

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

имени Н.Н.ЗУБОВА

(ГОИН)



**FEDERAL SERVICE
ON HYDROMETEOROLOGY AND MONITORING
OF ENVIRONMENT
(ROSHYDROMET)**

STATE OCEANOGRAPHIC INSTITUTE

(SOI)



MARINE WATER POLLUTION

ANNUAL REPORT

2012

Editor Alexander Korshenko

**«Nauka»
Moscow 2013**

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

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

(ГОИН)



**КАЧЕСТВО МОРСКИХ ВОД
ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ
ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Е Ж Е Г О Д Н И К

2012

Редактор Коршенко А.Н.

**«Наука»
Москва 2013**

АННОТАЦИЯ

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

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

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

Ссылка для цитирования:

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

ISBN

© Коршенко А.Н.

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

ABSTRACT

The Annual Report 2012 reviews the hydrochemical state and pollution of marine coastal waters and bottom sediments of the seas of the Russian Federation in 2012. The Annual Report summarizes routine observation data on the quality of the sea waters and bottom sediments conducted by 13 chemical laboratories of the Roshydromet regional offices through the state program for marine monitoring, as well as by the North-Western Branch of NPO «Typhoon» in St.Petersburg, and by different Institutions of the Russian Academy of Sciences and other specialized organizations.

To cover the Caspian, Azov and Black Seas, additional information was applied gathered by the Kazhydromet institutions, Marine Branch of the Ukraine Hydrometeorological Institute (MB UHMI, Sevastopol) within the Ukrainian national marine monitoring program, as well as by MHI NASU (Sevastopol), YugNIRO (Kerch), Institute Oceanology Bulgarian Academy of Science (IO BAS, Varna), National Institute for Marine Research and Development «Grigore Antipa» (NIMRD, Constanta) and Georgian Agency on Environment (Batumi). The Annual Report 2012 was compiled in the Marine Pollution Monitoring Laboratory of the State Oceanographic Institute of Roshydromet (SOI, Kropotkinsky Lane 6, 119034 Moscow, Russia).

The Report contains the annual and/or seasonal/monthly averages and maximal values of individual hydrochemical parameters of the sea waters in 2012, and describes the level of pollution of waters and bottom sediments with a wide spectrum of natural and synthetic substances. Quality of marine waters was assessed based on the concentration of individual pollutants and through a complex Index of Water Pollution (IWP). Interannual variations and long-term trends, where possible, are identified.

The Annual Report 2012 is aimed for federal and regional administration bodies, environment protection and offshore industry managers, Russian and international public and ecologists. The assessments of the current state and of the long-term changes of the marine environmental pollution may be used in research and for planning environmental protection activities.

For bibliographic purposes this document shall be cited as:

Marine Water Pollution. Annual Report 2012. — Editor Alexander Korshenko, Moscow, «Nauka», 2013, 200 p.

ISBN

© Korshenko A.N.

© State Oceanographic Institute (SOI)

Глава 3. ЧЕРНОЕ МОРЕ

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

3.1. Общая характеристика

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

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

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

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

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

Приливы незначительные и их максимальная величина не превышает 10 см. Хорошо выражены в море как стонно-нагонные явления под влиянием сильных зимних ветров, достигающие 20–60 см у берегов Кавказа и Крыма и до 2 м в северо-западной части. Осенне-зимние штормовые ветра могут развивать волны высотой до 6–8 м. Стоячие колебания уровня моря (сейши) развиваются в бухтах с периодами от нескольких минут до 2 ч и амплитудой в 40–50 см (Суховой В.Ф., 1986, Mee L., Jeftic L., 2010).

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

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

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

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

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

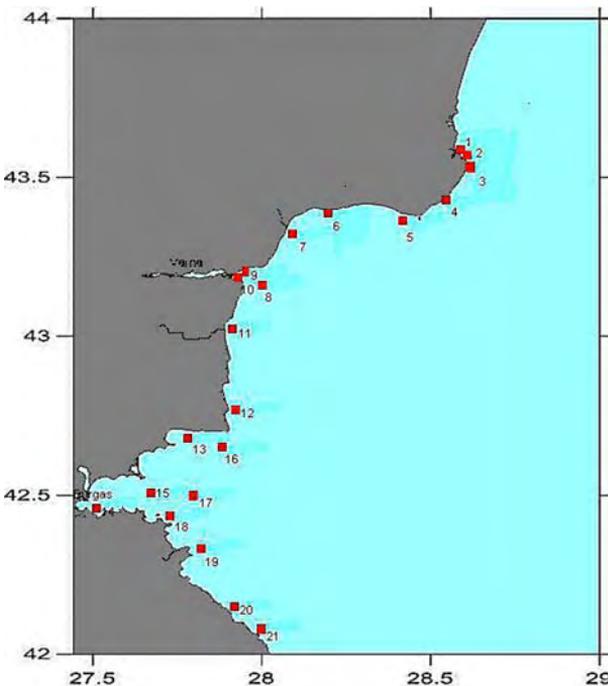
3.2. Гидрохимическое состояние прибрежных вод Болгарии

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

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

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

* Среднее и минимальное значение процентного содержания растворенного кислорода.



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

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

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

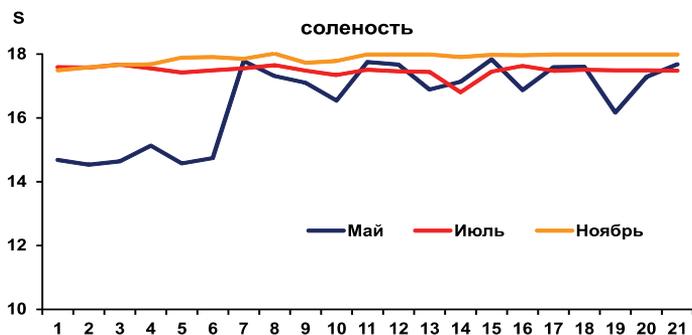


Рис. 3.2. Распределение солености в прибрежных водах Болгарии в 2012 г.

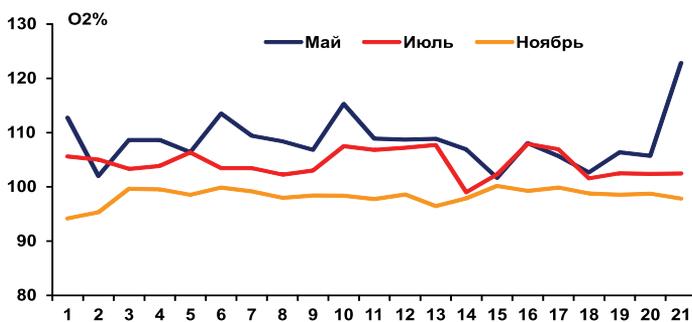


Рис. 3.3. Насыщение кислородом поверхностного горизонта вод прибрежной акватории Болгарии в 2012 г.

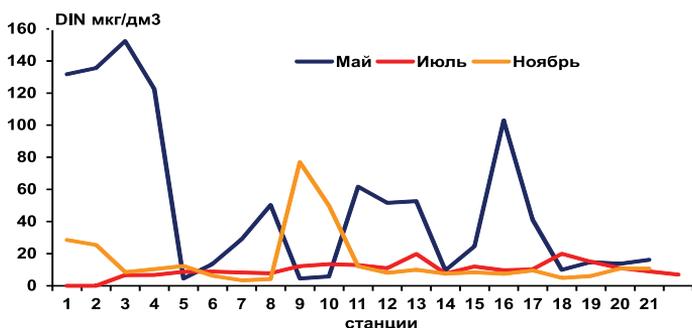


Рис. 3.4. Сезонные изменения концентрации неорганического азота DIN (мкг/дм^3) в прибрежных водах Болгарии в 2012 г.

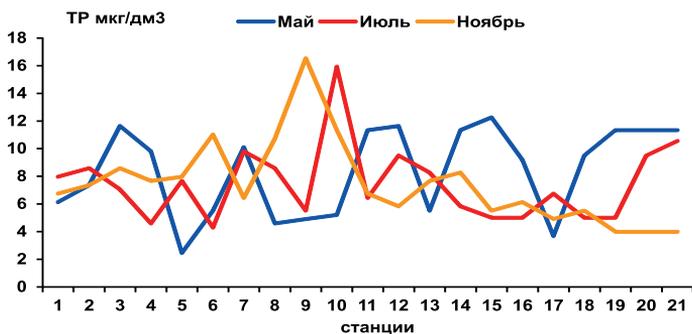


Рис. 3.5. Сезонные изменения концентрации общего фосфора TP (мкг/дм^3) в прибрежных водах Болгарии в 2012 г.

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

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

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

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

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

3.3. Мониторинг состояния прибрежных вод Румынии

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

Долгосрочный статистический анализ был проведен на основе 189 суточных проб, собранных в 2012 г. на поверхности у Казино Мамая и исторических данных (1959/1976/1980–2011) для этой же точки. Были проанализированы основные физико-химические показатели, характеризующие состояние вод и уровень эвтрофикации (прозрачность, соленость, pH, растворенный кислород, неорганические биогенные вещества). Соленость воды измерялась *in situ* с помощью STD. Растворенный кислород был определен методом Винклера. Водородный показатель pH измерялся потенциометрическим методом. Прозрачность измерялась диском Секки. Биогенные вещества в морской воде были количественно определены аналитическим спектрофотометрическим методом. Внутрिलाбораторная проверка качества проводилась с помощью SR EN ISO/IEC 17025:2005, а химический анализ проводился в соответствии с Руководством «Методы анализа морских вод» (Grasshoff, 1999). Предел обнаружения NO_2 0,12; NO_3 0,03; NH_4 0,12; PO_4 0,01 и SiO_4 0,30 мкМ/дм³ ($\mu\text{mol/l}$). Относительная неопределенность U (с), расширенные %, $k = 2$, коэффициент охвата 95,45% составили 8,4; 6,6; 7,1; 14,0 и 3,3 соответственно. UV-VIS-Shimadzu спектрофотометр с диапазоном измерения 0–1000 нм использовался для выполнения измерений.

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

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

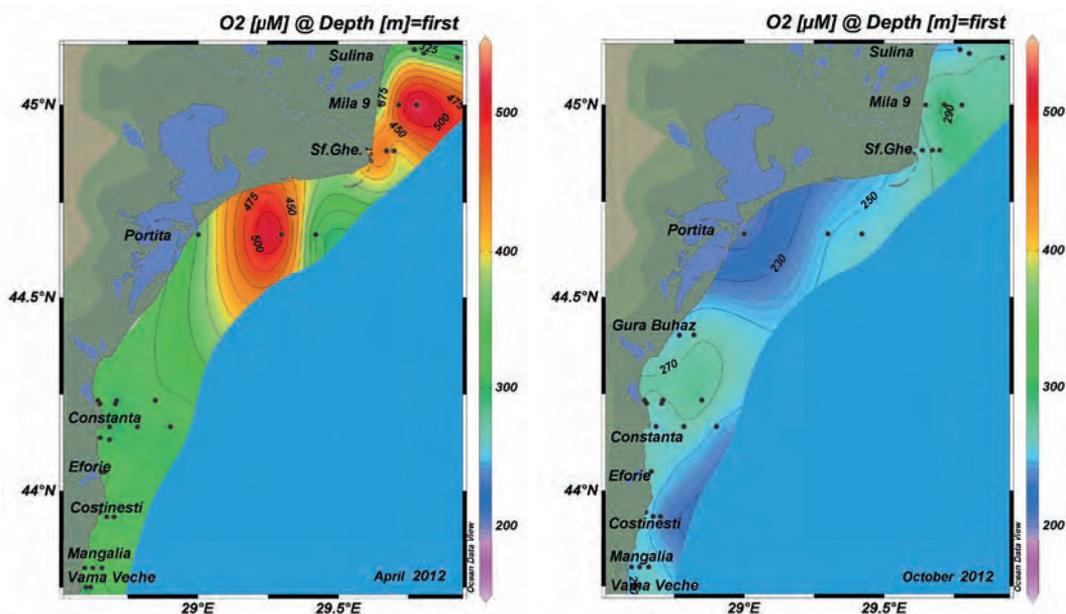


Рис. 3.6. Распределение кислорода (μM) в поверхностном слое прибрежных вод Румынии в апреле и октябре 2012 г.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

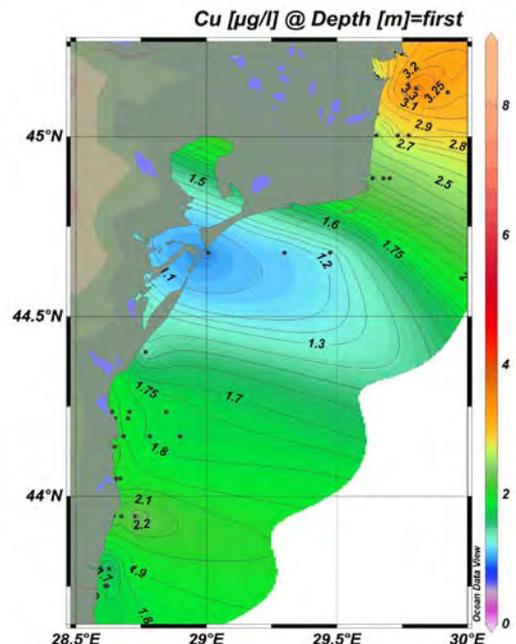
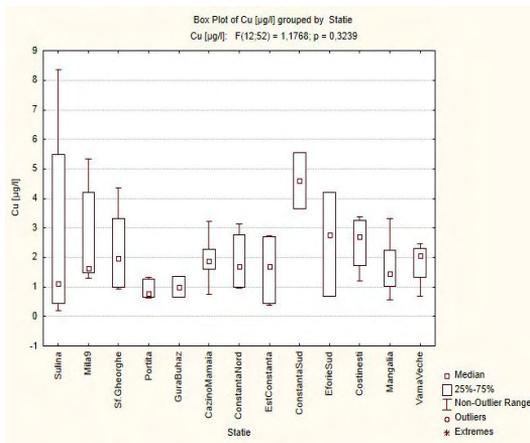


Рис. 3.7. Распределение меди (мкг/дм³) в поверхностном слое вод побережья Румынии в марте-апреле и октябре 2012 г.

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

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

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

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

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

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

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

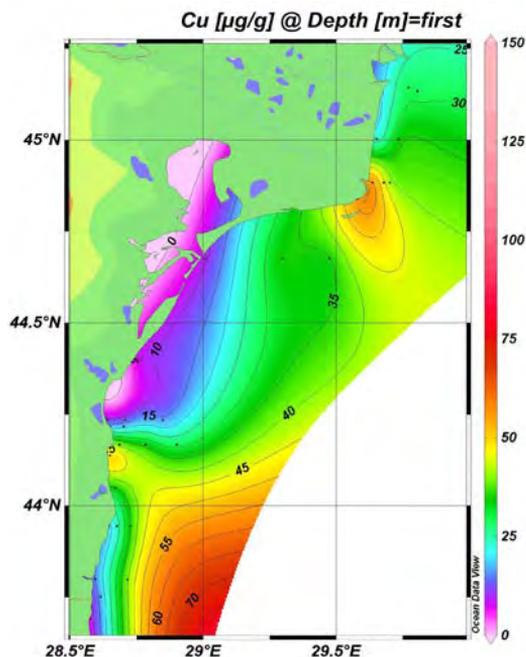
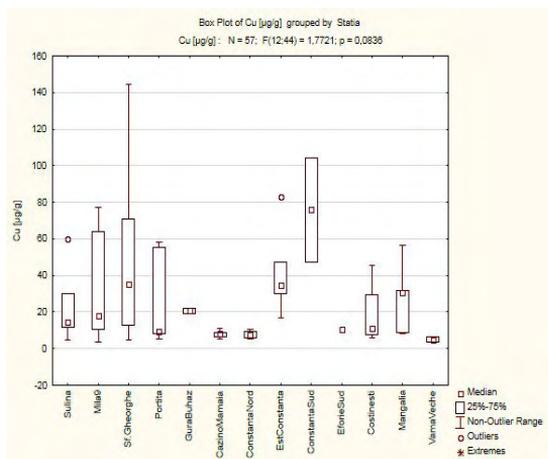


Рис. 3.8. Распределение меди (мкг/г) в донных отложениях побережья Румынии в марте-апреле и октябре 2012 г.

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

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

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

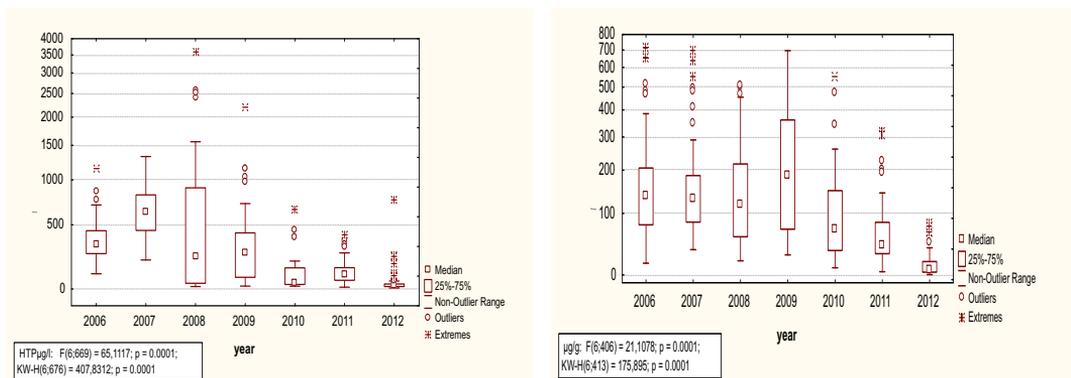
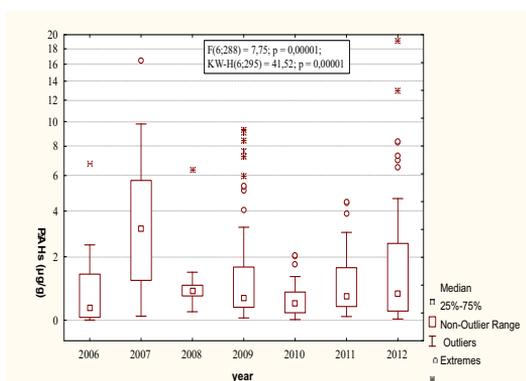


Рис. 3.9. Межгодовые изменения концентрации нефтяных углеводородов в прибрежных водах (мкг/дм^3) и донных отложениях (мкг/г) Румынии в 2006–2012 гг.

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

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



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

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

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

3.4. Загрязнение прибрежных вод украинской части моря

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

3.4.1. Устьевой участок р. Дунай

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

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

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

3.4.2. Устье дельтовых водотоков р. Дунай

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

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

характеризуется минимальными значениями в июне-сентябре (рис. 3.11).

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

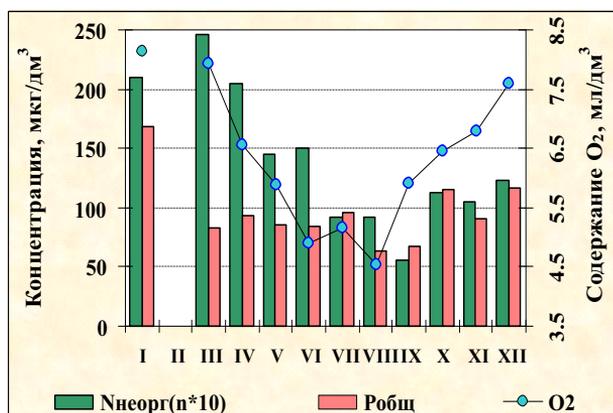


Рис. 3.11. Внутригодовое распределение среднемесячной концентрации минерального азота, общего фосфора (мкг/дм³) и содержания кислорода (мгО₂/дм³) в поверхностном слое вод устья дельтовых водотоков в 2012 г.

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

3.4.3. Сухой лиман

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

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

3.4.4. Район входного канала и очистных сооружений г. Ильичевска

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

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

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

3.4.5. Порт Одесса

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

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

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

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

3.4.6. Устье реки Южный Буг, Бугский лиман

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

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

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

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

3.4.7. Днепровский лиман

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

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

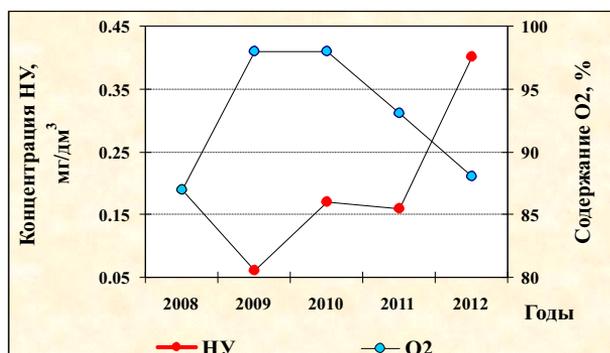
100–1130 мкг/дм³. Максимум отмечен в августе. Среднегодовое содержание общего азота (260 мкг/дм³) за последние три года было минимальным. Концентрация аммонийного азота изменялась от нуля до 190 мкг/дм³ (май). За последние три года среднее содержание аммония снизилось до 14 мкг/дм³. Концентрация нитритного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

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

3.4.8. Устье реки Днепр

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

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



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

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

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

3.4.9. Бухты Севастополя

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

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

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

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

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

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

* — Взвешенные вещества

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

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

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

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

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

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

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

3.4.11. Порт Ялта

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

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

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

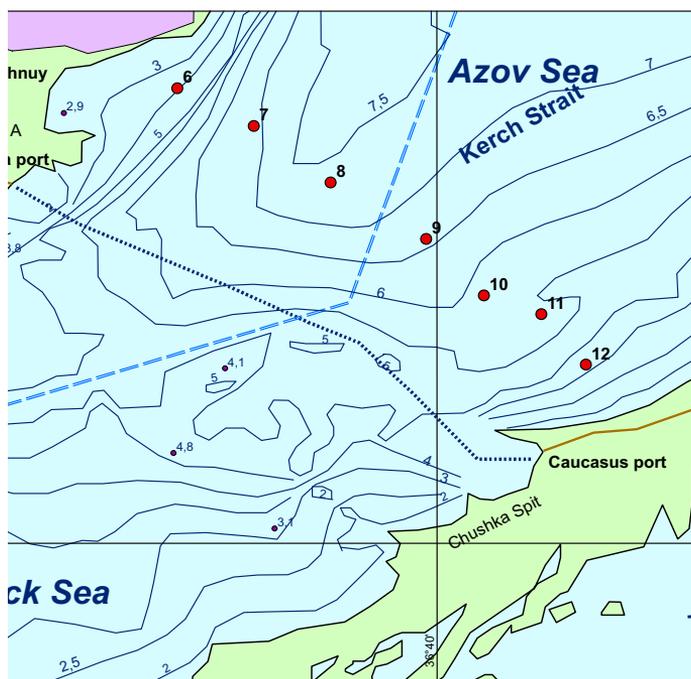
3.4.12. Керченский пролив

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

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

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

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



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

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

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

Район контроля	Показатель	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Дельта р. Дунай, дельтовые водотоки р. Дунай	НУ	0/1	0/<1	0/<1
	Фенолы	<3/5	<3/6	<3/5
	Хром	7/25	8/23	10/24
	Аммонийный азот	<1/1,3	<1/1	<1/<1
	Общий азот, мкг/дм ³	2300/7000	2600/4300	2600/4300
	Нитритный азот	<1–1/3	1,4/4,1	1,4/4,1
	γ-ГХЦГ	<1/44	0/2,4	0
Сухой лиман, входной канал	НУ	0/0	0/1,4	1/1
	СПАВ	<1/2,2	<1/1,9	<1/<1
	Общий азот, мкг/дм ³	150–170/420	150/450	120–160/320
	γ-ГХЦГ	<1/40	<1/4,8	–
	Кислород, % нас.	72/32*	75–78/47*	76–90/58*
Акватория п. Одесса	НУ	1,4/4,4	3,2/5,2	1,8/8,2
	СПАВ	<1/1,4	<1/2,1	<1/1,9
	Фенолы	4/11	6/12	3/8
	Общий азот, мкг/дм ³	120/210	60/90	60/90
	Нитритный азот	<1/1,3	<1/<1	<1/<1
	Кислород, % нас.	92/52*	90/71*	90/76*
	Устье р. Ю.Буг, Бугский лиман, Днепровский лиман, устье р. Днепр	НУ	2,8–4,8/15	3,2–4,2/14,4
СПАВ		<1/1,5	<1/1,3	<1/<1
Фенолы		<3/26	<3/11,6	0/6
Аммонийный азот		<1/1,8	<1/<1	<1/1,1
Общий азот, мкг/дм ³		440–610/1810	300–460/1190	260–410/1210
Нитритный азот		<1/3,3	<1/3,3	<1/3
Сероводород, мл/дм ³		0/0,92	0/0,77	0/0,44
γ-ГХЦГ		<1/8	<1/6	0/2,6
Кислород, % нас.		89–98/0	72–92/0	83/14*
Акватория п. Ялта	НУ	<1 /4,2	<1 /1,4	0/1,2
	Общий азот, мкг/дм ³	590/1020	580/1570	540/1790
	γ-ГХЦГ	3,2/15	<1/7,2	0,6/6,8
	Кислород, % нас.	96/80*	96/86*	96/82*
Северная узость Керченского пролива	НУ	1,2/5,8	1,4/4,6	<1/3,4
	Фенолы	<3/3	<3/3	0/3
	Общий азот, мкг/дм ³	540/1150	560/1040	360/700
	Нитритный азот	<1/<1	<1/2,4	0/<1
	γ-ГХЦГ	3/11,8	15,2/43,4	0,4/7
	α-ГХЦГ	0/0	0/0	1,8/8,8
	Кислород, % нас.	84/58*	97/62*	96/83*

* — минимальная концентрация растворенного кислорода.

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

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

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

3.4.13. Керченский пролив (ЮгНИРО)

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

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

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

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

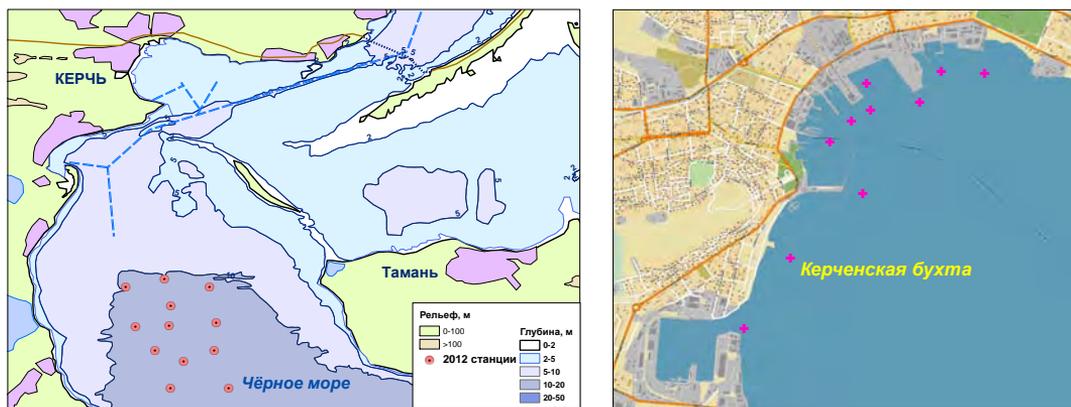


Рис. 3.14. Станции мониторинга ЮгНИРО в Керченском проливе в 2012 г.

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

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

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

* — без учета экстремальных концентраций

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

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

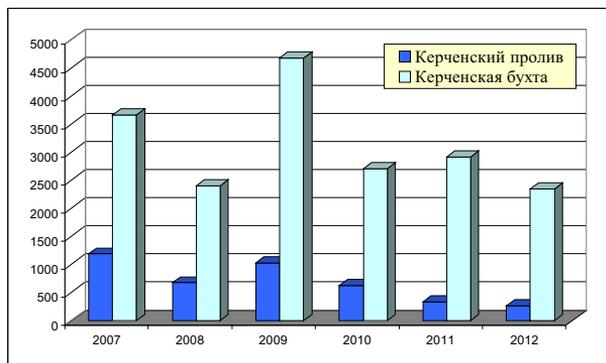


Рис. 3.15. Динамика содержания суммарных нефтепродуктов в донных отложениях Керченского пролива и Керченской бухты в 2007–2012 гг.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.4.14. Качество вод украинской части Черного моря

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

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

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

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

3.5. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе

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

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



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

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

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

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

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

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

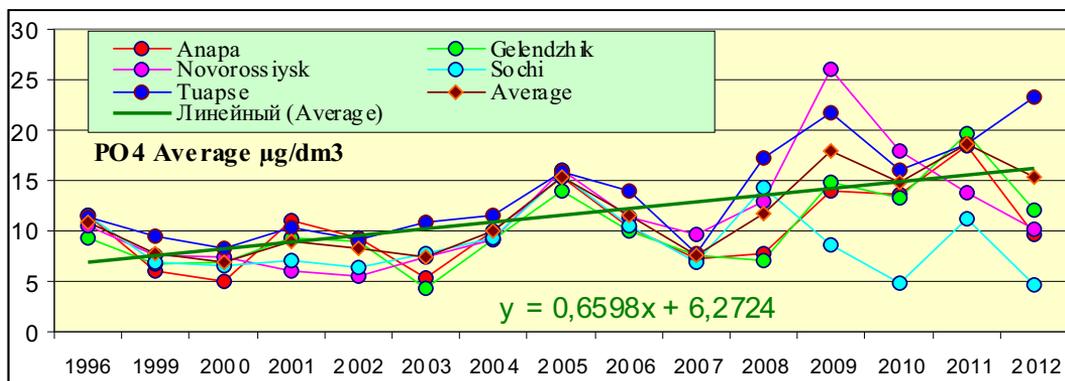


Рис. 3.17. Средняя концентрация неорганического фосфора (фосфатов, мкг/дм³) на акватории портов российской части Черного моря в 1996–2012 г.

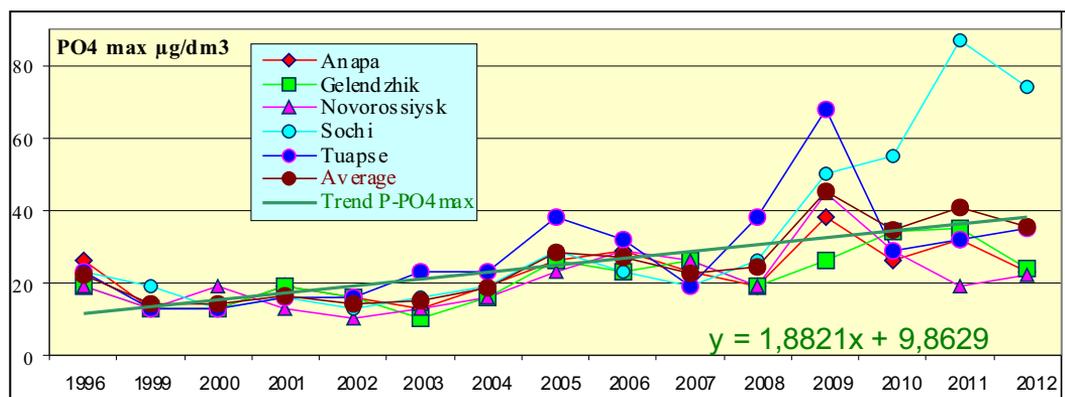


Рис. 3.18. Максимальная концентрация неорганического фосфора (фосфатов, мкг/дм³) на акватории портов российской части Черного моря в 1996–2012 г.

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

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

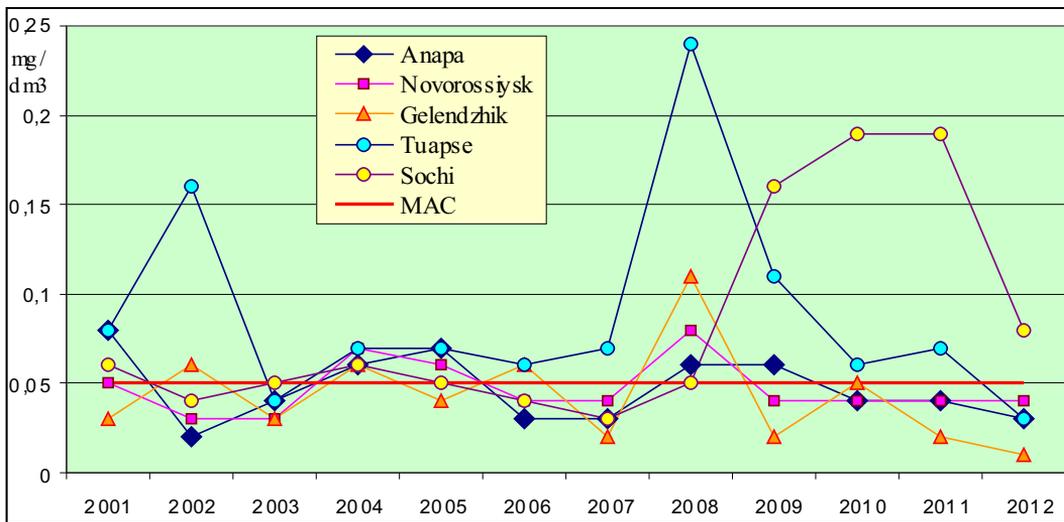


Рис. 3.19. Максимальная концентрация нефтяных углеводородов ($\text{мг}/\text{дм}^3$) на акватории портов российской части Черного моря в 2001–2012 г.

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

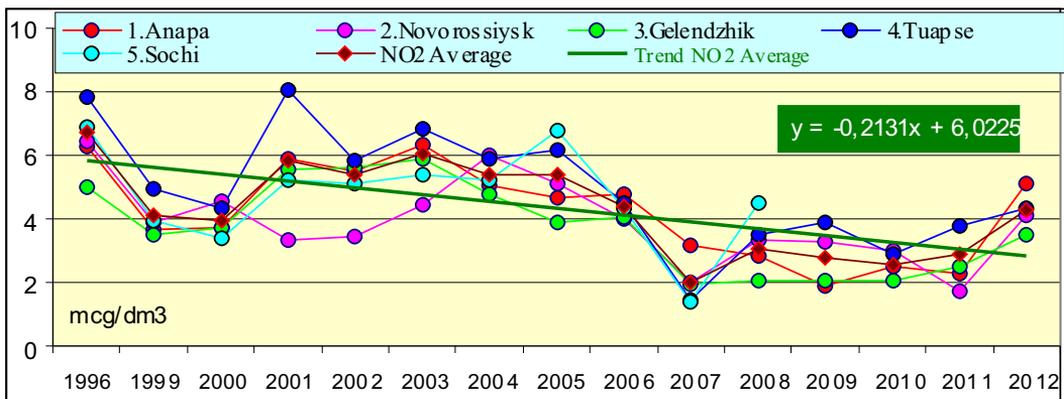


Рис. 3.20. Средняя концентрация нитритного азота ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996–2012 гг.

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

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

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

Туапсе. Кроме трех стандартных гидрохимических съемок на пяти станциях с глубинами от 5 до 12 м, наблюдения также проводились еженедельно на штормовой станции №2 у основания волнолома. Все 44 пробы отобраны из поверхностного слоя вод. Минимальная соленость воды (10,790‰, практически равна прошлогодней) была отмечена в середине февраля, а максимальная (18,960 16,496‰, выше почти на 2,5‰) — 6 ноября. Значения рН и общей щелочности в водах вблизи Туапсе почти соответствовали прошлогодним и изменялись в узком диапазоне 8,05–8,50 ед.рН и 3,053–3,881 мг-экв/дм³. Содержание фосфатов в 25 пробах было в диапазоне 4–35 мкг/дм³, и средняя, и максимальная величина немного выросли в со-

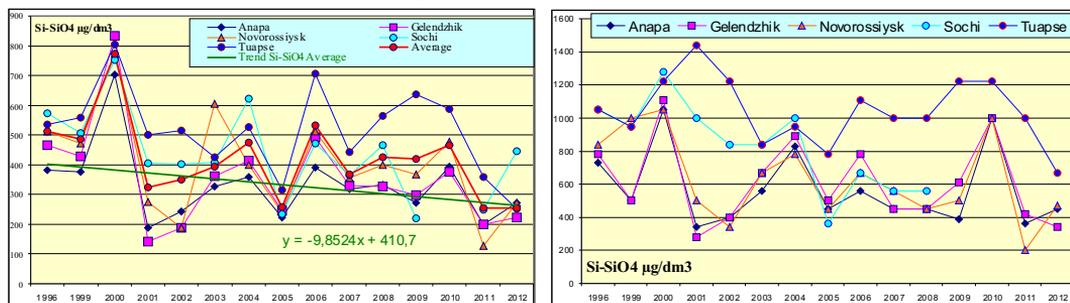


Рис. 3.21. Средняя и максимальная концентрация силикатов (мкг/дм³) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996–2012 гг.

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

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

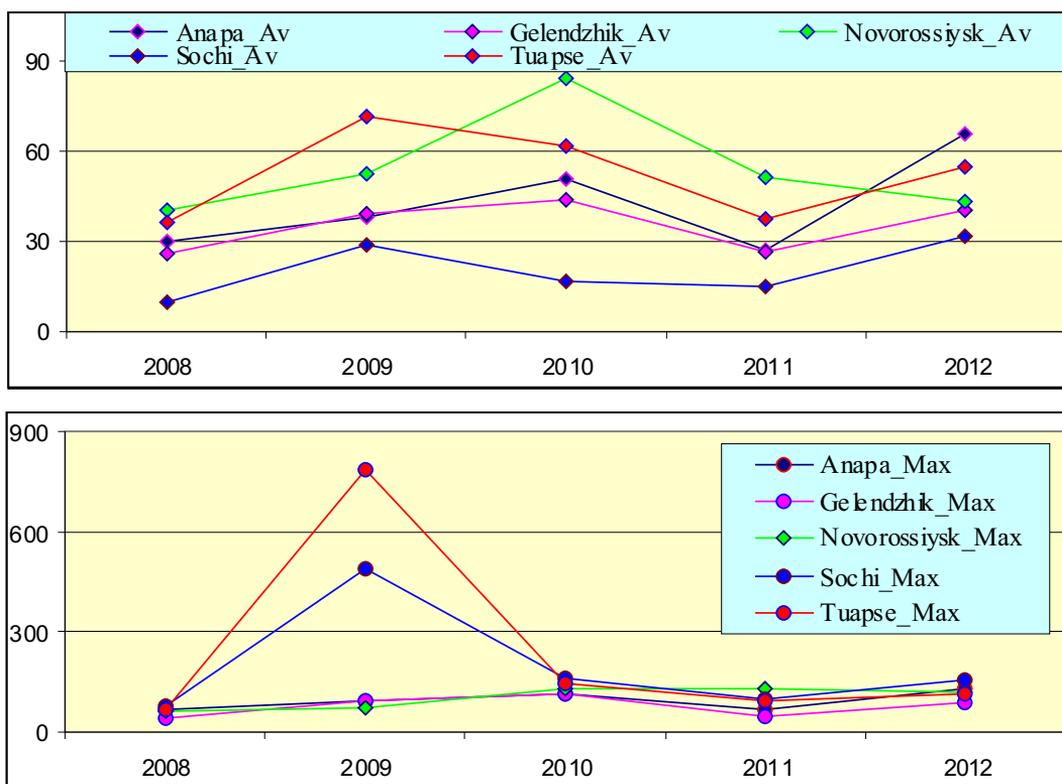


Рис. 3.22. Средняя и максимальная концентрация аммонийного азота (мкг/дм³) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 2008–2012 гг.

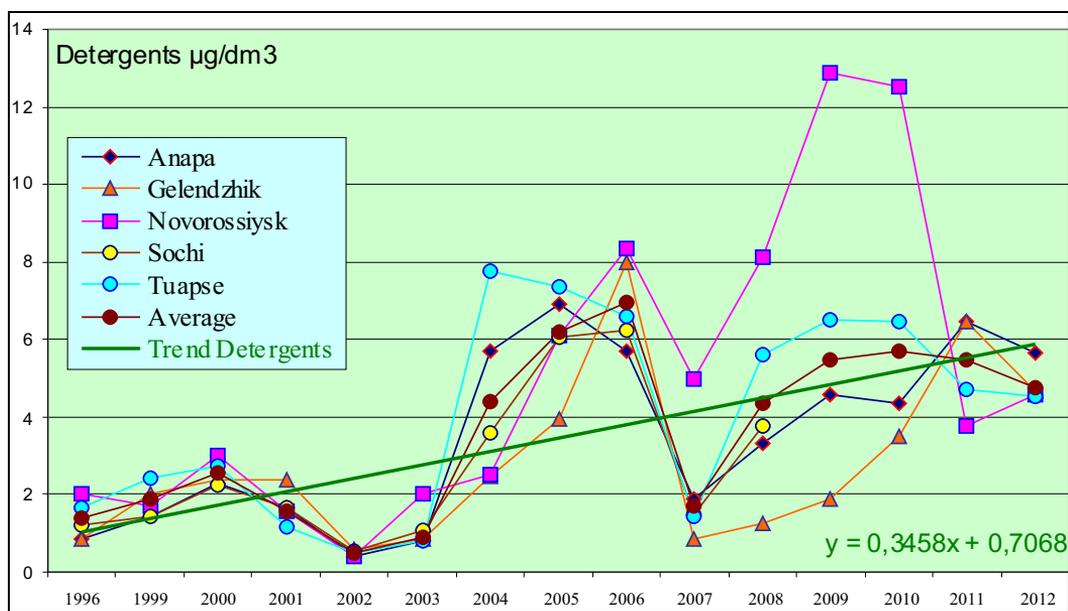


Рис. 3.23. Средняя концентрация СПАВ ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996–2012 гг.

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

3.6. Прибрежная зона района Сочи — Адлер

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

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

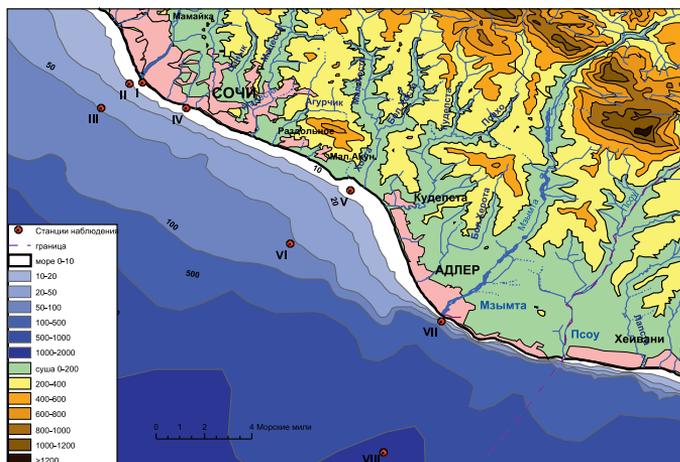


Рис. 3.24. Расположение станций отбора проб в прибрежной зоне района Сочи — Адлер в 2012 г. Станция VIII расположена на траверзе р. Мзымта в 2 морских милях от берега.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

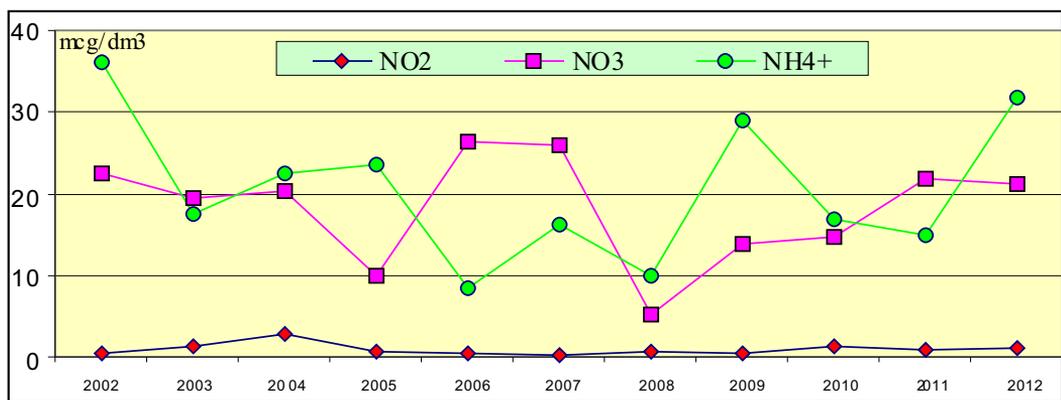


Рис. 3.25. Средняя концентрация аммонийного азота, нитритного и нитратного азота (мкг/дм³) в прибрежной зоне района Сочи-Адлер в 2002–2012 гг.

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

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

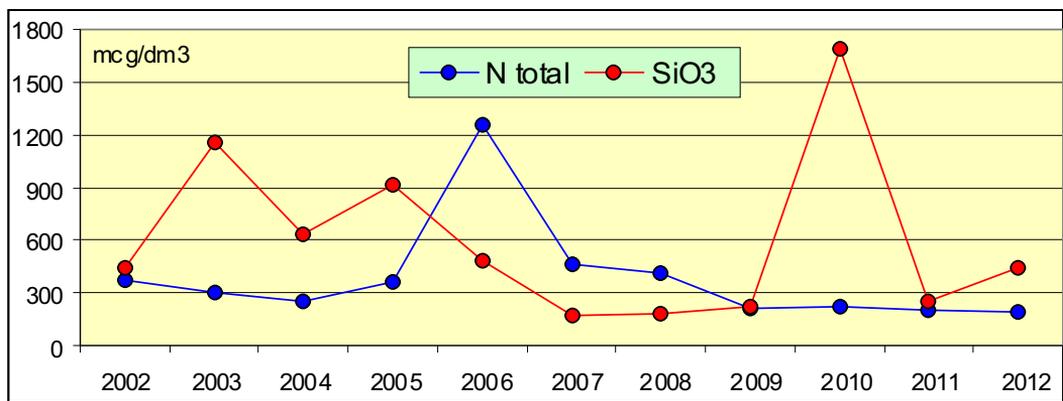


Рис. 3.26. Средняя концентрация общего азота и силикатов (мкг/дм³) в прибрежной зоне района Сочи–Адлер в 2002–2012 гг.

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

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

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

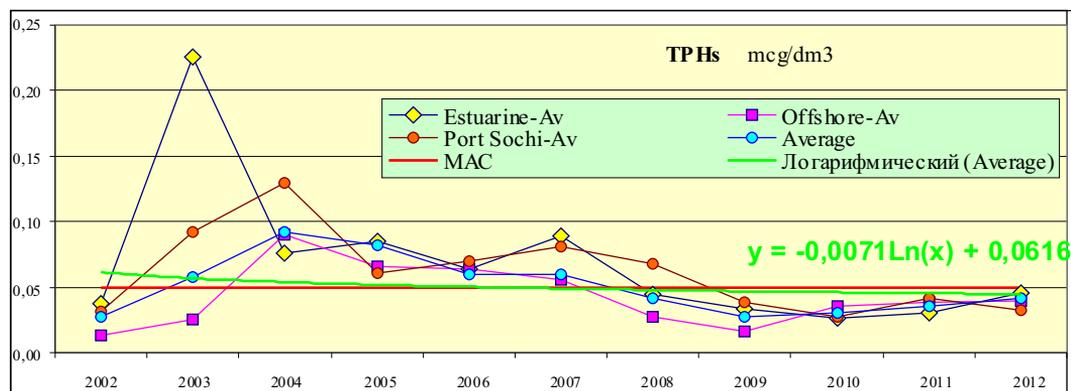


Рис. 3.27. Средняя концентрация нефтяных углеводородов ($\text{мг}/\text{дм}^3$) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2002–2012 гг.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

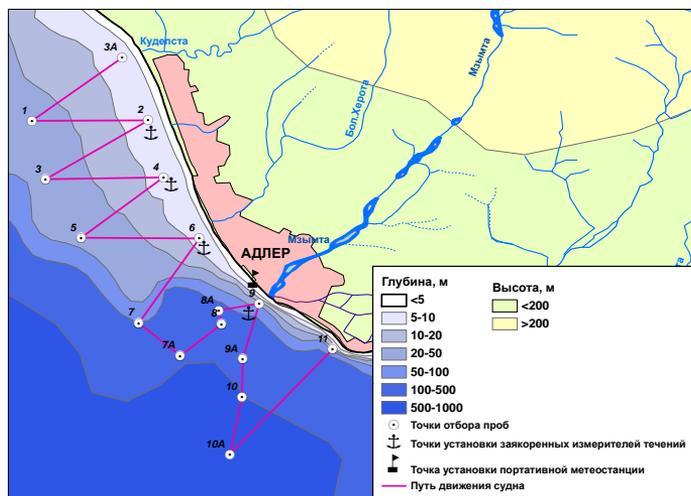
Таблица 3.13. Оценка качества вод прибрежной акватории Черного моря в районе Сочи — Адлер в 2010–2012 гг.

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

Литература

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

- Постановление о стандартах качества окружающей среды, (Наредба СКОС), Министерство окружающей среды, 2010 (на болгар.яз.) <http://www3.moew.government.bg/?show=top&cid=84&lang=bg>
25. Konovalov S.K., Ereemeev V.N. Monitoring of the Black Sea biogeochemical properties: major features and changes. — In: Earth Systems Change over Eastern Europe, Eds. P.Ya. Groisman, V.I. Lyalko, Kyiv, Akademperiodyka, 2012, p. 363–385.
 26. Моисеенко О.Г., Коновалов С.К., Козловская О.Н. Внутригодовые и многолетние изменения карбонатной системы аэробной зоны Черного моря. — Морской гидрофизический журнал, 2010, №6, с. 42–57,
 27. Коновалов С.К., Овсянный Е.И. Исследование влияния грязевых вулканов на содержание сероводорода и кремниевой кислоты в Черном море. — Морской Гидрофизический Журнал, 1998, №6, с. 72–78.
 28. Коновалов С.К., Еремеев В.Н. Региональные особенности, устойчивость и эволюция биогеохимической структуры вод Черного моря. — Устойчивость и эволюция океанологических характеристик экосистемы Черного моря, ред. Еремеев В.Н., Коновалов С.К. ISBN: 978-966-02-6508-0, Севастополь, ЭКОСИ–Гидрофизика, 2012, с.273–299.
 29. Долотов В.В., С.К. Коновалов, А.С. Романов, О.Г. Моисеенко, Е.И. Овсянный, С.В. Алемов, Ю.Л. Внук-ков. Биогеохимический потенциал как основа для районирования морской среды Севастопольской бухты. — Морские ресурсы прибрежной зоны Украины, ред. Гожик П.Ф., Иванов В.А., Севастополь, ЭКОСИ–Гидрофизика, 2012, с. 206–222.
 30. Konovalov S., V. Vladymyrov, V. Dolotov, A. Sergeeva, Yu. Goryachkin, Yu. Vnukov, O. Moiseenko, S. Alyemov, N. Orekhova, L. Zharova. Coastal Management Tools and Databases for the Sevastopol Bay (Crimea). — Proceedings of the Tenth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, Ed. E. Cizhan, MEDCOAST 11, 25–29 October 2011, Rhodes, Greece, MEDCOAST, Mediterranean Coastal Foundation, Dalyan, Muqla, Turkey, 2011, vol. 1, p. 145–156.
 31. Петренко О.А., Жугайло С.С., Авдеева Т.М., Загайный Н.А. Особенности формирования полей нефтяного загрязнения в Керченском проливе в современных условиях. — Системы контроля окружающей среды. Сборник научных трудов, вып. 18, Севастополь, 2012, с. 109–113.
 32. Zhuhailo S., Petrenko O., Trotsenko B., Avdeeva T. Assessment of modern ecological and contamination state of the Black Sea ecosystem (according to the results of YugNIRO research on nature conservation). — Materials of the 4th Biennial Black Sea Scientific Conference «Black Sea — Challenges Towards Good Environmental Status»(BS-GES 2013), Constanta (Romania), 28–30 October 2013.
 33. Жугайло С.С., Авдеева Т.М., Себах Л.К. Природоохранные исследования ЮгНИРО в районе рейдовых перегрузок в Керченском проливе. — Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: материалы VIII Международной конференции, Керчь: ЮгНИРО, 2013, т.1, с. 249–252.
 34. Себах Л.К., Жугайло С.С., Шепелева С.М., Заремба Н.Б., Иванюта А.П. Биогенные элементы в экосистеме Керченского пролива. — Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна: VI международная конференция (6 октября 2010 г.), Керчь: ЮгНИРО, 2010, с. 20–26.
 35. Завьялов П., Маккавеев П. Речные плумы в акватории Сочи. — Наука в России, 2014, №2 (200), с. 4–12.
 36. Люция Белого моря. — ГУНиО МО, №1110, 1995, с. 11–63.
 37. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т.2 Белое море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. — Л., Гидрометеоздат, 1991, 240 с.
 38. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2013 года. — М., Федеральная служба государственной статистики Росстат, 2013, 528 с. (Табл. 33. Численность населения городских округов, муниципальных районов, городских и сельских поселений, городских населенных пунктов, сельских населенных пунктов).
 39. Филатов Н.Н., Тержевик А.Ю. Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов. — Петрозаводск, Карельский научный центр РАН, 2007, 349 с. (рис. 138, табл. 46, источн. 207).
 40. Архангельский морской порт — <http://www.ascp.ru/>.

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

1. Каспийское море

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

2. Азовское море

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

3. Черное море

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

4. Балтийское море

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

5. Белое море

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

6. Баренцево море

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

7. Гренландское море (Шпицберген)

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

8. Моря Северного ледовитого океана

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

9. Шельф Камчатки, Авачинская губа

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

10. Охотское море

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

11. Японское море

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

СПИСОК опубликованных Ежегодников

- Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1966 г. — Пахомова А.С., Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. — Москва, 1968, 161 с.
- Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1967 г. — Пахомова А.С., А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. — Москва, 1969, 282 с.
- Обзор состояния химического загрязнения прибрежных вод морей Советского Союза за 1968 год. — А.С.Пахомова, Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, Г.В.Лебедева, И.А.Акимова, под ред. А.И.Симонова и А.С.Пахомовой. — Москва, 1969, 257 с.
- Обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1969 г. — Т.А.Бакум, Е.П.Кириллова, Л.К.Лыкова, С.К.Ревина, Н.А.Соловьева, И.А.Акимова, В.В.Мошков, Т.Б.Хороших, А.С.Пахомова, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1970, 650 с.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1970 год — С.К.Ревина, Н.А.Афанасьева, А.К.Величkevич, Е.П.Кириллова, А.С.Пахомова, Н.А.Соловьева, Т.А.Бакум, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1971, 64 с.
- Обзор состояния загрязненности дальневосточных морей СССР в 1970 г. — А.С.Пахомова, С.К.Ревина, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1971, 87 с.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1976 год. — Н.А.Родионов, Н.А.Афанасьева, Н.С.Езжалкина, Т.А.Бакум, А.Н.Зубакина, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1977, 120 с.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1980 г. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Т.А.Иноземцева, Н.А.Казакова, И.Г.Матвейчук, Н.А.Родионов, Е.Г.Седова, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1981, 166 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1981 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, Н.А.Родионов, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1982, 149 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1982 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, Н.А.Родионов, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1983, 132 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1984 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Б.М.Затучная, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, В.М.Пищальник, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1985, 149 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1985 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Б.М.Затучная, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, В.М.Пищальник, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1986, 177 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1986 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1987, 132 с.
- Обзор состояния химического загрязнения вод отдельных районов Мирового океана за период 1986 — 1988 гг. — В.А.Михайлов, В.И.Михайлов, И.Г.Орлова, И.А.Писарева, Е.А.Собченко, А.В.Ткалин, под ред. А.И.Симонова и И.Г.Орловой. — Москва, 1989, 143 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1987 год. — Н.А.Афанасьева, Т.А.Бакум, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1988, 179 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1988 год. — Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Т.А.Иноземцева, Ю.С.Лукьянов, под ред. А.И.Симонова. — Москва, 1989, 208 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1989 год. — Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, И.А.Писарева, О.А.Симонова, под ред. С.В.Кириянова. — Москва, 1990, 279 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1990 год. — Н.А.Афанасьева, Н.С.Гейдарова, Т.А.Иванова, Ю.С.Лукьянов, И.Г.Матвейчук, И.А.Писарева, О.А.Симонова, под

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

CONTENTS

PREFACE

ABSTRACT

INTRODUCTION

Chapter A. Description of investigation system

A.1. Monitoring stations

A.2. Methodology of sampling and data treatment

Chapter 1. **Caspian Sea**

1.1. General information

1.2. Discharge of the pollutants

1.3. Water conditions of the Northern Caspian.

1.4. Waters conditions of the Dagestan coastal area

1.5. Investigation of marine waters quality in Kazakhstan

1.6. Atmospheric deposition

Chapter 2. **Azov Sea**

2.1. General information

2.2. Taganrog Bay

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

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

2.2.3. Bottom sediments pollution

2.3. Marine estuary region and Delta of the Kuban River

2.3.1. Monitoring system of the Kuban River marine estuary

2.3.2. Pollution of the Kuban Delta and the Temruk Bay

2.4. Pollution of Ukrainian coastal waters

2.4.1. Taganrog Bay. Port Mariupol

2.4.2. Berdyansk Bay

2.4.3. Water quality of Ukrainian part of the Azov Sea

Chapter 3. **Black Sea**

3.1. General information

3.2. Hydrochemical conditions of Bulgarian waters

3.3. Monitoring of Romanian coastal waters

3.4. Pollution of the Ukrainian coastal waters

3.4.1. Danube estuarine region

3.4.2. Estuaries of the Danube branches

3.4.3. Sukhoy Liman

3.4.4. Entrance channel and WWTP of the town Illychevsk

3.4.5. Odessa port

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

3.4.7. Dnieper Liman.

3.4.8. Estuary of the Dnieper River

3.4.9. Sevastopol Bights

3.4.10. Permanent oceanographic platform near Katsievely

3.4.11. Yalta port

3.4.12. The Kerch Strait

3.4.13. The Kerch Strait (YugNIRO)

3.4.14. Quality of the Ukrainian waters

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

3.6. Coastal area of Adler-Sochi

Chapter 4. **Baltic Sea**

4.1. General information

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

4.3. Hydrological characteristic of the Neva discharge

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

4.5. Pollution of central part of the Neva Bay

4.6. Pollution of the Neva Bay health resorts

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

4.8. Marine Trade Port (MTP)

4.9. Eastern part of the Gulf of Finland

4.10. Koporsky Bay

4.11. Luzsky Bay

4.12. Vuborg Bay

4.13. International expeditions

4.14. Curonian Lagoon

4.15. Vistula Lagoon

4.16. Southern-Eastern part of the Baltic

Chapter 5. **White Sea**

5.1. General information

5.2. Sources of pollution

5.3. Dvina Bay

5.4. Kandalaksha Bay

Chapter 6. **Barents Sea**

6.1. General information

6.2. Sources of pollution

6.3. Water pollution of the Kolsky Bay

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

7.1. Water monitoring in the Greenfjord Gulf

7.2. Expeditions in Spitsbergen archipelago waters

7.2.1. Hydrochemical parameters

7.2.2. Pollution

Chapter 8. **Arctic Seas**

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

9.1. Sources of pollution

9.2. Water pollution in the Avacha Bay

Chapter 10. **Okhotsk Sea**

10.1. General information

10.2. Pollution of the Sakhalin Island

10.2.1. Region of the village Starodubskoe

10.2.2. Aniva Bay. Area near port Korsakov

10.2.3. Aniva Bay. Area near village Prigorodnoe

Chapter 11. **Japan Sea**

11.1. General information

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

Literature cited

Annex 1. The authors and owners of the data

Annex 2. The list of the published Annual Reports

CONTENTS

CONTENTS (Rus)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ

ABSTRACT

ВВЕДЕНИЕ

А Характеристика системы наблюдений

А.1. Станции мониторинга

А.2. Методы обработки проб и результатов наблюдений

Глава 1. Каспийское море

1.1. Общая характеристика

1.2. Поступление загрязняющих веществ

1.3. Состояние вод Северного Каспия

1.4. Состояние вод Дагестанского побережья

1.5. Исследования качества морских вод в Казахстане

Глава 2. Азовское море

2.1. Общая характеристика

2.2. Таганрогский залив

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

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

2.2.3. Загрязнение донных отложений

2.3. Устьевое взморье и дельта р. Кубань

2.3.1. Система мониторинга устьевого взморья р. Кубань

2.3.2. Загрязнение дельты Кубани и Темрюкского залива

2.4. Загрязнение прибрежных вод украинской части Азовского моря

2.4.1. Таганрогский залив. Порт Мариуполь..

2.4.2. Бердянский залив

2.4.3. Качество вод украинской части Азовского моря

Глава 3. Черное море

3.1. Общая характеристика

3.2. Гидрохимическое состояние прибрежных вод Болгарии

3.3. Мониторинг состояния прибрежных вод Румынии

3.4. Загрязнение прибрежных вод украинской части моря...

3.4.1. Устьевой участок р. Дунай

3.4.2. Устье дельтовых водотоков р. Дунай

3.4.3. Сухой лиман

3.4.4. Район входного канала и очистных сооружений г. Ильичевска

3.4.5. Порт Одесса

3.4.6. Устье реки Южный Буг, Бугский лиман

3.4.7. Днепровский лиман

3.4.8. Устье реки Днепр

3.4.9. Бухты Севастополя

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

3.4.11. Порт Ялта

3.4.12. Керченский пролив

3.4.13. Керченский пролив (ЮгНИРО)

3.4.14. Качество вод украинской части Черного моря

3.5. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе

3.6. Прибрежная зона района Сочи — Адлер.

Глава 4. Балтийское море

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

Глава 5. Белое море

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

Глава 6. Баренцево море

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

Глава 7. Гренландское море (Шпицберген)

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

Глава 8. Моря Северного ледовитого океана

Глава 9. Шельф полуострова Камчатка (Тихий океан)

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

Глава 10. Охотское море

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

Глава 11. Японское море

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

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

Литература

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

Приложение 2. Список опубликованных Ежегодников

CONTENTS

СОДЕРЖАНИЕ

