

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**имени Н.Н.ЗУБОВА**

**(ГОИН)**



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

**STATE OCEANOGRAPHIC INSTITUTE**

**(SOI)**



**MARINE WATER POLLUTION**

**ANNUAL REPORT**

**2015**

**Editor Alexander Korshenko**

**Moscow 2016**

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

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

**(ГОИН)**



**КАЧЕСТВО МОРСКИХ ВОД  
ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ  
ПОКАЗАТЕЛЯМ**

**Е Ж Е Г О Д Н И К**

**2015**

**Редактор Коршенко А.Н.**

**Москва 2016**

## АННОТАЦИЯ

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

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

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

*Ссылка для цитирования:*

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

ISBN 978-5-9500646-0-9

© Коршенко А.Н.

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

## ABSTRACT

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

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

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

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

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

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

ISBN 978-5-9500646-0-9

© Korshenko A.N.

© State Oceanographic Institute (SOI)

## Глава 3. ЧЕРНОЕ МОРЕ

*Коршенко А.Н., Мезенцева И.В., Коновалов С.К., Кондратьев С.И., Парфенова В.А.,  
Протащук Л.А., Брайко О.И., Головенко С.И., Алексеенко А.И., Панченко А.В.,  
Любимцев А.Л.*

### 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. км<sup>2</sup>, 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 солончатоводные 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 км<sup>3</sup> и почти 80% этого объема поступает на северо-западный мелководный шельф, куда впадают Дунай и Днепр, вторая и третья по объему стока реки Европы. Пресный баланс моря положительный, поскольку береговой сток и осадки превышают испарение примерно на 180 км<sup>3</sup>. Объем воды в море оценивается в 555 тыс. км<sup>3</sup>.

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

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 начи-

нается 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 сгонно-нагонные явления под влиянием сильных зимних ветров, достигающие 20–60 см у берегов Кавказа и Крыма и до 2 м в северо-западной части. Осенне-зимние штормовые ветра могут развивать волны высотой до 6–8 м. Стоячие колебания уровня моря (сейши) развиваются в бухтах с периодами от нескольких минут до 2 ч и амплитудой в 40–50 см (Суховой В.Ф., 1986, Мее 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 оротографии 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, более быстрое 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 км<sup>3</sup>. 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‰ (Анапа). 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. Загрязнение морских вод у Крымских берегов Чёрного моря

В 2015 г. мониторинг гидрохимического режима и загрязнения вод у Крымских берегов Чёрного моря проводился на акватории Севастопольской бухты в марте и мае, а также в ноябре в водах озера Донузлав (СО ГОИН, г. Севастополь); на акватории порта Ялта (МГ «Ялта», г. Ялта) с января по декабрь; в северной уости Керченского пролива (МГС «Опасное», г. Керчь) с апреля по сентябрь.

### 3.2.1. Озеро Донузлав

В ноябре 2015 г. соленость поверхностных вод по площади о. Донузлав изменялась от 7,79 до 18,55‰, в среднем составив 14,53‰. Содержание нефтяных углеводородов в поверхностных водах превышало ПДК в 1,2–2,4 раза. Среднее содержание СПАВ составило 68 мкг/дм<sup>3</sup>. Концентрация общего и фосфатного фосфора не превышала 42 и 16 мкг/дм<sup>3</sup> соответственно; аммонийного, нитритного и нитратного азота — 36, 8 и 45 мкг/дм<sup>3</sup>. Концентрация кремния варьировала от 62 до 470 мкг/дм<sup>3</sup>. Аэрация вод была достаточной (100%), по абсолютным значениям концентрация растворенного кислорода была в диапазоне 9,72–10,79 мг/дм<sup>3</sup>.

### 3.2.2. Севастопольская бухта

В Севастопольской бухте 26 апреля и 27 мая 2015 г. на 5 станциях было отобрано 20 проб воды из поверхностного и придонного слоев. В состав наблюдений вошло определение стандартных гидрохимических параметров, концентрации взвешенных веществ, биогенных элементов, детергентов и нефтяных углеводородов. Содержание НУ в 12 обработанных пробах изменялось от значений ниже предела обнаружения (DL=0,01 мг/дм<sup>3</sup>) в двух пробах до 0,31 мг/дм<sup>3</sup> (6,2 ПДК) в бухте Голландия на поверхности 26 марта. Средняя величина 0,084 мг/дм<sup>3</sup> (1,7 ПДК). Концентрация НУ в придонном слое (0,20 мг/дм<sup>3</sup>, 4,0 ПДК) существенно выше, чем в поверхностном (0,061 мг/дм<sup>3</sup>, 1,2 ПДК). Загрязнение вод Севастопольской бухты СПАВ было в пределах 25–82 мкг/дм<sup>3</sup> (max 0,8 ПДК), в среднем 46 мкг/дм<sup>3</sup> (0,5 ПДК). Максимум зафиксирован в бухте Голландия. В поверхностных водах средняя концентрация СПАВ была немного выше, чем в придонных водах — 48,8 и 43,2 мкг/дм<sup>3</sup> соответственно. Максимальная концентрация общего фосфора (50 мкг/дм<sup>3</sup>) была зафиксирована в бухте Южная; средняя величина составляла 18,1 мкг/дм<sup>3</sup>. Содержание фосфатного фосфора не превышало 10 мкг/дм<sup>3</sup>, средняя 5,9 мкг/дм<sup>3</sup>. Содержание аммонийного азота изменялось от 1,2 до 22,9 мкг/дм<sup>3</sup>, в среднем 6,1 мкг/дм<sup>3</sup>. Наибольшее значение фиксировалось в бухте Южная. Концентрация нитритного азота была в пределах 0,2–2,8 мкг/дм<sup>3</sup>, в среднем 1,1 мкг/дм<sup>3</sup>. Содержание нитратного азота достигало 111 мкг/дм<sup>3</sup>, в среднем 29,9 мкг/дм<sup>3</sup>. Концентрация кремния в целом снизилась втрое и достигала 85 мкг/дм<sup>3</sup> и в среднем составила 55,3 мкг/дм<sup>3</sup>. Мутность вод в бухте изменялась от 3,2 (мол) до 11,0 мг/дм<sup>3</sup> (район ГРЭС), в среднем 6,75 мг/дм<sup>3</sup> (0,7 ПДК). Аэрация вод была достаточной в весенний период (март-май) наблюдений. Содержание растворенного кислорода варьировало от 9,04 до 11,49 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Среднее содержание его в слое поверхность-дно составило 10,09 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (108% насыщения). Насыщение вод кислородом составляло 99–121%. Величина индекса загрязненности вод ИЗВ составила 0,69, что позволяет условно отнести воды Севастопольской бухты к II классу, «чистые». При этом следует принимать во внимание, что наблюдения проводились только весной и по очень ограниченному набору загрязняющих веществ.



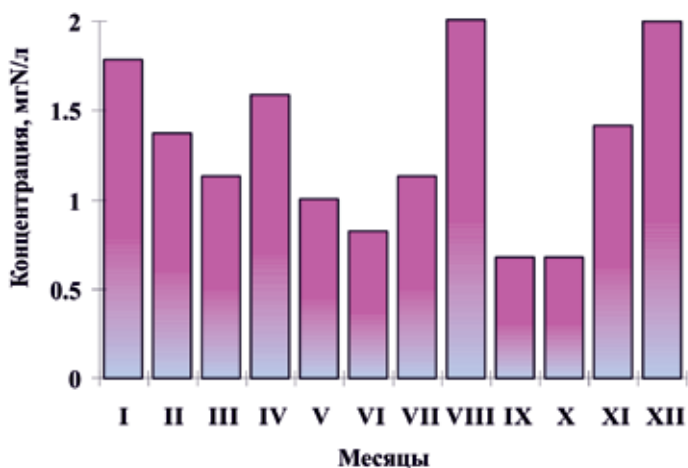
### 3.2.3. Загрязнение атмосферных осадков (г. Севастополь)

В 2015 г. были продолжены исследования содержания различных форм биогенных и загрязняющих веществ в атмосферных осадках (неорганического азота, неорганического и общего фосфора, кремния, АСПАВ), а также кислотно-щелочного баланса (рН) и гранулометрического состава аэрозолей. Для исследования атмосферных выпадений пробы отбирались на МГ «Севастополь». Измерение гранулометрического состава аэрозолей проводилось на базе СО ГОИН, пункт непрерывного измерения размерного спектра аэрозолей расположен на высоте 105 м над уровнем моря. Величина рН атмосферных осадков изменялась в диапазоне 4,26–8,50 ед. рН. Внутригодовое изменение характеризуется постепенным снижением величины рН к концу года, что, вероятно, связано с увеличением кислотообразующих элементов в ноябре-декабре 2015 г. за счет повышенного сжигания топлива в котельных города и увеличения работы генераторов.

В течение всего года содержание АСПАВ было в пределах 10–100 мкг/дм<sup>3</sup> за исключением мая, когда максимальная величина анионных детергентов составила 4540 мкг/дм<sup>3</sup>, и ноября-декабря, когда наблюдалась повышенная концентрация загрязнителя в осадках (более 100 мкг/дм<sup>3</sup>). Суммарный годовой поток их с атмосферными осадками на территорию г. Севастополь составил 7 мг/м<sup>2</sup>.

Наиболее высокая концентрация **фосфора** наблюдалась в июле, мае и сентябре. Это особенность внутригодовой динамики его содержания в осадках определяется поступлением минеральных форм фосфора с пылевыми частицами, образующимися при эрозии почвы и горных пород. Средние за год значения концентрации форм фосфора составили 26 и 45 мкг/дм<sup>3</sup> для неорганического и общего фосфора соответственно, а суммарный поток на территорию г. Севастополь в 2015 г. составил 6,5 и 10 мг/м<sup>2</sup>, что приблизительно на 1/3 выше значений в сопоставимый период 2014 г.

Приоритетными формами неорганического **азота**, как и в предыдущие годы, были нитратный и аммонийный азот. В сезонном ходе наблюдается небольшое увеличение концентрации неорганического азота в пробах, отобранных в холодное время года (рис. 3.1). Однако еще два пика отмечены в апреле и августе, обусловленные одновременно высокими значениями концентрации азота и большим количеством выпавших осадков. Средневзвешенная концентрация неорганического азота в атмосферных осадках в 2015 г. составила 1,3 мгN/дм<sup>3</sup>, а суммарный поток на территорию г. Севастополя составил 370 мг/м<sup>2</sup>. Поток неорганического



азота с атмосферными осадками, отобранными в постоянно открытый осадкосборник, превышал поток с осадками, отобранными только во время дождя, в среднем в 1,2 раза.

**Рис. 3.1.** Внутригодовое изменение концентрации неорганического азота в атмосферных осадках в 2015 г.

По результатам непрерывного мониторинга гранулометрического состава **аэрозолей** выполнены оценки качества атмосферного воздуха, нормирующие содержание (массовую концентрацию) ультрадисперсных аэрозолей размерных групп  $<2,5$  и  $<10$  мкм (PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>). За отчетный период было проведено свыше 120 тыс. измерений. Ни в одном из результатов измерений превышения величины ПДК (ГН 2.1.6.1338–03) максимальной разовой концентрации показателя величин PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub> (0,16 и 0,3 мг/м<sup>3</sup>) отмечено не было. Также не наблюдалось превышения величин среднесуточных значений показателей — 0,035 и 0,060 мг/м<sup>3</sup> соответственно.

### 3.2.4. Гидрохимический режим вод Севастопольской и Балаклавской бухт (МГИ)

Исследования гидрохимического состояния вод Севастопольской бухты были выполнены сотрудниками Отдела Биогеохимии моря (ОБМ) Морского гидрофизического института РАН (МГИ) 2–4 февраля совместно с кафедрой географии Московского государственного университета, 7–8 сентября и 15–16 декабря 2015 г. (рис. 3.2). Отбор проб для химических анализов морской воды в бухте выполняли в поверхностном (0–0,5 м) и придонном (0,5–1 м от дна) слоях. В пробах определяли кислород, величины рН и общей щелочности, общий неорганический углерод, биогенные элементы, БПК<sub>5</sub> и общее взвешенное вещество (TSM). Полученные величины гидрохимических параметров во время всех съемок находятся в пределах характерного интервала значений многолетних исследований (табл. 3.1).

Для всех проведенных съемок сохранялись следующие особенности распределения гидрохимических характеристик:

1. В поверхностных водах районов, подверженных влиянию пресного стока (Инкерманский ковш, кут Южной бухты, кут Артиллерийской бухты) наблюдается повышенное содержание кремнекислоты, нитритов, нитратов, а также пониженные в сентябре и выше фоновых в остальные сезоны значения щелочности.

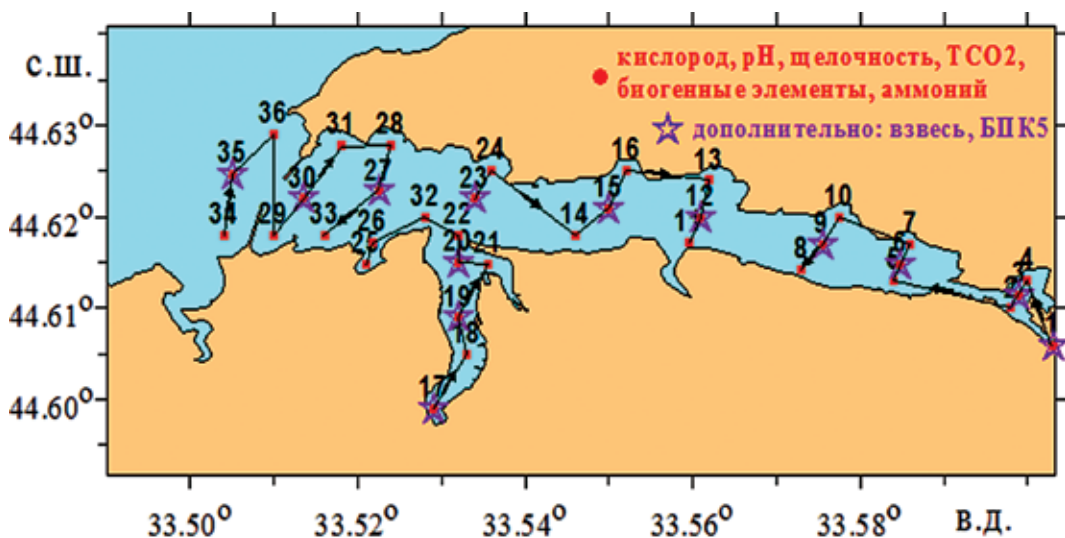


Рис. 3.2. Станции отбора проб в Севастопольской бухте в 2015 г.

2. На всей акватории Южной бухты постоянно наблюдалась повышенная концентрация нитратов, максимум содержания которых в 10–50 раз превышал фоновое значение.

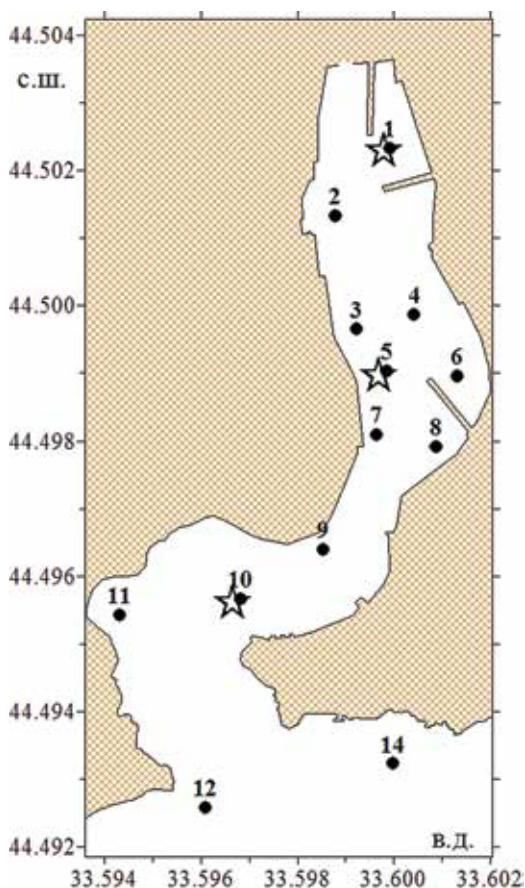
3. На потенциально опасной для экологии бухты станции № 8, расположенной рядом с плавучим доком и представляющей потенциально опасный в экологическом отношении район бухты, придонные воды на глубине 19 метров в феврале и декабре практически не отличались по составу от вод бухты. В сентябре воды на этом участке находились в состоянии гипоксии с насыщением кислородом около 12% и заметно отличались от вод бухты по всем исследованным характеристикам.

**Таблица 3.1.** Пределы изменений, средняя концентрация и среднеквадратичное отклонение ( $\sigma$ ) гидрохимических параметров вод Севастопольской бухты в 2015 г.

Параметры	2–4 февраля			7–8 сентября			15–16 декабря		
	пределы	среднее	$\sigma$	пределы	среднее	$\sigma$	пределы	среднее	$\sigma$
O <sub>2</sub> мл/дм <sup>3</sup>	6,33–7,69	7,07	0,23	0,71–5,68	4,85	0,69	5,39–6,97	6,47	0,31
O <sub>2</sub> %	87,1–103,8	97,3	2,7	12,5–108,1	91,3	13,5	76,2–99,4	91,4	4,8
P <sub>общ</sub> мкмоль/дм <sup>3</sup>	0,04–0,48	0,11	0,09				0,24–2,60	0,71	0,70
PO <sub>4</sub> мкмоль/дм <sup>3</sup>	0,00–0,15	0,03	0,03	0,00–5,20	0,14	0,61	0,01–0,61	0,14	0,11
P <sub>орг</sub> мкмоль/дм <sup>3</sup>	0,00–0,45	0,09	0,08				0,08–2,05	0,57	0,67
SiO <sub>2</sub> мкмоль/дм <sup>3</sup>	0,5–98,0	9,4	20,2	0,2–39,0	4,6	6,1	2,5–75,1	7,6	8,3
NO <sub>2</sub> мкмоль/дм <sup>3</sup>	0,14–0,48	0,21	0,05	0,00–2,18	0,11	0,26	0,06–2,53	0,23	0,28
NO <sub>3</sub> мкмоль/дм <sup>3</sup>	2,1–67,3	10,2	12,6	0,9–109,4	3,4	12,7	0,2–282,7	8,0	32,9
NH <sub>4</sub> мкмоль/дм <sup>3</sup>	0,45–9,09	1,74	1,48	0,00–35,19	1,52	4,33	0,00–7,57	1,83	1,17
pH	8,20–8,36	8,30	0,03	7,85–8,35	8,28	0,07	7,94–8,39	8,32	0,05
Alk мг-экв/кг	3,296–4,253	3,376	0,164	3,285–3,512	3,319	0,036	3,329–3,824	3,377	0,057
C <sub>неорг</sub> мкмоль/дм <sup>3</sup>	2,936–4,068	3,078	0,193	2,885–3,344	2,953	0,063	2,998–4,091	3,085	0,125
TSM мг/дм <sup>3</sup>	0,7–21,8	3,4	4,9	0,4–11,3	2,9	3,3	0,1–5,23	1,45	1,55
БПК <sub>5</sub> млO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	0,13–0,86	0,45	0,18	0,02–1,28	0,51	0,29	0,23–0,76	0,37	0,13

Исследования гидрохимического состояния вод Балаклавской бухты были выполнены сотрудниками ОБМ МГИ РАН совместно с кафедрой географии Московского государственного университета 5 февраля 2015 г. (рис. 3.3). Методика отбора проб и набор определяемых гидрохимических характеристик был аналогичен съемке в Севастопольской бухте.

Для пространственного распределения всех исследованных гидрохимических характеристик в водной толще Балаклавской бухты 5 февраля 2015 г. строго соблюдалась общая особенность — содержание любого элемента в северной кутовой части бухты в районе поступления стока реки Балаклавки значительно отличалось от значений на входе в бухту (табл. 3.2).



**Рис. 3.3.** Расположение гидрохимических станций в Балаклавской бухте 5 февраля 2015 г. Фоновая станция № 13 (44,48204 N, 33,59585 E) расположена южнее полигона.

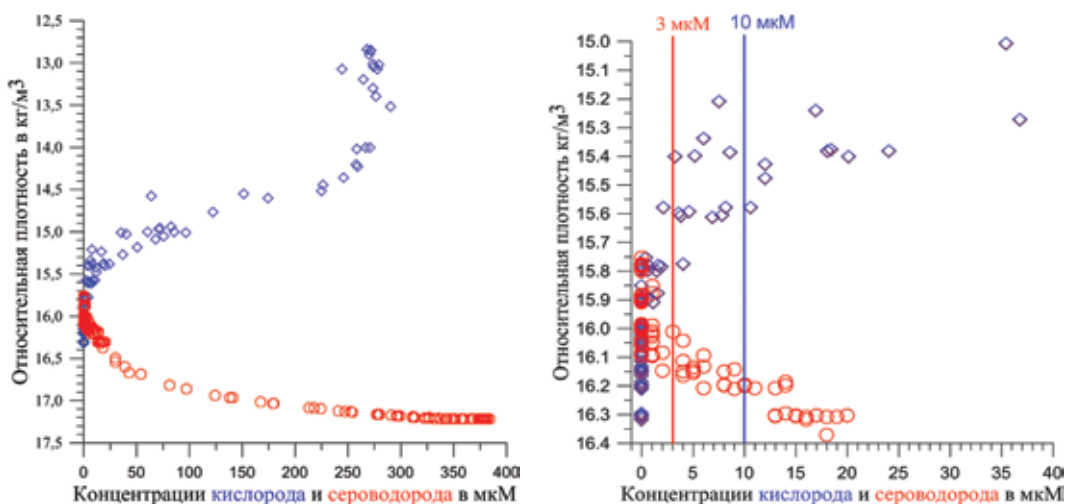
**Таблица 3.2.** Пределы изменений, средняя концентрация и среднееквадратичное отклонение ( $\sigma$ ) гидрохимических параметров вод Балаклавской бухты 5 февраля 2015 г.

Элемент	Фон станция 13	Балаклавская бухта		
		пределы	среднее	$\sigma$
O <sub>2</sub> млO <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	6,92	6,35–7,04	6,70	0,18
O <sub>2</sub> %	98,0	90,4–99,9	94,6	2,8
PO <sub>4</sub> мкмоль/дм <sup>3</sup>	0,05	0,03–2,14	0,40	0,49
SiO <sub>2</sub> мкмоль/дм <sup>3</sup>	4,1	4,1–18,8	8,6	4,4
NO <sub>2</sub> мкмоль/дм <sup>3</sup>	0,00	0,00–1,88	0,29	0,42
NO <sub>3</sub> мкмоль/дм <sup>3</sup>	1,2	1,1–155,4	18,8	32,3
NH <sub>4</sub> мкмоль/дм <sup>3</sup>	0,04	0,02–40,36	5,76	8,81
Величина pH	8,33	7,98–8,33	8,24	0,08
Alk мг-экв/кг	3,296	3,274–4,419	3,391	0,233
C <sub>неорг</sub> мкмоль/дм <sup>3</sup>	2,996	2,986–4,170	3,118	0,238
TSM мг/дм <sup>3</sup>	0,5	0,5–16,0	3,2	5,7

### 3.2.5. Экспедиционные исследования МГИ РАН в Черном море

В ходе 81 рейса НИС «Профессор Водяницкий» 3–10 ноября 2015 г. сотрудники ОБМ МГИ РАН выполнили гидрохимические исследования на «вековом» разрезе м. Херсонес — пролив Босфор и шести дополнительных станциях. Всего было выполнено от 98 до 186 определений растворенного кислорода, сероводорода, pH, общей щелочности, общего неорганического углерода ( $\text{TCO}_2$ ), 14 определений парциального давления диоксида углерода ( $\text{PCO}_2$ ), 168 аммония, 98 нитритов. На станциях № 5 и 14 в глубоководной части Черного моря выполнен полярографический анализ донных отложений, который свидетельствует о присутствии только восстановленных форм серы в поровых водах.

Вертикальное распределение кислорода и сероводорода для всех выполненных станций было стандартным для Черного моря (рис. 3.4). Границами субкислородной зоны принято

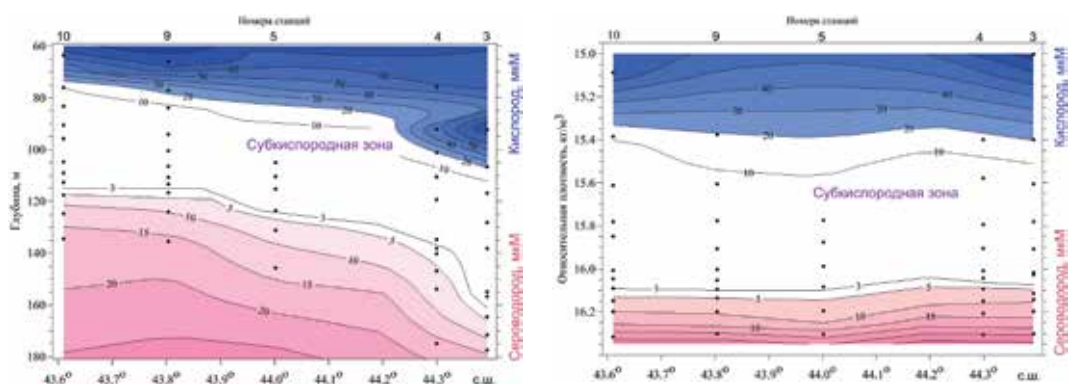


считать нижние пределы определяемых концентраций кислорода  $10 \text{ мкмоль/дм}^3$  и сероводорода  $3 \text{ мкмоль/дм}^3$ .

**Рис. 3.4.** Вертикальное распределение кислорода и сероводорода в центральной части Черного моря 3–10 ноября 2015 г.

Более наглядно размеры субкислородной зоны можно определить по вертикальному распределению кислорода и сероводорода на «вековом» разрезе м. Херсонес — пролив Босфор, где были выполнены пять гидрохимических станций. Содержание сероводорода на максимальной глубине зондирования 1950 м составляло  $380 \text{ мкмоль/дм}^3$  и было аналогично наблюдавшемуся в экспедиционных исследованиях МГИ в 2000–2013 гг. (рис. 3.5). В поле условной плотности положение верхней и нижней границ субкислородной зоны, определяемой по изоксигене  $10 \text{ мкмоль/дм}^3$  и изосульфиде  $3 \text{ мкмоль/дм}^3$ , неизменно находились на глубинах изопикнической поверхности  $\sigma_t=15,50 \text{ кг/м}^3$  и  $\sigma_t=16,10 \text{ кг/м}^3$ . Границы субкислородной зоны, определяемой по изоксигене  $20 \text{ мкмоль/дм}^3$  и изосульфиде  $5 \text{ мкмоль/дм}^3$ , располагались на глубинах изопикнических поверхностей  $\sigma_t=15,35 \text{ кг/м}^3$  и  $\sigma_t=16,15 \text{ кг/м}^3$ , и были аналогичны наблюдавшимся в 2005 г.

**Элементы карбонатной системы.** В вертикальном распределении общей щелочности можно выделить три зоны, отличающиеся характером профилей: аэробную зону, простира-



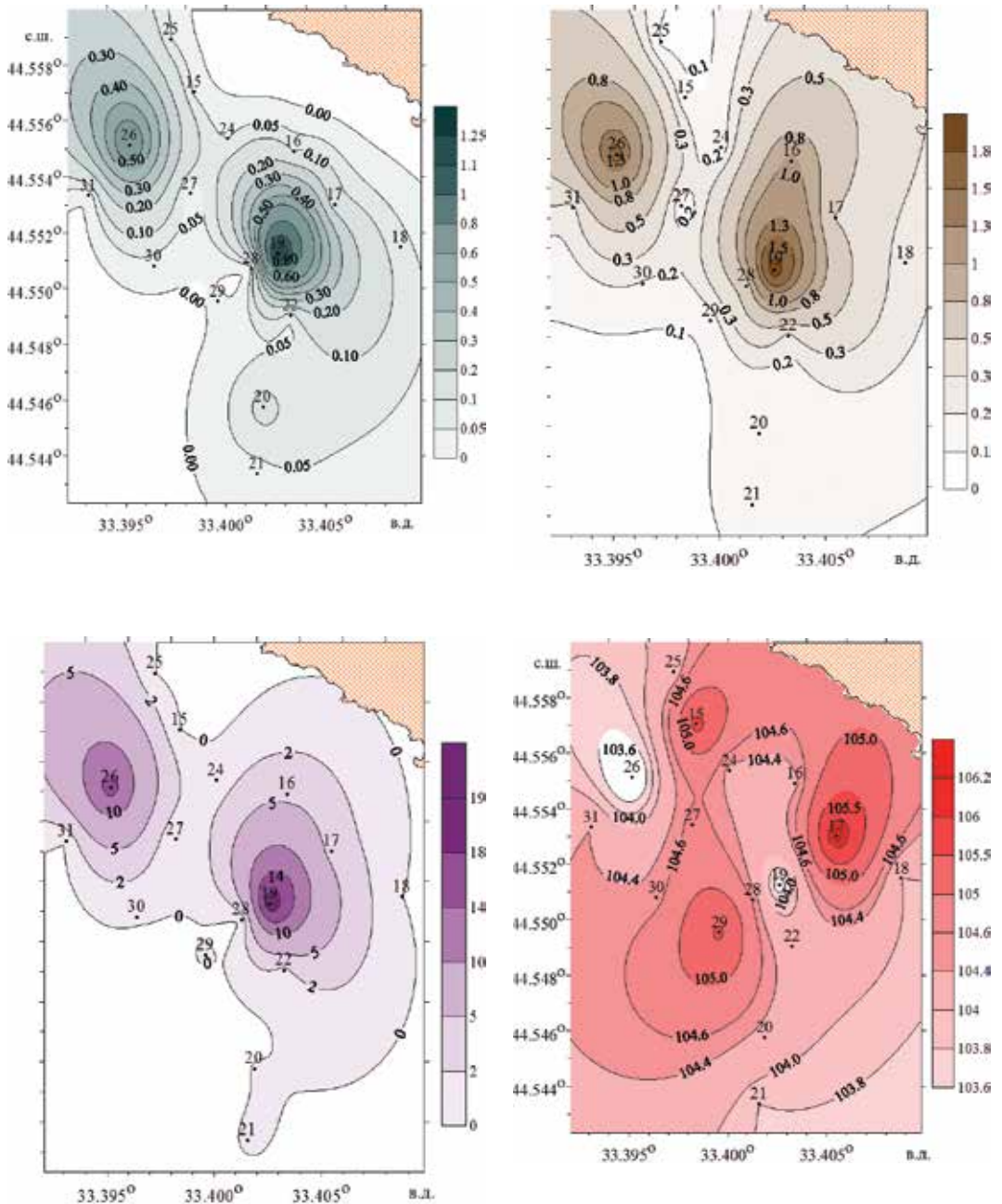
**Рис. 3.5.** Границы субкислородной зоны в шкале глубин и относительной плотности  $\sigma_t$  на разрезе м. Херсонес — пролив Босфор 3–10 ноября 2015 г.

ющуюся от поверхности до глубины залегания изопикнической поверхности  $\sigma_t=15,8 \text{ кг/м}^3$ , анаэробную зону, располагающуюся глубже изопикнической поверхности  $\sigma_t=16,3 \text{ кг/м}^3$  и переходную зону между ними. Вертикальный профиль  $\text{TCO}_2$  относительно условной плотности также можно четко разделить на 3 части. От поверхности до глубины залегания изопикнической поверхности  $\sigma_t \approx 15 \text{ кг/м}^3$  наблюдается линейный рост  $\text{TCO}_2$  от 2895 до 3150 мкмоль/кг, соответствующий резкому уменьшению величины pH от 8,4 до 7,8. В более глубоких слоях вод изменения значений  $\text{TCO}_2$  хорошо коррелируют с соответствующими значениями общей щелочности с высоким коэффициентом детерминации 0,992. При значениях относительной плотности от  $\sigma_t=15 \text{ кг/м}^3$  до  $\sigma_t=16,5 \text{ кг/м}^3$  наблюдается незначительные изменения значений общего растворенного неорганического углерода. На фрагменте профиля, соответствующем значениям относительной плотности больше  $\sigma_t=16,5 \text{ кг/м}^3$  рост значений  $\text{TCO}_2$  существенно увеличивается и доходит до максимальных значений 4074 мкмоль/кг.

Наблюдения величины парциального давления углекислого газа в атмосфере над поверхностью Черного моря в ноябре 2015 года можно разделить на два временных отрезка. Для первого характерна концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере в пределах 400–408 мклатм, что хорошо согласуется с современными наблюдаемыми данными. Однако на последних двух станциях, отработанных после резкого изменения погодных условий в сторону штормовых,  $p\text{CO}_2$  в атмосфере резко снизилось до значений 384–385 мклатм. Парциальное давление углекислого газа в поверхностном слое (0 м) всегда было существенно ниже соответственных значений для атмосферы и находилось в пределах 324–337 мклатм.

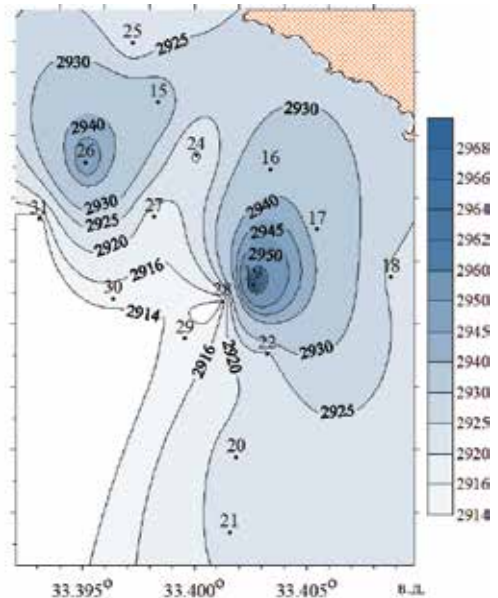
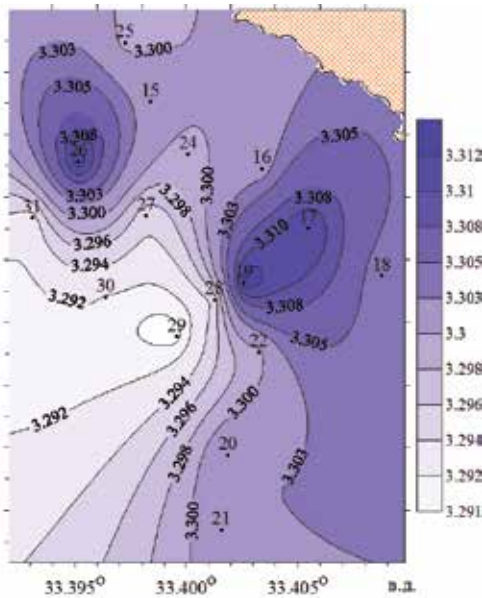
### Источники загрязнения шельфовых вод Гераклеийского п-ва

Для определения характеристик источников загрязнений шельфовых вод в районе Гераклеийского полуострова ОБМ МГИ принимал участие в двух экспедициях НИС «Бирюза»: 28–31 июля и 9–10 сентября 2015 г. В первые дни каждой экспедиции была выполнена крупномасштабная съемка в районе исследования южнее мыса Херсонес, а потом образцы воды были отобраны на микрополигоне с большой частотой отбора проб из поверхностного (0,5 м) и придонного горизонтов. Выполнялись анализы на растворенный кислород, биогенные элементы (фосфаты, силикаты, сумму нитратов и нитритов), аммоний, величину pH, общую щелочность, неорганический углерод и общую взвесь. Поверхностные воды на станциях № 19 и 23 содержали в 10–20 раз больше фосфатов, кремнекислоты, ионов аммония, также име-



С. 69–70:

**Рис. 3.6.** Поверхностное распределение фосфатов (а), кремнекислоты (б) и аммония (в) в мкмоль/дм<sup>3</sup>, насыщения вод в% (г), величины щелочности (д) в мг-экв/дм<sup>3</sup> и ТСО<sub>2</sub> (е) в мкмоль/дм<sup>3</sup> в районе Гераклейского полуострова 10 сентября 2015 г.



ли более высокую величину щелочности и содержание общего неорганического углерода (рис. 3.6, табл. 3.3). В придонных водах в этой точке по сравнению с окружающими участками содержалось гораздо больше фосфатов, ионов аммония; повышенным было и содержание растворенного кислорода, однако степень насыщения была заметно меньше. На основании проанализированных характеристик морских вод был сделан вывод о выходе на поверхность моря в районе станции №19 очистных вод г. Севастополя. Данные для повторно выполненной в тот же день 10 сентября станции №23 подтвердили полученные на соседней станции №19 результаты (табл. 3.3).

**Таблица 3.3.** Гидролого-гидрохимические параметры морских вод на станциях №19 и №23 в поверхностном и придонном слоях 10 сентября 2015 г.

№ станции	Глубина м	Темп. °С	Солен.	Кислород, мг/дм <sup>3</sup>	Насыщ. O <sub>2</sub> %	ТСО, мкмоль/дм <sup>3</sup>	Щелочн. мг-экв/дм <sup>3</sup>	Фосфаты мкмоль/дм <sup>3</sup>	Кремний мкмоль/дм <sup>3</sup>	Нитраты + нитриты мкмоль/дм <sup>3</sup>	Аммоний мкмоль/дм <sup>3</sup>
19	0,5	22,8	18,17	5,59	103,4	2968,6	3,3136	1,32	2,0	1,12	21,4
19	45,5	9,55	18,30	6,07	85,48	2999,0	3,3160	0,46	5,6	2,64	16,9
23	0,5	22,6	18,09	5,63	103,5	2977,3	3,3397	1,54	2,2	1,05	16,9
23	29,5	21,5	18,20	6,70	120,9	3021,1	3,2899	0,13	4,5	1,50	0,13
Фоновое для поверхности				5,63	104,0	2920,0	3,3140	0,05	0,1	1,1	0,5

### Источники загрязнения шельфовых вод пос. Кацивели

С целью уточнения источников загрязнений шельфовых вод в районе стационарной океанографической платформы (СОП) у поселка Кацивели (Голубой залив) гидролого-гидрохимические исследования проводилось ОБМ в рейсе НИС «Бирюза» 21 сентября 2015 г. Методика отбора проб и набор исследуемых характеристик были такими же, что и при съемке в районе



Гераклейского полуострова. Анализ пространственного распределения фосфатов, кремнекислоты, аммония, суммы нитратов и нитритов, общего неорганического углерода и общего взвешенного вещества в районе стационарной океанографической платформы п. Кацивели позволяет предположить, что в ночное время в районе Голубого залива происходит сброс сточных вод в точке с ориентировочными координатами 44,396 ° с.ш., 33,989 ° в.д.

### 3.2.6. Порт Ялта

Загрязнение вод акватории порта НУ, СПАВ и суммой фенолов в целом было невысоким, поскольку их концентрация была ниже предела количественного определения во всех пробах. Как и в предыдущие годы, было обнаружено присутствие **ХОП** ( $\alpha$ -ГХЦГ,  $\gamma$ -ГХЦГ, ГПХ, ДДД). Загрязнение вод  $\alpha$ -ГХЦГ наблюдалось в 33% отобранных проб,  $\gamma$ -ГХЦГ — 25%, гептахлором — в 29% и ДДД — в 17%. Концентрация  $\alpha$ -ГХЦГ изменялась от аналитического нуля до 1,8 нг/дм<sup>3</sup>,  $\gamma$ -ГХЦГ — до 2,0 нг/дм<sup>3</sup> (февраль, придонный горизонт). Особо следует отметить, что в марте в придонных водах была зафиксирована высокая концентрация метаболита линдана  $\alpha$ -ГХЦГ 16,4 нг/дм<sup>3</sup> (1,6 ПДК). Содержание ГПХ в марте достигало 1,4 нг/дм<sup>3</sup>, ДДД в феврале — 2,1 нг/дм<sup>3</sup> (придонный горизонт). Альдрин, ДДТ и ДДЭ, а также ПХБ не обнаружены.

Концентрация общего **азота** в поверхностных водах в марте и июне не превышала 510–620 мкг/дм<sup>3</sup>, а в январе, феврале, июле и октябре достигала 3370–3980 мкг/дм<sup>3</sup>. В придонных водах содержание общего азота в январе, апреле, июле и октябре достигало 1690–3240 мкг/дм<sup>3</sup>, в остальной период варьировало от 300 до 720 мкг/дм<sup>3</sup>. Среднегодовое содержание в столбе воды от поверхности до дна продолжило тенденцию роста и составило 1660 мкг/дм<sup>3</sup>, что в 2,8 раза выше периода 2010–2013 гг. (рис. 3.7). Концентрация аммонийного азота была значительно ниже ПДК, максимальное значение не превышало 43 мкг/дм<sup>3</sup>; в поверхностных водах содержание в 1,5 раза больше, чем в придонном слое (рис. 3.8). Внутригодовое изменение концентрации характеризуется весенним и осенним максимумами. Среднее за год содержание возросло в сравнении с 2014 г. и составило 21 мкг/дм<sup>3</sup>. Концентрация нитритного азота не превышала нижнего предела количественного определения; нитратного азота изменялась в поверхностных водах в диапазоне от 32 до 260 мкг/дм<sup>3</sup> (январь), у дна 10–48 мкг/дм<sup>3</sup>. Среднегодовое содержание составило 74 мкг/дм<sup>3</sup>.

Содержание общего **фосфора** варьировало в пределах 5–21 мкг/дм<sup>3</sup>, фосфатного фосфора — 2–17 мкг/дм<sup>3</sup>. Среднее за год значение осталось на уровне предыдущего года. Концен-

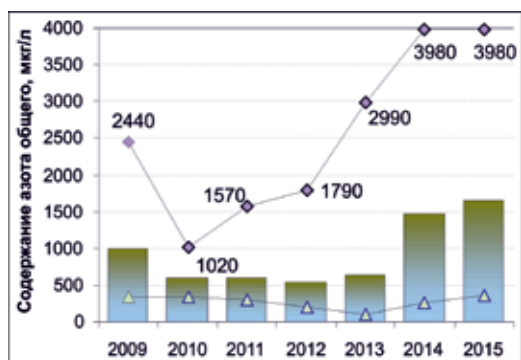


Рис. 3.7. Межгодовая динамика содержания общего азота (мкг/дм<sup>3</sup>) в водах акватории порта Ялта.

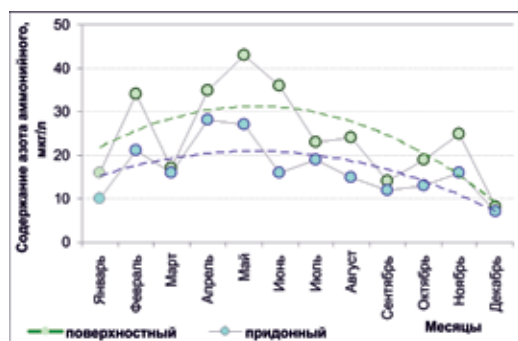


Рис. 3.8. Сезонные изменения содержания аммонийного азота (мкг/дм<sup>3</sup>) в водах акватории порта Ялта.

трация **кремния** в поверхностных водах в апреле, июле-августе и ноябре-декабре достигала 1260–1970 мкг/дм<sup>3</sup>, в остальной период не превышала 790 мкг/дм<sup>3</sup>. В придонных водах она варьировала в пределах 110–540 мкг/дм<sup>3</sup>. Среднегодовое содержание в поверхностных водах возросло в 2,4 раза и составило 880 мкг/дм<sup>3</sup>, в придонных — в 1,6 раза (230 мкг/дм<sup>3</sup>). Водородный показатель изменялся от 8,20 до 8,64 при допустимом диапазоне 6,5–8,5 ед.рН.

Аэрация вод в целом была недостаточной. Относительное содержание растворенного **кислорода** на поверхностном горизонте изменялось в пределах 81–127% насыщения, на придонном 84–128%. По среднемесячным значениям насыщение вод кислородом только в июне превышало 100% рубеж, в октябре-ноябре дефицит растворенного кислорода в слое поверхность-дно достигал 9% насыщения. По абсолютным значениям содержание варьировало в пределах 6,42–12,25 мг/дм<sup>3</sup> на поверхности и 6,96–11,37 мг/дм<sup>3</sup> у дна. Среднегодовое относительное содержание растворенного кислорода (95% насыщения) было самым низким за последние годы.

### 3.2.7. Керченский пролив. Разрез порт Крым — порт Кавказ

В 2015 г. мониторинг состояния морских вод в северной устьи Керченского пролива проводился МГС «Опасное» на разрезе между портами Крым и Кавказ (рис. 3.9) с апреля по сентябрь.

Загрязнение вод пролива **нефтяными углеводородами** в среднем оставалось на уровне ПДК (0,05 мг/дм<sup>3</sup>). По максимальным значениям превышение ПДК фиксировалось ежемесячно. В придонных водах содержание НУ в мае достигало 0,12 мг/дм<sup>3</sup> (2,4 ПДК). В поверхностных водах 27 июля и 5 августа были зафиксированы значения 1,40 и 1,00 мг/дм<sup>3</sup>, превы-

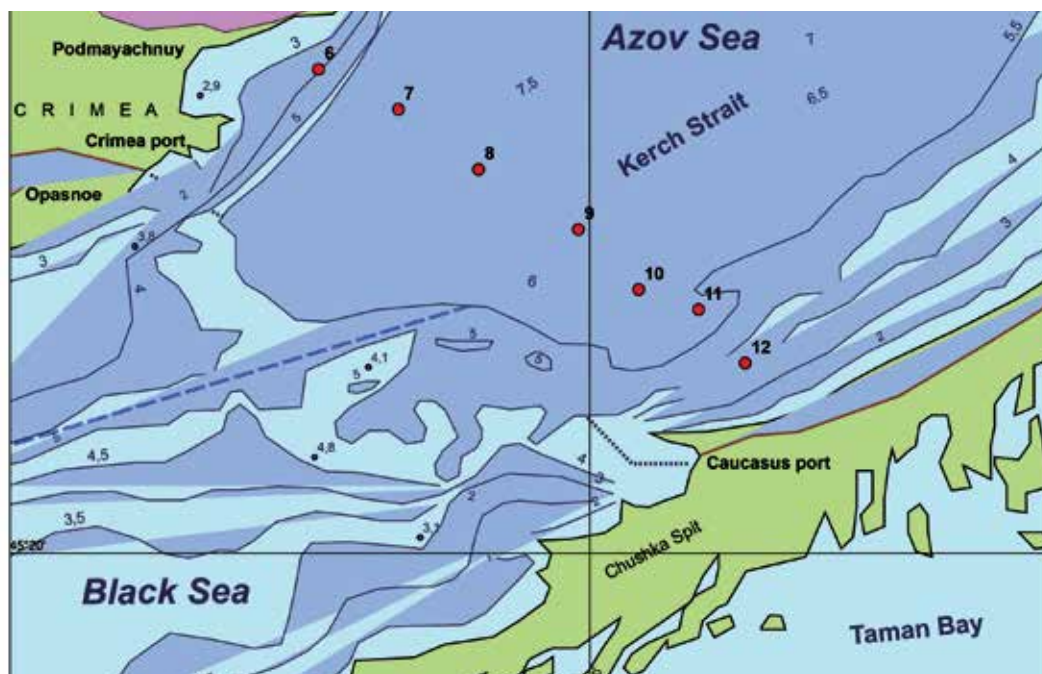
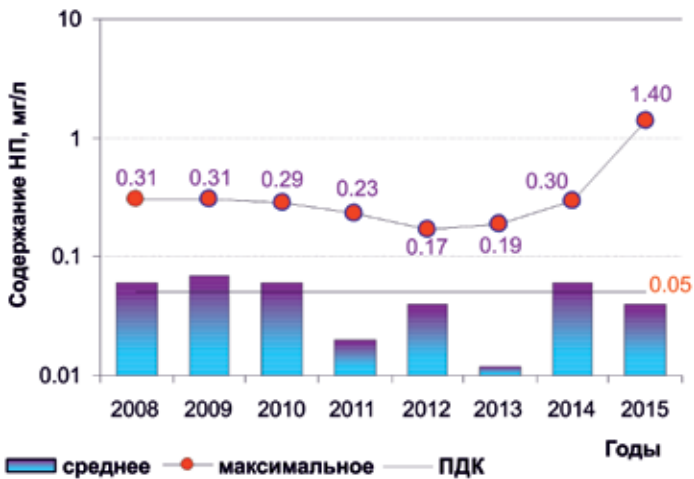


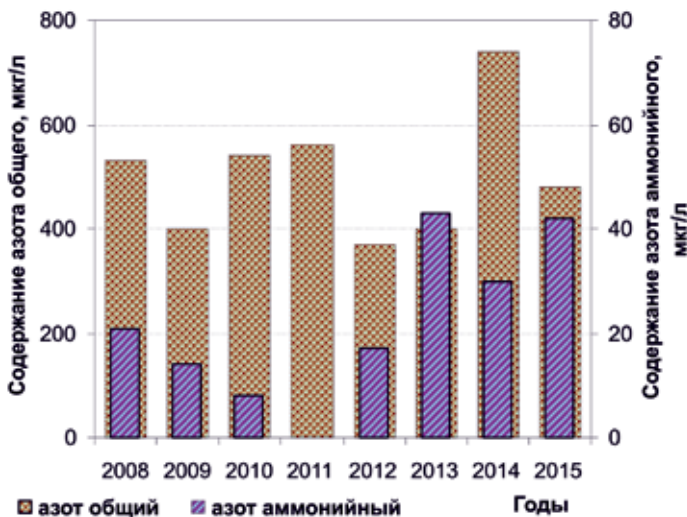
Рис. 3.9. Станции мониторинга (№№ 6–9) в северной устьи Керченского пролива в 2015 г.



**Рис. 3.10.** Многолетняя динамика содержания нефтяных углеводородов в водах Керченского пролива в 2008–2015 гг.

шавшие ПДК в 28 и 20 раз соответственно (рис. 3.10). Повторяемость большей или равной ПДК концентрации составила 47% от общего количества определений (в 2014 г. — 49%).

Содержание **СПАВ**, как и в предыдущие годы, было ниже предела количественного определения. Концентрация фенолов лишь в июле в единичной пробе превысила ПДК, достигнув 5 мкг/дм<sup>3</sup>. В остальных пробах концентрация не превышала нижнего предела определения — 3 мкг/дм<sup>3</sup> (3 ПДК). В 2015 г. из **ХОП** отмечено присутствие альдрина в июне (max 2,5 нг/дм<sup>3</sup>), ДДЭ — в мае и июне (max 5,2 нг/дм<sup>3</sup>, 0,5 ПДК), ДДД — в мае, июне и сентябре (max 3,8 нг/дм<sup>3</sup>). Среднее за период наблюдений содержание ДДЭ и ДДД возросло до 0,4 и 0,5 нг/дм<sup>3</sup> соответственно; присутствие этих изомеров отмечено в 10 и 22% проанализированных проб. Загрязнение вод ПХБ зафиксировано в июне с максимальной концентрацией 12,2 нг/дм<sup>3</sup> (1,2 ПДК) в поверхностных водах и 9,6 нг/дм<sup>3</sup> (1 ПДК) в придонных. Повторяемость концентрации выше или равной ПДК снизилась втрое — до 5% от общего количества отобранных проб.



**Рис. 3.11.** Многолетняя динамика содержания аммонийного и общего азота в водах Керченского пролива в 2008–2015 гг.

Концентрация общего **азота** изменялась в диапазоне 53–860 и 80–1040 мкг/дм<sup>3</sup> в поверхностных и придонных водах соответственно. Среднее содержание в слое поверхность-дно (480 мкг/дм<sup>3</sup>) снизилось в полтора раза в сравнении с 2014 г. (рис. 3.11). Наибольшие значения концентрации аммонийного азота в июне достигали 150–170 мкг/дм<sup>3</sup>. Концентрация нитритного азота не превышала 8–9 мкг/дм<sup>3</sup>, а нитратного азота достигала 34–36 мкг/дм<sup>3</sup> и в среднем за год возросла до 14 мкг/дм<sup>3</sup>.

Максимум концентрации фосфатного **фосфора** в водах пролива (17 мкг/дм<sup>3</sup>) отмечен в августе на обоих горизонтах. Содержание общего фосфора не превышало 33–36 мкг/дм<sup>3</sup>, а среднее за год (22 мкг/дм<sup>3</sup>) возросло в сравнении с 2014 г. Концентрация кремния изменялась от 50–80 до 500–640 мкг/дм<sup>3</sup>. Среднее содержание в слое поверхность-дно составило 220 мкг/дм<sup>3</sup>, снизившись в сравнении с 2014 г. в 1,5 раза.

Аэрация вод в слое поверхность-дно была близка к норме за исключением августа, когда дефицит растворенного **кислорода** в среднем составил 21% насыщения, а по минимальным значениям относительного содержания достигал 36–39% насыщения. В июне-июле отмечалось перенасыщение вод кислородом на 9–10%. По абсолютным значениям концентрация его в августе составила 4,46–7,07 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, а в остальной период изменялась от 5,60 до 11,13 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Среднее содержание растворенного кислорода оставалось на уровне 2011–2014 гг. и составило 8,19 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (97% насыщения). В период проведения наблюдений присутствие сероводорода в водах северной узости Керченского пролива не зафиксировано.

### 3.2.8. Качество черноморских вод у берегов Крыма

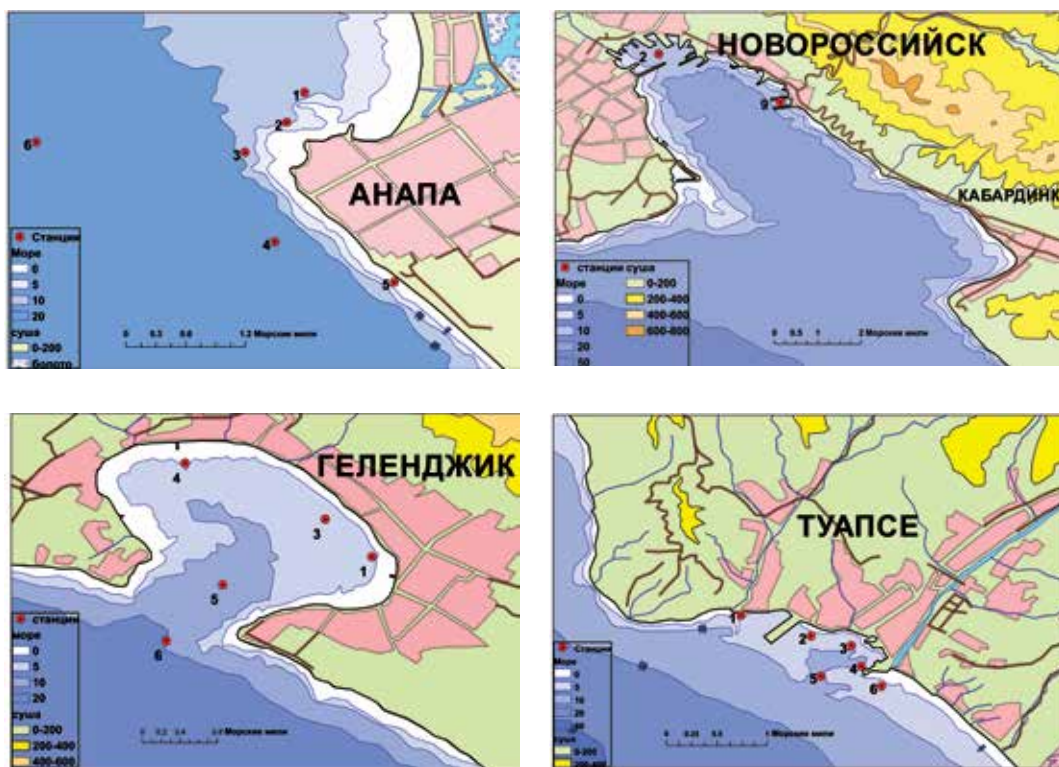
Результаты расчета индекса загрязненности вод (ИЗВ), полученные на основе осредненных за сопоставимые периоды наблюдений и приведенных к ПДК величин концентрации приоритетных для каждого из районов мониторинга загрязняющих веществ и растворенного в воде кислорода, позволяют сравнить качество вод различных участков побережья Крыма (табл. 3.4). В 2015 г. воды Севастопольской бухты и поверхностные воды озера Донузлав классифицировались как «умеренно загрязненные» (величина ИЗВ 0,92 и 0,75 соответственно); воды Северной узости Керченского пролива как «чистые» (ИЗВ 0,40); воды акватории п. Ялта как «очень чистые» (ИЗВ 0,24). Приоритетными загрязняющими веществами были нефтяные углеводороды,

**Таблица 3.4.** Оценка качества черноморских вод у берегов Крыма в 2013–2015 гг. по индексу загрязненности вод (ИЗВ) и классу качества вод (ККВ).

Район	2013 г.		2014 г.		2015 г.		Среднее содержание ЗВ в 2015 г. (в ПДК)
	ИЗВ	ККВ	ИЗВ	ККВ	ИЗВ	ККВ	
Севастопольская бухта	-	-	0,28	II	0,92	III	НУ 2,6; СПАВ 0,46; N-NH <sub>4</sub> 0,05; O <sub>2</sub> 0,59
Акватория п. Ялта	0,17	I	0,22	I	0,24	I	НУ 0,2; N-NH <sub>4</sub> 0,01; N-NH <sub>4</sub> 0,08; O <sub>2</sub> 0,68
Керченский пролив	0,21	I	0,66	II	0,40	II	НУ 0,8; N-NH <sub>4</sub> 0,01; ДДД 0,05; O <sub>2</sub> 0,73
Озеро Донузлав	-	-	-	-	0,75	III	НУ 1,6; СПАВ 0,68; N-NH <sub>4</sub> 0,12; O <sub>2</sub> 0,59

### 3.3. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе

В рамках программы государственной службы наблюдений и контроля (ГСН) Гидрометеорологическое бюро г. Туапсе (ГМБ) Краснодарского краевого центра по гидрометеороло-



**Рис. 3.12.** Схема расположения станций отбора проб на акватории портов российской части Черного моря в 2015 г. (ГМБ Туапсе).

гии и мониторингу окружающей среды выполнило в январе, апреле, июле и октябре 2015 г. наблюдения в прибрежных водах в районе Анапы, Новороссийска, Геленджика и Туапсе. На станции штормовой информации в порту Туапсе отбор проб проводили каждые десять дней в течение всего года. Пробы воды отбирались из приповерхностного слоя на прибрежных мелководных станциях с использованием арендованных маломерных плавсредств (рис. 3.12). В состав наблюдений входило определение стандартных гидролого-гидрохимических параметров (температура, соленость  $S\%$ , хлорность, водородный показатель pH, растворенный кислород  $O_2$  методом Винклера, щелочность Alk), концентрация биогенных элементов (фосфатов  $PO_4$ , аммонийного азота, нитритов  $NO_2$  и силикатов  $SiO_3$ ) и загрязняющих веществ — НУ, СПАВ и растворенной в воде ртути. Экстракция нефтяных углеводородов производилась четырёххлористым углеродом. Нефтяные углеводороды определялись ИКС-методом на приборе КН-2 (концентратомер). Определение концентрации растворённой ртути (поглощение УФ) производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды.

**Анапа.** На 5 прибрежных станциях с глубинами 6–22 м было отобрано и проанализировано из поверхностного слоя 20 проб воды. Диапазон изменения температуры в пробах составил 10,0–24,4 °С. Соленость в период наблюдений изменялась в пределах 17,84–19,04‰, средняя за год величина была немного выше прошлогодней и составила 18,60‰; хлорность 9,88–10,54‰. Многолетняя динамика среднегодовой солёности в различных участках акватории

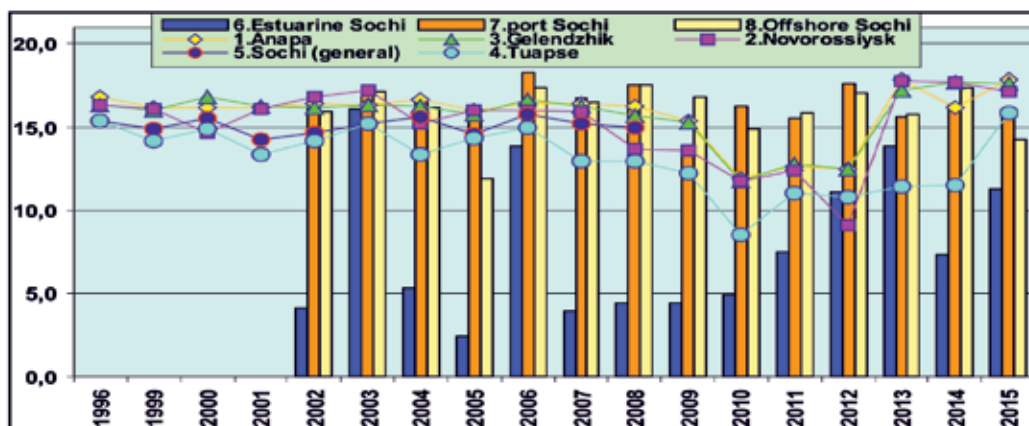


Рис. 3.13. Многолетняя динамика среднегодовой и минимальной солености (‰) в различных участках акватории прибрежных вод российской части Черного моря в 1996–2015 гг.

прибрежных вод российской части Черного моря позволяет выявить стабилизацию значений в районе 18‰ в северной части Кавказского побережья после существенного 4-летнего снижения в 2009–2012 гг. и предшествующего 15-летнего периода стабильной солености в районе 16–17‰ (рис. 3.13). Различий между отдельными районами практически не замечено. На юге контролируемого участка в прибрежье между эстуарными районами рек Мзымта и Сочи различия в солености вод намного больше. Пониженные значения закономерно зафиксированы в зоне впадения в море рек и ручьев, а повышенные на станциях, удаленных от берега до двух миль. Промежуточные величины отмечены на акватории порта Сочи. Минимальная соленость очевидно регулярно за весь период наблюдений фиксировалась в эстуарных районах больших и малых рек в районе Адлер-Сочи, а в порту и на удалении от берега значения были намного более стабильными. В районах контроля севернее вдоль побережья распределение вод практически не сказывалось, хотя и здесь снижение 2009–2012 гг. также заметное. Наименьшие значения солености здесь фиксировались в районе Туапсе.

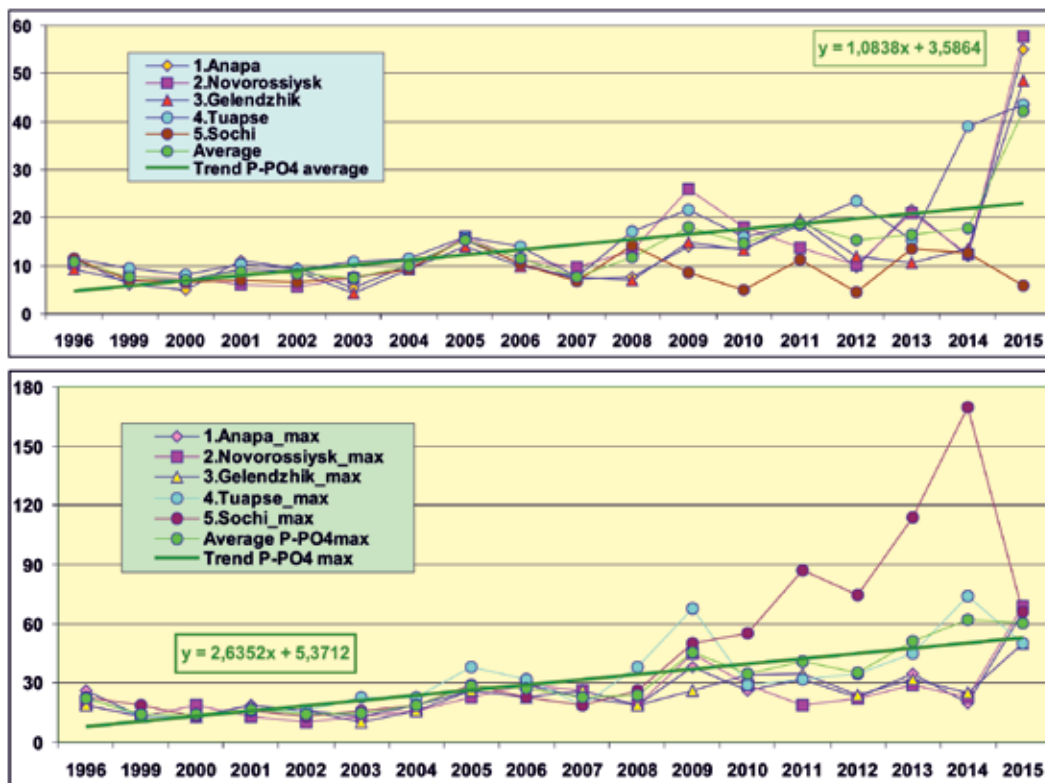
Значения водородного показателя рН 8,28–8,49; общей щелочности 2,943–3,256 мг-экв/дм<sup>3</sup>. В целом гидролого-гидрохимические параметры и концентрация биогенных элементов находились в пределах естественных межгодовых колебаний (табл. 3.5).

Таблица 3.5. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья России в 2015 г.

Район	S,‰	Щелочность, мг-экв/дм <sup>3</sup>	O <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	pH	PO <sub>4</sub> , мкг/дм <sup>3</sup>	SiO <sub>3</sub> , мкг/дм <sup>3</sup>	NH <sub>4</sub> , мкг/дм <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> , мкг/дм <sup>3</sup>
Анапа	18,602/ 19,040	3,094/ 3,256	8,66/ 7,86	8,38/ 8,49	55,1/ 74	436/ 1010	74,9/ 96,5	3,4/ 5,3
Новоросийск	18,419/ 18,850	3,114/ 3,187	8,29/ 7,68	8,42/ 8,46	57,8/ 69	471/ 840	78,4/ 99,6	2,7/ 3,7
Геленджик	18,289/ 18,590	3,076/ 3,163	8,78/ 8,03	8,43/ 8,48	48,5/ 69	434/ 670	72,4/ 95	2,5/ 3,7
Туапсе	17,671/ 18,770	3,101/ 3,316	8,59/ 7,23	8,37/ 8,47	43,6/ 124	438/ 1700	61,9/ 156	2,8/ 11,0

O<sub>2</sub>\* — средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода.

В 2015 г. среднегодовая концентрация фосфатов продолжила рост не только в водах вблизи г. Туапсе, но и в остальных районах северной части Кавказского побережья (рис. 3.14).



**Рис. 3.14.** Средняя и максимальная концентрация неорганического фосфора P-PO<sub>4</sub> (фосфаты,  $\mu\text{кг}/\text{дм}^3$ ) на прибрежных участках акватории российской части Черного моря в 1996–2015 гг.

Причем в водах у Анапы, Новороссийска и Геленджика скачок значений составляет 3–4 раза по сравнению с прошлым годом. Снижение отмечено только в районе Большого Сочи где величина вернулась к уровню 2012 г. Многолетняя динамика среднегодового содержания неорганического фосфора (фосфор фосфатов) за последние два десятилетия показывает устойчивую тенденцию на повышение значений по всем районам контроля. Аналогичный тренд выявлен и для максимальных значений концентрации фосфатов. На большинстве участков акватории повышение происходило вполне постепенно, а очень значительный рост 2014 г. в водах прибрежного района между устьями рек Сочи и Мзымта сменился таким же стремительным падением до общего для всего побережья уровня. Существенных изменений в содержании остальных форм биогенных веществ не отмечено.

Концентрация нефтяных углеводородов в поверхностном слое вод у Анапы превышала предел обнаружения ( $DL=0,002 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ) во всех 17 проанализированных пробах. Максимум достигал  $0,086 \text{ мг}/\text{дм}^3$  на поверхности 14 апреля; средняя величина за год выросла почти в 3 раза и составила  $0,031 \text{ мг}/\text{дм}^3$ . Концентрация детергентов в 14 пробах изменялась от 3,6 до  $14 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ ; средняя величина немного подросла до  $8,3 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ . Содержание растворенной ртути в единственной проанализированной пробе было ниже предела обнаружения. Кислородный режим был в пределах нормы, дефицит растворенного кислорода в воде не зафик-

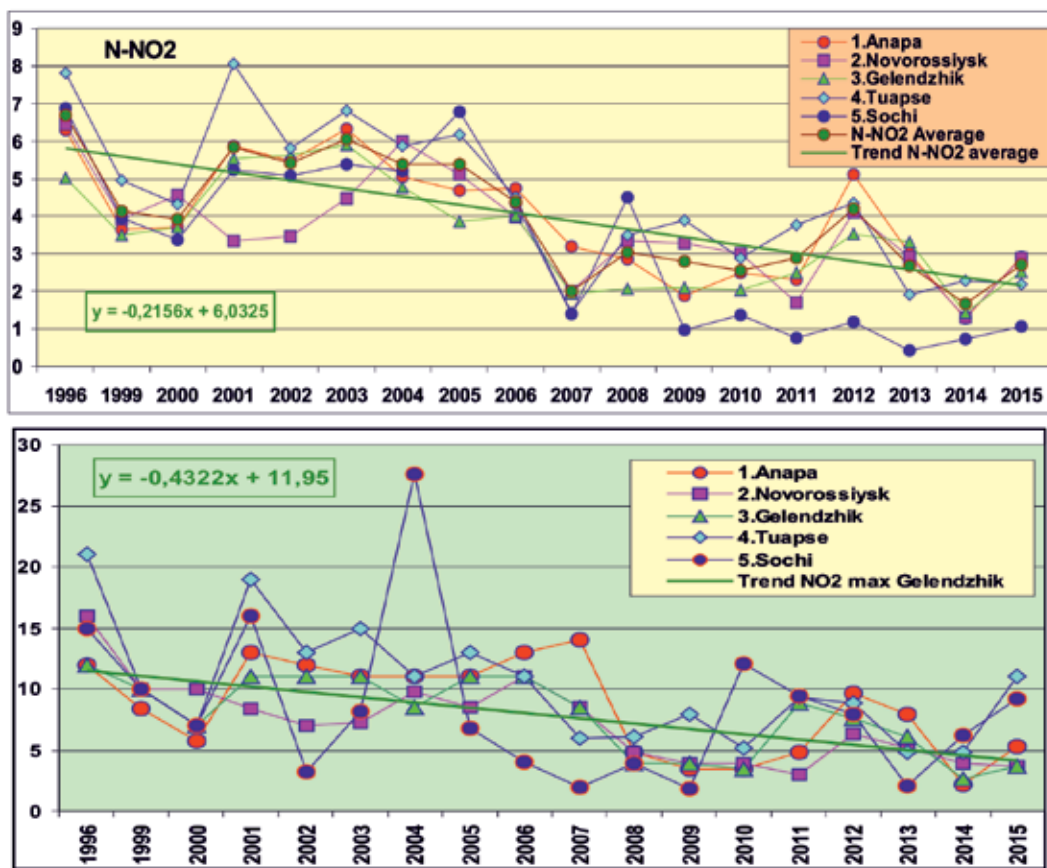


Рис. 3.15. Средняя и максимальная концентрация нитритного азота  $N-NO_2$  ( $\text{мкг}/\text{дм}^3$ ) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996–2015 гг.

сирован. Диапазон значений 7,86–9,59, в среднем 8,66  $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ . Относительное содержание растворенного в воде кислорода было в пределах 98,5–117,1% насыщения и в среднем (107,2%) полностью совпадало с прошлогодним. Индекс ИЗВ (0,38) позволяет отнести воды района к II классу, «чистые» (табл. 3.6). Расчет производился по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, СПАВ, нитритного азота и кислорода.

**Новороссийск.** В 2015 г. на 4 станциях в Цемесской бухте с глубинами 7–13 м было отобрано 16 проб воды из поверхностного слоя. Соленость изменялась в узком диапазоне 17,11–18,85%, наименьшая в середине июля, наибольшая 7 октября; средняя 18,42%. Как и в прошлом году, значения pH находились в узком диапазоне 8,37–8,46, а средняя величина составила 8,42 ед.pH. Значения общей щелочности (3,027–3,187  $\text{мг-экв}/\text{дм}^3$ ) были в пределах обычной сезонной и межгодовой изменчивости. Концентрация фосфора фосфатов варьировала в пределах 50–695–23  $\text{мкг}/\text{дм}^3$ , в среднем 57,8  $\text{мкг}/\text{дм}^3$ , что в 4,7 раза выше прошлогоднего значения (табл. 3.5). Содержание аммонийного азота было в пределах 68,0–99,6  $\text{мкг}/\text{дм}^3$ ; в среднем (78,4  $\text{мкг}/\text{дм}^3$ ) немного меньше прошлогоднего; нитритов 1,9–3,7/2,7  $\text{мкг}/\text{дм}^3$ . Хотя в течение последних двух десятилетий концентрация нитритов постепенно снижалась не только в водах



Новороссийской бухты, но и на всех участках Кавказского побережья, однако в последний год эта тенденция остановилась и значения везде, кроме Туапсе, немного возросли (рис. 3.15). Максимальные значения содержания нитритного азота во всех локальных районах контроля снижались в последние десятилетия даже быстрее, чем средняя концентрация. Однако и этот показатель в 2015 г. сменил тенденцию, а экстремальные значения немного подросли во всех районах примерно до 1/5 норматива. Разброс максимальных величин между различными районами в течение всего периода наблюдений был более существенным, чем между средними значениями. Средняя концентрация кремния выросла почти в два раза по сравнению с предыдущим годом и составила 471 мкг/дм<sup>3</sup>; диапазон значений 160–840 мкг/дм<sup>3</sup>.

Уровень загрязнения поверхностных вод Цемесской бухты нефтяными углеводородами был относительно невысоким. Концентрация НУ во всех 15 обработанных пробах была выше предела обнаружения DL=0,001 мг/дм<sup>3</sup> и достигала 0,088 мг/дм<sup>3</sup> в середине апреля. В 11 про-

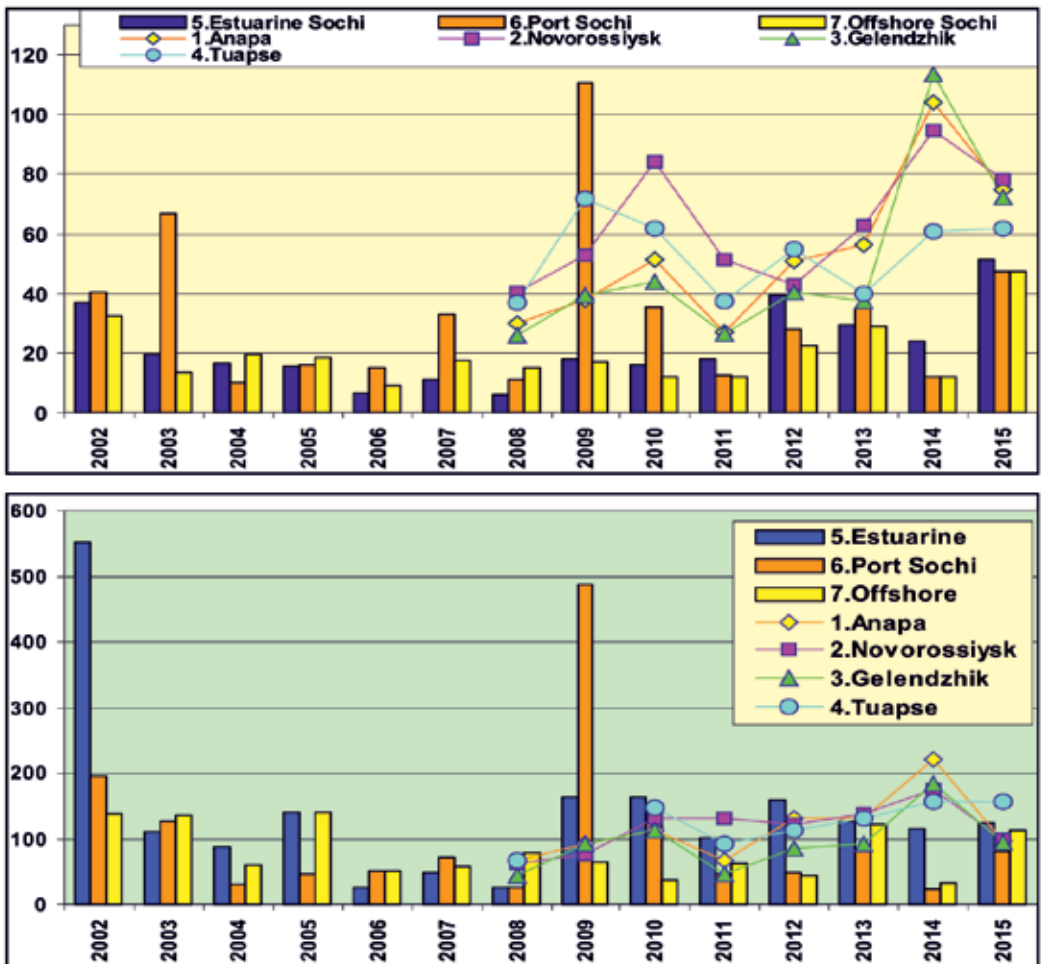
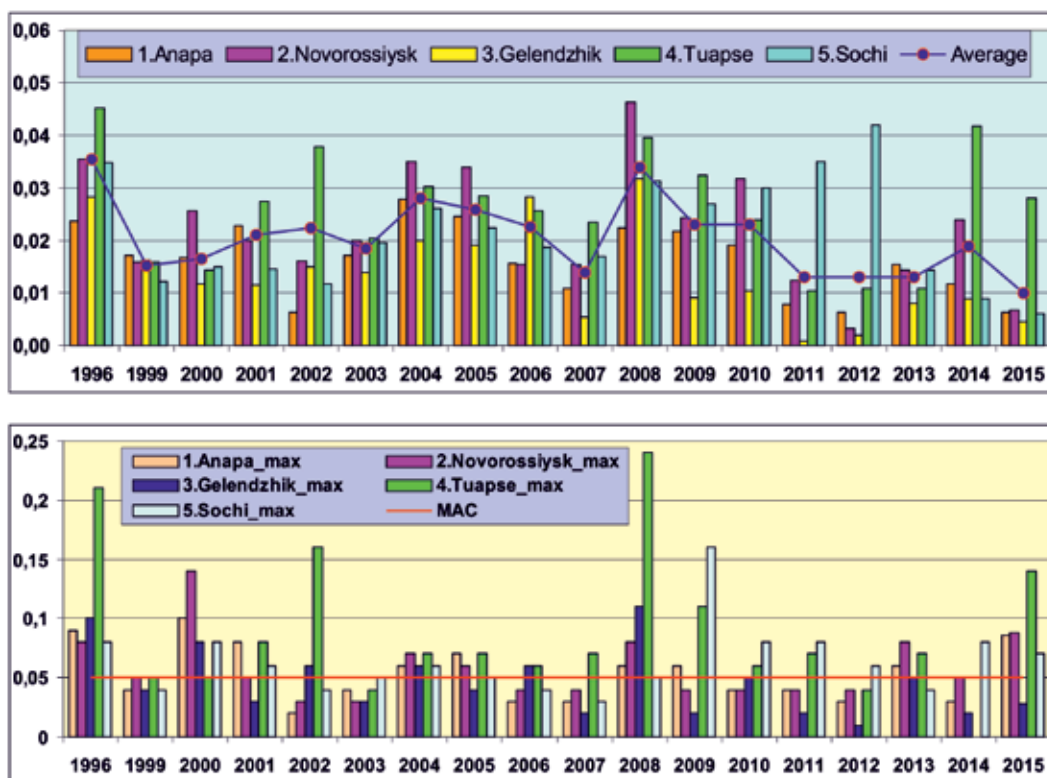


Рис. 3.16. Средняя и максимальная концентрация аммонийного азота  $N-NH_4$  (мкг/дм<sup>3</sup>) в водах прибрежных районов российской части Черного моря в 2002–2015 гг. На рисунке представлены только данные стандартных станций мониторинга без учета дополнительных экспедиционных исследований вдоль всего побережья в 2002–2005 гг.

бах содержание СПАВ изменялось от 3 до 13 мкг/дм<sup>3</sup>, в среднем 7,5 мкг/дм<sup>3</sup>. Кислородный режим был в пределах нормы, диапазон концентрации растворенного в воде кислорода составил 7,68–8,93 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, в среднем 8,29 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Индекс ИЗВ (0,41) позволяет отнести воды района к II классу, «чистые». Расчет производился по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, СПАВ, нитритного азота и кислорода.

**Геленджик.** В Геленджикской бухте на 5 станциях с глубинами 3–6 м было отобрано 20 проб воды. Минимальная соленость (17,62‰) была отмечена 15 июля в северной части бухты на станции №3, а максимальная 15 апреля на станции №1 (18,59‰). Значения рН изменялись в диапазоне 8,38–8,48 ед. рН; общей щелочности — 2,979–3,163 мг-экв/дм<sup>3</sup>, наименьшие величины зафиксированы в середине июля. Максимальная концентрация всех контролируемых биогенных элементов (нитритного и аммонийного азота, фосфатов и силикатов) была значительно ниже ПДК (табл. 3.5). Концентрация аммонийного азота в северной части контролируемой акватории Кавказского побережья после существенного за последние три года подъема почти наполовину снизилась, за исключением акватории порта Туапсе где не было подъема в 2014 г. и соответственно падения в 2015 г. (рис. 3.16). В районе Большого Сочи средние значения концентрации аммонийного азота в целом были в 2–4 раза ниже, а существенных различий между прибрежными и удаленными участками акватории не зафиксировано. В отдельные годы (2003, 2007 и 2009–2010) выделялись высокие значения в водах порта Сочи. За все время наблюдений с 2002 г. в прибрежных водах Кавказского побережья России очень высокое содержание аммо-



**Рис. 3.17.** Средняя и максимальная концентрация нефтяных углеводородов (мг/дм<sup>3</sup>) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 1996–2015 гг.

нийного азота, превышающее 400 мкг/дм<sup>3</sup>, было зафиксировано в 5 пробах. Эти пробы были отобраны в разных местах побережья и в разные годы (Лермонтовка, Каткова Щель, Аше — 2003 и 2005), в том числе дважды в 2002 и 2009 гг. в водах акватории порта Сочи (рис. 3.16).

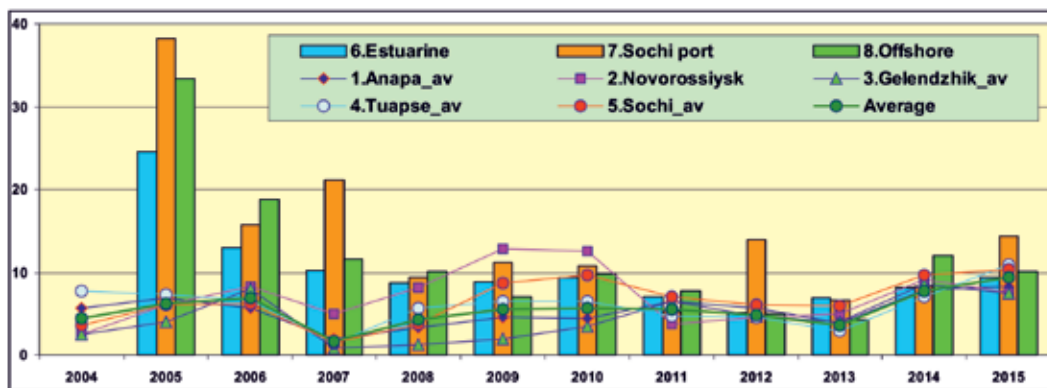
В 11 отобранных пробах из Геленджикской бухты содержание НУ находилось в пределах 0,001–0,028 мг/дм<sup>3</sup> и составило в среднем 0,016 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрация СПАВ 1,3–14 мкг/дм<sup>3</sup>, в среднем 7,4 мкг/дм<sup>3</sup>. Содержание растворенного в воде кислорода изменялась в пределах 8,03–9,70 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, средняя 8,78 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Процентное содержание растворенного кислорода изменялось от 101,9% до 126,9%. Индекс ИЗВ (0,30) позволяет отнести воды района к II классу, «чистые». Расчет производился по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, СПАВ, нитритного азота и кислорода.

**Туапсе.** Кроме трех стандартных гидрохимических съемок в марте, июле и декабре на пяти прибрежных станциях с глубинами от 5 до 10 м (14 проб), наблюдения также проводились еженедельно на штормовой станции №2 с глубиной 6 м у основания волнолома (36 проб). Все пробы отобраны из поверхностного слоя вод. Температура воды за время наблюдений изменялась в интервале 8,6–27,6 °С; соленость 15,88–18,77‰ с максимумом 26 июля. Значения рН и общей щелочности в водах вблизи Туапсе были в пределах обычных межгодовых и сезонных изменений и находились в узком диапазоне 8,23–8,47 ед.рН и 2,853–3,316 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Содержание всех анализируемых форм биогенных элементов в исследуемом прибрежном районе было в диапазоне естественной изменчивости (табл. 3.5).

Содержание нефтяных углеводородов в поверхностном слое вод района изменялось более, чем на 2 порядка от 0,001 до 0,14 мг/дм<sup>3</sup>; максимум достигал 2,8 ПДК и отмечен 12 декабря. Средняя за год величина составила 0,028 мг/дм<sup>3</sup>, что почти в два раза меньше прошлогоднего значения (рис. 3.17). За весь период наблюдений и средние, и максимальные значения концентрации НУ существенно изменялись от года к году, поэтому выделить устойчивый тренд уровня нефтяного загрязнения вод района Туапсе не представляется возможным. Отбор в районе порта проб каждые 10 дней существенно повышает вероятность попадания в «пятно», вероятно вследствие этого экстремально высокие значения здесь встречаются чаще, чем в других районах. В целом на акватории всего Кавказского побережья наблюдается значительная вариабельность среднегодовых величин и существенный уровень различия между районами контроля.

Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ в 82 проанализированных пробах изменялась от 1 до 42 мкг/дм<sup>3</sup>; среднее значение немного превышало прошлогоднее и составило 9,3 мкг/дм<sup>3</sup>. Значения выше 20 мкг/дм<sup>3</sup> были зафиксированы на разных станциях в одной пробе в конце июня и в шести в июле. Многолетняя динамика средней концентрации СПАВ в прибрежных водах Кавказского побережья России показывает в целом незначительный рост примерно в два раза за последнее десятилетие (рис. 3.18). Однако во всех районах контроля межгодовая изменчивость содержания СПАВ была существенной и часто составляла 2–3 раза. В первые годы декады на всех участках акватории Большого Сочи средняя концентрация была значительно выше, чем в последние годы, и почти всегда наибольшая была в поверхностном слое вод порта Сочи. На северных участках акватории Кавказского побережья различия между районами контроля были незначительными за исключением небольшого отрезка 2008–2010 гг. Максимальная концентрация СПАВ в последнее десятилетие во всех районах контроля составляла 5–10–15–20 мкг/дм<sup>3</sup>, за исключением единственного экстремума (42 мкг/дм<sup>3</sup>) в 2015 г. в водах у Туапсе.

Кислородный режим поверхностного слоя вод в районе Туапсе был в пределах нормы. Минимальное значение растворенного кислорода (7,23 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) немного выше прошлогоднего и было зафиксировано 25 октября при температуре воды 19,1 °С и соответствовало 87,1%



**Рис. 3.18.** Средняя и максимальная концентрация СПАВ ( $\text{мкг}/\text{дм}^3$ ) в поверхностном слое вод прибрежных районов российской части Черного моря в 2004–2015 гг.

насыщения; среднее значение было чуть выше прошлогоднего и составило  $8,59 \text{ мг}\text{O}_2/\text{дм}^3$ . Индекс ИЗВ (0,37) позволяет отнести воды района к II классу, «чистые». Расчет производился по среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов, СПАВ, нитритного азота и кислорода.

### 3.4. Прибрежная зона района Сочи — Адлер

В 2015 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, мае, сентябре и ноябре. Наблюдения проводились с борта арендованного малого судна по 30 показателям (гидрология 11, биогенные элементы 7, ТМ 3, пестициды 7, НУ, СПАВ) на 8 станциях, расположенных на участке от устья реки Сочи до устья реки Мзымта (рис. 3.19). 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, 25 и 50 м. На борту судна определялись температура, соленость, хлорность, щелочность, рН, окислительно-восстановительный потенциал морской воды, электропроводность, взвешенные вещества, кислород, аммонийный азот, фосфаты, кремний, нитраты; производилась экстракция нефтяных углеводородов четырёххлористым углеродом, пестицидов гексаном и СПАВ хлороформом, консервация проб на определение металлов — свинца, ртути, железа. Последующий анализ экстрактов и проведение анализов на содержание в пробах остальных наблюдаемых ингредиентов проводился в стационарной лаборатории ЛМЗС СЦГМС ЧАМ. Всего в 2015 г. было отобрано 88 проб воды у Адлера (24), Хосты (24), Сочи (40) и произведено 2072 анализов (536, 536 и 1000 соответственно) по 30 ингредиентам и параметрам, из



**Рис. 3.19.** Расположение станций отбора проб в прибрежной зоне района Сочи — Адлер в 2015 г. Станция VIII расположена на траверзе р. Мзымта в 2 морских милях от берега.

которых измерения гидрологических параметров составили 616 значения, стандартная гидрохимия — 600, НУ и СПАВ по 64, взвешенные вещества 88, ТМ 192 и СОЗ 448.

**Температура** воды в исследуемом прибрежном районе изменялась в пределах от 9,6°С на горизонте 50 м в двух милях от эстуария Мзымты 11 марта до 27,8°С в устье этой реки на поверхности 1 сентября. Среднее значение солёности почти равнялось прошлогоднему и составило 17,40‰; максимум достигал 16,23‰ на двух станциях в конце ноября на глубине 50 м на траверзе устья реки Мзымта и вблизи эстуария ручья Малого (табл. 3.7). Значения рН были в узком диапазоне и не выходили за пределы межгодовой изменчивости: 8,27–8,76 ед.рН. Значения щёлочности изменялись в пределах 2,586–3,115 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Содержание взвешенных веществ в водах района изменялось в течение года в пределах 0,1–15,8 мг/дм<sup>3</sup> (в 2014 г. — 0–5,9; 2013–0,1–7,7; 2012–0,14–14,3; 2011–0,5–37,9 мг/дм<sup>3</sup>), максимальное количество ВВ было отмечено 20 мая в эстуарии реки Хоста у дна на глубине 5 м.

**Таблица 3.7.** Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья в районе Сочи-Адлер в 2015 г.

Район	S,‰	Alk	O <sub>2</sub> *	pH	P <sub>total</sub>	PO <sub>4</sub>	SiO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	N <sub>total</sub>
порт Сочи	17,659/ 18,457	2,879/ 3,057	8,77/ 7,25	8,43/ 8,65	105,5/ 583,3	5,8/ 19,7	57/ 93	47,3/ 79,8	2,9/ 18,6	6,5/ 23,1	466/ 1866
Эстуарии рек	17,063/ 18,669	2,770/ 3,171	8,67/ 7,24	8,55/ 8,81	56,6/ 684,6	6,6/ <b>66,2</b>	129/ <b>1153</b>	51,3/ 123,2	0,9/ 3,8	16,4/ 112,1	157/ 1531
Открытые воды	17,589/ 18,938	2,810/ 3,171	9,00/ 7,38	8,57/ 8,76	57,9/ 551,7	5,1/ 34,0	66/ 192	47,3/ 113,1	0,7/ 5,2	6,0/ 14,6	193/ 2211
Суммарно район	17,404/ 18,938	2,800/ 3,171	8,86/ 7,24	8,55/ 8,81	63,2/ 684,6	6,0/ <b>66,2</b>	96/ <b>1153</b>	49,3/ 123,2	1,1/ 18,6	11,2/ 112,1	209/ 2211

Alk — мг-экв/дм<sup>3</sup>; O<sub>2</sub> — мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; биогенные элементы — мкг/дм<sup>3</sup>.  
O<sub>2</sub>\* — средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода. Максимальные значения фосфатов и силикатов в устьях рек превышали ПДК.

В 2015 г. концентрация аммонийного азота в водах района Адлер-Сочи изменялась от 1,5 до 123,2 мкг/дм<sup>3</sup> в устье р. Сочи 20 мая на поверхности; средняя по всем станциям составила 49,3 мкг/дм<sup>3</sup>, что в 2,7 раза больше прошлогодней. Как и в предыдущий год различие в средней концентрации аммония в поверхностном и придонном слоях отмечено не было —

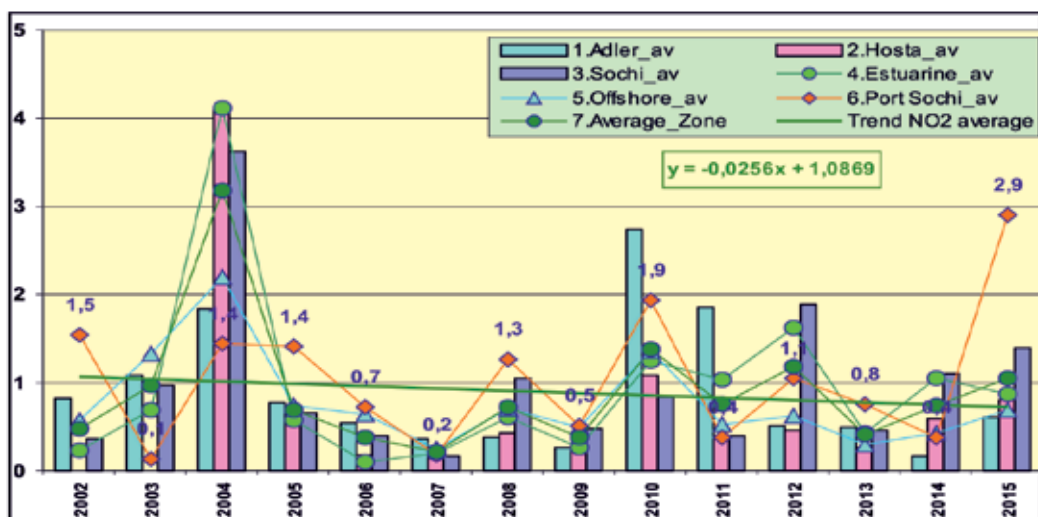


Рис. 3.20. Средняя концентрация нитритов  $N\text{-NO}_2$  ( $\text{мкг}/\text{дм}^3$ ) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2002–2015 гг.

49,27 и 49,78  $\text{мкг}/\text{дм}^3$  соответственно. Концентрация нитритного азота изменялась от значений ниже предела обнаружения  $DL=0,1 \text{ мкг}/\text{дм}^3$  в 21 пробе из 64 до 18,6  $\text{мкг}/\text{дм}^3$  (0,8 ПДК) на поверхности акватории порта Сочи 1 сентября. Средняя составила 1,05  $\text{мкг}/\text{дм}^3$ , что почти в полтора раза выше прошлогодней. Средняя за год концентрация по всем станциям в поверхностном слое составила 1,29; а в подповерхностном столбе воды до дна 0,81  $\text{мкг}/\text{дм}^3$ . В водах Кавказского побережья России многолетняя динамика среднегодовой концентрации нитритного азота демонстрирует значительные межгодовые колебания его содержания в разных участках акватории, а в целом незначительным трендом на понижение (рис. 3.15). Однако на

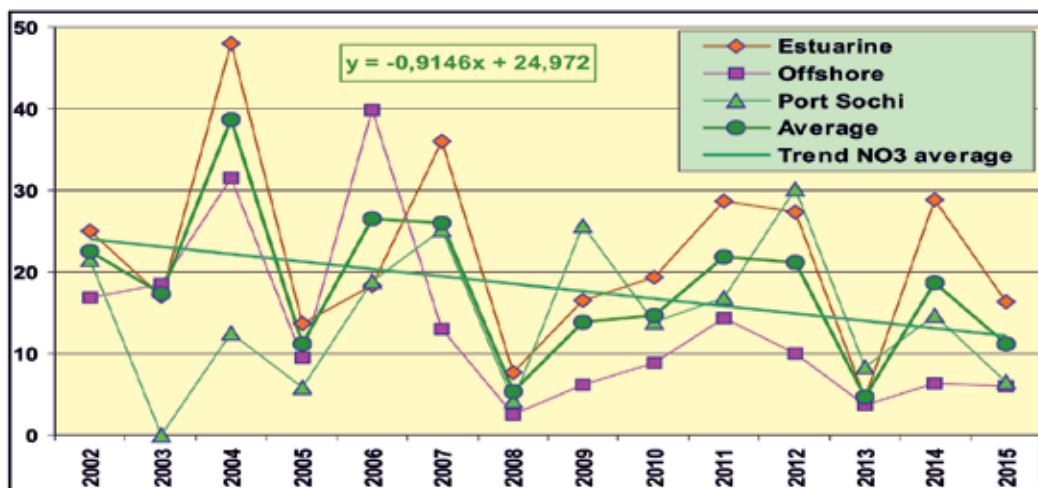


Рис. 3.21. Средняя концентрация нитратов  $N\text{-NO}_3$  ( $\text{мкг}/\text{дм}^3$ ) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2002–2015 гг.

ожном участке побережья в последние 2 года происходило небольшое повышение значений на всех участках у Адлера, Хосты и Сочи (рис. 3.20). В то же время в эстуарных участках района было небольшое снижение величин, а в водах порта Сочи после двухлетнего снижения отмечен значительный скачок среднегодовой концентрации аммонийного азота. Вероятно содержание аммония в прибрежных водах между устьями рек Адлер и Сочи не проявляет устойчивую многолетнюю тенденцию, но показывает двух-трехлетнюю периодичность повышенных и пониженных значений. Динамика максимальных значений показывает наличие двух экстремумов более 20 мкг/дм<sup>3</sup> в эстуарных участках акватории в 2004 и 2011–2012 гг., а также в порту Сочи в 2015 г.

Концентрация **нитратов** изменялась в диапазоне от 0,1 до 112,1 мкг/дм<sup>3</sup>, составив в среднем 11,23 мкг/дм<sup>3</sup>, что в 1,7 раза меньше прошлогоднего; максимум также в 2,2 ниже. Наибольшая величина была зафиксирована в устье реки Сочи 25 ноября на поверхности. В целом в последние тринадцать лет на всех участках прибрежной акватории Большого Сочи среднегодовое содержание нитратов достаточно резко и синхронно изменялось в основном в пределах 5–30 мкг/дм<sup>3</sup>; одновременно проявляется общий тренд на снижение (рис. 3.21). Диапазон изменчивости в последние годы существенно сузился. Максимальные величины достигали 500–900 мкг/дм<sup>3</sup> в пять лет наблюдений, однако начиная с 2007 г. не превышали 250 мкг/дм<sup>3</sup> на устьевых участках акватории и 110 мкг/дм<sup>3</sup> в порту Сочи и на удалении от берега. Содержание общего азота изменялось, как обычно, в очень широком диапазоне от аналитического нуля в двух пробах из поверхностного слоя в устье Мзымты и ручья Малый до очень высокой величины 2210,6 мкг/дм<sup>3</sup>, составив в среднем 209,2 мкг/дм<sup>3</sup> (уменьшение в 1,2 раза); максимальная концентрация в три раза выше прошлогодней. В отличие от прошлого года существовало различие между слоями: в поверхностном среднегодовая концентрация по всем станциям немного увеличилась примерно в 1,1 раза и составила 294 мкг/дм<sup>3</sup>; а вот в придонном слое уменьшилась в 2 раза и составила 128 мкг/дм<sup>3</sup>. Среднее содержание суммарного азота в порту Сочи 466 мкг/дм<sup>3</sup> (2014–345; 2013–220), в эстуариях рек 157 мкг/дм<sup>3</sup> (286; 192) и в открытом море 193 мкг/дм<sup>3</sup> (198; 224,8).

Концентрация **фосфатов** изменялась от аналитического нуля в 15 пробах из 64 проанализированных до 66,2 мкг/дм<sup>3</sup> (уменьшение в 2,6 раза) в придонном слое вод у устья ручья Малый 1 сентября. Средняя за год концентрация по всем станциям составила 6,0 мкг/дм<sup>3</sup> (2014–12,6; 2013–13,5); в поверхностном слое — 4,6 мкг/дм<sup>3</sup>, в глубинных слоях 7,3 мкг/дм<sup>3</sup>. Как

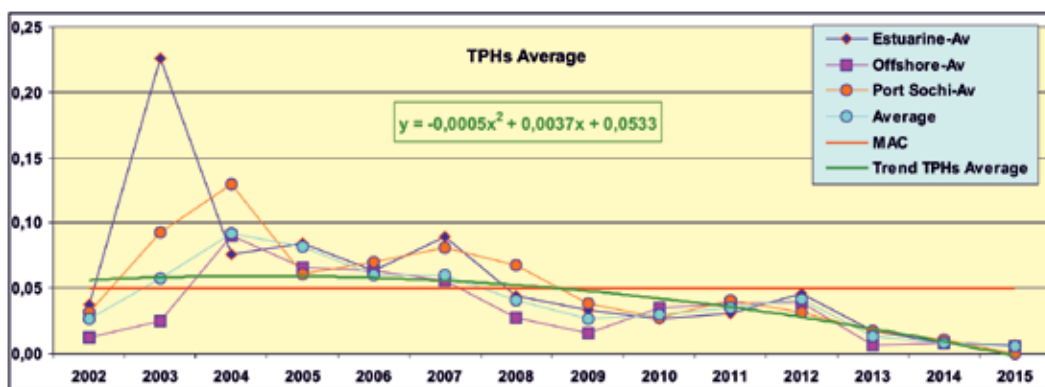
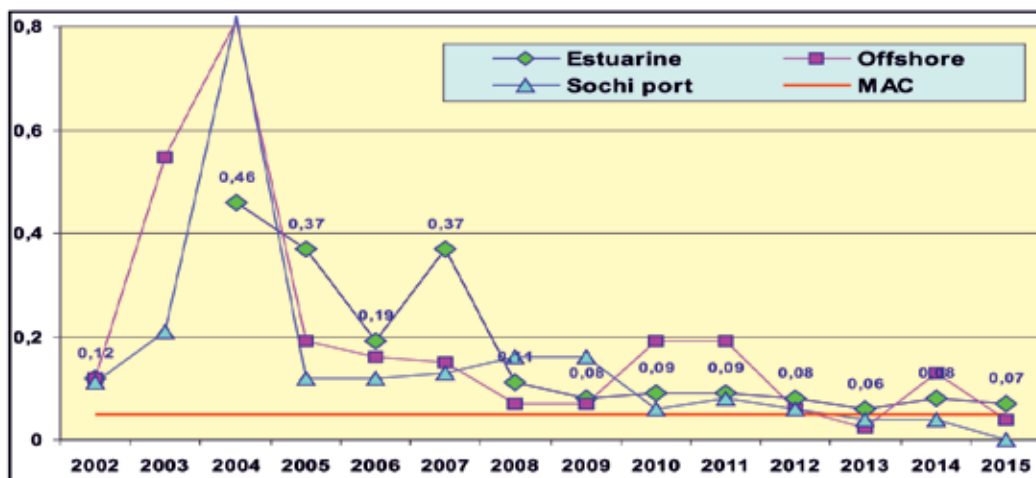


Рис. 3.22. Средняя концентрация нефтяных углеводородов (мг/дм<sup>3</sup>) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2002–2015 гг.

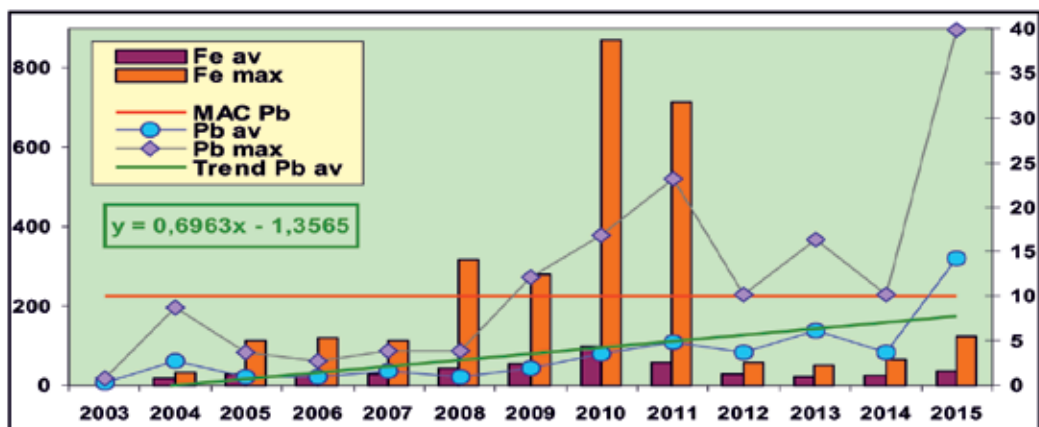


**Рис. 3.23.** Максимальная концентрация нефтяных углеводородов ( $\text{мг}/\text{дм}^3$ ) в прибрежных водах района Адлер–Сочи в 2002–2015 гг. На графике не указано максимальное для всего Кавказского побережья значение  $3,2 \text{ мг}/\text{дм}^3$ , зафиксированное 27 сентября 2003 г. на поверхности у пос. Новая Мацеста.

и в прошлом году, содержание в воде фосфатов было наименьшим в открытых водах района ( $5,1 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ ), а в эстуарных районах рек исследованной акватории ( $6,6$ ) и в водах порта Сочи ( $5,8$ ) было примерно одинаковым. Среднегодовая величина общего фосфора варьировала от  $1,0 \text{ мкг}/\text{дм}^3$  на поверхности на траверзе р. Сочи в конце ноября до  $684,6 \text{ мкг}/\text{дм}^3$  в устье реки Хоста 20 мая; среднее значение составило  $63,2 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ , в 1,8 раза больше прошлогоднего. В поверхностном слое вод района среднее значение равнялось  $102,6 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ , а в глубинных водах  $23,8 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ . Концентрация **силикатов** в пересчете на кремний варьировала в диапазоне от  $0,8$  до  $1153 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ , максимум был в 1,5 раза ниже прошлогоднего и был зафиксирован в эстуарии реки Сочи 25 ноября. Средняя составила  $96 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ , что в 3,3 раза меньше прошлогоднего. В отличие от прошлого года два высоких значения  $633$  и  $1153 \text{ мкг}/\text{дм}^3$  были зафиксированы в устье р. Сочи 20 мая и 25 ноября. Поскольку важнейшим источником силикатов является речной сток, их содержание в эстуарной области рек было наибольшим ( $129 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ ), в два раза меньше в порту Сочи ( $57$ ) и в открытых водах на удалении от берега ( $66$ ). В поверхностном слое в целом по району исследования содержание кремниевой кислоты ( $120$ ) было выше, чем в глубинных водах или в придонном слое на мелководье ( $72 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ ).

В 2015 г. в районе между реками Мзымта и Сочи уровень содержания **нефтяных углеводородов** изменялся в диапазоне от аналитического нуля ( $72\%$  — 46 пробы из 64) до  $0,07 \text{ мг}/\text{дм}^3$  ( $1,4 \text{ ПДК}$ ); в среднем составил  $0,0056 \text{ мг}/\text{дм}^3$  (табл. 3.8). Максимальная величина была почти в 2 раза меньше прошлогодней, а средняя уменьшилась в 1,6 раза. Наибольшая концентрация зафиксирована 1 сентября в придонном слое глубине 5 м в устье реки Сочи. В поверхностном слое вод содержание НУ было немного меньше ( $0,0044 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ), чем в глубинных и придонных слоях ( $0,0066 \text{ мг}/\text{дм}^3$ ). В целом на всей акватории прибрежного района Большого Сочи содержание нефтяных углеводородов постепенно снижается за последнее десятилетие до десятых долей ПДК (рис. 3.22). Снижение наблюдается как в водах порта Сочи и эстуарных участках, так и на двухмильном удалении от берега, причем различия между районами несущественны. Аналогичная многолетняя динамика максимальной концентрации НУ наблю-





**Рис. 3.24.** Средняя и максимальная концентрация железа и свинца (мкг/дм³) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2003–2015 гг.

дается на всех участках рассматриваемой акватории, однако по этой характеристике районы различаются больше (рис. 3.23). Обычно повышенные значения наблюдаются в приустьевых районах рек, но экстремальные величины 2004 г. были отмечены в порту и в открытом море. Характерным является также низкий уровень нефтяного загрязнения вод в порту Сочи, где последние три года даже максимальная концентрация НУ не достигала норматива.

**СПАВ** присутствовали во всех исследованных пробах воды в незначительном количестве. Концентрация изменялась в диапазоне 4,1–20,0 мкг/дм³, максимум был почти в 4 раза ниже прошлогоднего и составил 0,2 ПДК в двух пробах с поверхности акватории порта (май и сентябрь); среднее значение практически равнялось прошлогоднему и составило 10,3 мкг/дм³. Распределение детергентов было относительно однородным по всей исследованной акватории; немного повышенные значения были в водах порта Сочи (средняя 14,3 мг/дм³) и немного меньше в эстуарных (9,4) и мористых (10,1) участках района. Концентрация хлорорганических пестицидов и гербицида трифлуралина во всех 64 пробах воды была ниже предела обнаружения используемого метода химического анализа. Последний раз пестициды группы ДДТ были обнаружены в морских водах района в 2005 г. Диапазон значений концентрации определяемых по БПК<sub>5</sub> органических веществ не изменился по сравнению с прошлым годом и составил 0,37–2,36 мгО<sub>2</sub>/дм³; максимум был зафиксирован в придонном слое у устья реки Сочи 1 сентября при температуре воды 27,0°C и солености 18,22‰. Среднее значение по всему району составило 1,15 мгО<sub>2</sub>/дм³, что на 7% меньше прошлогоднего. Различия между мористыми участками, эстуарными и акваторией порта незначительные — средние 1,20; 1,09 и 1,25 мгО<sub>2</sub>/дм³ соответственно. Как и в прошлом году в глубинных слоях воды содержание органических веществ было на 23% больше (1,27 мгО<sub>2</sub>/дм³), чем в поверхностном (1,03 мгО<sub>2</sub>/дм³).

**Hg.** Концентрация растворенной в морской воде ртути была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (DL=0,01 мкг/дм³) во всех 64 проанализированных пробах. В последние пять лет ртуть в прибрежных водах Большого Сочи была обнаружена только в апреле 2013 г. с максимумом 0,0042 мкг/дм³.

**Pb.** Содержание свинца в прибрежных водах района Сочи-Адлер было в диапазоне 1,6–39,9 мкг/дм³; среднегодовая величина увеличилась почти в 4 раза по сравнению с предыдущим годом до 14,28 мкг/дм³. Максимум также вырос в 4 раза (4,0 ПДК) и был отмечен на

поверхности акватории порта Сочи 11 марта. Всего в 43 пробах из 64 (67%) концентрация свинца была выше норматива. В целом за последнее десятилетие наблюдается повышение и средних и экстремальных значений содержания свинца в водах района (рис. 3.24). В 2015 г. средняя концентрация впервые превысила ПДК.

**Fe.** Концентрация железа в водах района между устьями рек Мзымта и Сочи изменялось в диапазоне 7,1–123,0 мкг/дм<sup>3</sup> и в отличие от прошлого года в 16 пробах (25%) превышала ПДК, в основном в водах порта Сочи и эстуариях рек в марте и ноябре. Однако максимальное значение (2,5 ПДК) было зафиксировано мористее устья реки Хоста на глубине 50 м в конце ноября. В водах порта Сочи среднегодовая концентрация железа составила 44,7; в эстуарных участках 36,4, а в открытом море 33,8 мкг/дм<sup>3</sup>. В поверхностном и придонном слоях воды отличалась незначительно — 32,7 и 42,2 мкг/дм<sup>3</sup> соответственно, а среднегодовая для всех проб составила 36,5 мкг/дм<sup>3</sup>. За последнюю декаду наблюдался четырехлетний период 2008–2011 гг. очень высоких максимальных значений концентрации железа (281–869 мкг/дм<sup>3</sup>), до и после которого экстремум обычно не превышал 1–2 ПДК. Вследствие этого нельзя выделить какой-либо тренд многолетнего содержания железа в водах района Большого Сочи, однако очевидно присутствие существенных межгодовых изменений.

**Кислородный** режим вод исследуемого прибрежного района был в пределах обычной сезонной и межгодовой изменчивости. Минимальная концентрация (7,24 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, 71% насыщения) была отмечена 25 ноября в придонном слое на глубине 5 м в эстуарной зоне ручья Малый при 14,4 °С. Вертикальное перемешивание вод до нижнего горизонта отбора проб (50 м) было достаточным, чтобы различий между поверхностным и подстилающими слоями не наблюдалось: средняя на поверхности 8,69 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, а в более глубоких слоях 8,95 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>; средняя по всем пробам 8,86 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. В среднем по всем станциям и горизонтам насыщение воды кислородом составило 90,4% (в 2014 г. — 107,2%), диапазон 71–111%.

**Таблица 3.8.** Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в прибрежных водах акватории Черного моря в районе Сочи–Адлер в 2013–2015 гг.

Район	Ингредиент	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Сочи — Адлер	НУ	0,014	0,3	0,009	0,2	0,006	0,1
		0,06	1,2	0,13	2,6	0,07	1,4
	СПАВ	5,9	<0,1	9,6	<0,1	10,3	0,1
		35,5	0,4	76,0	0,8	20,0	0,2
	Аммонийный азот*	29,9	<0,1	18,0	<0,1	49,3	<0,1
		127,4	<0,1	115,3	<0,1	123,2	<0,1
	Железо	22,8	0,5	24,3	0,5	36,5	0,73
		52,6	1,1	64,5	1,3	123,0	2,5
	Свинец	6,2	0,6	3,7	0,4	14,3	1,4
16,4		1,6	10,3	1,0	39,9	4	
БПК <sub>5</sub> мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	1,1	0,4	1,2	0,4	1,15	0,4	
	2,0	0,7	2,0	0,7	2,36	0,8	
Взвешенные вещества	1,96	0,2	2,02	0,2	2,63	0,3	
	7,7	0,8	5,9	0,6	15,8	1,6	
Кислород	9,46		8,94		8,86		
	7,87		7,75		7,24		

Примечания: 1. Среднегодовая концентрация (С\*) нефтяных углеводородов, взвешенных веществ и растворенного в воде кислорода приведена в мг/дм<sup>3</sup>; аммонийного азота, АПАВ, железа и свинца в мкг/дм<sup>3</sup>.

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

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

4. Аммонийный азот\* — использовано значение ПДК в пересчете на азот (2256 мкгN/дм<sup>3</sup>).

5. Концентрация ртути и всех пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ была ниже предела обнаружения используемого метода химического анализа.

**Район Сочи-Адлер.** В целом загрязнение прибрежных вод Большого Сочи между эстуариями рек Сочи и Мзымта было невысоким. По расчетному комплексному индексу загрязненности вод ИЗВ в 2015 г. (0,81) воды могут быть охарактеризованы как «умеренно загрязненные» (табл. 3.6). Средние значения большинства контролируемых загрязняющих веществ, за исключением свинца, были существенно ниже установленных для морских вод нормативов. Максимальная концентрация превышала ПДК для нефтяных углеводородов (1,4 ПДК), железа (2,5 ПДК), свинца (4,0 ПДК) и взвешенных веществ (1,6 ПДК). Наибольшее содержание легкоокисляемого органического вещества, определяемого по БПК<sub>5</sub>, не достигало установленного предела и составляло 0,8 ПДК. Хлорорганические пестициды и гербицид трифлуралин в пробах морской воды выявлены не были. Рассчитанные значения для отдельных участков акватории значения индекса ИЗВ были близкими и без значительных отличий в составе загрязняющих веществ. При этом воды акватории порта Сочи очевидно были более загрязненными по сравнению с эстуарными участками рек Сочи, Хоста и Мзымта и тем более с удаленными от берега открытыми водами. Индекс комплексности загрязненности вод достаточно высокий: 27%, поскольку четыре параметра из 15 нормируемых превышали ПДК (Fe, Pb, HУ и ВВ). Район работ характеризуется единичной повторяемостью превышения ПДК (менее 10%) по нефтяным углеводородам (1,6%) и взвешенным веществам (4,5%); неустойчивой повторяемостью по железу (25%) и характерной (67%) по свинцу. Уровень кратности превышения ПДК максимальным значением был низким (менее двух раз) для HУ и ВВ, и средним (2–10 раз) для Fe и Pb. В последние годы существенных изменений качества морских вод отмечено не было и общий уровень загрязнения незначительный. Некоторое ухудшение в 2015 г. почти полностью определялось существенным увеличением загрязнения вод свинцом. Состояние вод района в многолетней динамике оценивается как стабильное.

**Таблица 3.6.** Оценка качества вод прибрежной акватории Черного моря в районе Сочи–Адлер в 2013–2015 гг.

Районы и подрайоны	2013 г.		2014 г.		2015 г.		Среднее содержание ЗВ в 2015 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
1. Анапа	0,29	II	0,25	I	0,38	II	HУ 0,62; NO <sub>2</sub> 0,14; СПАВ 0,08; O <sub>2</sub> 0,69
2. Новороссийск	0,29	II	0,32	II	0,41	II	HУ 0,72; NO <sub>2</sub> 0,11; СПАВ 0,08; O <sub>2</sub> 0,72
3. Геленджик	0,27	II	0,24	I	0,30	II	HУ 0,33; NO <sub>2</sub> 0,10; СПАВ 0,07; O <sub>2</sub> 0,68
4. Туапсе	0,26	II	0,42	II	0,37	II	HУ 0,55; NO <sub>2</sub> 0,12; СПАВ 0,11; O <sub>2</sub> 0,70
5. Район Сочи – Адлер	0,50	II	0,48	II	0,81	III	Fe 0,73; Pb 1,43; БПК <sub>5</sub> 0,38; O <sub>2</sub> 0,68
5.1. Акватория порта Сочи	0,53	II	0,47	II	0,96	III	Fe 0,89; Pb 1,83; БПК <sub>5</sub> 0,42; O <sub>2</sub> 0,68
5.2. Устья рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый	0,52	II	0,49	II	0,82	III	Fe 0,73; Pb 1,50; БПК <sub>5</sub> 0,36; O <sub>2</sub> 0,69
5.3. Открытое море	0,45	II	0,48	II	0,74	II	Fe 0,68; Pb 1,20; БПК <sub>5</sub> 0,40; O <sub>2</sub> 0,67

## СПИСОК опубликованных Ежегодников

- Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1966 г. — А.С. Пахомова, Н.А. Афанасьева, А.К. Величквич, Е.П. Кириллова, под ред. А.И. Симонова и А.С. Пахомовой. — Москва, 1968, 161 с.
- Обзор химических загрязнений прибрежных вод морей СССР за 1967 г. — А.С. Пахомова, А.К. Величквич, Е.П. Кириллова, под ред. А.И. Симонова и А.С. Пахомовой. — Москва, 1969, 282 с.
- Обзор состояния химического загрязнения прибрежных вод морей Советского Союза за 1968 год. — А.С. Пахомова, Н.А. Афанасьева, А.К. Величквич, Е.П. Кириллова, Г.В. Лебедева, И.А. Акимова, под ред. А.И. Симонова и А.С. Пахомовой. — Москва, 1969, 257 с.
- Обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1969 г. — Т.А. Бакум, Е.П. Кириллова, Л.К. Лыкова, С.К. Ревина, Н.А. Соловьева, И.А. Акимова, В.В. Мошков, Т.Б. Хороших, А.С. Пахомова, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1970, 650 с.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1970 год — С.К. Ревина, Н.А. Афанасьева, А.К. Величквич, Е.П. Кириллова, А.С. Пахомова, Н.А. Соловьева, Т.А. Бакум, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1971, 64 с.
- Обзор состояния загрязненности дальневосточных морей СССР в 1970 г. — А.С. Пахомова, С.К. Ревина, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1971, 87 с.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1976 год. — Н.А. Родионов, Н.А. Афанасьева, Н.С. Езжалкина, Т.А. Бакум, А.Н. Зубакина, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1977, 120 с.
- Краткий обзор состояния химического загрязнения морей Советского Союза за 1980 г. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Т.А. Иноземцева, Н.А. Казакова, И.Г. Матвейчук, Н.А. Родионов, Е.Г. Седова, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1981, 166 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1981 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, Н.А. Родионов, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1982, 149 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1982 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, Н.А. Родионов, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1983, 132 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1984 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Б.М. Затучная, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, В.М. Пищальник, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1985, 149 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1985 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Н.С. Гейдарова, Б.М. Затучная, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, В.М. Пищальник, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1986, 177 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1986 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1987, 132 с.
- Обзор состояния химического загрязнения вод отдельных районов Мирового океана за период 1986–1988 гг. — В.А. Михайлов, В.И. Михайлов, И.Г. Орлова, И.А. Писарева, Е.А. Собченко, А.В. Ткалин, под ред. А.И. Симонова и И.Г. Орловой. — Москва, 1989, 143 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1987 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Бакум, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1988, 179 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1988 год. — Н.А. Афанасьева, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иванова, Т.А. Иноземцева, Ю.С. Лукьянов, под ред. А.И. Симонова. — Москва, 1989, 208 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1989 год. — Н.А. Афанасьева, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иванова, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, И.А. Писарева, О.А. Симонова, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1990, 279 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1990 год. — Н.А. Афанасьева, Н.С. Гейдарова, Т.А. Иванова, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, И.А. Писарева, О.А. Симонова, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1991, 277 с.

- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1991 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, М.В. Кудряшенко, И.Г. Матвейчук, Ю.Ю. Фомин, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1992, 347 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1992 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, М.В. Кудряшенко, И.Г. Матвейчук, Ю.Ю. Фомин, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1996, 247 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1993 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, М.В. Кудряшенко, И.Г. Матвейчук, Ю.Ю. Фомин, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1996, 230 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1994 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, М.В. Кудряшенко, И.Г. Матвейчук, Ю.Ю. Фомин, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1996, 126 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1995 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, О.А. Симонова, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1996, 261 с.
- Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1996 год. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, Г.К. Ильинская, Ю.С. Лукьянов, И.Г. Матвейчук, О.А. Симонова, под ред. С.В. Кирьянова. — Москва, 1997, 110 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 1999. — Н.А. Афанасьева, Т.А. Иванова, И.Г. Матвейчук, под ред. А.Н. Коршенко. — Санкт-Петербург, Гидрометеоздат, 2001, 80 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2000. — Н.А. Афанасьева, И.Г. Матвейчук, И.Я. Агарова, Т.И. Плотникова, В.П. Лучков, под ред. А.Н. Коршенко, Санкт-Петербург. — Гидрометеоздат, 2002, 114 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2002. — И.Г. Матвейчук, Т.И. Плотникова, В.П. Лучков, под ред. А.Н. Коршенко. — Санкт-Петербург, Гидрометеоздат, 2005, 127 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2003. — А.Н. Коршенко, И.Г. Матвейчук, Т.И. Плотникова, В.П. Лучков. — М, Метеоагентство Росгидромета, 2005, 111 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2004. — А.Н. Коршенко, И.Г. Матвейчук, Т.И. Плотникова, В.П. Лучков, В.С. Кирьянов. — М, Метеоагентство Росгидромета, 2006, 200 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2005. — Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Удовенко А.В., Лучков В.П. — М, Метеоагентство Росгидромета, 2008, 166 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2006. — Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Удовенко А.В. — Москва, Обнинск, «Артифекс», 2008, 146 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2007. — Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., Кирьянов В.С. — Обнинск, ОАО «ФОР», 2009, 200 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2008. — Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Панова А.И., Иванов Д.Б., Кирьянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В., Ермаков В.Б. — Обнинск, ОАО «ФОР», 2009, 192 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2009. — Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Кирьянов В.С., Крутов А.Н., Кочетков В.В. — Обнинск, «Артифекс», 2010, 174 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2010. — Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифекс», 2011, 196 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2011. — Под ред. Коршенко А.Н., Обнинск, «Артифекс», 2012, 196 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2012. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2013, 200 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2013. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2014, 208 с.
- Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2014. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2015, 156 с.

# CONTENTS

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

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

# СОДЕРЖАНИЕ

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



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

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

ISBN 978-5-9500646-0-9

© Коршенко А.Н.

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

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

Тираж 400 экз. Зак. №

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

ISBN 978-5-9500646-0-9



9 785950 064609