

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

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

(ГОИН)



**КАЧЕСТВО МОРСКИХ ВОД
ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ
ПОКАЗАТЕЛЯМ**

Е Ж Е Г О Д Н И К

2009

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

**Обнинск
«Артифлекс»**

2010

4. ЧЕРНОЕ МОРЕ

4.1. Общая характеристика

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

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

По особенностям формирования характеристикам воды моря подразделяют на поверхностные с соленостью до 18‰, промежуточные и глубинные. Циркуляция поверхностных вод моря циклоническая. Выделяются два крупных центральных круговорота в восточной и

западных частях моря. Скорость течения увеличивается от 10 см/с в центре до 25 см/с на периферии этих круговоротов. С глубиной скорости течений быстро затухают до глубин порядка 100 м.

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

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

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

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

Кавказское побережье и прилегающие районы моря отличаются наименьшими скоростями ветра в течение всего года. Это объясняется влиянием горных хребтов Северного Кавказа, расположенных здесь почти параллельно берегу.

Динамика вод в прибрежной зоне, ограниченной кромкой шельфа, обуславливается взаимодействием центрального циклонического общечерноморского течения (ОЧТ) и локальными потоками. Последние весьма изменчивы, часто носят вихревой характер и во многом зависят от орографии дна и других местных условий; ОЧТ приурочено к материковому склону шириной 40-80 км и имеет струйный характер со скоростью на поверхности 0,4-0,5 м/с. Границы между зонами течений условны, особенно при развитой синоптической изменчивости ОЧТ.

Повторяемость таких ситуаций велика весной и осенью при общем ослаблении циркуляции вод. Нисходящие движения преобладают в прибрежной зоне и в течениях с северной составляющей скорости.

Сезонные колебания температуры воды определяется гелиофизическими факторами и локальными характеристиками акватории (морфология дна и берегов, объем, циркуляция вод и структура гидрологических полей). Минимальная среднемесячная температура поверхностного слоя воды в прибрежной зоне на всех станциях наблюдается в феврале и составляет 6,2-8,6⁰С. В марте начинается прогрев прибрежной акватории, особенно на мелководных участках. К апрелю поверхностная температура выравнивается и становится близка к 10-11⁰С. В мае-июне продолжается быстрый прогрев вод. Максимум температуры наблюдается в августе и составляет 23,5-24,9⁰С. В сентябре начинается повсеместное выхолаживание вод с опережением в мелководных районах, вследствие чего уже в октябре-ноябре наблюдается зимний тип распределения температуры поверхностного слоя прибрежных вод с минимумами в мелководных и максимумами в относительно приглубых областях.

Сезонный ход солености поверхностного слоя прибрежных вод обуславливается изменением соотношения речного стока и общей циркуляции. Годовой речной сток малых рек Кавказа составляет примерно в 7,17 км³. Прибрежные воды от Анапы до Сочи относятся к району с относительно пониженной соленостью во все сезоны года. Особенно заметно локальное понижение солености на юге района, в месте впадения в море р. Сочи. От этого участка по направлению к северу соленость повышается. Минимум в сезонном ходе приходится на апрель-март на всех участках района и меняется от 16,39‰ (Сочи) до 17,99‰ (Анапа). Летом наблюдается незначительное повышение солености прибрежных вод, максимум обычно отмечается в октябре-ноябре в диапазоне и составляет от 16,92‰ (Сочи) до 18,26‰ (Анапа).

Ледообразование в районе обычно не происходит.

4.2. Гидрохимическое состояние вод Варненского залива

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

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

Таблица 4.1.

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

2009	рН	S‰	O ₂	O ₂	БПК ₅	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NH ₄ -N	P _{общ}	PO ₄ -P	Si
Мин.	8.05	15.62	6.03	82.7	1.14	24.2	1.3	11.1	9.0	1.3	78
Макс	8.33	17.43	11.62	111.3	6.13	219	11.1	63.4	22.4	17.5	495
Средн	8.23	16.41	8.82	93	2.65	61.4	3.6	21.6	14.0	7.8	206

Наиболее высокая концентрация биогенных элементов устанавливается в осенне-зимний период, тогда как самые низкие (NO₃-N <70 мкг/л, PO₄-P < 10 мкг/л) зафиксированы летом. В отличие от нитритов и нитратов с июня по сентябрь преобладают повышенные значения концентрации аммонийного азота в диапазоне 25-40мкг/л. Сезонная динамика кремния отличается высокими значениями (>300 мкг/л) с января по март. По сравнению с предыдущим годом среднее содержание БПК₅, нитратного азота и фосфатов повысилось, а содержание аммония и кремния снизилось.

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

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

4.3. Источники загрязнения украинской части моря

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

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

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

4.4. Загрязнение прибрежных вод украинской части моря

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

4.4.1. Дельта р. Дунай

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

В водах дельты р. Дунай отмечались единичные случаи присутствия **хлорорганических пестицидов**. При этом максимальная концентрация соединений достигала высоких величин: α-ГХЦГ- максимум 20 нг/л (май), γ-ГХЦГ – 73 нг/л (июнь), ДДЭ – 76 нг/л (май), ДДД – 150 и ДДТ –

126 нг/л (апрель). Средняя за год концентрация этих пестицидов существенно ниже и осталась на уровне сопоставимых периодов наблюдений в 2007-2008 гг.

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

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

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

4.4.2. Дельтовые водотоки

Загрязнение **нефтяными углеводородами** вод дельты было незначительным. Максимальная концентрация достигала 0,07 мг/л в поверхностных водах рукава Прорва. Среднегодовая величина была на уровне предыдущих лет. СПАВ в большей части проб обнаружены не были. Максимум (37 мкг/л) был зафиксирован в апреле на придонном горизонте рук. Восточный. В период наблюдений содержание фенолов изменялось от аналитического нуля до 4 мкг/л (4 ПДК). Средний уровень загрязнения вод фенолами за последние годы не изменился и составил 2 ПДК. В дельтовых водотоках были отмечены единичные случаи присутствия α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ, ДДД, ДДЭ и альдрин с

концентраций соответственно 42, 104; 39; 280 и 4 нг/л. Средняя за год концентрация этих пестицидов осталась на низком уровне предыдущих лет, однако единичные пиковые значения (например, более 10 ПДК для «свежего» линдана) были достаточно значимыми. В период наблюдений полихлорбифенилы были не обнаружены.

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

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

4.4.3. Придунайский район

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

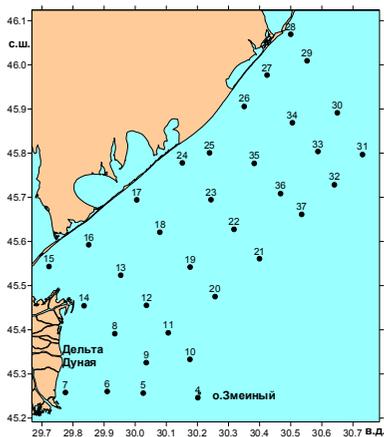


Рис. 4.1. Исследования гидрохимического состава вод в придунайском районе северо-западного шельфа 17-17 августа 2009 г. на НИС «Сапфир».

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

4.4.4. Сухой лиман

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

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

Сероводород в водах Сухого лимана, как и в предыдущие годы, не обнаружен. Относительное содержание растворенного **кислорода** изменялось в диапазоне 65-110% насыщения на поверхностном горизонте и 44-85% на придонном; средняя за год составила 86% и 60% соответственно. В период наблюдений дефицит растворенного

кислорода в среднем достигал в поверхностном слое воды 2-29%, у дна – 27-48% насыщения. За последние три года концентрация растворенного кислорода снизилась на 9% насыщения.

4.4.5. Район входного канала и очистных сооружений г. Ильичевска

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

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

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

4.4.6. Порт Одесса

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

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

4.4.7. Устье реки Южный Буг, Бугский лиман

Содержание **НУ** в воде лимана изменялось от аналитического нуля до 0,85 мг/л (17 ПДК); максимум зафиксирован в июне на поверхностном горизонте в устье р. Южный Буг. Среднегодовая концентрация НУ с 2007 по 2009 гг. снизилась с 4,6 ПДК до 3,8 ПДК. Содержание СПАВ в водах района было менее предела обнаружения (25 мкг/л), за исключением сентября и октября. Максимальная концентрация (0,8 ПДК) зафиксирована в июне в придонных водах акватории порта Николаев. Содержание фенолов с мая по июль изменялось от аналитического нуля до 16 мкг/л (16 ПДК). Максимальная концентрация зафиксирована в ноябре на придонном горизонте. Среднегодовая концентрация фенолов была на уровне среднемноголетней за 2007-2009 гг. В водах лимана был обнаружен ряд хлорорганических пестицидов. Максимальная концентрация достигала соответственно: γ -ГХЦГ – 9,9 (ноябрь), ГХП – 17,2 (ноябрь), альдрин – 9,7 (июнь), ДДЭ - 5 (июнь), ДДД - 3 (май) и ДДТ – 7 нг/л (февраль). Средняя за год концентрация указанных пестицидов осталась на уровне предыдущих лет.

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

Присутствие сероводорода в водах лимана не зафиксировано. Средняя концентрация растворённого **кислорода** на поверхности составила 101%, у дна 72% насыщения. В придонном слое воды лимана с июня по ноябрь дефицит растворенного кислорода по среднемесячным значениям составлял 6-67%. В сентябре зафиксирован

один случай низкого и один случай экстремально низкого содержания растворённого кислорода. Среднее за год содержание растворенного кислорода за последние три года снизилось на 2%.

4.4.8. Днепровский лиман

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

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

Присутствие сероводорода в придонных водах лимана не зафиксировано. Средняя концентрация растворённого **кислорода** на поверхности составила 92%, у дна 67% насыщения. Дефицит растворенного кислорода в среднем на поверхностном горизонте

составлял 1-24%, у дна 10-43% насыщения. Среднегодовое содержание растворенного кислорода за последние три года снизилось на 12% насыщения.

4.4.9. Район полуострова Тарханкут

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

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

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

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

Таблица 4.2.

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

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

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

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

Таблица 4.3

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

Элементы	МГ «Севастополь», сумма потоков, мг/м ²	Чернореченское водохранилище	Севастопольская бухта
Натрий	854	5,16 т	6,79 т
Калий	25	0,15 т	0,20 т
Рубидий	0,075	0,45 кг	0,60 кг
Цезий	0,00394	24 г	31 г
Медь	1,819	11 кг	14 кг
Серебро	0,0069	42 г	55 г
Золото	0,00015	0,93 г	1,20 г
Кальций	171	1,03 т	1,36 т
Стронций	1,46	8,80 кг	12 кг
Барий	2,77	17 кг	22 кг
Цинк	2,36	14 кг	19 кг
Кадмий	0,0014	8,50 г	11 г
Ртуть	0,0012	7,00 г	9,20 г
Скандий	0,012	71 г	93 г
Лантан	0,033	200 г	270 г
Церий	0,052	320 г	420 г
Неодим	0,019	110 г	150 г
Самарий	0,0040	24 г	32 г
Европий	0,0012	7,00 г	9,30 г
Тербий	0,00056	3,40 г	4,50 г
Иттербий	0,0026	15 г	20 г
Лютеций	0,00031	1,90 г	2,50 г
Торий	0,0097	59 г	77 г
Уран	0,0025	15 г	20 г
Гафний	0,0048	29 г	39 г
Тантал	0,00078	4,70 г	6,20 г
Сурьма	0,17	1,00 кг	1,30 кг
Хром	1,28	7,70 кг	10 кг
Молибден	0,0038	23 г	30 г
Селен	0,0038	23 г	30 г
Марганец	1,50	9,10 кг	12 кг
Бром	1,41	8,50 кг	11 кг
Железо	85	0,52 т	0,68 т
Кобальт	0,024	150 г	190 г
Никель	0,73	4,40 кг	5,80 кг

4.4.11. Порт Ялга

Содержание **нефтяных углеводородов** в поверхностном слое воды изменялось от 0 до 0,16 мг/л (3,2 ПДК). Максимальная концентрация зафиксирована в январе. Среднемесячная концентрация на обоих горизонтах большую часть года была ниже предела определения (0,05 мг/л), а в январе, мае, сентябре и октябре составляла 0,06 мг/л (1,2

ПДК). В среднем за год загрязнение вод НУ осталось на уровне предыдущих лет (0,02 мг/л).

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

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

Относительное содержание растворённого **кислорода** на поверхности изменялось от 81% до 106%, и у дна от 92% до 109% насыщения. По среднемесячным значениям дефицит растворённого кислорода достигал 1-11% на поверхности и 6% насыщения у дна. Средняя за год концентрация растворённого кислорода на обоих горизонтах составила соответственно 96% и 98% насыщения. Среднегодовое содержание растворенного кислорода за последние три года возросло на 2% насыщения.

В 2009 г. согласно результатам расчета ИЗВ, полученным на основе средней концентрации приоритетных для каждого из районов контроля загрязняющих веществ и растворенного кислорода, в наибольшей степени были загрязнены воды Бугского и Днепровского лиманов,

которые классифицировались как «загрязненные» (ИЗВ=1,32 и 1,58; IV класс качества морской воды); воды акватории порта Ялта - «чистые» (ИЗВ =0,27; II класс качества). В дельте р. Дунай воды были «умеренно загрязненные» (ИЗВ=1,68; III класс качества речной воды); в дельтовых водотоках – «чистые» (ИЗВ= 0,73; II класс качества речной воды). В целом, по сравнению с 2008 г. качество прибрежных вод украинской части Черного моря осталось на прежнем уровне с наибольшими межгодовыми изменениями в Днепровском лимане (табл. 4.4).

Таблица 4.4.

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

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

4.4.12. Загрязнение донных отложений

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

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

4.4.13. Керченский пролив

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

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

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

Максимальное содержание **растворенного кислорода**, составляющее в воде поверхностного горизонта 12,37 мг/л (199% насыщения), придонного – 10,67 мг/л (144% насыщения) определено в марте; минимальное в сентябре составило в поверхностной воде 7,69 мг/л (139% насыщения), придонной – 7,22 мг/л (130% насыщения) зафиксировано. В июне и октябре содержание растворенного кислорода было практически одинаковым, составляя в среднем 8,69 мг/л. В целом придонный слой всегда имел несколько пониженное содержание растворенного кислорода.

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

мг/г с.в.

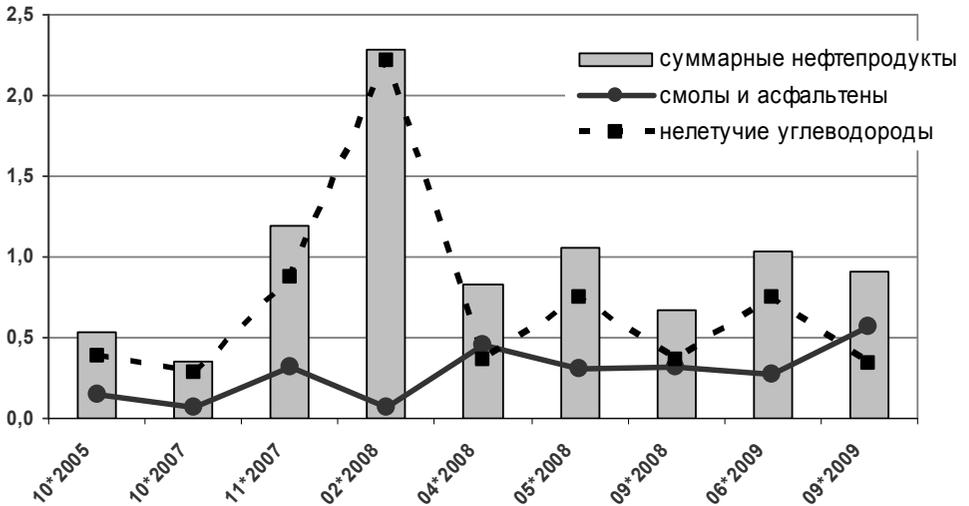
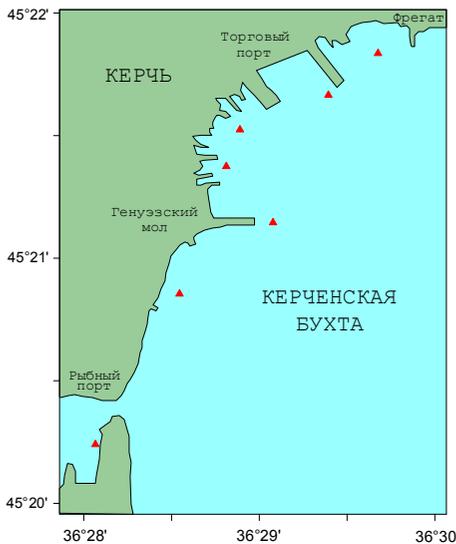


Рис. 4.2. Динамика средней концентрации суммарных нефтяных углеводородов и компонентов нефти в донных отложениях Керченского пролива [Петренко и др., 2010].



В прибрежной акватории **Керченской бухты** исследования проводились на 12 станциях в воде поверхностного и придонного горизонтов ежеквартально и в донных отложениях 1 раз в год (рис. 4.3).

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

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

Содержание **железа** не превышало ПДК в марте и октябре. В сентябре она составила 20-80 мкг/л и превышала нормативную величину в 1,4 раза только в придонной воде северной части исследуемой акватории. Максимальное содержание этого металла (30-110 мкг/л) зафиксировано в июне, при этом в 33% отобранных проб

отмечено превышение ПДК в 1,2-2,2 раза. На протяжении всего периода исследований концентрация железа в воде придонного горизонта была выше в среднем в 1,3 раза.

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

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

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

Публикации ЮгНИРО:

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

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

Себах Л.К., Жугайло С.С., Шепелева С.М., Заремба Н.Б., Иванюта А.П. Биогенные элементы в экосистеме Керченского пролива // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского бассейна: VI международная конференция (6 октября 2010 г.). – Керчь: ЮгНИРО, 2010. – С. 20-26.

4.5. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе

В 2009 г. в рамках программы государственной службы наблюдений и контроля (ГСН) за загрязнением морской среды в прибрежных водах Черного моря от Анапы до Туапсе Гидрометеорологическое бюро г. Туапсе Краснодарского краевого центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ГМБ) выполнило 16 гидрохимических съемок в портах Анапа, Новороссийск, Геленджик и Туапсе. На станции штормовой информации в порту Туапсе отбор проб проводили еженедельно в течение всего года. Пробы воды отбирались из приповерхностного слоя на прибрежных мелководных станциях (рис. 4.4). В состав наблюдений входило определение стандартных гидролого-гидрохимических параметров (температура, соленость S‰, водородный показатель pH, растворенный кислород O₂ методом Винклера, щелочность Alk), концентрации биогенных элементов (фосфатов PO₄, аммонийного азота, нитритов NO₂, силикатов SiO₃) и загрязняющих веществ - НУ, СПАВ, ХОП и растворенной ртути. Экстракция нефтяных углеводородов производилась четырёххлористым углеродом, пестицидов – гексаном. Нефтяные углеводороды определялись ИКС-методом на приборе КН-2 (концентратомер). Определение концентрации хлорорганических пестицидов (газожидкостная хроматография) и растворённой ртути (поглощение УФ) производилось в Ростовском центре наблюдений за загрязнением природной среды.



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

Анапа. Соленость в период наблюдений изменялась от 15,386‰ (12 января) до 16,735‰ (8 апреля), средняя за год величина – 16,226‰. Сезонные изменения температуры были значительными – от 5,8⁰С до 23,78⁰С. Диапазон изменений рН – от 8,19 (октябрь) до 8,42 (январь). Средний уровень рН составил 8,29. Общая щелочность изменялась от 2,905 мг-экв/л (июль) до 3,136 мг-экв/л (январь). Среднее значение за рассматриваемый период – 3,029 мг-экв/л.

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

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

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

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

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

Таблица 4.5.

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

Район	S, ‰	Щелочность, мг-экв/л	O ₂ *, мг/л	рН	PO ₄ , мкг/л	SiO ₃ , мкг/л	NH ₄ , мкг/л	NO ₂ , мкг/л
Анапа	16,226/ 16,735	3,029/ 3,136	9,04/ 7,53	8,29/ 8,42	14,0/ 38	273/ 390	38/ 93	1,9/ 3,5
Новорос- сийск	15,519/ 16,300	3,052/ 3,136	8,60/ 7,39	8,27/ 8,40	26,0/ 45	369/ 500	53/ 75	3,3/ 3,9
Геленджик	16,151/ 16,556	3,008/ 3,122	8,68/ 7,47	8,25/ 8,37	14,8/ 26	297/ 610	39/ 93	2,1/ 3,9
Туапсе	15,541/ 16,941	2,974/ 3,122	9,36/ 7,43	8,28/ 8,43	21,7/ 68	636/ 1220	72/ 79	3,9/ 7,9

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

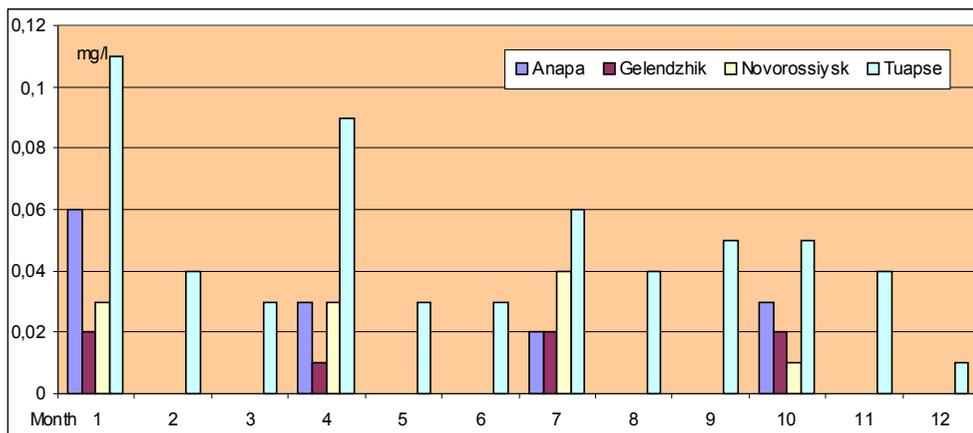


Рис. 4.5. Максимальная концентрация нефтяных углеводородов на акватории портов российской части Черного моря в 2009 г. (ГМБ Туапсе).

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

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

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

В целом в 2009 г. концентрация растворенного в воде кислорода была относительно пониженной, однако не выходила за допустимый

предел. Минимальное значение наблюдалось 14 октября в кутовой части бухты (90,1% насыщения).

Геленджик. Гидрохимические съемки в бухте были проведены примерно в те же сроки, что и в прошлом году: 13 января, 7 апреля, 10 июля и 16 октября на 6 контрольных станциях, расположенных в точках с глубинами от 3 до 22 м. Минимальная соленость (15,262‰) была отмечена в январе, а максимальная - в апреле. Уровень pH изменялся в узком диапазоне 8,25-8,37. Значения общей щелочности были немного ниже прошлогодних и варьировали в узком диапазоне 2,623-3,122 мг-экв/л.

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

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

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

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

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

Наиболее высокая концентрация нефтяных углеводородов (0,11, 2,2 ПДК) была зафиксирована 6 января, как и в прошлом году. Не исключено, что высокое содержание НУ в поверхностном слое была обусловлена низкой температурой воды (9,2⁰С) и невысокой вследствие этого скоростью разложения нефтепродуктов. Средняя за год величина

составила 0,036 мг/л. Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ была в целом невысокой и достигала 15 мкг/л в январе, апреле и июле. Хлороорганические пестициды не обнаружены.

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

4.6. Новороссийская бухта

В 2009 г. Лаборатория химии ЮО ИО РАН (г. Геленджик) в трех экспедициях 3 июня, 4 августа и 6 октября провела комплексный экологический мониторинг состояния морской среды и биоты Новороссийской бухты с целью получения достоверной информации об уровне воздействия морского порта на состояние окружающей среды и биоты исследуемой акватории в рамках проекта «Производственный контроль морской среды и биологических ресурсов в акватории ОАО «Новороссийский морской торговый порт». В состав контролируемых параметров вошли стандартные гидрологические и гидрохимические параметры, включая все формы биогенных элементов, взвешенные вещества, сероводород, НУ, СПАВ, фенолы и тяжелые металлы; в донных отложениях определяли концентрацию НУ и ТМ. Планктонные исследования включали изучение структурных характеристик сообществ фито-, цилио-, голо-, меро- и иктиопанктона с целью выявления негативных изменений в биоте. Пробы воды отобраны на 8 станциях внутри акватории порта (рис. 4.6.); донные отложения – на 20 станциях. Отбор проб был выполнен с борта т/х «Докер Тальянов» и катера «Антарес» ФГУ «Администрация морского порта Новороссийск».

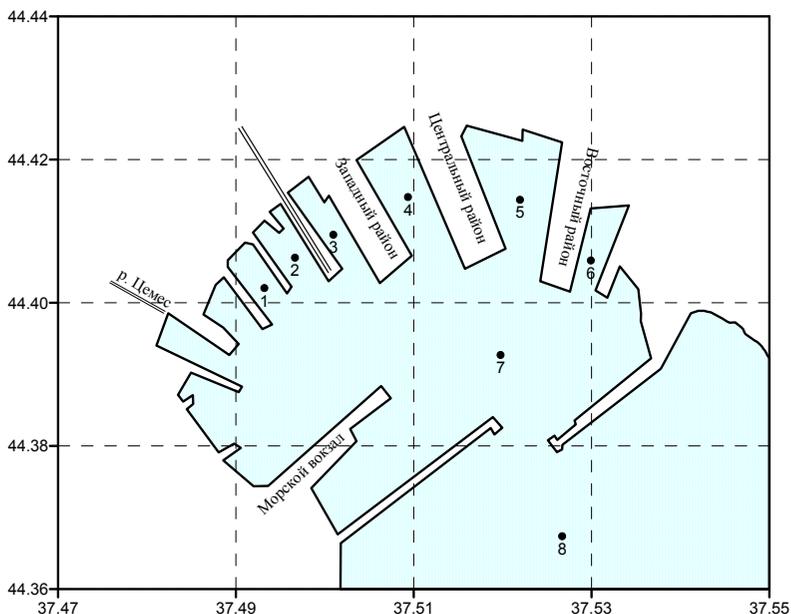


Рис. 4.6. Станции отбора проб морской воды на акватории порта Новороссийск в 2009 г. (ЮО ИО РАН).

В целом в период наблюдений **соленость** внутри акватории порта была ниже, чем за её пределами. Значения менялись от 16,55 до 17,79‰. Пониженные величины солености внутри акватории порта свидетельствуют о локальном распреснении вод в районе впадения рек, временных водотоков и ливневых стоков. Содержание кислорода за период наблюдений характеризуется диапазоном изменчивости от 7,18 мг/л до 10 мг/л; максимальные величины насыщения O_2 достигали 139% при среднем значении 111%. На отдельных станциях относительное содержание кислорода уменьшалось до 89%, что связано с загрязнением вод органическим веществом и преобладанием деструкционных процессов в этих точках. Биохимическое потребление кислорода (БПК₅) в водах акватории порта было повышенным по сравнению с фоновыми значениями, диапазон 0,54-2,49 мг/л, среднее 1,74 мг/л, что на 0,81 мг/л выше 2008 г. Величина рН изменялась от 8,39 до 8,62 ед. и была максимальной на поверхности в июле, а минимальной в наиболее подверженных распреснению вод под влиянием берегового стока участках. Среднее значение (8,50) незначительно отличалось от фона. Количество взвешенных в воде веществ изменялось от 1,33 до 9,33 мг/л, среднее значение составило 3,56 мг/л, что более чем в 3 раза ниже прошлогодних значений. Фоновые величины содержания взвеси значительно ниже, чем на акватории порта, где также наблюдается пониженная прозрачность воды на огражденной молами акватории. Резкое уменьшение содержания взвешенных веществ объясняется выполнением в 2008 г. дноуглубительных работ на акватории порта.

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

приурочены к прибрежным станциям. Содержание кремнекислоты изменялось от 0,003 до 0,159 мг/л, среднее значение 0,053 мг/л. Во время всего периода наблюдений фиксировалось ярко выраженное превышение концентрации внутри порта над фоновой, что свидетельствует о поступлении силикатов с береговым стоком.

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

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

Для исследуемой акватории Новороссийского порта характерен повышенный фон содержания **тяжелых металлов** марганца, свинца и меди, концентрация которых близка или превышает значение ПДК (табл. 4.6). Повышенное содержание Mn и Pb обусловлено выносом обогащенных этими металлами сточных вод. По сравнению с прошлыми исследованиями уровень содержания марганца повысился в 2 раза, по сравнению с противоположной тенденцией для железа. Высокое содержание Cu характерно для самой морской акватории в исследуемом районе моря и не связано с выносом этого элемента речными водами. Анализ содержания ртути выполнен в 24 пробах и значения выше предела обнаружения (0,01 мкг/л) были зафиксированы в четырех. Концентрация кадмия очень незначительно превышает фоновые значения и загрязнения акватории порта этим элементом не наблюдается. Содержание свинца и меди выше предела обнаружения зафиксировано в 18 и 24 пробах соответственно (75% и 100%), а на 12 и 17 станциях превышало ПДК. В целом для акватории порта характерен повышенный фон содержания свинца и меди. На фоновой станции также наблюдался повышенный фон содержания Cu в воде. Хотя содержание цинка было выше предела обнаружения во всех пробах, однако концентрация находилась значительно ниже ПДК, а район наибольших значений локализован во внутренней части порта.

Таблица 4.6.

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

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

Содержание нефтяных углеводородов в **донных отложениях** Новороссийского порта было высоким: минимальная концентрация составила 450, максимальная – 14950 (299 ДК, табл. 5), а средняя - 1813 мкг/г (36 ДК). По другой классификации («Классификация грунтов дноуглубления Азово-Черноморского бассейна по степени загрязнения», разработана Черноморским центром по дампингу (ЧЦД, отчет НИР, 1991): осадки с содержанием НУ менее 100 мкг/г относятся к классу А «природно-чистый грунт (эталон)», более 100 мкг/г - класс I «условно чистый грунт», более 200 мкг/г - класс II «умеренно загрязненный грунт», более 300 мкг/г - класс III «сильно загрязненный грунт», более 1000 мкг/г - класс IV «токсичный грунт») средняя концентрация НУ в порту (1813 мкг/г) позволяет отнести донные отложения к IV классу «токсичный грунт». Также в 2009 г. для донных отложений бухты было характерно устойчиво высокое содержание тяжелых металлов меди и цинка как по максимальным, так и по средним значениям (табл. 4.6). Наблюдаются локальные превышения ДК на отдельных станциях для ртути, кадмия, свинца. В целом донные отложения Новороссийской бухты демонстрируют высокий уровень загрязнения тяжелыми металлами.

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

восточном (причалы 1, 2, 4, 5) и западном районах порта (причалы 15, 16, 18, 19) где не наблюдалось повышения уровня содержания биогенных элементов.

4.7. Прибрежный район Сочи – Адлер

В 2009 г. Комплексная лаборатория мониторинга загрязнения окружающей среды (КЛИМОС) специализированного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Черного и Азовского морей (СЦГМС ЧАМ, г. Сочи) выполнила согласно ведомственному заказу 4 гидрохимические съемки в прибрежных водах Черного моря в районе городов Сочи и Адлер на 8 станциях (рис. 4.7). Точки отбора проб расположены в мелководных участках устьев рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый, в двух милях от берега на траверсе этих рек, а также в центральной части акватории порта г. Сочи. Прибрежные станции загрязняются стоками рек, тогда как мористые могут считаться условно чистой зоной.

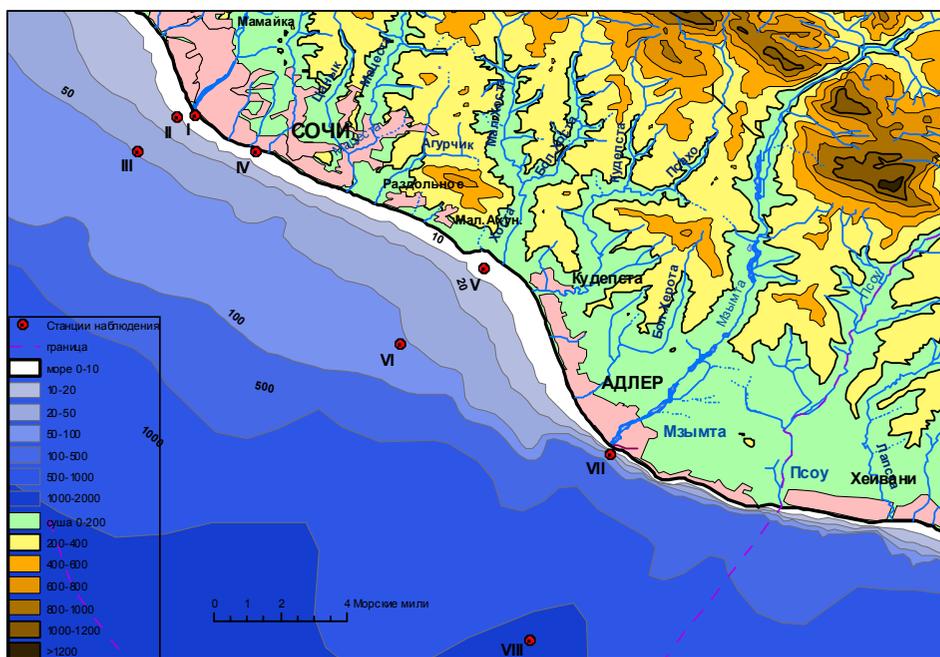


Рис. 4.7. Схема расположения станций отбора проб в прибрежном районе Черного моря на участке между городами Сочи и Адлер в 2009 г. (СЦГМС ЧАМ).

Отбор проб воды проводился батометром с борта арендованного малого судна из поверхностного и придонного слоев, на глубоких станциях - со стандартных гидрологических горизонтов 0, 10, 15, 25 и 50 м. На борту судна определялся окислительно-восстановительный потенциал, электропроводность, соленость, хлорность, щелочность, pH, взвешенные вещества, кислород, аммонийный азот, фосфаты, кремний,

нитриты; производилась экстракция пестицидов гексаном и СПАВ хлороформом, консервация проб на определение нефтяных углеводородов и металлов (свинец, ртуть и железо). Дальнейшая обработка проб проводилась в стационарной лаборатории СЦГМС ЧАМ. Всего за 2009 г. отобрано 148 проб, произведен 3021 анализ по 32 ингредиентам и параметрам с учетом проб по контролю качества данных химанализа.

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

Соленость. В 2009 г. 31 марта в устье реки Мзымта на поверхности соленость воды понизилась до 4,410‰. В остальное время значения в поверхностном слое вод между реками Мзымта и Сочи изменялись от 13,76‰ до 18,10‰ (траверз реки Мзымта, 2 мили от берега), средняя за год по всему району составила 16,55‰. В придонных водах диапазон значений солености был значительно уже, чем в поверхностном - 16,24-18,59‰ (траверз р. Мзымта); среднее за год значение составило 17,53‰. Средняя по всему району 17,168‰.

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

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

Нитритный азот. В течение 2009 г. в поверхностном слое вод района концентрация нитритного азота изменялась от величин ниже предела обнаружения (в 22 проб из 32) до 1,9 мкг/л, средняя составила 0,3 мкг/л. Максимальные величины зафиксированы дважды в конце июня в открытых водах напротив устья реки Сочи и в 9 октября на акватории порта Сочи. В промежуточном и глубинных слоях вод содержание нитритного азота в целом соответствовало уровню поверхностных вод. Средняя за год концентрация по всем станциям составила 0,4 мкг/л. Максимальное значение (2,3 мкг/л) было отмечено в конце марта на траверзе устья реки Мзымта.

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

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

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

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

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

Общий фосфор. В поверхностных водах содержание общего фосфора изменялось от 1,0 до 285,7 мкг/л в устье Мзымты 30 июня; средняя за год концентрация по всем станциям в поверхностном слое соответствовала прошлогодней и составила 31,3 мкг/л. В глубинных водах среднегодовое содержание общего фосфора составило 25,1 мкг/л;

максимальная величина (219,8 мкг/л) также отмечена в июне в устье реки Мзымты. Средняя концентрация общего фосфора в прибрежных водах контролируемого района по результатам четырех съемом составила 28,2 мкг/л.

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

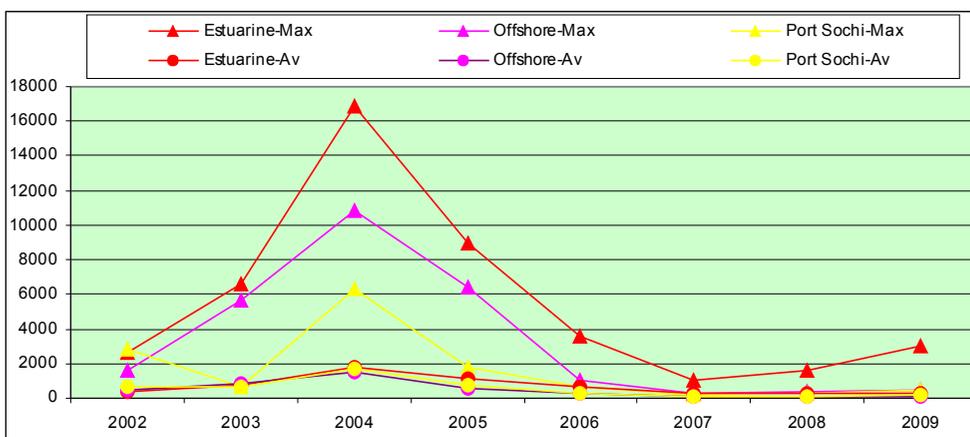


Рис. 4.8. Максимальная и средняя концентрация силикатов в открытых и прибрежных водах района Адлер-Сочи, а также в порту Сочи в 2002-2009 гг. (ГМБ Туапсе).

Нефтяные углеводороды. В 2009 г. уровень загрязнения прибрежных вод в районе Адлер-Сочи остается высоким; отмечалось превышение предельно допустимой концентрации НУ в 3,2 раза на акватории порта Сочи в конце марта. В 17 пробах из 64 содержание НУ было ниже предела обнаружения использованного метода химанализа, а в 14 (22%) превышало 1 ПДК. В поверхностном слое вод содержание нефтяных углеводородов на контролируемой акватории изменялось от 0 до 0,08 мг/л (1,6 ПДК, устье ручья Малый, 31 марта). Средняя за год концентрация по всем станциям в поверхностном слое составила 0,02 мг/л. В придонном слое, а на мористых станциях - в глубинных водах, содержание нефтяных углеводородов было в целом выше; максимум достигал 0,19 мг/л (31 марта в придонных водах акватории порта), а среднегодовое составило 0,03 мг/л (рис. 4.9). Средняя за год

концентрация по всем станциям и горизонтам составила 0,03 мг/л (0,6 ПДК). Хотя максимальные и повышенные величины зафиксированы в порту Сочи и в устьях рек и ручья, однако среднегодовая концентрация примерно одинаковая на все участках района контроля и невысокая за счет проб с нулевыми значениями.

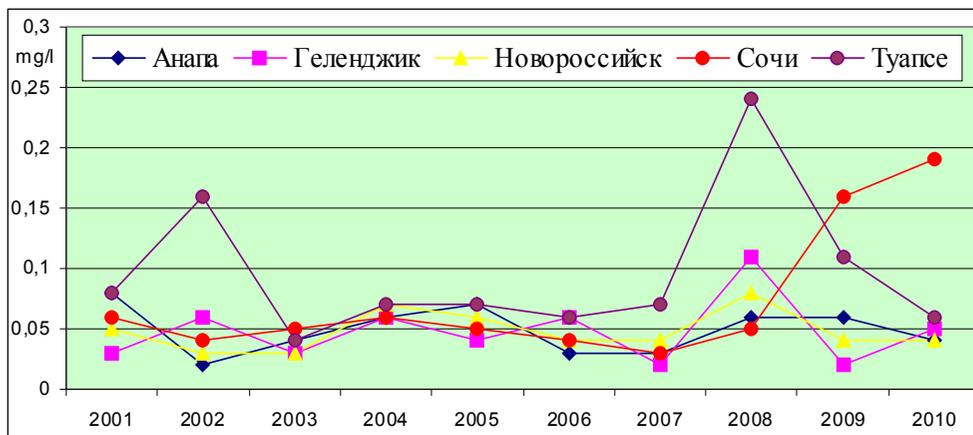


Рис. 4.9. Максимальная концентрация нефтяных углеводородов на акватории портов российской части Черного моря в 2001-2010 гг. (ГМБ Туапсе, СЦГМС ЧАМ). Экстремально высокая концентрация НУ (3,20 мг/л, 64 ПДК), зафиксированная в прибрежных водах у поселка Новая Мацеста 27.09.2003 г. не отражена на рисунке.

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

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

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

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

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

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

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

Оценка качества морских вод в описываемом районе выполнялась по показателям комплексности (отношение числа веществ, содержание которых превышает норму, к общему числу нормируемых ингредиентов), устойчивости (количество проб, в которых обнаружено достижение или превышение ПДК) и уровня (кратности превышения ПДК) загрязненности вод. Для контролируемой акватории коэффициент комплексности загрязнения морских вод составил 50% (превышение по

НУ, Fe, Pb и БПК₅, и значения ниже норматива по ХОП, СПАВ, NH₄, Hg) что указывает на значительное антропогенное влияние на качество морских вод. В 2009 г. воды района Сочи - Адлера характеризовались неустойчивой загрязненностью нефтяными углеводородами (повторяемость превышения ПДК 22%, кратность превышения до 3,2 ПДК); железом (повторяемость превышения нормы 32%, кратность превышения до 5,6 раз), органическими веществами (повторяемость 1,6%, кратность 1,1 раз) и свинцом (повторяемость 1,6%, кратность 1,2 раз).

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

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

Таблица 4.7.

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

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

4.8. Атмосферные выпадения

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

Основными участками атмосферного выпадения **свинца** являются прибосфорский район на западе моря, а также прибрежные восточные районы Черного и Азовского морей, а уровень концентрации превышал $0,8 \text{ кг/км}^2$ акватории в год. Основными донорами свинца выступали Россия и Турция (рис. 4.10). Особенности поступления с воздушным переносом на акваторию моря бенз(а)пирена существенно отличаются. Хотя наибольшие значения выпадений также рассчитаны для прибосфорского западного района моря (более 10 г/км^2 акватории в год), однако на востоке моря значения существенно меньше, а основными поставщиками этого вида ПАУ были Украина (48%) и Турция (30%). Сходным образом были распределены выпадения полихлордibenзо(p)диоксинов и дибензофуранов (*Polychlorinated Dibenzo(p)dioxins and Dibenzofurans - PCDD/Fs*). Кроме повышенных значений в прибосфорском районе (более 10 нг/м^2 акватории в год), наиболее высокие величины были приурочены к узкой прибрежной полосе вдоль всего побережья моря.

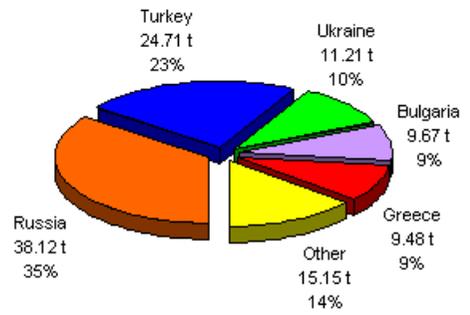
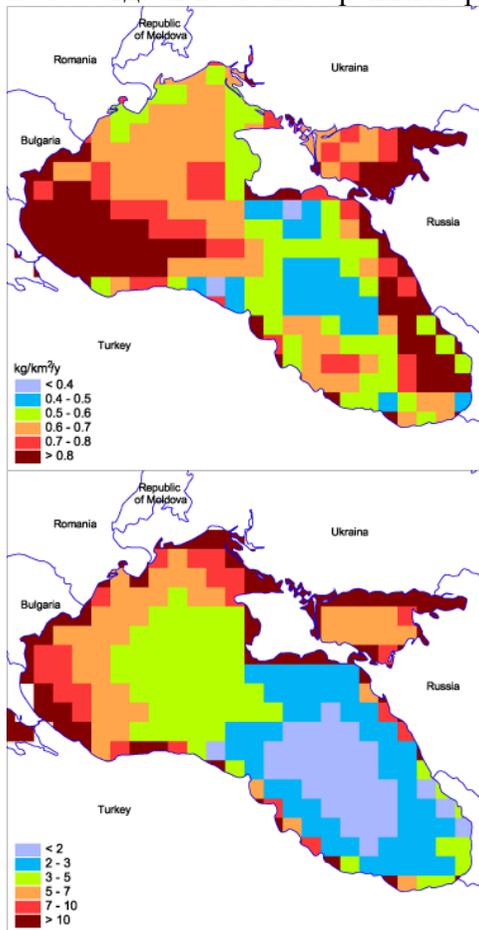


Рис. 4.10а-б. Атмосферные выпадения свинца на акваторию Черного моря в 2009 г.

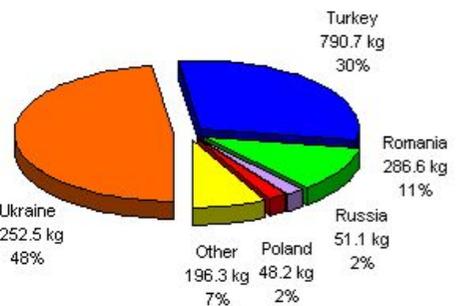


Рис. 4.10с-д. Атмосферные выпадения бенз(а)пирена на акваторию Черного моря в 2009 г.

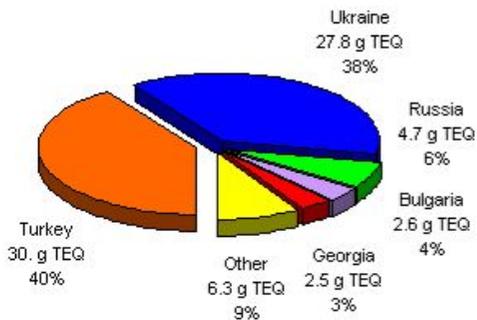
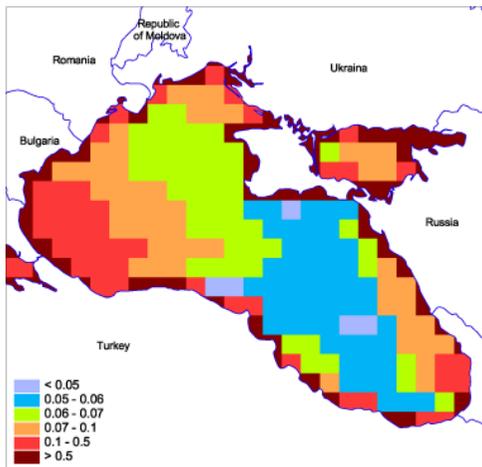


Рис. 4.10е-г. Атмосферные выпадения полихлордibenzo(p)диоксинов и дibenзофуранов (г/км² в год) на акваторию Черного моря в 2009 г.