

2. КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

2.1. Общая характеристика

Каспийское море - крупнейший в мире внутриматериковый бессточный водоем. Относится к типу озеро-море. Море имеет сложный рельеф дна. Насчитывается около 50 небольших низменных островов. Площадь водной поверхности составляет 376 тыс. км² (при уровне моря -28 м), объем воды - 78 тыс. км³, наибольшая глубина - 1025 м. Годовой сток рек составляет 240 - 300 км³, годовая норма осадков - 60-1000 мм (в различных районах моря). Периодически происходят подъем и опускание уровня моря.

Температура воды на поверхности летом 24-27 °С, зимой от 0 °С на севере до 11 °С на юге. 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.

Соленость на большей части акватории моря составляет 12,6 ‰ - 13,2 ‰; на севере диапазон значительно шире - 1-8 ‰. 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.

Горизонтальная динамика вод моря характеризуется преобладанием центральной циклонической циркуляции и образованием отдельных местных круговоротов.

Прозрачность воды в море обычно не более 15 м.

Замерзает море ежегодно только в северной части (толщина льда от 25-30 до 60 см), глубоководные районы Среднего и Южного Каспия всегда свободны ото льда.

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).

2.2. Загрязнение вод открытой части моря

В 2003 г. Дагестанский ЦГМС проводил наблюдения за гидрохимическим состоянием и загрязнением вод Среднего Каспия на вековом разрезе о. Чечень - п-ов Мангышлак на трех станциях в феврале, апреле, августе и ноябре.

Оценка качества вод и сравнение по этому параметру различных акваторий основывается на значениях расчетного индекса загрязненности вод (ИЗВ), а также на значениях отдельных параметров. При расчете ИЗВ учитывалось содержание в морской воде растворенного кислорода, аммонийного азота, фенолов и нефтяных углеводородов. Следует отметить, что концентрация фенолов в морской воде определялась экстракционно-фотометрическим методом, фиксирующим суммарное содержание фенольных соединений, большинство из которых имеют естественное, а не антропогенное происхождение.

Концентрация нефтяных углеводородов в 2003 г. изменялась в пределах от 0,2 до 1,2 ПДК (в среднем 1 ПДК); фенолов - от 0 до 4 ПДК, (в среднем 3 ПДК). По сравнению с 2002 г. загрязнение вод НУ и фенолами несколько повысилось (табл. 2.1).

Средняя и максимальная концентрации аммонийного азота, как и в 2002 г. не превышали 1 ПДК, но в абсолютном выражении снизились: среднее содержание с 87,7 до 30,9 мкг/л, максимальное с 253,0 до 96,4 мкг/л.

Кислородный режим был в норме: содержание растворенного кислорода в морских водах изменялось в диапазоне 9,23 - 12,35 мг/л, составив в среднем 10,96 мг/л.

Значение индекса ИЗВ составило 1,16. Как и в 2002 г. воды характеризуются как «умеренно загрязненные» (III класс), однако в абсолютном выражении отмечено ухудшение качества (табл. 2.2).

2.3. Загрязнение прибрежных районов Дагестанского побережья

В прибрежных (Лопатин, Махачкала, Каспийск, Избербаш, Дербент) и устьевых районах (взморья рек Терек, Сулак и Самур) Дагестана исследования в 2003 г. были проведены в январе, марте, мае, июле, сентябре и октябре.

Район Лопатина. В 2003 г. содержание НУ изменялось в пределах от 0 до 3,2 ПДК; среднегодовое содержание снизилось по сравнению с 2002 г. от 1,4 до 1,2 ПДК.

Содержание фенолов колебалось от менее 3 ПДК (0,002 мкг/л) до 6 ПДК. По сравнению с 2002 г. отмечено незначительное снижение концентраций фенолов: среднегодовое содержание снизилось с 4 до 3 ПДК.

Среднегодовое содержание аммонийного азота, как и в прошлом году, не превышало 1 ПДК, а в абсолютном выражении снизилось с 100,8 до 58,9 мкг/л.

Существенных изменений в кислородном режиме морских вод относительно предыдущих лет не произошло. Среднее содержание в 2003 г. растворенного кислорода составило 9,63 мг/л, минимальное - 4,57 мг/л. По сравнению с 2002 г. качество вод улучшилось, значение ИЗВ в 2003 г. несколько снизилось (1,24; III класс «умеренно загрязненные»).

Взморье р. Терек. Содержание НУ в морских водах изменялось в пределах 0,4 - 3,4 ПДК, составив в среднем 1,6 ПДК, что несколько выше, чем в 2002 г.

Концентрация фенолов изменялась от менее 3 ПДК (0,002 мкг/л) до 7 ПДК. Среднее содержание по сравнению с прошлым годом повысилось с 4 до 5 ПДК.

Среднее содержание аммонийного азота практически осталось на уровне 2002 г. и не превышало 1 ПДК.

В целом, по данным регулярного мониторинга, качество воды устьевого взморья р. Терек по сравнению с прошлым годом ухудшилось. Значение ИЗВ составило 1,84; воды перешли из IV в V класс («грязные»). Следует отметить, что в районе взморья Терека в период с 2000 до 2003 г. качество вод соответствовало IV - V классам и было одним из самых низких на Дагестанском побережье.

Взморье р. Сулак. Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов в 2003 г. выросло и составило 1 ПДК, максимум 5 ПДК.

Концентрация фенолов изменялась в пределах от менее 3 (0,001 мкг/л) до 8 ПДК, среднегодовое содержание в 2003 г. (4 ПДК) повысилось по сравнению с 2002 г. (3 ПДК).

Среднее содержание аммонийного азота, как и в предыдущие годы, было значительно ниже 1 ПДК.

Кислородный режим был в норме: содержание растворенного кислорода изменялось в диапазоне 5,58 - 14,08 мг/л, составив в среднем 10,34 мг/л.

Качество вод по сравнению с 2002 г. ухудшилось. Значение ИЗВ составило 1,43; воды относятся к IV классу и оцениваются как «загрязненные».

Махачкала. Среднегодовое содержание НУ повысилось от менее 1 ПДК в 2002 г. до 1,6 ПДК в 2003 г., максимальное составило 3,4 ПДК.

Концентрация фенолов изменялась от менее 3 до 9 ПДК, среднегодовое содержание повысилось с 3 до 4 ПДК.

Содержание аммонийного азота не превышало 1 ПДК.

Кислородный режим в целом был в норме: среднегодовое содержание растворенного кислорода в морской воде составило 11,05 мг/л. Значение ИЗВ составило 1,57. Качество вод по сравнению с 2002 г. ухудшилось: из класса «умеренно загрязненные» они перешли в «загрязненные».

Каспийск. Среднегодовое содержание НУ в 2003 г. повысилось в два раза и составило 2,4 ПДК, максимальная концентрация превысила 6 ПДК.

Среднее содержание фенолов снизилось с 4 до 3 ПДК, максимум составил, как и в предыдущем году, 7 ПДК.

Содержание аммонийного азота не превышало 1 ПДК и не изменилось по сравнению с 2001 - 2002 гг.

Кислородный режим был в пределах нормы: среднегодовое содержание растворенного кислорода составило 8,89 мг/л.

По сравнению с прошлым годом качество воды не изменилось. Воды оцениваются как «загрязненные». Значение ИЗВ равнялось 1,57.

Избербаш. Содержание нефтяных углеводородов в водах района изменялось в пределах от 0,2 до 3,6 ПДК, среднегодовая концентрация в 2003 г. понизилась незначительно и составила 1,6 ПДК.

Среднее содержание фенолов не изменилось по сравнению с 2002 г. и составило 3 ПДК; максимум - 7 ПДК.

Содержание аммонийного азота было на уровне 2001 - 2002 гг. и не превышало 1 ПДК.

Кислородный режим в норме: среднее содержание растворенного кислорода составило 9,85 мг/л. По сравнению с 2002 г. качество вод не изменилось. Значение ИЗВ составило 1,34; воды оцениваются как «загрязненные».

Дербент. Среднегодовое содержание НУ снизилось с 2,6 до 1,6 ПДК; максимальное составило 3,2 ПДК, минимальное - 0,4 ПДК.

Содержание фенолов изменялось в пределах от менее 3 до 4 ПДК, среднегодовое составило 3 ПДК.

Концентрация аммонийного азота не превышала 1 ПДК; среднегодовое содержание снизилось почти в два раза с 91,2 до 47,2 мкг/л.

Кислородный режим в 2003 г. в целом был в норме: среднее содержание растворенного кислорода составило 8,99 мг/л. По сравнению с 2002 г. качество вод улучшилось: воды перешли из класса «грязные» в класс «загрязненные», ИЗВ составил 1,35.

Взморье р. Самур. Среднее за время наблюдений содержание нефтяных углеводородов было 1,4 ПДК и практически не изменилось по сравнению с 2002 г.; диапазон колебаний от 0,2 до 3,8 ПДК.

Содержание фенолов в целом было на уровне 2002 г. и изменялось в пределах от менее 3 до 4 ПДК, среднее составило 3 ПДК.

Концентрация аммонийного азота не превышала 1 ПДК; среднее содержание снизилось по сравнению с прошлым годом в два раза с 91,9 до 45,4 мкг/л.

Кислородный режим был в норме: среднегодовое содержание растворенного кислорода составило 9,47 мг/л. Качество вод ухудшилось по сравнению с 2002 г.: ИЗВ возрос с 1,01 до 1,29. Воды перешли из класса «умеренно загрязненные» в «загрязненные» (IY класс).

Выводы. В 2003 г. качество вод в большинстве районов Среднего Каспия по сравнению с 2002 г. ухудшилось или осталось на прежнем уровне (табл. 2.2). Ухудшение состояния водной среды, определяемое по небольшому набору наиболее характерных параметров с помощью индекса загрязненности вод, зафиксировано в открытых водах на разрезе о. Чечень - п-ов Мангышлак, в районе устьевых взморьев рек Терека, Сулака, Самура и в районе Махачкалы.

Таблица 2.1.

Среднегодовые и максимальные концентрации химических загрязняющих веществ в водах Среднего Каспия в 2001-2003 гг.

Район	Ингредиенты	2001 г.		2002 г.		2003 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Средний Каспий: разрез	НУ	0,04	0,8	0,02	< 0,5	0,05	1,0
		0,08	1,6	0,05	1,0	0,06	1,2
о. Чечень - п-ов	Фенолы	0,004	4	0,002	3	0,003	3
		0,007	7	0,004	4	0,004	4
Мангышлак	Азот аммонийный	97	< 0,5	87,8	< 0,5	30,9	< 0,5
		255	< 0,5	253,0	< 0,5	96,4	< 0,5
	Азот общий		485		584		640
			730		1212		973
	Фосфор общий	25		17,7		19,7	
		53		42,0		42,0	
	Кислород		10,38		10,34		10,96
			4,45	< 1,0	8,55		9,23
Лопатин	НУ	0,08	1,6	0,07	1,4	0,06	1,2
		0,27	5	0,26	5	0,16	3
	Фенолы	0,004	4	0,004	4	0,003	3
		0,006	6	0,007	7	0,006	6
	Азот аммонийный	82	< 0,5	100,8	< 0,5	58,9	< 0,5
		124	< 0,5	164,8	< 0,5	126,1	< 0,5
	Азот общий		360		124		739,3
			590		896		2243,0
	Фосфор общий	99		22,4		33,3	
		1030		63,2		269,2	
Кислород		10,56		9,27		9,63	
		5,27	< 1,0	7,63		4,57	< 1,0

Взморье р. Терек	НУ	0,09	1,8	0,07	1,4	0,08	1,6	
		0,24	5	0,24	5	0,17	3	
	Фенолы	0,005	5	0,004	4	0,005	5	
		0,008	8	0,007	7	0,007	7	
	Азот аммонийный	69	< 0,5	84,5	< 0,5	56,4	< 0,5	
		121	< 0,5	257	< 0,5	116,1	< 0,5	
	Азот общий	480		580		559		
		800		1320		1128		
	Фосфор общий	186		22,6		32,8		
		1390		81,2		70,3		
	Кислород	10,20		8,82		9,63		
		1,23	< 1,0	1,22	< 1,0	5,34	< 1,0	
	Взморье р. Сулак	НУ	0,03	0,6	0,03	0,6	0,05	1,0
			0,14	3	0,06	1,2	0,25	5
Фенолы		0,003	3	0,003	3	0,004	4	
		0,006	6	0,005	5	0,008	8	
Азот аммонийный		59	< 0,5	79,2	< 0,5	59,1	< 0,5	
		166	< 0,5	329,6	< 0,5	210,0	< 0,5	
Азот общий		466		573		506		
		630		1012		821		
Фосфор общий		132		30,5		30,8		
		1081		92,8		257,3		
Кислород		10,81		9,23		10,34		
		8,25		7,50		5,58	< 1,0	
Махачкала		НУ	0,04	0,8	0,03	0,6	0,08	1,6
			0,11	2,2	0,11	2,2	0,17	3
	Фенолы	0,004	4	0,003	3	0,004	4	
		0,008	8	0,007	7	0,009	9	
	Азот аммонийный	87	< 0,5	141,5	< 0,5	58,6	< 0,5	
		841	1,7	221,0	< 0,5	78,8	< 0,5	
	Азот общий	497		577		576		
		891		1036		921		
	Фосфор общий	168		27,1		24,0		
		2098		60,9		59,1		
	Кислород	12,26		9,13		11,05		
		8,16		6,11		6,23		

Каспийск	НУ	0,06	1,2	0,06	1,2	0,12	2,4
		0,15	3	0,13	2,6	0,31	6
	Фенолы	0,005	5	0,004	4	0,003	3
		0,008	8	0,007	7	0,007	7
	Азот аммонийный	80	< 0,5	90,3	< 0,5	68,9	< 0,5
		230	< 0,5	288,0	< 0,5	220,0	< 0,5
	Азот общий	477		567		533	
		934		1112		904	
	Фосфор общий	142		26,0		20,6	
		1442		171,2		50,9	
	Кислород	10,92		8,87		9,89	
		8,75		6,19		8,00	
	Избербаш	НУ	0,07	1,4	0,09	1,8	0,08
0,26			5	0,41	8	0,18	3
Фенолы		0,004	4	0,003	3	0,003	3
		0,005	5	0,005	5	0,007	7
Азот аммонийный		70	< 0,5	85,5	< 0,5	54,9	< 0,5
		171	< 0,5	170,7	< 0,5	169,1	< 0,5
Азот общий		430		535,3		398	
		733		1256		526	
Фосфор общий		182		22,2		24,3	
		1197		100,9		48,7	
Кислород		10,8		10,29		9,85	
		8,96		5,20	< 1,0	5,83	< 1,0
Дербент		НУ	0,08	1,6	0,13	2,6	0,08
	0,31		6	0,41	8	0,16	3
	Фенолы	0,004	4	0,004	4	0,003	3
		0,007	7	0,007	7	0,004	4
	Азот аммонийный	68	< 0,5	80,4	< 0,5	47,2	< 0,5
		153	< 0,5	153,0	< 0,5	150,2	< 0,5
	Азот общий	353		494		442	
		691		964		680	
	Фосфор общий	131		13,4		22,6	
		1017		47,2		46,2	
	Кислород	11,42		8,88		8,99	
		8,75		5,39	< 1,0	6,23	

Взморье р. Самур	НУ	0,05	1,0	0,06	1,2	0,07	1,4
		0,20	4	0,19	4	0,19	4
	Фенолы	0,003	3	0,002	2	0,003	3
		0,006	6	0,004	4	0,004	4
	Азот аммонийный	79	< 0,5	77	< 0,5	45,4	< 0,5
		130	< 0,5	126,2	< 0,5	96,1	< 0,5
	Азот общий	424		565		547	
		611		610		961	
	Фосфор общий	95		15,9		16,5	
		523		25,6		22,5	
	Кислород	12,07		9,51		9,47	
8,66			7,76		7,12		

Примечания:

1. Концентрация С* нефтяных углеводородов (НУ), фенолов и растворенного в воде кислорода 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 0,5 до 3,0 указаны с десятичными долями; выше 3,0 округлены до целых.

Таблица 2.2.

Оценка качества морских вод Среднего Каспия по ИЗВ в 2001 - 2003 гг.

Район	2001 г.		2002 г.		2003 г.		Среднее содержание ЗВ в 2003 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Разрез о. Чечень – п-ов Мангышлак	1,41	IV	0,80	II	1,16	III	НУ - 1; фенолы – 3
Лопатин	1,59	IV	1,58	IV	1,24	III	НУ - 1,2; фенолы – 3
Взморье р. Терек	1,89	V	1,57	IV	1,84	V	НУ - 1,6; фенолы – 5
Взморье р. Сулак	1,08	III	1,11	III	1,43	IV	НУ - 1; фенолы – 4
Махачкала	1,38	IV	1,15	III	1,57	IV	НУ - 1,6; фенолы – 4
Каспийск	1,74	IV	1,53	IV	1,55	IV	НУ – 2,4; фенолы – 3
Избербаш	1,50	IV	1,40	IV	1,34	IV	НУ - 1,6; фенолы – 3
Дербент	1,58	IV	1,87	V	1,35	IV	НУ - 1,6; фенолы – 3
Взморье р. Самур	1,17	III	1,01	III	1,29	IV	НУ - 1,4; фенолы – 3

2.4. Экспедиция на Дагестанском побережье

В ноябре 2003 г. в устьевых районах рек Терека и Сулака на 25 станциях были отобраны пробы воды и донных отложений, а также получено 15 аэрозольных фильтров с пяти станций на Дагестанском побережье Среднего Каспия для определения концентрации тяжелых металлов - алюминия, хрома, никеля, меди, мышьяка, кадмия, свинца. В пробах донных отложений также выполнены анализы суммарного содержания нефтяных углеводородов. Проведено определение гранулометрического состава осадков и взвешенных частиц с помощью лазерного малоуглового измерителя дисперсности.

Содержание НУ в донных отложениях устья р. Терек изменялось 0 до 12 мкг/г. Ранее в течение 2003 г. после катастрофического паводка загрязнение грунта нефтяными углеводородами многократно, вплоть до порядка, превышало фоновое значение, определяемое для многих районов морей как 10 мкг/г донных отложений.

Концентрация алюминия в донных отложениях изменялась от 754 до 24 551 мкг/г, составляя в среднем 3519 мкг/г; хрома – 8 – 93 мкг/г (25,28 мкг/г); никеля – 13,7 – 38,9 мкг/г (21,24 мкг/г); меди – 1,0 до 37,1 мкг/г (11,41 мкг/г); мышьяка – от 0,2 до 8,3 мкг/г (1,3 мкг/г); кадмия – от 0 до 2,04 мкг/г (0,22 мкг/г) и свинца – 0,9 до 30,5 мкг/г (10,22 мкг/г). Концентрации кадмия и свинца в донных отложениях Терека были

высокими относительно других районов. Избыточное содержание этих металлов, вероятно, имеет естественное, а не антропогенное происхождение, и вызвано последствиями размыва горных пород. Повышенное содержание кадмия и свинца терригенного происхождения также было обнаружено и в аэрозолях в этом районе.

В воде реки и устьевой области Терека концентрация алюминия изменялась от 6132 до 38 458 мкг/л, составив в среднем 15 451 мкг/л; хрома – от 1,48 до 32,29 мкг/л (8,39 мкг/л); никеля – от 0 до 104,72 мкг/л (15,79 мкг/л); меди – от 1,4 до 59,4 мкг/л (17,64 мкг/л); кадмия – от 0 до 4,54 мкг/л (1,04 мкг/л); свинца – от 0 до 26,2 мкг/л (6,28 мкг/л). Содержание железа в воде было очень высоким – от 31 918 до 1266 960 мкг/л и составило в среднем 254 549 мкг/л. Количество взвешенных веществ в воде изменялось от 0,0022 % до 0,1226 % от общего объема. Следует отметить повышенное содержание в воде свинца и кадмия, и пониженное – меди. На станциях, отличавшихся по гранулометрическому составу взвешенных веществ преобладанием мелкодисперсных частиц, содержание всех металлов и особенно кадмия, было повышенным.

Содержание ЗВ в морских аэрозолях отражает интегральное загрязнение акватории, прилегающей к месту сбора в районе 10 кв. миль. Путь загрязняющих веществ, попавших в морскую воду с речным стоком, коммунальными сбросами или другим способом, проходит через стадию концентрирования в поверхностном микрослое (ПМС). В пробах аэрозолей на Дагестанском побережье содержание хрома, марганца и никеля превышало ПДК для воздуха городской рабочей зоны от нескольких раз до двух порядков, в зависимости от места сбора. При судовом сборе морских аэрозолей в ноябре 2002 г. на открытых участках акватории Северного и Среднего Каспия такого повышения концентрации тяжелых металлов не обнаружено. Повышению содержания ЗВ в морских аэрозолях способствует интенсивное штормовое волнение, приводящее к выходу в объемную воду ЗВ, попавших в прибрежные донные отложения после катастрофического паводка 2002 г.

Нефтяные углеводороды в аэрозолях не были обнаружены, что объясняется, по-видимому, с одной стороны снижением их содержания в стоках р. Терек, а с другой – быстрой биodeградацией НУ, поступивших в прибрежные воды Дагестана при катастрофическом разливе реки в 2002 г.