

**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**

**2015**

**Editor Alexander Korshenko**

**Moscow 2016**

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

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

**(ГОИН)**



**КАЧЕСТВО МОРСКИХ ВОД  
ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ  
ПОКАЗАТЕЛЯМ**

**Е Ж Е Г О Д Н И К**

**2015**

**Редактор Коршенко А.Н.**

**Москва 2016**

## АННОТАЦИЯ

В Ежегоднике-2015 приведены усредненные значения стандартных гидрохимических характеристик, концентрация биогенных элементов и уровень загрязнения вод и донных отложений различными веществами прибрежных районов морей Российской Федерации в 2015 г. Ежегодник содержит информацию о результатах наблюдений в рамках государственной программы мониторинга морской среды, проводимых 16 химическими лабораториями региональных подразделений Росгидромета, включая Северо-Западный филиал ГУ «НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Санкт-Петербург), институтов Российской Академии Наук и других специализированных организаций. Работа по подготовке Ежегодника выполнена в лаборатории мониторинга загрязнения морской среды Государственного океанографического института Росгидромета (ЛМЗ ГОИН, г. Москва, [www.oceanography.ru](http://www.oceanography.ru), раздел «Загрязнение морей»).

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

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

*Ссылка для цитирования:*

Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2015. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2016, 184 с.

ISBN 978-5-9500646-0-9

© Коршенко А.Н.

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

## ABSTRACT

The Annual Report 2015 reviews the hydrochemical state and pollution of marine coastal waters and bottom sediments of the seas around Russian Federation in 2015. The Annual Report summarizes routine observation data on the quality of the seawaters and bottom sediments conducted by 16 regional chemical laboratories and North-Western Branch of NPO “Typhoon” (St.Petersburg) of the Roshydromet. For some regions additional information used from different national and international sources.

The Report contains annual and/or seasonal/monthly average and maximum values of individual hydrochemical parameters of the seawaters for 2015. It also describes the level of pollution of waters and bottom sediments with a wide spectrum of natural and synthetic substances. Water quality assessments based on the concentration of individual pollutants compared with MAC and complex Index of Water Pollution (IWP). Interannual variations and long-term trends of parameters were identified where possible.

The Annual Report 2015 is intended for use by federal and regional administration bodies, environment protection and offshore industry managers, Russian and international public and scientists. Assessments of the current state and of the long-term changes of marine environmental pollution could be used in researches and for planning of environment protection activities.

This Annual Report 2015 was compiled at the Marine Pollution Monitoring Laboratory of the State Oceanographic Institute of Roshydromet (SOI, Kropotkinsky Lane 6, 119034 Moscow, Russia, [www.oceanography.ru](http://www.oceanography.ru), Chapter «Marine pollution»).

*For bibliographic purposes this document shall be cited as:*

Marine Water Pollution. Annual Report 2015. — Editor Alexander Korshenko, Moscow, «Nauka», 2016, 184 p.

ISBN 978-5-9500646-0-9

© Korshenko A.N.

© State Oceanographic Institute (SOI)

# Глава 1. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

*Ильзова Ф.Ш., Конотопова Е.А., Дадашев А.М., Османова С.Ш., Косевич Н.И.,  
Коршенко А.Н., Постнов А.А.*

## 1.1. Общая характеристика

Каспийское море является уникальным природным водоемом нашей планеты, расположенным на крайнем юго-востоке Европейской территории России на границе двух крупных частей единого материка Евразии. Каспий не имеет связи с Мировым океаном. Уровень моря подвержен резким колебаниям и в настоящее время находится примерно на 27–28 м ниже балтийского стандарта (уровня океана). Изменения уровня моря обусловлены определяемой климатом степенью увлажненности водосборного бассейна, площадь которого составляет 3,5 млн. км<sup>2</sup>. По размерам своей котловины Каспийское море является крупнейшим замкнутым водоемом. Его общая площадь равна 378,4 тыс. км<sup>2</sup>, что составляет 18% общей площади всех озер земного шара и в 4,5 раза превышает площадь озера Верхнего в Северной Америке (84,1 тыс. км<sup>2</sup>). Акватория Каспийского моря соизмерима с площадью Балтийского (387,0 тыс. км<sup>2</sup>) и превосходит площадь Адриатического (139,0 тыс. км<sup>2</sup>) и Белого морей (87,0 тыс. км<sup>2</sup>). По морфометрическим характеристикам Каспийское море является глубоководным водоемом с сильно развитой шельфовой зоной на севере. Максимальная глубина южной впадины моря составляет 1025 м, а рассчитанная по батиграфической кривой средняя равна 208 м. Исходя из особенностей морфологического строения и физико-географических условий, Каспийское море условно делится на три части: Северный (25% площади), Средний (36%) и Южный Каспий (39%). Условная граница между первыми проходит по линии о. Чечень — мыс Тюб-Караганский, между Средним и Южным Каспием — по линии о. Жилой — мыс Ган-Гулу. Протяжённость в основном низменной и гладкой береговой линии оценивается примерно в 6500–6700 километров, а с островами до 7000 километров. В северной части берега изрезаны водными протоками и островами дельты Волги и Урала, берега низкие и заболоченные, а водная поверхность во многих местах покрыта зарослями. Донный рельеф здесь осложнен наличием множества банок и островов, в число которых входит самый большой на Каспии о. Чечень. На восточном побережье преобладают известняковые берега, примыкающие к полупустыням и пустыням. Наиболее извилистые берега на западном побережье в районе Апшеронского полуострова, а на восточном побережье в районе Казахского залива и Кара-Богаз-Гола (Бухарицин П.П., 1996).

С территории России в Каспий впадают реки Волга, Терек, Сулак и Самур; последняя является пограничной рекой с Азербайджанской Республикой. Сток р. Волги, в среднем равный 255 км<sup>3</sup> в год, составляет примерно 80% поверхностного стока в море. Каспий является солоноватоводным водоемом. Соленость на большей части акватории моря составляет 12,6–13,2‰; средняя равна 12,66‰. На севере диапазон значительно шире и укладывается в границы 1–8‰. Прилегающая к территории России мелководная акватория значительно опреснена речным стоком. Даже на удалении от устья Волги у побережья Среднего Каспия в районе г. Махачкала средняя соленость равна 10,44‰. Распределение солености по вертикали относительно равномерное. Конвективное перемешивание хорошо развито осенью и зимой вследствие охлаждения поверхностных вод и их осолонения при ледообразовании. В Среднем Каспии глубина конвекции достигает 200 м, в южном Каспии — 80–100 м (Косарев А.Н., 1975).

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

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

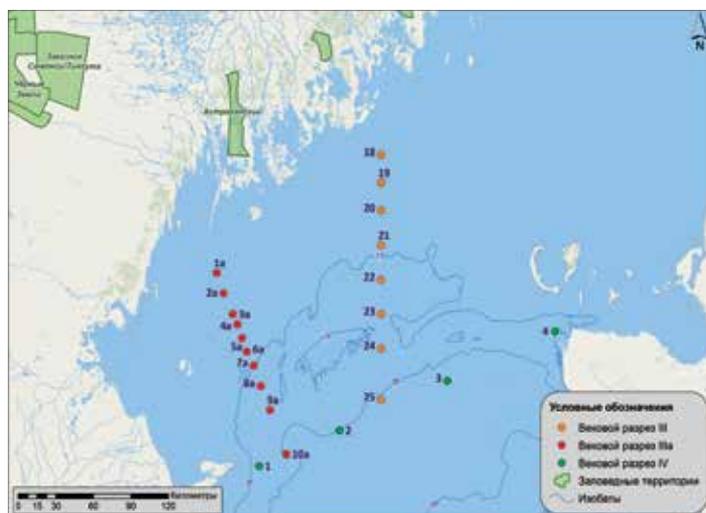
На Каспийском море развита добыча нефти, а также рыболовство и судоходство. Ранее построенные порты (Астрахань — в 2010 г. работало 21 больших и малых портовых сооружений, 15 судостроительно-судоремонтных заводов; Махачкала, Баутино, Актау, Баку, Туркменбаши, Энзели) в настоящее время реконструируются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

Бассейн Каспийского моря и особенно территория по берегам р. Волги отличаются высокой степенью промышленного и сельскохозяйственного освоения. Западное побережье Каспийского моря освоено лучше, чем восточное. Здесь на южном берегу Апшеронского полуострова расположен крупнейший на Каспийском море порт и самый большой на Кавказе город Баку, с площадью 2130 км<sup>2</sup> и населением агломерации более 2,5 млн. жителей. В Российской Федерации расположено несколько городов с численностью населения от 100 до 600 тыс. человек: Астрахань (крупнейший город Северного Каспия, 533 тыс. жителей в 2015 г.) расположен на 11 островах Прикаспийской низменности в верхней части дельты Волги на площади 209 км<sup>2</sup>; на Дагестанском побережье Махачкала (583 тыс. человек), Дербент (121 тыс.) и Каспийск (107 тыс.) (<http://ru.wikipedia.org/wiki>).

## 1.2. Поступление загрязняющих веществ

Более 85% поверхностного пресноводного стока воды в Каспийское море приходится на Северный Каспий — обширное мелководье, примерно ограниченное изобатой 20 м. В многоводные годы объем речного стока составляет 75% объема воды северной части моря, которая является зоной активного перемешивания речных и морских вод. Загрязняющие вещества (ЗВ) поступают в Северный Каспий в основном с речным стоком или с морскими водами из Среднего Каспия. Практически 90% общего объема загрязняющих веществ поступает в Каспийское море с речным стоком.

Кроме речного стока имеет значение также эоловый вынос, атмосферные осадки, сбросы воды из оросительных систем, судовые сбросы, эксплуатация и разведка морских нефтепромыслов, предприятия нефтяной и нефтехимической промышленности, транспортировка нефти морским путем, коммунальные стоки городов и сброс вод с сельхозугодий, а также газовые и жидкие выделения со дна моря. В зависимости от уровня загрязнения речных и морских вод их вклад в загрязнение северной части моря меняется. Например, в связи с уменьшением поступления хлорорганических пестицидов (ХОП) с речным стоком, основным источником загрязнения ими акватории Северного Каспия в последние годы выступает адвекция морских вод. В связи с этим при уменьшении стока и увеличении водообмена уровень загрязнения Северного Каспия может повышаться. Хотя в морскую среду поступает более 1000 химических соединений, включая токсичные, однако сырая нефть и нефтепродукты остаются приоритетными загрязнителями моря. Основными источниками поступления углеводородных соединений в воды Северного Каспия является транспортировка нефти и водный транспорт (утечка топлива или сброс нефтесодержащих промывных и балластных вод), просачивание углеводородов со дна моря, промышленные сбросы и нефтеперерабатывающая индустрия, а также утечки с прибрежных нефтяных разработок и при эксплуатации нефтяных и газовых скважин у берегов России, Азербайджана и Туркменистана. Опыт освоения нефтегазовых месторождений на морской акватории показывает, что даже при нормативном режиме добычи нефти каждая буровая установка является источником множества загрязнений, в которые входят твердые, жидкие и газообразные компоненты. В среднем при освоении морских месторождений в водную среду поступает от одной скважины от 30 до 120 тонн нефти в год (Тарасова Р.А. и др., 2008).



## 1.3. Состояние вод Северного Каспия

В период с 13 марта по 20 ноября 2015 г. на трех разрезах западной и центральной части мелководного Северного Каспия наблюдения за гидрохимическим состоянием и уровнем загрязнения вод были проведены на

**Рис. 1.1.** Станции отбора проб на акватории Северного Каспия в 2015 г.

22 станциях вековых разрезов III, IIIa и IV (рис. 1.1). Всего было отобрано 130 проб из водной толщи на станциях с глубинами 4,3–23,0 м. Пробы воды были отобраны из поверхностного, промежуточного и придонного слоев. В береговой стационарной лаборатории были определены стандартные гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ — нефтяных углеводородов (ИКС-метод), фенолов, СПАВ, железа, цинка и меди. При расчете концентрации биогенных веществ в водах района прималось, что они могут быть в целом охарактеризованы как мезотрофные.

### 1.3.1. Вековой разрез III

Температура воды в период исследований в 48 отобранных пробах была в диапазоне 3,3–25,5°C; наиболее холодные воды отмечены в марте, а наиболее прогретыми (более 20°C) они были в июне. Значения **солёности** изменялись от 6,35‰ до 13,8‰, при среднем значении 10,49‰. Минимальная величина отмечалась в июньских пробах, а максимальная — в ноябрьских пробах. Значения водородного показателя pH были в обычных границах 7,77–8,66, при среднем значении 8,33. Концентрация взвешенных веществ (ВВ) в морской воде изменялось от 1 до 40 мг/дм<sup>3</sup>, в среднем 11,7 мг/дм<sup>3</sup>, в 2,3 раза ниже прошлогоднего. Диапазон содержания биогенных веществ в водах разреза составлял: неорганического фосфора (фосфора фосфатов) 2–7 мкг/дм<sup>3</sup>, в среднем 4,2 мкг/дм<sup>3</sup>; общего фосфора изменялось в диапазоне 27,5–69,3/39,0 мкг/дм<sup>3</sup>; аммонийного азота 0–99/13,0 мкг/дм<sup>3</sup>, среднее практически равно прошлогоднему; нитритов от 0 (25 проб) до 3 мкг/дм<sup>3</sup>, в среднем 0,58 мкг/дм<sup>3</sup>, что в 17 раз меньше прошлогоднего значения, связанного с тремя наибольшими величинами двух северных станций вблизи эстуарной области Волги; нитратов 3–36/12,5 мкг/дм<sup>3</sup> и силикатов 276–1359/753 мкг/дм<sup>3</sup>. Экстремальные и средние величины концентрации биогенных элементов, за исключением нитритов и пониженных значений силикатов, соответствуют естественному многолетнему гидрохимическому режиму этой части северного мелководья (табл. 1.1). Разнообразие физико-химических условий северо-каспийского мелководья приводит к значительной внутригодовой и межгодовой изменчивости. В частности, концентрация аммонийного азота в водах вековых разрезов Северного Каспия в последние пять лет существенно понизилась до уровня второй половины 1980-х, а почти 20-кратное падение от максимума к минимуму в 2015 г. произошло менее чем за десятилетие (рис. 1.2). В течение всего многолетнего

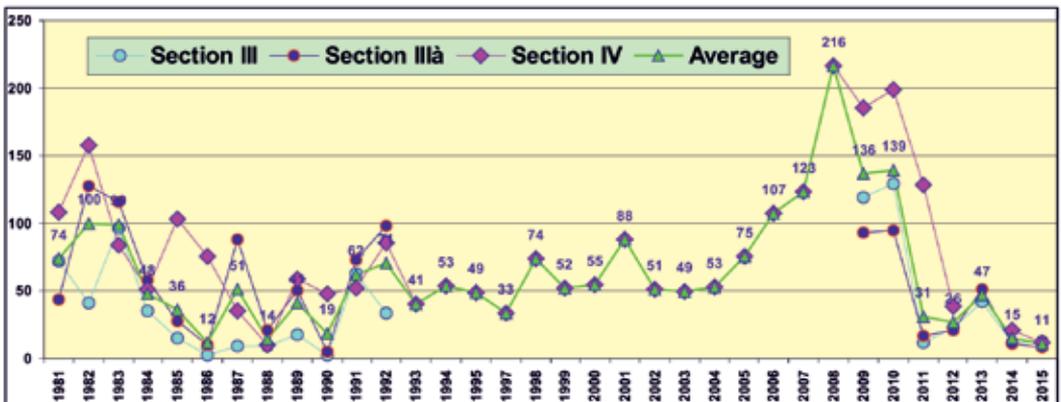
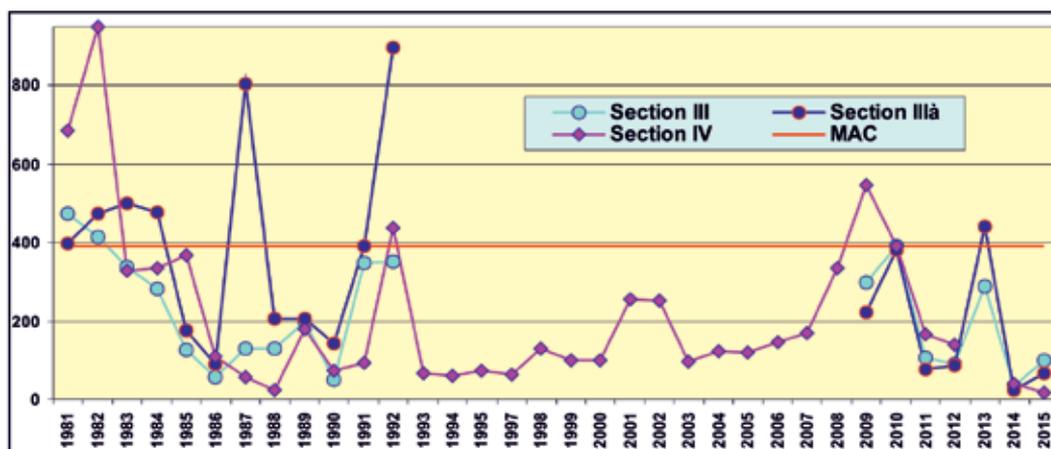


Рис. 1.2. Динамика средней концентрации аммонийного азота (мкг/дм<sup>3</sup>) на участках акватории вековых разрезов III, IIIa и IV Северного Каспия в 1981–2015 гг.

периода наблюдений различие между отдельными участками мелководья были относительно незначительными, а изменения почти всегда были синхронными. Такая тенденция не совсем воспроизводится в значениях максимальных величин, где в прошлом столетии было несколько резко выпадающих максимумов (рис. 1.3). Однако в последнее десятилетие синхронность соблюдается.

**Таблица 1.1.** Гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ на вековых разрезах в водах Северного Каспия в 2015 г.

Параметр	Разрез III (48 проб)			Разрез IIIа (60 проб)			Разрез IV (22 пробы)		
	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.
Соленость, ‰	10,49	6,35	13,80	8,88	2,29	11,7	9,78	6,80	12,02
Растворённый кислород, мг/дм <sup>3</sup>	10,04	7,55	12,04	9,80	7,39	12,07	8,95	7,25	10,95
pH	8,33	7,77	8,66	8,33	8,13	8,56	8,31	7,75	8,65
Фосфаты (P-PO <sub>4</sub> ), мкг/дм <sup>3</sup>	4,2	2,0	7,0	3,1	1,0	13,0	4,85	2,10	10,4
Общий фосфор (P <sub>total</sub> ), мкг/дм <sup>3</sup>	39,0	27,5	69,3	41,8	30,4	109,7	13,3	8,3	16,8
Аммоний (N-NH <sub>4</sub> ), мкг/дм <sup>3</sup>	13,0	0	99	8,5	0,0	66,0	11,7	8,0	16,0
Нитриты (N-NO <sub>2</sub> ), мкг/дм <sup>3</sup>	0,6	0	3,0	4,3	0,0	135,0	-	-	-
Нитраты (N-NO <sub>3</sub> ), мкг/дм <sup>3</sup>	12,5	3,0	36,0	18,1	0,0	159,0	-	-	-
Общий азот (N <sub>total</sub> ), мкг/дм <sup>3</sup>	506	264	895	554	283	1324	308	243	356
Si, мкг/дм <sup>3</sup>	753	276	1359	640	170	998	318	299	360



**Рис. 1.3.** Динамика максимальной концентрации аммонийного азота (мкг/дм<sup>3</sup>) на участках акватории вековых разрезов III, IIIа и IV Северного Каспия в 1981–2015 гг.

Исследование 48 проб воды (март, май, июнь и ноябрь) на содержание **нефтяных углеводородов** показало широкий диапазон концентрации от аналитического нуля (3 пробы) до 0,61 мг/дм<sup>3</sup> (12,2 ПДК), отмеченной в ноябре в придонном слое воды на станции № 20; в среднем за год 0,12 мг/дм<sup>3</sup> (2,1 ПДК), (табл. 1.2). Концентрация фенолов изменялась от значений

ниже предела обнаружения в одной пробе из 48 отобранных до 3 мкг/дм<sup>3</sup> в трех пробах при средней концентрации 1,5 мкг/дм<sup>3</sup>. Максимальное содержание фенолов за весь период наблюдений было выявлено в июньских пробах воды в придонном слое вод на станции № 22 и в поверхностном слое — на станции № 24. Концентрация СПАВ достигала 69 мкг/дм<sup>3</sup>, составив в среднем 28,5 мкг/дм<sup>3</sup>; минимум 17 мкг/дм<sup>3</sup>

Концентрация большинства **металлов** в 108 проанализированных пробах Северного Каспия была значительно выше допустимого норматива (табл. 1.3). За исключением кадмия, марганца, хрома и ртути средняя величина составляла 2,2–5,1 ПДК, а максимальная превышала 25 ПДК. Для некоторых металлов и средние, и максимальные значения были сравнимыми с другими морскими районам, например с водами залива Находка. Однако другие металлы, в частности никель, кобальт, свинец и медь, в очень большой степени отличались. До некоторой степени такие различия могут быть объяснены не только неидентичными методами и приборным парком для химического анализа, но и в значительной степени природным геохимическим фоном. В таком случае представляется необходимым разработать локальные стандарты качества морских вод по естественным элементам и веществам, постоянно присутствующим в природе. К таким веществам несомненно относятся биогенные элементы и металлы.

**Таблица 1.3.** Средняя, максимальная и минимальная концентрация тяжелых металлов (мкг/дм<sup>3</sup>) в водах Северного Каспия в 2015 г.

	<b>Cu</b>	<b>Pb</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Ni</b>	<b>Zn</b>	<b>Mn</b>	<b>Fe</b>	<b>Sn</b>	<b>Mo</b>	<b>Cr</b>	<b>Hg</b>
Сред.	18,8	21,5	1,4	20,2	50,5	113,0	2,6	144,6	24,0	3,9	14,9	0,018
Макс.	64,6	126,1	6,8	126,7	234,8	314,5	8,6	270	84,6	9,5	97,0	0,04
Мин.	1,4	1,3	0,0	1,0	1,8	14,7	0,1	50	1,2	1,0	1,8	0,00
ПДК сред.	<b>3,8</b>	<b>2,2</b>	0,1	<b>4,0</b>	<b>5,1</b>	<b>2,3</b>	<0,1	<b>2,9</b>	<b>2,4</b>	<b>3,9</b>	0,7	0,2
ПДК max.	<b>12,9</b>	<b>12,6</b>	0,7	<b>25,3</b>	<b>23,5</b>	<b>6,3</b>	0,2	<b>5,4</b>	<b>8,5</b>	<b>9,5</b>	<b>4,9</b>	0,4

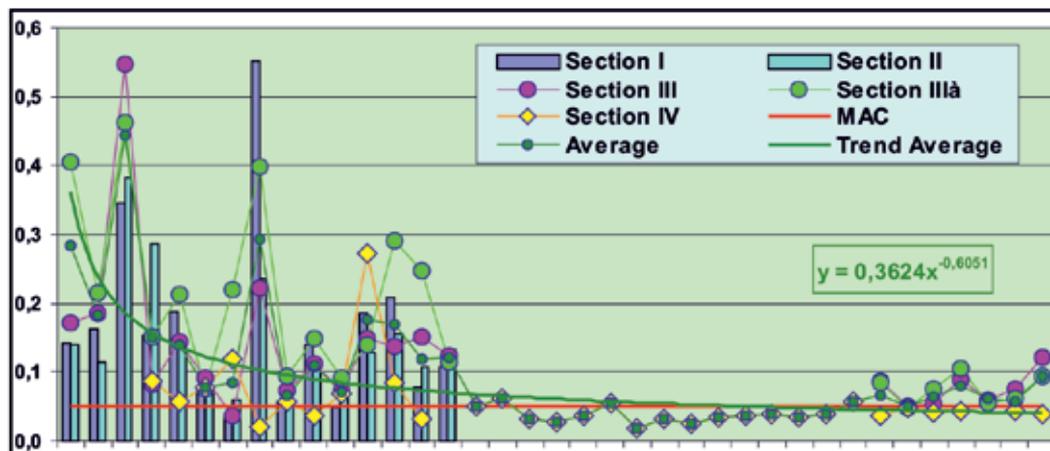
Кислородный режим морских вод в районе III разреза в 2015 г. по сравнению с прошлым годом изменился незначительно. Среднегодовая концентрация растворенного **кислорода** составила 10,04 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; максимальное значение — 12,04 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> в поверхностном слое воды на станции № 21 в марте, а минимальное — 7,55 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> также на поверхности в июне на станции № 22. Значение индекса ИЗВ на III разрезе составило 1,20, что соответствует III классу вод, «умеренно загрязнённые» (табл. 1.4). Расчет производился по средней концентрации НУ, фенолов, СПАВ и кислорода. Качество вод практически не изменилось по сравнению с прошлым годом. Однако если расчет производить с учетом очень высокой средней концентрации некоторых металлов (никель — 5,07 ПДК; медь — 3,18 ПДК; цинк — 2,58 ПДК), то значение ИЗВ повысится до 2,14 и воды будут оцениваться V классом, «грязные». Такие расхождения классификации вод с использованием металлов и без них заставляют обратить внимание на необходимость расчета локальных значений ПДК по этим элементам с учетом геохимического природного фона Северного Каспия.

### 1.3.2. Вековой разрез IIIа

На десяти станциях разреза в западной части северного мелководья было отобрано 60 проб морской воды в марте, июне и ноябре 2015 г. **Температура** воды в период исследований была в диапазоне 4,4–25,1°С; соленость 2,29–11,71‰, при средней 8,88‰. Значения меньше 5‰ были отмечены на первых двух станциях разреза в июне и октябре как на поверхности, так

и на глубине 4,0–4,5 м. Соленость выше 10‰ была отмечена на всех остальных станциях и на всех глубинах. Значения водородного показателя pH были в границах 8,13–8,53, при среднем 8,31. Концентрация взвешенных веществ (ВВ) в морской воде изменялась от 1 до 76 мг/дм<sup>3</sup>, в среднем 14,9 мг/дм<sup>3</sup>, что полностью совпадает с прошлогодним значением. Диапазон содержания биогенных веществ в водах разреза был в пределах естественных межгодовых изменений (табл. 1.1). Исключение отмечено для нитритов, для которых был отмечен максимум (135 мкг/дм<sup>3</sup>) для этого разреза за весь период наблюдений с 1978 г. Экстремум был зафиксирован 5 июня на ближайшей к Волге станции на глубине 4,3 м, а на поверхности содержание нитритов здесь составило 10 мкг/дм<sup>3</sup>.

Концентрация **нефтяных углеводов** варьировала в пределах от аналитического нуля в 7 пробах до 0,26 мг/дм<sup>3</sup> (5,2 ПДК, 10 октября на глубине 18 м на станции 3а; средняя величина 0,093 мг/дм<sup>3</sup>, что на треть выше прошлогодней (табл. 1.2). Начиная с 2009 г. средний уровень содержания НУ в водах западной части Северного Каспия стабилизировался на уровне 1–2 ПДК, что в несколько раз меньше значений первых пятнадцати лет наблюдений в системе мониторинга (рис. 1.4). Уровень загрязненности вод углеводородами в центральной и западной частях мелководья примерно одинаковый и немного в целом выше, чем на южной границе мелководья на примерной изобате 20 м — разрезе IV.



**Рис. 1.4.** Средняя концентрация нефтяных углеводов (мг/дм<sup>3</sup>) на акватории восточной (вековые разрезы I и II), центральной и западной (вековые разрезы III и IIIa) и южной (разрез IV) части Северного Каспия в 1978–2015 гг.

Средняя концентрация фенолов (1,75 мкг/дм<sup>3</sup>) несущественно превышала прошлогоднюю; диапазон 0–4 мкг/дм<sup>3</sup>. В 2015 г. средняя концентрация СПАВ составила 31,7 мкг/дм<sup>3</sup>; диапазон 18–57 мг/дм<sup>3</sup>. Максимум обнаружен на станции №3а в ноябре в пробе воды из придонного слоя, а минимальное значение на этой же станции в июне на поверхности.

Кислородный режим в водах векового разреза IIIa был в пределах нормы. Диапазон содержания растворенного в воде **кислорода** составил 7,39–12,07 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> при среднем значении концентрации 9,80 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Случаев дефицита кислорода в период наблюдений не было даже в придонном слое вод исследуемого района Северного Каспия. Значение индекса ИЗВ составило 1,14, что соответствует III классу вод, «умеренно загрязнённые» (табл. 1.3). Значение индекса заметно уменьшился по сравнению с прошлым годом, поскольку расчет производился

по средней концентрации органических веществ без учета металлов (НУ, фенолов и СПАВ) и кислорода. Однако если произвести расчет на основе средней концентрации трех наиболее превышающих норматив металлов (никель 5,03 ПДК, медь 3,51 ПДК и железо 3,27 ПДК), то ИЗВ будет существенно выше (3,11) и воды в западной части мелководья Северного Каспия будут оцениваться VI классом, «очень грязные». Вероятно единственным выходом для использования естественных для морских вод элементов или веществ, в частности металлов, является разработка локальных нормативов ПДК и определение фоновых концентраций таких веществ.

### 1.3.3. Разрез IV

В 2015 г. гидрохимическая съёмка проводилась на 4 станциях в мае, июне и ноябре. **Соленость** морской воды изменялась от 6,8‰ в поверхностном слое на станции № 1 в ноябре до 12,02‰ также в ноябре на станции № 4 у дна. Диапазон значений температуры воды составил 9,0–24,9°C, при среднем значении 15,38°C. Максимум в июне на поверхности у станции № 2, а минимум также на поверхности ближе к берегу в ноябре. Средняя концентрация водородного показателя pH составила 8,31, при диапазоне 7,75–8,65; максимальное значение выявлено в мае в поверхностном слое вод станции № 1, минимальное — в придонном слое на станции № 4 в ноябре.

Концентрация биогенных веществ на границе Северного мелководья и Центрального Каспия в целом была в пределах естественных межгодовых изменений (табл. 1.1). Содержание неорганического **фосфора** в последние годы существенно снизилось до среднегодового уровня менее 10 мкг/дм<sup>3</sup> практически во всех участках акватории, включая станции на границе мелководной части моря (рис. 1.5). Различие между отдельными районами очень незначительное по сравнению с межгодовой вариабельностью, а концентрация в несколько раз меньше наблюдавшейся по всему Северному Каспию до начала столетия. Максимальная величина концентрации неорганического фосфора в последние годы также существенно снижается значений на всех контролируемых участках акватории и обычно отмечается на уровне в несколько раз меньше ПДК, условно принятого 50 мкг/дм<sup>3</sup> для Северного Каспия

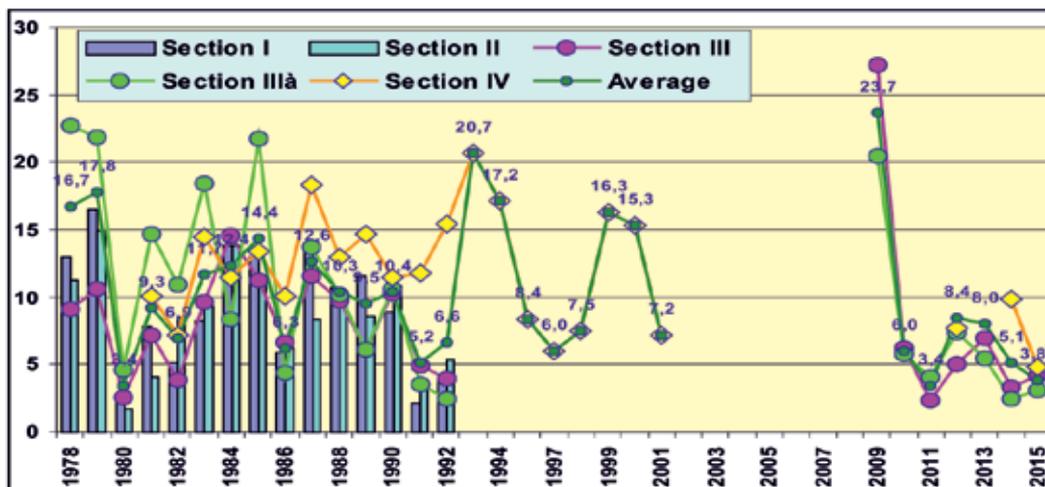


Рис. 1.5. Динамика средней концентрации фосфора фосфатов (мкг/дм<sup>3</sup>) на акватории вековых разрезов Северного Каспия в 1978–2015 гг.

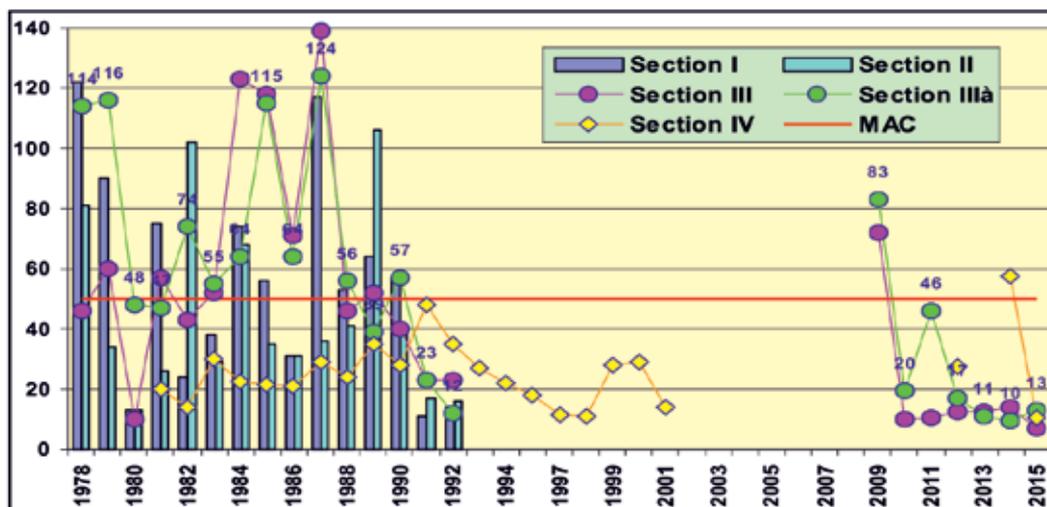


Рис. 1.6. Максимальная концентрация фосфора фосфатов (мкг/дм³) на акватории вековых разрезов Северного Каспия в 1978–2015 гг.

как мезотрофного водоема (рис. 1.6). Очевидно снижение значений по сравнению пятнадцатилетием с самого начала наблюдений.

В 2015 г. в 22 отобранных в мае-июне и ноябре средняя концентрация нефтяных углеводородов на четырех станциях на границе северного мелководья и Центрального Каспия составила 0,040 мг/дм³, диапазон значений 0,0–0,06 мг/дм³; максимум отмечен в трех весенних пробах на поверхности. Фенолы были выявлены во всех пробах в концентрации 1–4 мг/дм³, средняя 2,18 мг/дм³.

В 2015 г. содержание растворенного кислорода в морской воде на границе северного мелководья варьировало в диапазоне 7,25–10,95 мкгО₂/дм³, в среднем составив 8,95 мкгО₂/дм³. Индекс загрязненности вод ИЗВ (0,98, «умеренно загрязненные») практически не изменился с прошлого года; традиционно наибольший вклад вносили фенолы и нефтяные углеводороды. Содержание аммония было в следовых количествах, а концентрация металлов не определялась.

### 1.3.4. Пространственная неоднородность гидрохимических параметров

Данные о гидрохимических параметрах на разрезах IIIa и III Северного Каспия в 2015 г. позволяют обнаружить хорошо выраженные пространственные градиенты, поскольку исследуемые участки акватории находятся под влиянием стока р. Волги в северной части и открытого моря в южной части разрезов. Соленость вод является индикатором трех областей, которые прослеживаются на разрезах в марте и июне: область воздействия стока Волги (станции № 1, 2 разреза IIIa и станция № 1 разреза III), переходная область между речными и морскими водами (станции № 3–6 разреза IIIa и № 4–6 разреза III) и область собственно морских вод (станции № 7–10 разреза IIIa и № 7–8 разреза III). В июне 2015 г. на спаде половодья на северных станциях разрезов IIIa и III в области воздействия стока Волги соленость составляла 2,3–3,6‰ и 6,4–7,0‰, а на южных в области собственно морских вод — 10,1–10,5‰ и 11,2–12,0‰. соответственно. Похожие, хотя и не столь резко выраженные, градиенты солености

в пределах исследуемых разрезов отмечались и в марте 2015 г. К ноябрю воды Северного Каспия в значительной мере перемешались и контрасты солености между крайними северными и южными станциями на обоих разрезах практически исчезли, а абсолютные значения солености на них составляли 6,8–7,5‰.

**Растворенный кислород.** В июне в области влияния стока Волги (станции № 1–2 на разрезе Ша) концентрация растворенного кислорода достигала максимальных значений 8,1–8,4 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, но уже на следующей станции № 3 уменьшалась до 7,7 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> и далее мористее сохранялась на том же уровне. Степень насыщения вод растворенным кислородом вела себя аналогично — составляла 100–102% на двух первых станциях разреза и только 95–97% на остальных.

**Водородный показатель (рН).** В июне рН понижался от 8,45 на станции № 1–2 разреза Ша до 8,15–8,30 на мористых станциях, а на более восточном разрезе Ш от 8,32 ближе к побережью до 8,07 на наиболее удаленных от него станциях.

**Общий фосфор.** В июне концентрация общего фосфора также была максимальна в области влияния стока Волги (70–110 мкг/дм<sup>3</sup> на станции № 1–2 разреза Ша и 42–45 на станции № 1–2 разреза Ш). На наиболее удаленных от берега станциях обоих разрезов концентрация общего фосфора составляла всего 33–35 мкг/дм<sup>3</sup>.

**Общий азот.** Пространственное распределение общего азота, в котором доля минерального азота не превышала нескольких процентов, в июне носило аналогичный общему фосфору характер — быстрое уменьшение от 1300 мкг/дм<sup>3</sup> на первых двух станциях разреза Ша до 300–420 мкг/дм<sup>3</sup> мористее. На разрезе Ш аналогичные показатели составляли около 800 и 500 мкг/дм<sup>3</sup> соответственно.

Полученные результаты подтверждают бурное протекание в области влияния реки Волги в июне процессов фотосинтеза, что приводило к поглощению углекислого газа, росту рН, обогащению вод кислородом и превращению минеральных форм азота и фосфора в органические. Интенсивность этих биологических процессов уменьшалась в восточном и, особенно, в южном направлении, где соленость вод была более высокой, а приток речных вод либо был менее интенсивным, либо вообще отсутствовал.

В отличие от раннего лета ранней весной в марте и осенью в ноябре 2015 г. интенсивность фотосинтеза была низкой и каких-либо закономерностей в пространственном изменении рН, степени насыщения вод кислородом, концентрации общего фосфора не наблюдалось. В марте концентрация общего азота в зоне влияния стока Волги была существенно большей, чем на морских станциях. Можно полагать, что в этих случаях имел место вынос органического азота с речным стоком, а не его формирование на устьевом взморье Волги непосредственно в Каспийском море.

**Загрязняющие вещества.** В июне на обоих разрезах отмечалось заметное различие концентрации СПАВ в области влияния речного стока (42–66 мкг/дм<sup>3</sup>; 0,08–0,13 ПДК для пресных вод) и морскими водами (25–30 мкг/дм<sup>3</sup>; 0,25–0,30 ПДК для морских вод). В марте и ноябре это различие наблюдалось только на разрезе Ша, которых в большей степени подвержен воздействию стока Волги. Очевидно, что сток Волги являлся источником СПАВ для вод Северного Каспия. Ожидаемо отмечено отсутствие существенных различий в концентрации СПАВ на поверхности и в придонном слое этого мелководного участка моря. Содержание других загрязняющих веществ (фенолов, нефтяных углеводородов, тяжелых металлов и взвешенных веществ) не обнаруживало тенденции к их уменьшению в направлении от области влияния стока Волги к открытому морю. Эта отмеченная по данным мониторинга 2015 г. особенность не подтверждает часто высказываемое суждение о поступлении до 90% загрязняющих веществ в Каспийское море со стоком Волги.

#### 1.4. Состояние вод Дагестанского побережья

Наблюдения за загрязнением морских вод Дагестанского взморья в 2015 г. были выполнены на 33 станциях в районе Лопатина, Махачкалы, Каспийска, Избербаша, Дербента и на устьевых взморьях рек Терек, Сулак и Самур (рис. 1.7). Всего обработано 210 пробы воды из поверхностного, промежуточного и придонного горизонтов. Станции расположены вблизи берега на мелководье, их глубина варьирует от 3,3 до 22,0 м. Наблюдения были выполнены Дагестанским ЦГМС (г. Махачкала) в марте-июне, ноябре и декабре.

**Лопатин.** В марте, июне и ноябре 2015 г. на трех станциях в районе полуострова Лопатин с глубинами от 5 до 12 м было отобрано 18 проб воды из поверхностного и придонного слоев. Температура морской воды изменялась от 4,7 в марте до 24,8°C в июне (табл. 1.5). Водородный показатель pH варьировал в узком диапазоне от 8,21 до 8,80, при среднем значении — 8,43. Концентрация всех форм биогенных веществ в морской воде была в пределах естественной межгодовой изменчивости и не превышала допустимого норматива.

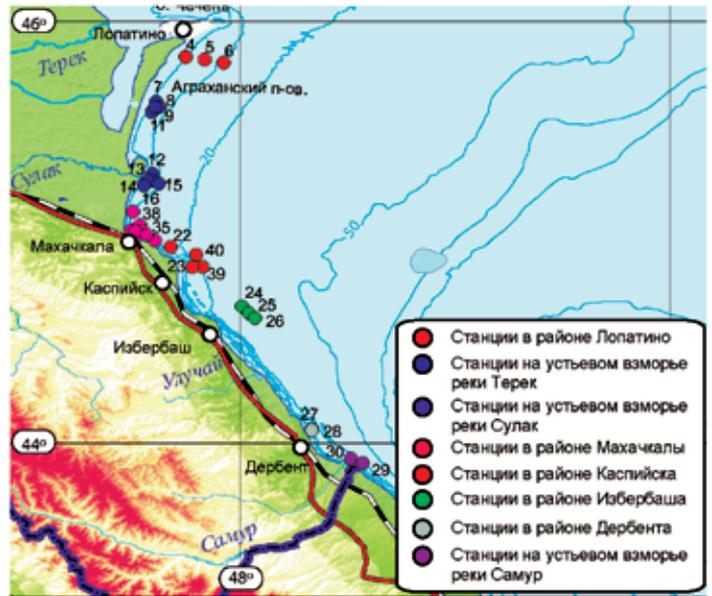
**Таблица 1.5.** Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов (мкг/дм<sup>3</sup>) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2015 г.

Район	Temp	Sal	O <sub>2</sub> *	pH	PO <sub>4</sub>	P <sub>tot</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	N <sub>tot</sub>	Si
1. Лопатин	14,39	9,19	9,59	8,43	8,8	12,9	1,3	12,6	118,8	310,6	220
	24,8	10,09	7,63	8,80	14,9	18,1	2,5	16,4	211	360	467
2. взморье р. Терек	14,54	9,08	9,73	8,37	10,2	18,5	2,1	13,7	117,2	302,7	322
	26,6	10,86	7,40	8,56	29,7	41,3	5,3	17,2	256	354	1093
3. взморье р. Сулак	14,45	9,32	9,65	8,41	6,0	12,7	1,5	12,9	107,3	306,6	320
	23,2	10,53	7,53	8,53	11,9	16,7	3,0	16,4	195	353	827
4. Махачкала	10,94	9,46	10,18	8,31	4,8	12,4	1,5	12,9	171,1	304,0	334
	16,7	10,75	8,79	8,59	8,7	19,6	3,7	16,4	390	361	784
5. Каспийск	9,49	11,13	10,16	8,39	5,8	13,6	1,3	12,7	130,3	308,0	276
	14,1	12,28	9,42	8,58	14,0	27,9	2,9	16,0	292	362	717
6. Избербаш	9,60	11,24	10,05	8,36	5,8	12,9	1,0	12,5	141,3	291,5	310
	16,0	12,10	8,78	8,45	13,0	30,8	2,5	16,1	330	355	525
7. Дербент	10,13	11,12	9,94	8,41	4,7	11,1	0,9	13,6	118,9	307,9	340
	14,4	11,61	9,12	8,47	6,7	15,6	2,8	16,0	318	350	529
8. взморье р. Самур	10,13	10,66	10,05	8,54	5,5	11,7	1,1	13,4	143,9	313,3	322
	15,9	11,9	9,07	8,68	11,7	14,2	2,3	15,0	290	351	444

\* — средняя и минимальная концентрация растворенного кислорода (мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>).

Соленость в 2015 г. была в диапазоне 8,02–9,25‰ в среднем составила 9,19‰. За все время наблюдений с 1978 г. среднегодовая соленость в районе Лопатина практически не изменилась, уравнение линейного тренда показывает незначительное увеличение  $y=0,004x+9,2269$ . Это находится в противоречии с многолетней динамикой солености в западной части Северного Каспия на разрезе Ша, которая показывает существенный рост за наблюдаемый период (рис. 1.8). Хотя средняя соленость во всех контролируемых районах Дагестанского побережья изменяется в относительно небольшом интервале значений, однако существуют периоды в несколько лет (1979–1981; 1994–1998 и 2012–2015) когда во всех районах побережья уровень распреснения синхронно увеличивался.

Рис. 1.7. Станции отбора проб на Дагестанском взморье в 2015 г.



Среднее содержание нефтяных углеводородов в 2015 г. не изменилось по сравнению с прошлым годом и составило  $0,039 \text{ мг/дм}^3$  ( $0,8 \text{ ПДК}$ ), диапазон изменений  $0,02\text{--}0,06 \text{ мг/дм}^3$ . Концентрация фенолов в 18 обработанных пробах незначительно изменялась от 1 до  $4 \text{ мкг/дм}^3$ , средняя ( $2,2 \text{ мкг/дм}^3$ ) немного меньше прошлогодней. Даже максимальное значение содержания аммонийного азота достигало только половину норматива. Кислородный режим морских вод в районе Лопатина немного улучшился относительно предыдущих лет. Среднее содержание растворенного в воде кислорода составило  $9,59 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ , а минимальное значение ( $7,63 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ ) было значительно выше предельно допустимого значения. Индекс загрязнен-

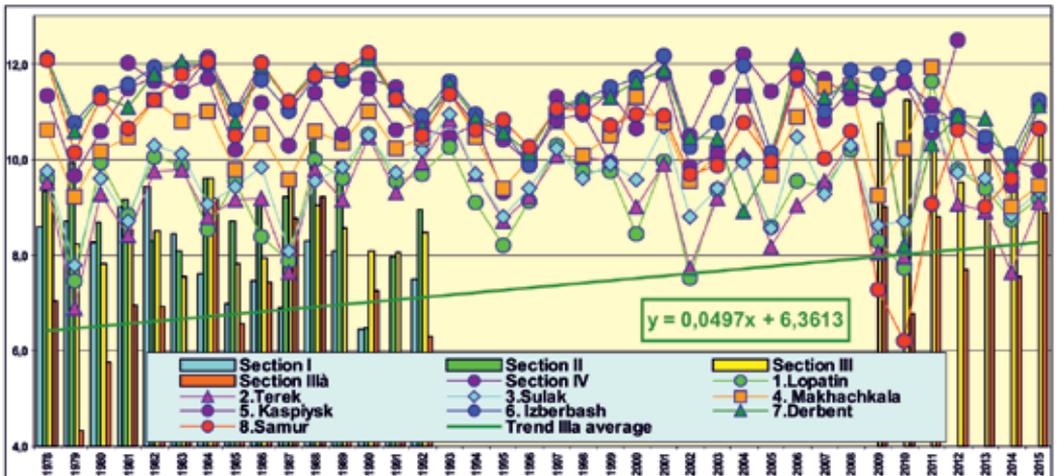


Рис. 1.8. Многолетняя динамика солености на акватории вековых разрезов Северного Каспия и в прибрежных районах Дагестана в 1978–2015 гг.

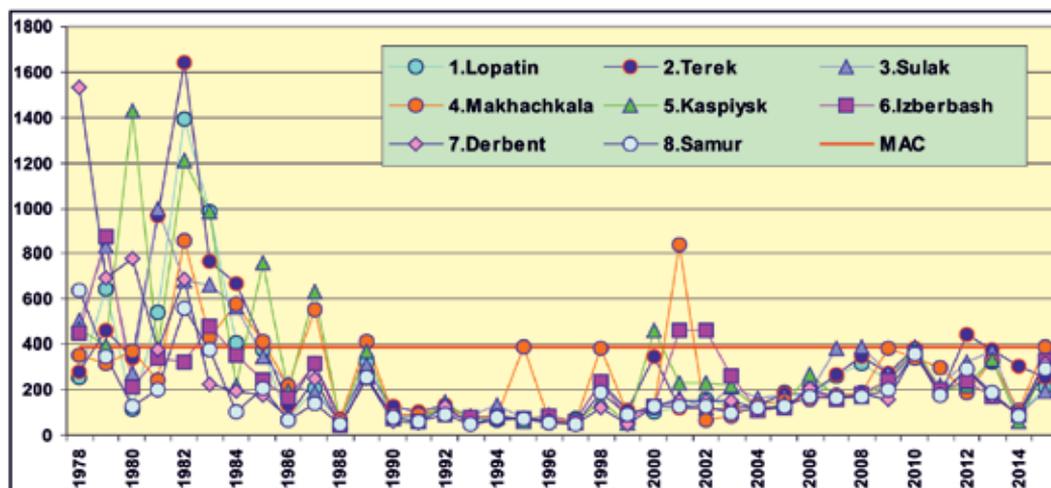


Рис. 1.9. Максимальная концентрация аммонийного азота ( $\mu\text{кг}/\text{дм}^3$ ) в водах прибрежных районов Дагестана в 1978–2015 гг.

ности вод (ИЗВ), рассчитанный по средней концентрации НУ, фенолов, аммонийного азота и кислорода, практически не изменился и составил 0,98 (III класс), а морские воды в районе Лопатина оцениваются как «умеренно загрязненные» (табл. 1.3).

**Взморье реки Терек.** На пяти станциях устьевое взморье реки Терек с глубинами от 3 до 10 м вблизи Прорези было отобрано 30 проб из поверхностного и придонного слоев воды в марте, июне и октябре. Диапазон значений температуры воды  $5,1\text{--}26,6^\circ\text{C}$ ; солёности  $6,22\text{--}10,86\%$ ; водородный показатель рН изменялся от 8,17 до 8,56. Содержание биогенных веществ в целом было в пределах естественных межгодовых колебаний. Значения всех форм не превышали установленных нормативов. Даже максимальная концентрация аммонийного азота, как правило, не превышает установленного норматива во всех контролируемых районах в последнее десятилетие (рис. 1.9). При этом наблюдается небольшое увеличение содержания  $\text{NH}_4$  по сравнению с 1990-ми.

В 30 отобранных пробах содержание нефтяных углеводородов изменялось в пределах от  $0,02\text{--}0,06 \text{ мг}/\text{дм}^3$  ( $0,4\text{--}1,2$  ПДК), составив в среднем  $0,045 \text{ мг}/\text{дм}^3$ . По сравнению с предыдущим годом и максимальное, и среднее содержание нефтяных углеводородов в морской воде немного снизилось. Концентрация фенолов варьировала в интервале  $1\text{--}5 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ ; в среднем  $3,1 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ . В водах устьевое взморье Терека кислородный режим был в пределах среднеголетних значений. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в 2015 г. от  $7,40$  до  $11,80 \text{ мг}\text{O}_2/\text{дм}^3$ , при средней величине  $9,73 \text{ мг}\text{O}_2/\text{дм}^3$ ; процент насыщения составлял  $89,9\text{--}103,8\%$  ( $99,1\%$ ). По сравнению с предыдущим годом значение индекса ИЗВ на взморье Терека повысилось до 1,23, что на самой границе III класса («умеренно загрязненные») и IV класса «загрязнённые» (табл. 1.3). Увеличение индекса связано в первую очередь с повышением содержания фенолов, высокое содержание которых в значительной степени определило качество вод.

**Взморье реки Сулак.** Отбор 30 проб морской воды на устьевом взморье реки производился в марте, июне и октябре на пяти станциях (№ 12–16) с глубиной 6–14 м. В течение периода наблюдений температура воды изменялась в пределах  $5,3\text{--}23,2^\circ\text{C}$ ; солёность  $7,50\text{--}10,53\%$ ; водородный показатель рН изменялся в пределах  $8,21\text{--}8,53$  (табл. 1.5). Содержание

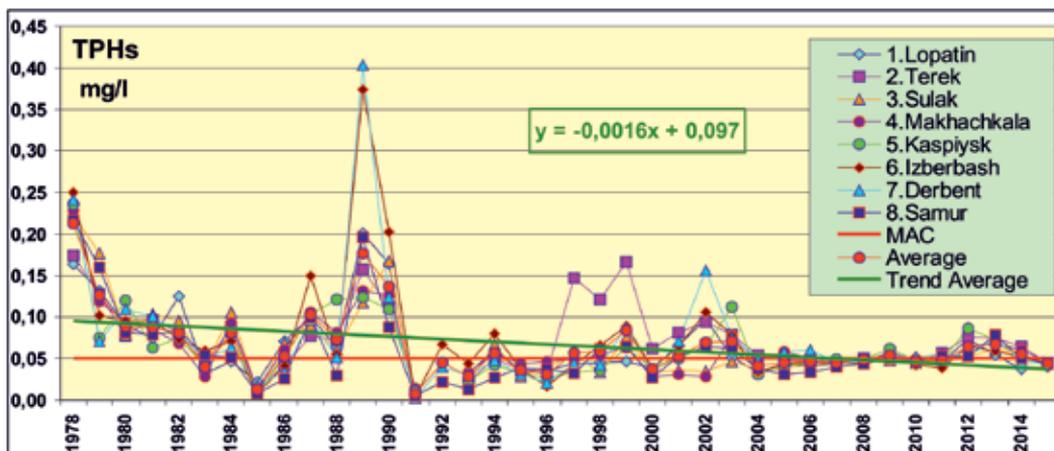


Рис. 1.10. Средняя концентрация нефтяных углеводородов ( $\text{мг}/\text{дм}^3$ ) в водах прибрежных районов Дагестана в 1978–2015 гг.

биогенных веществ в водах взморья Сулака было в целом в пределах обычной многолетней изменчивости. Содержание нефтяных углеводородов в водах района изменялось в пределах  $0,02\text{--}0,07 \text{ мг}/\text{дм}^3$  ( $0,4\text{--}1,4$  ПДК); средняя ( $0,044 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ) на  $1/5$  меньше прошлогодней, что соответствует многолетней тенденции снижения уровня загрязнения вод Дагестанского побережья (рис. 1.10). В течение последнего десятилетия различия между районами контроля являются несущественными, а уровень стабилизировался в районе 1 ПДК.

Концентрация фенолов изменялась от 1 до  $4 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ , в среднем  $2,7 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ . Содержание растворенного в воде устьевой области Сулака кислорода в 2015 г. было в пределах нормы, в среднем  $9,65 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ , что на 15% больше прошлогоднего уровня. Процентное насыщение вод кислородом составляло  $90,4\text{--}104,9\%$ , в среднем  $98,5\%$ . Качество вод устьевого взморья р. Сулак осталось на уровне прошлого года (ИЗВ 1,12). Воды характеризуются как «умеренно загрязненные» (III класс). Значительную долю в определении класса качества вод вносили фенолы.

**Махачкала.** На 9 мелководных станциях с глубинами от 4 до 14 м у г. Махачкалы в марте, мае и ноябре была отобрана 51 проба воды из поверхностного и придонного слоев. Температура морской воды во время наблюдений изменялась от  $4,2^\circ\text{C}$  до  $16,7^\circ\text{C}$ ; соленость  $7,50\text{--}10,75\%$ ; pH — от 8,17 до 8,59. Содержание в водах района различных форм биогенных веществ (азота, фосфора и кремния) не выходило за пределы естественной межгодовой и сезонной изменчивости (табл. 1.5). Средняя концентрация аммонийного азота повысилась в 3 раза до  $0,44$  ПДК и вернулась на уровень 2013 г. (табл. 1.1). Содержание нефтяных углеводородов изменялось в диапазоне уже прошлогоднего  $0,03\text{--}0,06 \text{ мг}/\text{дм}^3$  ( $0,6\text{--}1,2$  ПДК), в среднем  $0,044 \text{ мг}/\text{дм}^3$  ( $0,9$  ПДК). Как и в прошлом году концентрация фенолов изменялась от 1 до  $4 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ , в среднем  $2,6 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ . Кислородный режим вод района у Махачкалы в целом был в пределах нормы. Во время съемок концентрация растворенного в воде кислорода изменялась от  $8,79$  до  $12,03 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ ; среднее значение  $10,18 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ . В марте средняя величина составляла  $11,49$ ; в мае  $9,51$  и в ноябре  $9,54 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ . Несмотря на высокую весеннюю концентрацию растворенного кислорода в воде процентное насыщение в среднем было немного ниже прошлогоднего и составило  $97,3\%$ , экстремальные значения также ниже  $87,9\text{--}103,3\%$ . Обычно минимум отмечается летом на поверхности при высокой температуре воды, однако в 2015 г. измерения летом не проводились и наименьшее насыщение вод кислородом отмечено

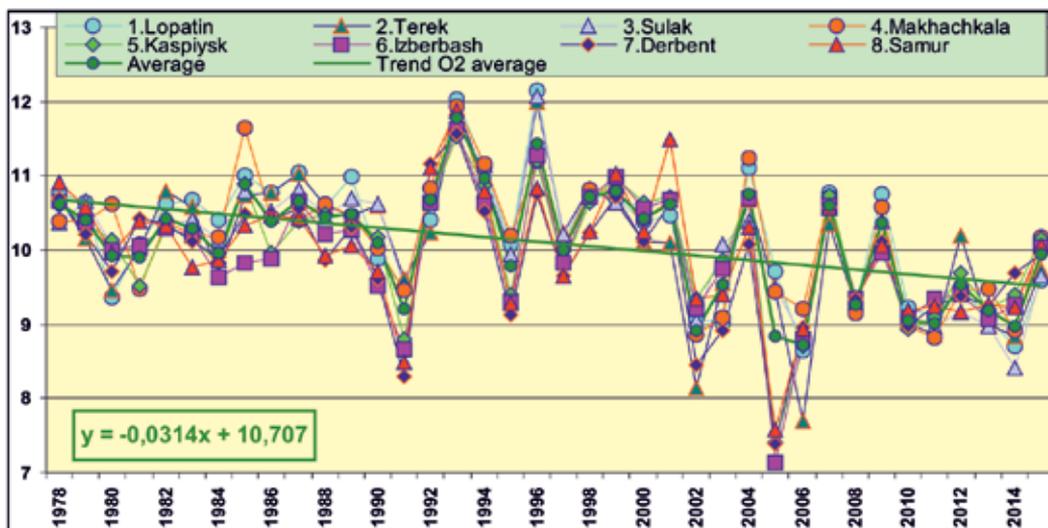


Рис. 1.11. Динамика минимальной и средней концентрации растворенного в воде кислорода ( $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ ) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 1978–2015 гг.

в ноябре при  $14,2^\circ\text{C}$ . Многолетняя динамика наименьших значений растворенного кислорода на всем побережье Дагестана показывает устойчивую тенденцию на повышение минимальной аэрированности вод, в то же время прямо противоположная закономерность фиксируется для средних значений (рис. 1.11). Практически во все периоды исследований в разные годы различия между отдельными участками акватории побережья Дагестана в среднем уровне аэрации вод в большинстве случаев незначительные, что существенно отличается от динамики минимальных величин. Индекс загрязненности вод ИЗВ практически соответствовал прошлогоднему и составил 1,13 (III класс, «умеренно загрязненные»). Наибольший вклад в определении уровня расчетного индекса вносили фенолы и нефтяные углеводороды.

**Каспийск.** В прибрежной зоне у г. Каспийска в марте, мае и декабре было отобрано 30 проб из поверхностного, промежуточного и придонного слоев на 4 станциях с глубинами от 8 до 21 м. В месяцы отбора проб температура морской воды изменялась от  $6,8$  до  $14,10^\circ\text{C}$ ; соленость  $9,53$ – $12,28\%$ ; водородный показатель pH  $8,27$ – $8,58$  (табл. 1.5). И максимальная, и средняя концентрация различных форм биогенных веществ в водах района не превышала установленного норматива. Среднее содержание нефтяных углеводородов за год составило  $0,044$   $\text{мг}/\text{дм}^3$ , максимальное  $0,06$   $\text{мг}/\text{дм}^3$  (1,2 ПДК) было зафиксировано в семи пробах со всех станций и во все месяцы исследований. Как и в прошлом году средняя концентрация фенолов составила  $2,5$   $\text{мкг}/\text{дм}^3$ , максимум  $4,0$   $\text{мкг}/\text{дм}^3$ . После резкого падения содержания фенолов в водах Дагестанского шельфа за первое десятилетие наблюдений и некоторой незначительной вариабельности во вторую декаду после 2000 г. наступил период стабилизации максимальных значений на уровне в несколько ПДК, причем различия между районами контроля незначительные (рис. 1.12). Содержание растворенного в воде кислорода изменялось от  $9,42$   $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$  (17 декабря, в придонном слое вод на глубине 13 м) до  $10,9312,33$   $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$  (17 марта на поверхности при температуре  $7,6^\circ\text{C}$ ), составив в среднем  $10,16$   $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ . Насыщение вод кислородом составляло  $86,5$ – $103,8\%$ ; среднее значение  $95,6\%$ . В 2015 г. в водах прибрежной зоны у города Каспийска значение индекса ИЗВ (1,08) осталось на уровне прошлогоднего; воды оцениваются III классом, «умеренно загрязненные».

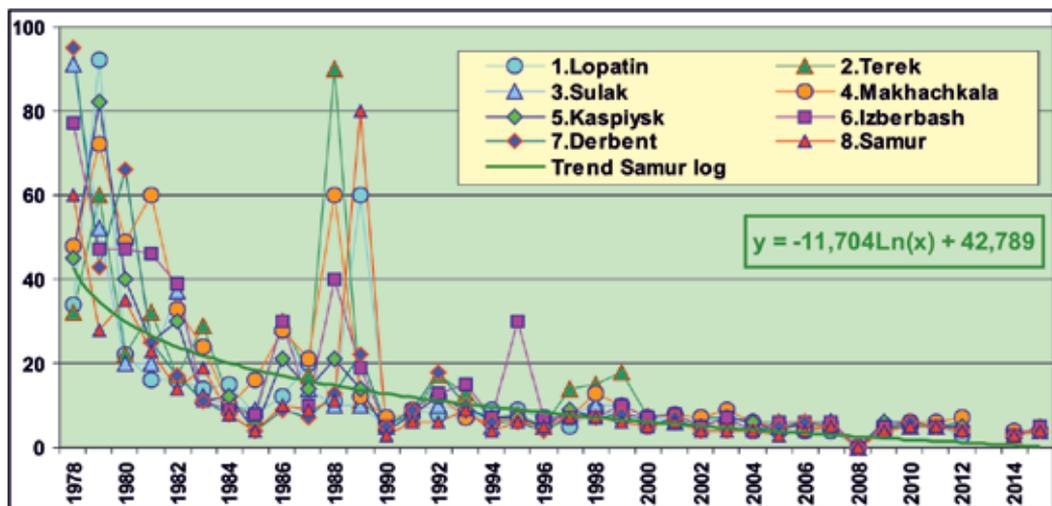


Рис. 1.12. Максимальная концентрация фенолов (мкг/дм<sup>3</sup>) в прибрежных водах Дагестанского моря в 1978–2015 гг.

**Избербаш.** В прибрежных водах у города Избербаш в марте, мае и декабре 2015 г. на трех станциях с глубинами 12–22 м был выполнен отбор 27 проб морской воды из поверхностного, промежуточного и придонного слоев. Температура воды варьировала в пределах 7,1–16,0°C; соленость 10,15–12,10‰; значения pH 8,29–8,45, в среднем — 8,36. Содержание всех форм биогенных веществ не превышало установленных нормативов (табл. 1.5). Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах 0,02–0,06 мг/дм<sup>3</sup> при средней 0,044 мг/дм<sup>3</sup> (2,2 ПДК). Содержание фенолов несколько повысилось по сравнению с прошлым годом, средняя концентрация составила 2,7 мкг/дм<sup>3</sup>, максимум 5,0 мкг/дм<sup>3</sup> отмечен 20 апреля в поверхностном слое. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в пределах 8,78–11,00 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, в среднем 10,05 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, что немного выше прошлогоднего уровня. Процент насыщения вод кислородом варьировал от 81,5–100,7%, а среднее значение составляло 94,7%. Индекс загрязненности вод немного повысился и составил 1,14 (III класс, «умеренно загрязненные»), (табл. 1.3).

**Дербент.** На мелководье у города Дербент на 2 станциях с глубинами 4 и 8,5 метров в апреле, мае и декабре 2015 г. было отобрано 12 проб морской воды из поверхностного и придонного слоев. В весенние и зимние месяцы наблюдений температура морской воды изменялась в диапазоне 7,4–14,4°C; соленость 10,23–11,61‰; водородный показатель pH 8,38–8,47. Концентрация различных соединений биогенных элементов была в рамках естественной межгодовой изменчивости (табл. 1.5). Содержание одного из важнейших для диатомовых элемента кремния в форме силикатов, необходимого для построения панциря микроводорослей, в водах Дагестанского побережья отличается существенной межгодовой изменчивостью, особенно заметной на границе 1990-х (рис. 1.13). Хотя в последнее десятилетие значения отличаются меньшей степенью вариабельности, однако отдельные средние значения существенно отличаются в меньшую сторону, например район Дербента без существенного речного стока, тогда в эстуарных районах рек обычно значения силикатов были повышенными. В целом, однако, среднегодовые отличия между районами обычно несущественные. По всему западному побережью Среднего Каспия за время исследований выявлен хорошо выраженный тренд на понижение содержания кремния в морских водах.

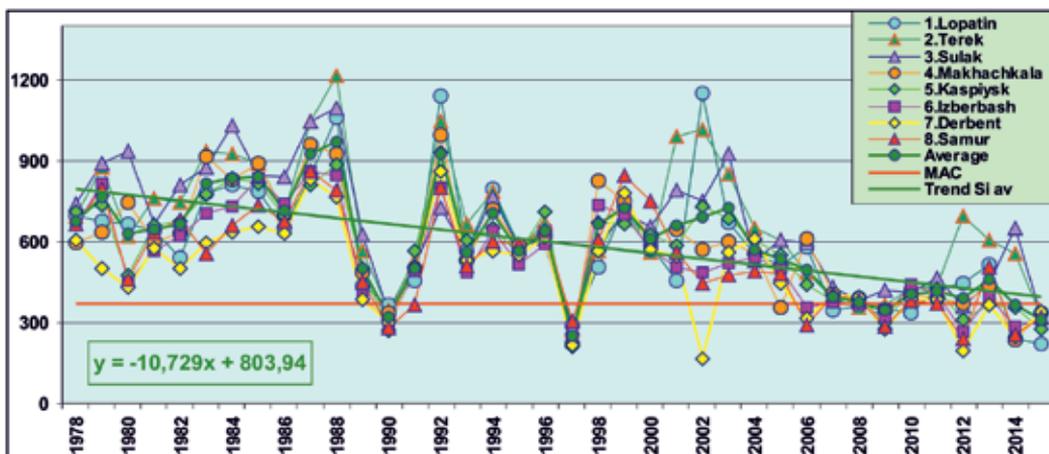


Рис. 1.13. Средняя концентрация кремния ( $\text{мкг/дм}^3$ ) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 1978–2015 гг.

Концентрация нефтяных углеводородов в водах района Дербента практически не отличалась от прошлогодней и изменялась от 0,02 до 0,06  $\text{мг/дм}^3$ , составив в среднем 0,043  $\text{мг/дм}^3$  (0,9 ПДК). Концентрация фенолов была в узком диапазоне 1–4  $\text{мкг/дм}^3$ , в среднем 2,5  $\text{мкг/дм}^3$ . Кислородный режим в период наблюдений был в пределах обычной для района нормы. Среднее содержание растворенного в воде кислорода немного повысилось до 9,94  $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ , минимальное значение (9,12  $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ ) наблюдалось 21 мая в придонном слое. Насыщение вод кислородом немного понизилось и составило в среднем 94,7%, минимум насыщения равен 85,3% и был зафиксирован 19 апреля в придонном слое. По комплексному индексу загрязнения ИЗВ (1,07) качество вод района по сравнению с прошлым годом практически не измени-

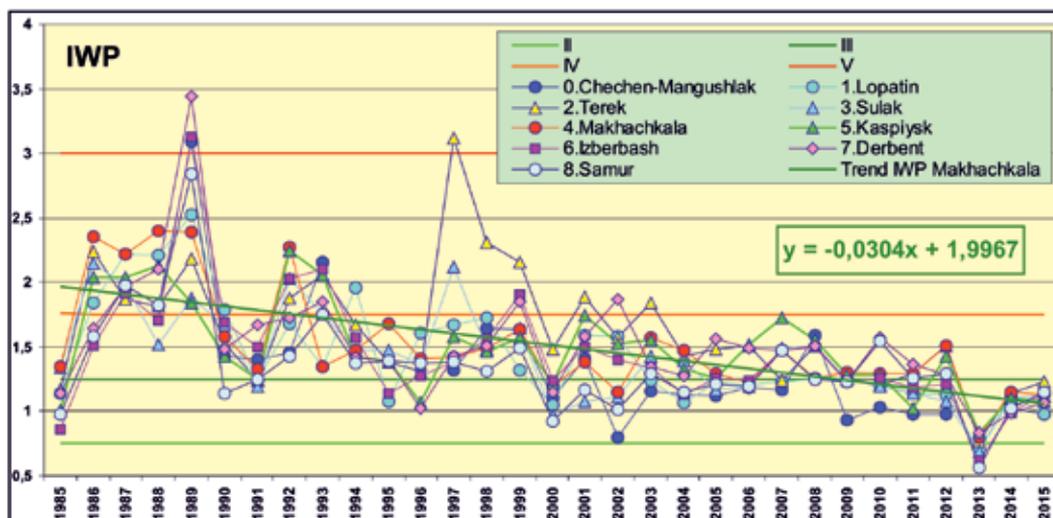


Рис. 1.14. Динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в прибрежных водах Дагестанского взморья в 1985–2015 гг.

лось и осталось в III классе, «умеренно загрязненные». Наибольший вклад в установлении уровня индекса вносили фенолы и нефтяные углеводороды.

**Взморье реки Самур.** На мелководном взморье реки Самур на двух станциях с глубинами 7 и 9 м в апреле, мае и декабре было отобрано 12 проб воды из поверхностного и придонного слоев. Температура воды во время съемок изменялась в диапазоне 7,5–15,9°C; соленость 9,97–11,90‰; показатель водорода рН 8,40–8,68. Концентрация биогенных элементов в водах взморья была в пределах нормы и не превышала ПДК (табл. 1.5). Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах 0,03–0,06 мг/дм<sup>3</sup> (max 1,2 ПДК), средняя величина 0,043 мг/дм<sup>3</sup>. Содержание в водах района фенолов варьировало в пределах 1–4 мкг/дм<sup>3</sup>; среднее значение составило 2,75 мкг/дм<sup>3</sup>. Кислородный режим морских вод был в пределах нормы. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось от 9,07 (18 мая в придонном слое вод на обеих станциях) до 11,02 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (14 декабря на поверхности), средняя величина составила 10,05 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Насыщение воды кислородом в среднем составило 95,5% и изменялось в диапазоне 88,8–102,6%. На устьевом взморье р. Самур в 2015 г. качество вод немного ухудшилось, значение индекса ИЗВ составило 1,15 (III класс, «умеренно загрязненные»).

Оценка состояния вод по индексу ИЗВ в 2015 г. позволяет прибрежные воды Дагестана во всех восьми контролируемых районах оценить как «умеренно загрязненные» (III класс). В последние три десятилетия наблюдается хорошо выраженная тенденция улучшения качества вод во всех контролируемых районах (рис. 1.14).

**Таблица 1.1.** Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Северного и Среднего Каспия в 2013–2015 гг.

Район	Ингредиент	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
<b>Северный Каспий</b>							
1. разрез III	НУ	0,06	1,2	0,08	1,5	0,12	2,4
		0,1	2	0,14	2,8	0,61	12
	Фенолы	1	1,0	1,6	1,6	1,5	1,5
		2	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0
	СПАВ	61,8	0,6	39,6	0,4	28,5	0,3
		170	1,7	68,0	0,7	69	0,7
	Азот аммонийный	42,2	<0,1	12,1	<0,1	99	0,3
		288,8	0,7	34,1	<0,1	13	<0,1
	Fe	121,8	2,4	131,4	2,6	121,0	2,4
		190	4	170	3	200	4
	Cu	7,5	1,5	5,0	1,0	15,9	3
		21	4,2	15,3	3	47,3	9
	Zn	20,1	0,4	19,4	0,4	129,0	2,6
		54	1,08	35,4	0,7	307,2	6
	Ni	41,7	4	19,7	2,0	50,7	5
		363,1	36	26,3	2,6	186,5	19
Кислород мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	9,25		10,88		10,04		
	5,19	0,87	9,32		7,55		
2. разрез IIIa	НУ	0,055	1,1	0,062	1,2	0,093	1,9
		0,2	4	0,13	2,6	0,26	5
	Фенолы	1,1	1,1	1,6	1,6	1,75	1,8
		4	4	3	3	4	4

2. разрез IIIa	СПАВ	62,1	0,6	23,4	0,2	31,7	0,3
		192	1,9	60	0,6	57	0,6
	Азот аммонийный	51,2	0,1	10,8	<0,1	8,5	<0,1
		438,6	0,9	24,6	<0,1	66	0,2
	Fe	131,4	2,6	106,3	2,1	163,5	3
		190	4	160	3	270	5
	Cu	7,33	1,5	3,4	0,7	17,6	4
		28	6	18,3	4	64,6	13
	Zn	24,1	0,5	12,8	0,3	100,2	2,0
		92	1,8	35,3	0,7	314,5	6
Кислород мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	9,25		10,67		9,80		
	3,78	0,63	10,14		7,39		
3. Разрез IV	НУ	-		0,043	0,9	0,040	0,8
		-		0,07	1,4	0,06	1,2
	Фенолы			2,27	2,3	2,18	2,2
				3,0	3,0	4,0	4
	СПАВ	-		13,6	0,1	-	
		-		18	0,2	-	
	Азот аммонийный	-		21,1	<0,1	11,7	<0,1
		-		38,4	<0,1	16,0	<0,1
	Fe	-		-		-	
		-		-		-	
	Cu	-		-		-	
		-		-		-	
	Zn	-		-		-	
		-		-		-	
Кислород мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	-		7,35		8,95		
	-		5,59	0,93	7,25		
<b>Дагестанское побережье</b>							
1. Лопатин	НУ	0,05	1,0	0,038	0,8	0,039	0,8
		0,2	4	0,07	1,4	0,06	1,2
	Фенолы	-		2,8	2,8	2,2	2,2
		-		3,0		4,0	4,0
	СПАВ	32	0,3	19,8	0,2	-	
		90	0,9	23,1		-	
	Азот аммонийный	184,6	0,5	48,7	0,1	118,8	0,3
		322,2	0,8	92		211	0,5
	Cu	2,8	0,6	-		-	
		3,3	0,7	-		-	
	Zn	1,28	<0,1	-		-	
		1,6	<0,1	-		-	
Кислород мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	9,06		8,69		9,59		
	5,78	0,96	7,57		7,63		
2. Взморье р. Терек	НУ	0,07	1,5	0,065	1,3	0,045	0,9
		0,23	5	0,09	1,8	0,06	1,2
	Фенолы	-		2,4	2,4	3,1	3,1
		-		3	3	5	5
	СПАВ	34	0,3	17,2	0,2	-	
		100	1,0	37,4	0,4	-	

2. Взморье р. Терек	Азот аммонийный	212,3	0,5	67,8	0,2	117,2	0,3
		379,1	1,0	305,6		256	0,7
	Cu	3,0	0,6	-		-	
		4,2	0,8	-		-	
	Zn	1,8	<0,1	-		-	
		2,2	<0,1	-		-	
Кислород мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	8,99		8,84		9,73		
	6,55		7,35		7,40		
3. Взморье р. Сулак	НУ	0,061	1,2	0,055	1,1	0,044	0,9
		0,2	4	0,09	1,8	0,07	1,4
	Фенолы	-		2,4	2,4	2,7	2,7
		-		4,0	4,0	4,0	4
	СПАВ	3,1	<0,1	18,6	0,2	-	
		9	0,09	35,4	0,4	-	
	Азот аммонийный	162,1	0,4	47,1	0,1	107,3	0,3
		368	0,9	89,9	0,2	195	0,5
	Cu	2,8	0,6	-		-	
		3,2	0,6	-		-	
	Zn	1,9	<0,1	-		-	
		2,4	<0,1	-		-	
	Кислород мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	8,98		8,41		9,65	
		6,03		7,45		7,53	
4. Махачкала	НУ	0,068	1,3	0,060	1,2	0,045	0,9
		0,2	5	0,09	1,8	0,06	1,2
	Фенолы	-		2,6	2,6	2,6	2,6
		-		4,0	4	4,0	4,0
	СПАВ	36,4	0,4	18,2	0,2	-	
		110	1,1	88,5	0,9	-	
	Азот аммонийный	186,4	0,5	40,8	0,1	171,1	0,4
		328,5	0,8	110,1	0,3	390	1,0
	Кислород мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	9,48		8,92		10,18	
		6,57		7,41		8,79	
5. Каспийск	НУ	0,073	1,5	0,052	1,0	0,044	0,9
		0,23	5	0,09	1,8	0,06	1,2
	Фенолы	-		2,5	2,5	2,5	2,5
		-		3,0	3	4,0	4,0
	СПАВ	34,8	0,3	20,6	0,2	-	
		100	1,0	24,1	0,2	-	
	Азот аммонийный	110,2	0,3	40,9	0,1	130,3	0,3
		336,4	0,8	63,6	0,2	292	0,8
Кислород мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	9,20		9,40		10,2		
	6,16		7,57		9,42		
6. Избербаш	НУ	0,059	1,2	0,052	1,0	0,044	0,9
		0,2	4	0,11	2,2	0,06	1,2
	Фенолы	-		2,1	2,1	2,7	2,7
		-		3,0	3,0	5,0	5,0
	СПАВ	31,0	0,3	14,4	0,1	-	
90,0		0,9	18,2	0,2	-		

6. Избербаш	Азот аммонийный	121,2	0,3	35,4	<0,1	141,3	0,4
		172,2	0,4	92,3	0,2	330	0,8
	Кислород мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	9,07		9,27		10,05	
		7,15		7,35		8,78	
7. Дербент	НУ	0,075	1,5	0,046	0,9	0,043	
		0,2	4	0,07	1,4	0,06	1,2
	Фенолы	-		2,3	2,3	2,5	2,5
		-		3,0	3,0	4,0	4,0
	СПАВ	29,4	0,3	18,0	0,2	-	
		80	0,8	22,1	0,2	-	
	Азот аммонийный	124,9	0,3	56,1	0,1	118,9	0,3
		169,0	0,4	99,2	0,3	318	0,8
	Cu	3,2	0,6	-		-	
		3,5	0,7	-		-	
	Zn	3,1	<0,1	-		-	
		3,7	<0,1	-		-	
	Кислород мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	9,25		9,69		9,94	
		7,82		7,50		10,71	
8. Взморье р. Самур	НУ	0,079	1,6	0,05	1,0	0,043	0,9
		0,23	5	0,09	1,8	0,06	1,2
	Фенолы	-		2,3	2,3	2,8	2,8
		-		3,0	3,0	4,0	4,0
	СПАВ	25,3	0,3	19,2	0,2	-	
		70,0	0,7	23,1	0,2	-	
	Азот аммонийный	127,5	0,3	51,7	0,1	143,9	0,4
		189,6	0,5	85,0	0,2	290	0,7
	Кислород мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	9,27		9,22		10,05	
		7,36		7,14		9,07	

Примечания:

1. Концентрация С\* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм<sup>3</sup>; фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ, аммонийного азота, меди и цинка — в мкг/дм<sup>3</sup>.
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней — максимальное (для кислорода минимальное) значение.
3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.
4. Для распресненных вод Северного и Среднего Каспия для аммонийного азота ПДК принято 389 мкг/дм<sup>3</sup>.

**Таблица 1.3.** Оценка качества морских вод Северного и Среднего Каспия по ИЗВ в 2013–2015 гг.

Район	2013 г.		2014 г.		2015 г.		Среднее содержание ЗВ в 2015 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
<b>Северный Каспий</b>							
1. III разрез	0,87	III	1,15	III	1,20	III	НУ 2,40; СПАВ 0,29; фенолы 1,50; О <sub>2</sub> 0,60
2. IIIа разрез	0,87	III	1,51	IV	1,14	III	НУ 1,86; СПАВ 0,32; фенолы 1,75; О <sub>2</sub> 0,61
3. Разрез IV	-		1,02	III	0,98	III	НУ 0,80; NH <sub>4</sub> 0,03; фенолы 2,18; О <sub>2</sub> 0,67
<b>Дагестанское побережье</b>							
1. Лопатин	1,16	III	1,12	III	0,98	III	НУ 0,78; NH <sub>4</sub> 0,31; фенолы 2,20; О <sub>2</sub> 0,63
2. Взморье р. Терек	1,49	IV	1,14	III	1,23	III	НУ 0,90; NH <sub>4</sub> 0,30; фенолы 3,10; О <sub>2</sub> 0,62

3. Взморье р. Сулак	1,21	III	1,10	III	1,12	III	НУ 0,88; NH <sub>4</sub> 0,28; фенолы 2,70; O <sub>2</sub> 0,62
4. Махачкала	1,51	IV	1,15	III	1,13	III	НУ 0,90; NH <sub>4</sub> 0,44; фенолы 2,60; O <sub>2</sub> 0,59
5. Каспийск	1,43	IV	1,10	III	1,08	III	НУ 0,88; NH <sub>4</sub> 0,33; фенолы 2,50; O <sub>2</sub> 0,59
6. Избербаш	1,21	III	0,99	III	1,14	III	НУ 0,88; NH <sub>4</sub> 0,36; фенолы 2,70; O <sub>2</sub> 0,60
7. Дербент	1,26	IV	0,99	III	1,07	III	НУ 0,86; NH <sub>4</sub> 0,31; фенолы 2,50; O <sub>2</sub> 0,60
8. Взморье р. Самур	1,29	IV	1,02	III	1,15	III	НУ 0,86; NH <sub>4</sub> 0,37; фенолы 2,75; O <sub>2</sub> 0,60

## Глава 2. АЗОВСКОЕ МОРЕ

*Крутов А.Н., Хорошенькая Е.А., Иванова Л.Л., Резинова И.А., Дербичева Т.И.,  
Кобец С.В., Коршенко А.Н.*

### 2.1. Общая характеристика

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

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

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

В Азовское море впадают две большие реки Дон и Кубань, поставляющие в море 95% суммарного речного 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 км<sup>3</sup>, Кубани — 11,6 км<sup>3</sup>, малых рек северного Приазовья — 2,1 км<sup>3</sup>. В настоящее время сток Дона и Кубани регулирован водохранилищами. Средний многолетний материковый сток в море составляет по разным оценкам 36,7–38,1 км<sup>3</sup>. Сезонное распределение стока неравномерно. Доля весеннего стока составляет около 40%, а летнего — 20%. Из Азовского моря ежегодно в среднем вытекает 49,2 км<sup>3</sup> азовской воды, а поступает в него 33,8 км<sup>3</sup> 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 км<sup>3</sup> воды в год. Положительный пресный баланс моря обеспечивает невысокую соленость Азовского моря по сравнению с Черным морем (Дьяков Н.Н., Иванов В.А., 2002).

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

Общий циклонический характер циркуляции вод моря обусловлен главным образом ветром. Большая изменчивость направления и скорости течений моря также зависит от ветра, который вызывает чисто дрейфовые течения во всей толще мелкого Азовского моря и создает повышение уровня у берегов, в результате чего возникают компенсационные потоки. В предустьевых районах Дона и Кубани прослеживаются стоковые течения. Хорошо выражены неперіодические стонно-нагонные колебания уровня — в среднем от 2 до 3 м. Также хорошо выражена одноузловая сейша с суточным периодом. Азовское море бесприливное.

В холодный период года господствующие северо-восточные и восточные ветры вызывают волнение высотой до 2,1–3,0 м в открытом море. При западных и юго-западных ветрах могут формироваться крупные волны высотой 1,5 м и более по всей акватории моря.

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

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

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

## 2.2. Таганрогский залив

Основными источниками загрязнения устьевой части р. Дон в районе г. Азова являются промышленные и коммунально-бытовые сточные воды, поступающие с транзитным речным стоком с вышележащих участков реки Дон, а также сточные воды очистных сооружений

МП «Азовводоканал». Длина глубоководного выпуска ОСК МП «Азовводоканал» составляет 253 метра, глубина реки в месте выпуска 8 метров. Свой вклад в загрязнение вносят водный транспорт, коллекторно-дренажный сток оросительных систем, ливневые сточные воды, которые без очистки поступают в р. Дон.

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

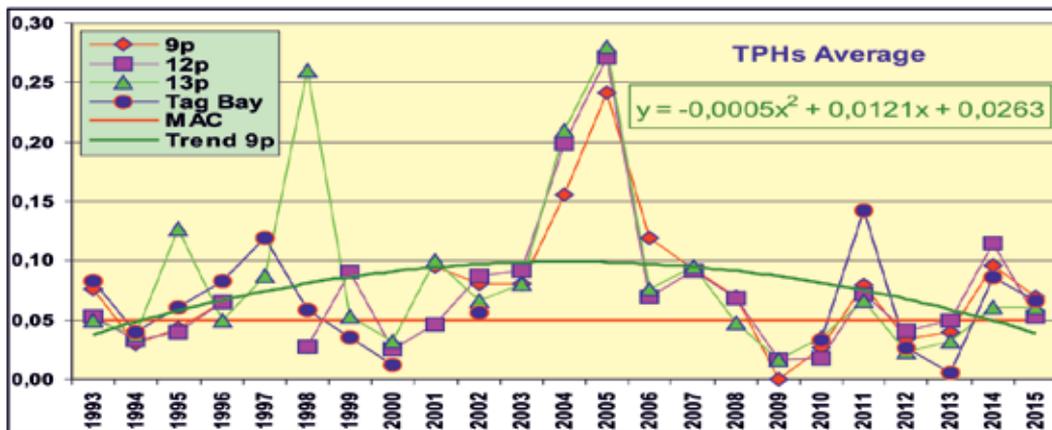
В 2015 г. гидрохимические наблюдения в устьевой области реки Дон и восточной части Таганрогского залива были выполнены Донской устьевой станцией (ДУС). Отбор проб производился на трех станциях в устьях рукавов Мёртвый Донец (9 р), Переволока (12 р) и Песчаный (13 р), а также на станциях № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 в восточной части и на станциях № 8, 9, 10, 13, 14, 17, 20, 21, 24 и 25 в центральной части Таганрогского залива (рис. 2.1). Всего в протоках Дона были отобраны 42 пробы воды из поверхностного и придонного слоев 27 апреля, 20 мая, 7 июля, 6 и 25 августа, 8 сентября и 8 октября с борта мотолодки «Прогресс» батометром Молчанова. На акватории Таганрогского залива было отобрано 48 проб воды из поверхностного и придонного слоев 17–30 сентября на 13 станциях, а также 6 октября на 10 станциях с глубинами 0,5–6,2 м. На борту определялись рН, производилась фиксация проб на кислород, аммонийный азот и ртуть, а также экстракция нефтепродуктов четыреххлористым углеродом и пестицидов гексаном. Завершение определения содержания нефтяных углеводородов (ИКС-метод), растворенных в воде соединений ртути (атомно-абсорбционный метод) и хлорорганических пестицидов (газожидкостная хроматография) производилось в лаборатории Ростовского ЦГМС. В период с апреля по октябрь в устьевой области реки и восточной части залива было отобрано 29 проб донных отложений, в которых была определена концентрация НУ.

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

В течение периода наблюдений в 2015 г. речной сток в устьях рукавов р. Дон был практически пресноводным. Среднегодовая **соленость** вод дельты Дона составила 0,59‰ и изменялась в пределах от 0,47 до 1,24‰. Максимальное значение было зафиксировано в устье рукава Мерт-



Рис. 2.1. Станции отбора проб в устьевой области р. Дон и Таганрогском заливе в 2015 г.



**Рис. 2.2.** Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм<sup>3</sup>) в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 1993–2015 гг.

вый Донец 27 апреля. Значения рН в устьях рукавов Дона изменялись в диапазоне от 8,16–8,70, составив в среднем 8,45. Щелочность изменялась от 2,466 до 4,405 мг-экв/дм<sup>3</sup> и в среднем за год составила 3,271 мг-экв/дм<sup>3</sup>. В Таганрогском заливе соленость изменялась от 3,72 до 12,90‰, составив в среднем 8,91‰. Соленость выше 4,0‰ отмечалась на всех станциях, как в центральной, так и в восточной части залива как на поверхности, так и у дна, кроме станции № 1 вблизи устья Дона с максимальным значением 3,72‰ 6 октября. Как правило, повышенная соленость в Таганрогском заливе связана с вторжением более соленых морских вод при юго-западных и западных ветрах. В целом, как устьевая область р. Дон, так и Таганрогский залив считаются пресноводными водоемами и при оценке степени их загрязненности используются ПДК для пресных вод. Щелочность в водах залива изменялась от 2,807 до 4,494 мг-экв/дм<sup>3</sup> и в среднем за год составила 3,468 мг-экв/дм<sup>3</sup>; значения рН были в диапазоне 8,58–9,12, составив в среднем 8,93.

В 2015 г. содержание **нефтяных углеводородов** в устьях рукавов р. Дон изменялось от 0,02 до 0,18 мг/дм<sup>3</sup> (3,6 ПДК, 8 октября у дна в устье рукава Мертвый Донец). Среднегодовая концентрация составила 0,06 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 2.1). В водах Таганрогского залива концентрация НУ в пробах была в пределах 0,02–0,31 мг/дм<sup>3</sup> (6,2 ПДК, в двух пробах из поверхностного и придонного слоев 6 октября на станции № 1). Средняя годовая концентрация оказалась несколько ниже, чем в прошлом году (0,08 мг/дм<sup>3</sup>) и составила 0,070 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрация НУ равная или выше 1 ПДК зафиксирована в течение всего периода наблюдений в сентябре и октябре в 32 пробах из 48 (2/3). Среднее значение концентрации за сентябрь составило 0,06 мг/дм<sup>3</sup>, а за октябрь 0,09 мг/дм<sup>3</sup>. Акватория Таганрогского залива остается стабильно загрязненной нефтяными углеводородами. В целом, динамика средней концентрации нефтяных углеводородов в водах устьевой области р. Дон и на акватории Таганрогского залива в последние десятилетия свидетельствует о стабильно высоком загрязнении. Одновременно наблюдается очень высокая межгодовая изменчивость при которой переход от максимальных значений до минимальных произошел за 4 года (2005/2009 гг.). Почти во все годы наблюдений различия в среднегодовой концентрации НУ в трех устьевых протоках Дона и в заливе были незначительными и наблюдаемые изменения содержания НУ происходят синхронно.

В речных водах в устьевых протоках Дона содержание **СПАВ** изменялось от аналитического нуля (DL=10 мкг/дм<sup>3</sup>, 36 проб из 42) до 16 мкг/дм<sup>3</sup> (0,16 ПДК) Максимальная величина была зафиксирована 25 августа в устье рукава Мертвый Донец на глубине 1,5 м. Среднегодо-

вая концентрация составила 1,8 мкг/дм<sup>3</sup>. В водах Таганрогского залива их содержание было ниже предела обнаружения в 20 из 48 отобранных проб. Максимальная величина достигала 66 мкг/дм<sup>3</sup> и была отмечена 18 сентября в придонном слое на станции № 5. Среднегодовое значение на акватории залива практически равнялось уровню предыдущих лет и составило 16,4 мкг/дм<sup>3</sup>. В устьевой области Дона хлорорганические пестициды  $\alpha$ -ГХЦГ,  $\gamma$ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ обнаружены не были, а в восточной части Таганрогского залива в одной пробе, отобранной 17 сентября на станции № 14, было зафиксировано присутствие ДДТ (1 мкг/дм<sup>3</sup>) и его изомера ДДЭ (3 мкг/дм<sup>3</sup>). Растворенная ртуть была обнаружена в 20 пробах из 21 отобранных в устьевой области р. Дон, средняя величина составила 1,8 ПДК. В водах Таганрогского залива в сентябре-октябре в пяти пробах из 8 концентрация растворенной ртути составила 0,02 мкг/дм<sup>3</sup>, в среднем 1,25 ПДК. В водах обоих районов отмечено резкое повышение содержания ртути по сравнению с предыдущими годами.

Диапазон концентрации **аммонийного азота** в устьевых протоках р. Дон в 2015 г. изменился: минимальная составила 21 мкг/дм<sup>3</sup>, а максимальная составила лишь 217 мкг/дм<sup>3</sup>, что в 2,2–2,5 раза меньше 2014 г. Максимальная концентрация была зафиксирована 7 июля в устье рукава Переволока. Среднегодовая концентрация в 2015 г. составила 98,0 мкг/дм<sup>3</sup>, что в 2,2 раза меньше прошлогодней и ниже таковой за все время наблюдений на этих станциях — 135,1 мкг/дм<sup>3</sup>. Максимальная зафиксированная концентрация аммонийного азота на акватории залива составила 74 мкг/дм<sup>3</sup>, что практически совпадает с зафиксированной в 2013 г., но в 4,7 раза меньше таковой в 2014 г. (353 мкг/дм<sup>3</sup>) и в 20 раз меньше, чем в 2012 г. (1512 мкг/дм<sup>3</sup>). Среднегодовая концентрация составила 18,2 мкг/дм<sup>3</sup>, что в 4,2 раза меньше прошлогодней (76,5 мкг/дм<sup>3</sup>). В целом за последние два десятилетия зафиксирована тенденция существенного снижения среднегодовой концентрации аммонийного азота, как в устьевых протоках Дона, так и в водах Таганрогского залива (рис. 2.3). В течение всего периода наблюдений эта величина превышала установленный норматив в пресноводных рукавах Дона, а в последние годы была ниже ПДК в 2–3 раза и более во всех контролируемых водных объектах.

В устьевых протоках реки Дон концентрация **нитритов** в 42 отобранных пробах изменялась от 3,0 до 52,0 мкгN/дм<sup>3</sup> (2,2 ПДК), составив в среднем 25,1 мкгN/дм<sup>3</sup>. За последние 5 лет среднегодовая концентрация нитритов варьировала в узком диапазоне 23,0–33,3 мкгN/дм<sup>3</sup>. Максимальное содержание нитритов в 2015 г. зафиксировано 8 октября у дна рукава Мертвый Донец. Концентрация нитритов в восточной части залива изменялась в пределах

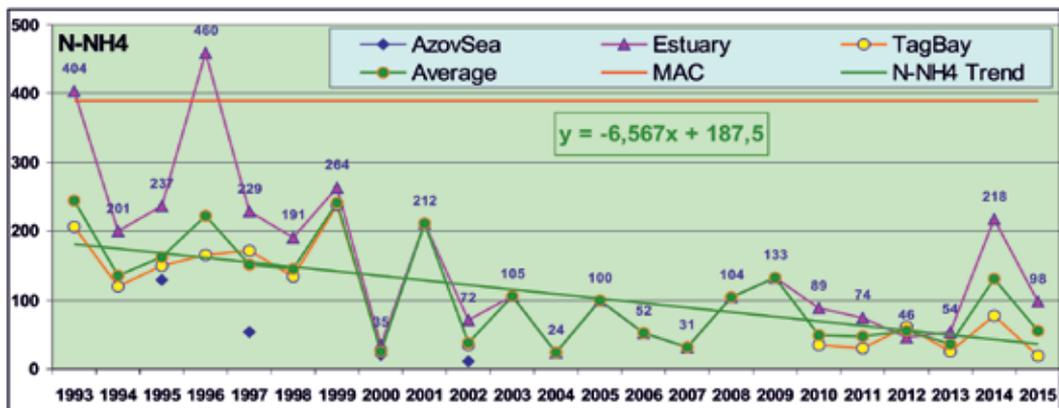


Рис. 2.3. Динамика средней концентрации аммонийного азота (мкг/дм<sup>3</sup>) в водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива в 1993–2015 гг.

4–49 мкгN/дм<sup>3</sup>. Максимум зафиксирован 6 октября в придонном слое на станции № 2. Среднегодовая концентрация составила 12,5 мкгN/дм<sup>3</sup>. Концентрация нитратов в устье Дона изменялась в диапазоне 53–610 мкгN/дм<sup>3</sup>; средняя 305,3 мкгN/дм<sup>3</sup>. Наибольшее значение зафиксировано в устье рукава Переволока 27 апреля. Среднегодовая концентрация нитратов в устье рукавов составила: рукав Песчаный — 333 мкгN/дм<sup>3</sup>, рукав Переволока — 340 мкгN/дм<sup>3</sup>, рукав Мертвый Донец — 243 мкгN/дм<sup>3</sup>. В заливе концентрация нитратов изменялась в пределах 5–242 мкгN/дм<sup>3</sup>; максимум был зафиксирован 6 октября на станции № 6 у дна. В этот день повышенная концентрация более 100 мкгN/дм<sup>3</sup> была зафиксирована на семи станциях в кутовой части залива как на поверхности, так и у дна. Среднегодовая концентрация нитратов в Таганрогском заливе составила 51,3 мкгN/дм<sup>3</sup>.

Концентрация **фосфатов** в устьевой области Дона изменялась в диапазоне от 21 мкгP/дм<sup>3</sup> (у дна в устье рукава Мертвый Донец 20 мая) до 238 мкгP/дм<sup>3</sup> (у дна в устье рукава Переволока 6 августа). Повышенные значения (более 200 мкгP/дм<sup>3</sup>) были зафиксированы на всех станциях на поверхности и у дна. Среднегодовая концентрация составила 156,4 мкгP/дм<sup>3</sup>, что в 2 раза меньше прошлогодней (317 мкгP/дм<sup>3</sup>). В водах залива осенью содержание фосфатов было существенно меньше и варьировало в пределах 17–97 мкгP/дм<sup>3</sup>, в среднем 32,0 мкгP/дм<sup>3</sup>. Концентрация общего фосфора в пресноводных протоках Дона изменялась от 36 до 308 мкгP/дм<sup>3</sup>. Наибольшая концентрация зафиксирована в устье рукава Песчаный 6 августа у дна на глубине 6 м. Среднегодовая концентрация составила 184,0 мкгP/дм<sup>3</sup>. На акватории восточной части залива концентрация общего фосфора изменялась в интервале 38–327 мкгP/дм<sup>3</sup>, составив в среднем 87,0 мкгP/дм<sup>3</sup>. Максимальная концентрация зафиксирована 17 сентября на станции № 2. Содержание силикатов в водах устьевой области р. Дон изменялось от 1610 до 6541 мкг/дм<sup>3</sup> при среднегодовом значении 3581 мкг/дм<sup>3</sup>; максимум отмечен 7 июля в рукаве Мертвый Донец. В водах Таганрогского залива концентрации силикатов варьировала от 263 до 3935 мкг/дм<sup>3</sup>, средняя годовая концентрация составила 1751 мкг/дм<sup>3</sup>.

В водах рукавов устьевой области р. Дон концентрация растворённого в воде **кислорода** изменялась от 5,93 до 11,47 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, составив в среднем 8,58 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Минимальная величина была зафиксирована в устье рукава Песчаный 6 августа в придонном слое вод на глубине 6 м и составила 73% насыщения вод кислородом. В водах Таганрогского залива концентрация растворенного кислорода изменялась в пределах 5,13–11,17 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Минимальная концентрация была зафиксирована у дна на станции № 2 (0,9 ПДК). Среднегодовая концентрация растворенного кислорода составила 9,04 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Насыщение вод кислородом в заливе в процентном выражении изменялось от 55% до 124%. За последние 5 лет концентрация растворенного кислорода изменялась от 2,07 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> до 11,47 мгO<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, а насыщение изменялось от 34% до 180%.

В 2015 г. значение индекса загрязненности вод (1,18) в устьевых протоках реки Дон несколько повысилось по сравнению с 2014 г., но, по-прежнему, воды остались в III классе, «умеренно загрязненные» (табл. 2.2). Наибольшее значение концентрации нефтяных углеводородов достигало уровня 3,6 ПДК. Уровень содержания детергентов в дельте Дона составлял доли ПДК. Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ не были обнаружены, но в значительном количестве была обнаружена растворенная ртуть, максимальная концентрация которой достигала 0,03 мкг/дм<sup>3</sup> (3 ПДК). Кислородный режим в русловых протоках оценивается как «благоприятный». За последние пять лет состояние вод в устьевых участках дельтовых протоков реки Дон оценивается как стабильное. Общий уровень загрязнения оценивается по нескольким контролируемым параметрам, из которых наибольший вклад вносили нефтяные углеводороды, ртуть и нитриты.

В восточной части Таганрогского залива качество вод также несколько ухудшилось по сравнению с предыдущим годом в основном за счет высокой концентрации ртути. Максимально зафик-

сированная концентрация НУ составила 0,31 мкг/дм<sup>3</sup> или 6 ПДК. Уровень содержания растворенного в воде кислорода был близок к своим многолетним значениям и только в одной придонной пробе был ниже норматива. Качество вод восточной части залива остается стабильным и удовлетворительным; индекс ИЗВ (0,96) позволяет отнести эту часть залива к «умеренно загрязненным».

**Таблица 2.1.** Среднегодовая и максимальная концентрация гидрохимических параметров и загрязняющих веществ в водах Таганрогского залива в 2013–2015 гг.

Ингредиент	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
<b>Устьевая область реки Дон</b>						
НУ	0,038	0,6	0,091	<b>1,8</b>	0,06	<b>1,2</b>
	0,15	<b>3,0</b>	0,49	<b>10</b>	0,18	<b>4</b>
СПАВ	20	0,2	9,4	<0,1	1,8	<0,1
	36	0,4	19	0,2	16	0,2
Ртуть	0,0013	0,1	0		0,018	<b>1,8</b>
	0,01	<b>1,0</b>	0		0,03	<b>3,0</b>
Азот аммонийный	54,4	0,1	217,5	0,6	98,0	0,3
	153	0,4	549	<b>1,4</b>	217,0	0,6
Нитриты	25,4	<b>1,1</b>	23	<b>1,0</b>	25,1	<b>1,0</b>
	46	<b>1,9</b>	36	<b>1,5</b>	52,0	<b>2,2</b>
Фосфор общий	116		317		184	
	176		532		308	
Растворенный кислород	7,92		9,42		8,58	
	4,67	<b>0,78</b>	6,59		5,93	<b>0,99</b>
% насыщения	85,1		94,6		95,8	
	55		78		73	
<b>Таганрогский залив</b>						
НУ	0,006	0,1	0,083	<b>1,7</b>	0,070	<b>1,4</b>
	0,03	0,6	0,28	<b>6</b>	0,31	<b>6</b>
СПАВ	20	0,2	14,3	0,1	16,4	0,2
	29	0,3	40	0,4	66	0,7
Ртуть	0,003	0,3	0		0,013	<b>1,3</b>
	0,01	<b>1,0</b>	0		0,02	<b>2,0</b>
Азот аммонийный	25,7	<0,1	76,5	0,2	18,2	<0,1
	76	0,2	353	0,9	74	0,2
Нитриты	13,3	0,6	13,9	0,6	12,5	0,5
	39	<b>1,6</b>	27	<b>1,1</b>	49	<b>2,0</b>
Фосфор общий	78,4		97,7		87,1	
	176		253		227	
Растворенный кислород	9,41		10,6		9,04	
	5,09	<b>0,84</b>	5,54	<b>0,92</b>	5,13	<b>0,86</b>
% насыщения	104		105		102	
	56		56		55	
Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С*) нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм <sup>3</sup> ; СПАВ в мкг/дм <sup>3</sup> ; аммонийного азота в мкгN/дм <sup>3</sup> , общего фосфора в мкгP/дм <sup>3</sup> . Концентрация α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ была ниже предела обнаружения во всех проанализированных пробах. 2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке — максимальное (для кислорода — минимальное) значение. 3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целого значения. 4. Для всех ингредиентов использованы значения ПДК для пресных вод.						



## 2.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань

### 2.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань

В 2015 г. в дельте реки Кубань и на ее устьевом взморье в Темрюкском заливе мониторинг водной среды осуществляется Устьевой ГМС Кубанская («У Кубанская», г. Темрюк). В порту Темрюка (станция № 1) наблюдения проводились в течение всего года, пробы воды отбирались еженедельно. В Темрюкском заливе (станция № 1), на устьевом взморье рукавов Кубань (станции № 2, 4, 10, 12, 15, 16, 18), Протока (станции № 29, 31), в устьевой области (станции № 8у, 9у, 10у, 11у, 17у, 18у) и в низовьях дельты Кубани — гирла лиманов (станции № 5у, 6у) — всего на 18 станциях (рис. 2.4) пробы отбирались один раз в месяц в апреле, июне, августе и октябре. Обор проб воды производили с борта маломерных катеров из поверхностного и придонного слоев. Анализ морской воды на определение гидрохимических параметров, концентрации биогенных элементов и загрязняющих веществ выполнялся в Лаборатории мониторинга загрязнения поверхностных вод (ЛМЗПВ) «У Кубанская». Анализы производились в соответствии с «Руководством по химическому анализу морских вод» (РД 243). В пресных водах дельты Кубани определение концентрации веществ выполнялось согласно разработанным в ГХИ РД 52.24–95, 2005, 2006 и «Руководства по химическому анализу поверхностных вод суши», Л., Гидрометеиздат, 1977 г. Определение содержания хлорорганических (группа ДДТ) и фосфорорганических пестицидов, а также растворенной ртути в отобранных пробах воды производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды.

### 2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива

**Низовья дельты реки Кубань — район 1.** Отбор проб был произведен в двух точках, расположенных в устье рукава Протока у пос. Ачуево (станция № 5у) и 500 м выше по течению от устья Петрушина рукава (станция № 6у). В устьях обоих рукавов Кубани вода была практически пресная — соленость не превышала 0,43‰ за исключением одной пробы, отобранной 6 августа на станции № 6у в Петрушином рукаве. В этой пробе была зафиксирована соленость, характерная для вод взморья — 8,22‰ (табл. 2.3). То же самое касается хлорности. В этой единственной пробе зафиксирована хлорность равная 4,46‰. Во всех пробах, отобранных на станции № 5у в рукаве Протока, соленость была практически одинаковой с незначительными колебаниями вокруг значения 0,34‰ (табл. 2.3). Хлорность изменялась от 0,02‰ до 4,46‰ при средней 0,42‰; рН 7,90–8,70; щелочность 1,811–2,543 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Концентрация **нефтяных углеводородов** на обеих станциях изменялась от значений ниже предела обнаружения применяемого метода (0,02 мг/дм<sup>3</sup>) до максимальной 0,07 мг/дм<sup>3</sup> (1,4 ПДК, три поверхностные пробы из Петрушина рукава в апреле, августе и октябре, табл. 2.4). Среднегодовая концентрация НУ в Петрушином рукаве, как в прошлом году, составила 0,051 мг/дм<sup>3</sup> (1 ПДК). В рукаве Протока максимальная концентрация составила 0,06 мг/дм<sup>3</sup>, а средняя 0,020 мг/дм<sup>3</sup>. Среднегодовая концентрация по обеим станциям контроля составила 0,041 мг/дм<sup>3</sup> (0,8 ПДК). В течение всего года во всех отобранных пробах концентрация СПАВ была ниже предела обнаружения (DL=10 мг/дм<sup>3</sup>). Хлорорганических пестицидов  $\alpha$ -ГХЦГ,  $\gamma$ -ГХЦГ, ДДТ и его изомеров обнаружено не было.

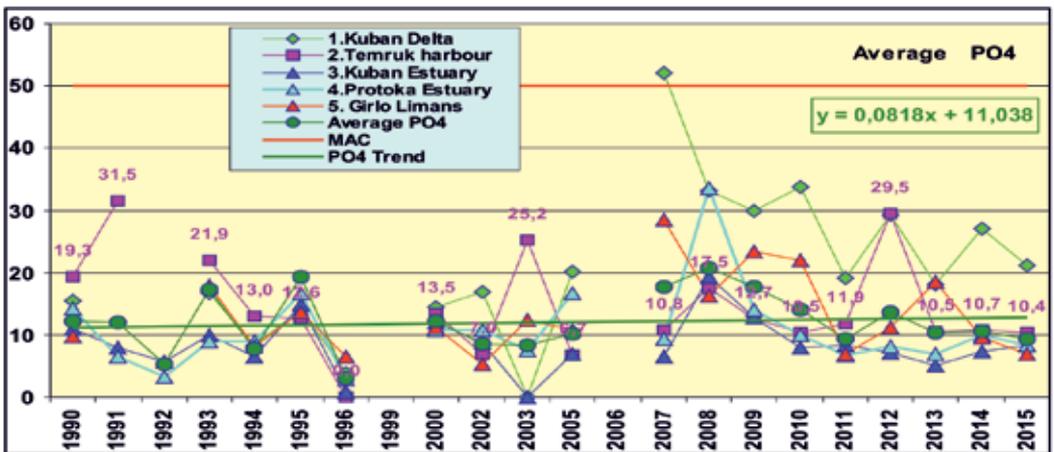
**Таблица 2.3.** Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров и концентрация биогенных элементов (мкг/дм<sup>3</sup>) в прибрежных водах Темрюкского залива и в устьевой области р. Кубань в 2015 г.

Район	TOC	Sal. ‰	O <sub>2</sub> * мг/дм <sup>3</sup>	O <sub>2</sub> %*	pH	PO <sub>4</sub>	P <sub>общ</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	N <sub>общ</sub>	Si
1. Низовья дельты реки Кубань — район 1	20,5	0,97	8,49	93,6	8,3	21,2	37,3	15,1	811	115	-	2083
	28,3	8,22	6,49	77	8,7	54,0	68,0	26	1200	180	-	2550
2. Порт Темрюк — район 2	13,8	11,8	9,06	91	8,3	10,4	34,2	9,5	132	161	698	381
	27,7	13,2	4,39	57	8,8	36,0	80,0	23,0	280	300	960	820
3. Взморье реки Кубань — район 3	19,3	10,26	8,39	96	8,3	8,28	26,5	6,46	148	194	224	721
	26,5	13,28	4,92	58	8,7	43,0	52,0	18,0	1290	1020	2250	2250
4. Взморье рукава Протока — район 4	18,6	10,19	8,49	95	8,3	8,31	26,3	8,12	84,1	212	206	759
	25,4	12,67	6,47	78	8,6	30,0	43,0	17,0	930	920	570	2100
5. Гирла лиманов — район 5	17,6	6,54	8,51	92	8,5	6,88	25,97	7,0	148	154		1304
	26,6	12,47	3,19	40	8,9	25,0	55,0	26,0	1070	310		3600

\* средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода в мг/дм<sup>3</sup> и% насыщения.

Концентрация ионов **аммония** в устьях обоих рукавов р. Кубань изменялась от 47 до 180 мкг/дм<sup>3</sup> (табл. 2.3). Содержание аммония меньше 100 мкг/дм<sup>3</sup> было зафиксировано в пяти пробах из 12 отобранных. Наибольшие величины концентрации были зафиксированы в рукаве Протока 6 августа, а в Петрушином рукаве 5 августа. Среднегодовое значение по обеим станциям составило 115 мкг/дм<sup>3</sup>, что меньше прошлогоднего (270 мкг/дм<sup>3</sup>) и позапрошлогоднего (222 мкг/дм<sup>3</sup>). Содержание нитритов в водах обеих станций было в пределах 5–26 мкг/дм<sup>3</sup> при среднегодовой 15 мкг/дм<sup>3</sup> (0,6 ПДК). Концентрация нитратов изменялась от 210 до 1200 мкг/дм<sup>3</sup>; среднегодовая составила 811 мкг/дм<sup>3</sup>.

В устьях обоих рукавов Кубани среднегодовая концентрация **фосфатов** практически равнялась прошлогодней и составила 21,2 мкг/дм<sup>3</sup> (рис. 2.5). Максимум (54 мкг/дм<sup>3</sup>) был отмечен 6 октября в Петрушином рукаве. В целом в последние пять лет средняя концентрация



**Рис. 2.5.** Динамика средней концентрации фосфатного фосфора (мкг/дм<sup>3</sup>) в водах устьевой области р. Кубань и Темрюкского залива в 1990–2015 гг.

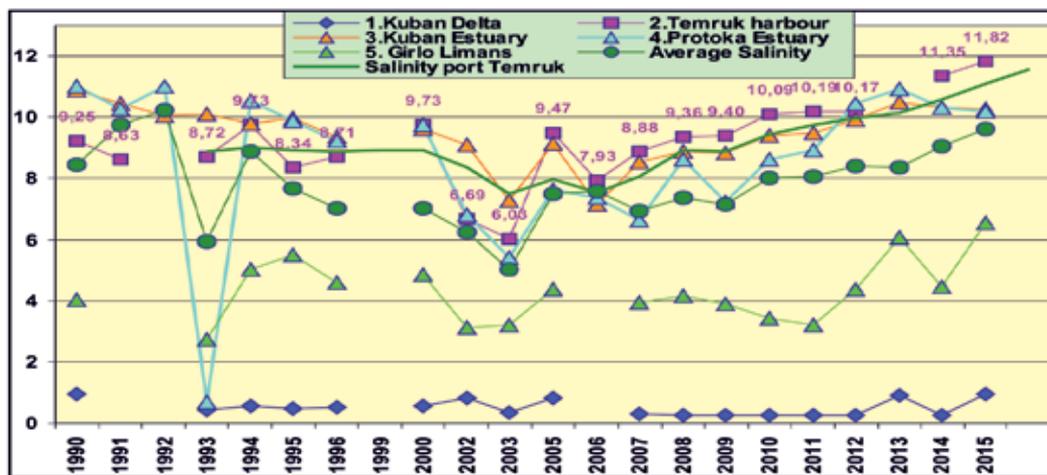


Рис. 2.6. Динамика среднегодовой солености (‰) вод канала порта Темрюк в 1990–2015 гг.

фосфатов по всем районам контроля в устьевой области Кубани стабилизировалась в районе 10 мкг/дм<sup>3</sup>, что в 5 раз ниже принятого для мезотрофных водоемов ПДК. В нынешнем столетии почти всегда наибольшие средние величины регистрировались в пресноводных рукавах дельты реки, тогда как в 1990-х чаще максимум фиксировали в канале порта Темрюк. За 2,5 десятилетия контроля выявляется слабо выраженная тенденция к росту содержания минерального фосфора в водах района на фоне относительно существенных межгодовых изменений. Различия между районами обычно слабо выражены. Концентрация общего фосфора изменялась в диапазоне 22–68 мкг/дм<sup>3</sup>; средняя составила 37,3 мкг/дм<sup>3</sup>, что немного ниже прошлогодней (45,5 мкг/дм<sup>3</sup>) и почти равно значению 2013 г. (35,6 мкг/дм<sup>3</sup>). Среднегодовая концентрация силикатов 2083 мкг/дм<sup>3</sup> в этом году оказалась ниже предыдущих лет 2708/2143 мкг/дм<sup>3</sup> при средней многолетней (2288 мкг/дм<sup>3</sup>). Их наибольшее содержание (2550 мкг/дм<sup>3</sup>) было зафиксировано в Петрушином рукаве 5 августа.

Насыщение речных вод растворенным **кислородом** было хорошим и не опускалось ниже 6,49 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, а средняя концентрация составила 8,49 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Минимальное насыщение составило 77% и было зафиксировано в Петрушином рукаве 6 октября. Сероводород в пробах обнаружен не был. По ИЗВ (0,65) воды низовьев дельты реки Кубань в устье Петрушина рукава и в рукаве Протока у пос. Ачуево относились ко II классу качества вод, «чистые» (табл. 2.5), как и в предыдущие четыре года. Для расчета использовались значения ПДК для пресных вод.

**Порт Темрюк — район 2.** В 2015 г. отбор проб осуществлялся на одной станции в середине канала порта напротив затона Чирчик ежемесячно с января по декабрь. Температура, соленость, рН, растворенный кислород и нефтяные углеводороды контролировались еженедельно. Измерение щелочности и анализы на содержание сероводорода, кремния, аммония, нитритов и общего азота, фосфатов и общего фосфора, СПАВ и ртути производились один раз в месяц. Соленость воды в канале порта изменялась от 8,20‰ до 13,20‰. Величина среднегодовой солености составила 11,82‰. Это максимальная величина в течение всего периода наблюдений с 1990 г. В целом начиная с 2006 г. наблюдается постепенное увеличение солености во всем районе устьевой области реки Кубань в противоположность снижению в предыдущие 13 лет (рис. 2.6). В рукавах Кубани вода была практически пресной и среднегодовые значения варьировали между 0,27 и 0,97‰, а максимум за все время

наблюдений превышал 3‰ в 7 пробах и достигал 8,47‰ в рукаве Петрушин 3 июля 2002 г. Температура воды в течение 2015 года изменялась от 2,1 °С (12 января) до 27,7 °С (17 августа). Вода в канале была очень мутной, прозрачность не превышала 0,8 м. Хлорность изменялась в диапазоне 4,45–7,24‰, среднегодовая составила 6,47‰; щелочность была в пределах 2,038–2,549 мг-экв/дм<sup>3</sup>, средняя 2,326 мг-экв/дм<sup>3</sup>; рН 8,05–8,75.

Из 72 отобранных в течение года проб в шести концентрация **НУ** была ниже предела обнаружения (0,02 мг/дм<sup>3</sup>). Максимальное значение составило 0,24 мг/дм<sup>3</sup> (4,8 ПДК) и было отмечено 6 октября на поверхности канала (табл. 2.4). Средняя концентрация НУ составила 0,044 мг/дм<sup>3</sup> (0,89 ПДК). Из 24 проанализированных проб концентрация СПАВ была выше предела обнаружения применяемого метода (DL=10 мкг/дм<sup>3</sup>) в 15 случаях. Максимум составил 34 мкг/дм<sup>3</sup>, что почти в два раза выше, чем в прошлом году (18 мкг/дм<sup>3</sup>). Среднегодовая концентрация составила — 9,5 мкг/дм<sup>3</sup>. Концентрация хлорорганических пестицидов ( $\alpha$ -ГХЦГ,  $\gamma$ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганических соединений (метафос, карбофос, фозалон и рогор) в водах канала порта Темрюк была ниже предела обнаружения применяемого метода во всех пробах начиная с 2000 г. кроме одной пробы 3 апреля 2002 г. с содержанием ДДЕ 13 нг/дм<sup>3</sup> (1,3 ПДК). В 36 отобранных в течение года из поверхностного и придонного слоев пробах сероводород обнаружен не был. В 4 из 12 отобранных проб была обнаружена растворенная ртуть в концентрации 0,01–0,02 мкг/дм<sup>3</sup> (0,1–0,2 ПДК); среднегодовая составила 0,0057 мкг/дм<sup>3</sup> (0,06 ПДК).

Концентрация биогенных веществ в водах канала порта Темрюк в течение всего года не превышала ПДК. Содержание аммонийного **азота** изменялось от 0,3 до 0,8 ПДК (110–300 мкг/дм<sup>3</sup>). Максимум зафиксирован 3 августа у дна на глубине 4 м. Среднегодовая концентрация для 22 проанализированных проб составила 161,3 мкг/дм<sup>3</sup> (0,4 ПДК). Диапазон изменения концентрации нитритов не изменился по сравнению с прошлым годом: 1–23 мкг/дм<sup>3</sup> (0,04–0,96 ПДК). Максимум отмечен 6 апреля на поверхности. Средняя годовая концентрация составила 9,5 мкг/дм<sup>3</sup> (0,4 ПДК). Содержание нитратов изменялась в пределах тысячных-сотых долей ПДК (29–280 мкг/дм<sup>3</sup>). Наибольшая величина зафиксирована 3 февраля на поверхности. Средняя годовая концентрация нитратов составила 132 мкг/дм<sup>3</sup>. Содержание общего азота в воде канала порта варьировало в пределах 520–960 мкг/дм<sup>3</sup>; среднегодовая концентрация составила 698 мкг/дм<sup>3</sup>, что в полтора раза ниже прошлогодней (1061 мкг/дм<sup>3</sup>). В предыдущие 2 года среднегодовая концентрация общего азота составляла 1003 и 1129 мкг/дм<sup>3</sup>.

Наибольшее содержание **фосфатов** (36 мкг/дм<sup>3</sup>) было отмечено в придонном слое 6 октября. При этом только в одной из отобранных 22 проб концентрация фосфатов была ниже предела обнаружения применяемого метода (DL=2 мкг/дм<sup>3</sup>), а средняя годовая составила 10,4 мкг/дм<sup>3</sup>. Концентрация общего фосфора изменялась в пределах 13–80 мкг/дм<sup>3</sup>, а средняя равнялась 34,2 мкг/дм<sup>3</sup>. Концентрация силикатов изменялась от 820 мкг/дм<sup>3</sup> в январе до 86 мкг/дм<sup>3</sup> в конце года в декабре. Необходимо отметить, что прошлогодняя максимальная концентрация была в 3,5 раза выше (2850 мкг/дм<sup>3</sup>). Средняя годовая концентрация силикатов составила 381 мкг/дм<sup>3</sup>, что в 2 раза ниже прошлогодней (760 мкг/дм<sup>3</sup>).

Для определения концентрации растворенного **кислорода** всего было отобрано 72 пробы воды. В 7 из них, полученных из обоих слоев в июне-августе, концентрация растворенного в воде кислорода была ниже норматива (6,0 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>). Наименьшее содержание кислорода (4,39 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> или 57% насыщения) зафиксировано 25 июня у дна при температуре воды 25,0 °С. Среднегодовая концентрация составила 9,06 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. В течение года насыщение вод растворенным кислородом менялось в диапазоне 57–122%. В 2015 г. воды акватории канала порта Темрюк по ИЗВ (0,60), рассчитанному по средней концентрации НУ, РО<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub> и кислорода, относились ко II классу качества, «чистые». По сравнению с предыдущим годом (ИЗВ=0,63) качество вод осталось на прежнем уровне (табл. 2.5).



Рис. 2.7. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм<sup>3</sup>) в водах устьевой области р. Кубань и Темрюкского залива в 1990–2015 гг.

**Взморье реки Кубань — район 3.** В 2015 г. наблюдения проводились на 7 станциях в апреле, июне, августе и октябре. **Соленость** вод взморья Кубани изменялась в диапазоне 0,93–13,28%. Минимальная соленость была отмечена 3 июня на поверхности в море на траверзе гирла Соловьевское Курчанского лимана, в 4,4 км от устья. Максимум зафиксирован 6 октября в море на траверзе гирла Пересыпское Ахтанизовского лимана в 7,0 км напротив гирла Пересыпское на глубине 11 м. Средняя соленость воды на взморье Кубани составила 10,26%. Хлорность изменялась от 0,40 до 7,28%. Температура воды на взморье Кубани изменялась в течение года от 7,9°С у дна 13 апреля в 7 км напротив гирла до 26,5°С 5 августа в 3,0 км от устья рукава Средний. Показатель pH изменялся в диапазоне 7,75–8,70. Минимум был зарегистрирован 3 июня в море у рукава Средний, в 3,0 км от устья на глубине 7 м. Щелочность изменялась от 1,903 до 2,512 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Прозрачность вод по диску Секки варьировала от 0,5 до 3,9 м.

За период наблюдений в 2015 г. концентрация **НУ** изменялась от значений ниже предела определения применяемого метода (DL=0,02 мг/дм<sup>3</sup>) до 0,11 мг/дм<sup>3</sup> (2,2 ПДК). Максимум был отмечен 6 октября на поверхности в 600 м от устья гирла Пересыпское. Среднегодовая концентрация составила 0,034 мг/дм<sup>3</sup>, что практически совпадает с прошлогодней концентрацией (0,032 мг/дм<sup>3</sup>). Концентрация НУ превышала ПДК в 7 случаях из 56 (12,5%). На взморье Кубани отмечают значительные межгодовые изменения содержания нефтяных углеводородов. Также наблюдается тенденция постепенного увеличения уровня загрязнения вод района в этом столетии с некоторой стабилизацией менее 1 ПДК после 2008 г. (рис. 2.7). Среди остальных районов Темрюкского залива взморье Кубани и Протоки менее других загрязнены НУ. Содержание СПАВ в водах взморья Кубани в 11 пробах из 56 было выше предела обнаружения применяемого метода химического анализа (DL=10 мкг/дм<sup>3</sup>). Максимум составил 13 мкг/дм<sup>3</sup> (0,13 ПДК), что незначительно отличается от значения прошлого года (16 мкг/дм<sup>3</sup>). Среднегодовая концентрация составила 2,2 мкг/дм<sup>3</sup>. В одной из восьми проанализированных проб была обнаружена растворенная ртуть с концентрацией 0,005 мкг/дм<sup>3</sup> (0,05 ПДК). Хлорорганические ( $\gamma$ -ГХЦГ,  $\alpha$ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганические (ФОС: метафос, карбофос, фозалон и рогор) пестициды в водах взморья обнаружены не были.

Концентрация аммонийного **азота** на взморье Кубани изменялась в диапазоне 27–1020 мкг/дм<sup>3</sup>. Максимум был отмечен 3 июня на поверхности в 3,0 км от устья рукава

Средний. Средняя годовая концентрация составила 0,5 ПДК (194 мкг/дм<sup>3</sup>), что несколько выше прошлогоднего значения (185 мкг/дм<sup>3</sup>). Концентрация нитритов изменялась от значений ниже предела обнаружения до 18 мкг/дм<sup>3</sup>, что почти в 2 раза меньше прошлогодней (35 мкг/дм<sup>3</sup>). Средняя годовая концентрация составила 6,46 мкг/дм<sup>3</sup> (0,26 ПДК), что ниже прошлогоднего значения (11,6 мкг/дм<sup>3</sup>). Содержание нитратов изменялась от аналитического нуля до 1290 мкг/дм<sup>3</sup> (0,14 ПДК); среднегодовая величина составила 154 мкг/дм<sup>3</sup>, что ниже прошлогодней (216 мкг/дм<sup>3</sup>). Содержание общего азота изменялось в пределах от 76 мкг/дм<sup>3</sup> до 2250 мкг/дм<sup>3</sup>. Среднегодовая концентрация составила 254 мкг/дм<sup>3</sup>, что более чем в 3 раза меньше прошлогодней (846 мкг/дм<sup>3</sup>).

Концентрация **фосфора** фосфатов в течение года изменялась от значений менее предела обнаружения использованного метода химического анализа (2 мкг/дм<sup>3</sup>, 10 проб из 56) до 43 мкг/дм<sup>3</sup>; максимум был зафиксирован на поверхности в 600 м от устья рукава Средний 6 октября и составлял 0,86 ПДК для мезотрофных водоемов. Среднегодовая величина составила 8,3 мкг/дм<sup>3</sup>. Концентрация силикатов в водах взморья Кубани изменялась в пределах 130–2250 мкг/дм<sup>3</sup>. Максимум был зарегистрирован 3 июня на поверхности в 4,4 км от устья гирла Соловьевское. Средняя годовая концентрация (724 мкг/дм<sup>3</sup>) незначительно отличалась от прошлогодней (715 мкг/дм<sup>3</sup>).

Концентрация растворенного **кислорода** изменялась от 4,92 до 12,28 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Минимальное значение было зафиксировано 3 июня на глубине 7 м на станции расположенной в 3,0 км от устья р. Кубань напротив рукава Средний. Еще одно значение ниже норматива (5,44 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) было отмечено 5 августа у дна на глубине 7,0 м в 4,8 км от края дельты у порта Темрюк. Среднегодовая концентрация составила 8,39 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Сероводород в 28 проанализированных пробах не обнаружен. По индексу загрязненности ИЗВ (0,57) воды взморья Кубани в 2015 г. относятся ко II классу, «чистые». Расчет выполнен по средней концентрации НУ, NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub> и кислорода,

**Взморье рукава Протока — район 4.** В 2015 г. наблюдения на взморье рукава Протоки выполнялись 6 апреля, 3 июня, 5 августа и 5 октября на двух станциях с глубинами 6 и 10 м. Соленость вод взморья Протоки изменялась от 4,06‰ до 12,67‰, среднегодовая составила 10,19‰. Средняя многолетняя за последние 6 лет соленость составила 9,90‰, а средняя годовая: 2010–8,61‰; 2011–8,91‰; 2012–10,46‰; 2013–10,91‰; 2014–10,32‰. Хлорность изменялась в диапазоне 2,20–6,94‰. Среднегодовая величина хлорности составила 5,57‰. Температура воды за время исследований изменялась от 6,80°C на глубине 10 м у дна в апреле до 25,4°C на поверхности в августе. Показатель pH изменялся в пределах от 7,85 до 8,65; среднегодовая величина 8,27. Щелочность в водах взморья Протоки изменялась от 2,122 до 2,634 мг-экв/дм<sup>3</sup> в октябре у дна; средняя 2,411 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Прозрачность вод по диску Секки варьировала от 0,8 до 1,9 м.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в 2015 г. изменялась от менее предела обнаружения применяемого метода (DL=0,02 мг/дм<sup>3</sup>) в 4 пробах до 0,06 мг/дм<sup>3</sup>. Наибольшее значение было отмечено 5 августа и 5 октября в 4,4 км от устья рукава Протока на поверхности залива. Средняя за год концентрация составила 0,027 мг/дм<sup>3</sup>, что практически совпадает с прошлогодней (0,025 мг/дм<sup>3</sup>). Содержание СПАВ во всех отобранных пробах было ниже предела определения применяемого метода (DL=10 мкг/дм<sup>3</sup>). Хлорорганические (γ-ГХЦГ, α-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганические (метафос, карбофос, фозалон и рогор) пестициды в водах взморья Протоки обнаружены не были. Последний раз пестициды были обнаружены в 1990 г. Растворенная ртуть была обнаружена в одной из четырех исследованных проб (0,011 мкг/дм<sup>3</sup>, 0,1 ПДК).

Концентрация аммонийного **азота** в водах взморья Протоки в 2015 г. изменялась от 65 до 920 мкг/дм<sup>3</sup>. Максимальное значение зафиксировано в 3 июня на поверхности. Среднегодовая концентрация составила 212 мкг/дм<sup>3</sup>, что несколько выше значения прошлого года (191 мкг/дм<sup>3</sup>).

## СПИСОК опубликованных Ежегодников

- Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1966 г. — А.С. Пахомова, Н.А. Афанасьева, А.К. Величквич, 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. Величквич, 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. Величквич, 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. Величквич, Е.П. Кириллова, А.С. Пахомова, Н.А. Соловьева, Т.А. Бакум, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1971, 64 с.
- Обзор состояния загрязненности дальневосточных морей СССР в 1970 г. — А.С. Пахомова, С.К. Ревина, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1971, 87 с.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1976 год. — Н.А. Родионов, Н.А. Афанасьева, Н.С. Езжалкина, Т.А. Бакум, А.Н. Зубакина, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1977, 120 с.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1980 г. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Т.А. Иноземцева, Н.А. Казакова, И.Г. Матвейчук, Н.А. Родионов, Е.Г. Седова, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1981, 166 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1981 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, Н.А. Родионов, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1982, 149 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1982 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, Н.А. Родионов, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1983, 132 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1984 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Б.М. Затучная, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, В.М. Пищальник, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1985, 149 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1985 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Н.С. Гейдарова, Б.М. Затучная, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, В.М. Пищальник, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1986, 177 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1986 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1987, 132 с.
- Обзор состояния химического загрязнения вод отдельных районов Мирового океана за период 1986–1988 гг. — В.А. Михайлов, В.И. Михайлов, И.Г. Орлова, И.А. Писарева, Е.А. Собченко, А.В. Ткалин, под ред. А.И. Симонова и И.Г. Орловой. — Москва, 1989, 143 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1987 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1988, 179 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1988 год. — Н.А. Афанасьева, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иванова, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1989, 208 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1989 год. — Н.А. Афанасьева, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иванова, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, И.А. Писарева, О.А. Симонова, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1990, 279 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1990 год. — Н.А. Афанасьева, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иванова, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, И.А. Писарева, О.А. Симонова, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1991, 277 с.

- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1991 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, М.В. Кудряшенко, И.Г. Матвейчук, Ю.Ю. Фомин, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1992, 347 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1992 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, М.В. Кудряшенко, И.Г. Матвейчук, Ю.Ю. Фомин, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1996, 247 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1993 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, М.В. Кудряшенко, И.Г. Матвейчук, Ю.Ю. Фомин, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1996, 230 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1994 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, М.В. Кудряшенко, И.Г. Матвейчук, Ю.Ю. Фомин, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1996, 126 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1995 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, О.А. Симонова, под ред. С.В. Кирьянова. — 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. Кирьянова. — 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, Гидрометеоздат, 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. — Гидрометеоздат, 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, Гидрометеоздат, 2005, 127 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2003. — А.Н. Коршенко, И.Г. Матвейчук, Т.И. Плотникова, В.П. Лучков. — М, Метеоагентство Росгидромета, 2005, 111 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2004. — А.Н. Коршенко, И.Г. Матвейчук, Т.И. Плотникова, В.П. Лучков, В.С. Кирьянов. — М, Метеоагентство Росгидромета, 2006, 200 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2005. — Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Удовенко А.В., Лучков В.П. — М, Метеоагентство Росгидромета, 2008, 166 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2006. — Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Удовенко А.В. — Москва, Обнинск, «Артифекс», 2008, 146 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2007. — Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., Кирьянов В.С. — Обнинск, ОАО «ФОР», 2009, 200 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2008. — Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., Кирьянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В., Ермаков В.Б. — Обнинск, ОАО «ФОР», 2009, 192 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2009. — Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Кирьянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В. — Обнинск, «Артифекс», 2010, 174 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2010. — Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифекс», 2011, 196 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2011. — Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифекс», 2012, 196 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2012. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2013, 200 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2013. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2014, 208 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2014. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2015, 156 с.

# CONTENTS

<b>PREFACE</b> . . . . .	4
<b>ABSTRACT</b> . . . . .	5
<b>INTRODUCTION</b> . . . . .	6
<b>Chapter A. Description of investigation system</b>	
A.1. Monitoring stations . . . . .	7
A.2. Methodology of sampling and data treatment . . . . .	8
A.3. Monitoring of marine environment at 2015 . . . . .	16
<b>Chapter 1. Caspian Sea</b>	
1.1. General information . . . . .	20
1.2. Discharge of the pollutants . . . . .	22
1.3. Water conditions of the Northern Caspian . . . . .	22
1.3.1. Century transect III. . . . .	23
1.3.2. Century transect IIIa . . . . .	25
1.3.3. Transect IV. . . . .	27
1.3.4. Spatial heterogeneity of hydrochemical parameters . . . . .	28
1.4. Waters conditions of the Dagestan coastal area . . . . .	30
<b>Chapter 2. Azov Sea</b>	
2.1. General information . . . . .	42
2.2. Taganrog Bay . . . . .	43
2.2.1. Monitoring system of the Don estuarine region and Taganrog Bay . . . . .	44
2.2.2. Water pollution of the Don estuarine region and Taganrog Bay . . . . .	44
2.2.3. Bottom sediments pollution . . . . .	49
2.3. Marine estuary and Delta of the Kuban River . . . . .	50
2.3.1. Monitoring system of the Kuban River estuary . . . . .	50
2.3.2. Pollution of the Kuban Delta and Temruk Bay . . . . .	50
<b>Chapter 3. Black Sea</b>	
3.1. General information . . . . .	60
3.2. Marine water pollution of the Crimean coast of the Black Sea . . . . .	62
3.2.1. Donuzlav Lake . . . . .	62
3.2.2. Sevastopol Bight . . . . .	62
3.2.3. Pollution of atmospheric deposits (Sevastopol) . . . . .	63
3.2.4. Hydrochemical regime of Sevastopol and Balaklava Bights . . . . .	64
3.2.5. Expeditions of MHI in the Black Sea . . . . .	67
3.2.6. Yalta port . . . . .	71
3.2.7. Kerch Strait. Transect Crimea — Caucasus . . . . .	72
3.2.8. Water quality near Crimea coast . . . . .	74
3.3. Pollution of the coastal waters in Anapa-Tuapse area . . . . .	74
3.4. Coastal area of Adler — Sochi . . . . .	82
<b>Chapter 4. Baltic Sea</b>	
4.1. General information . . . . .	90
4.2. Monitoring systems in the eastern part of the Gulf of Finland and Neva Bay . . . . .	91
4.3. Central part of the Neva Bay . . . . .	92

4.4. Southern resort part of the Neva Bay. . . . .	94
4.5. Northern resort part of the Neva Bay. . . . .	95
4.6. Marine Trade Port (MTP). . . . .	96
4.7. Northern WWT plant . . . . .	97
4.8. Eastern part of the Finnish Gulf . . . . .	99
<b>Chapter 5. White Sea</b>	
5.1. General information . . . . .	104
5.2. Sources of pollution . . . . .	105
5.3. Dvina Bay. . . . .	106
5.4. Kandalaksha Bay . . . . .	107
<b>Chapter 6. Barents Sea</b>	
6.1. General information . . . . .	110
6.2. Sources of pollution . . . . .	110
6.3. Water pollution of the Kolsky Bay . . . . .	111
<b>Chapter 7. Greenland Sea (Spitsbergen)</b>	
7.1. Expeditions in Spitsbergen archipelago waters. . . . .	116
7.2. Hydrochemical parameters . . . . .	116
7.3. Pollution . . . . .	117
<b>Chapter 8. Arctic Seas</b>	
<b>Chapter 9. Kamchatka shelf (Pacific ocean)</b>	
9.1. General information . . . . .	119
9.2. Sources of pollution. . . . .	119
9.3. Water pollution in the Avacha Bay . . . . .	120
<b>Chapter 10. Okhotsk Sea</b>	
10.1.1. General information. . . . .	128
10.1.2. Sources of pollution . . . . .	129
10.2. Pollution of the Sakhalin shelf . . . . .	130
10.2.1. Area of village Starodubskoe . . . . .	131
10.2.2. Aniva Bay. Area near port Korsakov . . . . .	132
10.2.3. Aniva Bay. Area near village Prigorodnoe . . . . .	134
<b>Chapter 11. Japan Sea</b>	
11.1. General information . . . . .	140
11.2. Sources of pollution . . . . .	141
11.3. Golden Horn Bay . . . . .	143
11.4. Diomedea Bay . . . . .	148
11.5. Eastern Bosphor Strait and Ulyss Bight. . . . .	150
11.6. Amur Bay . . . . .	153
11.7. Ussuri Bay. . . . .	158
11.8. Nakhodka Bay. . . . .	163
11.9. Western shelf of the Sakhalin Island. The Tatarsky Strait. . . . .	167
11.10. Conclusions . . . . .	169
<b>Literature cited</b> . . . . .	176
<i>Annex 1.</i> The authors and owners of the data. . . . .	177
<i>Annex 2.</i> The list of the published Annual Repots . . . . .	178
<b>CONTENTS.</b> . . . . .	180
<b>CONTENTS (Rus)</b> . . . . .	182

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> . . . . .	4
<b>ABSTRACT</b> . . . . .	5
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> . . . . .	6
<b>А. Характеристика системы наблюдений</b>	
А.1. Станции мониторинга . . . . .	7
А.2. Методы обработки проб и результатов наблюдений . . . . .	8
А.3. Мониторинг морской среды в 2015 г. . . . .	16
<b>Глава 1. Каспийское море</b>	
1.1. Общая характеристика . . . . .	20
1.2. Поступление загрязняющих веществ . . . . .	22
1.3. Состояние вод Северного Каспия . . . . .	22
1.3.1. Вековой разрез III . . . . .	23
1.3.2. Вековой разрез IIIa . . . . .	25
1.3.3. Разрез IV . . . . .	27
1.3.4. Пространственная неоднородность гидрохимических параметров . . . . .	28
1.4. Состояние вод Дагестанского побережья . . . . .	30
<b>Глава 2. Азовское море</b>	
2.1. Общая характеристика . . . . .	42
2.2. Таганрогский залив . . . . .	43
2.2.1. Система мониторинга устьевой области р. Дон и Таганрогского залива . . . . .	44
2.2.2. Загрязнение вод устьевой области р. Дон и Таганрогского залива . . . . .	44
2.2.3. Загрязнение донных отложений . . . . .	49
2.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань. . . . .	50
2.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань . . . . .	50
2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива . . . . .	50
<b>Глава 3. Черное море</b>	
3.1. Общая характеристика . . . . .	60
3.2. Загрязнение морских вод у Крымских берегов Чёрного моря . . . . .	62
3.2.1. Озеро Донузлав . . . . .	62
3.2.2. Севастопольская бухта . . . . .	62
3.2.3. Загрязнение атмосферных осадков (г. Севастополь) . . . . .	63
3.2.4. Гидрохимический режим вод Севастопольской и Балаклавской бухт (МГИ) . . . . .	64
3.2.5. Экспедиционные исследования МГИ РАН в Черном море . . . . .	67
3.2.6. Порт Ялта . . . . .	71
3.2.7. Керченский пролив. Разрез порт Крым – порт Кавказ . . . . .	72
3.2.8. Качество черноморских вод у берегов Крыма . . . . .	74
3.3. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе . . . . .	74
3.4. Прибрежная зона района Сочи – Адлер . . . . .	82
<b>Глава 4. Балтийское море</b>	
4.1. Общая характеристика . . . . .	90
4.2. Система мониторинга восточной части Финского залива и Невской губы . . . . .	91
4.3. Центральная часть Невской губы . . . . .	992

4.4. Южный курортный район Невской губы . . . . .	94
4.5. Северный курортный район Невской губы . . . . .	95
4.6. Морской торговый порт (МТП) . . . . .	96
4.7. Северная станция аэрации . . . . .	97
4.8. Восточная часть Финского залива . . . . .	99
<b>Глава 5. Белое море</b>	
5.1. Общая характеристика . . . . .	104
5.2. Источники поступления загрязняющих веществ . . . . .	105
5.3. Двинский залив . . . . .	106
5.4. Кандалакшский залив . . . . .	107
<b>Глава 6. Баренцево море</b>	
6.1. Общая характеристика . . . . .	110
6.2. Источники поступления загрязняющих веществ . . . . .	110
6.3. Загрязнение вод Кольского залива . . . . .	111
<b>Глава 7. Гренландское море (Шпицберген)</b>	
7.1. Экспедиционные исследования вод архипелага Шпицберген . . . . .	116
7.2. Гидрохимические показатели . . . . .	116
7.3. Загрязняющие вещества . . . . .	117
<b>Глава 8. Моря Северного ледовитого океана</b>	
<b>Глава 9. Шельф полуострова Камчатка (Тихий океан)</b>	
9.1. Общая характеристика . . . . .	119
9.2. Источники поступления загрязняющих веществ . . . . .	119
9.3. Загрязнение вод Авачинской губы . . . . .	120
<b>Глава 10. Охотское море</b>	
10.1.1. Общая характеристика . . . . .	128
10.1.2. Загрязнение Охотского моря . . . . .	129
10.2. Загрязнение шельфа о. Сахалин . . . . .	130
10.2.1. Район поселка Стародубское . . . . .	131
10.2.2. Залив Анива. Район порта г. Корсакова . . . . .	132
10.2.3. Залив Анива. Район пос. Пригородное . . . . .	134
<b>Глава 11. Японское море</b>	
11.1. Общая характеристика . . . . .	140
11.2. Источники загрязнения . . . . .	141
11.3. Бухта Золотой Рог . . . . .	143
11.4. Бухта Диомид . . . . .	148
11.5. Пролив Босфор Восточный (включая бухту Улисс) . . . . .	150
11.6. Амурский залив . . . . .	153
11.7. Уссурийский залив . . . . .	158
11.8. Залив Находка . . . . .	163
11.9. Западный шельф о. Сахалин. Татарский пролив . . . . .	167
11.10. Выводы . . . . .	169
<b>Литература</b> . . . . .	176
<i>Приложение 1.</i> Авторы, владельцы материалов и организации, принимавшие участие в подготовке Ежегодника-2015 . . . . .	177
<i>Приложение 2.</i> Список опубликованных Ежегодников . . . . .	178
<b>CONTENTS.</b> . . . . .	180
<b>СОДЕРЖАНИЕ</b> . . . . .	182

**Качество морских вод по гидрохимическим показателям.**  
Ежегодник 2015. — под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука»,  
2016, 184 с.

ISBN 978-5-9500646-0-9

© Коршенко А.Н.

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

Формат 70x100 1/16. Условных п.л. 11,5

Тираж 400 экз. Зак. №

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

ISBN 978-5-9500646-0-9



9 785950 064609