

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Р О С Г И Д Р О М Е Т

О Б З О Р
СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЗА 2011 г.

МОСКВА
2012

3.3.6. Химическое загрязнение морей Российской Федерации

Каспийское море

В 2011 г. наблюдения за загрязнением морских вод Северного Каспия в рамках программы мониторинга проводились Дагестанским ЦГМС на станциях вековых разрезов III и III а. На границе между Северным и Средним Каспием работы проводились на четырех станциях разреза о. Чечень — п-ов Мангышлак с глубинами 13–23 м. В водах Дагестанского побережья отбор проб выполнен в районах у мыса Лопатина, гг. Махачкала, Каспийск, Избербаш, Дербент и на устьевых взморьях рек Терек, Сулак и Самур.

Северный Каспий. Вековой разрез III. Концентрация фенолов изменялась в пределах от аналитического нуля до 2 мкг/л при среднем содержании 1,1 ПДК; нефтяных углеводородов — 0–0,11 мг/л (средняя 1,1 ПДК). Концентрация биогенных элементов была в пределах естественной межгодовой изменчивости (табл. 3.12). Содержание железа в водах западной части Северного Каспия изменялось в диапазоне 0,1–0,97 мг/л (в среднем 0,32 мг/л), меди — 8–116 мкг/л (38,6 мкг/л) и цинка — 12–218 мкг/л (56,5 мкг/л). Во время экспедиции в апреле были отобраны пробы на содержание других тяжелых

металлов. Концентрация никеля была в пределах 68,5–598,1 мкг/л (в среднем 367,4 мкг/л); кобальта 0,4–10,3 мкг/л (2,7 мкг/л); кадмия 0,1–1,9 мкг/л (0,6 мкг/л); свинца 1,9–72,8 мкг/л (20,2 мкг/л); олова 5,8–257,5 мкг/л (25,0 мкг/л); хрома 0,9–9,1 мкг/л (4,7 мкг/л); молибдена 1,2–15,6 мкг/л (4,8 мкг/л); марганца 6,3–80,3 мкг/л (17,3 мкг/л) и ртути 0,01–0,06 мкг/л (0,0175 мкг/л). Кислородный режим был в пределах нормы. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в интервале 5,97–11,94 мг/л (в среднем 9,43 мг/л). Одно значение ниже норматива было отмечено 29 августа в придонном слое вод на глубине 13 м. Индекс загрязненности вод составил 0,89, что несколько ниже прошлогоднего значения (рис. 3.47). Качество вод оценивается III классом «умеренно-загрязненные».

Северный Каспий. Вековой разрез IIIа. Концентрация фенолов изменялась в пределах от аналитического нуля до 3 мкг/л при среднем содержании 1,0 ПДК; нефтяных углеводородов — 0–0,16 мг/л (средняя 1,5 ПДК). Концентрация биогенных элементов была в пределах среднесезонных величин (табл. 3.12). Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в интервале 5,88–12,53 мг/л (в среднем 9,56 мг/л). Значение ниже норматива было отмечено 8 июля в придонном слое вод на глубине 10 м. ИЗВ был равен 0,89 и несколько снизился по сравнению с 2010 г. Качество вод оценивается III классом «умеренно-загрязненные».

Разрез о. Чечень — п-ов Мангышлак. Концентрация фенолов изменялась в пределах от аналитического нуля до 5 мкг/л при среднем содержании 2,7 ПДК; нефтяных углеводородов — 0,1–0,08 мг/л (средняя 0,8 ПДК). Содержание биогенных элементов изменялось в достаточно узком диапазоне, вероятно вследствие отбора проб на станциях разреза только в мае и августе (табл. 3.12). Содержание меди в водах на границе Северного и Среднего Каспия изменялось в диапазоне 1,0–3,8 мг/л (в среднем 2,55 мкг/л); цинка — 0,8–2,6 мкг/л (1,83 мкг/л). Содержание растворенного в воде кислорода в мае изменялось в интервале 10,04–10,88 мг/л (в среднем 10,44 мг/л); процентное насыщение вод кислородом составило 73,9–110,3%. Индекс загряз-

Табл. 3.12. Концентрация биогенных элементов (мкг/л) в водах Северного и Среднего Каспия в 2011 г.

Район	P-PO ₄	Ptotal	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	Ntotal	Si-SiO ₄
Разрез III	0,6–10,4 2,4	10,9–54,9 19,2	0,2–105,6 11,6	0,2–24,9 3,1	0–254,9 14,0	294,1–827,2 403,0	200–6113 1440
Разрез IIIа	0,6–46,2 4,1	11,6–74,9 21,8	0,5–76,3 16,6	0–26,3 3,1	0–143,6 22,7	302,5–1077,1 452,8	425–7325 1572
Разрез о. Чечень — п-ов Мангышлак	2,2–8,2 5,5	5,0–16,1 11,9	98,0–164,1 128,7	1,0–2,0 1,6	7,5–17,3 11,6	298,0–564,0 382,9	362–764 504

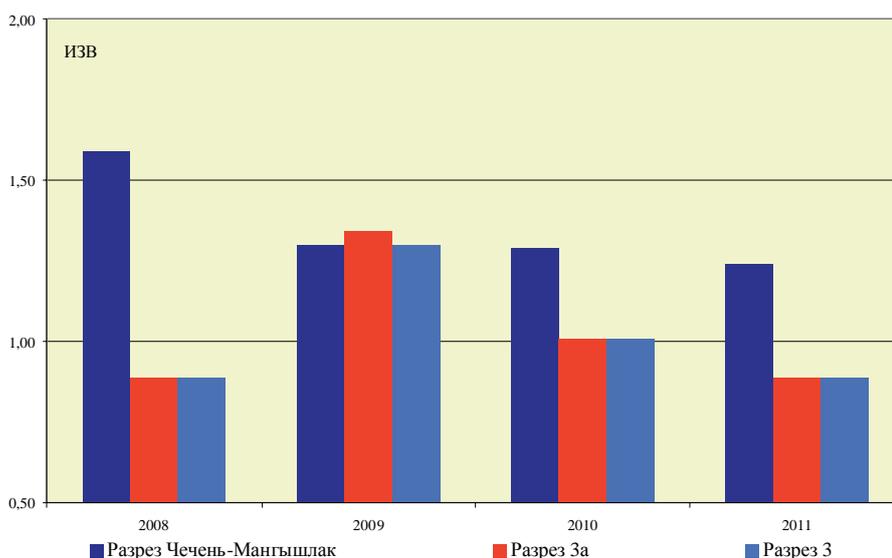


Рис. 3.46. Динамика индекса загрязненности вод Северного и Среднего Каспия в 2008–2011 гг.

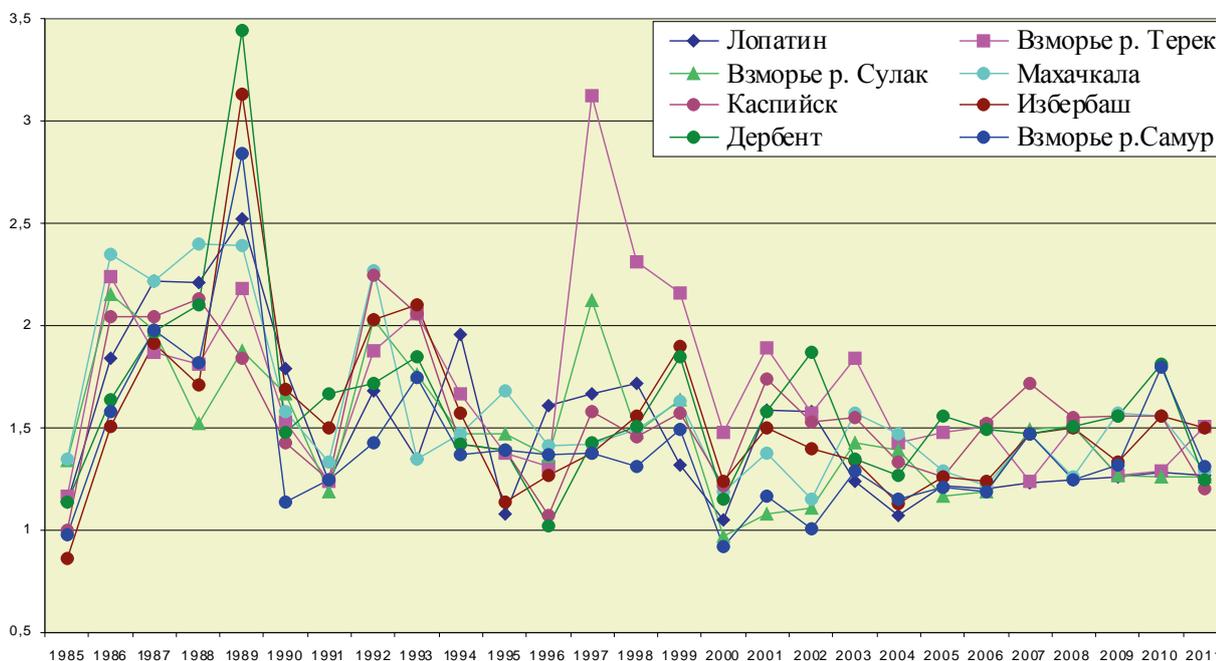


Рис. 3.47. Динамика индекса загрязненности вод Дагестанского взморья в 1985–2011 гг.

ненности вод составил 1,24, что несколько ниже прошлогоднего значения (рис. 3.46). Морские воды открытой части Каспийского моря оцениваются III классом — «умеренно-загрязненные».

Дагестанское взморье. Лопатин. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах от 0,02 до 0,07 мг/л (в среднем 0,038 мг/л, 0,8 ПДК); фенолов — 1–5 мкг/л (в среднем 2,6 ПДК). Содержание меди в водах у Лопатина изменялось в диапазоне 2,2–3,4 мкг/л (в среднем 2,75 мкг/л); цинка — 1,0–1,5 мкг/л (1,25 мкг/л). Концентрация биогенных элементов была в пределах естественной межгодовой изменчивости и составила: P-PO₄ — 2,0–6,6 мкг/л; Ptotal — 6,1–16,4 мкг/л; N-NH₄ — 131–194 мкг/л; N-NO₂ —

1,2–2,2 мкг/л; N-NO₃ — 8,3–18,2 мкг/л; Ntotal — 291–412 мкг/л; Si-SiO₄ — 296–570 мкг/л. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в интервале 8,03–10,22 мг/л (96,1–109,8% насыщения). Существенных изменений в кислородном режиме морских вод относительно предыдущих лет не произошло. Индекс загрязненности вод (ИЗВ) составил 1,27 (рис. 3.47). Морские воды в районе Лопатин оцениваются IV классом — «загрязненные».

Взморье р. Терек. Содержание нефтяных углеводородов в водах мелководья у устья Терека изменялась в пределах от 0,03 до 0,09 мг/л (в среднем 0,049 мг/л, 1,0 ПДК); фенолов — 1–5 мкг/л; меди — 1,9–3,8 мкг/л; цинка — 1,8–3,1 мкг/л.

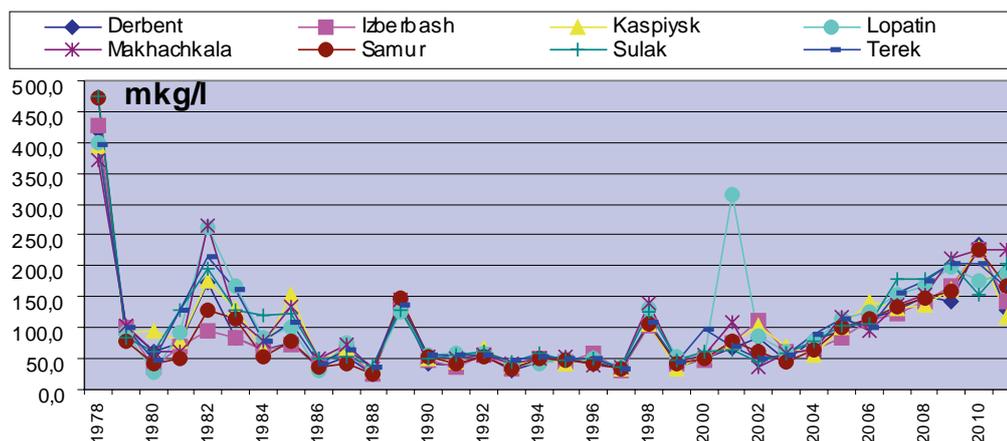


Рис. 3.48. Средняя концентрация аммонийного азота в водах Дагестанского взморья в 1978–2011 гг.

Концентрация биогенных элементов была в пределах естественной межгодовой изменчивости, однако по некоторым ингредиентам она последовательно повышалась до максимальных значений 1978 г. и 1982–1983 гг. (рис. 3.48) Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в интервале 7,97–9,76 мг/л, в среднем 8,86 мг/л (95,3–103,5% насыщения). Существенных изменений в кислородном режиме морских вод относительно предыдущих лет не произошло. Индекс загрязненности вод (ИЗВ) составил 1,51. Морские воды оцениваются IV классом — «загрязненные».

Взморье р. Сулак. Содержание нефтяных углеводородов изменялось в пределах от 0,02 до 0,07 мг/л (1,4 ПДК). Концентрация фенолов изменялась в пределах от 1 до 5 ПДК (при среднем содержании 2,5 ПДК); меди — 2,1–4,2 мкг/л; цинка — 1,3–3,1 мкг/л. Концентрация биогенных элементов составила: P-PO₄ — 3,6–8,2 мкг/л; Ptotal — 6,9–18,4 мкг/л; N-NH₄ — 110–220 мкг/л; N-NO₂ — 1,1–2,8 мкг/л; N-NO₃ — 6,0–16,3 мкг/л; Ntotal — 291–501 мкг/л; Si-SiO₄ — 412–567 мкг/л. Индекс загрязненности вод равен 1,26. Качество морской воды не изменилось и оценивается IV классом, как «загрязнённые».

Махачкала. В мае-июне и октябре 2011 г. содержание НУ в водах около г. Махачкалы изменялось в пределах от 0,02 до 0,08 мг/л, составив в среднем 0,046 мг/л; фенолов была в диапазоне от аналитического нуля до 6 мкг/л; СПАВ — 1–7 мкг/л. Концентрация биогенных элементов составила: P-PO₄ — 4–11 мкг/л; Ptotal — 8,3–19,9 мкг/л; N-NH₄ — 106–299 мкг/л; N-NO₂ — 1,3–3,0 мкг/л; N-NO₃ — 7,0–18,8 мкг/л; Ntotal — 281–521 мкг/л; Si-SiO₄ — 274–690 мкг/л. Существенных изменений в кислородном режиме морских вод относительно предыдущих лет не произошло. Концентрация растворенного в воде кислорода изменялась от 8,09 до 9,76 мг/л (95,1–108,3%). ИЗВ равен 1,29, что ниже про-

шлогодного значения. Качество воды относится к IV классу — «загрязненные».

Каспийск. В апреле июне и августе 2011 г. содержание НУ в водах около г. Каспийска изменялось от 0,01 до 0,08 мг/л (1,6 ПДК), составив в среднем 0,041 мг/л; фенолов была в диапазоне от аналитического нуля до 5 мкг/л; СПАВ — 0–6 мкг/л. Концентрация биогенных элементов составила: P-PO₄ — 4,8–8,7 мкг/л; Ptotal — 10,0–29,7 мкг/л; N-NH₄ — 91–199 мкг/л; N-NO₂ — 0,98–2,5 мкг/л; N-NO₃ — 6,2–21,0 мкг/л; Ntotal — 231–560 мкг/л; Si-SiO₄ — 217–750 мкг/л. Концентрация растворенного в воде кислорода изменялась от 7,4 до 10,7 мг/л (74–110%). Индекс ИЗВ составил 1,20. Морские воды оцениваются III классом — «умеренно-загрязненные».

Избербаш. В апреле и августе 2011 г. содержание НУ в водах около г. Избербаш составляла 0,02–0,06 мг/л (1,2 ПДК), составив в среднем 0,038 мг/л; фенолов была в диапазоне 1-5 мкг/л; СПАВ — 1–5 мкг/л. Концентрация биогенных элементов была на уровне обычных значений для вод взморья. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в интервале 7,42–11,06 мг/л, в среднем 9,34 мг/л (73,2–107,5%). Индекс ИЗВ был равен 1,50. Морские воды оцениваются IV классом — «загрязнённые».

Дербент. На двух станциях около г. Дербент в апреле и августе концентрация НУ в водах составляла 0,02–0,07 мг/л (1,4 ПДК), составив в среднем 0,046 мг/л; фенолов была в диапазоне 2–5 мкг/л; СПАВ — 2–5 мкг/л. Концентрация биогенных элементов была на обычном для района уровне. Уровень растворенного в воде кислорода составлял 7,95–10,42 мг/л, в среднем 9,24 мг/л (91,9–108,9%). Индекс ИЗВ был равен 1,25, что значительно ниже значения 2010 г. Морские воды оцениваются III классом — «умеренно-загрязнённые».

Взморье р. Самур. На двух станциях в устьевой области реки Самур в апреле и августе концентрация НУ в водах составляла 0,03–0,0 мг/л (1,4 ПДК), составив в среднем 0,048 мг/л; фенолов была в диапазоне 1–5 мкг/л; СПАВ — 4–6 мкг/л. Концентрация биогенных элементов составила: P-PO₄ — 5,0–9,9 мкг/л; Ptotal — 8,2–13,6 мкг/л; N-NH₄ — 132–178 мкг/л; N-NO₂ — 1,3–2,8 мкг/л; N-NO₃ — 7,2–16,8 мкг/л; Ntotal — 290–555 мкг/л; Si-SiO₄ — 290–400 мкг/л. Уровень растворенного в воде кислорода составлял 7,53–10,62 мг/л, в среднем 9,27 мг/л (95,6–106,6%). Индекс ИЗВ был равен 1,31, что значительно ниже значения прошлогоднего. Морские воды оцениваются IV классом как «загрязнённые».

Азовское море

Устьевая область реки Дон и Таганрогский залив. В 2011 г. Донская устьевая станция выполнила шесть гидрохимических съёмок в Таганрогском заливе на 6 станциях в период с 27 апреля по 3 октября (66 проб). В русловых протоках устьевой области реки Дон в рукавах Мёртвый Донец (9р) и Переволока (12р) пробы воды были отобраны в апреле, мае, июле и октябре, а в рукаве Песчаный (13р) отбор производили ежемесячно с апреля по октябрь (рис. 3.49). Всего в дельте реки получено 36 проб из поверхностного слоя с глубины 0,5 м и из придонного слоя.

На акватории Таганрогского залива наиболее высокие значения концентрации нефтяных углеводородов выше 4 ПДК были отмечены 25 мая практически на всех станциях в заливе, а максимальные величины достигали 0,64 мг/л — 12,8 ПДК, 0,78 мг/л — 15,6 ПДК,

1,39 мг/л — 27,8 ПДК, 0,62 мг/л — 12,4 ПДК и 0,76 мг/л — 15,2 ПДК. В целом акватория дельты Дона и Таганрогского залива может быть охарактеризована как хронически загрязнённая нефтяными углеводородами, поскольку в 71,6% проб концентрация НУ была выше или равна 1 ПДК. Концентрация углеводородов, превышающая ПДК, равномерно распределена по времени исследования и по пространству залива. Среднегодовая концентрация равна 0,11 мг/л, что более чем в 3 раза превышает прошлогоднее значение.

В водах залива концентрация синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) варьировала от значений менее предела обнаружения 10 мкг/л до 70 мкг/л (0,7 ПДК). Только в 7 пробах из 102 проанализированных содержание СПАВ было ниже предела обнаружения, а средняя годовая концентрация составила 19,8 мкг/л, что практически совпадает с прошлогодним значением. Ни в одной из 102 отобранных проб хлорорганические пестициды и их изомеры (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) обнаружены не были. В 5 из 33 отобранных проб была обнаружена растворенная ртуть в концентрации 0,01 мкг/л (1 ПДК для пресных вод).

В водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива концентрация нитритов в отличие от прошлого года изменялась в весьма узком диапазоне 1–67 мкгN/л при среднегодовой концентрации 17,8 мкгN/л, что в 6 раз меньше уровня 2010 г. Максимальное значение зафиксировано в рукаве Песчаный 18 мая в придонном слое. Концентрация нитратов изменялась в широком диапазоне от 32 до 3484 мкгN/л при среднегодовой концентрации 448 мкгN/л. Максимум зафиксировано 3 октября в придонном слое на

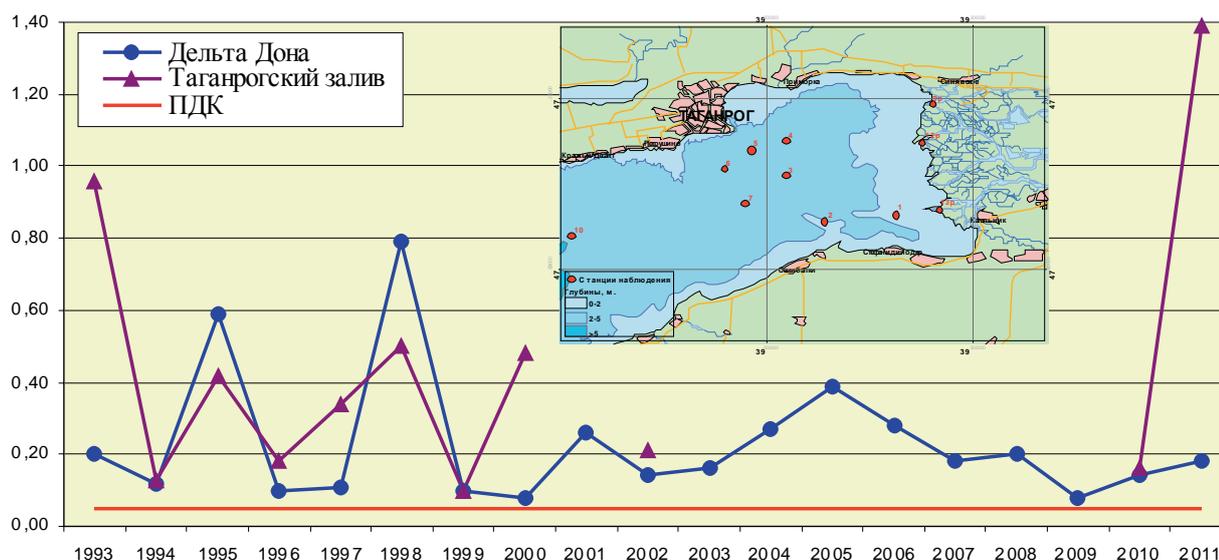


Рис. 3.49. Динамика максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/л) в русловых протоках дельты реки Дон и в восточной части Таганрогского залива в 1993–2011 гг.

глубине 5 м в рукаве Песчаном. Концентрация аммонийного азота изменялась от отсутствия до 200 мкгN/л, максимальное содержание отмечено 18 мая в рукаве Песчаном. Среднегодовая составила 40,3 мкгN/л, что на 13% выше уровня прошлого года.

В течение 2011 года концентрация фосфатов изменялась в диапазоне 7–213 мкгP/л, составив в среднем 64,0 мкгP/л, что несколько ниже, чем в прошлом году. Максимальное содержание было зафиксировано в конце октября в поверхностном слое вод рукава Песчаный. Количество силикатов в период наблюдений изменялось от 564 мкг/л до 5667 мкг/л и в среднем составило 2658 мкг/л. В целом концентрация силикатов была немного ниже прошлогоднего уровня.

Концентрация растворенного кислорода в исследуемый период изменялась от 2,96 до 16,39 мг/л, составив в среднем 10,32 мг/л. Значения ниже норматива 6,0 мг/л в этом году были зафиксированы трижды (25 мая и 9 июня) в придонном слое в центральной части залива на глубине 3 м. Минимальная величина содержания растворенного в воде кислорода была ниже установленного уровня случая «высокого загрязнения» — 3,0 мг/л. Процент насыщения вод кислородом на многих станциях в мае-июне

был ниже 75%, а 25 мая в придонном слое опускался до 34%, хотя в другие сезоны достигал 180% — на поверхности 22 октября.

Устьевая область реки Кубань и Темрюкский залив. В 2011 г. наблюдения за качеством вод Темрюкского залива проводились устьевой станцией «Кубанская» в период с апреля по октябрь на устьевом взморье рукава Протока (2 станции), на взморье рукава Кубань (7 станций), в гирлах лиманов (6 станций), в дельте рукавов (2 станции), а также на одной ежедекадной станции в середине канала порта Темрюк напротив затона Чирчик (рис. 3.50). Пробы воды отбирались из поверхностного и придонного горизонтов.

В порту Темрюка в течение года концентрация нефтяных углеводородов изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,02 мг/л, 6 проб из 66) до 0,16 мг/л (3,2 ПДК, поверхностный слой 17 января); среднее значение составило 0,8 ПДК. В целом, многолетняя динамика уровня загрязнения устьевой области реки Кубань и прибрежных вод Темрюкского залива свидетельствует о стабилизации содержания НУ в последнее десятилетие на уровне примерно 1 ПДК (рис. 3.51.). Содержание СПАВ не выходило за рамки 10-17 мкг/л, в среднем 13,2 мкг/л. В двух пробах из 12 концентрация растворенной



Рис. 3.50. Районы контроля качества вод в устьевой области реки Кубань и в Темрюкском заливе в 2011 г.

Районы контроля:

1 — дельта реки Кубань; 2 — канал порта Темрюк; 3 — устьевое взморье рукава Кубань; 4 — устьевом взморье рукава Протока; 5 — устьевая область реки Кубань (гирла лиманов)

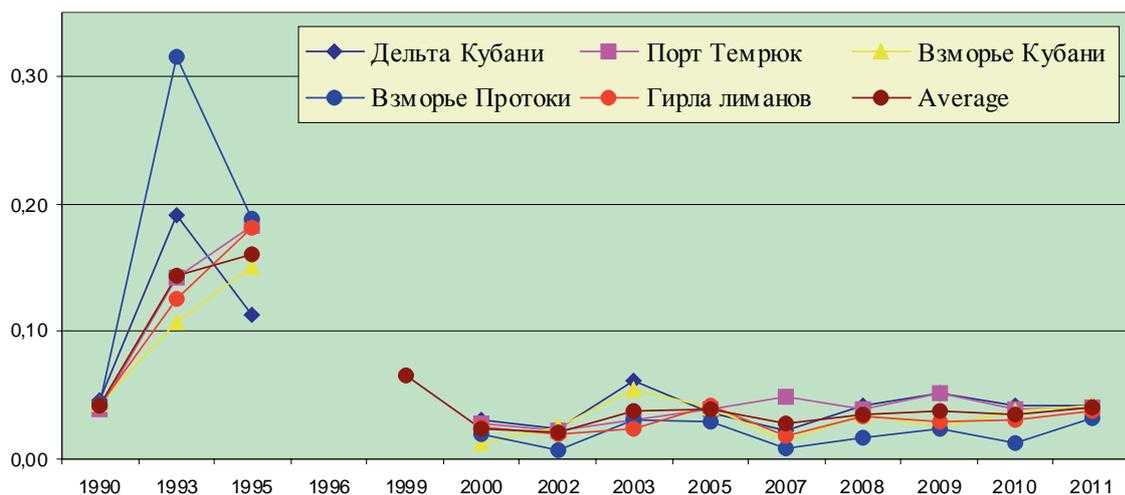


Рис. 3.51. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/л) в устьевой области реки Кубань и в прибрежных водах Темрюкского залива в 1990–2011 гг.

в воде ртути составила 0,01 мкг/л. Ни в одной из 24 обследованных проб не были найдены хлорорганические пестициды групп ДДТ и ГХЦГ. Концентрация биогенных элементов составила: P-PO₄ — < 5,0–71 мкг/л; Ptotal — 8–120 мкг/л; N-NH₄ — 18–200 мкг/л; N-NO₂ — 7–34 мкг/л; N-NO₃ — 23–440 мкг/л; Ntotal — 240–1780 мкг/л и Si-SiO₄ — 140–1790 мкг/л. Уровень растворенного в воде кислорода составлял 4,03–13,52 мг/л, в среднем 9,78 мг/л (53–129% насыщения). Шесть из семи значений ниже норматива 6,0 мг/л пришлось на период с 18 июля по 25 августа. Ни в одной из 36 проанализированных проб сероводород обнаружен не был.

В Темрюкском заливе на мелководном взморье рукавов Протока и Кубань концентрация нефтяных углеводородов изменялась от величин ниже предела обнаружения (0,02 мг/л, 12 проб из 72) до 0,16 мг/л (3,2 ПДК). Максимальная концентрация зафиксирована на взморье в 3 км от устья рукава Средний реки Кубань 5 октября в поверхностном слое. Среднегодовая концентрация составила 0,04 мг/л. Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) не превышала предела обнаружения 10 мкг/л в половине проб из 72, а в остальных достигала 18 мкг/л, среднее значение 6 мкг/л. В 6 отобранных пробах растворенная ртуть обнаружена не была. Хлорорганические пестициды и их изомеры (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ), а также фосфорорганические пестициды metaphos, phosalone, rogor и carbophos в отобранных пробах обнаружены не были.

Концентрация аммонийного азота изменялась от 24 до 260 мкгN/л и составила в среднем 94 мкгN/л. Наибольшее значения было отмечено 19 июля на устьевом взморье Кубани в 4,4 км от устья гирла Соловьевского Курчанского лимана. Содержание нитратов изменялось в ши-

роком диапазоне от 11 мкгN/л до 820 мкгN/л. Максимальная концентрация отмечена на взморье напротив рукава Средний на станции 15 в апреле. Среднегодовая концентрация составила 149 мкгN/л. Концентрация нитритов изменялась в диапазоне от 3 до 45 мкгN/л. Максимальная концентрация была зафиксирована вблизи гирла Пересыпское Ахтанизовского лимана. 5 октября в придонном слое вод. Среднегодовая концентрация составила 17,6 мкгN/л. Концентрация фосфатов изменялась от величин менее предела обнаружения использованного метода анализа (5 мкгP/л) до 81 мкгP/л. Среднегодовая концентрация составила 13,3 мкгP/л. Максимум отмечен 19 июля в придонном слое вод на глубине 9 м в 9,8 км от устья рукава Среднего. Концентрация других форм биогенных элементов составила: Ptotal — 14–94 мкг/л; Ntotal — 200–2400 мкг/л и Si-SiO₄ — 44–1660 мкг/л (в среднем 787 мкг/л).

Кислородный режим в Темрюкском заливе в исследуемый период был в пределах нормы, за исключением короткого периода с 11 по 19 июля. В это время на значительной акватории взморья в Темрюкском заливе на семи станциях в придонном слое вод на глубинах от 5 до 11 м концентрация растворенного в воде кислорода была ниже норматива 6,0 мг/л. А в 9,8 км от устья р. Кубань напротив рукава Средний концентрация снижалась до 2,66 мг/л, что ниже установленного уровня случая «высокого загрязнения» 3,0 мг/л. В целом содержание растворенного кислорода изменялось в пределах 2,66–12,03 мг/л; среднегодовое содержание кислорода составило 8,58 мг/л. Сероводород в отобранных пробах обнаружен не был.

В Темрюкском заливе в устьевых районах гирл лиманов между рукавами Протока и Кубань концентрация НУ изменялась от величин

ниже предела обнаружения (0,02 мг/л, одна проба из 32) до 0,10 мг/л (2,0 ПДК). Максимум был отмечен 1 августа в 500 м от устья гирла Пересыпское Ахтанизовского лимана на поверхности; среднее значение 0,037 мг/л. Содержание СПАВ не превышало предела обнаружения 10 мкг/л в 23 пробах из 32, а в остальных достигала 17 мкг/л. Хлорорганические пестициды и их изомеры (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) в отобранных пробах обнаружены не были.

Концентрация биогенных элементов составила: P-PO₄ — <5,0–36 мкг/л; Ptotal — 8–110 мкг/л; N-NH₄ — 14–450 мкг/л; N-NO₂ — 0–58 мкг/л; N-NO₃ — 7–620 мкг/л и Si-SiO₄ — 140–3300 мкг/л. Уровень растворенного в воде кислорода изменялся в диапазоне 4,54–12,13 мг/л, в среднем 8,13 мг/л (58–118% насыщения). Все пять значений ниже норматива (6,0 мг/л) отмечены в разных точках взморья 11 или 20 июля. Ни в одной из 16 проанализированных проб сероводород обнаружен не был.

Черное море

Прибрежье от Анапы до Туапсе. В прибрежных водах Черного моря от Анапы до Туапсе наблюдения проводились в рамках программы государственной службы наблюдений и контроля (ГСН) за загрязнением морской среды Гидрометеорологическим бюро г. Туапсе (ГМБ) Краснодарского краевого центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромета. Гидрохимические съемки проводились в портах и бухтах Анапы, Новороссийска, Геленджика и

Туапсе (рис. 3.52) В состав наблюдений входило определение стандартных гидролого-гидрохимических параметров, концентрации биогенных элементов и загрязняющих веществ НУ, СПАВ, ХОП и растворенной ртути.

В связи с повышением уровня транспорта нефтепродуктов морским путем через основные перевалочные центры представляется важным оценить многолетнюю динамику уровня содержания НУ в наиболее важных портах и районах прибрежной зоны Черного моря (рис. 3.53). В течение последней декады максимальный уровень загрязнения контролируемых районов не превышал 5 ПДК. В 2011 г. концентрация НУ во всех портах практически не изменилась. В целом в водах северной части российской прибрежной зоны Черного моря среднее содержание нефтяных углеводородов, определяемых методом инфракрасной спектрофотометрии, стабилизировалось на уровне ниже 1 ПДК, тогда как в Сочи почти достигали 4 ПДК. Общего повышательного или понижающего тренда значений обнаружить не удалось. В целом немного более повышенные значения отмечены на акватории портов Новороссийска и Туапсе, а в последние годы и в Сочи. Средняя концентрация НУ в водах портов в 2011 г., как и в предыдущие годы, была меньше 1 ПДК и составляла с севера на юг 0,01; 0,01; 0 (в одной пробе была зафиксирована концентрация 0,02); 0,01 и 0,03 мг/л.

Концентрация СПАВ в водах контролируемых районов изменялась от значений ниже предела обнаружения (5 мкг/л) до 20 мкг/л. Максимальный уровень, составлявший 0,2 ПДК,

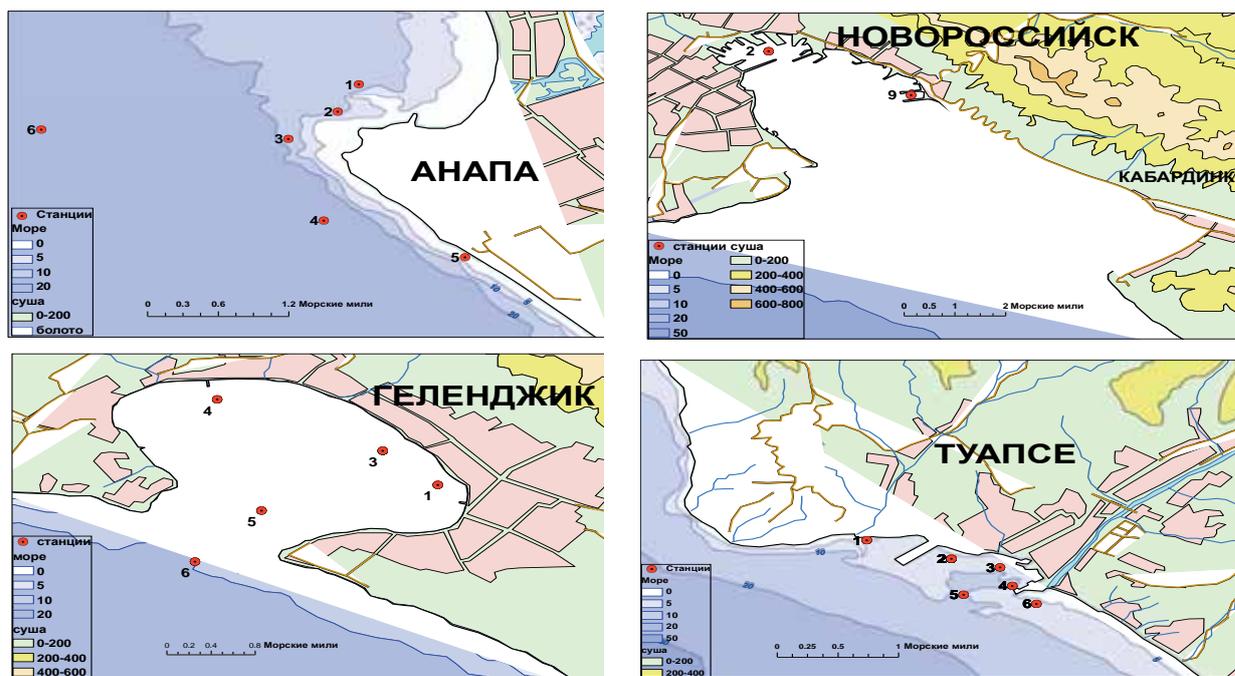


Рис. 3.52. Станции отбора проб на акватории портов российской части Черного моря в 2011 г.

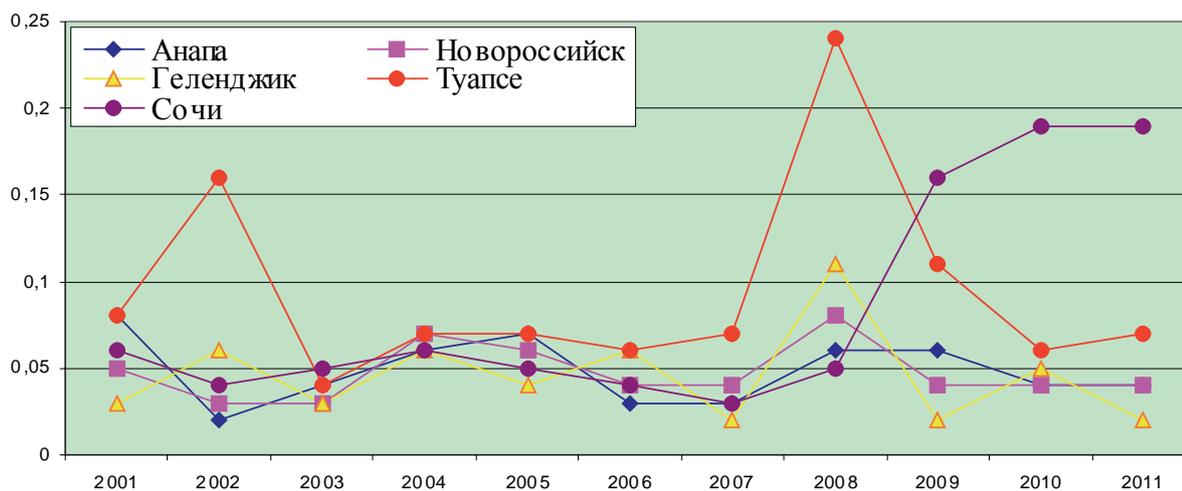


Рис. 3.53. Динамика максимальной концентрации нефтяных углеводородов в поверхностных водах Анапы, Новороссийска, Геленджика, Туапсе и Сочи в 2001–2011 гг.

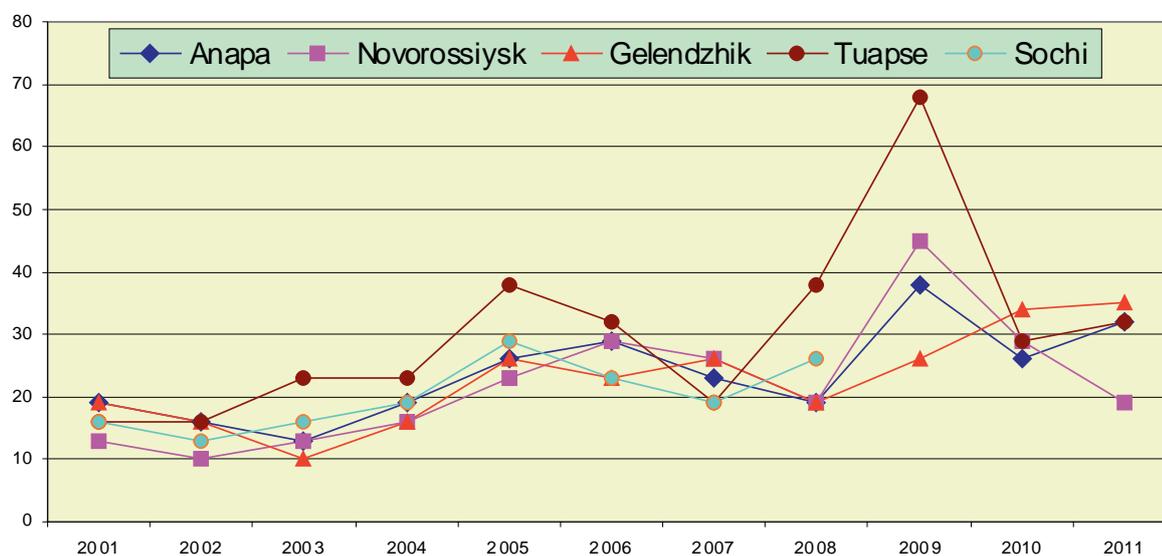


Рис. 3.54. Динамика максимальной концентрации фосфатов в прибрежных водах Черного моря в 2001–2011 гг.

был отмечен в Туапсе в конце июня и 12 октября в Анапе. Содержание растворенной ртути в шести отобранных пробах изменялась от 0,01 до 0,03 мкг/л (0,3 ПДК), максимум был отмечен 19 января в Новороссийске и 28 февраля в Туапсе. Хлорорганические пестициды и их изомеры α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ в 66 отобранных пробах морской воды контролируемых районов обнаружены не были.

Концентрация биогенных элементов в 2011 г. составила: $P-PO_4$ — 7–35 мкг/л; $N-NH_4$ — 0–130 мкг/л; $N-NO_2$ — 0–8,8 мкг/л и $Si-SiO_4$ — 60–1000 мкг/л. В целом за последнее десятилетие уровень содержания отдельных биогенных элементов постепенно, хотя и незначительно повышался (рис. 3.54). Уровень растворенного в воде кислорода изменялся в диапазоне 6,82–11,05 мг/л, в среднем 9,15 мг/л (78,5–126,4% насыщения). Значений ниже нор-

матива (6,0 мг/л) отмечено не было.

Прибрежье от Адлера до Сочи. В 2011 г. комплексной лабораторией мониторинга окружающей среды ФГБУ «СЦГМС ЧАМ» (г. Сочи) по программе мониторинга загрязнения морской среды в прибрежных водах Черного моря на участке между городами Адлер и Сочи на 8 станциях было выполнено четыре гидрохимические съемки в марте, июне, июле и ноябре. Контролировалась акватория порта Сочи, устьевые области впадающих в море средних и малых рек Сочи, Малый, Хоста, Кудепста и Мзымта, а также удаленные на несколько морских миль участки открытого моря, считающиеся условно чистой фоновой зоной (рис. 3.55). Всего за 2011 г. было отобрано 88 проб воды. Пробы воды отбирались батометрами на мелководных станциях из поверхностного и придонного слоев, на глубоких станциях — со стандартных гидрологических

В то же время отсутствие НУ в морской воде было зафиксировано в течение года на всех станциях района контроля.

Многолетняя динамика загрязнения района Адлер—Сочи может быть прослежена по трем условно выделенным экологическим участкам акватории. Прибрежные станции загрязняются стоками рек, тогда как мористые могут считаться условно чистой зоной. Средние за год значения концентрации нефтяных углеводородов в трех выделенных зонах прибрежных вод: мелководных эстуарных участках рек и ручьев района Большого Сочи, в открытом море на удалении двух морских миль от берега и в морском торговом порту г. Сочи, изменялись в относительно небольшом интервале 1–2 ПДК (рис. 3.56). Кроме умеренного среднего уровня загрязнения морских вод района обращает внимание синхронность изменений значений на разных участках акватории в пределах контролируемого района, что косвенным образом подтверждает активную гидрологическую динамику поверхностных вод и высокий уровень их перемешивания. Распределение максимальных значений имеет четко выраженный максимум 2003–2004 гг. на всех участках акватории, достигающий 0,55–0,82 мг/л соответственно, после которого концентрация постепенно снижалась до уровня 2–4 ПДК. «Лидерами» нефтяного загрязнения в разное время были как эстуарные зоны и акватория порта Сочи, так и удаленные от берега условно чистые участки. Следует предположить, что речные воды и порт не являются единственными источниками поступления НУ в морскую среду. Не исключенными являются механизмы трансграничного переноса остатков нефтепродуктов из более южных районов моря доминирующим течением ОЧТ, а также сброс

загрязненных вод находящимися на удалении от берега судами.

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) в поверхностном слое морских вод наблюдались повсеместно в очень незначительных количествах; минимальное значение 2,5 мкг/л; среднегодовое 7,1 мкг/л. Их максимальная концентрация достигала 31,2 мкг/л (0,3 ПДК) и была отмечена 7 июня на глубине 58 м на траверзе реки Хоста. В течение 2011 г. хлорорганические пестициды групп ДДТ и ГХЦГ, а также гербицид трифлуралин в морских водах прибрежного района Адлер—Сочи обнаружены не были.

Тяжелые металлы. Содержание свинца в прибрежных водах Черного моря в районе Сочи—Адлер в 2011 г. в целом увеличилось по сравнению с предыдущим годом; диапазон значений 0,22–23,19 мкг/л (2,3 ПДК). Концентрация выше ПДК была отмечена в 11 пробах из 64 обработанных. Максимум зафиксирован в конце июля на поверхности в порту Сочи, однако повышенный уровень содержания меди в этот день был отмечен в устьях всех рек и ручья Малоого, а также и в открытом море на траверзе Сочи и Хосты. Загрязненными были воды устьев и 1 ноября. Почти во всех случаях превышение ПДК было характерно для поверхностного или подповерхностного слоев воды. Средняя концентрация свинца в контролируемом районе по четырем съемкам равнялась 4,78 мкг/л (0,5 ПДК). Это в 1,3 раза выше прошлогоднего значения. Концентрация ртути во всех 64 отобранных пробах была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа. Содержание железа в прибрежных водах района Сочи—Адлер в 34,3% случаев превышало допустимую норму. Диапазон измеренных зна-

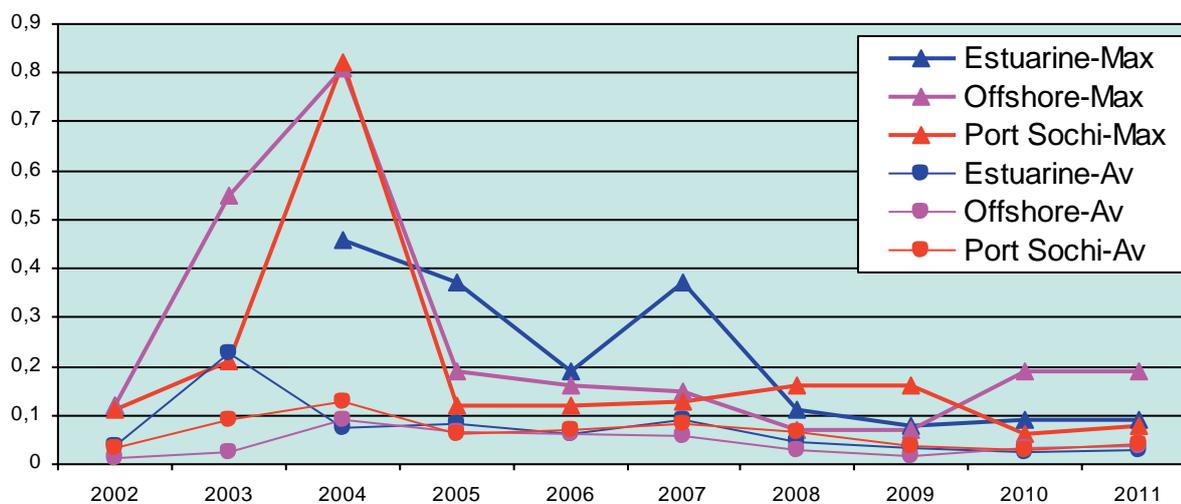


Рис. 3.56. Максимальная (Max) и средняя (Average) концентрация нефтяных углеводородов (мг/л) в мелководных эстуарных участках и в открытом море на удалении двух морских миль от берега между Адлером и Сочи, а также в порту Сочи в 2002–2011 гг.

чений составил 0,23–713,0 мкг/л. Хотя в целом поверхностный горизонт оказался более насыщенным железом (средняя 68,3 мкг/л, максимум 713,0 мкг/л в открытом море на траверзе Хосты), чем придонные и глубинные воды (средняя 48,8 мкг/л, максимум 580 мкг/л в устье реки Хоста), однако пространственное распределение значений по трем выделенным экологическим участкам акватории было практически одинаковым: в эстуарных зонах 60,7 мкг/л, в порту Сочи 56,6 мкг/л и в открытом море 56,4 мкг/л. Таким образом, на всей акватории района Адлер—Сочи средняя концентрация железа во всем столбе воды (58,5 мкг/л, 1,2 ПДК) превышала 1 ПДК, и хотя и снизилась по сравнению с предыдущим годом (96,93 мкг/л), но оставалась выше 45,7 мкг/л в 2009 г., 44,6 мкг/л в 2008 г. и 28,2 мкг/л в 2007 г. В отличие от прошлого года самым загрязненным участком оказалось не устье реки Мзымта (средняя в 2011 г. составила 51,3 мкг/л; на траверзе 44,3 мкг/л), а устье (103,7 мкг/л) и траверз (102,1 мкг/л) реки Хоста. Относительно повышенными были средние величины в порту Сочи и в устье реки Сочи (56,5 и 68,2 мкг/л соответственно), но пониженными в открытом море напротив устье этой реки (22,8 мкг/л) и в устье ручья Малый (19,9 мкг/л). Возможно, загрязнение района Хосты связано с локальными источниками загрязнения, а не с общей динамикой вод района.

В поверхностном слое прибрежных вод района Адлер—Сочи кислородный режим в течение года оставался в пределах нормы. Концентрация

растворенного кислорода изменялась от 7,54 до 10,22, в среднем 9,02 мгО₂/л (87–121% насыщения). Минимальная величина была зафиксирована 27 июля в открытом море на траверзе реки Хоста в 2 морских милях от берега. В подповерхностных водах до глубины 58 м содержание растворенного кислорода была даже несколько выше: 7,55–10,71, в среднем 9,10 мгО₂/л.

В прибрежных водах района Сочи—Адлер превышение допустимых норм было установлено для нефтяных углеводородов, железа, свинца и БПК₅. Содержание в воде железа несколько снизилось по сравнению с 2010 г., а содержание свинца повысилось. Отмечены случаи неблагоприятной ситуации по БПК₅. Также наблюдались незначительные отклонения от нормы по рН. Нарушений кислородного режима не наблюдалось. Оценка качества морских вод в 2011 г., выполненная по показателям комплексности, выявила устойчивое превышение норматива по железу (повторяемость превышения нормы менее 50%, кратность превышения до 18 раз); неустойчивой загрязненностью нефтепродуктами и свинцом (повторяемость превышения ПДК менее 30%, кратность превышения до 4 ПДК); единичным превышением требований по БПК₅ (повторяемость превышения нормы менее 10%, кратность превышения до 2 раз);

По комплексному индексу загрязненности вод (ИЗВ) прибрежный участок вод от Сочи до Адлера, включая акваторию порта Сочи, характеризуется как «чистый» (II класс качества, 0,73–0,75). Для расчета ИЗВ использовались

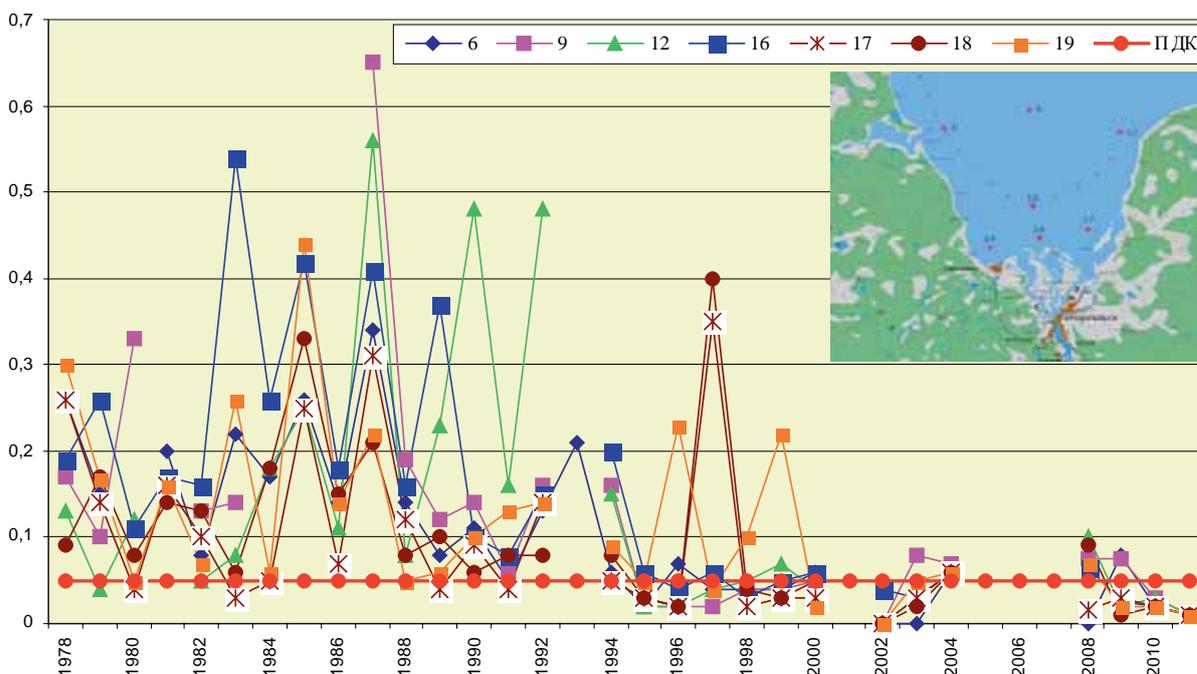


Рис. 3.57. Расположение стандартных станций отбора проб в Двинском заливе Белого моря и динамика максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/л) в водах Двинского залива в 1978–2011 гг.

На рисунке не показано одно экстремальное значение 1,12 мг/л, отмеченное на ст. 6 в 1980 г.

концентрации растворенного кислорода, нефтяных углеводородов, железа и свинца. По данным наблюдений в 2011 г. качество воды на акватории морпорта Сочи и в мористой части контролируемой акватории повысилось.

Белое море

Двинский залив. В 2011 г. Северным УГМС было выполнено две гидрохимические съемки 17–18 июля на 6 станциях и 16–17 октября на 7 станциях. Пробы воды были отобраны из поверхностного и придонного слоев на мелководных станциях и дополнительно со стандартных гидрологических горизонтов на глубоководных. Всего отобрано и проанализировано 48 проб (рис. 3.57).

Количество нефтяных углеводородов в 2011 г. по сравнению с предыдущим годом заметно уменьшилось. Концентрация НУ в отобранных пробах не превышала 0,010 мг/л, а в 57% проб была ниже предела обнаружения используемой методикой химанализа. В целом за последнее десятилетие уровень загрязненности вод залива НУ существенно снизился и даже максимальные значения не достигают ПДК (рис. 3.58.). Хлорорганические пестициды α -ГХЦГ, β -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ, ДДД и ДДЭ в отобранных пробах вод Двинского залива обнаружены не были.

Соленость в водах залива в 2011 г. изменялась от 19,6 до 28,7‰. Наименьшая средняя за время наблюдений соленость отмечена на ближайших к устью Северной Двины станциях №19 (23,0‰), №17 (23,5‰) и №18 (24,6‰). Содержание нитритного азота варьировало от 0,16 до 3,7 мкг/л, что значительно меньше ПДК. Наибольшая концентрация была на горизонте 20 м станции № 9 в июле. Нитратный азот так же присутствовал в количествах на несколько порядков ниже ПДК, наибольшее значение составило 186,56 мкг/л и было обнаружено в октябрьской пробе ст. №9 в придонном слое. Концентрация аммонийного азота от значений ниже предела обнаружения до 12,56 мкг/л. Наибольшее значение зафиксировано в пробе из поверхностного слоя в октябре на ближайшей к Северодвинску станции. В 2011 г. максимальная концентрация фосфатов и общего фосфора в водах Двинского залива составила 28,28 и 154,49 мкг/л соответственно и была зафиксирована в пробах, отобранных в придонных слоях ст. 12 и 18 в октябре. Только в одной пробе концентрация силикатов достигла 0,5 ПДК и составила 517 мкг/л в июльской пробе воды из придонного слоя ст. №9. Минимальное содержание кремния (21 мкг/л) было отмечено на поверхности в центре залива в июле.

Кислородный режим 2011 г. в водах Двинского залива не отличался от предыдущих лет и был в пределах нормы. Количество растворенного

кислорода в отобранных пробах изменялось незначительно, от 8,29 до 9,44 мг/л. Насыщенность вод кислородом составляла 74–87%.

Кандалакшский залив. В 2011 г. Мурманским УГМС с марта по октябрь было проведено 6 гидрохимических съемок на водопосту в торговом порту г. Кандалакша. Пробы были отобраны из поверхностного слоя вод порта.

Содержание нефтяных углеводородов в двух пробах морской воды весной составило 0,02 мг/л, в остальное время года было ниже предела обнаружения использованного метода анализа. Фенол был обнаружен в двух пробах в концентрации 0,01 и 0,07 мкг/л (менее 0,1 ПДК). Другие фенольные соединения также были отмечены в отдельных пробах в достаточно высокой концентрации: мета-крезол 0–0,07 мкг/л; орто-крезол 0–0,12 мкг/л; пара-крезол 0–0,94 мкг/л; 2,6-ксиленол 0–0,23 мкг/л. Ни в одной пробе не был обнаружен гваякол. Суммарное содержание веществ этой группы в воде водпоста достигало 1,32 мкг/л в начале июня. В каждый месяц наблюдений в водах порта Кандалакша были обнаружены хлорорганические пестициды (табл. 3.13). Средняя и максимальная концентрация в воде линдана и его метаболита α -ГХЦГ составляла 0,20 и 1,83 нг/л; 0,40 и 4,10 нг/л (0,4 ПДК) соответственно, что в несколько раз превышало прошлогодние значения. Среднее и наибольшее содержание ДДТ также увеличилось с 0,12 и 0,70 нг/л в 2010 г. до 0,88 и 4,10 нг/л в 2011 г. соответственно.

Табл. 3.13. Концентрация хлорорганических пестицидов в водах порта Кандалакша в 2011 г.

	ХОП, нг/л				
	α -ГХЦГ	γ -ГХЦГ	ДДЭ	ДДД	ДДТ
Средняя	1,83	0,20	2,70	0,00	0,88
Макс	4,10	0,40	5,90	0,00	4,10
Мин	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Концентрация железа и меди превышала ПДК почти во всех отобранных пробах, а средние за год составляли 1,6 и 1,3 ПДК соответственно (табл. 3.14). Содержание в водах порта всех остальных металлов было невысоким, даже максимальные величины достигали только 0,05–0,5 ПДК. По сравнению с прошлым годом немного снизилось содержание меди, никеля и марганца, но возросло свинца, железа и кадмия.

Соленость поверхностного слоя вод порта варьировала в пределах 9,51–14,76‰. Концентрация ионов водорода и значения щелочности были стабильными в узком диапазоне 7,35–7,75 рН и 0,57–0,90 мг-экв/л. Содержание взвешенных в воде веществ изменялось

Табл. 3.14. Концентрация тяжелых металлов в водах порта Кандалакша в 2011 г.

	Тяжелые металлы, мкг/л								
	Cu	Ni	Mn	Pb	Cr	Fe	Hg	Zn	Cd
Средняя	6,6	2,7	5,4	3,1	0,3	80	0,028	10,7	0,10
Макс	10,7	4,0	6,8	5,40	1,0	141	0,036	14,2	0,20
Мин	2,40	1,0	3,6	1,2	0,1	48	0,015	6,3	0,03
ПДК	5,0	10,0	50,0	10,0	20,0	50,0	0,10	50,0	10,0

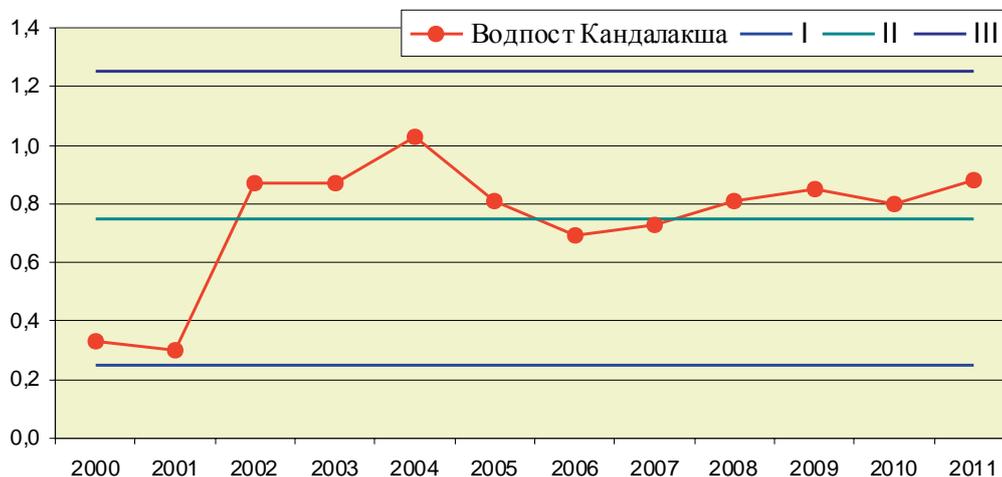


Рис. 3.58. Динамика индекса загрязненности вод в порту Кандалакши в 2000–2011 гг.

в течение года от 0 до 8 мг/л в июне. Концентрация биогенных элементов составила: $P-PO_4$ — 3,0–28,0 мкг/л; $N-NH_4$ — 0–30 мкг/л; $N-NO_2$ — 0–1,4 мкг/л; $N-NO_3$ — 11,1–77,8 мкг/л и $Si-SiO_4$ — 751–2671 мкг/л. Уровень растворенного в воде кислорода хотя был в целом пониженным и изменялся в диапазоне 6,53–8,78 мг/л, в среднем 7,50 мг/л (64,4–69,7 % насыщения), однако был выше нормы 6,0 мг/л. Содержание в воде порта легко окисляемых органических веществ, определяемых по БПК₅, было невысоким и изменялось от 0,40 до 1,17 мг O_2 /л, что существенно ниже норматива ПДК 10 мг O_2 /л. Индекс загрязненности вод по наблюдениям в 2011 г. составил 0,88, а качество вод в торговом порту оценивается III классом «умеренно загрязненные» (рис. 3.58).

Баренцево море

Кольский залив. В 2011 г. Мурманским УГМС на водопосту торгового порта г. Мурманска в течение года было выполнено 6 гидрохимических съемок с горизонта 0,5 м, а так же были исследованы отобранные 8 июля поверхностные пробы воды на 6 станциях в южном колене Кольского залива. Содержание нефтяных углеводородов в водах порта в течение года было очень высоким, изменяясь в пределах от 0,04 до 0,59 мг/л (1–12 ПДК), а среднее за год составляло 0,25 мг/л (5 ПДК). На станциях южного колена

залива в июле концентрация НУ была значительно меньше — на половине станций ниже предела обнаружения, на остальных 0,02–0,04 мг/л. Многолетняя динамика средних и максимальных значений концентрации нефтяных углеводородов свидетельствует о стабилизации уровня загрязнения вод южного колена Кольского залива на высоком уровне 2–4 ПДК для средних величин и 10–20 для максимальных (рис. 3.59).

Содержание фенолов в водах в районе водпоста не превышало допустимого уровня. Концентрация соединений этой группы изменялась от аналитического нуля до максимальных величин: фенол достигал 0,12 мкг/л, мета-крезол 1,3 мкг/л, орто-крезол 0,24 мкг/л, пара-крезол 1,43 мкг/л, 2,6-ксиленол 0,15 мкг/л и гваякол — ниже предела обнаружения во всех пробах. В июле на станциях в южном колене залива содержание этих веществ в воде было существенно ниже: фенол, пара-крезол, 2-хлорфенол и гваякол не обнаружены, а остальные достигали небольших величин — мета-крезол 0,06 мкг/л, орто-крезол 0,10 мкг/л и 2,6-ксиленол 0,25 мкг/л. Сумма соединений этой группы составляла 0,11–0,41 мкг/л. Содержание детергентов было в пределах нормы, изменяясь в пределах от 10 до 27 мкг/л в водах водпоста и 3–6 мкг/л в южном колене в июле. Концентрация взвешенных веществ составляла 1–3 мг/л. Отдельные формы хлорорганических пестицидов присутствовали в водах залива в значитель-

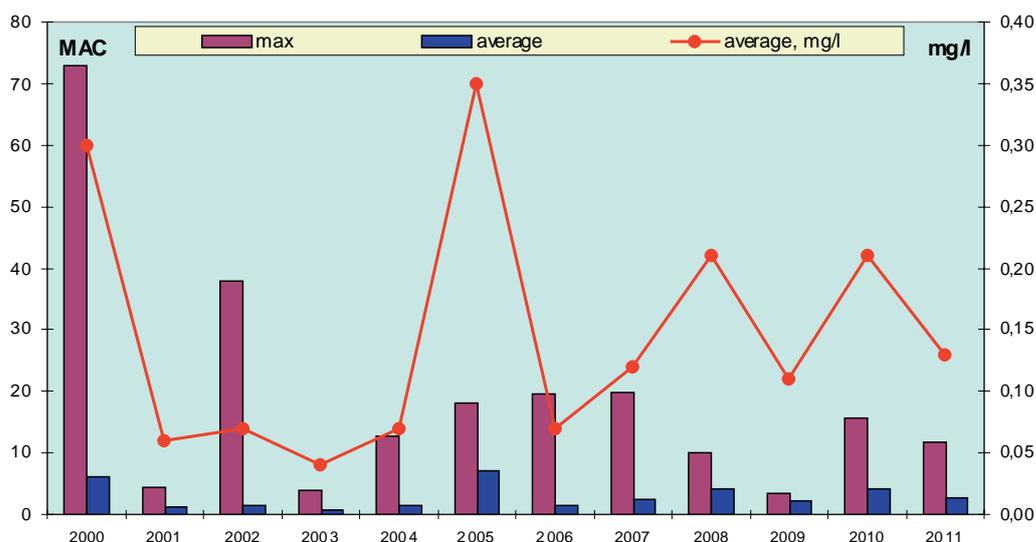


Рис. 3.59. Многолетняя динамика максимальной и средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/л) в водах Кольского залива Баренцева моря в 2000–2011 гг. Для 2011 г. указана средняя и максимальная концентрация для водпоста Мурманска и южного колена залива совместно

ном количестве. Содержание γ -ГХЦГ составляло 0,0–1,0 нг/л, α -ГХЦГ 0,0–10,5 нг/л (1,1 ПДК), β -ГХЦГ 0,4–2,8 нг/л, ДДТ 0,0–4,8 нг/л, ДДД 0,0–0,8 нг/л, ДДЭ 0,0–19,8 нг/л (2,0 ПДК). Зафиксированные максимальные значения существенно выше прошлогоднего уровня. Бенз(а)пирен из группы полициклических ароматических углеводородов в водах южного колена в июле обнаружен не был, а концентрация бенз(б)флуорантена варьировала от 0 до 0,274 нг/л.

В 2011 г. тяжелые металлы в водах акватории порта продолжали присутствовать в довольно значительном количестве. Диапазон концентрации составлял: медь 6,2–14,2 мкг/л (2,8 ПДК), никель 1,1–3,3; марганец 10,8–71,0 мкг/л (1,4 ПДК); свинец 0,9–1,7; хром 0,1–4,2; железо 224–526 (10,5 ПДК); ртуть 0–0,045; цинк 28,9–40,4 и кадмий 0,03–0,08 мкг/л. В июле в водах южного колена содержание меди (1,0–2,3 мкг/л), марганца (6,6–9,3 мкг/л) железа (84–121 мкг/л, 2,4 ПДК) и цинка (28,9–40,4 мкг/л) было существенно ниже, чем в водах порта. Концентрация хрома (0,1–4,2 мкг/л) и ртути (0–0,20 мкг/л) осталось на уровне водпоста. Примечательно, что содержание трех металлов (никель 2,5–4,9 мкг/л, свинец 3,0–6,6 мкг/л и кадмий 0,07–0,11 мкг/л) в воде в южном колена залива в июле было выше, чем в наиболее загрязненном участке в порту.

Соленость поверхностного слоя вод порта варьировала в пределах 12,07–25,26‰. Концентрация ионов водорода и значения щелочности были стабильными в узком диапазоне 7,70–7,89 рН и 0,77–1,43 мг-экв/л. Содержание взвешенных в воде веществ изменялось в течение года от 0 до 3 мг/л. Концентрация биогенных элементов составила: фосфатов $P-PO_4$ — 150–1006 мкг/л на

водпосту и 11–21 мкг/л в водах южного колена в июле; $N-NH_4$ — 218–980 мкг/л на водпосту и 49–123 мкг/л в водах южного колена; $N-NO_2$ — 1,4–19,0 мкг/л на водпосту и 1,3–2,1 мкг/л в южном колена; $N-NO_3$ — 39,6–130,0 мкг/л на водпосту и 25,2–34,4 в южном колена; силикаты $Si-SiO_4$ — (1560–2532 мкг/л) измерялись только на водпосту. Уровень растворенного в воде кислорода в течение года на водпосту Мурманска изменялся в диапазоне 9,46–12,41 мг/л, в среднем 11,39 мг/л (92,8–105,9% насыщения). Содержание в воде порта легко окисляемых органических веществ, определяемых по БПК₅, было невысоким и изменялось от 0,31 до 2,63 мгО₂/л, что существенно ниже норматива ПДК 10 мгО₂/л. По индексу загрязненности вод (ИЗВ = 2,22) качество вод в районе водпоста оценивается V классом «грязные».

Гренландское море

Залив Гренфьорд. В 2011 г. в заливе гидрохимические исследования проводились 25 июня и 14 сентября на девяти станциях. Концентрация нефтяных углеводородов во всех отобранных пробах была на уровне минимально определяемых значений и не превышала ПДК.

Концентрация тяжелых металлов в водах залива Гренфьорд изменялась в широких пределах, но не превышала 1 ПДК. Содержание меди в период съемок изменялось в диапазоне от 1,0 до 7,4 мкг/л; цинка — 1,1–17,8 мкг/л; никеля — 0,2–7,9; марганца — 1,9–12,0; свинца — 0,1–4,5; хрома — 0,1–0,97; кадмия — 0,01–0,16; железа — 35–178 мкг/л.

Содержание аммонийного азота в период съемок составляло 0–16 мкг/л. Концентрация

нитритного и нитратного азота изменялась в пределах от 0,0 до 3,4 мкг/л и 0–101 мкг/л соответственно.

Количество растворенного кислорода в слое 0–50 м составляло 10,95–14,64 мг/л в июне и 8,96–11,61 мг/л в сентябре. По формализованной оценке качества вод ИЗВ состояние вод залива Гренфьорд оценивается по результатам наблюдений в 2011 г. II классом, «чистые».

Тихий океан

Шельф полуострова Камчатка. Авачинская губа
В 2011 г. Камчатским УГМС было проведено восемь гидрохимических съемок в Авачинской губе. Среднее содержание НУ в морских водах увеличилось по сравнению с 2010 г. в 2 раза и составило 1,2 ПДК; максимальное значение было отмечено в центральной части губы и в бухте Раковая — 16 ПДК. Среднее содержание фенолов не изменилось по сравнению с прошлым годом и составило 4 ПДК; максимальная разовая концентрация (14 ПДК) была отмечена в апреле в период снеготаяния у входа в бухту Крашенинникова. Среднее содержание СПАВ составило 0,5 ПДК, максимум (2,7 ПДК) был зафиксирован в октябре в приустьевой зоне реки Авача.

Кислородный режим в целом был в пределах многолетней нормы. Среднее содержание растворенного кислорода в поверхностном слое составило 12,46 мг/л, в придонном — 8,80 мг/л; в толще вод — 10,59 мг/л. В 2011 г. кислородный минимум пришелся на июль — август. В это время на придонных горизонтах в центральной части Авачинской губы отмечалась очень низкая концентрация растворенного кислорода: в июле его содержание снижалось до 3,74 мг/л (33% насыщения), а в августе до 4,26 мг/л (38,8% насыщения). Оба значения ниже установленного для безледного периода года норматива 6,0 мг/л.

В водах Авачинской губы в 2011 г. расчетный индекс ИЗВ составил 1,58, что соответствует IV

классу, «загрязненные» (рис. 3.60). Для расчета использовались средние значения концентрации НУ (1,2 ПДК), фенолов (4 ПДК), СПАВ (0,5 ПДК) и растворенного кислорода (10,59 мг/л). По сравнению с 2010 г. качество вод осталось в коридоре значений IV класса — «загрязненные», но по абсолютному показателю ухудшилось.

Японское море

Залив Петра Великого. В 2011 г. наблюдения за состоянием загрязнения вод Японского моря проводились Приморским УГМС в бухте Золотой Рог на 5 станциях, в бухте Диомид (1 ст.), в проливе Босфор Восточный (3 ст.), в Амурском заливе (9 ст.), в Уссурийском заливе (9 ст.), в заливе Находка (12 ст.). В открытых районах залива Петра Великого наблюдения не проводились. В Татарском проливе в районе г. Александровска наблюдения проводились Сахалинским УГМС.

Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в прибрежных водах залива Петра Великого изменялась в пределах 1,2–9,6 ПДК. Абсолютный максимум составил 48 ПДК (уровень высокого загрязнения — ВЗ) и был зафиксирован в проливе Босфор Восточный в апреле на выходе из бухты Улисс на станции № 19 в придонном слое. В апреле в проливе Босфор Восточный были зафиксированы еще 2 случая ВЗ по НУ: на станциях № 19 и № 23 в поверхностном слое (34 ПДК и 40 ПДК). Кроме того, в апреле же отмечен случай ВЗ по НУ в придонном слое в бухте Диомид — 47 ПДК. По сравнению с 2010 г. уровень загрязненности прибрежных вод залива Петра Великого НУ резко повысился: среднее содержание НУ в бухте Золотой Рог выросло в 3,4 раза, в бухте Диомид в 5,3 раза, в проливе Босфор Восточный в 3,6 раза, в Уссурийском заливе в 1,25 раза. Единственным районом, где снизилось среднегодовое содержание НУ, оказался Амурский залив: в 2010 г. оно составило 2,8 ПДК, а в 2011 — 1,6 ПДК. Среднее содержа-

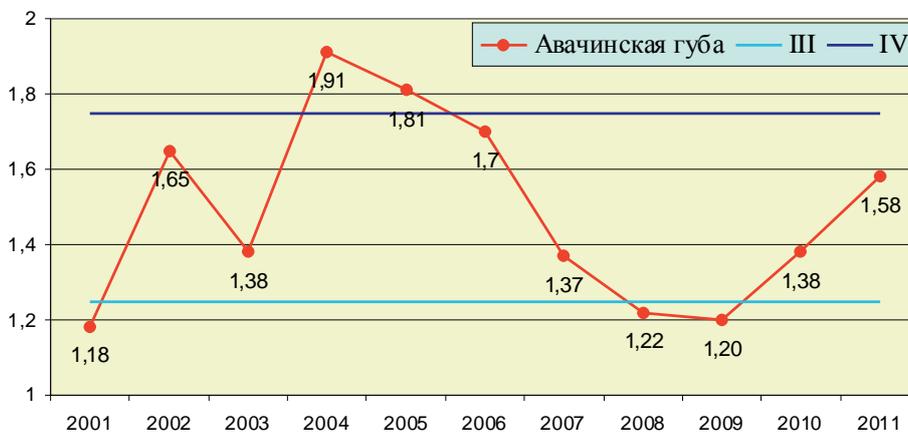


Рис. 3.60. Динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в Авачинской губе в 2001–2011 гг.

ние фенолов в прибрежных водах изменялось в диапазоне 0,9–2,1 ПДК, максимум (14 ПДК) был отмечен в бухте Золотой Рог в июле в вершине бухты на станции №1 в придонном горизонте. Средняя концентрация АПАВ в прибрежных водах варьировала в диапазоне 0,8–1,1 ПДК. Максимальная концентрация (1,9 ПДК) была зафиксирована в октябре 2011 г. в районе мыса Новосильского на станции №18 в поверхностном слое.

В 2011 г. в прибрежных водах залива Петра Великого среднегодовое содержание металлов меди, железа, цинка, свинца, марганца, кадмия и ртути было менее 1 ПДК. В отдельных пробах всех прибрежных районах отмечались случаи превышения 1 ПДК по железу, цинку, кадмию и ртути. Максимальная концентрация цинка составила в Амурском заливе — 2,4 ПДК, в бухте Золотой Рог — 1,2 ПДК, в Уссурийском заливе — 1,9 ПДК, в заливе Находка — 1,0 ПДК. Превышение ПДК по растворимому железу было зафиксировано в Амурском заливе — 1,3 ПДК, в бухте Золотой Рог — 2,4 ПДК и в проливе Босфор Восточный — 3,3 ПДК. Максимальная концентрация кадмия составила в бухте Золотой Рог — 2,0 ПДК, в Уссурийском заливе — 1,0 ПДК.

Среднегодовое содержание ртути в прибрежных районах в течение года изменялось в интервале 0,5–3,0 ПДК. По сравнению с 2010 г. уровень загрязненности морских вод ртутью снизился во всех прибрежных районах залива Петра Великого.

Уровень загрязненности морских прибрежных вод хлорорганическими пестицидами (ХОП) группы ГХЦГ в среднем не изменился. Среднегодовое содержание α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ во всех районах наблюдений было значительно ниже 0,1 ПДК. Максимальная концентрация α -ГХЦГ (1,5 нг/л, 0,15 ПДК) была зафиксирована в июле в заливе Находка; максимальная концентрация γ -ГХЦГ (4,4 нг/л, 0,4 ПДК) — в апреле в Амурском заливе. Содержание пестицидов группы ДДТ повысилось почти во всех исследуемых районах залива Петра Великого. Лишь в Уссурийском заливе их среднегодовая концентрация практически не изменилась и значения остались на уровне фоновых. В водах залива Находка среднегодовая концентрация суммарного содержания ХОП группы ДДТ снизилась в 1,2 раза до значения ниже 1 ПДК. Среднегодовая концентрация ДДТ в водах Амурского залива, в водах бухт Золотой Рог и Диомид и в проливе Босфор Восточный изменялась в диапазоне от 0,17 до 0,2 ПДК; ДДЭ — 0,6–1,4 ПДК; ДДД 0,3–0,6 ПДК. Максимальная концентрация ДДТ в 2011 г. была зафиксирована в бухте Золотой Рог: ДДТ 0,9 ПДК (9,1 нг/л). Максимум по ДДЭ отмечен в Амурском заливе — 7 ПДК (71,1 нг/л),

а ДДД в проливе Босфор Восточный — 9 ПДК (90,1 нг/л). Следует отметить высокий уровень изомеров ДДТ, образующихся с течением времени в морской среде.

Гидрологические особенности залива Петра Великого (широко развитое мелководье, взаимодействие речных и морских вод, процессы конвективного перемешивания до дна) способствуют обильному насыщению водной массы кислородом. В период проведения исследований в 2010 г. кислородный режим в прибрежных водах был в пределах среднегодовой нормы. Среднее содержание растворенного кислорода в толще вод находилось в диапазоне 9,03–10,06 мг/л. Минимальная концентрация растворенного кислорода в бухте Золотой Рог была зафиксирована в августе в центральной части на придонном горизонте — 3,74 мг/л (49% насыщения). Следует отметить, что в 2010–2011 гг. впервые за последние 15 лет отмечено ухудшение кислородного режима в осенний период (октябрь) в вершине залива на станции №1 в устье реки Объяснения. Здесь была зафиксирована концентрация растворенного кислорода ниже 6 мг/л на обоих горизонтах. В проливе Босфор Восточный абсолютный минимум, соответствующий уровню высокого загрязнения был отмечен в августе — 2,80 мг/л (31,7% насыщения); и в Амурском заливе абсолютный минимум, соответствующий уровню высокого загрязнения был отмечен в августе — 2,59 мг/л (32,3% насыщения).

По результатам расчета комплексного индекса ИЗВ в 2011 г. в бухте Золотой Рог качество вод ухудшилось и изменилось с IV класса — «загрязненные» на V класс — «грязные»; в проливе Босфор Восточный и бухте Диомид — с III класса — «умеренно-загрязненные» на V класс — «грязные» и VI класс — «очень грязные» соответственно. Не изменился класс качества морской воды в Уссурийском заливе и в заливе Находка — III класс — «умеренно-загрязненные». В Амурском заливе отмечено улучшение качества вод — с IV класса — «загрязненные» они переместились в III класс — «умеренно-загрязненные».

В 2011 г. в заливе Петра Великого наблюдения за донными отложениями проводились с апреля по октябрь. В бухте Золотой Рог почти на всех станциях грунты илистые, с сильным запахом и маслянистыми вкраплениями нефтепродуктов. В проливе Босфор Восточный грунт преимущественно песчано-илистый, в бухтах Улисс и Диомид преобладает ил. В Амурском заливе ил преобладает на станциях вблизи вершины залива, на остальных преимущественно песок. В Уссурийском заливе грунт смешанный — ил в вершине залива, песок, камень и ракушка.

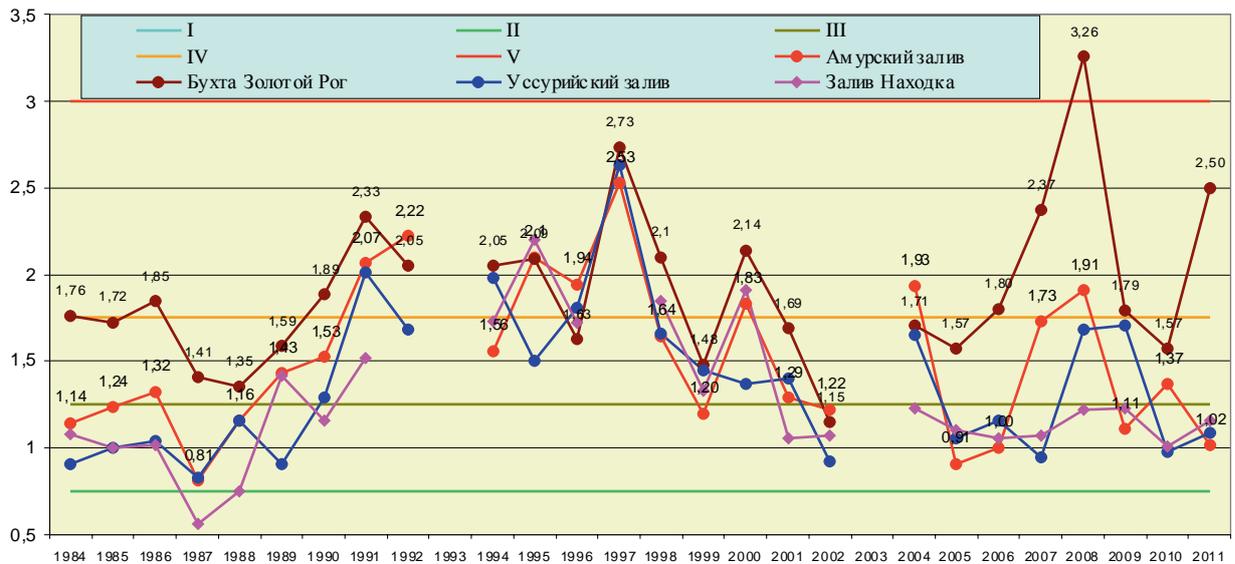


Рис. 3.61. Динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в заливе Петра Великого Японского моря в 1984–2011 гг.

Среднемесячное содержание нефтяных углеводородов в донных отложениях изменялось в диапазоне 0,08–10,33 мг/г сухого вещества (табл. 3.15). Максимальная концентрация в одной пробе (18,82 мг/г) была отмечена в июле в середине бухты Золотой Рог на участке изгиба. В целом для бухты среднегодовая концентрация НУ в 2011 г. (8,93 мг/г) превысила допустимый уровень концентраций ДК «голландских листов» в 178,6 раза. В последние четыре года прослеживается новый виток увеличения содержания нефтяных углеводородов в донных отложениях бухты Золотой Рог: 2007 г. — 15,83; 2008 г. — 4,9; 2009 г. — 8,15; 2010 г. — 8,35 и 2011 г. — 8,93 мг/г.

В 2011 г. снизилось среднегодовое содержание фенолов в донных отложениях бухты Золотой Рог, бухты Диомид, пролива Босфор Восточный, Уссурийского и Амурского заливов, но возросла в заливе Находка (рис. 3.62). Среднемесячное содержание фенолов в различных частях залива Петра Великого было в диапазоне 1,3–5,9 мкг/г; наибольшие величины отмечены в бухте Золотой Рог: до 13,5 мкг/г.

Концентрация хлорорганических пестици-

дов в донных отложениях прибрежных районов залива Петра Великого достигала следующих значений: α -ГХЦГ — 7,3 нг/г (бухта Золотой Рог), 9,8 нг/г (Амурский залив) и 11,0 нг/г (Уссурийский залив); γ -ГХЦГ — 12,8 нг/г (Амурский залив), 10,7 нг/г (Уссурийский залив) и 7,8 нг/г (залив Находка).

Максимальная концентрация ДДТ в донных отложениях бухты Диомид составила 13,2 нг/г; 18,0 нг/г в бухте Золотой Рог; 14,9 нг/г в Амурском заливе и 13,2 нг/г в проливе Босфор Восточный. Максимальная концентрация ДДЭ составила в проливе Босфор Восточный — 74,3 нг/г; в бухте Диомид — 63,7 нг/г; в бухте Золотой Рог — 57,6 нг/г; в заливе Находка — 40,7 нг/г; в Уссурийском заливе — 31,1 нг/г; в Амурском заливе — 26,0 нг/г. Максимальное содержание ДДД в 2011 г. было зафиксировано в бухте Золотой Рог — 38,8 нг/г и в заливе Находка — 20,4 нг/г; в остальных прибрежных районах залива Петра Великого максимальные значения концентрации ДДД не превысили 8,9 нг/г. В целом содержание пестицидов группы ДДТ в донных отложениях залива Петра Великого повысилось по сравнению с 2010 г.

Табл. 3.15. Средняя и максимальная концентрация суммы нефтяных углеводородов (мг/г сухого вещества) в пробах донных отложений залива Петра Великого в 2011 г.

Залив/бухта	Min за месяц	Max за месяц	Среднегодовая	Max в пробе
Амурский	0,27	0,62	0,42	1,41
Уссурийский	0,08	0,29	0,18	0,70
Золотой Рог	6,53	10,33	8,93	18,82
Диомид	3,70	4,88	4,47	4,88
Находка	0,32	0,81	0,51	3,42
Босфор Восточный	1,90	2,83	2,34	3,89

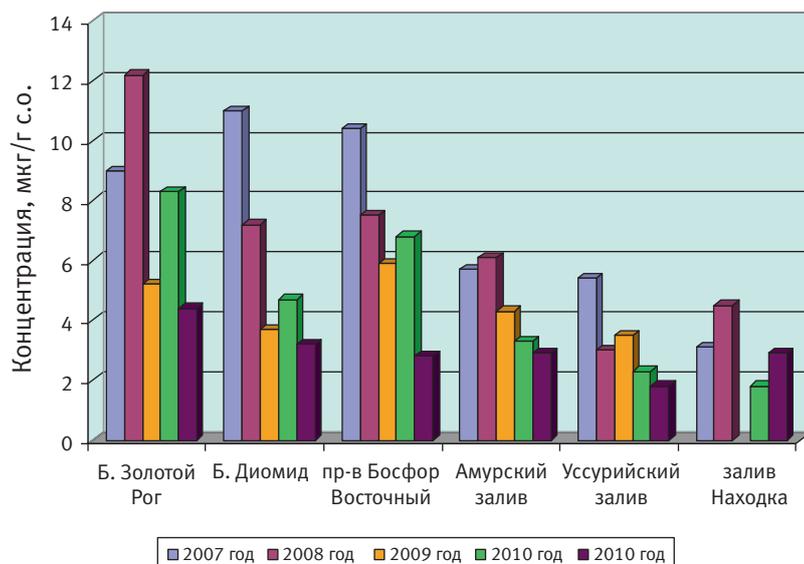


Рис. 3.62. Содержание фенолов (мкг/г) в донных отложениях залива Петра Великого в 2007–2011 гг.

В донных отложениях залива Петра Великого содержание тяжелых металлов в 2011 г. изменялось в следующих пределах: меди в бухте Золотой Рог — 46,0–249, мкг/г; в бухте Диомид — 135,0–457,0 мкг/г; в проливе Босфор Восточный — 18,0–99,0 мкг/г; в Амурском заливе — 2,5–261,0 мкг/г; в Уссурийском заливе — 2,7–48,0 мкг/г; в заливе Находка — 3,3–175,0 мкг/г. Концентрация цинка в бухте Золотой Рог изменялось в пределах 127,0–603,0 мкг/г, в бухте Диомид — 122,0–708,0 мкг/г, в проливе Босфор Восточный — 77,0–135,0 мкг/г; в Амурском заливе — 19,0–115,0 мкг/г; в Уссурийском заливе — 16,0–151,0 мкг/г; в заливе Находка — 0,0–422,0 мкг/г. Содержание свинца в бухте Золотой Рог изменялось в пределах 61,0–340,0 мкг/г, в бухте Диомид — 73,0–477,0 мкг/г, в проливе Босфор Восточный — 25,0–98,0 мкг/г; в Амурском заливе — 2,6–40,0 мкг/г; в Уссурийском заливе — 4,3–91,0 мкг/г; в заливе Находка — 4,3–104,0 мкг/г. Концентрация марганца в бухте Золотой Рог изменялась в пределах 112,0–357,0 мкг/г, в бухте Диомид — 124,0–139,0 мкг/г, в проливе Босфор Восточный — 115,0–185,0 мкг/г; в Амурском заливе — 35,0–249 мкг/г; в Уссурийском заливе — 37,0–209 мкг/г; в заливе Находка — 63,0–245,0 мкг/г. Содержание ртути в бухте Золотой Рог изменялось в пределах 0,09–1,74 мкг/г, в бухте Диомид — 0,11–3,87 мкг/г, в проливе Босфор Восточный — 0,11–0,44 мкг/г; в Амурском заливе — 0,01–0,37 мкг/г; в Уссурийском заливе — 0,01–0,39 мкг/г; в заливе Находка — 0,02–0,96 мкг/г. Концентрация железа во всех исследуемых районах была очень высокой. Среднегодовые значения находились в диапа-

зоне от 14520 мкг/г в Уссурийском заливе до 29632 мкг/г в бухте Золотой Рог. Максимальное содержание железа в донных отложениях Амурского залива составило 44311 мкг/г; бухты Золотой Рог — 51076 мкг/г; пролива Босфор Восточный — 35276 мкг/г; бухты Диомид — 25233 мкг/г; Уссурийского залива — 31886 мкг/г.; залива Находка — 46576 мкг/г.

Татарский пролив. В 2011 г. регулярные наблюдения за уровнем загрязненности морских вод и донных отложений проводились в прибрежной зоне в районе порта г. Александровск-Сахалинский на 5 станциях с мая по октябрь. Наблюдения проводились по стандартным гидролого-гидрохимическим параметрам и загрязнению морской среды нефтяными углеводородами, фенолами, детергентами и тяжелыми металлами. Концентрация НУ изменялась в диапазоне от значений ниже предела обнаружения (0,020 мг/л) до 0,039 мг/г (0,8 ПДК), в среднем 0,016 мг/л; максимальное значение было зафиксировано в августе. Содержание фенолов в воде пролива было в диапазоне от менее предела обнаружения (0,5 мкг/л) до 5,0 мкг/л (5 ПДК), в среднем 1,6 мкг/л; максимум был отмечен в сентябре. Уровень загрязненности прибрежных вод района детергентами не превышал 0,4 ПДК, диапазон значений < 0,010–0,035 мг/л.

Концентрация тяжелых металлов в водах Татарского пролива изменялась в широких пределах и в некоторых случаях превышала установленные нормативы. Содержание меди в морской воде в теплый период года изменялось в диапазоне от 0,8 до 17,8 мкг/л (3,6 ПДК); в среднем 6,1 мкг/л. Концентрация меди была выше ПДК в 11 пробах из 30 обработанных. Концентрация цинка была в пределах 1,6–18,2 мкг/л, в среднем 7,7 мкг/л; свинца от < 0,3 до 1,3 мкг/л. Во

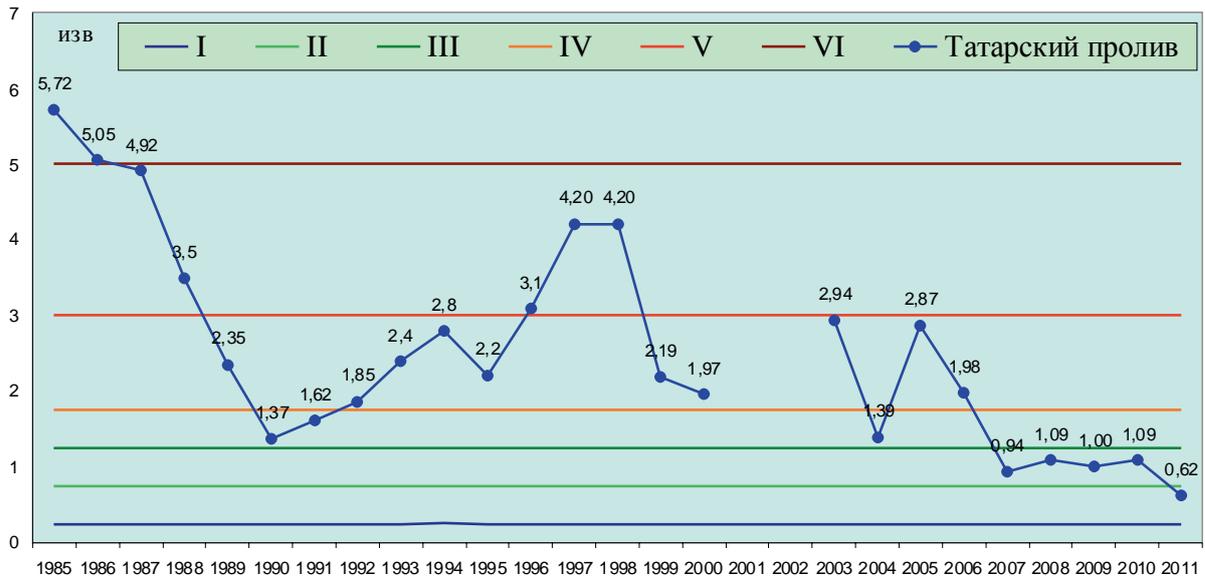


Рис. 3.63. Динамика индекса загрязненности вод (ИЗВ) в водах Татарского пролива Японского моря в 1985–2011 гг.

всех пробах концентрация кадмия была ниже предела обнаружения использованного метода анализа — 0,3 мкг/л.

Соленость поверхностного слоя вод пролива в районе Александровска варьировала в широких пределах — 10,79–32,18‰, минимальное значение отмечено в июне. Концентрации ионов водорода были стабильными в узком диапазоне 8,02–8,41 рН. Значения щелочности укладывались в более широкий диапазон: 1,023–2,273 мг-экв/л. Концентрация биогенных элементов составила: фосфор фосфатов $P-PO_4$ 1,0–26,0 мкг/л; аммонийный азот $N-NH_4$ 10–74 мкг/л; нитриты $N-NO_2$ < 0,5–14,0 мкг/л; нитраты $N-NO_3$ < 5–46 мкг/л и силикаты $Si-SiO_4$ 151–1861 мкг/л. Уровень растворенного в воде кислорода изменялся в диапазоне: 7,7–12,6 мг/л, в среднем 9,6 мг/л (96,7–121,1% насыщения). В целом кислородный режим был очень близок к параметрам предыдущего года наблюдений. Индекс загрязненности вод по наблюдениям в 2011 г., рассчитанный по сред-

негодовой концентрации НУ (0,016 мг/л), фенолов (1,6 мкг/л), меди (6,1 мкг/л) и кислорода (9,6 мг/л), составил 0,62, а качество морских вод в Татарском проливе в районе Александровска оценивается II классом — «чистые» (рис. 3.63).

В донных отложениях прибрежной зоны района п. Александровска содержание нефтяных углеводородов находилось в диапазоне от менее 5 до 68 мкг/г абсолютно сухого грунта (1,4 ПДК), что примерно в 2 раза меньше предыдущего года; максимальные величины были отмечены на всех станциях в июле. Концентрация фенолов в большинстве проб была меньше предела обнаружения метода химанализа (0,3 мкг/г), в нескольких пробах достигала 0,3–0,4 мкг/г. Содержание тяжелых металлов в донных отложениях пролива было в обычных пределах: медь 0,9–15,6 мкг/г; цинка 2,2–10,3 мкг/г и свинца — 0,9–4,3 мкг/г. В отличие от прошлого года содержание кадмия в донных отложениях пролива было во всех 30 отобранных пробах менее предела обнаружения 0,01 мкг/г.

Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред, издаваемых НИУ Росгидромета

- 1. Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям**
ФГБУ «Гидрохимический институт» (ФГБУ «ГХИ»)
344104, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198
Факс: +7 (863) 222-44-70
E-mail: ghi@aanet.ru
- 2. Ежегодник состояния экосистем поверхностных вод Российской Федерации по гидробиологическим показателям**
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»)
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
Факс: +7 (499) 160-08-31
E-mail: semenov@igce.ru
- 3. Ежегодник «Мониторинг пестицидов в объектах природной среды Российской Федерации»**
ФГБУ «НПО «Тайфун»
249038, Калужская обл., г. Обнинск, ул. Победы, 4
Факс: +7 (48439) 40-910
E-mail: post@typhoon.obninsk.ru
- 4. Ежегодник «Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения»**
ФГБУ «НПО «Тайфун»
249038, Калужская обл., г. Обнинск, ул. Победы, 4
Факс: +7 (48439) 40-910
E-mail: post@typhoon.obninsk.ru
- 5. Обзор фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ**
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»)
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
Факс: +7 (499) 160-08-31
E-mail: semenov@igce.ru
- 6. Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям**
ФГУ «Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова» (ФГУ «ГОИН»)
119838, Москва, Кропоткинский пер., 6
Факс: +7 (495) 246-72-88
E-mail: adm@soi.msk.ru
- 7. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории Российской Федерации**
ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» (ФГБУ «ГГО»)
194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, 7
Факс: +7 (812) 247-86-61
E-mail: director@main.mgo.rssi.ru
- 8. Ежегодник «Радиационная обстановка по территории России и сопредельных государств»**
ФГБУ «НПО «Тайфун»
249038, Калужская обл., г. Обнинск, ул. Победы, 4
Факс: +7 (48439) 40-910
E-mail: post@typhoon.obninsk.ru
vkim@typhoon.obninsk.ru
- 9. Сезонные бюллетени загрязнения природной среды в Центральном федеральном округе**
ФГБУ «Московский ЦГМС-Р»
113035, г. Москва ул. Садовническая, д. 9, стр. 1, офис № 35
Факс: +7 (495) 234-70-24
E-mail: aup@moscgms.ru
- 10. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2011 год**
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»)
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
Факс: +7 (499) 160-08-31
E-mail: semenov@igce.ru
- 11. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации**
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»)
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
Факс: +7 (499) 160-08-31
E-mail: semenov@igce.ru

Список авторов

РАЗДЕЛ 1

1.1	ФГБУ «ИППГ»	Очелков Ю.П.
1.2	ФГБУ «Гидрометцентр России» Росгидромет	Голубев А.Д. Жемчугова Т.Р.
1.3–1.4	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Рочева Э.В., Бардин М.Ю.
1.5	ФГБУ «Гидрометцентр России»	Сидоренков Н.С., Борщ С.В.
1.6	ФГБУ «ГГИ»	Вуглинский В.С., Гусев С.И., Куприенок Е.И.

РАЗДЕЛ 2

2.1	Росгидромет	Пешков Ю.В., Котлякова М.Г., Красильникова Т.А.
2.2.1	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Израэль Ю.А., Нахутин А.И., Гитарский М.Л., Романовская А.А., Имшенник Е.В., Карабань Р.Т., Гинзбург В.А., Грабар В.А., Коротков В.Н., Говор И.Л., Смирнов Н.С.
2.2.2	ФГБУ «ГГО» ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Парамонова Н.Н., Привалов В.И., Решетников А.И. Афанасьев М.И.
2.3.1	ФГБУ «ГГО»	Русина Е.Н., Боброва В.К.
2.3.2	ФГБУ «ГГО»	Соколенко Л.Г., Попов И.Б.
2.3.3	ФГБУ «ЦАО»	Звягинцев А.М., Иванова Н.С., Крученицкий Г.М.
2.3.3.1	ФГБУ «ГГО»	Шаламянский А.М., Ромашкина К.И.
2.3.4	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Парамонов С.Г., Егоров В.И., Афанасьев М.И., Бурцева Л.В., Бунина Н.В., Набокова Е.В.
2.3.5–2.3.6	ФГБУ «ГГО»	Свистов П.Ф., Полишук А.И., Павлова М.Т., Першина Н.А.
2.3.6.1	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Артемов Е.М., Василенко В.Н., Имшенник Е.В., Беликова Т.В., Григорина Т.В.
2.3.7	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Парамонов С.Г., Егоров В.И., Афанасьев М.И., Бурцева Л.В., Бунина Н.В., Набокова Е.В.
2.3.8	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Рябошапка А.Г., Брускина И.М., Брюханов П.А.
2.3.9	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» ФГБУ науки «ЛИН СО РАН»	Громов С.А., Набокова Е.В., Бунина Н.А. Ходжер Т.В., Голобокова Л.П., Нецветаева О.Г.
2.4.1	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Парамонов С.Г., Егоров В.И., Афанасьев М.И., Бурцева Л.В., Кулакова М.О., Копылова М.С., Парамонова Т.А., Пастухов Б.В., Безделова А.П.
2.4.2	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Сатаева Л.В., Власова Г.В.
2.4.3	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Кухта А.Е.
2.5.1	ФГБУ «ГХИ»	Лобченко Е.Е., Емельянова В.П., Сорокина Е.Ф., Первышева О.А.
2.5.2	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Парамонов С.Г., Егоров В.И., Афанасьев М.И., Бурцева Л.В., Кулакова М.О., Копылова М.С.
2.6	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Вакуловский С.М., Каткова М.Н., Ким В.М., Козлова Е.Г., Волокитин А.А., Петренко Г.И., Катрич И.Ю., Никитин А.И., Тертышник Э.Г., Полянская О.Н., Уваров А.Д., Валетова Н.К.

РАЗДЕЛ 3

3.1	ФГБУ «ГГО»	Безуглая Э.Ю., Ануфриева А.Ф., Завадская Е.К., Любушкина Т.Н., Ивлева Т.П., Смирнова И.В.
3.2.1	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Сатаева Л.В., Власова Г.В.
3.2.2	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Лукьянова Н.Н.
3.3.1	ФГБУ «ГХИ»	Никаноров А.М., Минина Л.И., Лобченко Е.Е., Ничипорова И.П., Емельянова В.П., Лямперт Н.А., Сорокина Е.Ф., Первышева О.А., Лавренко Н.Ю., Бокова Е.А.

3.3.2	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Абакумов В.А.
3.3.3	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Зеленова М.С.
3.3.4	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Коноплев А.В., Самсонов Д.П., Первунина Р.И., Кочетков А.И., Волкова Е.Ф.
3.3.5	ФГБУ «ГХИ»	Матвеева Н.П., Коротова Л.Г., Архипенко Н.И.
3.3.6	ФГБУ «ГОИН»	Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Кирьянов В.С., Иванов Д.Б., Рахуба Е.А., Крутов А.Н., Кочетков В.В.

РАЗДЕЛ 4

4.1.1–4.1.3	ФГБУ «Московский ЦГМС-Р»	Ефименко Н.В., Минаева Л.Г., Трифиленкова Т.Б., Плешакова Г.В., Попова Е.И., Ракчеева Е.А., Терешонок Н.А.
4.1.4	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Ясюкевич В.В., Ривкин Л.Е.
4.1.5	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Пчелкин А.В., Пчелкина Т.А.
4.2.1	ФГБУ «ГХИ»	Матвеев А.А.
4.2.2	ФГБУ «ГХИ»	Аниканова М.Н.
4.2.3	ФГБУ «ГХИ»	Резников С.А.
4.2.4	ФГБУ «ГХИ»	Якунина О.В.
4.2.5	ФГБУ «ГХИ»	Тезикова Н.Б.
4.2.6	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Иголкина Е.Д., Безделова А.П., Пастухов Б.В.
4.3	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Цыбань А.В., Щука Т.А., Кудрявцев В.М., Щука С.А.
4.4	С.-З. Филиал ФГБУ «НПО «Тайфун»	Демин Б.Н., Демешкин А.С., Граевский А.П.
4.4.1	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Коноплев А.В., Панкратов Ф.Ф.
4.5	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Васильева К.И., Лукьянова Н.Н., Сурнин В.А.
4.5.1	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Васильева К.И.
	ФГБУ «ГГО»	Чичерин С.С.
4.5.2	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Васильева К.И.
	ФГБУ «ГХИ»	Минина Л.И., Лобченко Е.Е.
4.5.3	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Лукьянова Н.Н., Сурнин В.А.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Израэль Ю.А., Черногаева Г.М.
--------------------------------	-------------------------------