

**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

2010

Редактор Коршенко А.Н.

**«Артифекс»
Обнинск 2011**

4. ЧЕРНОЕ МОРЕ

Коршенко А.Н, Панченко А.В., Любимцев А.Л., Клименко Н.П., Рябинин А.И., Шибаева С.А., Петренко О.А., Троценко Б. Г., Жугайло С.С., Коновалов С.К., Кондратьев С.И., Романов А.С., Хоружий Д.С., Свищев С.В., Щерева Г.

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 и характеристикам воды моря подразделяют на поверхностные с соленостью до 18‰, промежуточные

и глубинные. Циркуляция поверхностных вод моря циклоническая. Выделяются два крупных центральных круговорота в восточной и западной частях моря. Скорость течения увеличивается от 10 см/с в центре до 25 см/с на периферии этих круговоротов. С глубиной скорости течений быстро затухают до глубин порядка 100 м.

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

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

Приливы незначительные и их максимальная величина не превышает 10 см. Хорошо выражены в море как 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 Л., Jeftic L. 2010).

Район **Черноморского побережья РФ** расположен между 43⁰23'–45⁰12' с.ш. и 40⁰00'–36⁰36' 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 15⁰–20⁰. 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 и загрязнение 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 и концентрацией основных источников антропогенного воздействия в Бургасском и Варненском заливах. Последний расположен между мысами Святой бщей поверхностью приблизительно 20 км² при ширине 4,5 км и длине 7,5 км. водообмен с озером значительно влияет на качество вод залива. Индустрия, урбанизация (число жителей в Варне в 2010 г. составило 321690 человек), туризм, транспорт и сельское хозяйство – главные факторы антропогенного воздействия на морскую среду. Вклад городской станции очистки сточных вод „Варна” составляет свыше 90% общего поступления

загрязненных вод в залив и озеро. Концентрация фосфора и азота даже после первичной очистки не соответствует нормам, поэтому с очищенными водами станции „Варна” в 2010 г. в морскую среду поступило 87 и 466 тонн соответственно. В целом береговой сток, включая ливневые воды и сточные канализационные сбросы, определяет режим биогенных элементов акватории залива. Туризм как одна из основных отраслей экономики района, также является существенным фактором воздействия на экологическое состояние залива и прилежащую акваторию. Кроме постоянных жителей Варны количество отдыхающих и туристов в 2010 г. оценивается примерно в 4 млн. ночевков. 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: $T^{\circ}\text{C}$, $S\%$, pH , O_2 , БПК_5 , N-NO_3 , N-NO_2 , N-NH_4 , P-PO_4 , $\text{P}_{\text{общ}}$ и Si . В августе было проведено исследование загрязнения придонных вод и донных отложений Варненского залива нефтяными углеводородами на 13 станциях с глубинами 3-20 м.

Вода. Лето 2010 г. отличалось температурными рекордами воздуха и морской воды. Синоптическая обстановка в августе характеризовалась преобладающей солнечной и тихой погодой без дождей и ветров, что является предпосылкой для экстремально высоких температур воды. В первые 20 дней августа отклонение поверхностной температуры морских вод составило $+5,77^{\circ}\text{C}$ (Христова О., Джурова Б., 2010), а температура придонных вод ($26,3\text{-}31,0^{\circ}\text{C}$) была выше прошлогодних (табл. 4.1, 4.2).

В 2010 г. была измерена необычно низкая соленость и в поверхностных ($11,5\text{-}11,7\%$), и в придонных ($11,5\text{-}14,1\%$) водах залива, наибольшие значения в обоих слоях были зафиксированы в центральной части (рис. 4.1). Пониженная среднегодовая соленость связана со спецификой речного стока в 2010 г., когда по данным Института метеорологии и гидрологии во все периоды, кроме мая, количество пресноводного стока было выше месячной нормы. Это также было характерно и для водосбора р. Дунай, где интенсивные дожди довели до увеличения речного стока в море на 36%. Перенос опресненных вод с Северо-Западного шельфа в южном направлении стал причиной пониженной солености в болгарском секторе моря и в Варненском заливе (Трухчев Д. и др., 2010).

Концентрация биогенных элементов в водах залива наиболее высокой устанавливается в зимний период, а самые низкие значения ($\text{N-NO}_3 < 30$ мкг/л , $\text{P-PO}_4 < 5$ мкг/л) были зафиксированы в июне (табл. 4.1). В отличие от нитритов и нитратов, в августе преобладают повышенные значения концентрации аммонийного азота в диапазоне 55-78 мкг/л . Сезонная динамика кремния отличается высокими значениями (>600 мкг/л) в январе-феврале. Максимальная концентрация кислорода (>12

мг/л) была измерена зимой в феврале, а наиболее низкая (<5 мг/л) летом. В придонных водах залива летом концентрация растворенного кислорода на глубине 18 м составляла только 4,3-5,6 мг/л, что соответствует уровню ~58% насыщения. По сравнению с предыдущим годом среднее содержание кремния и трех форм минерального азота повысилось, БПК₅ и соленость снизились, а содержание фосфатов и кислорода осталось на прежнем уровне.

Таблица 4.1. Минимальное, максимальное и среднегодовое значение гидрохимических параметров (мкг/л, кислород и БПК₅) в поверхностных водах Варненского залива в 2010 г.

2010	T ^o C	pH	S‰	O ₂	БПК ₅	NO ₃	NO ₂	NH ₄	P _{общ}	PO ₄	Si
Средн	14,3	8,3	15,6	8,66	2,25	79,45	4,68	26,19	13,0	7,53	255,7
Макс	27,0	8,9	17,6	12,89	4,74	198,72	13,42	78,02	22,3	17,48	635,5
Мин	2,4	8,0	11,3	4,73	0,81	19,23	1,31	12,67	4,48	1,34	76,4

Проведенное в августе 2010 г. обследование придонных вод позволило получить информацию о гидрологических параметрах, кислородных и окислительно-восстановительных условиях в глубине залива (табл. 4.2).

Таблица 4.2. Диапазон изменения параметров придонных вод летом 2009 и 2010 гг.

Параметры	2009 г.	2010 г.
T ^o C	21,4-22,5	26,3-30,5
pH	8,06-8,27	8,87-9,04
S, ‰	16,4-17,3	11,6-14,1
O ₂ , мг/л	6,45-8,22	4,71-7,86
O ₂ , %	77,6-104,7	58,3-111,9

В центральной части залива на глубине ~18 м были измерены самые низкие значения концентрации растворенного кислорода. Насыщение придонных вод кислородом на большей части акватории залива было существенно пониженным и находилось в интервале 58-85%. Специфическая метеорологическая ситуация летом оказала влияние на гидрохимический режим вод залива. Недостаточный вертикальный обмен между слоями и интенсивный расход кислорода в глубине привел к кислородному дефициту на придонном горизонте и формированию восстановительных условий в донных отложениях залива. Вследствие этого кислородный режим в придонных водах в летний период 2010 года следует считать неблагоприятным.

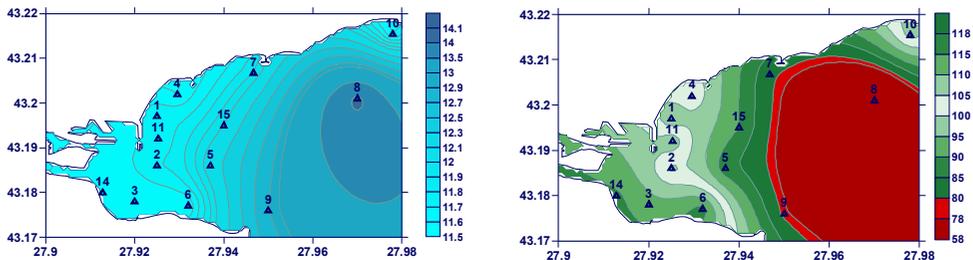


Рис. 4.1. Соленость (‰) и процент насыщения кислородом (%) придонных вод Варненского залива в 2010 г.

Донные отложения. В августе 2010 г. температура и pH грунтов залива варьировала в интервале 22,8-30,4⁰C и 7,30-8,02 ед. pH соответственно. Значения Eh были ниже нуля на всех станциях, что свидетельствует о восстановительных условиях в осадках (рис. 4.2). В 2009 г. зона отрицательного потенциала в донных отложениях была меньше и охватывала только центральную часть залива. По сравнению с предыдущим годом среднее содержание $C_{орг}$ немного повысилось до 3,9 мг/г. Зона наибольших значений располагалась в центральной глубоководной части залива, где преобладали иловые осадки с пелитовой и алевроито-пелитовой фракциями, отличающиеся высокой концентрацией органического углерода (Shtereva G., 2010).

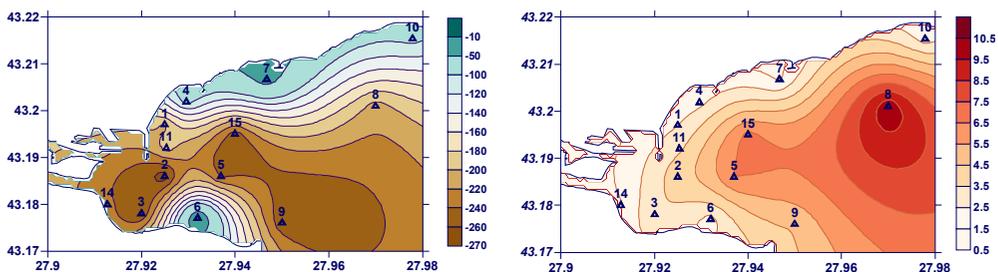


Рис. 4.2. Значения окислительно-восстановительного потенциала (мВ) и концентрация органического углерода (мг/г) в донных отложениях Варненского залива в августе 2010 г.

Транспортная система озеро-залив является районом значительной антропогенной нагрузки как вследствие концентрации промышленности и населения, так и как важнейший навигационный путь. Как район с интенсивным трафиком судоходства Варненский залив характеризуется высоким риском загрязнения нефтепродуктами. Количество судов в порту Варна в 2010 г. (1953) было выше, чем в 2009 г. (1419), а товарооборот превышал 8 млн. тонн. Вследствие этого небольшие нефтяные разливы стали не редкостью в последние годы. Измеренная в августе 2010 г. концентрация нефтяных углеводородов в донных отложениях залива изменялась от значений ниже предела обнаружения (20 мкг/г) до очень высокого значения 4900 мкг/г (98 ДК), которое на два порядка превышало условно допустимый предел. Наибольшие

значения содержания НУ (более 2000 мкг/г) в Варненском заливе были отмечены в районе рейда и на пути следования судов.

4.3. Загрязнение прибрежных вод украинской части моря

В 2010 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; устье реки Днепр – в мае, июле, сентябре, ноябре.

4.3.1. Дельта р. Дунай

Концентрация **нефтяных углеводородов** в большинстве проб воды из дельты была ниже предела обнаружения (0,05 мг/л) и только в декабре на придонном горизонте в районе п. Рени достигала этого уровня (табл. 4.1). Среднемесячная концентрация СПАВ в марте-мае, октябре и декабре была менее 25 мкг/л, а максимальная (0,6 ПДК) зафиксирована в сентябре на придонном горизонте и в декабре в поверхностных водах у п. Рени. Их среднегодовое содержание составило 10 мкг/л. Концентрация суммы фенолов изменялась от аналитического нуля до 5 мкг/л (5 ПДК), наблюдавшиеся в феврале на поверхностном горизонте и в декабре у дна. Среднемесячная концентрация фенолов на обоих горизонтах была менее 3 мкг/л, а средняя за год составила 1 мкг/л. Повторяемость концентрации равной или выше ПДК составила 67% от общего числа наблюдений.

В водах дельты р. Дунай отмечались единичные случаи присутствия **хлорорганических пестицидов**, при этом максимальные значения достигали очень высокого уровня: γ -ГХЦГ – 22 нг/л (сентябрь), ДДЭ – 56 нг/л (июль), ДДД – 150 нг/л (апрель) и ДДТ – 100 нг/л (август). Средняя за год концентрация этих пестицидов осталась на уровне предыдущих лет. Содержание шестивалентного **хрома** изменялось в диапазоне от аналитического нуля до 26 мкг/л, (июль, придонный горизонт в районе п. Вилково).

Концентрация общего **фосфора** изменялась от 39 до 170 мкг/л (сентябрь, поверхностный слой воды в районе п. Измаил); среднегодовая уменьшилась со 110 до 100 мкг/л. Концентрация аммонийного **азота** изменялась от аналитического нуля до 510 мкг/л (1,3 ПДК, февраль, придонный горизонт в районе п. Рени). Содержание нитритного азота изменялось от 0 до 41 мкг/л (2,1 ПДК). Максимальные значения наблюдались в июне в районе пп. Рени, Вилково и Измаил.

Среднегодовая концентрация ингредиента за 2008-2010 гг. была минимальной и составила 20 мкг/л. Концентрация нитратного азота изменялась от 200 до 2250 мкг/л. Максимальные значения были отмечены в феврале в районе пп. Вилково и Измаил. Среднегодовая концентрация нитратного азота за три года возросла на 20 мкг/л. Средняя за год концентрация растворённого **кислорода** в поверхностном слое воды составила 90%, у дна – 86% насыщения. Дефицит растворенного кислорода в среднем достигал на поверхности 2-18%, у дна 7-26% насыщения. Среднегодовое содержание растворенного кислорода с 2008 г. по 2010 гг. снизилось на 5% насыщения.

В апреле и августе 2010 г. на устьевом участке р. Дунай проводился мониторинг загрязнения верхнего слоя **донных отложений** пестицидами α -, β -, γ -ГХЦГ, ГПХ, ДДЭ, ДДД и ДДТ. Концентрация α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ и ДДЭ не превышала 1 нг/г абсолютно сухой пробы. Концентрация ДДТ и ДДД достигала 95 и 37 нг/г соответственно. Значения изменялись от аналитического нуля до максимума, который для обеих форм наблюдался в августе в районе п. Вилково. Содержание β -ГХЦГ и ГПХ в донных отложениях было ниже предела обнаружения.

4.3.2. Дельтовые водотоки

Содержание **НУ** в водах дельты было невысоким, а максимальная концентрация достигала 0,07 мг/л (1,4 ПДК) в поверхностном слое в августе. Концентрация СПАВ изменялась от 0 до 90 мкг/л (0,9 ПДК, апрель, придонный горизонт рукава Прорва), а в остальное время года они не были обнаружены. В период наблюдений содержание фенолов изменялось от аналитического нуля до 5 мкг/л (5 ПДК). Максимальная концентрация наблюдалась в июле на поверхности рук. Белгородский, а значения выше 1 ПДК составили 55% от общего числа наблюдений. Средний уровень загрязнения вод фенолами в сравнении с предыдущим годом снизился до 1 ПДК. В дельтовых водотоках в единичных пробах определены **пестициды** γ -ГХЦГ, ГПХ, ДДЭ, ДДД, ДДТ и альдрин, концентрация которых составила 1,3, 6,1; 2,3; 18, 52 и 2,7 нг/л соответственно. В целом уровень загрязнения вод пестицидами был ниже прошлогоднего. 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 концентрация полихлорбифенилов в воде была ниже предела обнаружения 20 нг/л.

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 37–180 мкг/л. Максимальное значение зафиксировано в апреле на обоих горизонтах рук. Быстрый. За последние годы средняя за год концентрация общего фосфора уменьшилась на 12 мкг/л. Содержание общего **азота** изменялось на поверхностном горизонте в пределах 1440–6100 мкг/л, у дна достигало 7000 мкг/л. Среднемесячная концентрация азота в

сентябре составляла 1810-1820 мкг/л, а в остальное время она достигала 2050–3600 мкг/л. Среднегодовая концентрация азота с 2008 по 2010 гг. увеличилась на 320 мкг/л. Концентрация аммонийного азота изменялась от 0 до 390 мкг/л. Максимальная величина зафиксирована в апреле в придонных водах рукава Старостамбульский. Концентрация нитритного азота изменялась от 0 до 60 мкг/л. Максимальная величина отмечена в июле в рукаве Белгородский. Концентрация нитратного азота изменялась в диапазоне 230-2020 мкг/л. Наиболее высокие среднемесячные значения 1355-1370 мкг/л и максимальная за год наблюдались в сентябре в рукаве Гнеушев. Среднегодовое содержание азота с 2008 г. по 2010 г. снизилось на 95 мкг/л.

Средняя за год концентрация растворённого **кислорода** в поверхностном слое воды составила 90%, у дна 86% насыщения. В период наблюдений дефицит растворенного кислорода в среднем достигал в поверхностном слое воды 7-23%, а у дна 10-32% насыщения. С 2008 г. по 2010 г. наблюдается тенденция снижения содержания растворенного кислорода с 94% до 89% насыщения. Присутствие сероводорода в воде протоков не зафиксировано.

4.3.3. Придунайский район

Морской гидрофизический институт НАН Украины (МГИ, г. Севастополь) проводил исследования гидрохимического состава морских вод приустьевых районов Дуная, в центральной части северо-западного шельфа и в районе г. Севастополя в 67-м рейсе НИС "Профессор Водяницкий" в октябре 2010 г. (рис. 4.3). Отбор проб для химического анализа выполняли во всем столбе воды для построения вертикальных профилей гидрохимических параметров. В комплекс наблюдений входило определение концентрации растворенного кислорода, сероводорода, биогенных элементов, рН и щелочности.

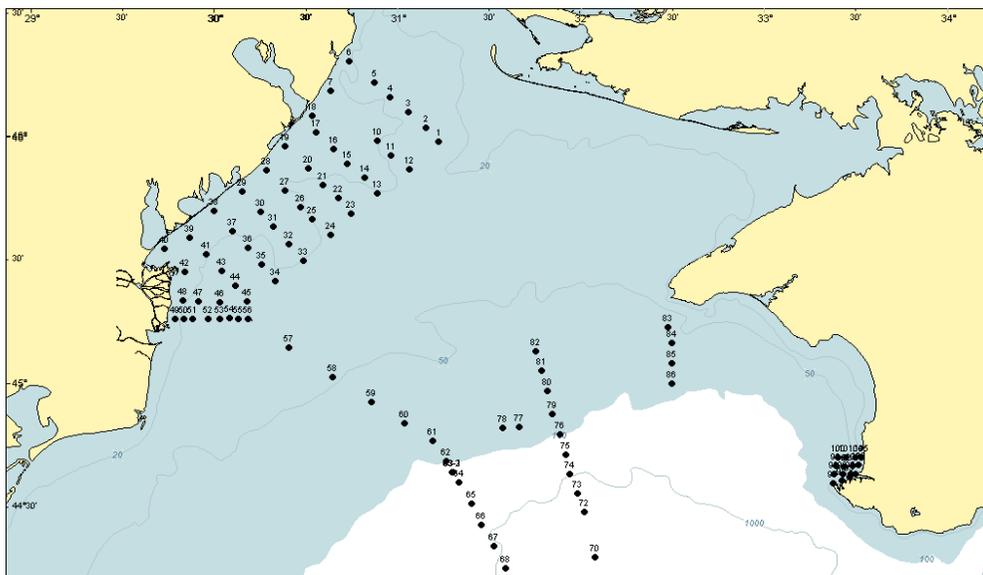


Рис. 4.3. Схема расположения гидрохимических станций, выполненных в 67-м рейсе НИС "Профессор Водяницкий" в октябре 2010 г.

Полученные данные позволяют дать статистически достоверную оценку значений стандартных гидрохимических параметров морской воды в середине осеннего сезона года на Северо-Западном шельфе (табл. 4.3) и в районе г. Севастополя (табл. 4.4).

Таблица 4.3. Содержание кислорода, биогенных элементов, величины рН и щелочности в придунайском районе СЗШ в октябре 2010 г.

	Поверхностный слой (1 м)			Глубина 7-49 м до $\sigma_t = 13,9$		
	Кол-во станций	Среднее	σ	Кол-во станций	Среднее	Σ
Кислород мл/л	60	6,37	0,26	56	6,17	0,29
Кислород %	60	102,3	2,2	56	99,7	5,9
Фосфаты мкМ*	43	0,14	0,15	38	0,12	0,12
Кремнекислота мкМ*	43	6,6	8,0	38	5,2	3,9
Нитриты мкМ*	43	0,14	0,20	38	0,10	0,08
Нитраты мкМ*	43	3,1	9,5	38	0,87	1,70
рН, ед. рН	43	8,38	0,03	39	8,37	0,04
Щелочность мг-экв./л	38	3,298	0,025	34	3,305	0,023

* - см. табл. 4.4.

Процент насыщения поверхностных и придонных вод кислородом на большей части приустьевового района Дуная составил 100-102%, насыщение кислородом менее 100% наблюдалось только в узкой полосе вдоль дельты Дуная в пределах 6-10 миль от берега. Высокие значения σ относительно средней концентрации нитратов и кремнекислоты в поверхностных водах придунайского полигона связаны с высоким содержанием этих ингредиентов в речном стоке. Влияние стока Дуная и в поверхностных, и в придонных водах на гидрохимический состав вод

на момент съемки заметно прослеживалось на расстоянии 10-15 миль от берега (Кондратьев С.И., 2009).

Таблица 4.4. Содержание кислорода и биогенных элементов в морской воде на микрополигоне между мысами Маргопуло и Херсонес в Юго-Западном Крыму в октябре 2010 г.

	Поверхностный слой (1 м)			Глубины 23-83 м до $\sigma_t = 14,0$		
	Кол-во станций	Среднее	σ	Кол-во станций	Среднее	σ
Кислород мл/л	15	6,03	0,03	15	6,00	0,05
Кислород %	15	99,4	0,4	15	93,5	5,7
Фосфаты мкМ*	12	0,01	0,02	15	0,05	0,03
Кремнекислота мкМ*	12	0,88	0,15	15	2,4	2,1
Нитриты мкМ*	12	0,08	0,07	15	0,09	0,07
Нитраты мкМ*	12	0,37	0,33	15	0,36	0,24

* - см. табл. 4.5.

Распределение кислорода в поверхностных водах прилегающего к г. Севастополю шельфа оказалось однородным, концентрация на всех станциях находилась в пределах 6,01-6,07 мл/л, что соответствовало 99-100% насыщению вод кислородом. Особенностью поверхностных вод моря в исследуемый осенний период была низкая концентрация кремнекислоты, не превышавшая 1 мкМ.

Табл. 4.5. Пересчет концентраций гидрохимических параметров из мкМ/л в мг/л.

Элемент	Козф. пересчета мкМ в мг/л	Элемент	Козф. пересчета мкМ в мг/л
Кислород, O ₂	мкМ *0,032= мг	Нитраты, NO ₃	мкМ * 0,014 = мг
Сероводород, H ₂ S	*0,034	Нитриты, NO ₂	*0,014
Метан, CH ₄	*0,016	Аммоний, NH ₄	*0,014
Кремний, Si	* 0,028	Общий азот, N tot	*0,014
Марганец, Mn	*0,055	Фосфаты, PO ₄	*0,031
Железо, Fe	*0,056	Общий фосфор, Ptot	*0,031

4.3.4. Сухой лиман

Содержание **НУ** в водах Сухого лимана было менее предела определения (0,05 мг/л). Концентрация СПАВ изменялась от 0 до 220 мкг/л (2,2 ПДК), максимальное значение было зафиксировано в июле и ноябре, а обнаружены они были только в поверхностном слое. Среднегодовое содержание СПАВ составило 0,2 ПДК и было максимальным за 2008-2010 гг. Фенолы, как и в предыдущие годы, в водах лимана обнаружены не были. Концентрация общего **фосфора** изменялась от 18 до 99 мкг/л (ноябрь). Содержание общего **азота** изменялось от 50 до 420 мкг/л, а среднее за год составило 90 мкг/л на

поверхности и 180 мкг/л у дна. Концентрация аммонийного азота варьировала от 0 до 150 мкг/л; нитритного 5-9 мкг/л, максимальная величина была отмечена в марте; нитратного азота изменялась в диапазоне от 0 до 72 мкг/л, максимальные за год величины наблюдались в сентябре и октябре. Относительное содержание растворенного **кислорода** изменялось в диапазоне 32-114% на поверхностном горизонте и 38-75% насыщения на придонном, а средние за год составили 82% и 60% соответственно. Дефицит кислорода в среднем достигал в поверхностном слое 12-28%, у дна 29-50% насыщения. Сероводород в водах Сухого лимана, как и в предыдущие годы, обнаружен не был. В верхнем слое донных отложений Сухого лимана и входного канала содержание нефтяных углеводородов и фенолов, как и в предыдущие 2006-2009 гг., было ниже предела определения (НУ 0,5 мг/г).

4.3.5. Район входного канала и очистных сооружений г. Ильичевска

В течение всего периода наблюдений в 2010 г. концентрация **НУ** была ниже предела определения использованного метода химического анализа. Присутствие СПАВ зафиксировано только в поверхностных водах, а их концентрация изменялась от аналитического нуля до 110 мкг/л (1,1 ПДК, июль). В течение последних лет концентрация фенолов в районе была ниже предела определения (3 мкг/л). Концентрация общего **фосфора** изменялась от 24 до 90 мкг/л; максимальное значение зафиксировано в сентябре. Содержание общего **азота** изменялось от 60 до 370 мкг/л; среднее за год составило 100 мкг/л на поверхности и 180 мкг/л у дна. Концентрация нитритного азота не превышало 7 мкг/л (сентябрь). Концентрация нитратного азота изменялась в диапазоне 13-70 мкг/л (сентябрь); аммонийного азота 0-130 мкг/л (май). Уровень аэрации вод в период наблюдений был недостаточным. В период наблюдений среднее за месяц относительное содержание растворенного **кислорода** составляло 66-110% насыщения на поверхностном горизонте и 40-83% у дна. Дефицит кислорода на поверхности достигал в среднем 7-33%, а в придонном слое 26-55%. Среднее за период наблюдений относительное содержание растворенного кислорода составило 69% насыщения. Сероводород не был обнаружен.

4.3.6. Порт Одесса

Содержание **нефтяных углеводородов** варьировало от 0,05 до 0,18 мг/л (3,6 ПДК, июль). Средняя концентрация НУ за год осталась на уровне последних лет и составила 0,05 мг/л (1 ПДК). Присутствие СПАВ зафиксировано только в поверхностных водах, а их концентрация изменялась от 0 до 0,14 мг/л (1,4 ПДК, сентябрь). Максимальное загрязнение вод порта фенолами отмечалось в июле и августе, диапазон изменений 3-11 мкг/л; среднегодовая концентрация составила 4 мкг/л. Концентрация общего **фосфора** изменялась в

диапазоне от 24 до 350 мкг/л (август), а среднегодовая составила 74 мкг/л. Содержание общего **азота** изменялось от 30 до 140 мкг/л, среднее 81 мкг/л. Концентрация нитритного азота изменялась в диапазоне 0-9 мкг/л (октябрь); нитратного азота 10-25 мкг/л (август); аммонийного азота 0-80 мкг/л (август).

Кислородный режим в период наблюдений в водах порта характеризовался недостаточно хорошим аэрированием. Относительное содержание растворенного **кислорода** варьировало в поверхностном слое воды от 59 до 141%, у дна 52-135% насыщения. Дефицит кислорода в среднем составлял 2-22% насыщения на поверхности и 9-44% в придонном слое. Сероводород в водах порта обнаружен не был.

4.3.7. Устье реки Южный Буг, Бугский лиман

Концентрация **нефтяных углеводородов** в воде лимана изменялась от аналитического нуля до 0,55 мг/л (11 ПДК); максимальные значения были отмечены в январе и сентябре на поверхностном горизонте в устье р. Южный Буг. Повторяемость превысивших ПДК значений составила 71% от общего числа наблюдений. Среднегодовая концентрация НУ с 2008 по 2010 гг. снизилась с 4,4 ПДК до 2,4 ПДК.

Среднемесячная концентрация **СПАВ** на поверхности вод изменялась в интервале 0-150 мкг/л (1,5 ПДК, июнь), у дна не превышала 320 мкг/л. С января по апрель фенолы не обнаружены, а в мае-июне их концентрация достигала 22-26 мкг/л (22 и 26 ПДК). В 36% проб содержание фенолов превышало допустимый норматив. В 2010 г. в водах лимана были обнаружены хлорорганические **пестициды**. Максимальная концентрация достигала: α -ГХЦГ - 2 нг/л (сентябрь), γ -ГХЦГ - 6,6 (май), ГХП - 13 (апрель), альдрин - 9,8 (октябрь), ДДТ - 65 нг/л (октябрь). Концентрация ДДЭ и ДДД была ниже предела определения 2 нг/л и 3 нг/л соответственно. Средняя за год концентрация обнаруженных в воде района пестицидов осталась на уровне предыдущих лет, хотя единичные пиковые значения (ДДТ в 9 раз) превышали значения прошлого года. В период наблюдений концентрация **полихлорбифенилов (ПХБ)** достигала 57 нг/л (июнь).

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 23-490 мкг/л, максимальная за год зафиксирована в августе. Среднегодовое содержание фосфора снизилось в сравнении с предыдущими годами. Концентрация общего **азота** в поверхностном слое воды изменялась от 170 до 1810 мкг/л, у дна до 1590 мкг/л (сентябрь). Среднегодовое содержание общего азота снизилось на 660 мкг/л. Концентрация аммонийного азота изменялась в поверхностных водах в диапазоне 0-480 мкг/л. Наибольшая среднемесячная концентрация этого ингредиента (120-190 мкг/л) на поверхности наблюдалась в сентябре и ноябре, а у дна она достигала 320-575 мкг/л (июнь, сентябрь); в марте и апреле в поверхностных водах значения были ниже предела определения. Среднегодовая концентрация аммонийного азота

увеличилась в 6,4 раза. Содержание нитритного азота изменялось от 5 до 66 мкг/л; максимум зафиксирован в сентябре на придонном горизонте в устье р. Ингул; средняя за год 15 мкг/л. Повторяемость концентрации выше ПДК составила 24% от общего числа наблюдений. Концентрация нитратного азота была менее ПДК и изменялась от 0 до 680 мкг/л. Максимальная концентрация зафиксирована в январе на поверхности в районе морского порта. Наиболее высокие среднемесячные значения (270-440 мкг/л) на обоих горизонтах наблюдались с января по апрель, а низкие (5-83 мкг/л) с мая по август. Среднегодовое содержание ингредиента снизилось с 78 до 64 мкг/л.

Средняя концентрация растворённого в воде **кислорода** на поверхности составила 101%, у дна 68% насыщения. Дефицит растворенного кислорода на поверхности в среднем был небольшим (4-9% насыщения), тогда как на придонном горизонте с апреля по ноябрь он составлял 9-74%. С июня по август зафиксирован один случай низкого, пять случаев экстремально низкого содержания растворённого кислорода и четыре случая его полного отсутствия. В отличие от предыдущих лет в придонных водах лимана в июле и августе было обнаружено присутствие **сероводорода** с концентрацией 0,76-0,92 мл/л.

4.3.8. Днепровский лиман

Содержание **НУ** изменялось от аналитического нуля до 0,75 мг/л (15 ПДК). Максимальная концентрация зафиксирована в мае на поверхностном горизонте в восточной части лимана. Среднемесячная концентрация НУ на поверхности, за исключением июля и сентября, превышала ПДК в 5,2–6,8 раза; на придонном в 2,8–7,6 раза. В 90% проанализированных проб воды концентрация нефтяных углеводородов превышала допустимый норматив, а общий уровень загрязнения вод лимана увеличился. В июне-августе и ноябре СПАВ не были обнаружены, а в остальной период наблюдений их содержание не превышало 60 мкг/л. Концентрация фенолов на поверхности изменялась в диапазоне от 0-17 мкг/л (17 ПДК), у дна до 6 мкг/л (6 ПДК); повторяемость значений выше норматива составила 46% от общего числа наблюдений. В единичных пробах зафиксированы случаи присутствия **пестицидов** γ -ГХЦГ, ГХП, альдрина и ДДТ с концентраций соответственно 0,8; 3,2; 1,4 и 4,1 нг/л. Среднегодовые значения остались на уровне предыдущих лет. В единичных пробах воды суммарная концентрация ПХБ достигала 20 нг/л.

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 11-97мкг/л, максимум зафиксирован в июне на поверхностном горизонте. В целом среднегодовое содержание фосфора немного снизилось. Концентрация общего **азота** в поверхностных водах изменялась от 240 до 710 мкг/л, у дна 150-850 мкг/л, максимум наблюдался в ноябре. Среднегодовая концентрация общего азота с 2008 г. по 2010 г. снизилась с 880 до 440 мкг/л. Аммонийный азот в октябре и ноябре не обнаружен. В остальные

месяцы наблюдений концентрация азота на поверхности изменялась в пределах от 13 до 330 мкг/л (июнь), у дна – до 200 мкг/л. В сравнении с предыдущими годами отмечается увеличение содержания аммонийного азота на 53 мкг/л. Содержание нитритного азота изменялось от 0 до 31 мкг/л; максимум зафиксирован в восточной части лимана; среднегодовая величина составила 5 мкг/л. Концентрация нитратного азота изменялась на поверхностном горизонте от 0 до 420 мкг/л (сентябрь), а в придонном не превышала 46 мкг/л; среднегодовое содержание азота осталось на уровне предыдущих лет и составило 24 мкг/л.

Средняя концентрация растворённого в воде **кислорода** на поверхности равнялась 108%, у дна 74% насыщения; дефицит составил в среднем 6% и 14-62% насыщения соответственно. Среднегодовое содержание растворенного кислорода возросло на 12 % насыщения. Присутствие **сероводорода** в придонных водах лимана не зафиксировано.

4.3.9. Устье реки Днепр

Содержание **нефтяных углеводородов** в водах устьевой области реки Днепр изменялось от 0 до 0,4 мг/л (8 ПДК, май). Среднемесячная концентрация НУ превышала ПДК в 2,4–7,8 раз. Повторяемость концентрации, достигавшей и превышавшей ПДК, составила 88% от общего числа наблюдений. СПАВ были обнаружены только в июле и содержание ингредиента не превышало 50 мкг/л. Фенолы в мае и июле не были обнаружены, а в сентябре и ноябре их концентрация изменялась в диапазоне 0-9 мкг/л (9 ПДК). Повторяемость концентрации суммы фенолов, достигавших и превышавших ПДК, составила 38% от общего числа наблюдений. В единичных пробах устья было обнаружено присутствие γ -ГХЦГ, ГХП и ДДТ с концентраций соответственно 2,2; 5,6 и менее 3 нг/л. В единичных пробах значения ПХБ были менее 20 нг/л.

Концентрация общего **фосфора** изменялась в пределах 35-110 мкг/л (ноябрь). Средняя за год концентрация фосфора с 2008 по 2010 гг. уменьшилась на 58 мкг/л. Концентрация общего **азота** изменялась от 420 до 790 мкг/л (ноябрь); за последние годы среднегодовая величина снизилась на 340 мкг/л. Аммонийный азот в сентябре не обнаружен, а в остальные периоды наблюдений его концентрация изменялась в пределах 20-140 мкг/л (май). Содержание нитритного азота изменялось в пределах 0-41 мкг/л (июль), а среднегодовая его концентрация составила 12 мкг/л. Концентрация нитратного азота изменялась в диапазоне 46-220 мкг/л (май). Концентрация растворённого **кислорода** изменялась от 84% до 114%, дефицит в среднем составлял 1-14% насыщения. Среднегодовое содержание растворенного кислорода с 2008 г. по 2010 г. возросло на 11% насыщения. Присутствие **сероводорода** не зафиксировано.

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

Мониторинг Севастопольской бухты выполнялся сотрудниками Отдела Биогеохимии моря (ОБМ) Морского гидрофизического института (МГИ) НАН Украины 8-9 февраля и 19-20 апреля 2010 г. (http://wiki.iczm.org.ua/ru/index.php/Прибрежный_мониторинг_отдела_биогеохимии_моря_МГИ_НАНУ, Иванов В.А. и др., 2006, Коновалов С.К. и др., 2010, Konovalov S. et al., 2011), (рис. 4.4).

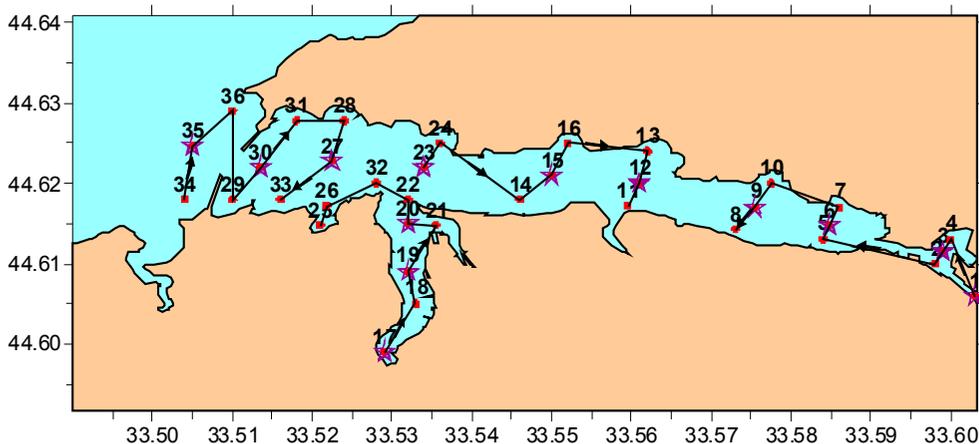


Рис. 4.4. Станции отбора проб в Севастопольской бухте в феврале и апреле 2010 г.

Отбор проб для химических анализов морской воды в бухте выполняли в поверхностном (0-1 м) и придонном (0,5-1 м от дна) слоях. Насыщение вод бухты кислородом в зимний период составляло в среднем 96%, а весной степень насыщения превышала 100% (табл. 4.6). В зимний период времени поток кислорода направлен из атмосферы в воды бухты, тогда как весной направление этого потока изменяется на противоположное (Свищев С.В. и др., 2011).

Таблица 4.6. Содержание гидрохимических элементов в водах Севастопольской бухты в феврале-апреле 2010 г.

Сев. бухта Элемент	8-9 февраля 2010 г.			19-20 апреля 2010 г.		
	пределы	сред.	σ	пределы	сред.	σ
O ₂ мл/л	6,72 - 7,86	7,31	0,30	5,56 - 7,40	6,99	0,38
O ₂ %	89,8 - 101,9	96,3	3,3	78,5 - 109,2	102,5	6,1
pH	8,36 - 8,48	8,42	0,03	8,29 - 8,46	8,40	0,03
PO ₄ мкМ*	0,00 - 0,22	0,04	0,04	0,00 - 0,42	0,08	0,08
P _{tot} мкМ*	0,01 - 2,02	0,34	0,59	0,03 - 2,54	0,56	0,81
P _{org} мкМ*	0,01 - 1,87	0,31	0,56	0,00 - 2,44	0,48	0,79
SiO ₂ мкМ*	0,9 - 20,9	2,7	2,5	0,6 - 16,1	3,2	2,0
NO ₃ мкМ*	0,0 - 142,8	7,9	17,9	0,0 - 81,2	3,26	9,68

NO ₂ мкМ*	0,19 – 0,94	0,27	0,10	0,00 – 1,47	0,12	0,20
NH ₄ мкМ*	0,00 – 3,62	0,44	0,49	0,00 – 4,13	0,54	0,72
TSM мг	0,50 – 3,80	1,88	0,72	0,31 – 22,56	2,87	4,30

* - см. табл. 4.4.

В 2010 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) и АСПАВ. Диапазон значений **рН** в 87 пробах составлял 4,18 (10.02.2010) – 8,78 (28.12.2010), в 54 пробах измеренное рН было менее 7,00 ед. Диапазон изменений концентрации анионных **СПАВ** в 73 пробах атмосферных осадков составил 10-420 мкг/дм³ (март). Средняя концентрация загрязнителя для зимнего периода равнялась 68 мкг/дм³, для летнего 14 мкг/дм³.

В марте и апреле 2010 г. впервые был выполнен многоэлементный нейтронно-активационный и рентгенорадиометрический анализ аэрозолей в центре г. Севастополя (в МО УкрНИГМИ) на высоте ~100 м над уровнем моря. Проанализировано 12 проб и были определены 36 элементов (табл. 4.7). Наличие повышенных концентраций Na, K и Cl характерно для морских аэрозолей. Однако повышенные значения Ag, Lu, U, W и Ni, по-видимому, также контролируются поступлением с морскими аэрозолями. Элементы с высокой технофильностью (например, Cu, Zn, Fe и др.) свидетельствуют о влиянии антропогенного фактора, тогда как редкие и рассеянные элементы (например Sc, La, Ce, Sm, Eu, Th, Mo и Se) свидетельствуют об их естественном происхождении.

Таблица 4.7. Содержание элементов в аэрозолях Севастополя (мкг/м³) в марте-апреле 2010 г.

Элементы	Min	Max	Среднее	Элементы	Min	Max	Среднее
Na	4·10 ⁻²	2·10 ⁻¹	1·10 ⁻¹	Tb	7·10 ⁻⁷	5·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶
K	4·10 ⁻²	2·10 ⁻¹	1·10 ⁻¹	Lu	3·10 ⁻⁷	1·10 ⁻⁶	7·10 ⁻⁷
Rb	7·10 ⁻⁶	4·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁴	Th	9·10 ⁻⁶	5·10 ⁻⁵	2·10 ⁻⁵
Cs	7·10 ⁻⁷	3·10 ⁻⁵	1·10 ⁻⁵	U	5·10 ⁻⁶	2·10 ⁻⁵	8·10 ⁻⁶
Cu	7·10 ⁻⁴	1·10 ⁻²	3·10 ⁻³	Hf	6·10 ⁻⁶	3·10 ⁻⁵	1·10 ⁻⁵
Ag	4·10 ⁻⁶	8·10 ⁻⁵	1·10 ⁻⁵	Ta	1·10 ⁻⁷	6·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁶
Au	8·10 ⁻⁷	1·10 ⁻⁵	4·10 ⁻⁶	As	4·10 ⁻⁵	3·10 ⁻⁴	9·10 ⁻⁵
Ca	3·10 ⁻¹	2·10 ⁰	7·10 ⁻¹	Sb	1·10 ⁻⁴	7·10 ⁻⁴	3·10 ⁻⁴
Sr	7·10 ⁻⁴	4·10 ⁻³	1·10 ⁻³	Cr	4·10 ⁻⁴	3·10 ⁻³	1·10 ⁻³
Ba	7·10 ⁻⁴	8·10 ⁻³	2·10 ⁻³	Mo	3·10 ⁻⁵	3·10 ⁻³	3·10 ⁻⁴
Zn	3·10 ⁻³	1·10 ⁻²	6·10 ⁻³	W	1·10 ⁻⁵	4·10 ⁻⁴	8·10 ⁻⁵
Cd	5·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁵	Se	7·10 ⁻⁶	1·10 ⁻⁴	5·10 ⁻⁵
Hg	4·10 ⁻⁵	3·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁴	Mn	8·10 ⁻⁴	5·10 ⁻³	2·10 ⁻³
Sc	8·10 ⁻⁶	3·10 ⁻⁵	2·10 ⁻⁵	Cl	6·10 ⁰	4·10 ¹	3·10 ¹
La	3·10 ⁻⁵	1·10 ⁻⁴	7·10 ⁻⁵	Br	2·10 ⁻³	8·10 ⁻²	1·10 ⁻²
Ce	7·10 ⁻⁶	2·10 ⁻⁴	1·10 ⁻⁴	Fe	5·10 ⁻²	2·10 ⁻¹	1·10 ⁻¹

Sm	$7 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$9 \cdot 10^{-6}$	Co	$2 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$
Eu	$7 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-6}$	Ni	$2 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$

4.3.11. Порт Ялта

Содержание **нефтяных углеводородов** в водах порта изменялось от 0 до 0,21 мг/л (4,2 ПДК, февраль). Среднемесячная концентрация НУ на обоих горизонтах в феврале и апреле превышала предельно допустимую концентрацию в 1,2-1,4 раза, а в остальное время была менее 0,05 мг/л. Повторяемость значений равных или выше норматива составила 21% от общего числа наблюдений. В целом уровень загрязнения вод НУ остался неизменным, среднее составило 0,02 мг/л. Концентрация СПАВ изменялась в диапазоне от аналитического нуля до 45 мкг/л. Содержание фенолов в морской воде в апреле, июле и октябре не превышало 3 мкг/л, а в остальное время года они не были обнаружены. В единичных пробах были обнаружены γ -ГХЦГ и ГПХ с максимальными концентрациями соответственно 7,4 и 2,2 нг/л. Значения ДДЭ, ДДЦ и ДДТ не превышали 3 нг/л. Среднегодовая концентрация пестицидов осталась на уровне прежних лет (менее 0,5 нг/л). Полихлорбифенилы не обнаружены.

Содержание общего **фосфора** изменялось в пределах от аналитического нуля до 32 мкг/л (июнь); средняя за год концентрация фосфора составила 16 мкг/л, что практически равняется прошлогоднему значению 18 мкг/л. Концентрация общего **азота** изменялась от 450 до 1020 мкг/л (ноябрь) в поверхностном слое воды и у дна – 340-970 мкг/л (май). Среднегодовое содержание азота с 2008 по 2010 гг. снизилось на 370 мкг/л. Концентрация аммонийного азота изменялась от 32 до 73 мкг/л, а средняя за год составила 48 мкг/л. Концентрация нитритного азота не превышала 6 мкг/л; нитратного азота изменялась в диапазоне 41-574 мкг/л (декабрь) на поверхности и 11-223 мкг/л у дна. В среднем поверхностные воды содержали нитратного азота в 9,3 раза больше, чем придонные. В целом уровень загрязнения вод азотом с 2008 г. по 2010 г. увеличился в 1,2 раза.

Относительное содержание растворённого **кислорода** на поверхности изменялось от 80% до 107% насыщения; 84-117% в придонном слое. По среднемесячным значениям дефицит растворённого кислорода достигал 1-12% на поверхности и 2-9% насыщения у дна. Средняя за год концентрация растворённого кислорода на обоих горизонтах составила соответственно 97% и 94%. Среднегодовое содержание растворенного кислорода осталось неизменным и составило 96% насыщения.

4.3.12. Керченский пролив (мониторинг)

Северная узость (разрез порт Крым - порт Кавказ). В 2010 г. мониторинг состояния морских вод в Северной узости Керченского пролива и в районе о. Тузла проводился морской гидрометеостанцией

МГС «Опасное» на разрезе между портами Крым и Кавказ с апреля по октябрь (рис. 4.5). Средняя концентрация **НУ** составила 0,06 мг/л (1,2 ПДК), максимальная достигала 0,29 мг/л (6 ПДК) и была зафиксирована в сентябре. Максимальное содержание СПАВ в водах пролива достигало 84 мкг/л, 0,8 ПДК, сентябрь, а средняя за год была менее 25 мкг/л, что на уровне предыдущего года и самая низкая за пятилетний период. Максимальные значения концентрации фенолов достигали 3 мкг/л (3,0 ПДК) в течение всего периода проведения мониторинга.

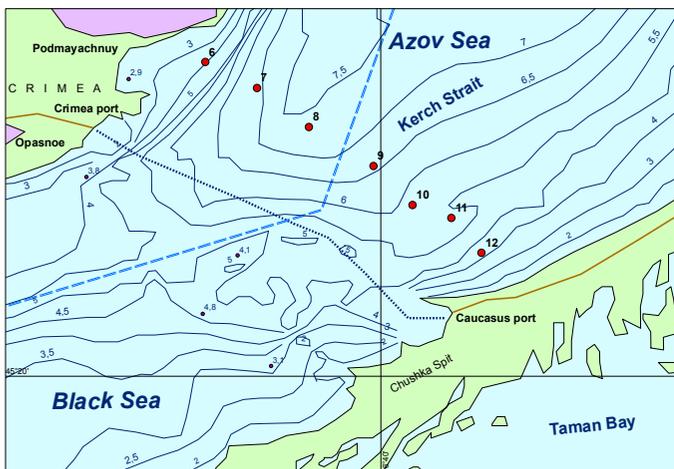


Рис. 4.5. Станции мониторинга (№№ 6-9) в Северной устьи Керченского пролива в 2010 г.

В 2010 г. содержание **пестицидов** α -ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ, ГПХ и ПХБ в водах Северной устьи пролива было ниже предела определения

использованного метода химического анализа. Присутствие γ -ГХЦГ в водах пролива зафиксировано в течение всего периода наблюдений. Средняя месячная концентрация изменялась от 0 до 3,8 нг/л. Максимальная концентрация зафиксирована в поверхностных водах в октябре. ДДЭ обнаружен в июле в одной пробе из поверхностного слоя воды (3,6 нг/л). Альдрин был обнаружен в двух пробах: 2,8 нг/л в мае и 0,7 нг/л в июне.

Средняя концентрация аммонийного **азота** составила 8 мкг/л, а наибольшая достигала 230 мкг/л (0,6 ПДК) в мае. Содержание нитритного азота изменялось от нуля до 10 мкг/л в сентябре, а средние значения были ниже предела определения (5 мкг/л). Концентрация нитратного азота изменялась от нуля до 140 мкг/л в октябре. В целом наблюдаемые величины существенно ниже установленных нормативов. Максимальная концентрация общего азота (1150 мкг/л, октябрь) была на 17% выше прошлогодней. Средняя концентрация составила 540 мкг/л и была в 1,4 раза выше уровня предыдущего года, но примерно равна средней концентрации за пятилетний период.

Средняя концентрация общего **фосфора** составила 20 мкг/л и была практически равна прошлогоднему уровню, а наибольшая (54 мкг/л) зафиксирована в июле. Сравнение средних значений за аналогичные периоды показывает соответствие уровня 2010 г. как прошлогоднему, так и среднему за весь интервал 2006-2010 гг.

Среднее содержание растворенного **кислорода** на поверхностном и придонном горизонтах составило 84% и 83% насыщения соответственно, что существенно меньше предыдущего года. Минимальная концентрация на придонном горизонте зафиксирована в августе (58% насыщения). В период проведения наблюдений присутствие сероводорода в воде Северной узости Керченского пролива не зафиксировано. По ИЗВ (0,54; II класс качества) в период апреля-октября 2010 г. воды Северной узости Керченского пролива классифицировались как «чистые». Приоритетными загрязняющими веществами были НУ, γ -ГХЦГ и аммонийный азот (табл. 4.8).

4.3.13. Керченский пролив (ЮгНИРО)

В 2010 г. ЮгНИРО выполнил исследования качества вод Керченского пролива и Керченской бухты в рамках программы ежегодного мониторинга на стандартной сетке станций (рис. 4.6). Дополнительно в июле была выполнена совместная с ВНИРО (г. Москва, Россия) параллельная съемка на всей акватории Керченского пролива и Таманского залива.

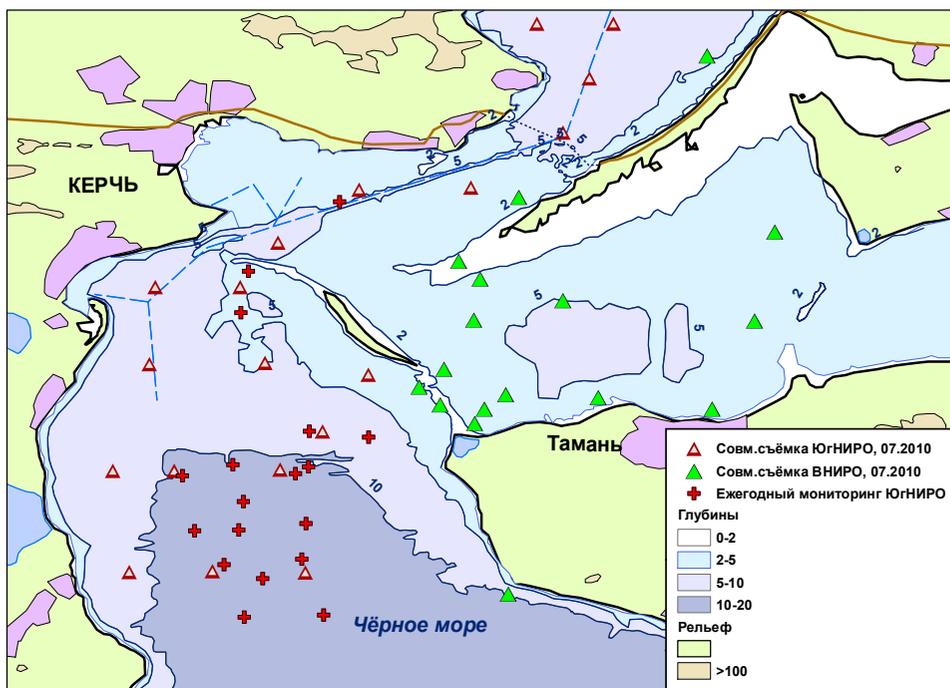


Рис. 4.6. Станции мониторинга ЮгНИРО в Керченском проливе в 2010 г.

В марте, июне и сентябре 2010 г. в рамках программы стандартного **мониторинга** в южной части Керченского пролива от м. Такиль до южной оконечности косы Тузла пробы воды были отобраны из поверхностного и придонного горизонтов на 12 станциях; в июне также были отобраны пробы донных отложений (Жугайло С. С. и др., 2011,

Жугайло С.С., Себах Л.К., Боровская Р.В, 2011, Себах Л.К. и др., 2011). Диапазон концентрации **нефтяных углеводородов** в водах исследуемой акватории составил 0,02-0,09 мг/л. Наибольший уровень загрязненности отмечен в теплый период года в июне (в воде поверхностного горизонта 0,04-0,07 мг/л, придонного 0,02-0,08 мг/л, превышение ПДК отмечено в 25% отобранных проб) и сентябре (в поверхностном слое 0,03-0,09 мг/л; в придонном 0,04-0,08 мг/л; в половине отобранных проб концентрация НУ превышала 1 ПДК). Хотя в течение 2010 г. был отмечен рост средней концентрации НУ, однако в целом она остается примерно на уровне ПДК (рис. 4.7)

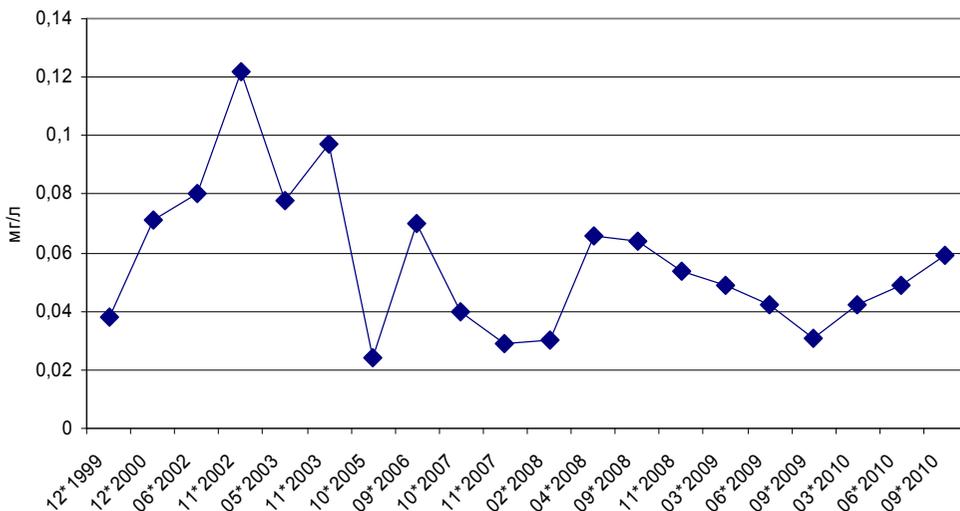


Рис. 4.7. Динамика средней концентрации (мг/л) нефтяных углеводородов в поверхностном горизонте вод Керченского пролива в период 1999-2010 гг. (Петренко О.А., 2010).

Сезонная динамика **железа** характеризовалась устойчивым увеличением его средней концентрации с 20 мкг/л в марте до 50 мкг/л в сентябре (1 ПДК). Если в марте и июне содержание этого металла в пробах не превышало ПДК, то в сентябре в 25% отобранных проб воды концентрация железа составляла 1-1,4 ПДК.

В течение периода исследований содержание минеральных форм **азота** не превышало предельно допустимых величин. В марте в половине отобранных проб концентрация аммонийного азота была ниже предела обнаружения, а в остальных составила 10-120 мкг/л. Наибольшие величины определены в июне – 210-240 мкг/л (поверхностная вода) и 220-230 мкг/л (придонная вода). В сентябре содержание аммония снизилось до 20-40 мкг/л на поверхности и 30-50 мкг/л в придонном слое. Концентрация нитритного азота изменялась в узком диапазоне от аналитического нуля до 20 мкг/л. В марте в воде поверхностного слоя содержание нитратного азота составило 10-9360 мкг/л, а в придонном 10-840 мкг/л. Пространственное распределение нитратов было крайне неравномерным: тогда как практически на всей

акватории их концентрация не превышала 90 мкг/л, то у южной оконечности о. Тузла были зафиксированы аномально высокие значения в поверхностной воде (3100-9360 мкг/л). Такие повышенные величины нитратов в этом районе фиксируются ежегодно, преимущественно в весенне-летний период. В июне и сентябре содержание этой формы азота на поверхностном и придонном горизонтах воды изменялось в диапазоне 190-210 мкг/л и 160-470 мкг/л. Представляется возможным, что наблюдаемое в последние годы высокое содержание минеральных форм азота обусловлено повышенным тепловым фоном (рис. 4.8).

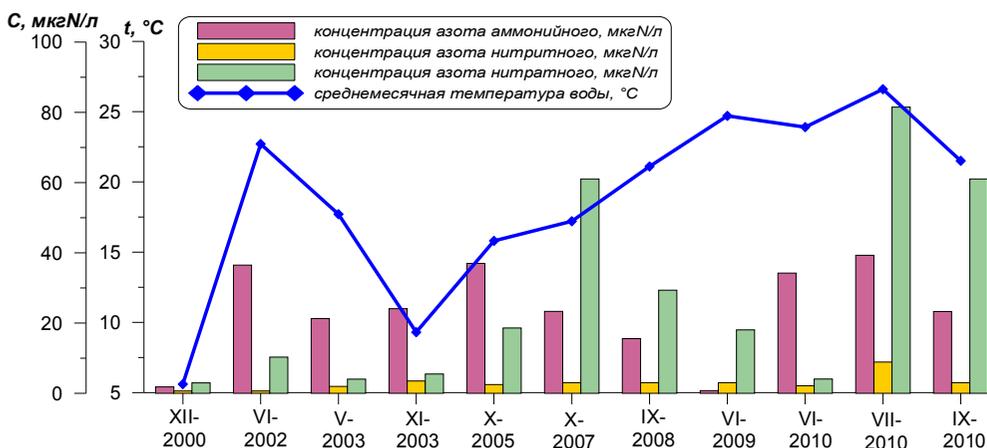


Рис. 4.8. Зависимость средней концентрации (мкгN/л) минеральных форм азота от среднемесячной температуры воды (Жугайло С.С., Себах Л.К., Боровская Р.В., 2011).

Максимальное содержание растворенного в воде **кислорода**, составляющее на поверхностном горизонте 8,85-11,17 мг/л (112-149% насыщения), придонного 9,25-11,12 мг/л (124-149% насыщения), было зафиксировано в марте. С повышением температуры воды в июне концентрация растворенного кислорода снизилась до 7,35-8,68 мг/л (поверхностная вода) и 6,05-8,55 мг/л (придонная вода), однако кислородного дефицита не наблюдалось. В сентябре также фиксировалась высокая степень насыщения воды кислородом, составляющая в среднем 143%.

В **донных отложениях** содержание железа варьировало от 1540 до 14690 мкг/г сухого вещества, составляя в среднем 7035 мкг/г. Уровень загрязнения морских осадков Керченского пролива нефтяными углеводородами был традиционно высоким – от 149 до 570 мкг/г, составляя в среднем 333 мкг/г (6,7 ДК). В межгодовой динамике углеводородов, а также высокомолекулярных смол и асфальтенов наблюдается тенденция снижения уровня загрязненности после аварии танкера «Волгонепть-139» в ноябре 2007 г. (рис. 4.9).

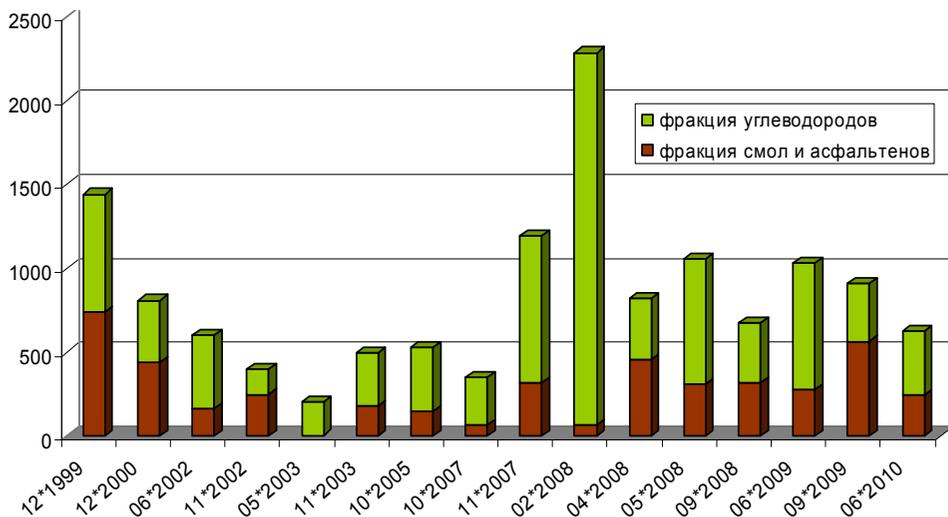


Рис. 4.9. Динамика средней концентрации (мкг/г) суммарных значений углеводородов, смол и асфальтенов в донных отложениях Керченского пролива в 1999-2010 гг. (Петренко О.А. и др., 2010).

В июльской совместной с ВНИРО съемки ЮгНИРО провел отбор проб воды из поверхностного и придонного горизонтов, а также донных отложений на 10 станциях в Керченском проливе от м. Хрони до м. Такиль (Trotsenko V.G., Sebakh L.K., 2011, Сапожников В.В. и др., 2011). В поверхностном слое содержание нефтяных углеводородов изменялось в пределах 0,018-0,067 мг/л (1,3 ПДК на севере района), составляя в среднем 0,036 мг/л. Уровень загрязнения придонного слоя воды был незначительно выше, средняя концентрация составила 0,039 мг/л при диапазоне 0,020-0,094 мг/л. Максимум (1,9 ПДК) отмечен южнее косы Тузла.

В водах исследуемой акватории концентрация минеральных форм азота была значительно ниже ПДК. В поверхностном слое воды содержание аммонийного азота составляло 18,5-69,5 мкг/л, придонного 18,5-61,4 мкг/л, при этом наибольшим оно было на севере и в районе мыса Змеиног. Концентрация нитритного азота изменялась в диапазоне 2,5-37,1 мкг/л на поверхности и 3,2-24,7 мкг/л в придонном слое, нитратного азота 41,4-149,8 мкг/л и 44,8-146,1 мкг/л соответственно. Наибольшее содержание нитратов зафиксировано как на юге, так и на севере исследуемой акватории, а также в районе бухты Павловская.

Для исследуемых вод было характерно достаточно высокий уровень насыщения кислородом. На поверхности содержание растворенного кислорода составило 7,35-9,55 мг/л (139-177% насыщения), придонного 5,50-7,50 мг/л (103-141% насыщения).

В донных отложениях содержание нефтяных углеводородов варьировало от 273 до 1325 мкг/г сухого вещества (26,5 ДК). В наименьшей степени были загрязнены осадки в районе косы Тузла, а в наибольшей у мыса Такиль.

На акватории **Керченской бухты** исследования проводились на 12 станциях в воде поверхностного и придонного горизонтов ежеквартально и в донных отложениях 1 раз в год. В течение года наименьшее содержание нефтяных углеводородов, составляющее в среднем за месяц 0,04 и 0,05 мг/л для воды поверхностного и придонного горизонтов соответственно, определено в марте и сентябре, наибольшее - в декабре 0,07 и 0,06 мг/л. В отдельных пробах превышение предельно допустимой величины в 1,2-3 раза фиксировалось на протяжении всего года, в основном на акватории Керченского морского торгового порта.

В течение года максимальное содержание **железа**, составляющее 400 мкг/л или 8 ПДК, определено в марте в поверхностном слое на акватории Керченского морского рыбного порта, в то время как на остальной части исследуемой акватории оно не превышало 80 мкг/л или 1,6 ПДК. В июне концентрация железа составила 40-60 мкг/л и в 12% отобранных на акватории рыбного порта проб воды превышала нормативную величину в 1,2 раза. В наименьшей степени водные массы были загрязнены железом в сентябре (20-40 мкг/л). В декабре диапазон содержания металла составил 30-60 мкг/л на поверхности и 30-80 мкг/л у дна; повышенные значения в воде порта.

Наибольшее содержание аммонийного **азота** (220-270 мкг/л) отмечено в водах бухты в июне, а наименьшее в сентябре (30-110 мкг/л). Пространственное распределение аммония характеризовалось относительной равномерностью. Превышение предельно допустимой величины для нитритного азота зафиксировано в сентябре и декабре - соответственно 1,0 и 2,5 ПДК в северной части исследуемой акватории. Повышенное содержание нитратов отмечено в период с марта по декабрь. Повышенная концентрация этой формы азота зафиксирована в придонных водах рыбного порта в сентябре (1620-2940 мкг/л) и декабре (2850 мкг/л), а также в районе Генуэзского мола (5930 мкг/л).

В течение всего периода исследований в бухте в 2010 г. дефицита растворенного кислорода зафиксировано не было. Наименьшее содержание в поверхностной воде составило в сентябре в среднем 7,44 мг/л (129% насыщения), а в придонной 6,87 мг/л (125% насыщения) в июне.

В **донных отложениях** Керченской бухты содержание железа изменялось в очень широких пределах 363-30770 мкг/г сухого вещества, составляя в среднем 19395 мкг/г. Диапазон концентрации суммарного содержания нефтяных углеводородов составил 1740-6200 мкг/г сухого вещества (124 ДК).

Согласно результатам расчета ИЗВ, полученным в 2010 г. на основе средней концентрации приоритетных для каждого из районов контроля загрязняющих веществ и растворенного кислорода, в наибольшей степени были загрязнены воды акватории порта Одесса и Днепровского

лимана, которые классифицировались как «загрязненные» (IV класс), воды Бугского лимана и р. Днепр классифицировались как «умеренно загрязненные» (III класс), воды Сухого лимана, входного канала и акватории порта Ялта как «чистые» (II класс). В дельте р. Дунай воды классифицировались как «умеренно загрязненные», в дельтовых водотоках как «чистые» (использовалась шкала качества пресных вод). В целом, по сравнению с 2009 г. качество прибрежных вод украинской части Черного моря осталось на прежнем уровне с наибольшим ухудшением в Днепровском лимане, устье р. Днепр, Сухом лимане и в районе входного канала г. Ильичевска (табл. 4.8).

Таблица 4.8. Оценка качества вод украинской части Черного моря в 2008-2010 гг.

Район	2008 г.		2009 г.		2010 г.		Среднее содержание ЗВ в 2010 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Дельта реки Дунай	1,81	III	1,68	III	1,64	III	НУ 0; аммонийный азот 0,21; фенолы 1; хром 7; нитритный азот 1; O ₂ 0,65
Дельтовые водотоки р. Дунай	0,74	II	0,73	II	0,55	II	НУ 0; СПАВ 0; фенолы-1; аммоний азот 0,12; нитритный азот 1,4; O ₂ 0,80
Сухой лиман	0,24	I	0,24	I	0,27	II	НУ 0; СПАВ 0,2; фенолы 0; O ₂ 0,86
г. Ильичевск	0,20	I	0,20	I	0,27	II	НУ 0; СПАВ 0,2; фенолы 0; O ₂ 0,86
Акватория порта Одесса	3,06	VI	-	-	1,58	IV	НУ 1; СПАВ 0,7; фенолы-4; O ₂ 0,62
Устье р. Южный Буг, Бугский лиман	1,49	IV	1,32	IV	1,08	III	НУ 2,8; нитритный азот 0,8; СПАВ 0; O ₂ 0,73
Устье реки Днепр	1,30	IV	0,65	II	1,17	III	НУ 3,4; нитриты 0,6; СПАВ 0; O ₂ 0,67
Днепровский лиман	0,97	III	1,06	III	1,69	IV	НУ 4,8 фенолы 1; нитриты 0,2; O ₂ 0,76
Акватория порта Ялта	0,26	II	0,27	II	0,28	II	НУ 0,4; СПАВ 0; аммоний азот 0,02; O ₂ 0,69
Керченский пролив (северная узость)	0,53	II	0,55	II	0,54	II	НУ 1,2; γ-ГХЦГ 0,2; аммонийный азот 0,02; O ₂ 0,76

4.5. Загрязнение прибрежных вод Анапа-Туапсе

В 2010 г. Гидрометеорологическое бюро г. Туапсе Краснодарского краевого центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей

среды (ГМБ) в рамках программы государственной службы наблюдений и контроля (ГСН) за загрязнением морской среды выполнило 16 гидрохимических съёмок 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. 4.10). В состав наблюдений входило определение стандартных гидролого-гидрохимических параметров (температура, солёность S‰, водородный показатель pH, растворенный кислород O₂ методом Винклера, щёлочность 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.

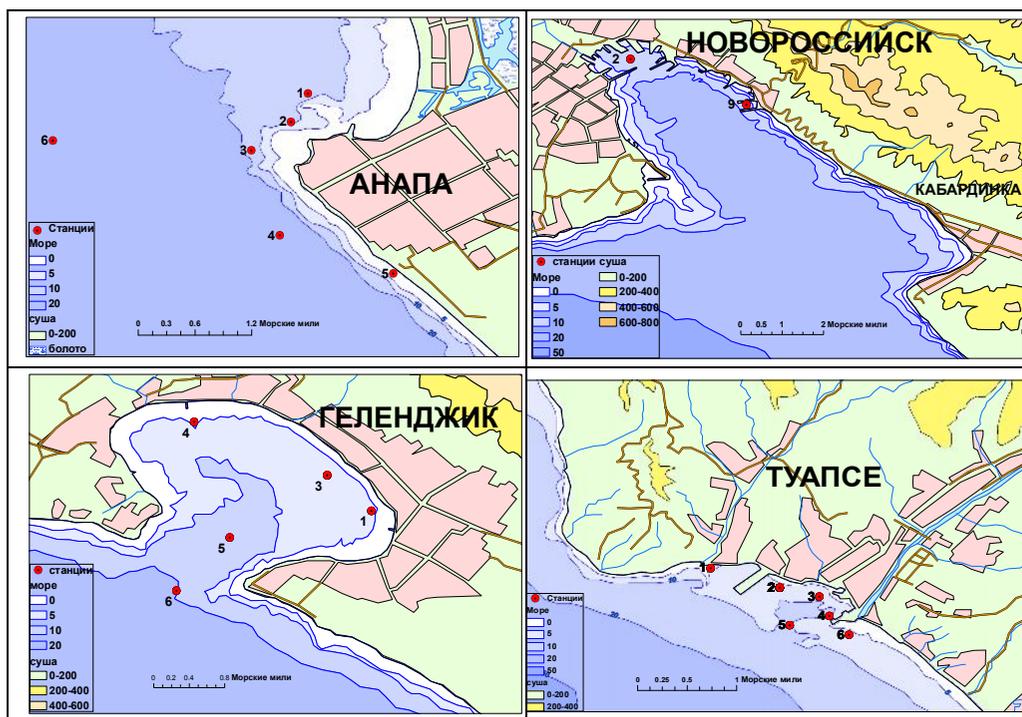


Рис. 4.10. Схема расположения станций отбора проб на акватории портов российской части Черного моря в 2010 г. (ГМБ Туапсе).

Анапа. В январе, апреле, июле и октябре 2010 г. на 6 станциях с максимальной глубиной 25 м было отобрано и проанализировано из поверхностного слоя 24 пробы воды. Соленость в период наблюдений изменялась от 11,886‰ (15 октября) до 16,183‰ (13 января), средняя за год величина 14,149‰. Сезонные изменения температуры были значительными 9,6-26,6⁰С. Диапазон изменений рН от 8,20 (июль) до 8,43 (апрель); среднее значение рН 8,32. Общая щелочность изменялась от 3,071 мг-экв/л (15 октября) до 3,306 мг-экв/л (6 апреля); среднее значение за рассматриваемый период 3,141 мг-экв/л. В целом гидрологические характеристики и концентрация биогенных элементов были очень близкими к значениям прошлого года (табл. 4.9). Содержание фосфатов и нитритного азота в течение рассматриваемого периода оставалось много меньше предельно допустимых концентраций. За последнее десятилетие максимальные значения концентрации неорганического фосфора несколько возросли во всех районах наблюдений (рис. 4.11). Хотя максимальная концентрация аммонийного азота была немного выше прошлогодней, однако также значительно меньше допустимого норматива. Наиболее высокое значение кремния достигало 1000 мкг/л и закономерно было отмечено в апреле до начала массового развития диатомовых.

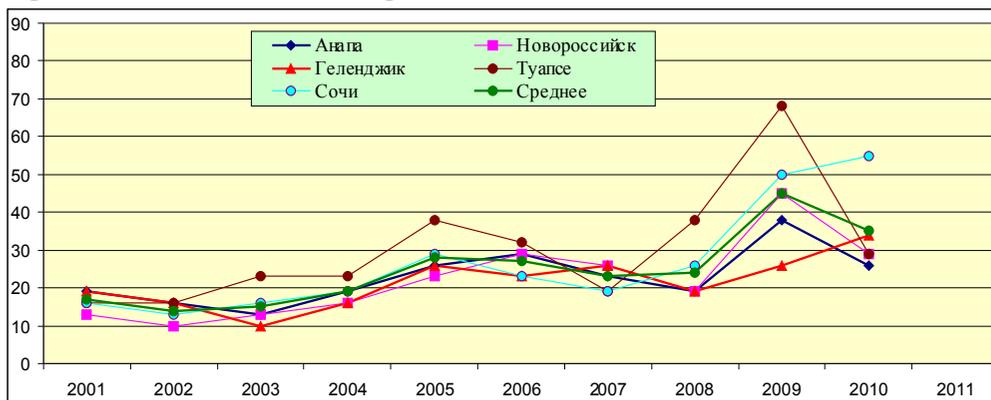


Рис. 4.11. Максимальная концентрация неорганического фосфора (фосфатов, мкг/л) на акватории портов российской части Черного моря в 2010 г. (ГМБ Туапсе).

Концентрация нефтяных углеводородов в поверхностном слое изменялась от величин ниже предела обнаружения до 0,04 мг/л (0,8 ПДК, рис. 4.12). Наибольшая концентрация была зафиксирована несколько раз в течение года мелководных станциях внутри акватории порта Анапа. В половине проб из 24 концентрация детергентов была ниже предела обнаружения. Максимальная величина достигала 15 мкг/л и была почти на порядок ниже допустимого уровня. Хлорорганические пестициды обнаружены не были. Кислородный режим был в пределах нормы, дефицита растворенного кислорода в воде не наблюдалось.

Минимальное значение было выше норматива; отмечено в середине октября в бухте и составило 82,4% насыщения.

Таблица 4.9. Средние и максимальные значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов в прибрежных водах Черноморского побережья России в 2010 г.

Район	S, ‰	Щелочность, мг-экв/л	O ₂ [*] , мг/л	pH	PO ₄ , мкг/л	SiO ₃ , мкг/л	NH ₄ , мкг/л	NO ₂ , мкг/л
Анапа	14,149/ 16,183	3,141/ 3,306	8,40/ 6,69	8,32/ 8,43	13,6/ 26	394/ 1000	51/ 112	2,5/ 3,5
Новорос- сийск	15,572/ 15,848	3,130/ 3,216	8,15/ 6,74	8,26/ 8,40	18/ 29	477/ 1000	84/ 130	3,0/ 3,9
Геленджик	14,017/ 15,865	3,103/ 3,254	8,25/ 6,88	8,27/ 8,41	13,3/ 34	376/ 1000	44/ 112	2,0/ 3,5
Туапсе	13,937/ 16,496	3,090/ 3,313	8,72/ 6,90	8,31/ 8,43	16,1/ 29	586/ 1220	62/ 148	2,9/ 5,2

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

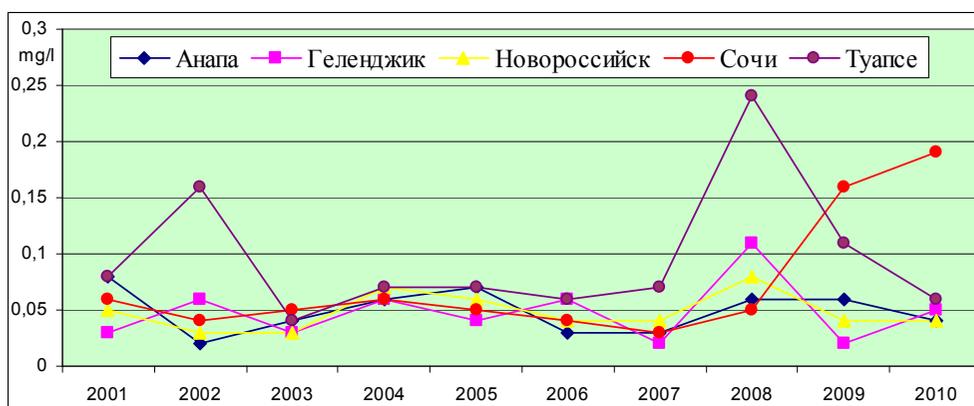


Рис. 4.12. Максимальная концентрация нефтяных углеводородов на акватории портов российской части Черного моря в 2010 г. (ГМБ Туапсе).

Новороссийск. В 2010 г. наблюдения проведены на двух станциях с глубинами 12 м, расположенных в кутовой части и у северного причала Цемесской бухты. Соленость воды в течение года менялась очень незначительно. Уровень pH колебался около отметки 8,26, что практически равно среднему значению за предыдущие годы, минимум отмечен в июле. Значения общей щелочности были в пределах диапазона обычной сезонной и межгодовой изменчивости.

Максимальная концентрация фосфатов почти доходила до 0,2 ПДК норматива для мезотрофного водоема (июль), тогда как нитритного азота была существенно ниже норматива (0,05 ПДК). Наибольшая концентрация кремния была отмечена в начале апреля до пика цветения

диатомовых. Максимальное содержание в воде аммонийного азота было отмечено на обеих станциях в середине октября.

Уровень загрязнения Цемесской бухты нефтяными углеводородами, как и в предыдущие годы, был невысоким, несмотря на интенсивное судоходство и близко расположенную нефтеперевалочную базу. В поверхностном слое вод бухты максимальная концентрация нефтяных углеводородов была ниже норматива (0,04 мг/л) и была отмечена несколько раз в течение года, средняя составила 0,03 мг/л. Как и в предыдущий год концентрация СПАВ составляла во всех пробах 10-15 мкг/л. Хлорорганические пестициды не обнаружены. Концентрация растворенного в воде кислорода не выходила за установленный норматив, минимальное значение наблюдалось 8 июля (90,1% насыщения).

Геленджик. Во время гидрохимических съемок в Геленджикской бухте в январе, апреле, июле и октябре на 6 станциях, расположенных в точках с глубинами от 3 до 22 м, было отобрано 23 пробы. Минимальная соленость (11,738‰) была отмечена в октябре, а максимальная - в январе. Уровень рН изменялся в узком диапазоне 8,16-8,41. Значения общей щелочности варьировали в узком диапазоне 2,896-3,254 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 112 мкг/л. Концентрация кремния достигала максимума в апреле.

Из 23 отобранных проб в десяти содержание НУ было ниже предела обнаружения, в остальных не превышало 0,05 мг/л (1,0 ПДК, октябрь), а в среднем составило 0,01 мг/л. Детергенты не обнаружены в 10 пробах, в остальных их концентрация не превышала 10 мкг/л. Хлорорганические пестициды не обнаружены. Минимальная концентрация растворенного кислорода (соответствовала 88,6% насыщения) и была отмечена в середине июля в северной части бухты.

Туапсе. Кроме стандартных гидрохимических съемок на пяти станциях с глубинами от 5 до 12 м, наблюдения также проводились ежедекадно на штормовой станции №2 у основания волнолома. Все 56 проб отобраны из поверхностного слоя вод. Минимальная соленость воды (8,491‰) была отмечена 3 апреля, а максимальная (16,496‰) - 7 ноября. Значения рН в водах района изменялись в узком диапазоне 8,02-8,43. Общая щелочность менялась от 2,891 (06.01.2010) до 3,313 мг-экв/л в ноябре. Содержание фосфатов (4-29 мкг/л) и нитритного азота (1,8-5,2 мкг/л) на всех станциях оставалось в пределах среднемноголетней нормы. Содержание аммония в водах порта было повышенным, а диапазон значений был широким: 12-148 мкг/л. Концентрация кремния была немного повышенной по сравнению с

прошлым годом и изменялась от 220 до 1220 мкг/л (1,2 ПДК); максимальная величина была отмечена в начале марта.

Содержание нефтяных углеводородов в поверхностных водах в целом было невысоким, максимум достигал 0,06 мг/л (1,2 ПДК, 25 октября); средняя за год величина была почти в 2 раза ниже прошлогодней составила 0,02 мг/л. В целом за два последних года нефтяное загрязнение вод порта вернулось на обычный уровень последней декады (рис. 4.10). Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ была в целом невысокой, изменялась от аналитического нуля до 15 мкг/л в июле-августе. Хлорорганические пестициды не обнаружены. Кислородный режим поверхностного слоя вод был удовлетворительным. Минимальное значение растворенного кислорода (6,90 мг/л) отмечено в начале июля и соответствовало 89,9% насыщения.

4.6. Прибрежная зона района Сочи – Адлер

В 2010 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 феврале, июне, августе и октябре. Наблюдения проводились с борта арендованного малого судна по 32 показателям на 8 станциях, расположенных на участке от устья реки Сочи до устья реки Мзымта (рис. 4.13). 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).

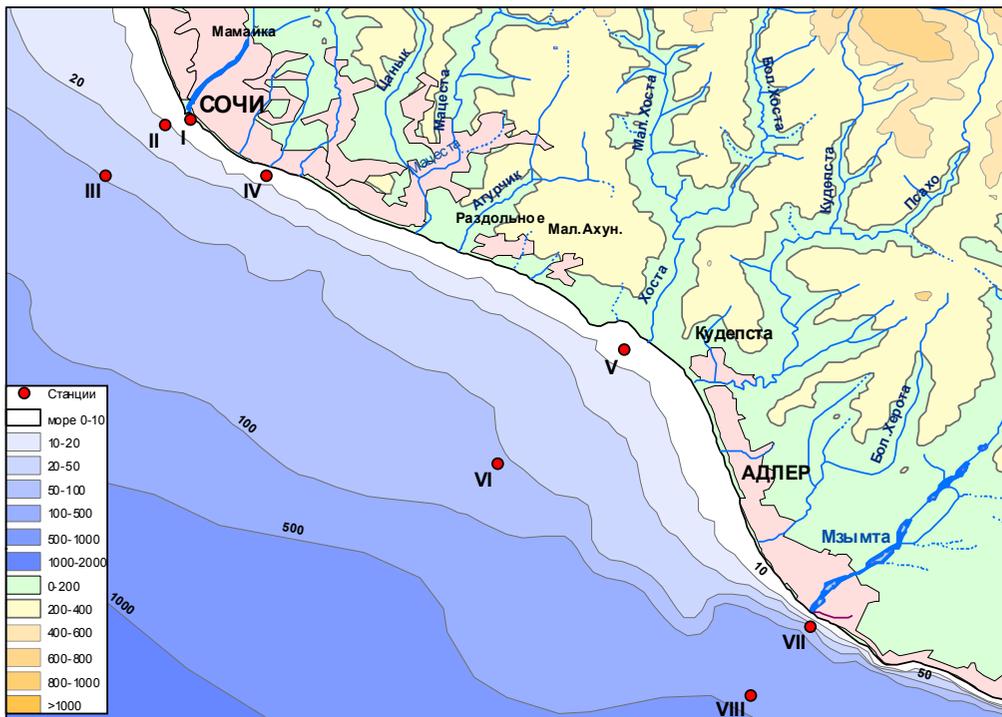


Рис. 4.13. Расположение станций отбора проб в прибрежной зоне района Сочи – Адлер в 2010 г. Станция VIII расположена на траверсе р. Мзымта в 2 морских милях от берега.

Пробы воды отбирались батометрами на мелководных станциях из поверхностного и придонного слоев, на глубоких станциях - со стандартных гидрологических горизонтов 0, 10, 15, 25 и 50 м. На борту судна определялся окислительно-восстановительный потенциал морской воды, электропроводность, соленость, хлорность, щелочность, рН, 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 за 2010 г. было отобрано 88 проб, произведен 2056 анализ по 32 ингредиентам и параметрам с учетом проб по контролю качества данных химанализа.

В 2010 г. среднее значение **солености** составило 17,50‰ и изменялось от 4,93‰ на поверхности в устье реки Сочи 19 октября до 19,94‰ на глубине 58 м на траверсе устья реки Хоста в начале июня. Значения ниже 15‰ были отмечены в устьях всех трех крупных рек – Сочи, Хоста и Мзымта, в конце февраля, а также в июле и октябре. Дважды низкая соленость была зафиксирована в 2 милях от берега на

траверзе р. Мзымта в факеле распресненных вод. Значения рН не выходили за пределы межгодовой изменчивости: от 7,74 в 2 милях от устья р. Хоста 8 июня до 8,69 в устье р. Сочи 31 августа. Среднее за год значение водородного показателя по всем станциям и горизонтам составило 8,39 ед. рН. В поверхностных водах общая щелочность изменялась от 1,778 мг-экв/л 19 октября в устье реки Сочи до 3,556 мг-экв/л в конце августа на акватории порта Сочи. Среднее значение общей щелочности вод в контролируемом прибрежном районе по четырём съёмкам составило 2,660 мг-экв/л. Содержание взвешенных веществ в водах района очень сильно варьировало в течение года в пределах 0,3-59,0 мг/л, максимальная мутность вод была зафиксирована в поверхностном слое в устье Мзымты в конце февраля. Повышенные значения более 10 мг/л (всего 6 проб) были отмечены во всех исследованных эстуариях рек и ручьев в разные периоды, а в июне и на удалении от берега на траверзе Мзымты (16,7 мг/л) в поверхностном факеле распресненных вод с 14,88‰ по сравнению с водами обычной солёности на глубине 10 м – 18,81‰. Среднегодовое содержание взвешенных веществ составляло 19,6 мг/л.

В течение 2010 г. концентрация нитритного **азота** изменялась от величин ниже предела обнаружения в 28 пробах из 64 до 17,4 мкг/л в конце февраля в устье реки Мзымта, средняя составила 1,37 мкг/л. В целом значения были существенно выше прошлогодних величин. Концентрация нитратов изменялась от аналитического нуля (две пробы из поверхностного слоя вод в 2 милях от берега у рек Сочи и Хоста в конце февраля) до 232 мкг/л, составив в среднем 14,7 мкг/л. Наибольшая величина была зафиксирована в устье реки Сочи 19 октября. Остальные величины были значительно ниже и не превышали 93 мкг/л. Содержание аммонийного азота изменялось от значений ниже предела обнаружения (11 проб) до относительно невысокого для региона значения 162,8 мкг/л в эстуарной области ручья Малый в конце февраля, что в 3 раза ниже прошлогоднего максимума на акватории порта Сочи. Также относительно повышенная величина (137,4 мкг/л) была отмечена в порту Сочи в начале июня, а остальные значения не превышали 52 мкг/л. Средняя за год концентрация аммония по всем станциям составила 16,8 мкг/л, что в 2 раза меньше прошлогоднего уровня. Концентрация общего азота изменялась в широком диапазоне от 56,2 до 577,7 мкг/л, составив в среднем 226,1 мкг/л. Эти величины были очень близки к прошлогодним значениям, средняя в 2009 г. равнялась 208,7 мкг/л. Немного повышенным было содержание суммарного азота в порту Сочи (средняя 268,7 мкг/л) и в эстуариях рек (227,0 мкг/л) по сравнению с открытым морем (210,7 мкг/л).

В поверхностном слое концентрация **фосфатов** в пересчете на фосфор изменялась от аналитического нуля (16 проб из 32 в течение всего периода наблюдений) до 54,6 мкг/л 19 октября на акватории порта Сочи. Средняя за год концентрация по всем станциям составила 5,74

мкг/л, что ниже значения прошлого года на 32%. В придонном слое вод содержание фосфатов изменялось от аналитического нуля до 29,8 мкг/л в конце октября в устьевом районе реки Сочи. Средняя за год концентрация по всем станциям в придонном слое составила 4,00 мкг/л. Как и в поверхностных водах, концентрация фосфатов была ниже предела обнаружения в половине из 32 отобранных проб. Разница между поверхностными и глубинными водами по содержанию фосфатного фосфора была незначительной. В целом уровень содержания фосфатов в водах района был на уровне прошлого года, средняя по всем пробам составила 4,87 мкг/л. Концентрация общего фосфора в 2010 г. изменялась от 0 (13 проб из 64) до 164,1 мкг/л в устье Мзымты 27 февраля; средняя за год концентрация по всем станциям составила 21,3 мкг/л и была ниже прошлогодней на треть.

Концентрация **силикатов** в пересчете на кремний в поверхностном слое варьировала от 109 мкг/л до очень высокого значения 11264 мкг/л (11 ПДК для пресных вод) в устье Мзымты в конце февраля. В целом повышенные величины (более 5000 мкг/л) были отмечены трижды в феврале в устьях всех крупных рек района, один раз в начале июня на траверзе Мзымты и в середине октября в устье Сочи. В приповерхностном слое содержание силикатов (средняя 2181 мкг/л) было существенно выше, чем в придонном (1203 мкг/л). Средняя по всем станциям составила 1692 мкг/л, что в 8 раз ниже уровня предыдущего года (рис. 4.14).

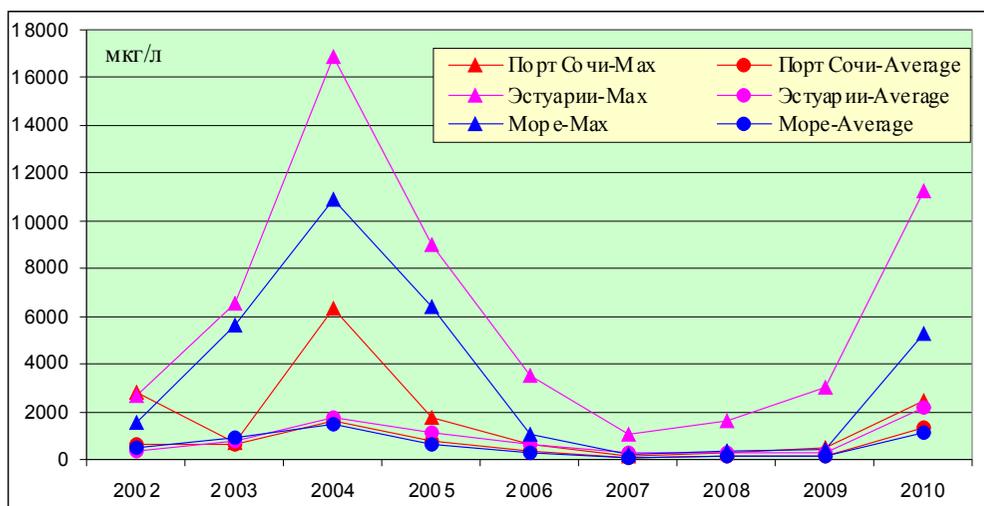


Рис. 4.14. Максимальная и средняя концентрация силикатов (мкг/л) в открытых и прибрежных водах района Адлер-Сочи, а также в порту Сочи в 2002-2010 гг.

В 2010 г. уровень загрязнения прибрежных вод **нефтяными углеводородами** в районе Адлер-Сочи остается относительно высоким (рис. 4.15). Хотя в 18 пробах из 64 содержание НУ было ниже предела

обнаружения использованного метода химического анализа (0,01 мг/л), однако в остальных пробах было зафиксировано их присутствие, а наибольшая величина достигала 0,19 мг/л (3,8 ПДК); средняя по всем пробам составила 0,030 мг/л; в 2009 г. – 0,027 мкг/л. Широкое распространение нефтяного загрязнения подчеркивается местом находки максимума – на глубине 50 м в двух милях от берега на траверзе устья р. Мзымта 19 октября; второе по уровню значение (0,14 мг/л) было отмечено здесь же, только в поверхностном слое. В целом за период наблюдений в придонном слое, а на мористых станциях на глубинах около 50 м, содержание нефтяных углеводородов было немного выше, чем в поверхностном слое вод – 0,31 и 0,29 мкг/л соответственно. Такое соотношение наблюдалось и в прошлом году. За последние пять лет и максимальные и средние значения содержания НУ в водах района в целом стабилизировались на уровне 1-4 ПДК, однако эстуарные районы и акватория порта Сочи остаются наиболее проблемными. Превышение содержания НУ в морской воде на всех станциях и горизонтах контролируемого района составило в 25% случаев против 23% в 2009 г., 39% - 2008 г. и 51% - в 2007 г.

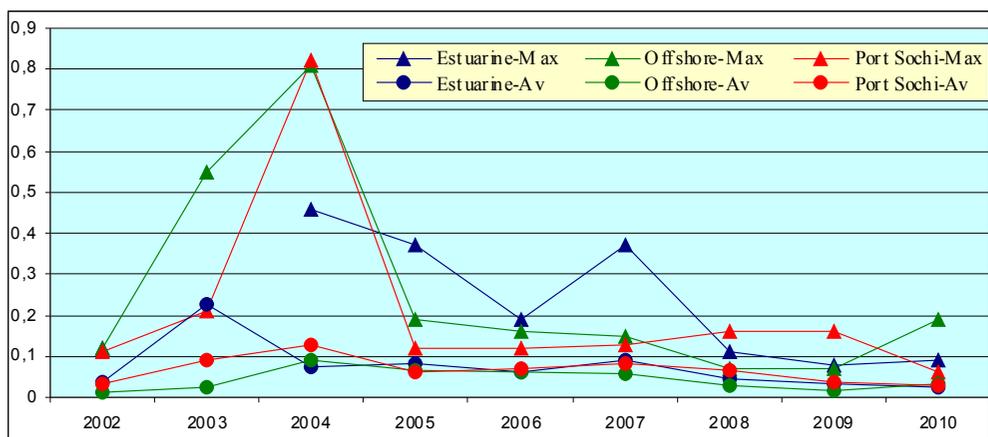


Рис. 4.15. Максимальная и средняя концентрация нефтяных углеводородов в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2002-2010 гг.

В 2010 г. загрязнение прибрежных вод нефтяными углеводородами носило ярко выраженный сезонный характер (рис. 4.16). До наступления осенних холодов среднее содержание в воде НУ оставалось в пределах нормы (< 0,8 ПДК), однако в ноябре отмечен значительный скачок их концентрации по всем станциям и горизонтам. В этот период средняя концентрация по всему району составила 0,079 мг/л (1,6 ПДК); наиболее загрязненным оказался траверз Мзымты (0,167 мг/л), а наиболее «чистой» была акватория порта Сочи (0,050 мг/л, 1 ПДК).

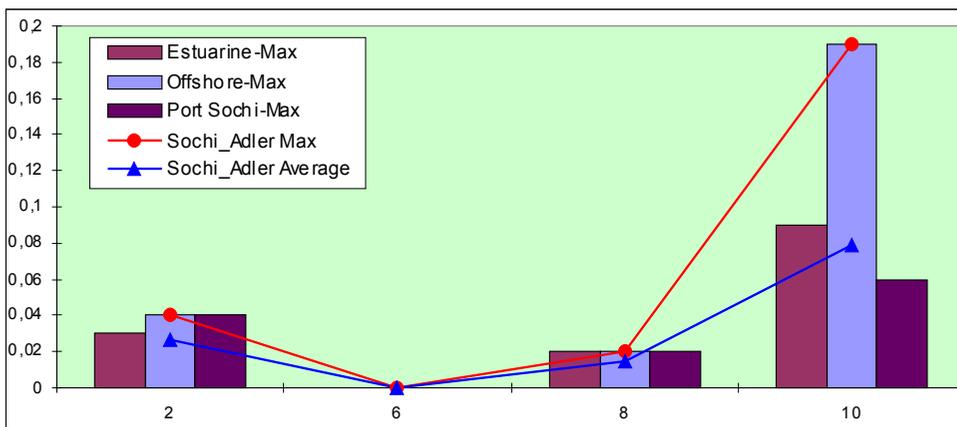


Рис. 4.16. Сезонные изменения максимальной и средней концентрации углеводородов (мг/л) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2010 гг.

Хотя детергенты (анионоактивные СПАВ) присутствовали в водах побережья практически постоянно, однако обычно в очень незначительном количестве. Их концентрация изменялась от значений ниже предела обнаружения в одной пробе из 64 проанализированных до 84 мкг/л (0,8 ПДК, в 2,8 раза меньше прошлогоднего уровня); максимум был отмечен 27 февраля в придонном слое в устье реки Сочи. Среднее значение составило 10 мкг/л. Различий между эстуарными и мористыми участками исследованной акватории отмечено не было, при этом средняя концентрация в поверхностном слое вод района (7 мкг/л) была почти в два раза ниже таковой в придонных водах (12 мкг/л).

Концентрация хлорорганических **пестицидов** и гербицида трифлуралина 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 определяемых по БПК₅ **органических веществ** изменялась от 0,14 до 3,04 мгО₂/л (1,0 ПДК, превышение ПДК в одной пробе), максимум был отмечен 8 июня в придонном слое вод акватории порта Сочи. Среднее значение по всему району составило 0,86 мгО₂/л. Наименьшие значения были характерны водам открытой части района (средняя 0,72 мгО₂/л), немного больше было в эстуарных участках (0,88 мгО₂/л), а наибольшее значение было зафиксировано в порту Сочи (1,22 мгО₂/л). В придонных слоях воды содержание органических веществ было в среднем больше (0,91 мгО₂/л), чем в поверхностных (0,81 мгО₂/л). В течение года сезонных изменений отмечено не было и среднемесячная величина БПК₅ варьировало в узких границах 0,79-0,98 мгО₂/л.

Hg. Концентрация растворенной в морской воде ртути была выше предела обнаружения использованного метода химического анализа (0,01 мкг/л) в 54 пробах из 64 проанализированных. Максимальное

значение достигало 0,02 мкг/л (0,2 ПДК, на треть ниже прошлогодней величины) в четырех пробах, отобранных 27 февраля в устье рек Сочи и Мзымты, а также в порту Сочи. Средняя концентрация по всем станциям и горизонтам составила 0,0022 мкг/л, что существенно ниже прошлогодней величины.

Pb. Содержание свинца в 2010 г. в прибрежных водах Черного моря в районе Сочи-Адлер выросло по сравнению с 2009 и 2008 гг.; его среднегодовая концентрация выросла в 1,85 раз и в 3,6 раз соответственно и составила 3,61 мкг/л. Во всех 64 обработанных пробах морской воды были обнаружены значимые величины концентрации свинца, максимум достигал 16,79 мкг/л (1,7 ПДК) и был отмечен в устье ручья Малый на поверхности в конце февраля. Еще в 5 пробах концентрация свинца была выше ПДК, все они были отобраны в феврале по всей акватории района, как в порту Сочи и эстуариях рек, так и в открытом море на удалении 2 морских миль от берега.

Fe. В исследуемом районе содержание железа в воде изменялось в диапазоне 12,6-869,3 мкг/л и в 66% (42 пробы из 64) случаев превышало допустимую норму. Максимальное значение было в 3 раза выше прошлогоднего, достигало 17,4 ПДК и было отмечено в устье реки Мзымта в конце февраля. Следующее по уровню значение 260,3 мкг/л было отмечено на траверзе Мзымты уже в октябре, а в целом величины более 200 мкг/л были зафиксированы в течение года пять раз в разные сезоны и на разных участках акватории, включая порт. В поверхностном (100,1 мкг/л) и придонном слоях (93,7 мкг/л) концентрация железа была примерно равной, а для всех проб среднегодовая составила 96,9 мкг/л. Все показатели существенно повысились по сравнению с прошлогодними значениями, возможно сказывается влияние активного строительства олимпийских объектов в русле реки Мзымта и в прибрежной зоне (порт «Имеретинский»).

В 2010 г. **кислородный режим** вод исследуемого прибрежного района был в пределах естественных межгодовых колебаний. Минимальная концентрация (6,09 мг/л, 86% насыщения) была отмечена в открытом море на траверзе реки Мзымта 31 августа в сильно прогретом (28,8⁰С) поверхностном слое вод. В целом пониженная концентрация растворенного кислорода (менее 8 мг/л, 32 пробы из 88 проанализированных) была характерна для съемок в конце августа и 19 октября. Вертикальное перемешивание вод до глубины 58 м (нижний горизонт отбора проб) было достаточно интенсивным, чтобы различий между поверхностным и подстилающими слоями не наблюдалось: средняя на поверхности – 8,61 мг/л; в промежуточных слоях – 8,70 мг/л; в придонных и глубинных пробах – 8,62 мг/л; в среднем за год – 8,64 мг/л. В среднем по всем станциям и горизонтам насыщение воды кислородом составило 101% (на 5% ниже прошлогоднего уровня), диапазон 68-127%.

Оценка качества морских вод в прибрежном районе между устьями рек Мзымта и Сочи выполнялась по комплексному индексу загрязненности вод ИЗВ и по показателям: 1) комплексности (отношение числа веществ, содержание которых превышает норму, к общему числу нормируемых ингредиентов), 2) устойчивости (количество проб, в которых обнаружено достижение или превышение ПДК) и 3) уровня (кратности превышения ПДК) загрязненности вод. 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 и Hg). В 2010 г. воды района Сочи-Адлера характеризовались неустойчивой загрязненностью нефтяными углеводородами (повторяемость превышения ПДК 25%, кратность превышения до 3,8 раз); характерным превышением по железу (повторяемость превышения нормы 66%, кратность превышения до 17,4 раз), единичным превышением требований по БПК₅ (повторяемость 1,5%, кратность 1,0 раз) и единичным превышением требований по свинцу (повторяемость 9%, кратность 1,7 раз).

При расчете комплексного индекса загрязненности вод были использованы значения средней концентрации растворенного в воде кислорода, нефтяных углеводородов, БПК₅, железа и свинца. По ИЗВ (0,90) морские воды в прибрежном районе Адлер-Сочи оцениваются как «умеренно загрязненные» (табл. 4.10). Качество вод отдельных характерных участков района было практически одинаковым. Из загрязняющих веществ наибольший вклад в суммарное значение индекса вносили нефтяные углеводороды и очень высокое содержание железа в водах района. Таким образом, по данным наблюдений 2010 г. морские воды во всех трех зонах контролируемого прибрежного участка от Адлера до Сочи по качеству относятся к III классу, являясь «умеренно загрязненными».

Таблица 4.10. Оценка качества вод прибрежной акватории Черного моря в районе Сочи – Адлер в 2010 г.

Район	2008 г.		2009 г.		2010 г.		Среднее содержание ЗВ в 2010 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Район Адлер-Сочи	0,71	II	0,73	II	0,90	III	НУ 0,6; Fe 1,9; Pb 0,4; O ₂ 0,68
Акватория порта Сочи	0,79	III	0,60	II	0,90	III	НУ 0,56; БПК ₅ 0,41; Fe 1,92; O ₂ 0,69
Устья рек Сочи, Хоста, Мзымта и ручья Малый	0,67	II	0,66	II	0,92	III	НУ 0,54; Fe 2,1; Pb 0,33; O ₂ 0,70
Открытое море	0,48	II	0,56	II	0,87	III	НУ 0,70; Fe 1,72; Pb 0,37; O ₂ 0,69

4.7. Атмосферные выпадения

Величина суммарных годовых выпадений тяжелых металлов (ТМ) и стойких органических загрязнителей (СОЗ) на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2010 г., а также вклады различных стран в атмосферное загрязнение были рассчитаны МСЦ-В (см. раздел 2.5) в рамках Совместной программы наблюдений и оценки переноса на большие расстояния загрязняющих воздух веществ в Европе (ЕМЕП). Расчеты выпадений ТМ и СОЗ производились на основе математического моделирования дальнего переноса и выпадений от эмиссионных источников с использованием официальных данных и экспертных оценок выбросов в атмосферу и метеорологических данных за 2010 г. Согласно расчетам суммарные годовые выпадения **тяжелых металлов** (свинца, кадмия и ртути) на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2010 г. составили около 670, 18 и 4 тонны соответственно (Travnikov O. et al., 2012). Значительная часть выпадений свинца и кадмия обусловлена вторичными источниками эмиссии за счет ветрового подъема выпадений прошлых лет. Для ртути большой вклад в выпадения принадлежит природным и глобальным источникам эмиссии. Наиболее интенсивные потоки выпадений, выше 2 кг/км^2 для свинца, 40 г/км^2 для кадмия и 10 г/км^2 для ртути, были характерны для прибосфорского района на западе моря, прибрежных восточных районов Черного и Азовского морей, а в случае ртути также в прибрежных водах вдоль побережья Турции (рис. 4.17а,б,в).

Основной вклад в антропогенные выпадения свинца на Чёрное и Азовское моря (рис. 4.17а,б,в) принадлежит источникам выбросов Турции (46%), Украины (18%), Болгарии (7%) и Казахстана (5%). Для кадмия доли стран немного другие - Турция (55%), Россия (13%), Украина (7%) и Польша (6%); а для ртути преобладают источники эмиссии Турции (65%), Украины (12%), Греции (6%) и Румынии (6%).

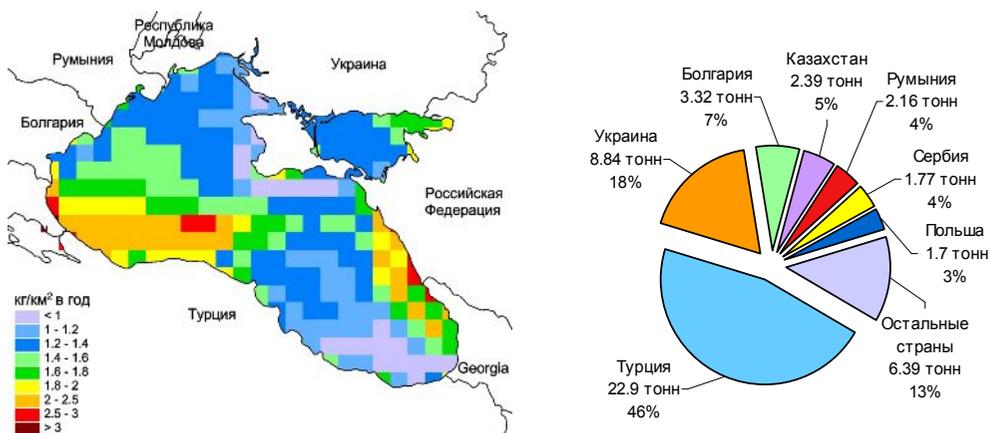


Рис. 4.17а. Пространственное распределение атмосферных выпадений (кг/км^2 в год) и вклад стран Европы и Центральной Азии в атмосферное выпадение

свинца от антропогенных источников на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2010 г.

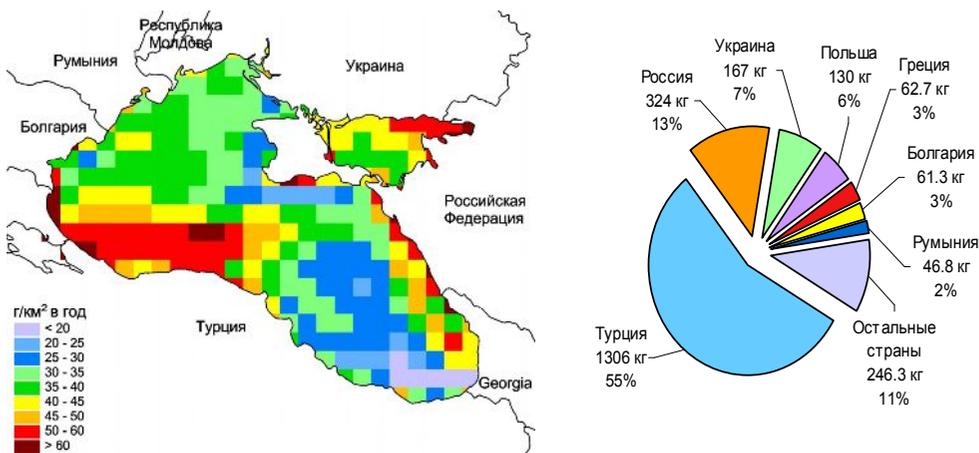


Рис. 4.17б. Пространственное распределение атмосферных выпадений ($\text{кг}/\text{км}^2$ в год) и вклад стран Европы и Центральной Азии в атмосферное выпадение кадмия от антропогенных источников на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2010 г.

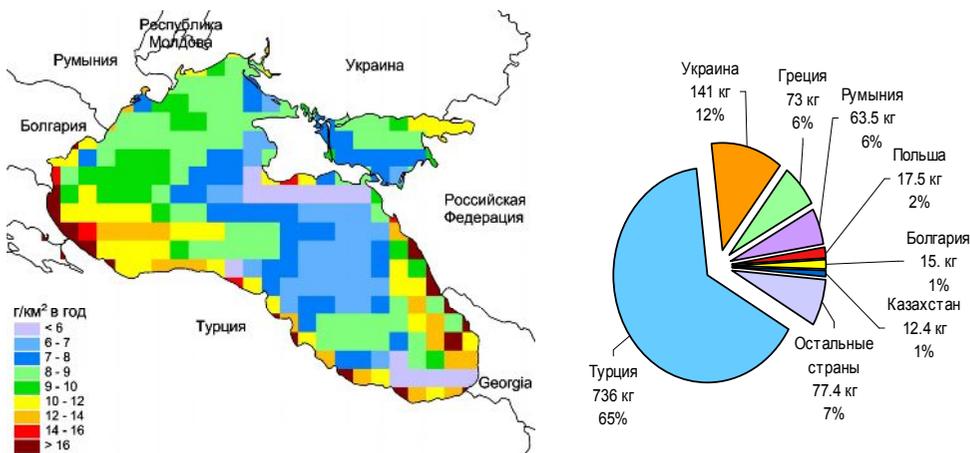


Рис. 4.17в. Пространственное распределение атмосферных выпадений ($\text{кг}/\text{км}^2$ в год) и вклад стран Европы и Центральной Азии в атмосферное выпадение ртути от антропогенных источников на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2010 г.

Суммарные годовые выпадения стойких органических загрязнителей **бенз(а)пирена**, **диоксинов** и **фуранов** на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2010 г. составили около 3,8 тонны и 133 г ДЭ соответственно (Shatalov V. et al., 2012). Поступление СОЗ с воздушным переносом существенно отличается от тяжёлых металлов. Значительная плотность потоков выпадений бенз(а)пирена, выше $10 \text{ г}/\text{км}^2$, и диоксинов и фуранов, $0,1 \text{ нг ДЭ}/\text{м}^2$ и выше, характерна для прибрежных западных районов морей (рис. 4.18, рис. 4.19).

Основной вклад в антропогенные выпадения бенз(а)пирена на Чёрное и Азовское моря принадлежит источникам выбросов Украины (56%), Турции (23%) и Румынии (9%); для диоксинов и фуранов - Турции (42%), Украины (36%) и России (8%).

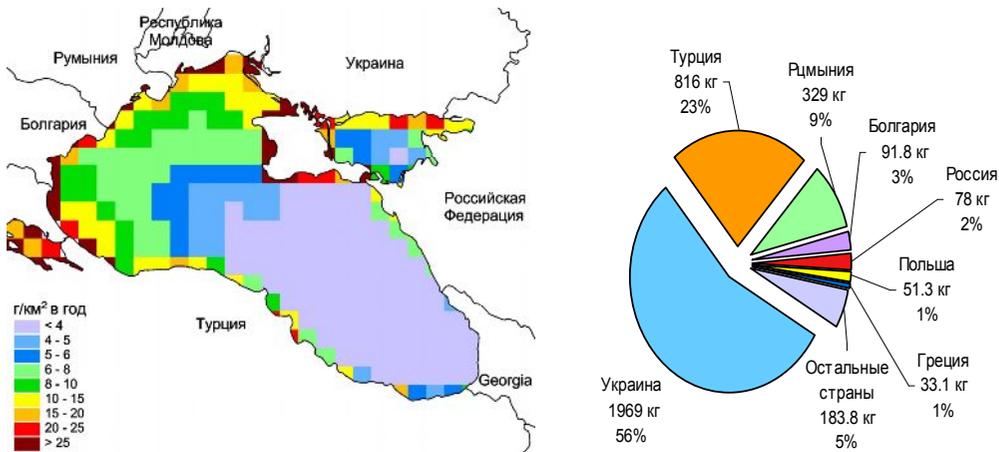


Рис. 4.18. Пространственное распределение атмосферных выпадений (кг/км² в год) и вклад стран Европы и Центральной Азии в атмосферное выпадение бенз(а)пирена от антропогенных источников на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2010 г.

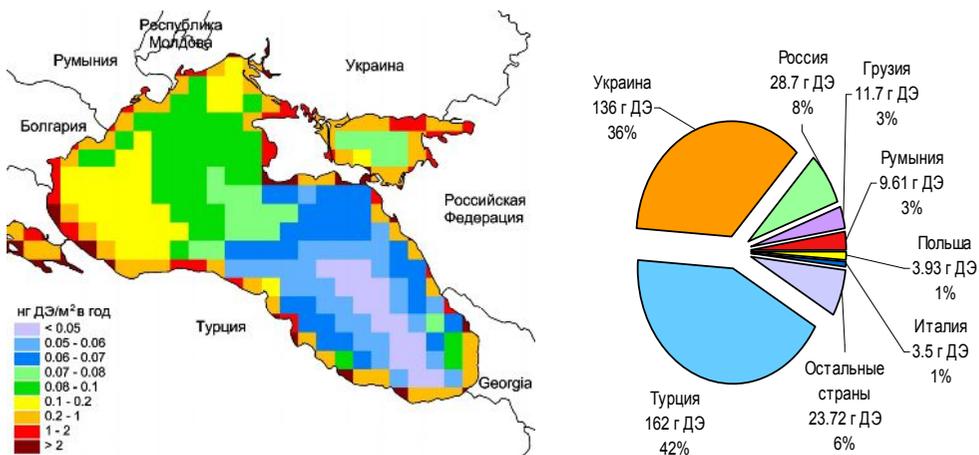


Рис. 4.19. Пространственное распределение атмосферных выпадений (г/км² в год) и вклад стран Европы и Центральной Азии в атмосферное выпадение диоксинов и фуранов от антропогенных источников на акваторию Чёрного и Азовского морей в 2010 г.