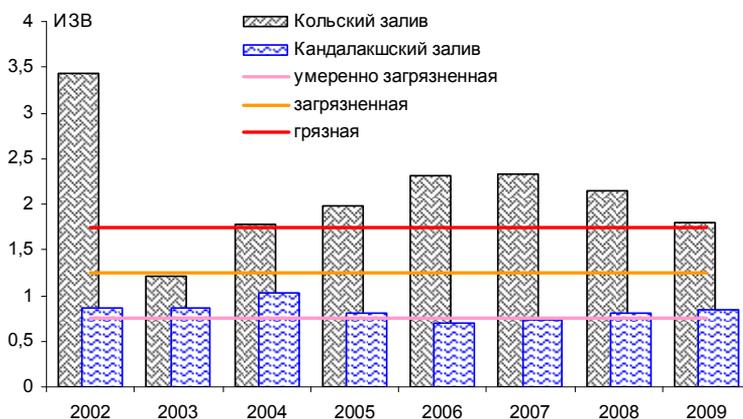


Рис. 6.3. Динамика индекса загрязненности вод акватории порта Кандалакша в Кандалакшском заливе Белого моря и порта Мурманск Кольского залива Баренцева моря в 2002-2009 гг.

Таблица 6.3.

Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Двинского и Кандалакшского заливов Белого моря в 2007-2009 гг.

| Район | Ингредиент | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | |
|----------------|------------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| Двинский залив | НУ | 0,03 | 0,6 | 0,03 | 0,6 | 0,01 | 0,2 |
| | | 0,19 | 3,8 | 0,10 | 2 | 0,08 | 1,6 |
| | Нитриты | 1 | | 1 | | 2 | |
| | | 4 | | 3 | | 6 | |
| α-ГХЦГ | <1 | <0,1 | <1 | <0,1 | <1 | <0,1 | |
| | 1 | 0,1 | 3 | 0,3 | <1 | <0,1 | |

| | | | | | | | |
|---|-----------------------|-------|------|------|------|------|------|
| | Растворенный кислород | 9,48 | | 9,25 | | 9,03 | |
| | | 6,58 | | 7,73 | | 7,26 | |
| | % насыщения | 88 | | 83 | | 86 | |
| | | 62 | | 70 | | 69 | |
| Кандалакшский залив: порт Кандалакша | НУ | 0,05 | 1,0 | 0,04 | 0,8 | 0,03 | 0,6 |
| | | 0,08 | 1,6 | 0,08 | 1,6 | 0,09 | 1,8 |
| | Фенол | 0,17 | 0,2 | 0,19 | 0,2 | 0,06 | <0,1 |
| | | 0,75 | 0,8 | 0,29 | 0,3 | 0,11 | 0,1 |
| | Медь | 4,99 | | 6,18 | 1,2 | 9,18 | 1,8 |
| | | 7,60 | 1,5 | 7,70 | 1,5 | 12,3 | 2,5 |
| | Никель | 3,08 | 0,3 | 4,65 | 0,5 | 3,82 | 0,4 |
| | | 4,70 | 0,5 | 8,50 | 0,9 | 4,70 | 0,5 |
| | Свинец | 1,45 | 0,1 | 1,58 | 0,2 | 3,50 | 0,4 |
| | | 2,60 | 0,3 | 3,90 | 0,4 | 13,1 | 1,3 |
| | Марганец | 6,78 | 0,1 | 6,87 | 0,1 | 5,75 | 0,1 |
| | | 12,30 | 0,2 | 10,2 | 0,2 | 8,10 | 0,2 |
| | Железо | 46 | 0,9 | 78 | 1,6 | 53 | 1,1 |
| | | 73 | 1,5 | 152 | 3,0 | 60 | 1,2 |
| | γ-ГХЦГ (линдан) | 0,34 | <0,1 | 0,33 | <0,1 | 0,50 | <0,1 |
| | | 1,80 | 0,2 | 0,60 | <0,1 | 1,50 | 0,2 |
| | ДДТ | 0 | | 0 | | 1,65 | 0,2 |
| | | 0 | | 0 | | 8,50 | 0,9 |
| | Азот аммонийный | 27 | | 22 | | 32 | |
| | | 57 | | 39 | | 55 | |
| БПК ₅ мгО ₂ /л | 0,69 | | 0,79 | | 0,69 | | |
| | 0,95 | | 1,00 | | 0,91 | | |
| Растворенный кислород | 7,62 | | 7,95 | | 7,88 | | |
| | 6,12 | | 7,03 | | 6,77 | | |

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

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

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

Таблица 6.5.

Оценка качества вод порта Кандалакша
в Кандалакшском заливе Белого моря в 2007–2009 гг.

| Район моря | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | | Содержание ЗВ в 2009 г. (в ПДК) |
|---------------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| торговый порт, г. Кандалакша | 1,0 | III | 0,81 | III | 0,90 | III | НУ – 0,6; Cu – 1,84; Ni – 0,38; O ₂ – 7,88 мгО ₂ /л |

7. БАРЕНЦЕВО МОРЕ

7.1. Общая характеристика

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

Море находится под сильным влиянием теплых вод течения Гольфстрим, поэтому южная и западная его части не замерзают. Температура воды на поверхности зимой составляет 0–5⁰С, летом на юге 8–9⁰С, в центральной части 3–5⁰С, на севере 0⁰С. Вертикальное распределение температуры зависит от распределения атлантических вод, интенсивности зимнего охлаждения и рельефа дна. В юго-западной части моря температура плавно понижается ко дну. На северо-востоке моря зимой температура понижается до горизонта 100–200 м, а затем снова повышается ко дну. Летом невысокая температура поверхностных вод понижается до глубины 25–50 м (до -1,5⁰С). В слое 50–100 м температура повышается до -1⁰С, а затем ко дну – до 1⁰С. Между горизонтами 50 и 100 м располагается холодный промежуточный слой. В результате обтекания глубинными атлантическими водами подводных возвышенностей над ними образуются "шапки холода", характерные для банок Баренцева моря.

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

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

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

7.2. Источники поступления загрязняющих веществ

Антропогенное загрязнение Баренцева моря в основном происходит вследствие выноса загрязняющих веществ в результате водообмена из губ и заливов, куда производят сброс промышленных и муниципальных сточных вод предприятия и коммунальные организации Мурманской области, а также перенос ЗВ морскими течениями из сопредельных морей.

В Кольский залив осуществляется сброс производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод флотов и береговых предприятий различных ведомств, расположенных на его берегах. Основными организациями различной формы собственности, сбрасывающими сточные воды являются: ГОУП «Мурманскводоканал», МУП «Североморскводоканал», ОАО «Мурманский морской рыбный порт», ФГУП «Атомфлот», ОАО «Водоканал» МО РФ г. Полярный, ОАО Колэнерго - филиал «Мурманская ТЭЦ», ООО п/фабрика «Мурманская», ФГУП «ЦС «Звездочка» («СРЗ «Нерпа», «35 СРЗ», ФГУП «82 СРЗ» п. Росляково-1, ФГУП «10СРЗ»), МУП «Дирекция единого заказчика Кольского р-на», ОАО «КПК «АРКТИКА» и ООО «Калган».

По данным статистической отчетности предприятий в 2009 г. в Кольский залив Баренцева моря было сброшено 56,7 млн.м³ сточных вод, из них 40,0 млн.м³ (68,8%) без очистки (Табл.7.1). Со сточными водами в Кольский залив было сброшено около 5343,08 т органических веществ (по БПК₅), 3707,66 т взвешенных веществ, 21,24 т нефтепродуктов, 29,14 т синтетических поверхностно-активных веществ, 560,8 т жиров, 29,7 т железа и других загрязняющих веществ.

Таблица 7.1.

Объем сточных вод, поступивших в отдельные районы
Кольского залива Баренцева моря в 2009 г.

| Район моря | Всего | В том числе без очистки | |
|-----------------|---------------------|-------------------------|------|
| | тыс. м ³ | тыс. м ³ | % |
| Кольский залив: | | | |
| г. Мурманск | 41097,61 | 27206,11 | 66,2 |
| г. Кола | 226,3 | 83,8 | 37,0 |
| г. Североморск | 8816,3 | 8757,7 | 99,3 |
| г. Полярный | 6561,6 | 2945,5 | 44,9 |
| Сумма | 56701,81 | 38993,11 | 68,8 |

7.3. Загрязнение вод Кольского залива

В 2009 г. Мурманское УГМС выполнило 6 гидрохимических съемок на водопосту в торговом порту г. Мурманск. Нефтяные углеводороды присутствовали в водах залива в растворенном виде и в виде пленки на поверхности. Во всех отобранных пробах содержание НУ было выше предельно допустимого уровня, изменяясь в пределах 0,05–0,17 мг/л (1,0–3,4 ПДК), составив в среднем за период наблюдений 0,11 мг/л (Табл.7.2). Максимальное зафиксированное значение было в 3 раза ниже прошлогодней величины. Концентрация фенолов в районе водпоста изменялась в диапазоне 0,01–0,10 мкг/л (0,1 ПДК, пара-крезол, январь),

средняя концентрация суммы фенолов составила 0,06 мкг/л. Содержание детергентов было в пределах нормы, изменяясь в пределах от 10 до 16 мкг/л (0,16 ПДК), концентрация взвешенных веществ колебалась в пределах от 0 до 4 мг/л, средняя составила 2 мг/л.

В прибрежных водах в районе водпоста были обнаружены хлорорганические **пестициды**. Максимальная концентрация γ -ГХЦГ (линдана) составила 0,9 нг/л (менее 0,1 ПДК), средняя величина составила 0,37 нг/л; α -ГХЦГ – 1,40 и 0,48 нг/л соответственно; гексахлорана – максимум 0,9 нг/л. Концентрация ДДТ в районе водпоста была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа. Воды акватории порта загрязнены тяжелыми **металлами** (Табл.7.2). Особенно высокие значения были зафиксированы для меди (max 2,8 ПДК) и железа (max 3,6 ПДК); наибольшее содержание других металлов не превышало норматива. Содержание ртути в воде порта обычно было ниже предела обнаружения и достигало 0,012 мкг/л (0,1 ПДК).

Концентрация аммонийного **азота** в районе, подверженном максимальному влиянию сточных вод, в течение периода наблюдений изменялась в пределах от 124 до 490 мкг/л, средняя 250 мкг/л. Содержание фосфатов в водах залива в районе водпоста в среднем составило 129 мкг/л, предел изменений – от 46 до 348 мкг/л. Средняя концентрация органических веществ (по БПК₅) практически не изменилась по сравнению с прошлым годом и составила 1,58 мгО₂/л; максимум достигал 2,15 мгО₂/л.

Кислородный режим морских вод в торговом порту был в пределах многолетней изменчивости: содержание растворенного кислорода изменялось в пределах 7,15–9,91 мгО₂/л, среднее значение 8,23 мгО₂/л.

По индексу загрязненности вод **ИЗВ** (2,18) качество вод в районе водпоста в торговом порту г. Мурманск оценивается V классом – «грязные» (Табл.7.3). Значение индекса несколько возросло по сравнению с предыдущим годом (1,98) в первую очередь за счет существенного увеличения средней концентрации меди в воде порта.

Таблица 7.2.

Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Кольского залива Баренцева моря в 2007–2009 гг.

| Район | Ингредиент | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | |
|-------------------------------|------------|---------|------|---------|------|---------|-------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| Торговый порт, г. Мурманск | НУ | 0,16 | 3,2 | 0,12 | 2,4 | 0,11 | 2,2 |
| | | 0,99 | 19,8 | 0,50 | 10,0 | 0,17 | 3,4 |
| | СПАВ | 17 | 0,2 | 16 | 0,2 | 11 | 0,1 |
| | | 31 | 0,3 | 37 | 0,4 | 16 | 0,2 |
| | Фенол | 0,13 | 0,1 | 0,14 | 0,1 | 0,06 | < 0,1 |
| | | 0,34 | 0,3 | 0,70 | 0,7 | 0,10 | 0,1 |
| | Медь | 3,6 | 0,7 | 4,2 | 0,8 | 11,1 | 2,2 |
| | | 9,4 | 1,9 | 8,9 | 1,8 | 13,8 | 2,8 |
| | Никель | 1,5 | 0,2 | 1,3 | 0,1 | 2,0 | 0,2 |
| | | 5,4 | 0,5 | 2,9 | 0,3 | 2,7 | 0,3 |

| | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Свинец | 1,8 | 0,2 | 1,5 | 0,2 | 1,4 | 0,1 |
| | 5,8 | 0,6 | 3,4 | 0,3 | 2,1 | 0,2 |
| Ртуть | 0,004 | < 0,1 | 0,008 | < 0,1 | 0,012 | 0,1 |
| | 0,043 | 0,4 | 0,045 | 0,5 | 0,026 | 0,3 |
| Кадмий | | | | | 0,05 | < 0,1 |
| | | | | | 0,06 | < 0,1 |
| Марганец | 9,9 | 0,2 | 8,3 | 0,2 | 11,0 | 0,2 |
| | 15,8 | 0,3 | 22,0 | 0,4 | 19,0 | 0,4 |
| Железо | 144 | 2,9 | 193 | 3,9 | 181 | 3,6 |
| | 376 | 7,5 | 450 | 9,0 | 277 | 5,5 |
| γ-ГХЦГ (лин-дан) | 0 | < 0,1 | 0,4 | < 0,1 | 0,4 | < 0,1 |
| | 1,0 | 0,1 | 0,7 | < 0,1 | 0,9 | < 0,1 |
| α-ГХЦГ | | | | | 0,5 | < 0,1 |
| | | | | | 1,4 | 0,1 |
| ДДТ | 0 | | 0 | | 0 | |
| | 0 | | 0 | | 0 | |
| Азот аммоний-ный | 200 | | 120 | | 250 | |
| | 530 | | 700 | | 490 | |
| БПК ₅ мгО ₂ /л | 1,01 | | 0,76 | | 1,58 | |
| | 2,35 | | 2,26 | | 2,15 | |
| Взвешенные вещества | 2 | | 1 | | 2 | |
| | 7 | | 5 | | 4 | |
| Растворенный кислород | 8,46 | | 8,92 | | 8,23 | |
| | 7,02 | | 7,48 | | 7,15 | |

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

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

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

Таблица 7.3.

Оценка качества вод торгового порта Мурманск
в Кольском заливе Баренцева моря в 2007–2009 гг.

| Район моря | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | | Содержание ЗВ в 2009 г. (в ПДК) |
|-------------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| торговый порт, г. Мурманск | 1,38 | IV | 1,94 | V | 2,18 | V | НУ – 2,2; Cu – 2,2; Fe – 3,6; O ₂ – 8,23 мгО ₂ /л |

8. ГРЕНЛАНДСКОЕ МОРЕ (ШПИЦБЕРГЕН)

8.1. Мониторинг вод в заливе Гренфьорд

В 2009 г. Мурманское УГМС выполнило 19 июня и 21 сентября экспедиционные обследования вод залива Гренфьорд Гренландского моря. На 9 станциях залива было отобрано 54 проб воды и выполнено 882 определения, в т.ч. водородного показателя рН, солёности, растворенного кислорода, кремния, взвешенных веществ, фосфатов, соединений азота, нефтяных углеводородов и металлов – меди, никеля, марганца, свинца, хрома, железа, кадмия и цинка (Рис. 8.1).

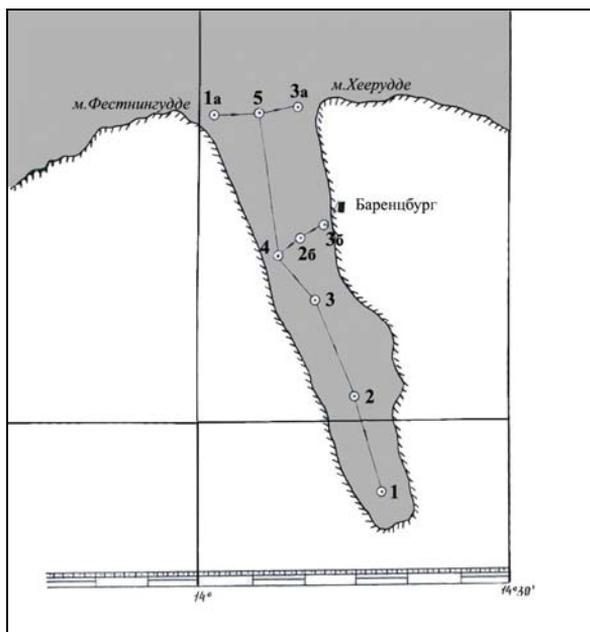


Рис. 8.1. Схема расположения станций отбора проб в заливе Гренфьорд летом-осенью 2009 г.

На водпосту в заливе Гренфьорд ежедневно проводилось определение величины водородного показателя рН (среднегодовое значение составило 7,79, диапазон изменений 7,24–8,20), солёности (средняя 32,83‰; минимум 17,50‰ отмечен в июле в период интенсивного поступления пресных талых вод).

Во время съёмок в заливе содержание растворенного кислорода в июне составляло 7,80–12,42 (средняя 10,59) мгО₂/л, в сентябре 9,82–11,54 (10,43) мгО₂/л. Солёность вод в заливе в период съёмок изменялась в пределах 32,7–34,5‰.

Концентрация **НУ** в июне 2009 г. во всех отобранных пробах была ниже предела обнаружения использованного метода. В сентябре содержание нефтяных углеводородов изменялось от аналитического нуля до 0,04 мг/л (0,8 ПДК), в среднем 0,01 мг/л. Наибольшие значения были отмечены в приповерхностном слое вод как на разрезе вдоль залива Гренфьорд, так и на разрезе мыс Хеерудде – мыс Фестнингудде. Среди тяжелых **металлов** высокие значения были отмечены для железа и меди. И средняя, и максимальная концентрация железа

превышала ПДК, а последняя достигала 10,7 ПДК в поверхностном слое вод во время летней съемки на разрезе вдоль залива Гренфьорд (Табл.8.1). Концентрация меди превышала допустимый уровень во всех пробах, отобранных в июне и в четырех отобранных в сентябре, изменяясь в диапазоне от 1,70 до 7,80 мкг/л. Максимальная концентрация (1,6 ПДК) была зафиксирована в июне на ст. 5 в слое 0–10 м. Содержание марганца, никеля, свинца, цинка, хрома и кадмия не превышало допустимого уровня.

Таблица 8.1.

Концентрация тяжелых металлов в водах залива Гренфьорд
в летнее-осенний период 2009 г.

| | Тяжелые металлы, мкг/л | | | | | | | |
|---------------------|------------------------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | Cu | Ni | Mn | Pb | Cr | Fe | Cd | Zn |
| 19 июня 2009 г. | | | | | | | | |
| сред | 5,88 | 1,58 | 8,25 | 1,28 | 0,82 | 172,48 | 0,05 | 4,85 |
| макс | 7,80 | 2,90 | 15,20 | 2,67 | 1,58 | 534,00 | 0,07 | 18,00 |
| мин | 4,50 | 1,00 | 4,80 | 0,46 | 0,19 | 72,00 | 0,03 | 2,00 |
| 21 сентября 2009 г. | | | | | | | | |
| сред | 3,49 | 1,22 | 6,99 | 0,64 | 0,65 | 56,85 | 0,03 | 2,15 |
| макс | 5,80 | 4,40 | 15,40 | 1,55 | 2,54 | 117,00 | 0,04 | 5,00 |
| мин | 1,70 | 0,70 | 5,10 | 0,30 | 0,17 | 41,00 | 0,02 | 1,00 |
| 2009 г. | | | | | | | | |
| сред | 4,68 | 1,40 | 7,62 | 0,96 | 0,73 | 114,67 | 0,04 | 3,50 |
| макс | 7,80 | 4,40 | 15,40 | 2,67 | 2,54 | 534,00 | 0,07 | 18,00 |
| мин | 1,70 | 0,70 | 4,80 | 0,30 | 0,17 | 41,00 | 0,02 | 1,00 |
| ПДК сред | 0,9 | 0,1 | 0,2 | < 0,1 | < 0,1 | 2,3 | < 0,1 | < 0,1 |
| ПДК max | 1,6 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 10,7 | < 0,1 | 0,4 |

Содержание нитритного азота в июне было минимальным, изменялось в поверхностном слое в пределах от 0,0 до 1,0 мкг/л, максимальное содержание наблюдалось на глубине 50 метров. В сентябре диапазон концентраций нитритов в слое 0–10 м составлял 0–3,6 мкг/л. Концентрация нитратного азота в июне в среднем составило 3,7 мкг/л, при диапазоне значений 0,0–12,0 мкг/л; в сентябре снизилась до 1,6 мкг/л в среднем, изменяясь в пределах от аналитического нуля до 19,0 мкг/л. Содержание аммонийного азота в июне составляло 0–19 мкг/л, в сентябре 1–15 мкг/л. Концентрация кремния в июне в поверхностном слое вод залива оставалась высокой – до 183 мкг/л, в сентябре распределение его было более однородно, а значения изменялись в пределах 38–80 мкг/л в слое 0–50 м. Концентрация фосфатного фосфора в поверхностном слое вод изменялась в пределах от аналитического нуля до 5 мкг/л в июне и до 6 мкг/л в сентябре, на горизонте 50 м – до 5 и 15 мкг/л соответственно.

8.2. Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген

В весенний и летне-осенний периоды 2009 г. в прибрежных водах Гренландского моря на акватории залива Гренфьорд (архипелаг Шпицберген) Северо-Западным филиалом ГУ НПО «Тайфун» был выполнен отбор проб поверхностных морских вод и морских взвесей с последующим определением основных гидрохимических показателей и уровней содержания НУ, СПАВ, индивидуальных фенолов (алкил-, хлор- и нитрофенолов), НАУ, ЛАУ, ПАУ, ТМ, ХОС и ПХБ.

8.2.1. Гидрохимические показатели

Концентрация ионов водорода (**pH**) в морской воде в районе работ в весенний период находилась в пределах от 7,62 до 8,12 единиц pH, в летне-осенний период – 7,45–8,64 ед. pH. Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) в морской воде обследованной акватории изменялся во время весенней съемки от 109,3 до 163,4 мВ, составляя в среднем 145,0 мВ, а в период летне-осенней съемки – от 105,4 до 214,0 мВ при среднем значении 154,4 мВ. Значения электропроводности в водах залива Грэнфьорд весной 2009 г. варьировали от 42,5 до 52,1 мС/см при средней величине 46,4 мС/см; в летне-осенний период 38,0–58,1 мС/см, средняя 45,7 мС/см. Щелочность морских вод в районе проведения работ в период весенних наблюдений изменялась от 1,58 до 2,35 мг-экв/л (в среднем – 1.91 мг-экв/л); летом-осенью 1,85–2,38 мг-экв/л (2.09 мкг-экв/л).

Содержание растворенного **кислорода** в поверхностном слое вод весной находилось в пределах от 6,42 до 10,46 мг/л (87,8–103,0% насыщения); в летне-осенний период 10,02–12,77 мг/л (75,3–103,0% насыщения). Минимальное содержание кислорода было зафиксировано весной в придонном слое вод в прибрежной части залива на траверзе склада стройматериалов, расположенных севернее поселка Баренцбург (6,42 мг/л и 90,0% насыщения). Значения биохимического потребления кислорода (БПК₅) морской воды варьировали весной от 0,64 мгО₂/л до 1,71 мг О₂/л, в летне-осенний период не превышали 1,0 мг О₂/л; максимальное значение отмечалось весной в придонном слое вод залива Грэнфьорд в районе впадения ручья севернее пос. Баренцбург.

Наибольшая концентрация минеральных форм биогенных элементов в течение всего теплого периода 2009 г. была ниже предельно допустимого уровня, установленного для рыбохозяйственных водоемов (Табл.8.2). Наиболее высокие значения зафиксированы для фосфатов (0,5 ПДК) в течение всего периода наблюдений; относительно других повышенным было содержание нитритов – максимум достигал 0,3 ПДК. Относительно высокие значения минимальной концентрации биогенных элементов, особенно силикатов, свидетельствует об относительно низком уровне развития фитопланктона в целом и диатомовых водорослей в частности. Следует отметить относительно высокий уровень содержания в водах залива взвешенных веществ (ВВ), определяющих мутность и, возможно, ограничивающих интенсивность развития фитопланктонного сообщества.

Таблица 8.2.

Диапазон концентрации минеральных форм биогенных элементов в водах залива Гренфьорд в весенний и летне-осенний период 2009 г.

| | Биогенные элементы, мкг/л | | | | | | | |
|--------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----|-----------|
| | NO ₂ | NO ₃ | NH ₄ | Ntotal | PO ₄ | Ptotal | Si | BB (мг/л) |
| весна 2009 г. | | | | | | | | |
| макс | 24,5 | 256,0 | 74,0 | 834 | 26,0 | 31 | 289 | 9,13 |
| мин | 2,75 | 27,0 | 6,00 | 268 | 5,0 | 6 | 181 | 2,40 |
| лето-осень 2009 г. | | | | | | | | |
| макс | 18,3 | 58,0 | 33,0 | 418 | 24,0 | 42 | 342 | 10,00 |
| мин | 0,9 | < 22,0 | < 5 | 129 | < 5,0 | < 5 | 148 | 1,90 |
| ПДК max | 0,3 | < 0,1 | < 0,1 | – | 0,5 | – | 0,3 | |

8.2.2. Загрязняющие вещества

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (НУ) в водах залива Гренфьорд обследованной акватории изменялось весной в диапазоне 2,1–69,0 мкг/л, а в летне-осенний период – от 2,2 до 24,8 мкг/л. Максимальная величина (1,4 ПДК) была зафиксирована весной в поверхностном слое вод прибрежной части акватории залива Гренфьорд в районе впадения ручья, протекающего через пос. Баренцбург. Концентрация **СПАВ** в водах обследованной акватории изменялась от 10 до 30 мкг/л (0,3 ПДК) в период весенней съемки и от <2 до 18 мкг/л во время летне-осенней съемки. Концентрация фенолов, летучих ароматических углеводородов (ЛАУ) и неполярных алифатических углеводородов (НАУ) в водах залива в 2009 г. была ниже предела чувствительности используемого метода химического анализа, менее 0,5; 0,1 и 0,1 мкг/л соответственно.

Из 16 анализируемых полициклических ароматических углеводородов (**ПАУ**) в морской воде во время обеих съемок были обнаружены нафталин (максимальная концентрация 28,7 нг/л), фенантрен (16,7 нг/л), флуорантен (8,7 нг/л) и бенз(б)флуорантен +перилен (3,8 нг/л). В период весенней съемки к ним добавлялись бенз(к)флуорантен (0,5 нг/л), флуорен (8,7 нг/л), антрацен, хризен (1,0 нг/л), бенз(а)пирен (1,0 нг/л), дибенз(аh)антрацен (3,3 нг/л), индено(123-сd)перилен (1,9 нг/л), бенз(ghi)перилен (1,9 нг/л). Суммарное содержание соединений группы ПАУ в морских водах весной изменялось от 17,9 до 94,3 нг/л (в 2008 г. 2,8–16,39 нг/л); в период летне-осенней съемки – от 4,5 до 38,6 нг/л (в 2008 г. 2,5–53,83 нг/л).

В пробах морской взвеси весной 2009 г. были обнаружены: нафталин (максимальная концентрация 4,1 нг/мг морской взвеси), флуорен (4,1 нг/мг), фенантрен (14,49 нг/мг), антрацен (0,82 нг/мг), флуорантен (4,99 нг/мг), пирен (0,62 нг/мг), бенз(а)антрацен (0,28 нг/мг), бенз(б)флуорантен +перилен (0,81 нг/мг), бенз(к)флуорантен (0,54 нг/мг), дибенз(аh)антрацен (0,11 нг/мг), индено(123-сd)перилен (0,22 нг/мг), а в летне-осенний период к ним добавлялся бенз(ghi)перилен (0,27 нг/мг). Содержание остальных соединений группы ПАУ было ниже предела обнаружения. Концентрация большинства ПАУ, адсорбированных на частичках морской взвеси, была на уровне прошлогодних величин. В морской

взвеси сумма идентифицированных ПАУ в период весенней съемки находилась в пределах от 1,70 до 5,40 нг/мг (в 2008 г. 5,73-25,61 нг/мг), а в период летне-осенних наблюдений – от 1,54 до 33,7 нг/мг взвеси (в 2008 г. 1,72–37,5 нг/мг).

Из анализируемых хлорорганических соединений (**ХОС**) в пробах морской воды залива в период наблюдений зафиксировано наличие полихлорбензолов, ПХБ и пестицидов групп ГХЦГ, ДДТ. Из 15 контролируемых индивидуальных ПХБ в поверхностном слое вод фиксировались все конгенеры, а в морской взвеси #28, #52, #101, #118, #153, #105 и #138. Максимальная концентрация суммы ПХБ составила 1,92 нг/л в морской воде и 379 нг/мг в морской взвеси в период весенней съемки (в 2008 г. 83,4 нг/л в морской воде и 202,4 нг/мг на морской взвеси). Наибольшее содержание в одной пробе суммы полихлорбензолов составило 1,64 нг/л в морской воде в период весенней съемки и 12,6 нг/мг на морской взвеси в период летне-осенней съемки (2008 г. 1,29 нг/л в морской воде и 15,6 нг/мг на морской взвеси). Максимальная концентрация всех изомеров ГХЦГ составляла 8,75 нг/л в морской воде в период весенней съемки и 31,1 нг/мг на морской взвеси летом-осенью (2008 г. 10,6 нг/л в морской воде и 40,9 нг/мг на морской взвеси); суммы ДДТ 38,4 нг/л в морской воде в период весенней съемки и 118 нг/мг во взвеси в период летне-осенней съемки (2008 г. 48,3 нг/л в морской воде и 133,9 нг/мг на взвеси).

Максимальная концентрация контролируемых тяжелых **металлов** в пробах морской воды составляла для железа 10,4 мкг/л, марганца 19,0 мкг/л, цинка 10,0 мкг/л, меди 4,4 мкг/л (0,9 ПДК), никеля 2,2 мкг/л, свинца 0,8 мкг/л, кобальта 0,85 мкг/л, кадмия 0,10 мкг/л, хрома 0,62 мкг/л. Концентрация ртути и мышьяка находилась ниже предела обнаружения 0,05 мкг/л и 0,1 мкг/л соответственно. Максимальное содержание определявшихся тяжелых металлов в пробах морской взвеси было равно для железа 8,3 мкг/мг, марганца 0,56 мкг/мг, цинка 0,35 мкг/мг, меди 0,08 мкг/мг взвеси. Концентрация свинца на морской взвеси находилась ниже предела обнаружения 0,1 мкг/мг.

По результатам исследований 2009 г. на большей части акватории залива Гренфьорд в районе пос. Баренцбург основные гидрохимические показатели были в пределах многолетней изменчивости, а содержание ЗВ не превышало ПДК за исключением нефтяных углеводородов (1,4 ПДК) и суммы пестицидов группы ДДТ (3,8 ПДК, в 2008 г. 4,8 ПДК). В летне-осенний период 2009 г. превышения ПДК не обнаружено. Концентрация большей части загрязняющих веществ в морской воде залива Гренфьорд имели значения, характерные для прибрежных районов Норвежского и Северного морей со средним или незначительным уровнем воздействия береговых источников загрязнения на морскую акваторию. На общем фоне выделялись повышенное содержание пестицидов группы ДДТ в весенний период наблюдений. Качество вод залива Гренфьорд в 2009 г. можно оценить как очень хорошее, поскольку расчет комплексного индекса ИЗВ для обследованной акватории, выполненный с использованием даже не средних, а максимальных значений БПК₅, суммарного содержания нефтяных углеводородов, суммы ДДТ и минимальной концентрации растворенного кислорода, позволил отнести воды весенней съемки к «чистым» (0,71; II класс качества), а в период летне-осенних наблюдений к «очень чистым» (0,22; I класс), хотя и на верхней границе этих классов.

9. МОРЯ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА

В 2009 г. наблюдения в Карском и других морях Северного Ледовитого океана в рамках программы государственного мониторинга гидрохимического состояния и уровня загрязнения морской среды не проводились.

10. ШЕЛЬФ ПОЛУОСТРОВА КАМЧАТКА (Тихий океан)

10.1. Источники поступления загрязняющих веществ

Основными источниками загрязнения прибрежных вод Камчатки являются предприятия судоремонтной и рыбообработывающей промышленности, хозяйственно-бытовые стоки, суда торгового и рыбопромыслового флотов, а также речной (реки Авача и Паратунка впадают в Авачинскую губу; реки Большая Быстрая и Амчигача – в Охотское море) и береговой материковый стоки. Авачинская губа служит естественным приемником всех производственных и хозяйственно-бытовых стоков г. Петропавловска-Камчатского и других населенных пунктов, расположенных на ее берегах (Табл.10.1).

Таблица 10.1.

Объем сточных вод, поступивших с побережья полуострова Камчатка в Авачинскую губу в 2007–2008 гг.

| Район | 2007 г. | | | 2008 г. | | | 2009 г. | | |
|--------------------------|--------------------|-------------------------|------|--------------------|-------------------------|------|--------------------|-------------------------|------|
| | всего | в том числе без очистки | | всего | в том числе без очистки | | всего | в том числе без очистки | |
| Авачинская | тыс.м ³ | тыс.м ³ | % | тыс.м ³ | тыс.м ³ | % | тыс.м ³ | тыс.м ³ | % |
| губа: | 88689,3 | 13297,9 | 15,0 | 83623 | 24500 | 29,3 | 81174 | 15821 | 19,5 |
| Петропавловск-Камчатский | 84157,2 | 9467,8 | 11,3 | 79185 | 20643 | 26,1 | 76981 | 11972 | 15,5 |
| г. Вилучинск | 4532,1 | 3830,1 | 84,5 | 4438 | 3857 | 86,9 | 4193 | 3849 | 91,8 |

Суммарный объем сточных вод, поступивших в Авачинскую губу в 2009 г., составил 81,2 млн.м³, из которых 19,5% не прошли очистку. По сравнению с 2008 г. общий объем промышленных и хозяйственно-бытовых стоков уменьшился примерно на 3%. Поступление в 2009 г. в Авачинскую губу со стоком рек Авача и Паратунка загрязняющих веществ оценивается как: нефтяных углеводородов 743 тонна; фенолов 11 т; детергентов 72 т; взвешенных веществ 115465 т; нитритов 40 т; нитратов 1481 т; аммонийного азота 184 т; фосфатов 110 тонн.

10.2. Загрязнение вод Авачинской губы

В 2009 г. в Авачинской губе в соответствии с планом Камчатского УГМС было выполнено восемь гидрохимических съемок на 9 станциях II категории. Выполнение экспедиционных работ обеспечивалось силами специалистов ЦГМС на арендованном судне. План по отбору проб и по перечню определяемых ингредиентов выполнен на 100%. Предел определения фенолов в использо-

ванной методике химического анализа составляет 3 мкг/л (3 ПДК). Нефтяные углеводороды определялись методом ИК-спектрофотометрии на КН-2 с диапазоном определения концентрации в пределах 0,02–2,00 мг/л.

Среднее содержание НУ в морских водах в 2009 г. составило 0,04 мг/л (0,8 ПДК), что немного выше прошлогоднего значения (Табл.10.2). Наибольшее загрязнение морских вод НУ отмечалось в июне и в ноябре. Превышающая 1 ПДК концентрация НУ была зафиксирована в 30% проб. В июне средняя концентрация НУ составила 0,07 мг/л (1,4 ПДК). В южной части Авачинской губы этот показатель составил 0,32 мг/л (6,4 ПДК). Абсолютный максимум (13 ПДК) был зафиксирован также в июне в этом же районе на придонном горизонте. В ноябре практически во всех пробах отмечено превышение ПДК; среднемесячное содержание НУ составило в ноябре 0,08 мг/л (1,6 ПДК), максимум в ноябре (2 ПДК) зафиксирован в поверхностном слое в устье реки Авача.

Основными источниками поступления фенолов в Авачинскую губу являются речные воды и стоки промышленных предприятий, поэтому участки наиболее высокой концентрации локализованы в устьях рек Авача и Паратунка, а также в восточной части губы, где расположены выпуски сточных вод г. Петропавловска-Камчатского. Причинами загрязнения фенолами рек является затопленная при сплаве древесина, отходы сельскохозяйственного производства и сточные воды. Среднее содержание фенолов в 2009 г. осталось на уровне 2007–2008 гг. и составило 3 ПДК; абсолютный максимум (19 ПДК) отмечен в апреле в поверхностном слое в бухте Моховая. В 2009 г. в 61% проб концентрация фенолов превысила ПДК. Наиболее высокая среднемесячная концентрация фенолов (5 ПДК) была зафиксирована в апреле и августе.

СПАВ в воды Авачинскую губы поступают в основном с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, а также со стоком рек Авача и Паратунка. В 2008 г. среднее содержание СПАВ составило 0,4 ПДК; максимум (4,3 ПДК) был отмечен в западной части Авачинской губы в июне в поверхностном слое вод горизонте. Среднемесячное содержание СПАВ в течение года изменялось в пределах 0,019–0,085 мг/л (0,2–0,9 ПДК). Наиболее загрязненной в 2009 г. оказалась западная часть Авачинской губы. В 2009 г. концентрация СПАВ превысила ПДК в 3% проб (в 2008 г. – 21%).

Основным источником поступления фосфора в морскую среду является минерализация органических остатков и поверхностный сток. Содержание общего и минерального фосфора в водах Авачинской губы было в пределах фоновых значений. Средняя концентрация минерального фосфора в течение года в целом по толще вод изменялась в пределах от 17,0 до 28,0 мкг/л (средняя за год 23,4 мкг/л); общего фосфора – от 28,0 до 48 мкг/л (36,5 мкг/л). Максимальная концентрация минерального фосфора (71,0 мкг/л) и общего фосфора (113,0 мкг/л) отмечена в центральной части губы в октябре.

Среднегодовое содержание нитритов в водах Авачинской губы по сравнению с 2008 г. снизилось с 2,7 до 2,3 мкг/л. Среднемесячная концентрация нитритов во всей толще воды изменялась в пределах 1,2–4,0 мкг/л. Как правило, в придонном слое вод концентрация нитритов была выше. Среднегодовое содержание нитритов в поверхностном слое составило 2,4 мкг/л, а в придонном 2,9 мкг/л. Обычно увеличение содержания нитритов происходит в период массового от-

мирования фитопланктона и активизации процесса минерализации органического вещества. В 2009 г. наибольшая концентрация нитритов отмечалась, в основном, на придонных горизонтах в осенний период в центральной части Авачинской губы. Максимальная концентрация здесь была отмечена в октябре и составила 28,0 мкг/л.

Большое количество нитратов поступает с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, речным стоком и атмосферными осадками. В 2009 г. среднемесячная концентрация нитратов изменялась в пределах 18–108 мкг/л. Пик концентрации пришелся на период половодья (май–июнь). Максимальная концентрация составила 320 мкг/л в южной части акватории залива и 310 мкг/л в районе впадения реки Авача. Наибольшее содержание нитратов в 2009 г. отмечалось в северо-западной части Авачинской губы в районе впадения реки Авача.

Концентрация аммонийного азота в период наблюдений находилась в допустимых пределах (не выше 0,5 ПДК) и изменялась в диапазоне 19,0–404,0 мкг/л, составив в среднем для всей толщи вод 137,3 мкг/л. Сезонный ход характеризовался постепенным ростом концентрации с апреля по июль: со 154 мкг/л до 216 мкг/л. В последующие месяцы уровень загрязненности морских вод аммонийным азотом снизился до 69–79 мкг/л. По сравнению с предыдущим годом уровень загрязненности морских вод аммонийным азотом незначительно повысился.

Основным источником поступления кремния в Авачинскую губу является речной сток, поэтому наибольшая концентрация силикатов отмечается в периоды половодья и дождевых паводков в зонах влияния рек Авача и Паратунка. В 2009 г. максимальный сток этих рек пришелся на июнь, наибольшая концентрация кремнекислоты зафиксирована в поверхностном слое в районе впадения р. Авача. Минимальное содержание кремния было отмечено в апреле. Среднее содержание кремния в 2009 г. в толще вод составило 1510 мкг/л, в поверхностном слое 2661 мкг/л, в придонном слое 838 мкг/л. Обогащению глубинных вод силикатами препятствует вертикальная стратификация вод.

Кислородный режим в водах Авачинской губы в период наблюдений соответствовал обычным сезонным изменениям. Среднемесячное содержание растворенного кислорода изменялось в поверхностном слое в пределах 8,53–13,50 мг/л (в среднем за год – 11,58 мг/л); в толще вод 7,33–12,24 мг/л (9,62 мг/л); в придонном слое 5,96–11,18 мг/л (7,88 мг/л). В 2009 г. с установлением так называемого летнего типа стратификации вод Авачинской губы падает насыщенность глубинных слоев кислородом, особенно в центральной части. В этом районе из-за кругового режима постоянных течений образуется застой глубинных вод, а весенне-летний прогрев поверхностного слоя и речной сток формируют мощный слой скачка плотности, который препятствует проникновению кислорода в глубинные слои. В 2009 г. в среднем по толще вод кислородный минимум пришелся на июнь. В это время у входа в бухту Крашенинникова и в центральной части акватории губы содержание растворенного кислорода на придонном горизонте снижалось до уровня менее 1 ПДК (0,76 мг/л и 2,90 мг/л соответственно).

Расчетный индекс ИЗВ составил 1,20, что соответствует III классу – «умеренно-загрязненные» (Рис. 10.1). По сравнению с 2008 г. качество вод не изменилось.

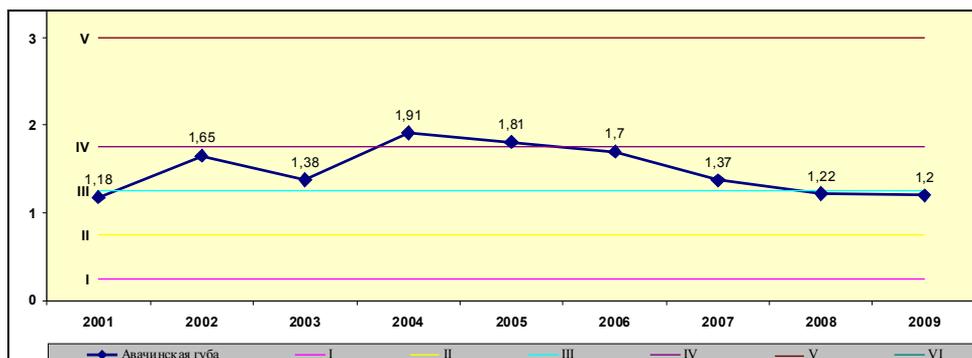


Рис. 10.1. Динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в водах Авачинской губы в период 2001–2009 гг.

10.3. Визуальные наблюдения за нефтяной пленкой

В 2009 г. визуальные наблюдения за нефтяной пленкой на поверхности моря проводились ГУ "Камчатское УГМС" на шести станциях. В Корфском заливе, в бухте Оссора (побережье Берингова моря) и на ГМС Петропавловский маяк в Авачинском заливе нефтяная пленка практически отсутствовала. На ГМС Никольское (остров Беринга) иногда отмечались небольшие нефтяные пятна, наиболее часто с мая по октябрь.

Наиболее загрязненной акваторией является Авачинская губа. При отсутствии льда ежедневно ГМС Петропавловск-Камчатский фиксировала покрытие 10% видимой части акватории губы нефтяной пленкой слабой интенсивности: 1–2 балла, 10–20% поверхности. На западном побережье губы (район поселка Озерная) отмечалась нефтяная пленка слабой интенсивности (1 балл). Она периодически покрывала до 10% видимой поверхности, особенно в период с мая по сентябрь.

Таблица 10.2.

Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Авачинской губы п-ова Камчатка в 2007–2009 гг.

| Район | Ингредиент | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | |
|-----------------|-----------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| Авачинская губа | НУ | 0,06 | 1,2 | 0,03 | 0,6 | 0,04 | 0,8 |
| | | 0,59 | 12 | 0,42 | 8 | 0,65 | 13 |
| | Фенолы | 3 | 3,0 | 3 | 3,0 | 3 | 3,0 |
| | | 12 | 12 | 22 | 22 | 19 | 19 |
| | СПАВ | 68 | 0,7 | 74 | 0,7 | 40 | 0,4 |
| | | 300 | 3,0 | 300 | 3,0 | 430 | 4 |
| | Азот аммонийный | 61 | < 0,1 | 112 | < 0,1 | 137 | < 0,1 |
| | | 226 | < 0,1 | 425 | 0,2 | 404 | 0,1 |
| | Растворенный кислород | 10,08 | | 9,50 | | 9,62 | |
| | | 4,72 | 0,8 | 1,30 | 0,2 | 0,76 | 0,1 |

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

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

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

Таблица 10.3.

Оценка качества морских прибрежных вод Авачинской губы
п-ова Камчатка в 2007–2009 гг.

| Район | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | | Среднее содержание ЗВ в 2009 г. (в ПДК) |
|-----------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| Авачинская губа | 1,37 | IV | 1,22 | III | 1,20 | III | НУ – 0,8; фенолы – 3; СПАВ – 0,4; O ₂ – 9,62 |

11. ОХОТСКОЕ МОРЕ

11.1. Общая характеристика

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

Зимой в северной части моря температура воды составляет -1,5⁰..-1,7⁰С. Летом прогревается только верхний слой толщиной в несколько десятков метров, под которым сохраняется холодный промежуточный слой с температурой -1,7⁰С. Толщина этого слоя составляет от нескольких десятков метров в юго-восточной части моря до 500–900 м в северо-западной и западной частях. Сезонное изменение температуры охватывает слой до горизонта 200–300 м. В южной части моря высокая температура воды на поверхности наблюдается на пути движения тихоокеанских вод с юго-востока на северо-запад. Зимой в районе Курильских островов температура воды на поверхности в среднем составляет примерно 3,5⁰С, а летом к 7–14⁰С; с глубиной температура понижается до 1,5–2,5⁰С на горизонте 400 м.

Соленость на поверхности в западной части изменяется в диапазоне 28–31‰, а в восточной она составляет 31–32‰ и более (до 33‰ вблизи Курильской гряды из-за воздействия тихоокеанских вод). В северо-западной части моря след-

ствие опреснения соленость на поверхности составляет менее 25‰, а толщина опресненного слоя – около 30–40 м. С глубиной происходит увеличение солености. На горизонтах 300–400 м в западной части моря она равна 33,5‰, в восточной – около 33,8‰; на горизонте 100 м соленость составляет 34‰ и далее ко дну она возрастает всего на 0,5–0,6‰.

В Охотском море наблюдается общая циклоническая циркуляция вод, сильно осложненная местными условиями. Эта циркуляция создается под воздействием двух основных факторов: преобладающего в среднем за год северо-западного направления ветра и компенсационного течения из океана. Характерные скорости течений составляют 5–10 см/с. В море выделяются следующие водные массы: собственно охотоморская (образуется в результате зимней конвекции и располагается в слое 0–200 м), промежуточная (образуется из-за приливной трансформации верхнего слоя тихоокеанских вод в Курильских проливах и располагается в слое от 200 до 500–800 м) и глубинная тихоокеанская (образуется теплыми водами Тихого океана).

Приливы преимущественно неправильные суточные (до 12,9 м у мыса Астрономического), хотя наблюдаются и смешанные. Вдали от берега скорости приливных течений невелики – 5–10 см/с, в проливах, заливах и у берегов – значительно больше. В Курильских проливах скорости течений доходят до 2–4 м/с. С октября по июнь море покрыто льдом, хотя в южной части моря лед держится не более трех месяцев в году, а крайняя южная часть никогда не замерзает. В зимнее время в Охотском море нет такого места, где полностью исключалось бы наличие льда. Осенью велика повторяемость штормов, сопровождающихся ветром, скорость которого достигает 30 м/с. Наблюдаются цунами, высота которых может достигать до 20 м при периоде 30–95 с, скорости распространения от 400 до 800 км/час и длине в несколько километров.

11.2. Загрязнение шельфа о. Сахалин. Район поселка Стародубское

В 2009 г. в шельфовой зоне о. Сахалин в районе поселка Стародубское мониторинг гидрохимического состояния и уровня загрязнения морских вод и донных отложений проводился Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск) на одной станции шесть раз в год в период с мая по октябрь. Шельфовая зона о. Сахалин подвержена загрязнению предприятиями угле-, нефте- и газодобычи, целлюлозно-бумажными комбинатами, рыбопромысловыми и перерабатывающими судами и предприятиями, муниципальными сточными водами коммунально-бытовых объектов. Значительную роль в загрязнении морских вод играет речной сток.

Концентрация **НУ** в прибрежных водах поселка изменялась от величин ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (0,020 мг/л) до 0,169 мг/л (3,4 ПДК, отмечено 16 июля). В августе также наблюдалось повышенное содержание НУ в морской воде (0,140 мг/л), тогда как в остальные месяцы оно было существенно ниже ПДК. Среднегодовая величина составила 0,067 мг/л (Табл.11.1). Содержание **фенолов** в прибрежных водах была относительно стабильной в течение теплого периода года и изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л), до 3,2 мкг/л (3,2 ПДК, август); среднегодовое значение (2,1 мкг/л) незначительно превысило уровень предыдущих лет.

Уровень загрязненности морских вод **СПАВ** немного повысился, составив в среднем 0,2 ПДК, как и в прошлом году. Содержание **тяжелых металлов** в водах поселка несколько изменилось по сравнению с предыдущими годами: примерно в 2 раза выросла концентрация меди (средняя за период наблюдений составила 1,3 ПДК, наибольшие значения отмечены в конце лета – начале осени) и цинка в 2–4 раза, хотя ни среднее, ни максимальное значение не достигали норматива. В то же время уровень присутствия кадмия и свинца в водке не превышал 0,1 ПДК даже для максимума, а в целом концентрация этих металлов немного снизилась или осталась на прошлогоднем уровне.

Содержание **биогенных** элементов в водах района в целом было в пределах естественной многолетней изменчивости: средняя концентрация фосфатов составила 159 мкг/л, максимальная 709 мкг/л; силикатов 801 и 1680 мкг/л; аммонийного азота 333 и 1528 мкг/л; нитритов 5,3 и 8,2 мкг/л; нитратов 19 и 59 мкг/л соответственно. Следует отметить значительное увеличение содержания аммонийного азота, достигавшего 0,5 ПДК и ионов кремниевой кислоты – почти 1,7 ПДК для пресных вод, однако в морской среде такие сезонные колебания концентрации допустимы вследствие неравномерности развития планктонных сообществ.

Концентрация взвешенных в воде веществ была в пределах 18–31 мкг/л, а содержание растворенного и легкоокисляемого органического вещества по БПК₅ изменялось от 1,1 до 3,2 мгО₂/л. **Кислородный** режим в целом соответствовал сезонной изменчивости: пониженные величины отмечены в мае и октябре (64–65% насыщения) и повышенные летом (125–158%). Концентрация О₂ варьировала от 6,8 до 11,70 мг/л, составив в среднем 9,40 мг/л. В 2009 г. качество вод на фоновой станции в районе пос. Стародубское по индексу загрязненности вод (1,33) соответствовало IV классу – "загрязненные" (Табл.11.2). По сравнению с 2008 г. отмечено существенное ухудшение качества морских вод в этом районе, значение индекса **ИЗВ** повысилось 2 раз за счет увеличения содержания практически всех контролируемых загрязняющих веществ.

В 2009 г. загрязнение **донных отложений** в шельфовой зоне о. Сахалин в районе пос. Стародубское в целом существенно снизилось. И среднегодовая, и максимальная концентрация нефтяных углеводородов уменьшилась по сравнению с 2008 г. в 3–4 раза. Содержание НУ в донных отложениях находилась в диапазоне от 26 до 58 мкг/г сухого остатка. Среднее содержание фенолов хотя и было в 2 раза выше, чем в 2008 г., однако точно совпадало с уровнем 2007 г. Следует ожидать постепенного и существенного снижения загрязнения вод и донных отложений фенолами в районе п. Стародубское вследствие закрытия Долинского ЦБЗ, сточные воды которого являлись основным источником поступления фенолов в морскую среду. Содержание меди в донных отложениях (пределы изменения 2,7–5,7 мкг/г, max 0,2 ПДК) и цинка 4,9–16,9 мкг/г, max 0,1 ПДК) крайне незначительно увеличилось, в то время как свинца (0,9–3,3 мкг/г) и кадмия (все значения ниже предела обнаружения 0,01 мкг/г) существенно снизилось. Существенного изменения уровня загрязнения морских осадков в районе контроля не наблюдалось, а отложения могут рассматриваться как относительно чистые.

11.3. Залив Анива

В 2009 г. в заливе Анива в районе порта г. Корсакова (3 станции) и у поселка Пригородное (3 ст.) мониторинг гидрохимического состояния и уровня загрязнения морских вод и донных отложений проводился Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск) шесть раз в год в период с мая по октябрь.

Концентрация **НУ** в прибрежной акватории залива Анива изменялась от значений ниже предела обнаружения 0,02 мг/л до 0,62 мг/л (12,4 ПДК, пос. Пригородное) и 0,65 мг/л (13 ПДК, порт Корсаков). В обоих районах контроля повышенные значения были отмечены в мае и сентябре, а в остальные месяцы обычно были на уровне одного ПДК или ниже. Средняя за год величина составила 0,11 мг/л (2,2 ПДК). Содержание фенолов в водах залива изменялось от значений ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л) до 2,1 мкг/л (п. Пригородное) и 2,5 (г. Корсаков). Оба максимума были отмечены в мае. Средняя концентрация составила 1,1 мкг/л (1,1 ПДК). Уровень загрязнения вод залива СПАВ был в целом невысоким. В значительной части проб их содержание было ниже предела обнаружения 0,01 мг/л. В районе г. Корсаков максимум достигал 0,044 мг/л (0,4 ПДК, май). Концентрация **металлов** в водах залива была немного выше в районе порта Корсаков. У п. Пригородное содержание кадмия и свинца даже по максимальной концентрации не достигала 0,1 ПДК, а наиболее высокие значения для меди достигали 1,3 ПДК (10,2 мкг/л). В районе порта все четыре металла демонстрировали существенно более высокие величины, максимальная концентрация меди достигала 4,0 ПДК, цинка 2,0 ПДК, свинца 0,5 ПДК, а кадмия 0,1 ПДК. По сравнению с прошлым годом концентрация большинства металлов возросла в 1,2–2,0 раз. Наиболее высокие значения были отмечены в мае и сентябре.

Концентрация различных форм **биогенных** элементов в водах залива в целом была в пределах естественной изменчивости: в районе пос. Пригородное средняя концентрация фосфатов составила 14 мкг/л, максимальная 23 мкг/л; силикатов 383 и 765 мкг/л; аммонийного азота 54 и 153 мкг/л; нитритов 3,7 и 10,9 мкг/л; нитратов 23 и 107 мкг/л соответственно; у г. Корсаков: фосфатов составила 30 мкг/л, максимальная 104 мкг/л; силикатов 463 и 2312 мкг/л; аммонийного азота 64 и 201 мкг/л; нитритов 10,7 и 28,0 мкг/л; нитратов 164 и 746 мкг/л. Значительный разброс между минимальными и максимальными значениями отражает сезонные изменения концентрации биогенных элементов в воде в зависимости от этапа сукцессионного развития планктонных сообществ.

Концентрация взвешенных в воде веществ у порта Корсаков была существенно более низкой: средняя 18 мг/л (диапазон от менее 5 до 50 мг/л), а у пос. Пригородное средняя составила 37 мг/л (<5–149 мкг/л, максимум в сентябре). Содержание растворенного органического вещества по БПК₅ изменялось от значений ниже предела обнаружения (1,0 мгО₂/л) до 6,4 мгО₂/л, среднее значение у Корсакова 3,1 мгО₂/л, у п. Пригородное 2,0 мгО₂/л. **Кислородный** режим в целом соответствовал норме для вод залива: немного повыше показатели в районе Пригородного (среднее 8,1 мг/л, минимальное 6,3 мг/л – 76,4%), у г. Корсакова минимальная концентрация составила 0,9 норматива (5,1 мг/л, 56,1% насыщения), а средняя за период наблюдений 7,9 мг/л.

В 2009 г. на основании рассчитанного по результатам наблюдений индекса ИЗВ у г. Корсакова (1,5) и у пос. Пригородное (1,4) воды залива Анива могут быть отнесены к IV классу – "загрязненные" (Табл.11.2). По сравнению с 2008 г. отмечено ухудшение качества морских вод в районе пос. Пригородное.

В **донных отложениях** прибрежной зоны залива Анива содержание нефтяных углеводородов сильно зависело от локализации места исследования. У пос. Пригородное средняя концентрация составила 0,2 ДК, а максимальная достигала 1,0 ДК; диапазон от менее 5 до 48 мкг/г (Табл.11.2). В районе порта г. Корсаков содержание НУ было значительно выше и достигало в среднем 5 ДК, а максимум доходил до 16 ДК; диапазон 25–792 мкг/г. Содержание металлов также было существенно выше во втором районе и варьировало у г. Корсаков в пределах: медь 4,5–24,1 мкг/г (средняя 11,7 мкг/г, 0,7 ПДК); цинк 10,1–36,5 мкг/г (22,9 мкг/г); кадмий <0,01–0,10 мкг/г (0,10 мкг/г); свинец 2,50–14,7 мкг/г (6,0 мкг/г). У пос. Пригородное только концентрация меди достигала 0,3 ДК, остальные металлы были 0,1 ПДК или менее. В целом концентрация нефтяных углеводородов, фенолов и всех определяемых металлов в 2009 г. была ниже предыдущего года.

Таблица 11.1.

Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах и донных отложениях шельфа о. Сахалин в 2007–2009 гг.

| Район | Ингредиент | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | |
|----------------------|------------------|---------|------|---------|------|---------|------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| пос. Стародубское | НУ | 0,05 | 1,0 | 0,02 | 0,4 | 0,067 | 1,3 |
| | | 0,12 | 2,4 | 0,04 | 0,8 | 0,169 | 4,4 |
| | Фенолы | 1 | 1,0 | 0,8 | 0,8 | 2,1 | 2,1 |
| | | 3 | 3,0 | 1,6 | 1,6 | 3,2 | 3,2 |
| | СПАВ | 0,016 | 0,2 | 0,015 | 0,2 | 0,024 | 0,2 |
| | | 0,042 | 0,4 | 0,032 | 0,3 | 0,060 | 0,6 |
| | Кадмий | 0,5 | <0,1 | 0,4 | <0,1 | 0,4 | <0,1 |
| | | 1,2 | 0,1 | 0,9 | <0,1 | 0,7 | <0,1 |
| | Медь | 4,2 | 0,8 | 2,8 | 0,6 | 6,3 | 1,3 |
| | | 6,3 | 1,3 | 5,3 | 1,1 | 10,2 | 2,0 |
| | Цинк | 4,4 | <0,1 | 8,0 | 0,2 | 19,4 | 0,4 |
| | | 9,6 | 0,2 | 11,4 | 0,2 | 40,8 | 0,8 |
| | Свинец | 2,4 | 0,2 | 1,0 | 0,1 | 0,7 | <0,1 |
| | | 4,4 | 0,4 | 4,2 | 0,4 | 2,7 | <0,1 |
| | Аммонийный азот | 49 | <0,1 | 149 | <0,1 | 333 | 0,1 |
| | | 61 | <0,1 | 652 | 0,2 | 1528 | 0,5 |
| | БПК ₅ | | | | | 2,1 | |
| | | | | | | 3,2 | |
| | Кислород | 9,7 | | 9,4 | | 9,4 | |
| | | 7,4 | | 6,8 | | 6,8 | |
| Порт г. Корсакова | НУ | 0,11 | 2,2 | 0,15 | 3,0 | 0,11 | 2,2 |
| | | 0,46 | 9 | 0,71 | 14 | 0,65 | 13 |
| | Фенолы | 1,5 | 1,5 | 1,15 | 1,5 | 1,2 | 1,2 |
| | | 7 | 7 | 6,4 | 6 | 2,5 | 2,5 |

| | | | | | | | |
|---------------------------|------------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| | СПАВ | 0,012 0,053 | 0,1 0,5 | 0,036 0,136 | 0,4 1,4 | 0,021 0,044 | 0,2 0,4 |
| | Кадмий | <0,3 <0,3 | <0,1 <0,1 | 0,6 1,7 | <0,1 0,2 | <0,3 1,2 | <0,1 0,1 |
| | Медь | 5,7 11,7 | 1,1 2,3 | 5,7 16,4 | 1,1 3 | 9,2 19,9 | 1,8 4,0 |
| | Цинк | 10,1 26,0 | 0,2 0,5 | 20,7 88,5 | 0,4 1,8 | 38,5 104,0 | 0,8 2,0 |
| | Свинец | 2,7 27,9 | 0,3 2,8 | 1,1 5,7 | 0,1 0,6 | 1,1 4,7 | 0,1 0,5 |
| | Аммонийный азот | 52 375 | <0,1 0,1 | 118 337 | <0,1 0,1 | 64 201 | <0,1 <0,1 |
| | БПК ₅ | | | | | 3,1 6,4 | |
| | Кислород | 8,71 5,80 | | 8,5 6,6 | | 7,9 5,1 | 0,9 |
| Район пос. Пригородное | НУ | 0,08 0,62 | 1,6 12 | 0,09 0,49 | 1,8 10 | 0,12 0,62 | 2,4 12 |
| | Фенолы | 1 6 | 1 6 | 0,9 4,6 | 0,9 5 | 0,9 2,1 | 0,9 2,1 |
| | СПАВ | 0,014 0,046 | 0,1 0,5 | 0,016 0,051 | 0,2 0,5 | 0,016 0,031 | 0,2 0,3 |
| | Кадмий | <0,3 <0,3 | <0,1 <0,1 | 0,08 0,23 | <0,1 0,2 | <0,3 <0,3 | <0,1 <0,1 |
| | Медь | 4,9 14,9 | 1,0 3,0 | 5,3 22,0 | 1,1 4 | 7,3 14,8 | 1,5 3,0 |
| | Цинк | 4,3 8,3 | <0,1 0,2 | 21,3 112,5 | 0,4 2,3 | 33,8 78,2 | 0,7 1,6 |
| | Свинец | 1,1 4,9 | 0,1 0,5 | 1,0 4,7 | 0,1 0,5 | 0,7 3,1 | <0,1 0,3 |
| | Аммонийный азот | 21 47 | <0,1 <0,1 | 17 72 | <0,1 <0,1 | 54 153 | <0,1 <0,1 |
| | БПК ₅ | | | | | 2,0 5,0 | |
| | Кислород | 9,70 8,40 | | 9,43 7,50 | | 8,1 6,3 | |
| Донные отложения | | | | | | | |
| пос. Стародубское | НУ | 100 230 | 2,0 5 | 143 190 | 2,9 3,8 | 37 58 | 0,7 1,2 |
| | Фенолы | 0,4 0,7 | | 0,18 | | 0,4 0,5 | |
| | Медь | 4,00 6,20 | 0,1 0,2 | 3,0 4,9 | <0,1 0,1 | 3,9 5,7 | 0,1 0,2 |
| | Цинк | 10,2 20,5 | <0,1 0,1 | 9,8 14,7 | <0,1 0,1 | 10,4 16,9 | <0,1 0,1 |
| | Кадмий | 0,04 0,06 | <0,1 <0,1 | 0,31 1,13 | 0,4 1,4 | <0,01 <0,01 | <0,1 <0,1 |
| | Свинец | 2,6 4,1 | <0,1 <0,1 | 6,2 11,9 | <0,1 0,1 | 2,2 3,3 | <0,1 <0,1 |

| | | | | | | | |
|----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| порт г. Корсакова | НУ | 240 | 5 | 166 | 3 | 243 | 5 |
| | | 470 | 9 | 655 | 13 | 792 | 16 |
| | Фенолы | 0,5 | | 0,3 | | <0,3 | |
| | | 0,70 | | 0,5 | | 0,5 | |
| | Медь | 86,0 | 2,5 | 44,9 | 1,3 | 11,7 | 0,3 |
| | | 251,0 | 7 | 115,1 | 3,3 | 24,1 | 0,7 |
| | Цинк | 124,0 | 0,9 | 64,7 | 0,5 | 22,9 | 0,2 |
| | | 264,0 | 1,9 | 346,6 | 1,5 | 36,5 | 0,3 |
| | Кадмий | 0,11 | 0,1 | 0,50 | 0,6 | 0,1 | 0,1 |
| | | 0,60 | 0,8 | 1,13 | 1,4 | 0,1 | 0,1 |
| | Свинец | 41,00 | 0,5 | 33,2 | 0,4 | 6,0 | <0,1 |
| | | 97,90 | 1,2 | 88,4 | 1,0 | 14,7 | 0,2 |
| пос. Пригородное | НУ | 19 | 0,4 | 12 | 0,2 | 9 | 0,2 |
| | | 63 | 1,3 | 73 | 1,5 | 48 | 1,0 |
| | Фенолы | 0,4 | | 0,1 | | < 0,3 | |
| | | 0,7 | | 0,3 | | < 0,3 | |
| | Медь | 4,0 | 0,1 | 5,4 | 0,2 | 3,4 | < 0,1 |
| | | 11,9 | 0,3 | 10,8 | 0,3 | 11,6 | 0,3 |
| | Цинк | 10,2 | < 0,1 | 11,8 | < 0,1 | 6,2 | < 0,1 |
| | | 26,4 | 0,2 | 29,9 | 0,2 | 10,3 | < 0,1 |
| | Кадмий | 0,05 | < 0,1 | 0,36 | 0,5 | 0,1 | 0,1 |
| | | 0,18 | 0,2 | 1,20 | 1,5 | 0,1 | 0,1 |
| | Свинец | 2,8 | < 0,1 | 5,8 | < 0,1 | 1,6 | < 0,1 |
| | | 5,6 | < 0,1 | 12,0 | 0,1 | 3,0 | < 0,1 |

Примечания: 1. Концентрация (С*) нефтяных углеводородов, СПАВ, и растворенного в воде кислорода приведена в мг/л; БПК₅ в мгО₂/л; фенолов, металлов и аммонийного азота в мкг/л. В донных отложениях концентрация НУ, фенолов и металлов приведена в мкг/г. Для донных отложений допустимый уровень концентрации ингредиента (ДК) приведен в Табл.1.5.

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

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

Таблица 11.2.

Оценка качества морских вод Охотского моря
в шельфовой зоне о. Сахалин в 2007–2009 гг.

| Район | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | | Содержание ЗВ в 2009 г. (ПДК) |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| поселок Стародубское | 0,87 | III | 0,60 | II | 1,33 | IV | НУ–1,3; фенолы – 2,1; медь – 1,3; О ₂ – 0,64 |
| порт Корсаков | 1,39 | IV | 1,59 | IV | 1,50 | IV | НУ – 2,2; фенолы – 1,2; медь – 1,8; О ₂ – 0,8 |
| поселок Пригородное | 1,06 | III | 1,13 | III | 1,4 | IV | НУ – 2,4; фенолы – 0,9; медь – 1,5; О ₂ – 0,7 |

12. ЯПОНСКОЕ МОРЕ

12.1. Общая характеристика

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

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

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

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

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

Ледообразование начинается уже в октябре, а последний лед задерживается на севере иногда до середины июня. На севере моря лед образуется ежегодно, а к югу от Татарского пролива устойчивое льдообразование ежегодно наблюдает-

ся только в глубоко вдающихся в материк заливах и бухтах. Припай развит незначительно. Толщина ледяного покрова в середине февраля доходит до 1 м.

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

12.2. Источники загрязнения

Прибрежная зона залива Петра Великого является одним из самых густонаселенных районов российского Дальнего Востока, поэтому акватория залива подвергается интенсивному антропогенному воздействию. В прибрежные морские воды поступают большие объемы загрязняющих веществ из различных источников: организованных выпусков сточных вод промышленных объектов и жилых массивов, речного и ливневого стока, сброса твердых отходов и мусора в море. Основные источники загрязнения залива Петра Великого расположены в городах Владивосток, Находка, Уссурийск, Дальнегорск и Большой Камень. Дополнительную нагрузку на морскую среду оказывает развернувшееся масштабное строительство объектов к саммиту АТЭС в 2012 г., а также реализация проектов строительства трубопроводных систем Восточная Сибирь – Тихий океан.

Материалы о поступлении загрязняющих веществ в морскую воду залива Петра Великого предоставлены региональным отделом Водных ресурсов по Приморскому краю на основании таблиц 2ТП-водхоз. По состоянию на 01.01.2010 г. 194 водопользователя Приморского края сбрасывают сточные воды в поверхностные водные объекты 513 организованными выпусками. Всего за 2009 г. было сброшено в поверхностные водные объекты 422,83 млн.м³/год, из них загрязненных 337,48 млн.м³/год (79,8%), включая 285,4 млн.м³/год без очистки (67,5%) 52,08 млн.м³/год (12,3%) недостаточно-очищенных; 59,42 млн.м³/год (14%) нормативно-чистых и 25,93 млн.м³/год (6,1%) нормативно-очищенных. Непосредственно через канализационные и ливневые выпуски в морские воды сбрасывается 89 млн.м³/год сточных вод, из них 75,9% неочищенные. Остальные загрязненные воды поступают через стоки рек. В бухту Золотой Рог сбрасывается 62,42 млн.м³/год, из них 92% неочищенных, а в Амурский залив 29,28 млн.м³/год, из них 99,99% неочищенных. Наибольший вклад в загрязнение морских вод вносит г. Владивосток, сбрасывающий 95,7% неочищенных сточных вод в бухты Золотой Рог и Диомид, пролив Босфор Восточный, Амурский и Уссурийский заливы. В залив Находка сбрасывается 15,61 млн.м³/год, из них 77,2% очищенных и лишь 22,8% неочищенных.

В залив Петра Великого со сточными водами предприятий в 2009 г. поступило 12 тыс.т органических веществ по БПК_{полн.}, 31,65 т нефтяных углеводородов, 5,8 тыс.т взвешенных веществ, 1392,3 тыс.т аммонийного азота, 115,1 тыс.т железа, 212,2 т фосфора, 29,3 т нитритов, 537,7 т нитратов, 24,4 т хлоридов, 1,54 т сульфатов, 108,5 т СПАВ, 3,2 т фенолов, 0,8 т меди, 1,6 т цинка, 486,7 т жиров, 2 т алюминия, 27,2 кг свинца, 34,6 кг никеля, 2,6 кг хрома.

12.3. Бухта Золотой Рог

В 2009 г. гидрохимические исследования Японского моря проводились Центром мониторинга окружающей среды Приморского УГМС (г. Владивосток) в шести прибрежных районах залива Петра Великого: в бухтах Золотой Рог (5 станций, Рис. 12.1), Диомид и в проливе Босфор Восточный с июня по ноябрь, в Амурском заливе в сентябре и октябре, в Уссурийском заливе с августа по октябрь, и в заливе Находка наблюдения проводились в октябре. Работы осуществлялись в рамках программы Государственной системы наблюдений (ГСН) за состоянием загрязнения морских водных объектов.

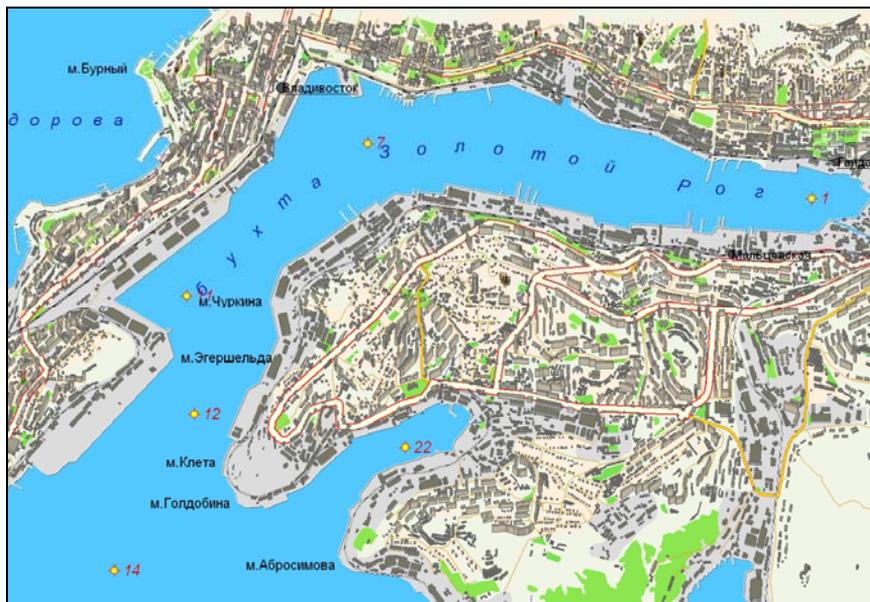


Рис. 12.1. Станции отбора проб в бухтах Золотой Рог и Диомид в 2009 г.

В 2009 г. уровень загрязнения вод бухты Золотой Рог **нефтяными углеводородами** хотя и снизился, но остался очень высоким. По сравнению с прошлым годом среднегодовое содержание (0,17 мг/л, 3,6 ПДК) уменьшилось в 2,5 раза (Табл.12.1). Превышение предельно допустимой концентрации наблюдалось в 76,9% проб. Диапазон изменений был очень большим: 0,01–1,67 мг/л (33,4 ПДК). Максимальное значение, отмеченное в июне на 1 станции и превышающее уровень прошлого года, рассматривается как случай ВЗ. Там же было зафиксировано минимальное содержание растворенного кислорода (2,39 мг/л, уровень ВЗ). По визуальным наблюдениям вся поверхность бухты Золотой Рог покрыта нефтяной пленкой интенсивностью 1–5 балла (степень покрытия пятнами водной поверхности не менее 51%). В большей части случаев наблюдений (70,6% случаев) степень покрытия достигала 91–100%, а интенсивность пятен составляла 1–3 балла. Приморским УГМС совместно с институтом защиты моря Морского государственного университета им. Г.И. Невельского были выполнены 3 и 16 июня 2009 г. исследования загрязнения НУ морских вод в бухте Золотой Рог на 42 станциях в приповерхностном слое 0–10 см. 3 июня концентрация

НУ изменялась в интервале 1,6–47 ПДК (0,08–2,35 мг/л); 16 июня 1,2–12 ПДК (0,06–0,60 мг/л). Можно констатировать снижение содержания НУ в водах бухты по сравнению с 2008 г., когда в октябре были отмечены максимальные концентрации 78,8 ПДК (3,94 мг/л) и 424 ПДК (21,2 мг/л). Однако следует иметь в виду, что наблюдения проводились в разное время года и температурные условия, имеющие существенное значение для процессов разложения НУ и процессов самоочищения вод, очень сильно отличались.

Среднее содержание **фенолов** по сравнению с предыдущим годом существенно снизилось с 3 до 1,7 ПДК; диапазон изменения концентрации 0,3–9,3 мкг/л. Максимальная концентрация (9,3 ПДК) зафиксирована в ноябре в вершине бухты в поверхностном слое. Превышение предельно-допустимой концентрации наблюдалось в 72,3% проб. Среднегодовая концентрация **АПАВ** в водах бухты (112 мкг/л, 1,1 ПДК) показывает стойкую тенденцию к увеличению в течение последних пяти лет, хотя максимальное значение в 2009 г. (186 мкг/л, вершина бухты, сентябрь, поверхностный слой) было немного ниже прошлогоднего. В 64% проб концентрация детергентов превышала предельно допустимую.

Уровень загрязнения вод бухты **пестицидами** изменился незначительно по сравнению с предыдущим периодом. Среднегодовая концентрация α -ГХЦГ снизилась с 5,3 до 0,2 нг/л, максимальное значение (1,3 нг/л) зафиксировано на выходе из бухты в июне; среднее содержание γ -ГХЦГ в 2009 г. увеличилось с 0,0 до 0,6 нг/л, максимум (10,5 нг/л, 1,1 ПДК) зафиксирован на выходе из бухты в придонном слое в июне. Средняя и максимальная концентрация пестицидов группы ДДТ также изменилась незначительно: ДДТ 1,1 и 4,0 нг/л (июнь, на выходе из бухты на промежуточном горизонте); ДДД 0,9 и 7,8 нг/л (в ноябре на выходе из бухты) и ДДЭ 0,2 и 9,3 нг/л (сентябрь в вершине бухты у дна) соответственно. В целом следует отметить достаточно высокий уровень загрязнения вод бухты пестицидами в течение многих лет, особенно с учетом превышения концентрации «свежего» линдана в 2009 г. выше норматива.

Среднегодовая концентрация определяемых в водах бухты **металлов** не превышала ПДК (медь, железо, цинк, свинец, марганец, кадмий, кобальт, никель и ртуть). Максимальная концентрация железа в июне в вершине бухты составила почти 12 ПДК; цинка 1,7 ПДК в июне в центральной части бухты в придонном слое, кадмия 1,9 ПДК в июле на выходе из бухты в поверхностном горизонте. Максимальная концентрация ртути в ноябре на выходе из бухты достигла уровня ВЗ и составила 3,2 ПДК. Хотя среднее значение уровня загрязненности вод бухты ртутью повысился незначительно до 0,4 ПДК, однако максимальное значение почти вернулось на очень высокий уровень 2007 г. (4,6 ПДК).

Среднее содержание аммонийного **азота** в водах бухты составило 0,1 ПДК (264 мкг/л), минимум составил 170 мкг/л, максимум (0,4 ПДК, 1078 мкг/л) был отмечен в октябре в вершине бухты. По сравнению с 2008 г. уровень загрязненности вод бухты азотом аммонийным практически не изменился. Концентрация нитритов в морской воде изменялась в диапазоне 0,0–49,0 мкг/л (0,6 ПДК), составив в среднем 8,6 мкг/л; максимум был зафиксирован в июле в поверхностном слое в вершине бухты. Концентрация нитратов изменялись в диапазоне 2,5–444 мкг/л, составив в среднем 97,0 мкг/л. Максимальная величина была отмечена в ноябре в поверхностном слое в вершине бухты. По сравнению с 2008 г. от-

мечен рост среднегодовой концентрации нитратов в 3,9 раз. И максимальная (диапазон изменчивости 621–2748 мкг/л), и среднегодовая концентрация общего азота (1153 мкг/л) остались на прежнем уровне, а степень загрязненности вод бухты общим азотом практически не изменилась.

Среднегодовая концентрация **фосфатов** минерального фосфора в 2009 г. составила 38,0 мкг/л, максимальная (174 мкг/л (0,9 ПДК) зафиксирована в июне в вершине бухты. По сравнению с 2008 г. отмечено увеличение содержания минерального фосфора в 1,5 раза. Среднее содержание общего фосфора составило 51,0 мкг/л, а максимум (июнь, поверхность, вершина бухты) – 351,0 мкг/л. По сравнению с 2008 г. содержание общего фосфора в бухте практически не изменилось. Среднегодовая концентрация кремния в бухте составила 347 мкг/л, максимальная (897 мкг/л) зафиксирована в июле на станции №14. По сравнению с прошлым годом отмечено снижение среднегодового содержания кремния в 1,4 раза.

В 2009 г. среднегодовое содержание взвешенных веществ составило 24,8 мг/л, а максимальное достигало в июне в вершине бухты очень высокой величины 782,7 мг/л. **Кислородный режим** в течение исследуемого периода остался на уровне предыдущего года и составил в среднем в толще воды 92,1% насыщения (8,18 мг/л). В теплое время года, как обычно, кислородный режим в водах бухты ухудшался: отмечено 15 случаев снижения концентраций растворенного кислорода ниже 6 мг/л, а самая низкая величина (2,39 мг/л, 27,2%) наблюдалось в июне в вершине бухты в придонном горизонте. В 2009 г. концентрация растворенного кислорода была ниже 100% насыщения в 66,2% проб воды.

По **ИЗВ** (1,73) качество вод бухты соответствовало IV классу ("загрязненные"), однако на самой верхней границе класса вблизи уровня «грязных» вод. По сравнению с 2008 г. качество вод значительно улучшилось за счет снижения уровня загрязнения нефтяными углеводородами и фенолами. Однако в целом воды бухты являются наиболее загрязненными на всей акватории дальневосточных морей.

В сентябре и ноябре 2009 г. в **донных отложениях** бухты Золотой Рог содержание НУ достигало 11,46 и 13,61 мг/г сухого вещества соответственно. По сравнению с 2008 г. отмечено повышение среднего значения почти в 2 раза, однако оно было существенно ниже уровня предыдущего года: 2005 – 1,44; 2006 – 12,85; 2007 – 15,83; 2008 – 4,9 и 2009 – 8,15 мг/л. Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов в 2009 г. превысило допустимый уровень концентраций (ДК) в 163 раза, а максимальное – в 272,2 раза в центральной части на изгибе бухты. Превышение допустимого уровня концентраций отмечалось в 100% проб, поскольку даже минимальные значения (3,29 и 3,86 мг/г соответственно) более чем полсотни раз выше используемого для оценки норматива.

Содержание фенолов изменялось в пределах от 3,50 до 7,90 мкг/г (в среднем 5,18 мкг/г). Наиболее высокая концентрация отмечена в пробах, отобранных в ноябре на выходе из бухты. Уровень загрязненности донных отложений фенолами по сравнению с предыдущим годом понизился более, чем в 2 раза.

Концентрация α -ГХЦГ в пробах донных отложений изменялась в диапазоне 0,2–5,6 нг/г сухого вещества (в среднем 5,6 нг/г), γ -ГХЦГ – в диапазоне 0,1–

0,9 нг/г (0,5 нг/г). В 2009 г. в бухте Золотой Рог средняя за год суммарная концентрация изомеров группы ГХЦГ по сравнению с 2008 г. уменьшилась с 6,6 до 3,4 нг/г. Максимальная концентрация α -ГХЦГ отмечена на выходе из бухты. ХОП группы ДДТ присутствовали в донных отложениях бухты в значительном количестве, хотя и существенно меньше предыдущего года. Максимальная концентрация составила: ДДТ – 7,3 нг/г; ДДЭ – 32,8 нг/г; ДДД – 38,6 нг/г; средние значения 3,1; 19,2 и 11,0 нг/г соответственно. Максимальные величины ХОП группы ДДТ были зафиксированы в центральной части на изгибе бухты.

Содержание меди в донных отложениях бухты Золотой Рог в среднем составило 138,0 мкг/г сухого остатка (максимум 252,0 мкг/г); свинца – 139,1 мкг/г (336,0 мкг/г); кадмия – 2,5 мкг/г (4,7 мкг/г); кобальта – 4,6 мкг/г (7,5 мкг/г); никеля – 14 мкг/г (21 мкг/г); цинка – 234 мкг/г (507 мкг/г); марганца – 188 мкг/г (376 мкг/г); хрома – 45 мкг/г (63 мкг/г) и ртути – 0,77 мкг/г (1,76 мкг/г). По-прежнему очень высоким было содержание железа – в среднем 32992 мкг/г, максимум составил 77895 мкг/г сухого остатка. Превышение допустимой концентрации меди отмечено в 100% проб. Среднегодовое содержание меди составило 3,8 ДК (максимальное 7 ДК), кадмия 3,1 ДК (6 ДК), свинца 1,6 ДК (4 ДК), цинка 1,7 ДК (3,6 ДК) и ртути 2,6 ДК (6 ДК). По сравнению с 2008 г. среднегодовая концентрация меди, железа, свинца, ртути, хрома и марганца в донных отложениях бухты Золотой Рог увеличилась.

12.4. Пролив Босфор Восточный

В 2009 г. гидрохимические наблюдения за состоянием акватории пролива Босфор Восточный проводились с июня по ноябрь на 3 станциях ГСН и 6 дополнительных станциях (Рис. 12.2). Среднее содержание снизилось по сравнению с 2008 г. с 8 до 3,6 ПДК. Концентрация **НУ** в морской воде изменялась от значений ниже предела обнаружения до 2,4 мг/л (48 ПДК, уровень В3, октябрь, поверхностный слой вод в центральной узкой части пролива). Еще однажды концентрация нефтяных углеводородов превышала уровень В3 (31 ПДК) в районе мыса Безымянный в придонном слое, в ноябре. Равенство или превышение ПДК было отмечено в 81,7% проб; из них в 21,7% концентрация НУ была выше 5 ПДК. По визуальным наблюдениям в 41,7% случаев степень покрытия поверхности воды пролива Босфор Восточный нефтяной пленкой составляла 71% и более, а интенсивность пятен была 1–2 балла.

Концентрация **фенолов** в пробах воды варьировала от 0,4 до 5,9 мкг/л. Среднегодовая концентрация составила 1,1 мкг/л (1,1 ПДК), что ниже прошлогодней в 1,8 раза; максимальная концентрация (5,9 ПДК) зафиксирована в районе мыса Безымянный. Концентрация анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) в морских водах изменялась в пределах 28–112 мкг/л (1,1 ПДК, промежуточный горизонт, сентябрь, на выходе из бухты Улисс). Среднегодовая концентрация АПАВ составила 0,66 ПДК.

В 2009 г. максимальная концентрация **пестицидов** α -ГХЦГ (1,0 нг/л, снизилась в 8 раз по сравнению с 2008 г.) была отмечена в ноябре на промежуточном горизонте у мыса Новосильского; γ -ГХЦГ (1,9 нг/л, возросла в 2 раза) там же в сентябре; ДДЭ (21,1 нг/л) – в сентябре на промежуточном горизонте у бухты Улисс; ДДД (17,4 нг/л, рост в 6,3 раза) в придонном слое у мыса Безымянного в

сентябре; ДДТ (2,8 нг/л, снизилось в 2,1 раза) – там же в ноябре в промежуточном слое. По сравнению с 2008 г. в исследуемый период отмечен рост суммарного содержания группы ДДТ в 1,5 раза.



Рис. 12.2. Станции отбора проб в проливе Босфор Восточный в 2009 г.

Среднегодовое содержание определяемых в водах пролива Босфор Восточный **металлов** не превысило 1 ПДК (медь, железо, цинк, свинец, марганец, кадмий и ртуть). Концентрация меди в пробах изменялась в диапазоне 0,0–6,2 мкг/л (1,2 ПДК); кадмия 0,0–13 мкг/л (1,3 ПДК); Максимальные значения этих металлов, а также никеля (4,9 мкг/л), свинца (7,1 мкг/л) и марганца (2,7 мкг/л) были отмечены в июле на поверхности у мыса Безымянного; хрома (8,4 мкг/л) и железа (55 мкг/л, 1,1 ПДК) в августе у Поспелового в придонном и поверхностном слоях; цинка (5,3 ПДК) в июле у мыса Новосильского в поверхностном горизонте. Максимальная концентрация ртути составила 2 ПДК, она зарегистрирована в сентябре на поверхностном горизонте в бухте Парис.

Уровень содержания **биогенных** элементов в водах пролива Босфор Восточный был в пределах среднесуточной нормы. Концентрация аммонийного азота изменялась в пределах 38–204 мкг/л, средняя составила 115,0 мкг/л максимум отмечен в июне на поверхностном горизонте в средней части пролива. Среднегодовая концентрация аммонийного азота в воде по сравнению с прошлым годом снизилась в 1,8 раз. Среднее содержание нитритов в морской воде снизилось в 1,6 раза и составило в 2009 г. 2,7 мкг/л против 3,8 мкг/л прошлого года; максимальная концентрация (26,0 мкг/л) была зафиксирована в июле в поверхностном горизонте в бухте Улисс. Среднее содержание нитратов по сравнению с прошлым годом повысилось в 2,6 раза и составило 46,0 мкг/л; минимум составил 0,4 мкг/л, а максимум (290 мкг/л) был отмечен в ноябре в центральной части пролива в придонном слое вод. Среднегодовая концентрация общего азота снизилась в 1,1 раза и составила в 2009 г. 744,0 мкг/л; диапазон значений 567–

1000 мкг/л, максимальная зарегистрирована в поверхностном слое вод на выходе из бухты Улисс в сентябре. Концентрация минерального фосфора изменялась от 5,4 до 52,0 мкг/л, максимальная зарегистрирована в придонном слое вод в сентябре у мыса Безымянного; среднегодовая величина составила 20 мкг/л, с 2008 г. она возросла в 1,8 раза. Среднегодовая концентрация общего фосфора составила 28 мкг/л, что меньше предыдущего года в 1,2 раза. Значения в пробах изменялись от 6,8 до 52 мкг/л (сентябрь, промежуточный слой вод у мыса Безымянного). Концентрация кремния изменялась от 3,0 до 1050 мкг/л. Среднегодовая концентрация составила 393 мкг/л и по сравнению с прошлым годом практически не изменилась.

Содержание **взвешенных веществ** в воде пролива Босфор Восточный в среднем составило 11,0 мг/л, диапазон изменений 1–41,5 мг/л (июль, у мыса Безымянный). Кислородный режим в 2009 г. в целом был в пределах нормы. Среднее содержание растворенного **кислорода** составило 8,43 мг/л (95,8% насыщения). В теплое время года концентрация кислорода снижалась до 5,36 мг/л (64,9% насыщения, придонный слой бухты Улисс); а всего за год было зафиксировано 4 случая снижения содержания растворенного кислорода ниже 6,0 мг/л. По ИЗВ (1,49) качество вод пролива Босфор Восточный соответствовало IV классу, "загрязненные". По сравнению с 2008 г. качество вод улучшилось.

В **донных отложениях** пролива Босфор Восточный содержание нефтяных углеводородов в 2009 г. изменялось в пределах 1370–4790 мкг/г сухого остатка, в среднем 2690 мкг/г (в 2005 – 120; 2006 – 820; 2007 – 2560 и 2008 – 1780 мкг/л). Среднегодовое содержание НУ превысило допустимый уровень концентраций (ДК) в 53,8 раз, максимальное – в 95,8 раза. Превышение допустимого уровня отмечалось в 100% проб донных отложений. Максимальная концентрация отмечена в сентябре в центральной части пролива. Концентрация фенолов изменялась в диапазоне 4,60–7,40 мкг/г, в среднем 5,88 мкг/г. Максимум отмечен в сентябре.

Содержание α -ГХЦГ в пробах донных отложений изменялось в диапазоне 0,0–10,1 нг/г сухого вещества (в среднем 2,6 нг/г), γ -ГХЦГ – 0,1–0,4 нг/г (0,3 нг/г). Средняя концентрация ДДТ, ДДЭ и ДДД составила 4,3; 11,1 и 11,8 нг/г; максимальная 10,1; 28,7 и 53,0 нг/г соответственно. 8,9; 5,9 и 4,0 нг/г; максимальная – 24,2; 10,8 и 10,4 нг/г соответственно. В 2009 г. среднегодовая суммарная концентрация ХОП групп ГХЦГ и ДДТ в донных отложениях пролива Босфор Восточный повысилась в 1,4 раза по сравнению с 2008 г.

Содержание тяжелых металлов в донных отложениях пролива Босфор Восточный составило: медь – в среднем 48,0 мкг/г сухого остатка (максимум 63,0 мкг/г); свинец – в среднем 65,8 мкг/г (93,0 мкг/г); кадмий – 0,7 мкг/г (1,4 мкг/г); кобальт – 4,3 мкг/г (5,5 мкг/г); никель – 15,0 мкг/г (20,0 мкг/г); цинк – 125 мкг/г (193 мкг/г); марганец – 167 мкг/г (202 мкг/г); хром – 44 мкг/г (62 мкг/г); ртуть – 0,26 мкг/г (0,36 мкг/г). В донных отложениях пролива Босфор Восточный, как и в других районах залива Петра Великого, содержание железа в донных отложениях было очень высоким: в среднем – 43136 мкг/г, максимум составил 52033 мкг/г сухого остатка. Среднегодовое содержание меди превысило ДК в 1,3 раза, (максимальная концентрация – в 1,75 раз); среднегодовое содержание кадмия,

кобальта, свинца, цинка, никеля и хрома не превысила ДК. Максимальная концентрация кадмия и ртути зафиксирована в сентябре на выходе из бухты Улисс: 1,8 и 1,2 ДК соответственно. Среднее за наблюдаемый период содержание некоторых металлов в донных отложениях пролива Босфор Восточный возросло: меди и цинка – в 1,2 раза, железа – в 1,3 раза, хрома и марганца – в 1,5 раз.

12.5. Бухта Диомид

В 2009 г. в бухте Диомид гидрохимические наблюдения проводились с июня по ноябрь на одной станции. По сравнению с 2008 г. загрязнение бухты нефтяными **углеводородами** заметно снизилось. Среднее содержание изменилось с 0,44 мг/л (8,8 ПДК) до 0,12 мг/л (2,4 ПДК). Максимум был зафиксирован в ноябре и составил 5,6 ПДК. Превышение ПДК отмечено в 70% проб. По визуальным наблюдениям акватория бухты Диомид обычно покрыта нефтяной пленкой. В 80 случаях из 100 степень покрытия водной поверхности пятнами нефтепродуктов составляла не менее 71%.

Концентрация **фенолов** изменялась от 0,4 мкг/л до 6,3 мкг/л (6,3 ПДК, ноябрь). Среднее содержание фенолов составило 1,8 ПДК и практически не изменилось по сравнению с прошлым годом. Концентрация АПАВ в пробах воды варьировала от 79 до 169 мкг/л (сентябрь). Среднегодовая величина увеличилась в 1,3 раза и составила 1,32 ПДК.

В 2009 г. уровень загрязненности вод бухты Диомид хлорорганическими **пестицидами** остался в пределах многолетних изменений. Среднегодовая концентрация α -ГХЦГ, ДДЭ и ДДТ уменьшилась с 7 до 0,2 нг/л, с 1,5 до 0,6 нг/л и с 1,4 до 0,6 нг/л соответственно; содержание γ -ГХЦГ увеличилось до 0,9 нг/л, а ДДД возросло в 4 раза с 0,4 до 0,16 нг/л. Максимальная концентрация α -ГХЦГ (4,5 нг/л) отмечена в июне; γ -ГХЦГ составила 4,5 нг/л; ДДЭ (1,2 нг/л) в сентябре; ДДД (7,8 нг/л) в ноябре в придонном слое, а ДДТ (1,1 нг/л) в ноябре на поверхностном горизонте.

В 2009 г. среднегодовая концентрация **тяжелых металлов** в воде не превысила предельно-допустимых значений. Содержание меди находилось в пределах 0,5–3,4 мкг/л; кадмия 0,0–24 мкг/дм³ (2,4 ПДК, июнь); никеля 0,0–1,6 мкг/л; свинца 0,0–1,2 мкг/л; железа 2,5–12 мкг/л; цинка 1,7–51 мкг/л (1,0 ПДК, июль), марганца 0,0–0,5 мкг/л; кобальта 0,0 мкг/л; хрома 0,0 мкг/л и ртути 0,0–0,41 мкг/л. Среднегодовая концентрация ртути в воде составила 1 ПДК, однако 3 июня в бухте Диомид в двух пробах воды был отмечен уровень высокого загрязнения (ВЗ) ртутью: 4,1 ПДК на поверхности и 3,2 ПДК в придонном слое.

Уровень содержания **биогенных элементов** в водах бухты Диомид в целом не превышал норматива для рыбохозяйственных водоемов. Концентрация аммонийного азота изменялась в пределах от 93–1051 мкг/л (0,4 ПДК, июнь). Среднегодовая концентрация составила 311 мкг/л, что немного больше прошлогоднего значения. В целом отмечается постоянный рост среднегодового содержания аммонийного азота в воде бухты. Среднее содержание нитритов, нитратов и общего азота в морской воде составило 3,7, 70,0 и 1123 мкг/л, максимальное – 11,0, 166,0 и 2779 мкг/л (повышение в 2,8 раз, поверхностные воды в июне), соответственно. По сравнению с 2008 г. среднегодовая концентрация нитратов повысилась в 4,7 раз, общего азота в 1,3 раза, а нитритов не-

много уменьшилось. Среднее содержание общего фосфора снизилось с 59,0 до 40 мкг/л, а фосфатов повысилось с 13,0 до 28 мкг/л. Максимальные значения обоих ингредиентов (98,0 и 67,0 мкг/л соответственно) отмечен в июне в поверхностном слое. Концентрация кремния в водах бухты Диомид изменялась в пределах 17–547 мкг/л, составив в среднем за год 288 мкг/л, что в 1,6 раза ниже значения 2008 г. Концентрация взвешенных веществ в водах бухты находилась в пределах 8,7–30,4 мг/л. Максимум содержания ВВ зафиксирован в придонном слое в июле.

Кислородный режим в бухте Диомид был в пределах нормы. Среднее содержание растворенного **кислорода** составило 8,93 мг/л (99,4% насыщения), минимум – 7,33 мг/л (78,1%, сентябрь, придонный слой вод). В 2009 г. качество вод бухты Диомид улучшилось и по **ИЗВ** (1,54) соответствовало IV классу ("загрязненные").

В **донных отложениях** бухты Диомид содержание нефтяных углеводородов в 2009 г. изменялось в пределах 5830–7480 мкг/г. В целом отмечается постепенное увеличение уровня загрязнения донных отложений бухты нефтяными углеводородами: среднегодовые значения составили в 2005 – 310; 2006 – 5380; 2007 – 5340; 2008 – 2790 и 2009 – 6660 мкг/г д.о. Среднегодовое содержание НУ в 2009 г. превысило допустимый уровень концентраций (ДК) в 133 раза, максимальное – в 150 раз. Превышение допустимого уровня концентраций отмечалось в 100% проб донных отложений. Содержание фенолов варьировало в пределах 3,30–4,10 мкг/г, в среднем 7,15 мкг/г. По сравнению с 2008 г. отмечено снижение среднего содержания фенолов в 1,9 раза.

Содержание α -ГХЦГ в пробах донных отложений бухты Диомид изменялось в диапазоне 1,4–9,4 нг/г сухого вещества (в среднем 5,4 нг/г), γ -ГХЦГ 0,8–0,9 нг/г (0,9 нг/г). Концентрация ДДТ изменялась в пределах 1,0–3,2 нг/г (в среднем 2,1 нг/г); ДДД 1,7–26,5 нг/г (14,1 нг/г); ДДЭ 7,1–23,3 нг/г (15,2 нг/г). По сравнению с 2008 г. среднегодовая величина ДДТ снизилась в 35 раз, ДДД возросло в 1,6 раза, а ДДЭ осталось на прежнем уровне. Средняя за год суммарная концентрация ХОП группы ГХЦГ снизилась с 14 нг/г в 2008 г. до 6,3 нг/г.

Содержание меди в донных отложениях бухты в среднем составило 480,0 мкг/г сухого вещества (максимум 554,0 мкг/г); свинца – 271,0 мкг/г (316,0 мкг/г); кадмия – 8,2 мкг/г (11,0 мкг/г); кобальта – 5,0 мкг/г (6,3 мкг/г); никеля – 18,0 мкг/г (21,0 мкг/г); цинка – 380 мкг/г (699 мкг/г); марганца – 170 мкг/г (206 мкг/г); железа – 45574 мкг/г, (48893 мкг/г); хрома – 404 мкг/г (517 мкг/г) и ртути – 1,11 мкг/г (1,24 мкг/г). Среднегодовая концентрация меди превышала ДК в 13,7 раза, кадмия – в 10,3 раза, свинца – в 3,2 раза, цинка – в 2,7 раза, хрома – в 4,0 раз и ртути – в 3,7 раза. Превышение допустимого уровня меди, кадмия, свинца, хрома и ртути отмечено в 100% проб.

12.6. Амурский залив

В 2009 г. гидрохимические наблюдения за состоянием вод акватории Амурского залива проводились в сентябре на 9 станциях ГСН и 8 дополнительных станциях и в октябре на 9 станциях ГСН (Рис. 12.3). В период наблюдений концентрация **нефтяных углеводородов** в водах залива изменялась от 0,0 до

0,35 мг/л (7 ПДК, в октябре на поверхностном горизонте на выходе из залива). Среднегодовая концентрация снизилась в 2,9 раза и составила 1,4 ПДК. Следует отметить, что по многолетним данным наиболее высокое загрязнение вод залива отмечается в весенне-летний период, а в 2009 г. именно в это время наблюдения не проводились. Превышение ПДК отмечено в 36% проб морской воды. Уровень загрязненности морских вод фенолами изменялся от 0,6 до 3,1 ПДК и составил в среднем 1,4 ПДК; максимум (3,1 мкг/л) ПДК был зафиксирован в октябре в поверхностном слое на выходе из залива. Превышение ПДК было отмечено в 63% проб.



Рис. 12.3. Станции отбора проб в Амурском заливе в 2009 г.

Концентрация **фенолов** в водах Амурского залива изменялась от 0,6 до 3,1 мкг/л, составив в среднем 1,4 мкг/л. Максимальное значение было зарегистрировано в октябре на поверхностном горизонте на выходе из залива. В 63% случаях концентрация фенолов в пробе превышала ПДК. В осенний период 2009 г. среднее содержание АПАВ в водах Амурского залива составило 0,6 ПДК, а концентрация изменялась от 15 до 125 мкг/л (1,3 ПДК). Максимум был зафиксирован в октябре в центральной части залива на промежуточном горизонте. Превышение ПДК было отмечено в 4,8% проб.

Уровень загрязненности вод Амурского залива хлорорганическими **пестицидами** в 2009 г. в основном понизился. Среднегодовое значение α -ГХЦГ (0,3 нг/л) не изменилось; γ -ГХЦГ (0,2 нг/л), ДДЭ (1,5 нг/л), ДДТ (0,7 нг/л) существенно снизилось, а ДДД (0,6 нг/л) немного возросло. Максимальное значение α -ГХЦГ составило 1,6 нг/л (в сентябре на промежуточном горизонте 24 станции), γ -ГХЦГ – 2,0 нг/л (в октябре на 16 станции в придонном слое), ДДЭ – 12,4 нг/л (в придонном слое вод в вершине залива в октябре), ДДД – 15,4 нг/л (в октябре на промежуточном горизонте в центре залива), ДДТ – 4,6 нг/л (в сентябре в морской части залива на 37 станции, на промежуточном горизонте).

В 2009 г. среднегодовая концентрация **тяжелых металлов** в воде Амурского залива была в целом невысокой относительно прибрежных бухт и не превышала предельно-допустимых значений. Содержание меди находилось в пределах 0,0–9,9 мкг/л (2 ПДК); кадмия 0,0–1,3 мкг/л (0,1 ПДК); никеля 0,0–1,1 мкг/л; свинца 0,0–1,1 мкг/л; железа 0,7–17 мкг/л; цинка 1,2–32 мкг/л (0,6 ПДК), марганца 0,0–0,6 мкг/л; кобальта 0,0 мкг/л; хрома 0,0 мкг/л и ртути 0,00–0,42 мкг/л. Хотя средняя концентрация ртути не превышала норматив, однако за исследуемый осенний период 2009 г. было зарегистрировано четыре случая высокого загрязнения ртутью: 3,0–4,2 ПДК, причем значения были распределены по всей акватории залива. Среднегодовая концентрация цинка, никеля и ртути возросла по сравнению с 2008 г., остальных снизилась.

Содержание **биогенных элементов** в водах Амурского залива в целом было в пределах межгодовой изменчивости. Концентрация аммонийного азота изменялась в пределах 48–152 мкг/л. Среднегодовая снизилась в 1,8 раза до 91 мкг/л, максимальная была зарегистрирована в октябре на 24 станции в придонном слое. Среднее содержание нитритов (диапазон от 0,0 до 12 мкг/л), нитратов (0,6–167 мкг/л) и общего азота (408–1143 мкг/л) в воде залива составило 1,6 мкг/л (снижение в 1,8 раза), 24,0 (снижение в 2,9 раза) и 721 мкг/л (снизилась в 1,3 раза) соответственно. Содержание фосфатов в водах Амурского залива изменялось от 4,0 до 50 мкг/л, максимальная концентрация отмечена в сентябре на поверхностном горизонте в Славянском заливе. Средняя концентрация фосфатов не изменилась и составила 13 мкг/л. Концентрация общего фосфора в Амурском заливе изменялась в диапазоне 18–77 мкг/л, максимальная концентрация отмечена в сентябре на придонном горизонте станции №291. Средняя концентрация фосфатов немного снизилась и составила 13 мкг/л. Средняя за период наблюдений концентрация кремния в воде возросла несущественно и составила 486 мкг/л, а максимальная концентрация (1130 мкг/л) была отмечена в глубине залива на придонном горизонте.

Концентрация взвешенных веществ в воде Амурского залива изменялась от 3,1 до 15,1 мг/л (максимум на поверхности в центральной точке залива), а среднегодовое значение составило 8,7 мг/л. Среднее содержание растворенного **кислорода** в Амурском заливе составило 8,06 мг/л (95,5% насыщения). Зарегистрировано 7 случаев содержания ниже норматива 6 мг/л. Минимальное значение 3,46 мг/л (41,7% насыщения) отмечено в промежуточном слое вод в сентябре немного севернее г. Владивостока (станция №16), а максимальное составило 9,77 мг/л (118,8% насыщения) в октябре.

Качество вод Амурского залива в 2009 г. по ИЗВ (1,11) соответствовало III классу («умеренно-загрязненные»). Несмотря на снижение значения индекса загрязненности вод с 1,91 в 2008 г. однозначный вывод об улучшении его экологического состояния некорректно. По многолетним данным наибольшее загрязнение в заливе происходит в весенний-летний период, когда в 2009 г. наблюдения не проводились.

В 2009 г. пробах **донных отложений** Амурского залива концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах 40–1100 мкг/г сухого грунта, составив в среднем 340 мкг/г. Максимальная концентрация отмечена рядом с г. Вла-

дивостоком (станция №24). Среднегодовое содержание нефтепродуктов в 2009 г. превысило допустимый уровень концентраций (ДК) в 6,8 раз, хотя и снизилось по сравнению с прошлым годом в 4 раза. Превышение допустимого уровня концентраций отмечалось почти в 100% проб донных отложений. Содержание фенолов изменялось в пределах от 1,20 до 8,00 мкг/г, составив в среднем 4,33 мкг/г. Уровень загрязненности по сравнению с 2008 г. (6,07 мкг/г) незначительно снизилось.

Содержание хлорорганических **пестицидов** в донных отложениях Амурского залива в целом возросло. Концентрация α -ГХЦГ изменялась в диапазоне от 0,1 до 5,2 нг/г сухого осадка (среднее 0,6 нг/г); γ -ГХЦГ – от 0,0 до 1,3 нг/г (0,3 нг/г). Содержание ДДТ было в пределах 0,0–7,4 нг/г (среднее 2,5 нг/г); ДДД – 0,0–2,0 нг/г (0,5 нг/г); ДДЭ – 0,6–9,8 нг/г (2,6 нг/г). Средняя концентрация линдана была в 3 раза выше, чем в 2008 году, а α -ГХЦГ возросла в 2 раза. Среднегодовая концентрация суммы ДДД, ДДЭ и ДДТ в 2,2 раза превысила допустимый уровень концентраций (ДК) и составила 5,6 нг/г. Максимальные значения были зафиксированы на обширной акватории на разных станциях в средней части залива.

Концентрация **меди** в донных отложениях Амурского залива изменялась в диапазоне 4,5–30,0 мкг/г сухого вещества (в среднем 16,0 мкг/г); свинца – 3,3–41,0 мкг/г (16,9 мкг/г); кадмия – 0,0–1,2 мкг/г (0,5 мкг/г); кобальта – 0,0–9,5 мкг/г (5,0 мкг/г); никеля – 4,3–24,0 мкг/г (14,0 мкг/г); цинка – 8,9–140 мкг/г (54 мкг/г); марганца – 46–202 мкг/г (125 мкг/г); железа – 9150–77895 мкг/г, (32992 мкг/г); хрома – 22–61 мкг/г (41 мкг/г) и ртути – 0,03–0,18 мкг/г (0,07 мкг/г). Средняя за период наблюдений концентрация меди практически не изменилась в 2009 г., а максимум составил 0,9 ДК; кобальта снизилась в 1,3 раза; среднее содержание кадмия, никеля, цинка и ртути также снизилась, а значения не превышали ДК. Уровень содержания железа в донных отложениях практически не изменился (Рис. 12.4).

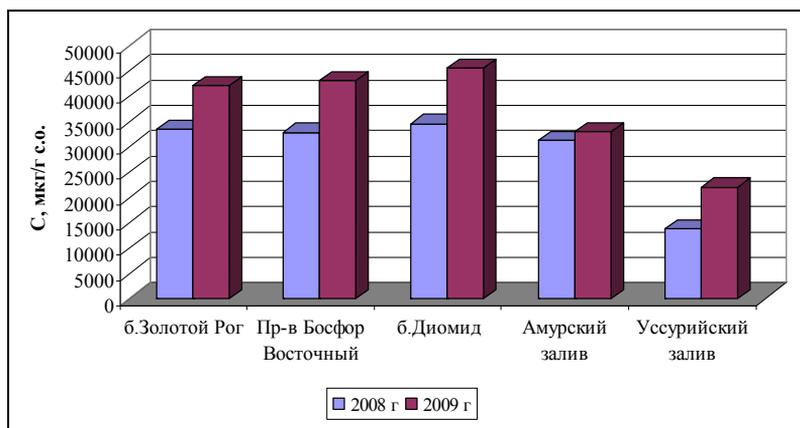


Рис. 12.4. Средняя концентрация железа в донных отложениях отдельных районов залива Петра Великого в 2008–2009 гг.

12.7. Уссурийский залив

В 2009 г. наблюдения за гидрохимическим состоянием и уровнем загрязнения вод Уссурийского залива проводились в августе на 7 станциях ГСН, а в сентябре–ноябре на 9 станциях ГСН и 6 дополнительных станциях (Рис. 12.5). В последние годы отмечен постоянный тренд к повышению уровня загрязненности вод залива НУ. В 2009 г. содержание **нефтяных** углеводородов изменялось от значений ниже предела обнаружения до 0,64 мг/л (12,8 ПДК). Средняя за период наблюдений концентрация составила 0,24 мг/л и превысила этот показатель 2008 г. в 1,2 раза. Максимальная концентрация была зафиксирована в прибрежной зоне южнее выхода из пролива Босфор Восточный на придонном горизонте. В 48,8% проб содержание НУ превышала 1 ПДК, а выше 3 и более раз была в 41,3% случаев.

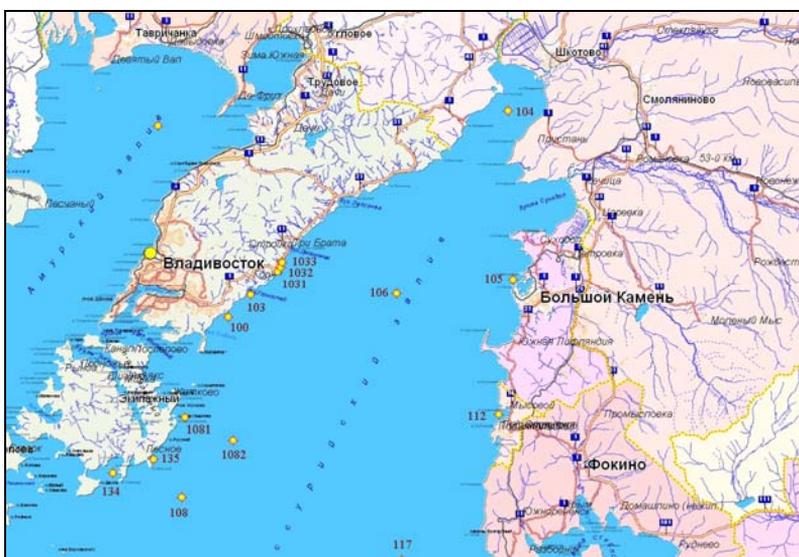


Рис. 12.5. Станции отбора проб в Уссурийском заливе в 2009 г.

Среднее содержание **фенолов** в воде залива по сравнению в 2008 г. незначительно снизилось с 1,6 до 1 ПДК (1,0 мкг/л). Минимальная концентрация составила 0,1 мкг/л; максимальная концентрация (2,8 ПДК) была зафиксирована в прибрежной зоне западной части залива в поверхностном слое вод в сентябре. Уровень загрязненности морских вод АПАВ возрос по сравнению с прошлым годом в 1,1 раза; минимальная концентрация составила 29 мкг/л, средняя 55 мкг/л (0,6 ПДК); максимальная концентрация (79 мкг/л) была отмечена в сентябре на 134 станции в придонном слое.

Концентрация почти всех форм хлорорганических **пестицидов** групп ГХЦГ и ДДТ в водах Уссурийского залива в 2009 г. несколько снизилась. Минимальные значения всех форм пестицидов были ниже предела обнаружения, а средние и максимальные составили α -ГХЦГ 1,2 и 6,9 нг/л; γ -ГХЦГ 0,5 и 2,6 нг/л; ДДТ 1,4 и 9,7 нг/л; ДДЭ 0,7 и 13,4 (1,3 ПДК) и ДДД 1,6 и 15,3 нг/л (1,5 ПДК). Средние значения всех форм пестицидов снизились в 2009 г., кроме ДДД – зафиксировано

увеличение в 1,7 раза. Наибольшая концентрация почти всех форм пестицидов была на станции №100 у западного берега залива во всех слоях воды – поверхностном, промежуточном и придонном.

В 2009 г. средняя концентрация **тяжелых металлов** в воде Уссурийского залива была в пределах естественной многолетней изменчивости и существенно ниже, чем в других прибрежных районах залива Петра Великого. Минимальная концентрация большинства определяемых металлов была ниже предела обнаружения, кроме Fe (0,3 мкг/л) и Zn (0,7 мкг/л). Средние и максимальные значения составили: меди 0,9 и 2,7 мкг/л; кадмия 0,2 и 2,0 мкг/л; никеля 0,2 и 1,8 мкг/л; свинца 0,0–1,1 мкг/л; железа 4,2 и 37 мкг/л; цинка 13 и 85 мкг/л (1,7 ПДК), марганца 0,0 и 1,1 мкг/л; кобальта 0,0 мкг/л; хрома 0,0 мкг/л и ртути 0,04 и 0,21 мкг/л (2,1 ПДК). Средняя концентрация почти всех тяжелых металлов в воде Уссурийского залива, кроме ртути, снизилась в 1,4–10 раз. Хотя средняя концентрация ртути возросла в 1,3 раза, но не превысила предельно допустимой. Максимальные значения были отмечены по всей акватории залива, как в его кустовой части, так и на выходе, но только в поверхностном слое воды.

Концентрация **биогенных элементов** в водах Амурского залива в целом была в пределах нормы. Среднее содержание аммонийного азота снизилось с 2008 г. в 1,6 раз и составило 107 мкг/л; значения изменялись в пределах 42–246 мкг/л, максимальная отмечена в сентябре на поверхности у Большого Камня. Среднее содержание нитритов (диапазон от 0,0 до 7,2 мкг/л), нитратов (1,0–210 мкг/л) и общего азота (427–1188 мкг/л) в воде залива составило 1,3; 57,0 (снижение в 1,2 раза) и 740 мкг/л соответственно. Содержание фосфатов в водах Амурского залива изменялось от 6,8 до 34 мкг/л, а средняя концентрация фосфатов практически не изменилась и составила 16 мкг/л. Концентрация общего фосфора в Амурском заливе изменялась в диапазоне 10–57 мкг/л, средняя составила 30 мкг/л. Средняя за период наблюдений концентрация кремния в воде составила 312 мкг/л, минимальная 24 мкг/л, а максимальная 1211 мкг/л.

Среднее содержание взвешенных веществ в воде Уссурийского залива (11,0 мг/л) возросло по сравнению с 2008 г. Концентрация взвеси в пробе изменялась от 1,8 до 22,8 мг/л. Максимальное содержание взвеси отмечено в сентябре в поверхностном слое вод южнее пролива Босфор Восточный. Среднегодовое содержание растворенного **кислорода** в воде Уссурийского залива составило 9,16 мг/л. Минимальное значение (5,67 мг/л, 61,8% насыщения) зарегистрировано в августе в центре залива в придонном слое. Качество вод Уссурийского залива в 2009 г. по **ИЗВ** (1,77) соответствовало V классу, "грязные", хотя и на самой нижней границе этого класса. Наиболее приоритетными загрязняющими веществами остаются нефтяные углеводороды, фенолы и АПАВ.

В 2009 г. отмечено снижение средней концентрации нефтяных углеводородов в **донных отложениях** Уссурийского залива до 2,2 ДК. Это в 1,2 раза меньше прошлогодней величины. В 73,9% проб содержание НУ превысило ДК, а значения изменялись от 40 до 340 мг/г. Максимальное значение зарегистрировано в центре залива в сентябре.

Содержание фенолов в пробах донных отложений изменялось в пределах 0,30–6,60 мкг/г (в среднем 3,53 мкг/г). По сравнению с 2008 г. отмечено повы-

шение среднего содержания фенолов в донных отложениях в 1,2 раза. Максимальное значение зарегистрировано в октябре.

Содержание отдельных форм хлорорганических **пестицидов** в донных отложениях Уссурийского залива возросло. Концентрация α -ГХЦГ изменялась в диапазоне от 0,1 до 2,7 нг/г сухого осадка (среднее 0,5 нг/г); γ -ГХЦГ – от 0,0 до 1,2 нг/г (0,3 нг/г). Содержание ДДТ было в пределах 0,5–7,5 нг/г (среднее 2,0 нг/г); ДДД – 0,0–6,6 нг/г (1,0 нг/г); ДДЭ – 0,4–6,3 нг/г (1,9 нг/г). Средняя концентрация линдана выросла в 3 раза, а α -ГХЦГ осталась в прежних пределах. Максимальные значения были зафиксированы на обширной акватории в средней и южной частях залива.

Концентрация **меди** в донных отложениях Уссурийского залива изменялась в диапазоне 0,4–32,0 мкг/г сухого вещества (в среднем 8,7 мкг/г); свинца – 5,0–39,0 мкг/г (14,8 мкг/г); кадмия – 0,0–4,3 мкг/г (0,5 мкг/г); кобальта – 0,0–6,8 мкг/г (1,9 мкг/г); никеля – 0,0–13,0 мкг/г (5,4 мкг/г); цинка – 17–58 мкг/г (30 мкг/г); марганца – 26–177 мкг/г (70 мкг/г); железа – 5875–62060 мкг/г, (22083 мкг/г); хрома – 4,7–33 мкг/г (16 мкг/г) и ртути – 0,1–0,07 мкг/г (0,03 мкг/г). Среднегодовая концентрация железа в донных отложениях Уссурийского залива возросла в 1,6 раза, а хрома практически не изменилась. Содержание меди, никеля, цинка, свинца, ртути и марганца снизилась в 1,2–1,7 раза, кобальта в 2,4 раза, кадмия в 12 раз.

12.8. Залив Находка

В 2009 г. гидрохимические наблюдения за состоянием акватории залива Находка проводились в октябре на 12 станциях ГСН (Рис. 12.6).



Рис. 12.6. Станции отбора проб в заливе Находка в 2009 г.

В 2009 г. концентрация **НУ** в водах залива в октябре изменялась от 0,07 до 0,18 мг/л (3,6 ПДК) и составила в среднем 0,13 мг/л. Максимум отмечен в поверхностном слое вод в центральной части залива на ст. №15. Превышение ПДК наблюдалось в 100% проб. По визуальным наблюдениям в двух случаях степень покрытия нефтяной пленкой водной поверхности превысила 51% – на станциях в глубине бухты Находка. Концентрация фенолов изменялась в пределах 0,3–1,9 мкг/л; максимальная (1,9 ПДК) зарегистрирована на поверхностном горизонте в бухте Новицкого. Средняя величина в 2009 г. (1,2 ПДК) превысила уровень 2008 г. Содержание АПАВ в водах залива варьировало от 18 до 96 мкг/л, средняя 44 мкг/л (0,4 ПДК).

Уровень загрязненности вод залива Находка хлорорганическими **пестицидами** групп ГХЦГ и ДДТ был существенно ниже других прибрежных районов акватории залива Петра Великого. Минимальные значения всех форм пестицидов были ниже или на уровне предела обнаружения метода химанализа, а средние и максимальные составили α -ГХЦГ 0,3 и 0,5 нг/л; γ -ГХЦГ 0,0 и 0,2 нг/л; ДДТ 1,0 и 2,4 нг/л; ДДЭ 0,4 и 0,8 и ДДД 0,8 и 3,7 нг/л. За последние годы отмечено постоянное увеличение уровня содержания ДДТ в водах залива.

Уровень загрязненности вод залива Находка тяжелыми **металлами** в 2009 г. был существенно ниже остальных контролируемых районов Японского моря. Минимальная концентрация шести определяемых металлов была ниже предела обнаружения, кроме Fe (0,6 мкг/л), Zn (0,2), Mn (0,5) и Cd (0,2). Средние значения были меньше или равны 0,1 ПДК, а максимальная концентрация превышала норматив только для железа (1,5 ПДК) и ртути (1,8 ПДК, в бухте Находка). Уровень содержания остальных металлов был ниже 0,8 ПДК (цинк). По сравнению с предыдущими годами существенно возрос уровень концентрации железа, цинка и ртути.

Концентрация аммонийного **азота** изменялась от 60 до 148 мкг/л (поверхностные воды в вершине залива); средняя составила 102 мкг/л. Для общего азота значения составили 434–1022 мкг/л и 619 мкг/л. Максимум также отмечен в прибрежье вершины залива. Максимальное содержание нитритов (0,0–3,6; средняя 1,3 мкг/л) и нитратов (0,9–158; 26 мкг/л) отмечено в придонном слое на станции №15 в центре залива Находка. Средняя концентрация фосфатов в 2009 г. составила 2,2 мкг/л (диапазон 0,6–7,3 мкг/л), максимальное значение отмечено в глубине бухты Находка. Средняя концентрация общего фосфора в воде залива Находка по сравнению с прошлым годом снизилась до 15 мкг/л, диапазон изменений – 6,2–34 мкг/л. Средняя по заливу концентрация кремния составила 224 мкг/л, диапазон изменений – 21–1205 мкг/л. Максимум также отмечен в прибрежье на севере залива в поверхностном слое.

Среднее содержание взвешенных веществ в воде залива составило 8,7 мг/л, максимальное значение (9,1 мг/л) отмечено в центре залива ближе к южному краю. Среднее в 2009 г. содержание растворенного в воде **кислорода** составило 9,71 мг/дм³ (99,5% насыщения). Максимальное содержание отмечено на выходе из бухты Находка на поверхности (11,05 мг/л, 114,0%), а минимальное в центре залива южнее у о. Лисий (7,92 мг/л, 77,3%).

Качество вод в заливе Находка в период наблюдений в 2009 г. по ИЗВ (1,19) осталось на прежнем уровне (III класс, "умеренно загрязненные"). Приоритетными ЗВ остаются нефтяные углеводороды, фенолы и ртуть (Табл.12.2).

12.9. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив

В прибрежных водах Татарского пролива в районе п. Александровск-Сахалинский мониторинг уровня загрязнения морских вод и донных отложений проводился Центром мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск) шесть раз в год в период с мая по октябрь.

Среднегодовое содержание **НУ** в морских водах на рейде Александровска по сравнению с 2008 г. снизилось до до 1 ПДК, максимум достигал 0,20 мг/л (4 ПДК, сентябрь), (Табл.12.1). Средние и максимальные значения концентрации фенолов и СПАВ не изменились по сравнению с прошлым годом. Максимальное содержание фенолов (3 ПДК) и детергентов (0,5 ПДК) зафиксировано в августе; концентрация фенолов была ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л) в июне, июле и октябре, а детергентов (0,01 мг/л) – в июне, июле и сентябре.

В водах Татарского залива было отмечено повышенное содержание **меди**. Среднее значение составило 5,5 мкг/л (1,1 ПДК), а максимальное достигало 18,1 мкг/л (3,6 ПДК). Эти значения несколько превышают прошлогодние величины. Среднее содержание кадмия, свинца и цинка было ниже ПДК (<0,1; <0,1 и 0,7 ПДК соответственно). По сравнению с прошлым годом во много раз возросла концентрация цинка, а кадмия и свинца осталась на прежнем уровне.

Уровень загрязненности морских прибрежных вод аммонийным азотом не изменился по сравнению с предыдущими годами и не превысил 0,1 ПДК. Концентрация других форм **биогенных** элементов в водах пролива в целом была в пределах естественной межгодовой изменчивости: средняя концентрация фосфатов составила 7 мкг/л, максимальная 12 мкг/л; силикатов 326 и 1366 мкг/л (1,4 ПДК для пресных вод); аммонийного азота 34 и 76 мкг/л; нитритов 1,1 и 3,0 мкг/л; нитратов 19 и 114 мкг/л соответственно. Значительный диапазон изменений между минимальными и максимальными значениями отражает естественные сезонные изменения концентрации биогенных элементов в воде.

Кислородный режим в водах пролива в целом соответствовал естественному сезонному ходу: диапазон изменчивости от 6,4 до 12,2 мг/л; среднее 8,7 мг/л; минимальное насыщение вод кислородом 82,8% было отмечено в августе. В 2009 г. значение индекса **ИЗВ** в Татарском проливе составило 0,93, следовательно, воды могут быть отнесены к III классу ("умеренно-загрязненная") и осталось на прошлогоднем уровне.

В **донных отложениях** прибрежной зоны Татарского пролива содержание нефтяных углеводородов было относительно невысоким; диапазон изменчивости составил от <5 до 50 мкг/г, среднегодовая величина составила 17 мкг/г. Концентрация фенолов изменялась от менее 0,3 до 50 мкг/г, средняя 32 мкг/л. Содержание металлов также было относительно невысоким и варьировало в пределах: медь 2,3–10,6 мкг/г (средняя 4,2 мкг/г, 0,8 ПДК); цинк 2,2–16,5 мкг/г (7,7 мкг/г); кадмий <0,01–0,10 мкг/г (0,04 мкг/г); свинец 0,5–4,6 мкг/г (2,1 мкг/г). В целом концентрация нефтяных углеводородов и всех определяемых металлов в 2009 г. была на уровне предыдущего года. Существенно (в 8 раз) повысилось содержание фенолов – с 0,04 до 0,32 мкг/г.

Таблица 12.1.

Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ
в прибрежных водах Японского моря в 2007–2009 гг.

| Район | Ингредиент | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | |
|----------------------|-----------------|---------|------|---------|------|---------|------|
| | | С* | ПДК | С* | ПДК | С* | ПДК |
| Амурский залив | НУ | 0,18 | 4 | 0,20 | 4 | 0,07 | 1,4 |
| | | 1,41 | 28 | 2,39 | 48 | 0,35 | 7 |
| | Фенолы | 2 | 2,0 | 2 | 2,0 | 1,4 | 1,4 |
| | | 4 | 4 | 6,6 | 7 | 3,1 | 3 |
| | АПАВ | 57,0 | 0,6 | 63,0 | 0,6 | 62,0 | 0,6 |
| | | 111,0 | 1,1 | 127,0 | 1,2 | 125,0 | 1,3 |
| | Аммонийный азот | 87,0 | <0,1 | 169,0 | <0,1 | 91,0 | <0,1 |
| | | 211,0 | <0,1 | 377,0 | 0,1 | 152,0 | <0,1 |
| | Медь | 1,1 | 0,2 | 1,2 | 0,2 | 0,8 | 0,2 |
| | | 6,5 | 1,3 | 4,6 | 0,9 | 9,9 | 2,0 |
| | Железо | 4,8 | 0,1 | 4,4 | <0,1 | 3,8 | <0,1 |
| | | 24,0 | 0,5 | 30,0 | 0,6 | 17,0 | 0,3 |
| | Цинк | 6,7 | 0,1 | 8,9 | 0,2 | 11,0 | 0,2 |
| | | 49,0 | 1,0 | 77,0 | 1,5 | 32,0 | 0,6 |
| | Свинец | 0,0 | | <0,1 | <0,1 | 0,0 | <0,1 |
| | | 0,0 | | 1,9 | 0,2 | 1,1 | 0,1 |
| | Марганец | 0,1 | <0,1 | 0,5 | <0,1 | 0,1 | <0,1 |
| | | 2,8 | <0,1 | 9,2 | 0,2 | 0,6 | <0,1 |
| | Кадмий | 0,5 | <0,1 | 0,8 | <0,1 | 0,2 | <0,1 |
| | | 2,7 | 0,3 | 12,0 | 1,2 | 1,3 | 0,1 |
| | Ртуть | 0,10 | 1,0 | 0,03 | 0,3 | 0,09 | 0,9 |
| | | 0,56 | 6 | 0,10 | 1,0 | 0,42 | 4 |
| | ДДТ | 0,9 | 0,1 | 1,9 | 0,2 | 0,7 | <0,1 |
| | | 3,0 | 0,3 | 31,3 | 3 | 4,6 | 0,5 |
| | ДДЭ | 1,0 | 0,1 | 3,1 | 0,3 | 1,5 | 0,15 |
| | | 5,5 | 0,6 | 16,1 | 1,6 | 12,4 | 1,2 |
| | ДДД | 0,6 | <0,1 | 0,5 | <0,1 | 0,6 | <0,1 |
| | | 1,8 | 0,2 | 7,5 | 0,8 | 15,4 | 1,5 |
| | α-ГХЦГ | 0,2 | <0,1 | 0,3 | <0,1 | 0,3 | <0,1 |
| | | 0,8 | <0,1 | 1,0 | 0,1 | 1,6 | 0,2 |
| | γ-ГХЦГ | 0,1 | <0,1 | 10,6 | 1,1 | 0,2 | <0,1 |
| | | 0,8 | <0,1 | 83,4 | 8 | 2,0 | 0,2 |
| | Кислород | 8,32 | | 8,43 | | 8,06 | |
| | | 1,70 | 0,3 | 3,76 | 0,6 | 3,46 | 0,6 |
| бухта Золотой Рог | НУ | 0,25 | 5 | 0,42 | 8 | 0,17 | 3,4 |
| | | 2,49 | 50 | 1,34 | 27 | 1,67 | 33 |
| | Фенолы | 3 | 3 | 3 | 3 | 1,7 | 1,7 |
| | | 15 | 15 | 9 | 9 | 9,3 | 9 |
| | АПАВ | 76,0 | 0,8 | 93,0 | 0,9 | 112,0 | 1,1 |
| | | 129,0 | 1,3 | 226,0 | 2,2 | 186,0 | 1,9 |
| | Аммонийный азот | 186,0 | <0,1 | 346,0 | 0,1 | 264,0 | <0,1 |
| | | 1145,0 | 0,4 | 1685,0 | 0,6 | 1078,0 | 0,4 |

| | | | | | | | |
|-------------------------------|------------------------|---------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| | Медь | 1,4 3,8 | 0,3 0,8 | 1,8 19,0 | 0,4 4 | 1,0 4,1 | 0,2 0,8 |
| | Железо | 7,2 60,0 | 0,1 1,2 | 5,3 51,0 | 0,1 1,0 | 16,0 580,0 | 0,3 12 |
| | Цинк | 9,8 102,0 | 0,2 2,0 | 8,7 126,0 | 0,2 2,5 | 15,0 83,0 | 0,3 1,7 |
| | Свинец | 0,1 4,8 | <0,1 0,5 | <0,1 1,7 | <0,1 0,2 | 0,3 2,3 | <0,1 0,2 |
| | Марганец | 0,4 3,9 | <0,1 <0,1 | 0,4 2,3 | <0,1 <0,1 | 0,2 1,6 | <0,1 <0,1 |
| | Кадмий | 1,1 20,0 | 0,1 2,0 | 1,9 10,0 | 0,2 1,0 | 1,1 19,0 | 0,1 1,9 |
| | Ртуть | 0,07 0,46 | 0,7 5 | 0,03 0,07 | 0,3 0,7 | 0,04 0,32 | 0,4 3,2 |
| | ДДТ | 1,0 3,7 | 0,1 0,4 | 1,1 3,0 | 0,1 0,3 | 1,1 4,0 | 0,1 0,4 |
| | ДДЭ | 2,0 9,1 | 0,2 0,9 | 2,8 8,4 | 0,3 0,8 | 1,1 9,3 | 0,1 0,9 |
| | ДДД | 0,5 2,2 | <0,1 0,2 | 0,5 1,1 | <0,1 0,1 | 0,9 7,8 | <0,1 0,8 |
| | α -ГХЦГ | 0,2 1,8 | <0,1 0,2 | 5,3 20,2 | 0,5 2 | 0,2 1,3 | <0,1 0,1 |
| | γ -ГХЦГ | 0,1 0,7 | <0,1 <0,1 | 0,0 0,2 | <0,1 | 0,6 10,5 | <0,1 1,1 |
| | Взвешенные вещества | | | | | 25,5 782,7 | |
| | Кислород | 8,20 2,26 | 0,4 | 8,60 3,12 | 0,5 | 8,18 2,39 | 0,4 |
| пролив Босфор Восточный | НУ | 0,15 0,92 | 3 18 | 0,39 5,98 | 8 120 | 0,18 2,46 | 4 49 |
| | Фенолы | 2 5 | 2,0 5 | 2 7 | 2,0 7 | 1 5,9 | 1,0 6 |
| | АПАВ | 50,0 126,0 | 0,5 1,3 | 63,0 162,0 | 0,6 1,6 | 66,0 112,0 | 0,7 1,1 |
| | Аммонийный азот | 98,0 353,0 | <0,1 0,1 | 206,0 376,0 | <0,1 0,1 | 115,0 204,0 | <0,1 <0,1 |
| | Медь | 1,0 8,1 | 0,2 1,6 | 1,2 2,7 | 0,2 0,5 | 1,1 6,2 | 0,2 1,2 |
| | Железо | 4,6 54,0 | 0,1 1,0 | 6,4 86,0 | 0,1 1,7 | 12,0 55,0 | 0,2 1,1 |
| | Цинк | 7,8 54,0 | 0,15 1,0 | 10,0 98,0 | 0,2 1,96 | 27,0 265,0 | 0,5 5 |
| | Свинец | 0,0 0,0 | | 0,4 6,4 | <0,1 0,6 | 0,5 7,1 | <0,1 0,7 |
| | Марганец | 0,2 1,3 | <0,1 <0,1 | 0,4 3,2 | <0,1 <0,1 | 0,2 2,7 | <0,1 <0,1 |
| | Кадмий | 0,7 6,6 | <0,1 0,7 | 1,8 49,0 | 0,2 5 | 1,3 13,0 | 0,1 1,3 |

| | | | | | | | |
|-----------------|--------------------|----------------|--------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|
| | Ртуть | 0,08 0,39 | 0,8 4 | 0,03 0,09 | 0,3 0,9 | 0,06 0,20 | 0,6 2,0 |
| | ДДТ | 0,7 1,5 | <0,1 0,15 | 2,4 19,4 | 0,2 1,9 | 1,0 2,8 | 0,1 0,3 |
| | ДДЭ | 1,0 3,8 | 0,1 0,4 | 1,3 10,7 | 0,1 1,1 | 2,2 21,1 | 0,2 2,1 |
| | ДДД | 0,4 1,8 | <0,1 0,2 | 0,4 1,9 | <0,1 0,2 | 2,5 17,7 | 0,3 1,8 |
| | α -ГХЦГ | 0,1 0,4 | <0,1 0,1 | 2,0 13,9 | 0,2 1,4 | 0,2 1,0 | <0,1 0,1 |
| | γ -ГХЦГ | 0,1 0,2 | <0,1 0,1 | 0,2 1,5 | <0,1 0,2 | 0,2 1,9 | <0,1 0,2 |
| | Кислород | 8,89 1,66 | | 8,94 3,36 | | 8,43 5,36 | |
| бухта Диомид | НУ | 0,21 0,74 | 4 15 | 0,40 1,31 | 8 26 | 0,12 0,28 | 2,4 6 |
| | Фенолы | 2 5 | 2,0 5 | 1,9 4,5 | 1,9 4,5 | 1,8 6 | 1,8 6 |
| | АПАВ | 78,0 148,0 | 0,8 1,5 | 101,0 118,0 | 1,0 1,2 | 132,0 169,0 | 1,3 1,7 |
| | Аммонийный азот | 170,0 689,0 | <0,1 0,2 | 275,0 379,0 | <0,1 0,1 | 311,0 1051,0 | 0,1 0,4 |
| | Медь | 1,4 2,4 | 0,3 0,5 | 2,4 5,8 | 0,4 1,2 | 1,2 3,4 | 0,2 0,7 |
| | Железо | 5,4 16,0 | 0,1 0,3 | 8,8 34,0 | 0,2 0,7 | 7,4 12,0 | 0,1 0,2 |
| | Цинк | 12,0 38,0 | 0,2 0,8 | 27,0 107 | 0,5 2,1 | 16,0 51,0 | 0,3 1,0 |
| | Свинец | 0,0 0,0 | | 0,3 1,3 | <0,1 0,1 | 0,1 1,2 | <0,1 0,1 |
| | Марганец | 0,3 1,6 | <0,1 0,1 | 0,3 1,1 | <0,1 0,1 | 0,1 0,5 | <0,1 0,1 |
| | Кадмий | 0,4 1,5 | <0,1 0,2 | 0,6 2,0 | <0,1 0,2 | 3,0 24,0 | 0,3 2,4 |
| | Ртуть | 0,09 0,32 | 0,9 3 | 0,04 0,08 | 0,4 0,8 | 0,10 0,41 | 1,0 4 |
| | ДДТ | 0,5 0,6 | <0,1 0,1 | 1,4 1,9 | 0,1 0,2 | 0,6 1,1 | <0,1 0,1 |
| | ДДЭ | 1,0 2,1 | 0,1 0,2 | 1,5 1,5 | 0,2 0,2 | 0,6 1,2 | <0,1 0,1 |
| | ДДД | 0,6 1,0 | <0,1 0,1 | 0,4 0,7 | <0,1 0,1 | 1,6 7,8 | 0,2 0,8 |
| | α -ГХЦГ | 0,1 0,1 | <0,1 0,1 | 7,0 14,0 | 0,7 1,4 | 0,2 0,3 | <0,1 0,1 |
| | γ -ГХЦГ | 0,0 0,0 | | 0,0 0,0 | | 0,9 4,5 | <0,1 0,5 |
| | Кислород | 8,94 6,73 | | 9,60 5,84 | | 8,93 7,33 | |

| | | | | | | | |
|-------------------|-----------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| Уссурийский залив | НУ | 0,07 | 1,4 | 0,20 | 4 | 0,24 | 5 |
| | | 0,21 | 4 | 1,12 | 22 | 0,64 | 13 |
| | Фенолы | 1 | 1,0 | 1,6 | 1,6 | 1 | 1,0 |
| | | 3 | 3 | 4,4 | 4 | 2,8 | 3 |
| | АПАВ | 52,0 | 0,5 | 48,0 | 0,5 | 55,0 | 0,6 |
| | | 151,0 | 1,5 | 84,0 | 0,8 | 79,0 | 0,8 |
| | Аммонийный азот | 78,0 | <0,1 | 170,0 | <0,1 | 107,0 | <0,1 |
| | | 196,0 | <0,1 | 350,0 | 0,1 | 246,0 | <0,1 |
| | Медь | 0,9 | 0,2 | 1,5 | 0,3 | 0,9 | 0,2 |
| | | 3,8 | 0,8 | 5,0 | 1,0 | 2,7 | 0,5 |
| | Железо | 4,1 | <0,1 | 7,9 | 0,2 | 4,2 | <0,1 |
| | | 18,0 | 0,4 | 134,0 | 2,7 | 37,0 | 0,7 |
| | Цинк | 6,9 | 0,1 | 18,0 | 0,4 | 13,0 | 0,3 |
| | | 118,0 | 2,0 | 115,0 | 2,3 | 85,0 | 1,7 |
| | Свинец | < 0,1 | < 0,1 | 0,5 | <0,1 | 0,0 | |
| | | 2,3 | 0,2 | 3,9 | 0,4 | 1,1 | 0,1 |
| | Марганец | 0,1 | <0,1 | 0,1 | <0,1 | 0,0 | |
| | | 0,6 | <0,1 | 1,0 | <0,1 | 1,1 | <0,1 |
| | Кадмий | 1,5 | 0,15 | 2,0 | 0,2 | 0,2 | < 0,1 |
| | | 29,0 | 2,9 | 48,0 | 5 | 2,0 | 0,2 |
| | Ртуть | 0,03 | 0,3 | 0,03 | 0,3 | 0,04 | 0,4 |
| | | 0,11 | 1,1 | 0,07 | 0,7 | 0,21 | 2,1 |
| | ДДТ | 0,9 | < 0,1 | 12,4 | 1,2 | 1,0 | 0,1 |
| | | 2,8 | 0,3 | 497,8 | 50 | 9,7 | 1,0 |
| | ДДЭ | 1,0 | 0,1 | 1,3 | 0,1 | 0,7 | < 0,1 |
| | | 4,2 | 0,4 | 22,7 | 2,3 | 13,4 | 1,3 |
| | ДДД | 0,5 | < 0,1 | 0,8 | <0,1 | 1,1 | 0,1 |
| | | 1,8 | 0,2 | 19,7 | 2,0 | 15,3 | 1,5 |
| | α-ГХЦГ | 0,2 | <0,1 | 0,2 | <0,1 | 0,2 | <0,1 |
| | | 0,9 | <0,1 | 1,9 | 0,2 | 6,2 | 0,6 |
| | γ-ГХЦГ | 0,1 | < 0,1 | 0,2 | <0,1 | 0,0 | |
| | | 2,4 | 0,2 | 2,0 | 0,2 | 0,7 | <0,1 |
| | Кислород | 8,80 | | 9,53 | | 9,16 | |
| | | 5,20 | 0,9 | 6,52 | | 5,67 | 0,9 |
| залив Находка | НУ | 0,08 | 1,6 | 0,12 | 2,4 | 0,11 | 2,2 |
| | | 0,17 | 3 | 0,71 | 14 | 0,18 | 3,6 |
| | Фенолы | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1 | 1,0 |
| | | 3 | 3 | 2,4 | 2,4 | 1,9 | 1,9 |
| | АПАВ | 54,0 | 0,5 | 48,0 | 0,5 | 42,0 | 0,4 |
| | | 121,0 | 1,2 | 79,0 | 0,8 | 96,0 | 1,0 |
| | Аммонийный азот | 80,0 | <0,1 | 147,0 | <0,1 | 102,0 | <0,1 |
| | | 208,0 | <0,1 | 239,0 | <0,1 | 148,0 | <0,1 |
| | Медь | 1,2 | 0,2 | 1,1 | 0,2 | 0,5 | 0,1 |
| | | 10,0 | 2,0 | 1,5 | 0,3 | 2,0 | 0,4 |
| | Кадмий | 0,8 | < 0,1 | 0,3 | <0,1 | 0,3 | <0,1 |
| | | 2,4 | 0,5 | 0,6 | <0,1 | 0,7 | <0,1 |
| | Железо | 5,7 | 0,1 | 5,1 | 0,1 | 6,0 | 0,1 |
| | | 34,0 | 0,7 | 12,0 | 0,2 | 73,0 | 1,5 |

| | | | | | | | |
|-------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| | Цинк | 6,4 16,0 | 0,1 0,3 | 2,6 7,3 | <0,1 0,1 | 4,7 40,0 | <0,1 0,8 |
| | Свинец | 0,0 0,0 | | 0,2 1,4 | <0,1 0,1 | 0,2 2,7 | <0,1 0,3 |
| | Марганец | 0,2 1,1 | <0,1 <0,1 | 7,5 30,0 | 0,2 0,6 | 1,0 5,3 | <0,1 0,1 |
| | Ртуть | 0,03 0,09 | 0,3 0,9 | 0,03 0,07 | 0,3 0,7 | 0,08 0,18 | 0,8 1,8 |
| | ДДТ | 0,6 1,9 | < 0,1 0,2 | 0,9 1,9 | <0,1 0,2 | 1,0 2,4 | 0,1 0,2 |
| | ДДЭ | 1,8 9,2 | 0,2 0,9 | 1,1 3,9 | 0,1 0,4 | 0,4 0,8 | <0,1 <0,1 |
| | ДДД | 0,4 1,8 | < 0,1 0,2 | 0,4 1,5 | <0,1 0,2 | 0,8 3,7 | <0,1 0,4 |
| | α -ГХЦГ | 0,2 0,8 | <0,1 <0,1 | 0,3 0,9 | <0,1 <0,1 | 0,3 0,5 | <0,1 <0,1 |
| | γ -ГХЦГ | 0,1 0,8 | <0,1 <0,1 | 0,3 4,7 | <0,1 0,5 | 0,0 0,2 | <0,1 <0,1 |
| | Кислород | 9,56 5,19 | | 9,76 8,47 | | 9,71 7,92 | |
| Татарский пролив: | НУ | 0,05 0,19 | 1,0 4 | 0,10 0,22 | 2,0 4 | 0,051 0,20 | 1,0 4 |
| г. Александровск | Фенолы | 0,0009 0,002 | 0,9 2 | 0,8 2 | 0,8 2,0 | 0,9 3 | 0,9 3,0 |
| | СПАВ | 12,0 19,0 | 0,1 0,2 | 10,0 60,0 | 0,1 0,6 | 14,0 48,0 | 0,1 0,5 |
| | Аммонийный азот | 31 67 | < 0,1 < 0,1 | 31,0 61,0 | <0,1 <0,1 | 34 76 | <0,1 <0,1 |
| | Кадмий | 0,5 1,1 | < 0,1 0,1 | 0,3 0,8 | <0,1 <0,1 | 0,3 1,1 | < 0,1 0,1 |
| | Медь | 3,2 6,8 | 0,6 1,4 | 4,7 16,0 | 0,9 3,2 | 5,5 18,1 | 1,1 3,6 |
| | Цинк | 5,7 14,0 | 0,1 0,3 | 9,5 25,1 | 0,2 0,5 | 33,8 241,2 | 0,7 4,8 |
| | Свинец | 1,7 5,1 | 0,2 0,5 | 0,4 1,1 | <0,1 0,1 | 0,8 2,4 | <0,1 0,2 |
| | Кислород | 9,20 5,50 | | 8,90 7,60 | | 8,7 6,4 | |

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

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

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

По отдельным гидрохимическим показателям и результатам расчета индекса ИЗВ в 2009 г. значительно улучшилось качество вод бухт Золотой Рог и Диомид, а также пролива Босфор Восточный. Состояние остальных прибрежных контролируемых районов Японского моря осталось на прошлогоднем уровне. В Татарском проливе на рейдовой станции г. Александровска морские воды в течение последних лет характеризуются как умеренно-загрязненные. Приоритетными загрязняющими веществами остаются нефтяные углеводороды, фенолы, СПАВ, медь и ртуть.

Таблица 12.2.

Оценка качества прибрежных вод Японского моря по ИЗВ в 2007–2009 гг.

| Район | 2007 г. | | 2008 г. | | 2009 г. | | Содержание ЗВ в 2009 г. (в ПДК) |
|------------------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--|
| | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | ИЗВ | класс | |
| Амурский залив | 1,73 | IV | 1,91 | V | 1,11 | III | НУ 1,4; фенолы 1,4; Hg 0,9, O ₂ 0,74 |
| бухта Золотой Рог | 2,37 | V | 3,26 | VI | 1,73 | V | НУ 3,4; фенолы 1,7; АПАВ 1,1; O ₂ 0,73 |
| Пролив Босфор Восточный | 1,64 | IV | 2,80 | V | 1,49 | IV | НУ 3,6; фенолы 1,0; АПАВ 0,66, O ₂ 0,71 |
| Бухта Диомид | 1,94 | V | 2,88 | V | 1,54 | IV | НУ 2,4; фенолы 1,8; АПАВ 1,3, O ₂ 0,67 |
| Уссурийский залив | 0,95 | III | 1,68 | IV | 1,77 | V | НУ 4,8; фенолы 1,0; АПАВ 0,6, O ₂ 0,66 |
| залив Находка | 1,07 | III | 1,22 | III | 1,16 | III | НУ 2,2; фенолы 1,0; Hg 0,8; O ₂ 0,62 |
| Татарский пролив, г. Александровск | 0,94 | III | 1,09 | III | 0,93 | III | НУ 1,0; фенолы 0,9; Cu 1,1; O ₂ 0,7 |

**Авторы и владельцы материалов,
использованных при составлении Ежегодника–2009**

Каспийское море

- 1) Астраханский ЦГМС (АстрЦГМС, г. Астрахань): Ильзова Ф.-Х.Ш.
- 2) Государственный океанографический институт (ГОИН, г. Москва): Коршенко А.Н., Землянов И.В., Плотникова Т.И., Панова А.И.
- 3) Центр химии окружающей среды НПО «Гайфун» (г. Обнинск): Кочетков А.Н.
- 4) Дагестанский ЦГМС (ДагЦГМС, г. Махачкала): Поставик П.В., Архипцева Н.А., Дабузова Г.М., Османова С.Ш., Тынянский М.В.
- 5) Республиканское госпредприятие «Казгидромет» (http://eco.gov.kz/ekolog/ekolog_arch.php)
- 6) Метеорологический Синтезирующий Центр – Восток (МСЦ-В, г. Москва): Гусев А., Дутчак С., Рожовская О., Шаталов В., Соковок В., Вулюх Н., Аас В., Брейвик К.

Азовское море

- 1) Донская устьевая гидрометеорологическая станция (ДУС, г. Азов) Северо-Кавказского межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (СК УГМС): Хорошенькая Е.А., Иванова Л.Л., Коробейко Е.Н.
- 2) Лаборатория мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ) Устьевой ГМС Кубанская (г. Темрюк): Иванов А.А., Дербичева Т.И., Кобец С.В.
- 3) Лаборатория химии моря Морского отделения УкрНИГМИ (Украина, г. Севастополь): Рябинин А.И., Шибаева С.А.

Черное море

- 1) Гидрометеорологическое бюро Туапсе (г. Туапсе): Панченко А.В., Сапега Г.Ф., Костенко Т.М.
- 2) СЦГМС ЧАМ (г. Сочи): Любимцев А.Л.
- 3) Лаборатория химии Южного отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ЮО ИОРАН, г. Геленджик): Часовников В.К. Якушев Е.В., Чжу В.П., Куприкова Н.Л.
- 4) Лаборатория химии моря Морского отделения УкрНИГМИ (МО УкрНИГМИ, г. Севастополь): Клименко Н.П., Рябинин А.И., Вареник А.В. Ильин Ю.П.
- 5) Морской гидрофизический институт НАН Украины, Отдел Биогеохимии моря (ОБМ МГИ, г. Севастополь): Коновалов С.К.
- 6) Южный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО, г. Керчь): Троценко Б.Г.
- 7) Институт океанологии БАН (г. Варна, Болгария): Галина Щерева.
- 8) Метеорологический Синтезирующий Центр - Восток (МСЦ-В, г. Москва): Гусев А., Дутчак С., Рожовская О., Шаталов В., Соковок В., Вулюх Н., Аас В., Брейвик К.

Балтийское море

1) ГУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р» (Санкт-Петербургский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с региональными функциями, г. Санкт-Петербург), Отдел информации и методического руководства сетью мониторинга загрязнения природной среды (ОМС ЦМС): Кобелева Н.И., Лавинен Н.А. Гидрометеоусловия (Гидрометцентр): Колесов А.М., Лебедева Н.И., Макаренко А.П., Богдан М.И., Солощук П.В.

Белое море

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

Баренцево море

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

Гренландское море (Шпицберген)

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

Шельф Камчатки, Авачинская губа

1) Отдел обслуживания информацией о загрязнении окружающей среды (ОИИ ЦМС ГУ «Камчатское УГМС» (г. Петропавловск-Камчатский): Ишонин М.И., Абросимова Т.М., Марущак В.О.

Охотское море

1) Центр мониторинга загрязнения окружающей среды Сахалинского УГМС (г. Южно-Сахалинск): Шулятьева Л.В., Казакова Л.Г., Золотохин Е.Г.

Японское море

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

СПИСОК опубликованных Ежегодников

Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1966 г. – А.С.Пахомова, Н.А.Афанасьева, А.К.Величкевич, Е.П.Кириллова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. – Москва, 1968, 161 с.

Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1967 г. – А.С.Пахомова, А.К.Величкевич, 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.Величкевич, 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.Величкевич, 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, Гидрометеиздат, 2001, 80 с.

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2000. – Н.А.Афанасьева, И.Г.Матвейчук, И.Я.Агарова, Т.И.Плотникова, В.П.Лучков, под ред. А.Н.Коршенко, Санкт-Петербург. – 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 «ФОП», 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 «ФОП», 2009, 192 с.

CONTENTS

| | |
|---|----|
| ABSTRACT | 5 |
| FOREWORD..... | 6 |
| Chapter 1. Description of the monitoring system | 8 |
| 1.1. Methodology of sampling and data treatment | 8 |
| Chapter 2. Caspian Sea | |
| 2.1. General information..... | 14 |
| 2.2. Water conditions of the Northern Caspian | 15 |
| 2.3. Expeditions in the Northern Caspian..... | 18 |
| 2.4. Waters conditions in the Middle Caspian..... | 29 |
| 2.5. Pollution of the Dagestan coastal area..... | 31 |
| 2.6. Water quality in the Kazakhstan area | 42 |
| 2.7. Atmospheric deposition | 44 |
| Chapter 3. Azov Sea | |
| 3.1. General information..... | 46 |
| 3.2. Estuary of the Don River | 48 |
| 3.2.1. Monitoring system in the Don estuarine region..... | 48 |
| 3.2.2. Water pollution..... | 48 |
| 3.2.3. Bottom sediments pollution..... | 51 |
| 3.3. Estuary and Delta of the Kuban River..... | 51 |
| 3.3.1. Monitoring system of the Kuban River estuary..... | 51 |
| 3.3.2. Hydrometeorological conditions | 52 |
| 3.3.3. Pollutants sources | 53 |
| 3.3.4. Pollution of the Kuban Delta | 53 |
| 3.3.5. Water pollution of the Temruk Bay..... | 53 |
| 3.5. Sources of the pollution in Ukrainian waters..... | 61 |
| 3.6. Pollution of Ukrainian coastal waters | 62 |
| 3.6.1. The Kerch Strait..... | 62 |
| 3.6.2. The Taganrog Bay | 63 |
| 3.6.3. Berdiansk Bay..... | 64 |
| Chapter 4. Black Sea | |
| 4.1. General information..... | 66 |
| 4.2. Hydrochemical conditions of the Varna Bay..... | 68 |
| 4.3. Sources of pollution in the Ukrainian waters..... | 69 |
| 4.4. Pollution of the Ukrainian coastal waters | 69 |
| 4.4.1. Delta of the Danube River | 70 |
| 4.4.2. Branches of the Danube Delta | 71 |
| 4.4.3. Danube estuarine region | 71 |

| | |
|---|----|
| 4.4.4. Suhoy Liman..... | 72 |
| 4.4.5. Entrance channel and WWTP of the town Illychevsk | 73 |
| 4.4.6. Odessa port | 73 |
| 4.4.7. Estuary of South Bug River and Bug’s Liman | 73 |
| 4.4.8. Dnieper Liman | 74 |
| 4.4.9. Tarkhankut peninsula region | 75 |
| 4.4.10. Hydrochemistry and pollution of atmospheric precipitations in Sevastopol | 76 |
| 4.4.11. Yalta port | 78 |
| 4.4.12. Bottom sediments pollution | 80 |
| 4.4.13. The Kerch Strait..... | 80 |
| 4.5. Pollution of the coastal waters in Anapa-Tuapse area | 83 |
| 4.6. Novorossiysk Bight | 86 |
| 4.7. Coastal area of Adler-Sochi..... | 90 |
| 4.8. Atmospheric deposition | 96 |

Chapter 5. **Baltic Sea**

| | |
|---|-----|
| 5.1. General information..... | 98 |
| 5.2. Neva Bay | 99 |
| 5.2.1. Hydrochemical characteristics of the Central part of the Neva Bay | 100 |
| 5.2.2. Pollution of the Central part of the Neva Bay | 102 |
| 5.3. Pollution of the health-resort of the Neva Bay | 103 |
| 5.3.1. Southern health-resort area | 103 |
| 5.3.2. Northern health-resort area | 104 |
| 5.3.3. Health-resort area of the shallow region..... | 104 |
| 5.4. Pollution of Marine Trade Port (MTP) | 105 |
| 5.5. Eastern part of the Gulf of Finland | 107 |
| 5.5.1. Shallow part of the Eastern side of the Finnish Gulf..... | 107 |
| 5.5.2. Deep part of the Eastern side of the Finnish Gulf..... | 108 |
| 5.6. Koporsky Bay | 108 |
| 5.7. Luzsky Bay | 108 |
| 5.8. Conclusion..... | 109 |

Chapter 6. **White Sea**

| | |
|---|-----|
| 6.1. General information..... | 111 |
| 6.2. Sources of pollution..... | 113 |
| 6.3. Pollution of the Dvina Bay | 114 |
| 6.4. Estuarine regions | 115 |
| 6.5. Kandalaksha Gulf water pollution | 116 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Chapter 7. | Barents Sea | |
| | 7.1. General information..... | 119 |
| | 7.2. Sources of pollution..... | 120 |
| | 7.3. Water pollution of Kolsky Bay..... | 120 |
| Chapter 8. | Greenland Sea (Shpitsbergen) | |
| | 8.1. Water monitoring in Greenfjord Gulf..... | 123 |
| | 8.2. Expeditions in Shpitsbergen archipelago waters | 125 |
| | 8.2.1. Hydrochemical parameters | 125 |
| | 8.2.2. Pollution..... | 126 |
| Chapter 9. | Arctic Seas | 128 |
| Chapter 10 | Kamchatka shelf (Pacific ocean) | |
| | 10.1. Sources of pollution..... | 128 |
| | 10.2. Water pollution in the Avacha Bay | 128 |
| | 10.3. Visual investigations of the oil films | 131 |
| Chapter 11 | Okhotsk Sea | |
| | 11.1. General information..... | 132 |
| | 11.2. Pollution of Sakhalin shelf. Starodubsky village..... | 133 |
| | 11.3. Aniva Gulf..... | 135 |
| Chapter 12 | The Japan Sea | |
| | 12.1. General information..... | 139 |
| | 12.2. Sources of pollution..... | 140 |
| | 12.3. Golden Horn Bight | 141 |
| | 12.4. Bosphor Eastern Strait | 144 |
| | 12.5. Diomid Bight | 147 |
| | 12.6. Amur Gulf..... | 148 |
| | 12.7. Ussury Gulf..... | 152 |
| | 12.8. Nahodka Gulf | 154 |
| | 12.9. Western shelf of the Sakhalin Island. The Tatarsky Strait..... | 156 |
| | Annex 1. The authors and owners of the data | 163 |
| | Annex 2. The list of the published Annual Repots..... | 165 |
| | CONTENTS | 168 |
| | CONTENTS (Rus) | 171 |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| АННОТАЦИЯ | 5 |
| ПРЕДИСЛОВИЕ | 6 |
| 1. Характеристика системы наблюдений | 8 |
| 1.1. Методы обработки проб и результатов наблюдений | 8 |
| 2. Каспийское море | |
| 2.1. Общая характеристика | 14 |
| 2.2. Состояние вод Северного Каспия | 15 |
| 2.3. Экспедиционные исследования на Северном Каспии..... | 18 |
| 2.4. Состояние открытых вод Среднего Каспия | 29 |
| 2.5. Состояние вод Дагестанского побережья..... | 31 |
| 2.6. Исследования качества морских вод в Казахстане..... | 42 |
| 2.7. Атмосферные выпадения | 44 |
| 3. Азовское море | |
| 3.1. Общая характеристика | 46 |
| 3.2. Устьевая область реки Дон | 48 |
| 3.2.1. Система мониторинга устьевой области р. Дон | 48 |
| 3.2.2. Загрязнение вод..... | 48 |
| 3.2.3. Загрязнение донных отложений | 51 |
| 3.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань..... | 51 |
| 3.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань | 51 |
| 3.3.2. Характеристика гидрометеорологических условий | 52 |
| 3.3.3. Поступление загрязняющих веществ..... | 53 |
| 3.3.4. Загрязнение дельты Кубани..... | 53 |
| 3.3.5. Загрязнение вод Темрюкского залива..... | 53 |
| 3.5. Источники загрязнения украинской части моря..... | 61 |
| 3.6. Загрязнение прибрежных вод украинской части Азовского моря .. | 62 |
| 3.6.1. Керченский пролив | 62 |
| 3.6.2. Таганрогский залив | 63 |
| 3.6.3. Бердянский залив | 64 |
| 4. Черное море | |
| 4.1. Общая характеристика | 66 |
| 4.2. Гидрохимическое состояние вод Варненского залива..... | 68 |
| 4.3. Источники загрязнения украинской части моря..... | 69 |
| 4.4. Загрязнение прибрежных вод украинской части моря..... | 69 |
| 4.4.1. Дельта р. Дунай..... | 70 |
| 4.4.2. Дельтовые водотоки | 71 |

| | |
|---|-----|
| 4.4.3. Придунайский район | 71 |
| 4.4.4. Сухой лиман | 72 |
| 4.4.5. Район входного канала и очистных сооружений г. Ильичевска..... | 73 |
| 4.4.6. Порт Одесса..... | 73 |
| 4.4.7. Устье реки Южный Буг, Бугский лиман..... | 73 |
| 4.4.8. Днепровский лиман | 74 |
| 4.4.9. Район полуострова Тарханкут | 75 |
| 4.4.10. Гидрохимический режим и загрязнение атмосферных осадков (г. Севастополь) | 76 |
| 4.4.11. Порт Ялта..... | 78 |
| 4.4.12. Загрязнение донных отложений | 80 |
| 4.4.13. Керченский пролив..... | 80 |
| 4.5. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе | 83 |
| 4.6. Новороссийская бухта..... | 86 |
| 4.7. Прибрежный район Сочи – Адлер | 90 |
| 4.8. Атмосферные выпадения | 96 |
| | |
| 5. Балтийское море | |
| 5.1. Общая характеристика | 98 |
| 5.2. Невская губа | 99 |
| 5.2.1. Гидрохимические показатели вод центральной части Невской губы..... | 100 |
| 5.2.2. Загрязнение вод центральной части Невской губы | 102 |
| 5.3. Загрязнение вод курортных районов Невской губы..... | 103 |
| 5.3.1. Южный курортный район | 103 |
| 5.3.2. Северный курортный район..... | 104 |
| 5.3.3. Курортная зона мелководного района | 104 |
| 5.4. Загрязнение вод Морского торгового порта (МТП)..... | 105 |
| 5.5. Восточная часть Финского залива..... | 107 |
| 5.5.1. Мелководный район восточной части Финского залива | 107 |
| 5.5.2. Глубоководный район восточной части Финского залива | 108 |
| 5.6. Копорская губа..... | 108 |
| 5.7. Лужская губа | 108 |
| 5.8. Заключение | 109 |
| | |
| 6. Белое море | |
| 6.1. Общая характеристика | 111 |
| 6.2. Источники поступления загрязняющих веществ..... | 113 |
| 6.3. Загрязнение вод Двинского залива | 114 |
| 6.4. Устьевые области рек..... | 115 |
| 6.5. Загрязнение вод Кандалакшского залива | 116 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 7. | Баренцево море | |
| | 7.1. Общая характеристика | 119 |
| | 7.2. Источники поступления загрязняющих веществ..... | 120 |
| | 7.3. Загрязнение вод Кольского залива | 120 |
| 8. | Гренландское море (Шпицберген) | |
| | 8.1. Мониторинг вод в заливе Гренфьорд | 123 |
| | 8.2. Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген | 125 |
| | 8.2.1. Гидрохимические показатели | 125 |
| | 8.2.2. Загрязняющие вещества | 126 |
| 9. | Моря Северного Ледовитого океана | 128 |
| 10. | Шельф полуострова Камчатка (Тихий океан) | |
| | 10.1. Источники поступления загрязняющих веществ..... | 128 |
| | 10.2. Загрязнение вод Авачинской губы..... | 128 |
| | 10.3. Визуальные наблюдения за нефтяной пленкой | 131 |
| 11. | Охотское море | |
| | 11.1. Общая характеристика | 132 |
| | 11.2. Загрязнение шельфа о. Сахалин Район поселка Стародубское | 133 |
| | 11.3. Залив Анива..... | 135 |
| 12. | Японское море | |
| | 12.1. Общая характеристика | 139 |
| | 12.2. Источники загрязнения | 140 |
| | 12.3. Бухта Золотой Рог | 141 |
| | 12.4. Пролив Босфор Восточный..... | 144 |
| | 12.5. Бухта Диомид | 147 |
| | 12.6. Амурский залив..... | 148 |
| | 12.7. Уссурийский залив | 152 |
| | 12.8. Залив Находка | 154 |
| | 12.9. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив | 156 |
| | Приложение 1. Авторы и владельцы материалов | 163 |
| | Приложение 2. Список опубликованных Ежегодников..... | 165 |
| | CONTENTS..... | 168 |
| | СОДЕРЖАНИЕ..... | 171 |

Качество морских вод по гидрохимическим показателям.
Ежегодник 2009. – Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г.,
Плотникова Т.И., Кирьянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В. –
Обнинск, «Артифлекс», 2010, 174 с.
ISBN 978-5-9903653-2-2

© Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И.,
Кирьянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В.

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

Формат 70x100 1/16. Условных п. л. 10,8.
Тираж 300 экз. Зак. №8676.
Отпечатано в ОАО «Можайский полиграфический комбинат»
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93.