

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

---

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

**(ГОИН)**



**КАЧЕСТВО МОРСКИХ ВОД  
ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ  
ПОКАЗАТЕЛЯМ**

**Е Ж Е Г О Д Н И К**

**2009**

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

**Обнинск  
«Артифлекс»**

**2010**

## 2. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

### 2.1. Общая характеристика

Каспийское море – крупнейший на планете внутриматериковый бессточный водоем, уровень которого лежит ниже Мирового океана и подвержен резким колебаниям. В основном они обусловлены изменениями увлажненности водосборного бассейна, площадь которого составляет 3,5 млн. км<sup>2</sup>. При уровне моря -27,0 м балтийского стандарта площадь его акватории равна 392,6 тыс. км<sup>2</sup>, а объем воды составляет 78,65 тыс. км<sup>3</sup>. Средняя глубина моря равна 208 м, а максимальная – 1025 м.

Исходя из морфлогических особенностей, Каспийское море принято делить на три части: Северный, Средний и Южный Каспий. Побережье дельты Волги, западное побережье Северного и частично Среднего Каспия до устья р. Самур сильно изрезано, а донный рельеф осложнен наличием множества банок и островов, в число которых входит самый большой на Каспии о. Чечень.

С территории России в Каспий впадают реки Волга, Терек, Сулак и Самур; последняя является пограничной рекой с Азербайджанской Республикой. Сток р. Волги, в среднем равный 255 км<sup>3</sup> в год, составляет примерно 80% поверхностного стока в море. Каспий является солноватоводным водоемом. Соленость на большей части акватории моря составляет 12,6-13,2‰; средняя равна 12,66‰. На севере диапазон значительно шире и укладывается в границы 1-8‰. Прилегающая к территории России мелководная акватория значительно опреснена речным стоком. Даже на удалении от устья Волги у побережья Среднего Каспия в районе г. Махачкала средняя соленость равна 10,44‰. Распределение солености по вертикали относительно равномерное. Конвективное перемешивание хорошо развито осенью и зимой вследствие охлаждения поверхностных вод и их осолонения при ледообразовании. В Среднем Каспии глубина конвекции достигает 200 м, в южном Каспии - 80-100 м.

Наибольшая протяженность моря с севера на юг составляет 1030 км, с востока на запад – 435 км. В связи с этим в северной части моря сезонные колебания температуры воды выражены более резко, чем в южной части. Температура воды на поверхности моря летом достигает 24-27<sup>0</sup>С, зимой колеблется от 0<sup>0</sup>С на севере до 11<sup>0</sup>С на юге. В суровые зимы акватория Северного Каспия почти полностью покрывается льдом, толщина которого колеблется от 25-30 до 60 см. Глубоководные районы Среднего и Южного Каспия всегда свободны ото льда. Летом верхние слои хорошо и примерно одинаково прогреты в центральных и южных районах моря. На горизонтах порядка 20-35 м температура резко понижается с глубиной, что свидетельствует о формировании здесь летнего термоклина. Под ним температура плавно убывает с глубиной.

В мелководной северной части моря круглый год наблюдается гомотермия, при этом часто в северо-западной части моря прослеживается вертикальная стратификация вод по солености.

Горизонтальная динамика вод моря характеризуется преобладанием центральной циклонической циркуляции, охватывающей практически всю акваторию моря, и образованием отдельных местных круговоротов. Интенсивность вертикальной циркуляции в основном определяется многолетними изменениями температуры и солености воды, которая зависит от объема речного стока. В годы ослабленной вертикальной циркуляции вод, например вследствие образования мощного пикноклина, концентрация кислорода в придонном слое глубоководных котловин может снижаться до нуля. В летнее время при гидрометеорологических условиях, способствующих вертикальной стратификации вод, гипоксия формируется также в придонном слое северо-западной части моря.

Прозрачность воды в море обычно не более 15 м.

Море бесприливное. Хорошо выражены сгонно-нагонные явления (до 2-3 м) и сейшеобразные колебания (амплитуда до 35 см; период от 8-10 минут до нескольких часов).

На Каспийском море развито рыболовство и судоходство. Рыбный промысел в основном ведется в дельтах рек. Ранее построенные порты (Астрахань, Махачкала, Баутино, Актау, Баку, Туркменбаши, Энзели) в настоящее время реконструируются и расширяются. Ведется или намечается строительство новых портов. С первой половины прошлого века на Южном Каспии ведется морской нефтяной промысел. В настоящее время открыты богатые залежи углеводородов в недрах Северного Каспия, ведется разведка и обустройство месторождений. Бассейн Каспийского моря и особенно территория по берегам р. Волги отличаются высокой степенью промышленного и сельскохозяйственного освоения. Западное побережье Каспийского моря освоено лучше, чем восточное. Здесь расположен самый большой на Каспии г. Баку и несколько городов с численностью населения от 100 до 500 тыс. человек: Махачкала, Дербент, Сумгаит.

## **2.2. Состояние вод Северного Каспия**

Астраханский ЦГМС в марте, сентябре и декабре 2009 г. провёл гидрохимические исследования морских вод Северного Каспия на 8 станциях III векового разреза и 10 станциях векового разреза IIIa (рис. 2.1). Пробы воды были отобраны на судах Дагестанского ЦГМС из поверхностного и придонного слоев. В береговой стационарной лаборатории были определены стандартные гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ - НУ, фенолов, СПАВ, ХОП и ТМ.

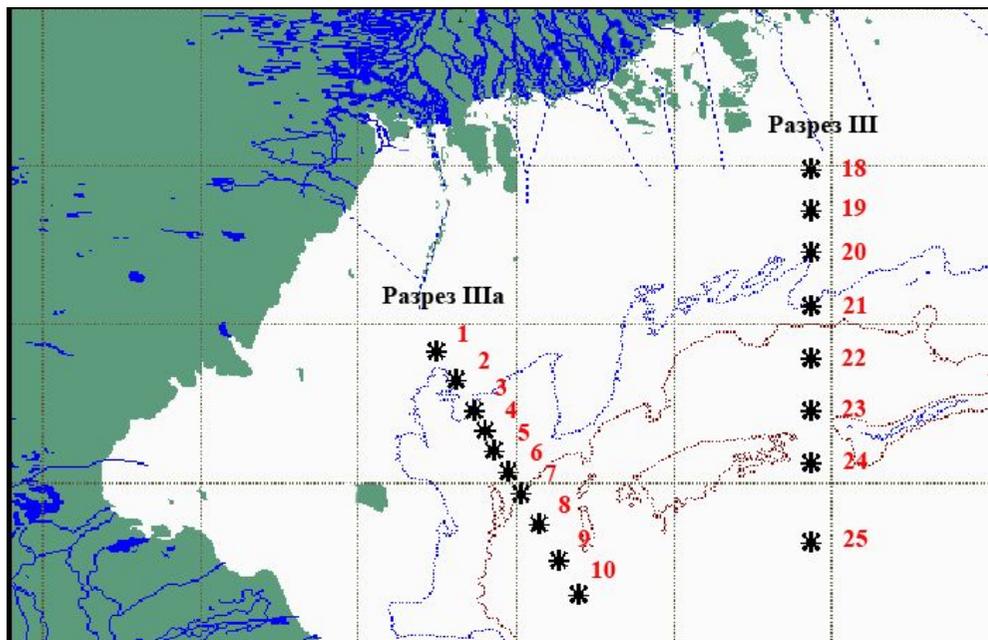


Рис. 2.1. Расположение станций отбора проб на акватории Северного Каспия в 2009 г.

### Вековой разрез III

Среднее суммарное содержание **нефтяных углеводородов** на восточном разрезе в среднем за весь период наблюдений в 2009 г. составило 0,09 мг/л (1,8 ПДК). Наибольшее значение суммы НУ (0,34 мг/л, 6,8 ПДК) наблюдалось на близкой к берегу 19 станции в поверхностном слое 11 марта (табл. 2.1).

Концентрация суммарных **фенолов** изменялась в диапазоне от 0,001 до 0,003 мг/л (1-3 ПДК), при среднем значении 0,002 мг/л (2 ПДК). Эти значения были в пределах обычного диапазона концентрации фенолов. Среднее содержание детергентов составило 0,04 мг/л (0,4 ПДК), а максимум доходил до 0,072 мг/л и был отмечен на самой удаленной от берега станции в поверхностном слое 11 марта. Концентрация пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ в водах района была ниже порога чувствительности использованного метода химического анализа.

Среди контролируемых **тяжелых металлов** уровень содержания соединений железа в среднем был не выше 2 ПДК, с максимальной концентрацией 0,419 мг/л (8,2 ПДК) в придонном горизонте на 20 станции в конце сентября. В среднем загрязнение вод разреза соединениями меди составило 6,6 ПДК (32,8 мкг/л), а максимальная концентрация достигала 58 мкг/л на придонном горизонте на 20 станции 16 декабря. Содержание соединений никеля изменялось в пределах 7,5–118,2 мкг/л (0,8-12 ПДК). Максимальная величина представляет собой случай высокого загрязнения (**ВЗ**) и наблюдалась в поверхностном слое 22 станции в середине разреза 26 сентября. Превышение уровня 1 ПДК по соединениям молибдена наблюдалось

почти повсеместно, а средняя концентрация в 2009 г. составила 2,1 мкг/л. В сентябре было отмечено 4 случая ВЗ по содержанию молибдена в диапазоне 3,7-4,3 ПДК.

Основные гидрохимические параметры и содержание биогенных веществ были в пределах естественных межгодовых колебаний значений и не превышали 1 ПДК (табл. 2.1). На станциях разреза закономерно отмечен очень широкий диапазон значений солености - почти 12‰. Минимум был зафиксирован в поверхностном слое на ближайшей к берегу станции в сентябре, а максимум в придонных водах в центре разреза в марте. Кислородный режим в водах III векового разреза в целом был в пределах нормы. Минимальное значение было довольно высоким и составило 6,99 мг/л в поверхностном слое в середине разреза в конце сентября. Процент насыщения вод кислородом изменялся от 80,8 до 105,6%. Воды III векового разреза за период наблюдений в 2009 г. по индексу загрязненности вод ИЗВ (1,96) оцениваются как «грязные», V класс качества.

Таблица 2.1.

Гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ на вековых разрезах в водах Северного Каспия в 2009 г.

Ингредиент	Вековой разрез IIIa			Вековой разрез III		
	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.
Соленость, ‰	9,31	4,03	12,9	10,69	1,17	13,97
Растворённый кислород, мг/л	11,44	7,75	13,56	11,31	6,99	13,01
pH	8,40	7,96	8,88	8,38	8,21	8,82
Фосфаты (P-PO <sub>4</sub> ), мкг/л	21,0	2,6	83	28,0	2,6	72
Нитриты (N-NO <sub>2</sub> ), мкг/л	5,15	0,8	19,8	7,19	1	25,7
Нитраты (N-NO <sub>3</sub> ), мкг/л	33,6	0,7	141,8	47,0	1,5	313,9
Аммоний (N-NH <sub>4</sub> ), мкг/л	86,8	8,3	221,8	126,1	7,3	299,4
Si, мкг/л	952	564	1732	832	558	1166
Фенолы, мг/л	0,002	0,001	0,005	0,002	0,001	0,003
HУ, мг/л	0,09	0,04	0,50	0,09	0,01	0,34
СПАВ, мг/л	0,045	0,027	0,088	0,040	0,029	0,072
Fe общ., мкг/л	80	37	130	90	42	419
Cu, мкг/л	25	4,3	57	32,8	4,8	58
Zn, мкг/л	49,4	9	140,4	40,6	8	162,1
Ni, мкг/л	36,5	4,8	107,3	33,2	7,5	118,2
Co, мкг/л	4,4	0,5	24,5	6,0	0,5	34,6
Cd, мкг/л	0,20	0,03	1,45	0,32	0,04	1,74
Pb, мкг/л	1,5	0,5	5,6	1,7	0,3	11,7
Sn, мкг/л	9,3	2,2	38,9	13,9	1,6	39,9

Cr, мкг/л	2,1	0,1	10	2,7	0,1	11,6
Mo, мкг/л	2,4	0,5	4,4	2,2	0,4	4,3
Mn, мкг/л	30,8	4,5	117,9	2,1	0,4	4,3
Hg, мкг/л	0,02	0,01	0,05	0,02	0,01	0,05
Ba, мкг/л	6,8	1,4	19,7	8,7	1,1	26,5
ИЗВ	1,80			1,96		

### Вековой разрез Ша

Содержание **нефтяных углеводородов** в водах разреза в среднем за год составило 0,09 мг/л (1,8 ПДК). Максимальная концентрация 0,50 мг/л (10 ПДК) была отмечена на последней станции в поверхностном слое 6 марта.

Концентрация **фенолов** была в пределах от 0,001 до 0,005 мг/л, средняя составила 0,002 мг/л (2 ПДК). В основном содержание фенолов было на фоновом уровне. Концентрация СПАВ доходила до 0,088 мг/л на удаленной от берега станции в придонном слое 11 марта. Среднее содержание детергентов составило 0,045 мг/л (0,4 ПДК) и в целом было на уровне значений на восточном разрезе. Концентрация ХОП были ниже предела обнаружения.

**Тяжелые металлы.** Загрязнение вод разреза Ша соединениями железа в среднем было в пределах 2 ПДК. Максимальная концентрация составила 0,13 мг/л (2,6 ПДК) и наблюдалась на ближайшей к берегу станции в поверхностном слое 10 марта. Наибольший вклад в загрязнение вод металлами было внесено соединениями меди. Среднегодовая концентрация меди составила 25 мкг/л (5 ПДК), а наибольшая (57 мкг/л, 11,4 ПДК) наблюдалась на придонном горизонте 16 декабря в середине разреза. Концентрация соединений никеля варьировала в пределах 4,5-107,4 мкг/л (0,5-10,7 ПДК). Максимум соответствовал уровню ВЗ и был зафиксирован 21 сентября в придонном слое на ближней к берегу станции. Повышенные значения соединений молибдена (вещество 2 класса опасности) наблюдались во все сезоны наблюдений. Среднегодовая концентрация составила 2,35 мкг/л (2,4 ПДК). В сентябре было отмечено 2 случая ВЗ (4,3 и 4,4 ПДК) в придонных водах на ближайших к берегу станциях.

Содержание биогенных веществ в основном не превышало 1 ПДК. Кислородный режим вод векового разреза Ша был в пределах нормы. Насыщение вод кислородом варьировало в пределах 88,9-106,4%. Минимум составил 7,75 мг/л кислорода и был отмечен в конце сентября на поверхности в середине разреза. Воды разреза за исследуемый период 2009 г. оцениваются как «грязные» (V класс, ИЗВ=1,80).

### 2.3. Экспедиционные исследования на Северном Каспии

На акватории отмелого устьевого взморья реки Волги на Северном Каспии, а также в прибрежных участках Дагестанского взморья и

открытых глубоководных районах Среднего Каспия в ходе выполнения международного проекта «Мониторинг качества воды в Каспийском море и План Действий для зон повышенного загрязнения», подготовленного в рамках международной программы ТАСИС (2005/109244) были выполнены две экспедиции, которые финансировались Европейской Комиссией как необходимая составная часть работ по проекту ТАСИС в целом. Первая съемка вдоль края дельты была выполнена на НИС «Нептун» с 17 по 29 апреля 2009 г. (рис. 2.2); вторая - на НИС «Тантал» с 22 по 30 мая 2009 г. (рис. 2.3).

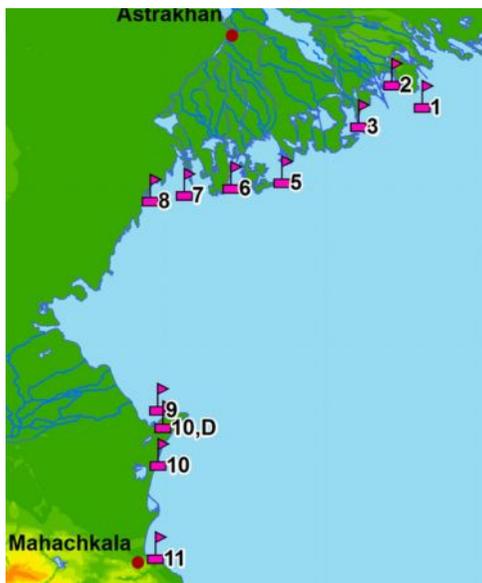


Рис. 2.2. Схема расположения станций отбора проб воды и донных отложений по программе ТАСИС на НИС «Нептун» (17-29 апреля 2009 г.).

Комплекс работ включал метеорологические и гидрологические наблюдения, определение стандартных гидрохимических параметров и концентрации различных форм биогенных веществ, а также уровня загрязнения вод и донных отложений нефтяными углеводородами,

полициклическими ароматическими углеводородами, фенолами, детергентами, пестицидами, полихлорбифенилами и тяжелыми металлами.

Результаты проведенных исследований показали, что основные гидрохимические параметры были в пределах многолетних колебаний этих характеристик в водах отмелого взморья р. Волги. В каналах дельты во время проведения экспедиции вода была практически пресной, **соленость** изменялась в узком диапазоне от 0,21-0,96‰. Немного южнее в Кизлярском заливе она увеличивалась до 8,18‰, а у побережья Дагестана в Среднем Каспии изменялась от 10,77 до 12,2‰ и не опускалась ниже даже в устьях рек Терек и Сулак. Температура воды была самой низкой (9,0<sup>0</sup>С) в первый день экспедиции в Кизлярском заливе. Однако уже через неделю, учитывая небольшую облачность, поверхностный слой прогрелся на 1-2 градуса. Максимум достигал 11,3<sup>0</sup>С в Лаганьском канале. Значения рН морской воды изменялись от 7,67 до 8,38; немного повышенные значения были на юге - в устье Сулака и у Махачкалы. Щелочность изменялась от 0,1423 до 0,2846 мг-экв/л. **Кислородный** режим был в норме, дефицита не было ни на

взморье Волги, ни в устьях Дагестанских рек. Насыщение вод кислородом было весьма высоким и изменялось в пределах 100-114%.

Значения концентрации нитритного (1,62-2,19 мкг/л), нитратного (12,3-15,2 мкг/л) и общего азота (363-382 мкг/л) были почти равномерно распределены на исследованной акватории, без заметных участков повышенного или пониженного содержания. Несколько более неравномерным было распределение аммонийного азота. Повышенные значения отмечены в западной части акватории в каналах дельты Волги (206-218 мкг/л) и особенно в устье Сулака (270 мкг/л). В целом гидрохимические характеристики, включая концентрацию биогенных элементов, были в диапазоне характерных значений для весеннего сезона.

Концентрация **хлорофилла «а»** изменялась от 0,76 до 2,45 Сорг г/м<sup>2</sup>. В целом распределение в поверхностном слое прибрежных вод этого основного фотосинтезирующего пигмента фитопланктона было относительно равномерным на исследованной акватории. Минимальная величина отмечена в водах у Махачкалы, а максимальная – в пресноводном Лаганьском канале. В целом воды устьевой области Волги были более богаты фитопланктоном (1,70 Сорг г/м<sup>2</sup>), чем более соленые воды Дагестанского взморья (0,96 Сорг г/м<sup>2</sup>). Для нестратифицированных вод прибрежных районов Каспия глубина отбора пробы, по-видимому, не оказывала существенного влияния на концентрацию организмов. Содержание хлорофилла в устьевой области Терека на глубине 1 м и у Махачкалы на глубине 4 м было примерно одинаковым.

Концентрация органических загрязняющих веществ в пробах морской воды (нефтяные углеводороды, фенолы, СПАВ) была определена Дагестанском ЦГМС (г. Махачкала), металлов Fe, Al, Cu, Zn, Ni, Ba, Cr, Pb, Mn, As, Cd, Mo, V и Hg – в Центре химии окружающей среды НПО «Тайфун» (г. Обнинск). Концентрация **нефтяных углеводородов** превышала предел определения использованного метода химического анализа во всех проанализированных пробах воды из поверхностного горизонта (табл. 4). Их концентрация укладывалась в диапазон 0,1-0,24 мг/л (2-4,8 ПДК). Наибольшие величины были зафиксированы в русле Карайского канала и в Кизлярском заливе. В целом воды исследованного района находились примерно на уровне среднееголетних значений, составляющих в устье Терека 0,084 мг/л, а на акватории всего Северного Каспия в период 1978-1992 гг. – 0,19 мг/л.

Концентрация **фенолов** составила 0,001-0,003 мг/л, что соответствовало 1-3 ПДК. В воде Волго-Каспийского и Кировского каналов, а также в устье Терека, Сулака и у Махачкалы содержание фенолов в воде была ниже предела обнаружения метода химического анализа. Полученные величины немного меньше средних многолетних значений.

Содержание **СПАВ** в воде изменялось в узком диапазоне от 0,008 до 0,013 мг/л, что существенно меньше и 1 ПДК, и среднего значения концентрации во всех обследованных точках за долговременный период с 1978 по 2003 гг.

Среднее содержание **железа** составило 51,8 мкг/л, а диапазон значений на всей исследованной акватории составил 20,1-95,7 мкг/л. Максимум зафиксирован в устьевой области Терека. В целом количество железа в воде было существенно выше в более соленых морских водах у побережья Дагестана (средняя 83,0 мкг/л), чем на устьевом взморье Волги (средняя 29,5 мкг/л).

В целом распределение **алюминия** было аналогичным железу. Пониженные значения отмечены на волжском взморье (средняя 7,27 мкг/л), а в пределах исследованного мелководья у берегов Дагестана возрастает почти втрое (средняя 25,54 мкг/л). Пространственное распределение **меди** в воде было другим. Повышенные значения отмечены на устьевом взморье Волги (средняя 2,29 мкг/л, 2,3 ПДК пресных вод), в то время как у Дагестана эта величина составила 1,77 мкг/л (0,4 ПДК морских вод). Максимум отмечен на выходе из Обжорского канала в восточной части дельты Волги.

Содержание **никеля** в воде исследованного района моря было очень близким к меди: максимум в водах Обжорского канала на востоке дельты, на взморье Волги средняя величина – 1,45 мкг/л, у Дагестана – 0,88 мкг/л. Обе величины значительно ниже 1 ПДК. Концентрация **цинка** изменялась в исследованных пробах воды почти в 30 раз в диапазоне от 0,55 мкг/л (Белинский канал) до 14,1 мкг/л (Кировский канал, 1,4 ПДК). Установить причину столь высокой вариабельности значений даже в пределах практически одной водной массы стоковых вод р. Волги не представляется возможным. Вероятно, на распределение цинка влияют природные локальные факторы, но не антропогенное загрязнение. **Барий** в заметно повышенной концентрации был отмечен на юге района. В водах устьевого взморья Волги средняя величина составила 16,4 мкг/л, тогда как в водах Дагестана – 36,8 мкг/л, максимум – у Махачкалы. Выше средней величины концентрация **свинца** наблюдалась на востоке дельты Волги, а в водах Дагестана она была либо на уровне предела обнаружения метода (0,05 мкг/л). **Марганец** встречается только в соленых водах Дагестанского побережья и полностью отсутствует в распресненной воде взморья Волги. Аналогичная картина отмечена для молибдена. Средняя величина для прибрежных вод Дагестана составила 1,84 мкг/л при диапазоне от 1,32 до 2,32 мкг/л. Максимум найден в водах устья Сулака. **Мышьяк** был почти равномерно распределен в водах исследованной акватории, разница между распресненными и морскими водами не наблюдалась. Максимум отмечен у Махачкалы. Концентрация **кадмия** изменялась на порядок в пробах воды на исследованной акватории. Среднее содержание в водах волжского взморья составляло 0,016 мкг/л, а на

взморье Дагестана – 0,078 мкг/л. Максимум обнаружен в устье Сулака. Концентрация хрома, ванадия и ртути в водах исследованной акватории была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа.

В **донных отложениях**, оценка степени загрязнения которых была выполнена на основе «голландских листов» (табл. 1.5), был определен гранулометрический состав (12 размерных классов частиц менее 10 мм: 4 группы для песчинок больше 1 мм и 8 групп для частиц менее 1 мм) и содержание органического вещества. На всем отмеле взморья дельты реки Волги в донных отложениях содержание мелкодисперсных частиц с размерами менее 0,01 мм было относительно невысоким и не превышало 9%, а доминировал в составе грунта мелкий песок с диаметром частиц 0,25-0,1 мм (51-78%). Примерно такой же состав был обнаружен на станции в районе Махачкалы (мелкий песок – 60%, частицы менее 0,01 мм – 8%. Только на трех станциях была отмечена высокая доля содержания мелкодисперсной фракции: в Кизлярском заливе – 21%, в устье Терека – 62% и в устье Сулака – 55%.

Суммарное количество органических веществ в пробах донных отложений из отмелого взморья дельты Волги было весьма невысоким. На границе с Казахским сектором моря оно составляла только 1,39 и 1,46 мг/г в двух повторных анализах одной пробы, что подтверждает высокую точность использованного метода анализа. Несколько повышается содержание органических веществ в пробах из Обжорского (5,58 мг/г) и Кировского (4,44 мг/г) каналов, но все равно остается относительно низким. Существенно меняется ситуация уже в Кизлярском заливе (8,55 мг/г), а максимальных значений концентрация органических веществ в донных отложениях достигает в устье Терека – 26,6 и 27,9 мг/г.

**Пестициды** группы ДДТ в донных отложениях отмелого взморья Волги не обнаружены ни в одной точке вдоль всего края дельты. Незначительное количество отмечено в прибрежье Дагестана в пробах с повышенным содержанием мелкодисперсных фракций – в Кизлярском заливе, в устье Терека и Сулака. Максимум составил 0,78 нг/г (0,3 ДК) и включал не только формы ДДЕ и ДДД, характеризующие «старое» по времени загрязнение, но и «свежий» ДДТ, правда, в очень незначительной концентрации 0,08 нг/г. Из пестицидов группы ГХЦГ не был обнаружен в пробах ни «свежий» линдан ( $\gamma$ -ГХЦГ), ни  $\alpha$ -ГХЦГ. В одной пробе из Кировского канала концентрация  $\beta$ -ГХЦГ составила 0,05 нг/г (1 ДК). Зато в устье Терека она достигала очень большой величины – 0,36 нг/г (7,2 ДК). Гексахлорбензол был обнаружен только в эстуарной области Терека в концентрации 0,05 нг/г, немного превышающей предел обнаружения использованного метода химического анализа (0,03 нг/г). Остальные определявшиеся пестициды (гептахлор, гептахлор эпоксид, альдрин, дильдрин, оксихлордан, *trans*-

хлордан, *cis*-хлордан, *trans*-нонахлор, *cis*-нонахлор, мирекс) отмечены в пробах не были, их концентрация была ниже предела обнаружения (0,01-0,10 нг/г).

Из 58 определявшихся конгенов **ПХБ** концентрация только 17 превышала предел обнаружения использованного метода химического анализа (0,02-0,10 нг/г). Наиболее широко распространенными на исследованной акватории были конгенеры #70, #110, #118 и #153+168. Суммарная концентрация ПХБ варьировала в пределах от 0,08 до 1,16 нг/г донных отложений. Выше среднего значения (0,49 нг/г) были показатели донных отложений в Обжорском (0,76) и Волго-Каспийском (0,51) каналах, а также в Кизлярском заливе (0,74-0,78 нг/г).

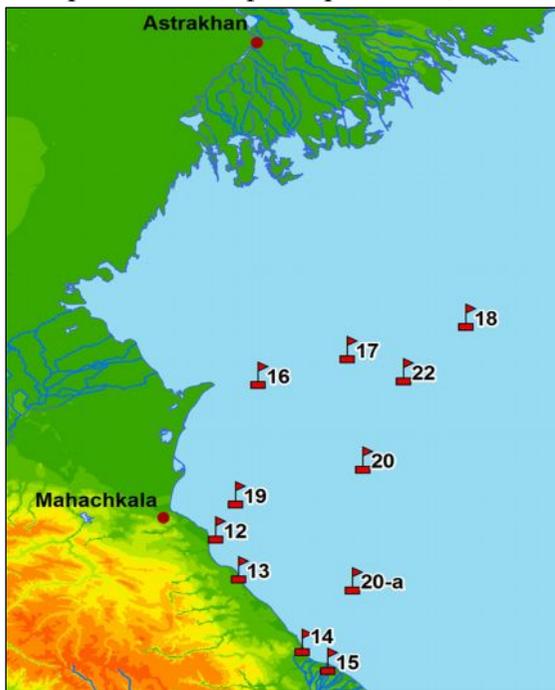
Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) - органические соединения, для которых характерно наличие в химической структуре трех и более конденсированных бензольных колец. Основными источниками эмиссии техногенных ПАУ в окружающую природную среду являются предприятия энергетического комплекса, автомобильный транспорт, химическая и нефтеперерабатывающая промышленность. В основе практически всех техногенных источников ПАУ лежат термические процессы, связанные со сжиганием и переработкой органического сырья: нефтепродуктов, угля, древесины, мусора, пищи, табака и др.

Суммарная концентрация ПАУ распределялась на исследованной акватории Каспийского моря неравномерно. Аналогично другим классам загрязняющих веществ они были значительно более обильно представлены в донных отложениях Дагестанского побережья (средняя 81,97 нг/г), чем на отмеле устьевом взморье Волги (9,10 нг/г). На морском крае дельты Волги наименьшая концентрация ПАУ (0,64 нг/г) была отмечена в Лаганьском канале, а наибольшая – восточнее в Карайском канале (37,1 нг/г). У Дагестана наибольшие значения отмечены в двух пробах, отобранных вблизи Махачкалы (133,74 и 149,65 нг/г, 0,15 ДК). В целом этот уровень концентрации может считаться весьма невысоким. Среди индивидуальных веществ этой группы преобладали перилен (51,5 нг/г), хризен (13,3 нг/г), пирен (10,4 нг/г), флуорантен (7,80 нг/г), фенантрен (10,7 нг/г) и метилнафталин (6,04 нг/г). Все максимальные значения отмечены в донных отложениях у Махачкалы. Максимальная концентрация наиболее опасных веществ этой группы бенз(а)пирена (2,89 нг/г, 0,12 ДК) и бенз(а)антрацена (3,33 нг/г) была также найдена в пробе из района Махачкалы.

Рис. 2.3. Схема расположения станций отбора проб воды и донных отложений по программе ТАСИС на НИС «Тантал» (22-30 мая 2009 г.).

В майской экспедиции был проведен отбор проб как в мелководной прибрежной и наиболее загрязненной промышленными, бытовыми и сельскохозяйственными стоками зоне, так и на станциях в открытом море на вековых разрезах о. Чечень – п-в Мангышлак и Махачкала – Сагындык, а также на глубоководной для этой части Каспия фоновой станции 20а (122 м). В пробах воды были выполнены наблюдения за основными физико-химическими характеристиками, включая содержание растворенного кислорода и основных форм биогенных элементов на поверхностном и глубинном горизонтах. Полученные значения в целом были в пределах многолетних колебаний этих характеристик в исследованном секторе моря.

Из загрязняющих веществ определялись нефтяные углеводороды, фенолы, СПАВ и тяжелые металлы. Содержание **НУ** у Дагестанского побережья было ниже 0,5 ПДК (0,01-0,03 мг/л) на всех прибрежных и удаленных от берега станциях, как в поверхностном, так и в придонном слое вод. Исключение составила фоновая глубоководная станция, на которой было зафиксировано 0,30 мг/л (6 ПДК) у поверхности и 0,14 мг/л (3 ПДК) в придонном слое вод на глубине 120 м.



На всех станциях как в прибрежной зоне, так и на удалении от берега концентрация **фенолов** в обоих слоях воды изменялась в очень узком диапазоне 0,001-0,003 мг/л, что соответствовало 1-3 ПДК. По данным многолетней программы мониторинга такой уровень характерен для прибрежных вод Среднего Каспия.

В водах Дагестанского шельфа и в открытых районах Среднего Каспия содержание **СПАВ** в воде изменялось в узком диапазоне от 0,002 до 0,005 мг/л, что почти на 2 порядка меньше 1 ПДК = 0,1 мг/л. Необычным было распределение СПАВ на фоновой станции, где у поверхности и на глубине 120 м концентрация этих веществ (0,003 мг/л) была одинаковой. В целом полученные величины

были более чем на порядок ниже среднеголетних значений для прибрежных вод Дагестана за долговременный период.

Гранулометрический состав **донных отложений** вдоль побережья Дагестана на юг от г. Махачкалы характеризовался невысоким содержанием мелкодисперсных частиц с размерами менее 0,01 мм у г. Каспийска (7,9%). Здесь в составе грунта преобладал мелкий песок с диаметром частиц 0,25-0,1 мм (рис. 2.4). Однако далее на юг вдоль берега пробы были отобраны в местах осаждения мелкодисперсных фракций на глубинах 10-22 м, поскольку количество частиц менее 0,01 мм достигало 92,5% у Избербаша, 25,3% у Дербента, 92,1% в устьевой области реки Самур на границе с Азербайджаном. Также относительно повышенным оно было на первой прибрежной станции векового разреза о. Чечень – п-в Мангышлак (34,1%). Неожиданно небольшим было количество мелких частиц на глубоководной фоновой станции, где на глубине 122 м их количество достигало только 22,8%. На удаленных от берега станциях вековых разрезов с глубинами от 21 до 47 м количество ила в донных отложениях было невысоким – 4,0-16,6%.

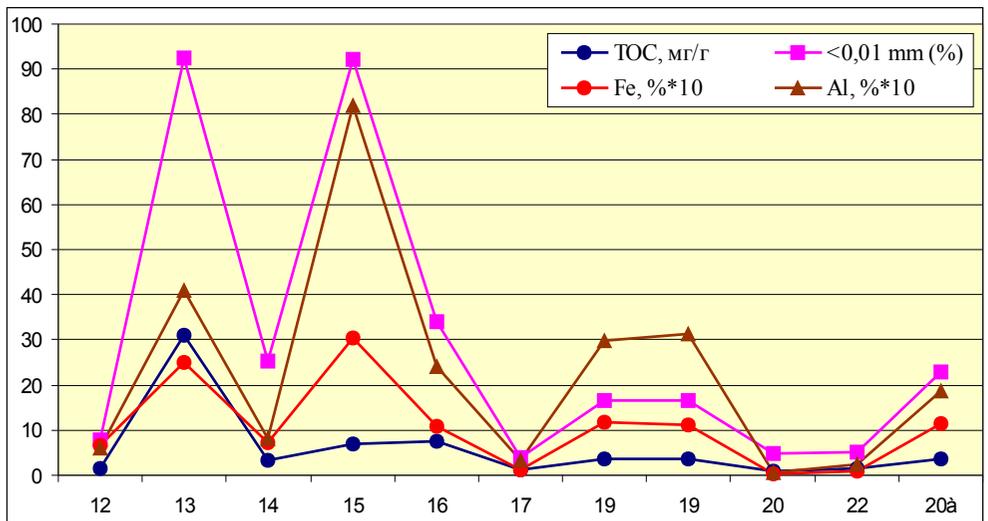


Рис. 2.4. Концентрация органического вещества в донных отложениях (мг/г), количество мелкодисперсных иловых частиц с размерами менее 0,01 мм (%) и концентрация железа и алюминия (% \* 10) в донных отложениях Среднего Каспия в мае 2009 г.

Суммарное количество органического вещества в донных отложениях Среднего Каспия изменялось от 0,91 до 31,1 мг/г. Самая большая концентрация отмечена на глубине 22 м у г. Избербаша. В этой же точке было максимальным количество мелких частиц в грунте. На остальных станциях органического вещества в донных отложениях было существенно меньше. И если на прибрежных участках Дагестанского взморья оно еще поднималось выше 7 мг/г у о. Чечень и

в устьевой области Самура на границе с Азербайджаном, а у Махачкалы и Дербента выше 3 мг/г, то в других точках было еще в несколько раз ниже. Двукратное исследование пробы из самой глубоководной фоновой точки Среднего Каспия показало очень невысокое содержание органического вещества в донных отложениях – 3,67 и 3,80 мг/г. Такие значения вполне коррелируют с относительно грубым составом грунта на этом участке с относительно невысоким (22,8%) содержанием глинистых частиц с размером менее 0,01 мм в осадках.

Из 20 проанализированных приоритетных форм **пестицидов**, включая линдан, отдельные изомерные формы ДДТ и его метаболитов, гептахлор, альдрин и мирекс, в донных отложениях прибрежных и открытых районов Среднего Каспия концентрация 14 была ниже предела обнаружения (0,01-0,10 нг/г). Повышенная концентрация пестицидов группы **ДДТ** была отмечена в двух пробах из побережья Избербаша и в устье Самура, имеющих повышенное количество мелких глинистых частиц, – 0,43 и 0,35 нг/г соответственно (0,17 ДК). Эти значения примерно в два раза ниже, чем максимальная величина в устье Сулака - 0,78 нг/г. Характерно присутствие в пробах не только уже преобразованных форм (метаболитов), но и «свежего» ДДТ. Некоторое количество ДДЕ и ДДД было отмечено на шельфе у Дербента. Важной особенностью распределения пестицидов следует считать почти полное их отсутствие, за исключением небольшого количества ДДД – 0,03 нг/г, в донных отложениях впадины Среднего Каспия на глубине 122 м на фоновой станции. Хотя довольно грубый состав грунта с преобладанием песка (70%) и небольшим процентом иловой фракции (23%) изначально не предполагал наличие большого количества органических загрязнителей, тем не менее можно было ожидать некоторое их количество в этой глубоководной седиментационной ловушке. Поскольку в реальности этого не произошло, следует предположить наличие в этом районе довольно значительных придонных течений, смывающих мелкодисперсные илистые частицы и препятствующих накоплению здесь пестицидов.

Из пестицидов группы **ГХЦГ** в пробах из Среднего Каспия не был обнаружен «свежий»  $\gamma$ -ГХЦГ (линдан). Однако в дельте Самура на границе с Азербайджаном суммарное содержание «старых» форм этого пестицида,  $\alpha$ -ГХЦГ (0,43 нг/г) и  $\beta$ -ГХЦГ (0,17 нг/г), составило 12 ДК. Следует отметить, что в этой пробе было высоким содержание и мелкодисперсных форм, и органического углерода. На других участках исследованной акватории пестициды этой группы отмечены не были независимо от состава донных отложений. Гексахлорбензол был обнаружен только в эстуарной области Самура в низкой концентрации 0,03 нг/г, являющейся одновременно пределом обнаружения использованного метода химического анализа.

В пробах донных отложений Среднего Каспия определялось 58 конгенов **ПХБ**. Концентрация 11 конгенов превышала предел

обнаружения использованного метода химического анализа (0,02-0,10 нг/г). Наибольшее присутствие в донных отложениях исследованной акватории было зафиксировано для конгенеров #110 (максимум – 0,12 нг/г), #118 (0,17 нг/г), #105 (0,13 нг/г) #138+158 (0,11 нг/г) и #153+168 (0,12 нг/г). Все максимумы концентрации индивидуальных конгенеров были зафиксированы в пробе с наибольшим содержанием мелкодисперсной илистой фракции из прибрежной зоны у г. Избербаш. Только конгенер #110 был отмечен во всех проанализированных пробах. Суммарная концентрация ПХБ варьировала в пределах от 0,05 до 0,84 нг/г донных отложений. Это весьма низкий уровень загрязнения донных отложений ПХБ поскольку максимальная концентрация составляет всего 0,04 ДК. Пропорционально количеству органического вещества в донных отложениях концентрация полихлорбифенилов была немного повышенной на первой станции векового разреза о. Чечень – п-в Мангышлак и на глубоководной фоновой станции (0,41-0,46 нг/г). В устьевой области Самура, несмотря на высокое содержание ила и органики в донных отложениях, она была ниже (0,30 нг/г).

Суммарная концентрация определявшихся 20 индивидуальных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в донных отложениях была распределена на исследованной акватории Среднего Каспия крайне неравномерно (рис. 2.5). Их содержание изменялось от аналитического нуля до 160,86 нг/г, что составляет 0,16 ДК. Наибольшая концентрация закономерно наблюдалась в двух пробах из района Избербаша (160,86 нг/г) и устья Самура 129,84 нг/г). В донных отложениях этих районов доминировала илестая мелкодисперсная фракция и наиболее обильно присутствовало органическое вещество. Также значительным было содержание ПАУ в пробах из Дербента (88,74 нг/г). Учитывая, что ранее также высокие величины ПАУ были зафиксированы во время рейса НИС «Нептун» у Махачкалы (до 149,65 нг/г), можно сделать вывод о приоритетном загрязнении этими веществами Дагестанского побережья. Выпадающая из общей закономерности проба из района Каспийска практически и не могла быть сильно загрязненной этим классом ЗВ, поскольку была отобрана на участке акватории с грубозернистыми донными отложениями. Удаленные от берега станции, как правило, содержали незначительное количество ПАУ в грунте. Несколько повышенной была концентрация на фоновой глубоководной станции на глубине 122 м – 53,50 нг/г. Такие особенности пространственного распределения ПАУ позволяют уверенно предположить их локальное техногенное происхождение вследствие работы химической и нефтеперерабатывающей промышленности, энергетического комплекса Дагестана, а также продукта переработки бытового мусора и других коммунальных городских стоков населенных пунктов на берегу моря. Следует отметить, что в целом наблюдаемый на Среднем Каспии уровень загрязнения донных отложений ПАУ может считаться весьма

невысоким. Он очень далеко отстоит от нормативного предела загрязнения донных отложений 1 ДК, равного по «голландским листам» 1000 нг/г суммарно для 10 наиболее опасных ПАУ.

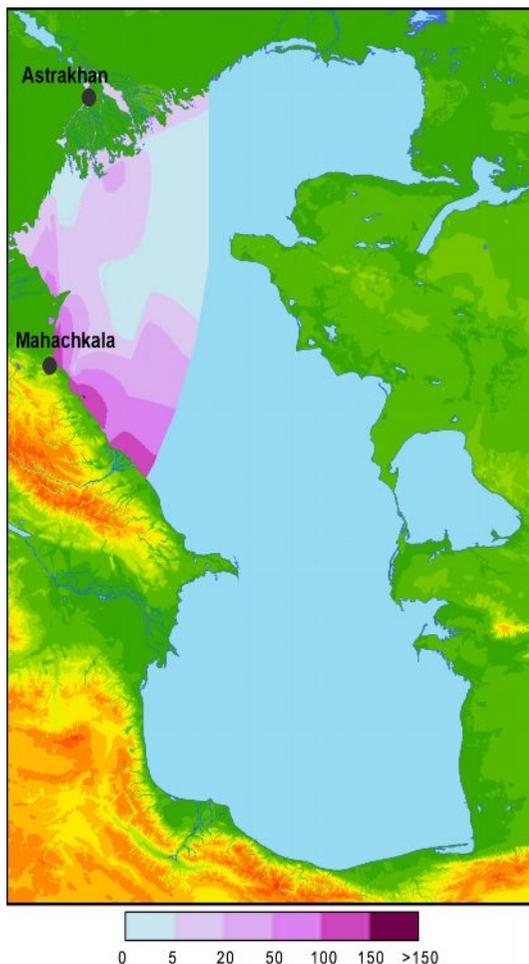


Рис. 2.5. Концентрация (нг/г) полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в донных отложениях Северного и Среднего Каспия в апреле-мае 2009 г.

Максимальная концентрация индивидуальных веществ этой группы была зафиксирована либо в пробах из района Избербаша и Дербента, либо из эстуарной области реки Самур. В первой преобладал фенантрен (11,4 нг/г), антрацен (2,0 нг/г) флуорантен (11,9 нг/г), пирен (76,3 нг/г), бензо(а)антрацен (12,5 нг/г) и хризен (15,8 нг/г). В пробе из устья Самура наибольшей была концентрация нафталина (21,8 нг/г), 1-метилнафталина (23,2 нг/г), 2-метилнафталина (33,2 нг/г), флуорена (3,60 нг/г), бензо(к)флуорантена (5,0 нг/г), бензо(б+j)флуорантена (5,0 нг/г), бензо(е)пирена (9,53 нг/г), Наиболее опасное соединение группы ПАУ – бензо(а)пирен (3,45 нг/г), в наибольшей концентрации был отмечен у Дербента. В меньшем количестве он был еще обнаружен в устье Самура и на фоновой глубоководной станции. У Дербента кроме бензо(а)пирена в максимальной концентрации найден перилен (13,5 нг/г).

В пробах донных отложений Среднего Каспия была определена концентрация **металлов** Fe, Al, Cu, Zn, Ni, Ba, Cr, Pb, Mn, As, Cd, Mo, V и Hg. Химический анализ проб был выполнен в Центре химии окружающей среды НПО «Тайфун» (г. Обнинск). Содержание железа в донных отложениях изменялось от 0,0292% до 3,053%, составив в среднем 1,064%. Максимум зафиксирован в устьевой области Самура, а минимум на разрезе Махачкала – Сагындык. Распределение железа на исследованной акватории практически полностью определялось гранулометрическим составом донных отложений. В богатых иловыми

концентрация нафталина (21,8 нг/г), 1-метилнафталина (23,2 нг/г), 2-метилнафталина (33,2 нг/г), флуорена (3,60 нг/г), бензо(к)флуорантена (5,0 нг/г), бензо(б+j)флуорантена (5,0 нг/г), бензо(е)пирена (9,53 нг/г), Наиболее опасное соединение группы ПАУ – бензо(а)пирен (3,45 нг/г), в наибольшей концентрации был отмечен у Дербента. В меньшем количестве он был еще обнаружен в устье Самура и на фоновой глубоководной станции. У Дербента кроме бензо(а)пирена в максимальной концентрации найден перилен (13,5 нг/г).

частицами пробах количество железа возрастало, а в грубых осадках падало. Аналогичным было распределение алюминия: диапазон значений от 0,059% до 8,182%, средняя – 2,248%. В целом данные подтверждают возможность использования алюминия как индикатора мелкодисперсных иловых частиц в донных отложениях, что позволяет нормировать, наравне с другими методами нормирования на концентрацию мелкодисперсной фракции или содержание органического вещества, концентрацию других металлов с целью выявления отклонений от нормального геологического фона участка дна водоема. Например, наличие максимумов и минимумов в пространственном распределении меди (1,54-29,5 мкг/г (0,8 ДК); в среднем 8,13 мкг/г; максимум был зафиксирован в устьевой области Самура, а минимум на разрезе Чечень-Мангышлак) становится не столь очевидным, если рассмотреть данные в зависимости от размерного состава частиц донных отложений, нормировав реальное содержание металла в грунте на процентную долю мелкодисперсной фракции (рис. 2.6).

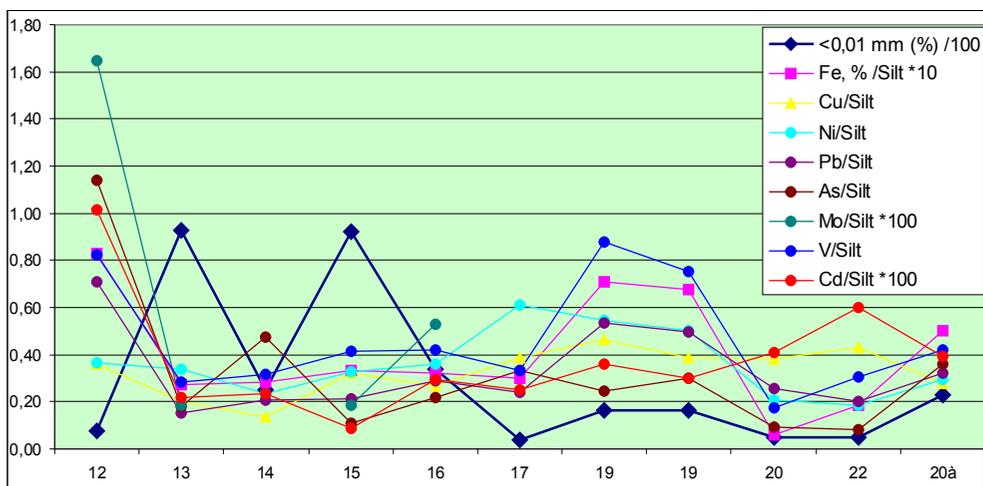


Рис. 2.6. Концентрация металлов в донных отложениях Среднего Каспия в мае 2009 г., нормированная на количество мелкодисперсных иловых частиц с размерами менее 0,01 мм.

Концентрация **цинка** изменялась в исследованных пробах воды почти на порядок с 1,37 мкг/г в центре Среднего Каспия до 97,60 мкг/л (0,7 ДК) в устье Самура. В распределении нормированной величины необычным выглядит очень невысокое содержание цинка на участке морского дна рядом с Избербашем при очень высокой концентрации иловых частиц. Содержание никеля в исследованном районе моря было очень близким к меди. Максимальные величины (29,9 и 31,1 мкг/г, 0,9 ДК) наблюдались в устье Самура и у Избербаша. Нормированная величина относительно равномерно распределена на исследованной

акватории Каспия. Барий в наибольшей концентрации был отмечен на мелководье у о. Чечень (424 мкг/г, 2,1 ДК) и на фоновой станции в глубоководном районе (315 мкг/г, 1,6 ДК). Средняя величина составила 232 мкг/г, что превышает допустимую концентрацию в 1,2 раза. Примечательно, что в богатых илом пробах его концентрация была относительно невысокой, что также показали нормированные величины. Концентрация хрома была наибольшей в донных отложениях у Избербаша и Самура (74,8 и 69,7 мкг/г, 0,7 ДК), однако нормированные величины были распределены на акватории весьма однородно. Распределение свинца было аналогично таковому хрома. Максимальные значения отмечены у Избербаша и Самура (13,90 и 19,50 мкг/г, 0,2 ДК), однако нормированные значения были весьма однородными. Как и в воде, распределение марганца было несколько отличным от других металлов. Хотя максимальные значения были зафиксированы у Избербаша и в устьевом районе р. Самур (658 и 921 мкг/г), однако нормированные величины были высокими у Каспийска, а также на приглубых участках, включая фоновую станцию. Мышьяк в целом распределялся подобно марганцу. Максимум (16,6 мкг/г, 0,6 ДК) отмечен у Избербаша, однако нормированная величина была высокой у Каспийска, Дербента и на фоновой станции. До некоторой степени это свидетельствует о менее тесной связи мышьяка с мелкодисперсной фракцией донных отложений, чем у других металлов. Концентрация кадмия в донных отложениях Среднего Каспия была невысокой. Наибольшее значение было отмечено у Избербаша (0,20 мкг/г, 0,25 ДК). Нормированные значения сильно варьировали на исследованной акватории, наибольшая величина была у Каспийска. На большинстве станций концентрация молибдена была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (<0,10 мкг/г). В четырех точках у Дагестанского побережья его содержание изменялось от 0,13 до 0,18 мкг/г (0,02 ДК). Концентрация ванадия достигала 26,00 и 38,30 мкг/г у Избербаша и в устье Самура. Ртуть была выявлена во всех пробах донных отложений в концентрации от 0,010 до 0,106 мкг/г (0,4 ДК). Наибольшие величины отмечены в устье Самура и у Избербаша. Распределение этого металла было очень близким к барию.

В целом следует отметить резкие отклонения концентрации большинства металлов в донных отложениях у г. Каспийска. Здесь на фоне весьма невысокого содержания иловых частиц в грунте относительная концентрация металлов, нормированная на процентную долю мелкодисперсных частиц, была повышенной. Кроме этого, значительные отклонения от средних значений были отмечены для ртути и бария. На остальной исследованной акватории относительное содержание большинства металлов в донных отложениях изменялось в достаточно узких пределах. Это позволяет предположить их распределение в грунтах различных открытых и прибрежных участков Среднего Каспия в зависимости от нахождения там мелкодисперсных

частиц, а их концентрация определяется главным образом геологическим фоном и, в основном, не связана с антропогенным загрязнением.

Результаты исследований показали, что основные гидрохимические параметры и концентрация биогенных веществ были в пределах многолетних колебаний этих характеристик в водах отмелого взморья р. Волги, а также в прибрежных и открытых водах Среднего Каспия. Загрязнение вод мелководного Северного Каспия в целом соответствовало уровню среднегодовалых значений по нефтяным углеводородам (2,0-4,4 ПДК), фенолам (1-3 ПДК); было несколько повышенным по целому ряду металлов (железо, медь). У Дагестанского побережья содержание НУ было ниже 0,5 ПДК на всех станциях, как в поверхностном, так и в придонном слое вод. Исключение составила фоновая глубоководная станция, на которой зафиксировано 6 ПДК у поверхности и 3 ПДК в придонном слое. Пятен загрязнения СПАВ не было обнаружено ни на устьевом взморье Волги, ни в водах Дагестанского побережья.

В донных отложениях отмелого взморья Волги пестициды группы ДДТ не были обнаружены ни в одной точке вдоль всего края дельты. Из пестицидов группы ГХЦГ не был обнаружен в пробах ни «свежий» линдан ( $\gamma$ -ГХЦГ), ни  $\alpha$ -ГХЦГ. Загрязнение донных отложений пестицидами групп ДДТ и ГХЦГ было отмечено только в устьевых областях рек Дагестанского побережья, однако значения в целом были невысокими (доли ДК). Только в устье Терека концентрация  $\beta$ -ГХЦГ достигала очень большой величины (7,2 ДК). Остальные пестициды, включая гексахлорбензол, практически не встречались в донных отложениях исследованного района. Загрязнение донных отложений полихлорбифенилами и ПАУ было незначительным. Особенности пространственного распределения ПАУ вдоль Дагестанского побережья позволяют уверенно предположить их антропогенное техногенное происхождение из береговых источников Дагестана. Наиболее высокие значения были отмечены в районе Избербаша, устья Самура, у Дербента и Махачкалы, хотя в целом даже максимальные значения не превышали допустимого уровня.

#### **2.4. Состояние открытых вод Среднего Каспия**

В 2009 г. экспедиционные работы по исследованию гидрохимических характеристик и уровня загрязнения вод на 4 станциях пограничного между Северным и Средним Каспием векового разреза **о.Чечень - п-ов Мангышлак** выполнены Дагестанским ЦГМС в марте, апреле, мае и декабре. Всего отобрано 44 пробы из поверхностного, промежуточного (10 м) и придонного слоев.

Было выполнено определение стандартных гидрологических параметров, концентрации растворенного кислорода и биогенных

элементов, а также нефтяных углеводородов и фенолов. Концентрация последних в морской воде определялась экстракционно-фотометрическим методом, фиксирующим суммарное содержание фенольных соединений, большинство из которых имеют естественное, а не антропогенное происхождение. Характеристика уровня загрязнения вод и оценка их качества базируется на средней и максимальной концентрации загрязняющих веществ, выраженной в абсолютном (мг/л, мкг/л) и относительном (ПДК) значении. Для комплексной оценки качества вод использовался индекс загрязненности вод ИЗВ, для расчета которого учитывалось содержание в морской воде четырех нормируемых показателей: растворённого кислорода, нефтяных углеводородов, фенолов и аммонийного азота.

В 2009 г. существенных изменений в **кислородном режиме** морских вод относительно предыдущих лет не наблюдалось. Среднегодовое значение (7,84 млО<sub>2</sub>/л) оказалось несколько выше показателей прошлого года. Максимальная величина (9,17 млО<sub>2</sub>/л) наблюдалась в марте в поверхностном слое при температуре воды 2,4<sup>0</sup>С, минимум (6,80 млО<sub>2</sub>/л) отмечен в мае и был выше прошлогоднего на 0,81 млО<sub>2</sub>/л. Аэрация вод на вековом разрезе на всех горизонтах характеризуется как хорошая.

Концентрация **аммонийного азота** во всех пробах морской воды была существенно ниже 1 ПДК, и изменялась от 46 мкг/л (май) до 545 мкг/л (декабрь), составив в среднем 185 мкг/л. По сравнению с предыдущим годом диапазон концентрации аммонийного азота значительно увеличился, а средняя уменьшилась в полтора раза.

В 2009 г. среднее содержание **общего азота** в водах района увеличилось в полтора раза до 336 мкг/л, экстремальные значения выявлены в мае в поверхностном слое - 401 мкг/л и 262 мкг/л у дна. При этом концентрация **общего фосфора** заметно уменьшилась и составила 5,8 мкг/л, максимальное значение наблюдалось в апреле (10,0 мкг/л), что значительно ниже прошлогодних значений.

Таблица 2.2.

Среднее и максимальное значение стандартных гидрохимических параметров и концентрация биогенных элементов (мкг/л) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2009 г.

Район	Temp	Sal	O2%*	pH	PO4	P tot	NO2	NO3	NH4	N tot	Si
Чечень - Мангышлак	7,66	11,25	100,38	8,24	5,80	17,02	1,65	9,79	185,17	335,89	265,20
	16,50	12,84	89,5	8,52	10,00	28,90	2,30	14,80	545,00	401,00	470,00
Лопатин	10,43	8,28	101,15	8,46	5,62	15,21	1,70	13,63	198,83	314,83	349,56
	19,70	11,69	93,3	8,83	9,20	20,00	2,36	16,20	241,00	353,00	628,00
Взморье р.Терек	12,38	8,04	102,14	8,51	4,56	17,09	1,60	13,58	202,85	329,20	365,15
	19,30	11,46	94,1	8,83	8,40	22,30	2,36	17,20	272,00	374,00	743,00

Взморье р.Сулак	12,00	8,61	101,60	8,45	6,07	16,36	1,61	13,37	203,33	335,35	418,38
	17,90	12,24	91,9	8,82	8,30	25,10	2,27	17,60	273,00	390,00	807,00
Махачкала	10,61	9,23	100,49	8,42	6,21	15,73	1,79	13,40	212,35	332,55	345,22
	18,40	12,07	87,6	8,83	9,00	21,40	2,62	18,00	381,00	398,00	536,00
Каспийск	12,07	11,30	99,87	8,54	6,16	16,81	1,64	14,51	162,13	329,67	300,03
	19,00	12,70	86,2	8,88	8,80	27,30	2,05	18,30	240,00	415,00	451,00
Избербаш	12,27	11,76	99,31	8,52	6,02	16,03	1,56	14,61	168,89	328,93	319,37
	19,80	12,70	85,5	8,80	9,10	22,30	2,15	21,20	243,00	497,00	495,00
Дербент	13,33	11,45	103,29	8,55	5,78	16,67	1,48	13,78	143,17	325,75	273,92
	18,90	11,94	95,9	8,89	8,40	20,40	2,09	16,60	160,00	368,00	442,00
Взморье р.Самур	13,62	7,27	103,15	8,55	6,38	15,73	1,63	13,18	160,17	323,83	284,08
	18,90	11,08	95,4	8,87	8,00	21,20	2,04	17,10	200,00	368,00	447,00

\* - средняя и минимальная концентрация растворенного в воде кислорода в %.

Концентрация **нефтяных углеводородов** изменялась в пределах от 0,01 мг/л до 0,07 мг/л. В среднем она составила 0,04 мг/л. По сравнению с предыдущим годом и среднее, и минимальные значения уменьшились (табл. 2.3).

Средняя концентрация **фенолов** по сравнению с 2008 г. осталась на прежнем уровне (0,003 мг/л, 3 ПДК), максимум и минимум составил соответственно 0,001 мг/л до 0,005 мг/л (1-5 ПДК).

Воды открытой части Каспийского моря на разрезе о. Чечень - п-ов Мангышлак в 2009 г. качественно не изменились, хотя индекс загрязненности вод ИЗВ уменьшился с 1,59 до 1,30. Это соответствует IV классу загрязнения вод, которые характеризуется как «загрязнённые» (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Динамика ИЗВ на разрезе о. Чечень - п-ов Мангышлак в 1988-2009 гг.

## 2.5. Состояние вод Дагестанского побережья

В 2009 г. оценка гидрохимического состояния и уровня загрязнения прибрежных вод Дагестанского взморья была выполнена на 33 станциях в районе Лопатина, Махачкалы, Каспийска, Избербаша, Дербента и на устьевых взморьях Терека, Сулака и Самура. Всего отобрано и

обработано 264 пробы. Наблюдения были выполнены Дагестанским ЦГМС (г. Махачкала) в марте, мае, октябре, ноябре и декабре (рис. 2.8).

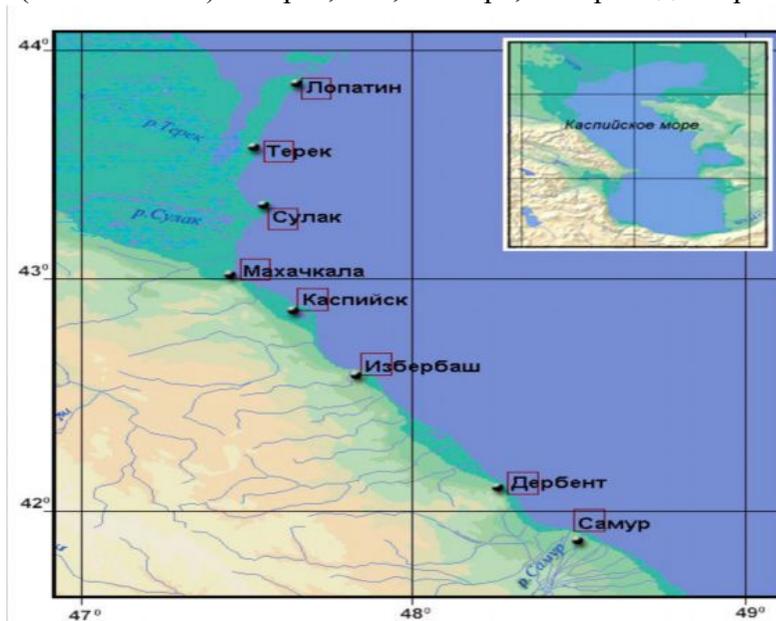


Рис. 2.8. Карта-схема расположения районов отбора проб на Дагестанском взморье в 2009 г.

**Лопатин.** Пробы морской воды в районе полуострова Лопатин отбирались в марте, мае, и ноябре на трех станциях с глубинами от 4 до 10 м. Всего было отобрано 18 пробы из поверхностного и придонного слоя. Температура морской воды значительно изменялась по сезонам от  $3,8^{\circ}\text{C}$  в марте до  $19,7^{\circ}\text{C}$  в мае. Соленость в период наблюдений изменялась от 3,74‰ в ноябре до 11,69‰ в середине мая, средняя величина в 18 отобранных пробах воды составила 8,28‰, что почти на две промилле ниже прошлогодних значений. Водородный показатель pH изменялся от 8,13 до 8,83, в среднем составил 8,46 и примерно равнялся значениям 2008 г.

Концентрация **биогенных веществ** в морской воде в целом была в пределах естественной межгодовой изменчивости. Среднегодовое содержание в водах района неорганического фосфора (фосфатов) составило 5,62 мкг/л, силикатов – 350 мкг/л, нитритов – 1,70 мкг/л, нитратов – 13,6 мкг/л. Наблюдается некоторое увеличение значений по сравнению с прошлыми годами. В 2009 г. содержание общего азота по сравнению с предыдущим годом несколько снизилась и составила в среднем 315 мкг/л, максимум (353 мкг/л) зафиксирован в марте. Во всех пробах концентрация аммонийного азота была существенно ниже 1 ПДК. Диапазон изменений - от 156 мкг/л до 241 мкг/л, при среднем значении 199 мкг/л. По сравнению с предыдущим годом среднее содержание аммонийного азота повысилось. Так же в 2009 г. отмечено понижение средней (15,2 мкг/л) и минимальной (10,0 мкг/л)

концентрации в морской воде общего фосфора, максимальные же значения остались на уровне 2008 г.

Концентрация **нефтяных углеводородов** изменялась в пределах от 0,02 мг/л (ноябрь) до 0,08 мг/л (май), что соответствует 0,4-1,6 ПДК, при среднем значении 0,05 мг/л (1 ПДК). По сравнению с предыдущим годом содержание НУ в водах района незначительно уменьшилось. Во всех отобранных пробах воды средняя концентрация фенолов была равна 0,003 мг/л (3 ПДК), минимальная - 0,001 мг/л, максимальная - 0,004 мг/л. Загрязнение фенолами в водах района полностью соответствует уровню 2008 г, хотя максимальное значение незначительно уменьшилось.

**Кислородный режим** за период наблюдений был в пределах нормы, но в сравнении с 2008 г. содержание растворенного в воде кислорода увеличилось и составило в среднем 7,53 мл/л, минимальное (6,47 мл/л) значение наблюдалось в середине мая. Качество вод в районе полуострова Лопатин незначительно ухудшилось. Значение индекса ИЗВ составило 1,26 и воды были отнесены к IV классу, «загрязнённые» (рис. 2.8).

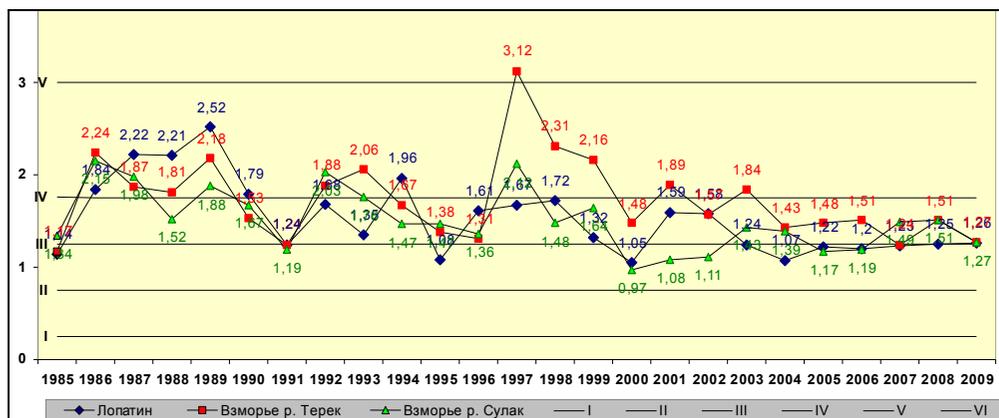


Рис. 2.9. Динамика ИЗВ в районе Лопатина и на взморье рек Терек и Сулак в 1985-2009 гг.

**Взморье р. Терек.** Отбор проб морской воды производился в марте, мае, октябре и ноябре 2009 г. на пяти станциях с глубинами от 4 до 10 м. Всего отобрано 40 проб из поверхностного и придонного слоя. Минимальная температура воды (4,8<sup>0</sup>С) была зафиксирована в марте, максимальная (19,3<sup>0</sup>С) в мае (табл. 2.2.). Соленость в период наблюдений изменялась от 1,38‰ в ноябре в поверхностном слое до 11,46‰ в середине мая у дна. Средняя величина в сорока отобранных пробах воды составила 8,05‰, что ниже прошлогоднего уровня солености. Водородный показатель рН изменялся от 8,11 до 8,83, в среднем 8,51. Щелочность вод изменялась от 0,18 до 4,78 мг-моль/л,

составив в среднем 2,48 мг-моль/л, что существенно ниже прошлогодних значений.

Содержание **биогенных веществ** в водах района было в целом в пределах многолетней изменчивости. Средний уровень неорганического фосфора (фосфатов) составил 4,56 мкг/л, силикатов – 365 мкг/л, нитритов – 1,6 мкг/л, нитратов – 13,6 мкг/л. В целом значения находятся в пределах естественной многолетней изменчивости. На взморье Терека концентрация аммонийного азота была существенно ниже 1 ПДК, изменяясь от 139 мкг/л в ноябре у дна до 272 мкг/л в марте у поверхности, составив в среднем 203 мкг/л. По сравнению с предыдущим годом содержание аммонийного азота в целом увеличилось. В 2009 г. на устьевом взморье средняя концентрация общего азота (329 мкг/л) продолжала снижаться, а минимальное значение составило 256 мкг/л. Как и в прошлом году, средняя концентрация общего фосфора повысилась до 17,09 мкг/л, максимум (22,3 мкг/л) наблюдался весной, минимум (11,3 мкг/л) зафиксирован в мае.

Содержание **нефтяных углеводородов** в 40 отобранных пробах воды изменялось в пределах от 0,02 мг/л (0,4 ПДК) до 0,08 мг/л (1,6 ПДК), составив в среднем 0,05 мг/л (1 ПДК). В поверхностном слое на всех станциях НУ были выше (1,2 ПДК), чем в придонном слое (0,8 ПДК). По сравнению с предыдущим годом содержание нефтяных углеводородов в морской воде несколько понизилось. Загрязнение морских вод **фенолами** за истекший период наблюдений изменялось в узких пределах от 0,001 до 0,005 мг/л при среднем значении 0,003 мг/л (3 ПДК). По сравнению с предыдущим годом содержание фенолов в воде изменилось крайне незначительно в сторону уменьшения.

В водах устьевого взморья Терека **кислородный режим** был в пределах многолетней нормы. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в 2009 г. от 6,21 мл/л до 8,88 мл/л, средняя величина равна 7,32 мл/л, что на 12% выше прошлогоднего уровня.

По сравнению с предыдущим годом значение индекса ИЗВ на взморье Терека существенно уменьшилось с 1,51 до 1,27, почти вернувшись к уровню 2008 г. Такое значение индекса чуть выше границы между классами 1,25 и соответствует IV классу вод, «загрязнённые» (рис. 2.7)

**Взморье реки Сулак.** На пяти станциях устьевого взморья р. Сулак с глубинами от 7 до 11 м было отобрано 40 проб воды из поверхностного и придонного слоев. Соленость в период наблюдений изменялась от 4,97‰ осенью до 12,24‰ весной. Водородный показатель рН изменялся от 7,77 до 8,82, среднее значение равно 8,45, что практически не отличается от значений прошлого года.

Содержание **биогенных веществ** в водах устьевой области р. Сулак было в целом в пределах обычной многолетней изменчивости.

Среднегодовая концентрация в водах района неорганического фосфора (фосфатов) составила 6,07 мкг/л, силикатов – 418 мкг/л, нитритов – 1,61 мкг/л, нитратов – 13,4 мкг/л. Все показатели примерно соответствуют уровню прошлого года. В 2009 г. среднее содержание (203 мкг/л) и максимальное (273 мкг/л) значения аммонийного азота по сравнению с предыдущим годом осталось на прежнем уровне ниже 1 ПДК, а минимальное значение несколько превышало прошлогодний показатель и составило 139 мкг/л. Концентрация общего азота в воде по сравнению с 2008 г. незначительно снизилась и составила в среднем 335 мкг/л, минимум отмечен в мае (261 мкг/л) в придонном слое, максимум (390 мкг/л) наблюдался в марте у поверхности. Максимальное значение общего фосфора в морской воде по сравнению с прошлым годом не изменилось и составило 25,1 мкг/л (октябрь). Средняя концентрация составила 16,4 мкг/л, минимальная – 10,1 мкг/л.

Загрязнение вод **нефтяными углеводородами** изменялось в пределах от 0,03 до 0,07 мг/л (0,6-1,4 ПДК), составив в среднем 0,05 мг/л (1,0 ПДК). По сравнению с предыдущим годом среднее содержание нефтяных углеводородов осталось на прежнем уровне. Максимальная концентрация **фенолов** в морской воде составляла 0,004 мг/л; минимальная - 0,001 мг/л; средняя - 0,003 мг/л (3 ПДК). Максимальное значение фенолов в водах устьевого взморья Сулака уменьшилось в 2 раза по сравнению с предыдущим годом.

Содержание растворенного в воде **кислорода** в период наблюдений изменялось в пределах от 6,29 мл/л (октябрь) до 8,77 мл/л (март), составив в среднем 7,31 мл/л, что несколько выше прошлогодних значений. Процент же насыщения наоборот несколько повысился по сравнению с прошлым годом. Кислородный режим вод района был в пределах нормы. Качество вод устьевого взморья р. Сулак улучшилось по сравнению с 2008 г., а значение индекса ИЗВ составило 1,27. Воды характеризуются как «загрязнённые» (IV класс), (рис. 2.7).

**Махачкала.** В мелководной зоне Каспийского моря вблизи г. Махачкала пробы были отобраны из поверхностного и придонного горизонтов на 9 станциях с глубинами от 5 до 11 м. Всего было отобрано в марте, мае и октябре-декабре 2009 г. 85 проб. В течение периода исследований температура вод изменялась от 4,1<sup>0</sup>С до 18,4<sup>0</sup>С, в среднем 10,6<sup>0</sup>С (табл. 2.2). Соленость изменялась от 5,46‰ в сентябре до 12,07‰ в мае, составив в среднем 9,23‰. Водородный показатель рН изменялся от 8,01 до 8,83, оставаясь в целом на уровне прошлого года.

Концентрация **биогенных веществ** в водах на мелководье в районе г. Махачкала была в пределах естественной многолетней изменчивости. Среднегодовое содержание в водах района неорганического фосфора (фосфатов) составило 6,21 мкг/л, силикатов – 345 мкг/л, нитритов – 1,79 мкг/л, нитратов – 13,4 мкг/л. В 2009 г. среднегодовое содержание аммонийного азота повысилось по сравнению с предыдущим годом и

составило 212 мкг/л, максимальное значение отмечено в декабре у дна (381 мкг/л), минимальное (121 мкг/л) в декабре в придонном слое вод. Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже 1 ПДК. Концентрация общего азота в морской воде по сравнению с 2008 г. снизилась и составила в среднем 333 мкг/л, минимум отмечен в ноябре (231 мкг/л) в придонном слое, максимум (398 мкг/л) наблюдался в марте у поверхности. Среднее содержание общего фосфора в воде по сравнению с прошлым годом увеличилось и составило 15,73 мкг/л. Максимум достигал 21,4 мкг/л и наблюдался в начале октября у поверхности, минимум (11,0 мкг/л) в мае у дна.

Содержание **нефтяных углеводородов** во всех пробах изменялось от 0,02 до 0,011 мг/л (2,2 ПДК), составив в среднем 0,06 мг/л (1,2 ПДК). В целом отмечено незначительное увеличение концентрации НУ по сравнению с предыдущим годом. Максимальная концентрация фенолов в 2009 г. составляла 0,005 мг/л (5 ПДК); минимальная 0,001 мг/л; средняя 0,003 мг/л. В целом содержание фенолов в прибрежных водах у г. Махачкалы осталось на уровне 2008 г.

Содержание растворенного в воде **кислорода** изменялось в период наблюдений от 5,98 до 8,91 мл/л, составив в среднем 7,46 мл/л. Кислородный режим морских вод районе Махачкалы в целом был в пределах нормы.

На взморье Махачкалы значение индекса ИЗВ увеличилось с 1,26 в прошлом году до 1,57 в 2009 г., но класс качества вод остался по-прежнему IV, «загрязнённые».

**Каспийск.** В прибрежной зоне у г. Каспийска наблюдения проводились на 4 станциях с глубинами от 7 до 21 м. В марте, мае и октябре было отобрано 30 проб из поверхностного, промежуточного (горизонт 10 м) и придонного слоя вод. В течение периода исследований температура вод изменялась от 5,3<sup>0</sup>С в марте на глубине 19 м до 19,0<sup>0</sup>С в октябре в придонном слое (табл. 2.2). Соленость морской воды изменялась в диапазоне 9,86-12,7‰; водородный показатель рН - 8,00-8,88.

Минимальная и максимальная концентрация **биогенных веществ** в контролируемом районе у г. Каспийска находилась в пределах естественной многолетней изменчивости. Среднее содержание в водах района неорганического фосфора (фосфатов) составило 6,16 мкг/л, силикатов - 300 мкг/л, нитритов - 1,64 мкг/л, нитратов - 14,5 мкг/л. В 2009 г. содержание аммонийного азота в морской воде по сравнению с предыдущим годом несколько изменилось и составило в среднем 162 мкг/л. Максимум (240 мкг/л) был отмечен в мае у поверхности, минимум (103 мкг/л) в марте у дна. Концентрация аммонийного азота во всех пробах морской воды была существенно ниже 1 ПДК. Концентрация общего азота на взморье Каспийска в целом соответствовала уровню прошлого года, и составила 330 мкг/л,

минимум (261 мкг/л) отмечен в марте, максимум (415 мкг/л) в октябре. Среднее и максимальное содержание общего фосфора в водах района немного увеличилось и составило 16,8 мкг/л и 27,3 мкг/л соответственно. Минимальное значение (10,8 мкг/л) по сравнению с прошлым годом несколько снизилось.

В 30 отобранных пробах воды концентрация **нефтяных углеводородов** изменялась от 0,02 до 0,13 мг/л, составив в среднем 0,06 мг/л (1,2 ПДК). По сравнению с предыдущим годом содержание количество НУ в воде немного увеличилось. Содержание **фенолов** в прибрежных водах г. Каспийска по сравнению с 2008 г. несколько увеличилось, средние же значения остались на уровне прошлого года: максимум составил 0,006 мг/л (6 ПДК), минимум 0,001 мг/л, средняя 0,003 мг/л.

**Кислородный** режим вод района в целом был в пределах многолетней изменчивости. За период наблюдений концентрация растворенного в воде кислорода изменялась от 5,75 мл/л в октябре у дна, до 8,59 мл/л в марте в поверхностном слое, что выше прошлогоднего уровня. В прибрежных водах у г. Каспийска в 2009 г. значение индекса ИЗВ составило 1,56 (IV класс, «загрязнённые»). По сравнению с предыдущим годом качество осталось на прежнем уровне (рис. 2.8).

**Избербаш.** В марте, мае и октябре 2009 г. в районе г. Избербаш пробы морской воды были отобраны на 3 станциях с глубинами от 10 до 23 м. Всего было отобрано 27 проб на трех горизонтах. Температура морской воды за период наблюдения изменялась от 5,4<sup>0</sup>С до 19,8<sup>0</sup>С. Соленость колебалась от 10,2‰ в октябре у поверхности до 12,7‰ в октябре у дна; рН изменялся от 8,14 до 8,80.

Содержание в водах района **биогенных веществ** составило в среднем: неорганического фосфора (фосфатов) 6,02 мкг/л, силикатов - 319 мкг/л, нитритов - 1,56 мкг/л, нитратов - 14,6 мкг/л. Концентрация аммонийного азота в 2009 г. увеличилась и составила в среднем 169 мкг/л, минимальное значение (117 мкг/л) зафиксировано на глубине 19 м в марте, максимум (243 мкг/л) - в мае на поверхности. Содержание общего азота в морской воде (329 мкг/л) было несколько выше показателей 2008 г. В водах района среднее содержание общего фосфора (16,0 мкг/л) было выше уровня предыдущего года, максимальное и минимальное значения также несколько возросли и составили 22,3 и 10,4 мкг/л соответственно.

По сравнению с 2008 г. содержание **нефтяных углеводородов** в воде несколько снизилось. В 27 отобранных пробах концентрация НУ изменялась от 0,02 мг/л до 0,1 мг/л (2 ПДК), составив в среднем 0,05 мг/л. В поверхностном слое она была в 2 раза выше (0,06 мг/л), чем в придонном (0,03 мг/л). Содержание **фенолов** осталось без изменений.

Минимальная концентрация в морской воде составляла 0,002 мг/л, максимальная - 0,005 мг/л, средняя - 0,003 мг/л (3 ПДК).

**Кислородный режим** в период наблюдений был в пределах обычной для района нормы. По сравнению с 2008 г. содержание растворенного в воде кислорода немного возросло и составило в среднем 7,01 мл/л, минимальное значение (5,67 мл/л) наблюдалось в конце октября. Насыщение вод кислородом возросло и составило в среднем 109%, минимум насыщения равен 100%.

В целом загрязнение вод в районе г. Избербаш незначительно уменьшилось. Индекс загрязняющих веществ ИЗВ составил 1,33, а воды района характеризуются как «загрязненные» (IV класс), (рис. 2.10).

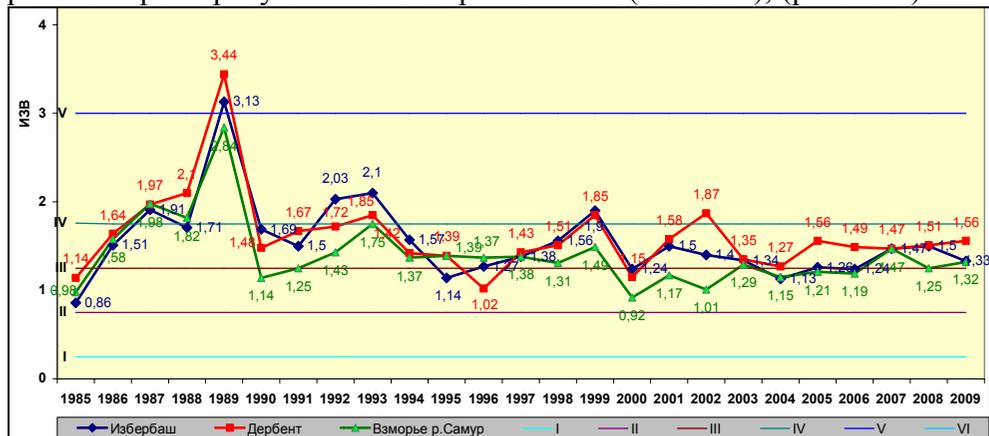


Рис. 2.10. Динамика ИЗВ в прибрежных водах гг. Избербаш, Дербент и на взморье реки Самур в 1985-2009 гг.

**Дербент.** Отбор проб в прибрежных водах г. Дербента производился на 2 станциях с глубинами 6 м и 9 м. В марте, мае и октябре было отобрано 12 проб из поверхностного и придонного слоя. Минимальная (7,0<sup>0</sup>С, март) и максимальная (18,9<sup>0</sup>С, сентябрь) температура воды за время наблюдений были отмечены в придонном слое. Соленость варьировала от 10,96‰ в марте до 11,94‰ в мае. Водородный показатель рН изменялся от 8,18 до 8,89.

Содержание в водах района **биогенных веществ** в среднем составило: неорганического фосфора (фосфатов) - 5,78 мкг/л, силикатов - 274 мкг/л, нитритов - 1,48 мкг/л, нитратов - 13,8 мкг/л. Во всех пробах концентрация аммонийного азота была существенно ниже 1 ПДК. Диапазон изменений - 123-160 мкг/л; среднее значение 143 мкг/л. По сравнению с предыдущим годом среднее содержание аммонийного азота незначительно снизилось. В 2009 г. содержание общего азота по сравнению с предыдущим годом несколько снизилось и составило в среднем 326 мкг/л, максимум 368 мкг/л, минимум 254 мкг/л. Концентрация общего фосфора в морской воде изменялась от 13,0 мкг/л до 20,4 мкг/л, составив в среднем 16,7 мкг/л.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в водах района изменялась от 0,03 до 0,08 мг/л, составив в среднем 0,05 мг/л (1,0 ПДК). По сравнению с предыдущим годом содержание нефтяных углеводородов в морской воде практически не изменилось. Содержание **фенолов** в районе Дербента осталось неизменной по сравнению с 2008 г. Минимальная их концентрация составляла 0,002 мг/л, максимальная 0,004 мг/л, средняя 0,003 мг/л (3 ПДК).

Содержание растворенного в воде **кислорода** изменялось от 5,83 мл/л в октябре до 8,52 мл/л в марте, в среднем 7,12 мл/л, что немного выше прошлогоднего уровня.

В 2009 г. значение индекса ИЗВ составило 1,56 (IV класс, «загрязненные»). По сравнению с предыдущим годом качество вод практически не изменилось (рис. 2.10).

**Взморье реки Самур.** В марте, мае и октябре на мелководном взморье р. Самур было отобрано 12 проб из поверхностного и придонного слоя на двух станциях с глубинами 4 м и 7 м. В течение периода исследований температура воды изменялась от 7,7<sup>0</sup>С до 18,9<sup>0</sup>С. Соленость варьировала от 0,302‰ в мае до 11,8‰ в октябре; рН - от 8,21 до 8,78.

В 2009 г. средняя концентрация соединений **биогенных элементов** в водах района взморья реки Самур составила: неорганического фосфора (фосфатов) - 6,38 мкг/л, силикатов - 284 мкг/л, нитритов - 1,63 мкг/л, нитратов - 13,2 мкг/л. В прошедшем году содержание аммонийного азота на устьевом взморье осталась на прошлогоднем уровне: среднее 160 мкг/л, максимальное 200 мкг/л в поверхностном слое (май), минимум 134 мкг/л пришелся на март и отчене в придонном слое вод. Содержание общего азота в районе наблюдений по сравнению с предыдущим годом несколько снизилось и составило в среднем 324 мкг/л, максимум - 368 мкг/л, минимум -225 мкг/л. Концентрация общего фосфора в воде района незначительно увеличилась, изменяясь от 12,0 до 21,2 мкг/л и составив в среднем 15,7 мкг/л.

Содержание нефтяных углеводородов во всех пробах изменялось от 0,03 до 0,08 мг/л, составив в среднем 0,05 мг/л (1 ПДК). Уровень загрязнения района НУ остался прежним. Средняя концентрация **фенолов** была 0,003 мг/л (3 ПДК), минимум и максимум 0,001 и 0,004 мг/л соответственно.

**Кислородный режим** в районе был в пределах обычной нормы, но в сравнении с 2008 г. содержание растворенного в воде кислорода увеличилось и составило в среднем 7,08 мл/л, минимальное значение (5,81 мл/л) наблюдалось в конце октября у дна.

На устьевом взморье р. Самур в 2009 г. качество вод немного ухудшилось, значение индекса ИЗВ составило 1,32 и перешло в IV класс «загрязненных» вод (рис. 2.10).

**Выводы.** В 2009 г. качественная оценка вод открытой части Каспийского моря на разрезе от острова Чечень до п-ова Мангышлак не изменилась: они остались в четвертом классе («загрязненные»), хотя индекс немного уменьшился и приблизился к границе третьего класса (рис. 2.11). В районе полуострова Лопатин индекс ИЗВ совсем немного превысил границу между классами и воды оцениваются как «загрязнённые». На устьевом взморье Терека и Сулака по сравнению с предыдущим годом значение индекса ИЗВ существенно уменьшилось и почти вернулось к уровню 2008 г., однако все равно осталось в пределах IV класса загрязнения вод («загрязнённые»). Южнее на взморье Махачкалы, у Каспийска, в районе Дербента и на устьевом взморье р. Самур качество вод немного ухудшилось, однако воды по-прежнему характеризуются как «загрязнённые».

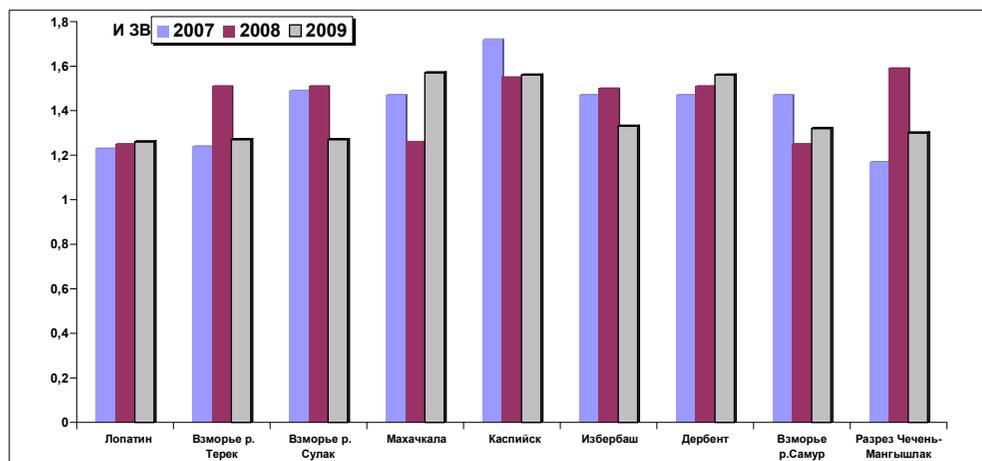


Рис. 2.11. Изменения индекса загрязненности вод в прибрежных водах Дагестанского побережья и на разрезе о. Чечень - п-ов Мангышлак в 2007-2009 гг.

Таблица 2.3.

Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Среднего Каспия в 2007-2009 гг.

Район	Ингредиент	2007 г.		2008 г.		2009 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Средний Каспий: разрез о. Чечень - п-ов Мангышлак	НУ	0,04	0,8	0,06	1,2	0,04	0,8
		0,06	1,2	0,11	2,2	0,07	1,4
	Фенолы	0,003	3,0	0,003	3,0	0,002	2,0
		0,004	4	0,006	6	0,005	5
	Азот аммонийный	123,3	0,2	216,4	0,5	185,2	0,4
		170,4	0,3	335	0,8	545,0	1,1
	Азот общий	425		426,1		335,9	
		504		586		401	
	Фосфор общий	11,7		16,89		5,80	
		18,0		27,8		10,0	
Кислород	9,71		9,88		11,20		
	8,46		8,56		9,72		

Лопатин	НУ	0,04	0,8	0,05	1,0	0,05	1,0
		0,06	1,2	0,08	1,6	0,08	1,6
	Фенолы	0,003	3,0	0,003	3,0	0,003	3,0
		0,004	4	0,005	5	0,004	4
	Азот аммонийный	152,2	0,3	166,6	0,4	198,8	0,4
		259,2	0,5	314,3	0,8	241,0	0,5
	Азот общий	378		352,8		314,8	
		497		415		353	
	Фосфор общий	14,8		16,48		15,2	
		20,4		19,7		20,0	
	Кислород	10,77		9,27		10,75	
		8,53		8,65		9,19	
	Взморье р. Терек	НУ	0,04	0,8	0,05	1,0	0,05
0,07			1,4	0,08	1,6	0,08	1,6
Фенолы		0,003	3,0	0,003	3,0	0,003	3,0
		0,006	6	0,07	7	0,005	5
Азот аммонийный		157,2	0,3	177	0,4	202,9	0,4
		267,0	0,5	348	0,9	272,0	0,5
Азот общий		366		359,8		329,2	
		496		421		374,0	
Фосфор общий		13,5		15,8		17,1	
		19,6		23		22,3	
Кислород		10,35		9,25		10,40	
		8,32		8,76		8,82	
Взморье р. Сулак		НУ	0,05	1,0	0,05	1,0	0,05
	0,07		1,4	0,08	1,6	0,07	1,4
	Фенолы	0,003	3,0	0,004	4	0,003	3
		0,006	6	0,008	8	0,004	4
	Азот аммонийный	178,1	0,4	179,9	0,5	203,3	0,4
		384,0	0,8	390	1,0	273,0	0,5
	Азот общий	385		350,3		335,4	
		503		415		390,0	
	Фосфор общий	13,8		16,4		16,4	
		18,6		25,2		25,1	
	Кислород	10,56		9,29		10,38	
		8,76		8,63		8,93	
	Махачкала	НУ	0,04	0,8	0,05	1,0	0,06
0,06			1,2	0,07	1,4	0,11	2,2
Фенолы		0,003	3,0	0,003	3,0	0,003	3,0
		0,005	5	0,005	5	0,005	5
Азот аммонийный		136,2	0,3	153,8	0,4	212,4	0,4
		176,5	0,4	190,6	0,5	381,00	0,8
Азот общий		404		360,6		332,6	
		497		410		398,0	
Фосфор общий		16,5		12,7		15,7	
		21,0		18,7		21,4	
Кислород		10,72		9,16		10,59	
		8,92		8,80		8,49	
Каспийск		НУ	0,05	1,0	0,05	1,0	0,06

		0,08	1,6	0,07	1,4	0,13	2,6
	Фенолы	0,004	4	0,003	3,0	0,003	3,0
		0,006	6	0,005	5	0,006	6
	Азот	132,7	0,3	136,9	0,3	162,1	0,3
	аммонийный	167,4	0,3	169	0,4	240,0	0,5
	Азот	383		380,3		329,7	
	общий	471		450		415	
	Фосфор	15,3		14,5		16,8	
	общий	19,4		18,2		27,3	
	Кислород	10,73		9,37		10,05	
		8,53		8,73		8,17	
Избербаш	НУ	0,05	1,0	0,04	0,8	0,05	1,0
		0,07	1,4	0,06	1,2	0,10	2,0
	Фенолы	0,004	4	0,003	3,0	0,003	3,0
		0,006	6	0,005	5	0,005	5
	Азот	123,2	0,2	141,8	0,4	168,9	0,3
	аммонийный	161,1	0,3	181	0,5	243,0	0,5
	Азот	386		367,1		328,9	
	общий	470		442		497,0	
	Фосфор	13,4		13		16,0	
	общий	16,0		17,9		22,3	
	Кислород	10,60		9,35		9,95	
		9,00		8,52		8,05	
Дербент	НУ	0,05	1,0	0,05	1,0	0,05	1,0
		0,07	1,4	0,06	1,2	0,08	1,6
	Фенолы	0,004	4	0,003	3,0	0,003	3,0
		0,005	5	0,004	4	0,004	4
	Азот	128,3	0,3	151,9	0,4	143,2	0,3
	аммонийный	165,0	0,3	180,4	0,5	160,0	0,3
	Азот общий	412		376,4		325,8	
		461		415		368,0	
	Фосфор	15,3		14,2		16,7	
	общий	17,8		15,8		20,4	
	Кислород	10,58		9,33		10,12	
		9,43		8,52		8,28	
Взморье р. Самур	НУ	0,04	0,8	0,04	0,8	0,05	1,0
		0,06	1,2	0,06	1,2	0,08	1,6
	Фенолы	0,003	3,0	0,003	3,0	0,003	3,0
		0,005	5	0,004	4	0,004	4
	Азот	133,0	0,3	148	0,4	160,17	0,3
	аммонийный	166,0	0,3	170	0,4	200,0	0,4
	Азот	417		379,1		323,8	
	общий	471		440		368,0	
	Фосфор	14,3		13,8		15,7	
	общий	16,2		15,4		21,2	
	Кислород	10,58		9,30		10,06	
		8,90		8,52		8,25	

Примечания:

1. Концентрация С\* нефтяных углеводородов (НУ), растворенного в воде кислорода и фенолов приведена в мг/л; аммонийного азота, общего азота и общего фосфора – в мкг/л.
2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней – максимальное (для кислорода минимальное) значение.
3. Значения ПДК от 0,1 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.

Таблица 2.4.

Оценка качества морских вод Среднего Каспия по ИЗВ в 2007-2009 гг.

Район	2007 г.		2008 г.		2009 г.		Среднее содержание ЗВ в 2009 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Разрез о. Чечень – п-ов Мангышлак	1,17	III	1,59	IV	0,93	III	НУ 0,8; фенолы 2,0; NH <sub>4</sub> 0,4; O <sub>2</sub> 0,5
Лопатин	1,23	III	1,25	III	1,25	III	НУ 1,0; фенолы 3,0; NH <sub>4</sub> 0,4; O <sub>2</sub> 0,6
Взморье р. Терек	1,24	III	1,51	IV	1,25	III	НУ 1,0; фенолы 3,0; NH <sub>4</sub> 0,4; O <sub>2</sub> 0,6
Взморье р. Сулак	1,49	IV	1,51	IV	1,25	III	НУ 1,0; фенолы 3,0; NH <sub>4</sub> 0,4; O <sub>2</sub> 0,6
Махачкала	1,47	IV	1,26	IV	1,30	IV	НУ 1,2; фенолы 3,0; NH <sub>4</sub> 0,4; O <sub>2</sub> 0,6
Каспийск	1,72	IV	1,55	IV	1,28	IV	НУ 1,2; фенолы 3,0; NH <sub>4</sub> 0,3; O <sub>2</sub> 0,6
Избербаш	1,47	IV	1,50	IV	1,23	III	НУ 1,0; фенолы 3,0; NH <sub>4</sub> 0,3; O <sub>2</sub> 0,6
Дербент	1,47	IV	1,51	IV	1,23	III	НУ 1,0; фенолы 3,0; NH <sub>4</sub> 0,3; O <sub>2</sub> 0,6
Взморье р. Самур	1,17	III	1,25	III	1,23	III	НУ 1,0; фенолы 3,0; NH <sub>4</sub> 0,3; O <sub>2</sub> 0,6

## 2.6. Исследования качества морских вод в Казахстане

Информация о состоянии морских вод опубликована в «Информационном бюллетене о состоянии окружающей среды Казахской части Каспийского моря» Республиканского госпредприятия «Казгидромет» (Астана, 2010 г.) и аналогичном издании, посвященном специальной экономической зоне «Морпорт Актау» ([http://eco.gov.kz/ekolog/ekolog\\_arch.php](http://eco.gov.kz/ekolog/ekolog_arch.php)).

**Мангистауская область.** Наблюдения за состоянием морских вод проведены на трех прибрежных станциях Форт-Шевченко, Фетисово и Каламкас. Концентрация взвешенных веществ находилось в пределах 2,0-3,0 мг/л, величина рН морской воды 6,88-8,06 (нейтральная и слабощелочная). Содержание растворенного кислорода находилось в

пределах 5,58-6,10 мг/л. На всех станциях содержание марганца составила до 2,2 ПДК. Морская вода оценивалась как "умеренно-загрязненная" (ИЗВ=1,07-1,15, III класс). По сравнению с 2008 г. на всех прибрежных станциях качество воды не изменилось.

В открытом море наблюдения проводили на станциях трех вековых разрезов: Кендерли-Дивичи, Песчаный-Дербент, Мангышлак-Чечень. На разрезе Кендерли-Дивичи величина рН морской воды находилась в пределах 7,4-8,2, концентрация взвешенных веществ - 2,0-3,0 мг/л, растворенного кислорода - 5,20-6,14 мг/л; на разрезе Песчаный-Дербент эти величины составили 7,4-8,2, 2,0 мг/л и 5,7-6,3 мг/л; на третьем разрезе значения были 7,7-8,1, 2,0-3,0 мг/л и 5,2-6,2 мг/л соответственно. На всех разрезах концентрация марганца превышала норматив 2,1 ПДК; а на разрезе Песчаный-Дербент отмечены повышенные значения НУ до 1,1 ПДК. Содержание сульфатов, аммония, нитритного и нитратного азота, фосфатов, фенолов, общего железа, цинка, хрома<sup>(6+)</sup>, никеля и свинца не превышало допустимую норму. Качество морской воды на всех станциях вековых разрезов оценивалось как "умеренно-загрязненные" (ИЗВ=1,03-1,12).

**Атырауская область.** Наблюдения за качеством морских вод проведены на месторождениях Каражанбас и Арман. В этих районах величина рН морской воды была в пределах 7,65-8,20, концентрация взвешенных веществ составила 2,0-4,0 мг/л, растворенного кислорода 5,72-6,11 мг/л. Превышение норматива наблюдалось по марганцу до 2,3 ПДК. Содержание остальных определяемых ингредиентов не превышало допустимую норму. Качество морской воды на месторождениях оценивалось как "умеренно-загрязненная" (ИЗВ=1,07-1,11).

Также исследования проводились на прибрежных станциях морского судоходного канала и взморья р. Урал (7 станций) и в районе Тенгизского месторождения (5 станций). На всех прибрежных станциях концентрация взвешенных веществ находилась в пределах 6,0-60,0 мг/л, жесткость – 1,4-10,2 мг-экв/дм<sup>3</sup>, содержание растворенного кислорода 6,6-9,8 мг/л. В районе морского судоходного канала отмечена концентрация железа 1,4 ПДК. В районах взморья р. Урал и Тенгизского месторождения концентрация хрома<sup>(6+)</sup> находилась в пределах 1,1-1,2 ПДК, а на взморье р. Урал зафиксировано увеличение содержания меди до 1,2 ПДК. Содержание БПК<sub>5</sub>, аммонийного, нитратного и нитритного азота, сульфатов и марганца не превышало норматив. На прибрежных станциях взморья р. Урал и в районе Тенгизского месторождения воды оцениваются как "чистые" (ИЗВ=0,85-0,93).

На станциях вековых разрезов Шалыги-Кулалы (6 станций) и дополнительном разрезе "А" и "В" (9 станций) концентрация взвешенных веществ находилась в пределах 7,0-45,0 мг/л; растворенного кислорода 6,6-9,9 мг/л. Значения БПК<sub>5</sub> и содержание

аммонийного и нитритного азота, сульфатов, фосфора, меди, марганца и общего железа не превышало ПДК. На разрезе Шалыги-Кулалы содержание хрома <sup>(6+)</sup> достигало 1,2 ПДК. Воды на станциях разрезов оцениваются как "чистые" (ИЗВ=0,76-0,90).

Наблюдения за качеством морских вод на акватории СЭЗ "Морпорт Актау" проводились на четырех станциях. Концентрация взвешенных веществ составила 1,0-8,0 мг/л, величина рН морской воды 6,98-8,23, содержание растворенного кислорода находилось в пределах 5,41-6,30 мг/л. Концентрация марганца достигала 2,1-2,4 ПДК, содержание остальных ингредиентов находилось в пределах допустимой нормы. Воды района характеризуются как "умеренно-загрязненные" (ИЗВ=1,04-1,19). По сравнению с 2008 г. качество морской воды на всех точках акватории значительно не изменилось, а на фоновой станции ухудшилось.

## 2.7. Атмосферные выпадения

В рамках программы ЕМЕП (ЕМЕР - European Monitoring and Evaluation Programme), научно ориентированной программы в поддержку Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, насчитывающей к настоящему моменту 51 сторону и определяющей Исполнительного Секретаря ЕЭК ООН в качестве ее секретариата (1979 Geneva Convention on Long-range Transboundary Air Pollution), в 2009 г. Метеорологический Синтезирующий Центр - Восток (МСЦ-В, г. Москва; Meteorological Synthesizing Centre – East, MSC-E, <http://www.msceast.org>) выполнил расчет и оценку переноса на большие расстояния загрязняющих воздух веществ в Европе. Основой для расчета послужили данные измерений концентрации стойких загрязняющих веществ в воздухе и в атмосферных осадках, полученные на 23 станциях на территории Европы. На основании расчетов представляется возможность оценить объем выпадения отдельных загрязняющих веществ на акваторию Каспийского моря и источник их поступления в регион.

Основными участками выпадения **свинца** являются прибрежные западные районы Центрального и Южного Каспия, а концентрация превышает 0,7 кг/км<sup>2</sup> акватории в год. При этом основными донорами свинца выступают Казахстан и Россия (рис. 2.10, [http://www.msceast.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12&Itemid=28](http://www.msceast.org/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=28)). Похожая картина наблюдается при расчете атмосферного выпадения ртути, однако основным центром загрязнения остаются только прибрежные районы Юго-Западного Каспия; доминирующим источником – Казахстан, а уровень почти на 3 порядка меньше – более 15 г/км<sup>2</sup> акватории в год (рис. 2.11).

Аналогичные расчеты для органических загрязняющих веществ позволяют также оценить уровень загрязнения акватории и основные источники эмиссии. В частности, основными районами атмосферного выпадения бенз(а)пирена остаются западные районы (более 5 г/км<sup>2</sup>

акватории в год), однако этот вид ПАУ более интенсивно выпадал в северной части моря, а основными источниками оказались Азербайджан и Украина (рис. 2.12).

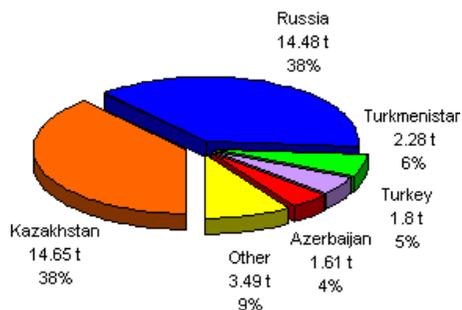
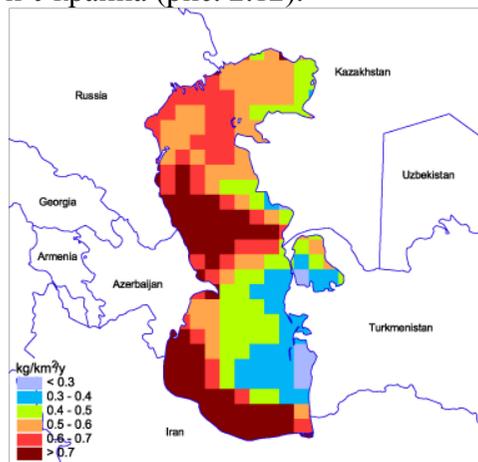


Рис. 2.12а-б. Атмосферные выпадения свинца на акваторию Каспийского моря в 2009 г.

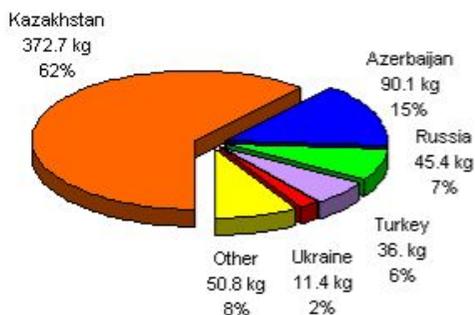
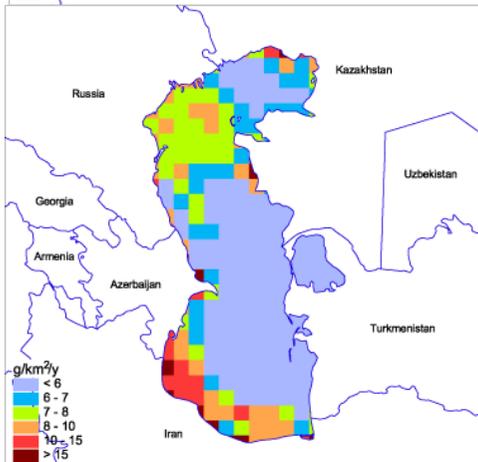


Рис. 2.12с-д. Атмосферные выпадения ртути на акваторию Каспийского моря в 2009 г.

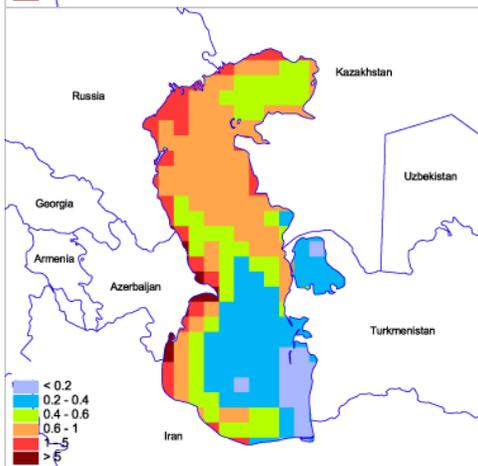


Рис. 2.12е-г. Атмосферные выпадения бенз(а)пирена ( $\text{г}/\text{км}^2$  в год) на акваторию Каспийского моря в 2009 г.