

## 6. БЕЛОЕ МОРЕ

### 6.1. Общая характеристика

Белое море относится к внутренним морям Северного Ледовитого океана. На севере соединяется с Баренцевым морем проливами Горло и Воронка. Площадь моря составляет 87 тыс.м<sup>2</sup>, объем воды - 6 тыс.м<sup>3</sup>, средняя глубина – 67 м, а наибольшая – 350 м. Северо-западные берега высокие и скалистые, юго-восточные - пологие и низкие, береговая линия сильно изрезана. Рельеф дна сложный. Годовой речной сток в среднем составляет 215 км<sup>3</sup>.

Климат субарктический с чертами как морского, так и континентального.

Средняя температура воды летом обычно составляет 6...15<sup>0</sup>С, зимой - ниже 1<sup>0</sup>С. Горизонтальное распределение температуры воды на поверхности моря характеризуется большим разнообразием и значительной сезонной изменчивостью. Зимой близкая к поверхностной температура наблюдается в слое до 30-45 м глубины. Глубже, в образовавшемся вследствие летнего прогрева теплом промежуточном слое, температура несколько повышается до горизонта 75-100 м, а затем снова понижается. С глубины около 130-140 м и до дна она постоянная в течение всего года и составляет 1,4<sup>0</sup>С. Весной поверхность моря прогревается до глубин примерно 20 м, а далее следует резкое понижение температуры до 0<sup>0</sup>С на горизонте 50-60 м. Летом толщина прогретого слоя увеличивается до 30-40 м.

Средняя соленость вод моря составляет 29‰. Опреснение распространяется до глубины 10 – 20 м. Глубже соленость сначала резко, а далее плавно увеличивается до дна. Горизонтальное распределение значений солености крайне неравномерное, минимумы (около 10-12‰) приурочены к заливам, а максимумы (34,5‰) обычно фиксируются в Бассейне. Устойчивая вертикальная стратификация исключает развитие конвекции на большей части моря ниже горизонтов 50-60 м. Несколько глубже (до 80-100 м) вертикальная зимняя циркуляция проникает вблизи Горла, где этому способствует связанная с приливами интенсивная турбулентность. Ограниченная глубина распространения вертикальной зимней циркуляции является характерной особенностью Белого моря.

В море обычно выделяют несколько водных масс: баренцевоморские воды, опресненные воды вершин заливов, глубинные воды Бассейна и воды Горла.

Общий характер горизонтальной циркуляции вод моря - циклонический. Скорости течений составляет 10-15 см/с. Хорошо выражены приливы, которые имеют правильный полусуточный характер. Максимальная высота приливов (до 10 м) наблюдается в Мезенском заливе.

Зимой море покрывается льдом мощностью до 40 см; 90% льдов плавучие.

### 6.2. Источники загрязнения

Речной сток является главным источником загрязнения Белого моря. Реки выносят в прибрежные акватории загрязняющие вещества, поступающие от предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, Минэнерго, жилищно-коммунального хозяйства, судов речного и морского флота. По данным Двинско-Печорского бассейнового водного управления МПР России в 2007 г. в заливы моря и устьевые участки рек было сброшено более 2890 млн.м<sup>3</sup> сточных вод, из которых почти 35 млн.м<sup>3</sup> без очистки. Почти все эти воды поступили в Двинский залив (табл. 6.1, табл. 6.2).

В 2007 г. в Двинский залив Белого моря с речным стоком поступило 9276 т нефтяных углеводородов и 363 т фенолов. При аварийных разливах на акватории Архангельского морского порта в море поступило всего 16 кг нефтепродуктов. Сброс сточных вод предприятиями городов и поселков, расположенных в прибрежных районах и устьевых областях рек, является сравнительно незначительным источником загрязнения морских

вод. В 2007 г. со сточными водами поступило всего 6 т нефтепродуктов, 5 т детергентов и 119 кг фенолов.

В Кандалакшский залив Белого моря поступают сточные воды 9 предприятий; наиболее крупные из них – ОАО "Кандалакшский алюминиевый завод СУАЛ", ЗАО "Беломорская нефтебаза", ГУП "Кандалакшаводоканал", Умбский участок ГУП "Апатитыводоканал". По данным статистической отчетности предприятий в 2007 г. в Кандалакшский залив поступило более 8 млн.м<sup>3</sup>, из них более 51% попадает в залив без очистки. Со сточными водами в море поступило 1,66 т нефтяных углеводородов, 1 т СПАВ, 1694 кг железа, 4 кг меди, 2 кг никеля, 32 кг алюминия, 95,2 т органических веществ по БПК<sub>5</sub>, 86,6 т взвешенных веществ.

Таблица 6.1.

Объем сточных вод, поступивших в отдельные районы Белого моря в 2007г.

Район моря	Всего тыс. м <sup>3</sup>	В том числе без очистки	
		тыс. м <sup>3</sup>	%
1. Двинский залив	279543,52	34979,2	12,5
В том числе:	170828,42	7457,4	4,4
1.1 Архангельск			
1.2 Северодвинск	108715,1	27521,8	25,3
2. Устьевая обл. р. Онега	580,4	7,5	1,3
3. Кандалакшский залив	8194	4200	51,3
Сумма по морю	280123,92	34986,7	12,5

Таблица 6.2.

Суммарное поступление загрязняющих веществ (т) в Двинский, Онежский и Кандалакшский заливы Белого моря в 2006 и 2007 гг.

ЗВ	Год	Поступления			
		со сточными водами предприятий и городов	с речным стоком	при аварийных выбросах	общее количество
Нефтяные углеводороды	2006	5,046	1737,0	0,164	1742,21
	2007	6,341	9276,0	0,016	9282,357
Фенолы	2006	0,172	960,0	-	960,172
	2007	0,119	363,0	-	363,119
СПАВ	2006	6,596	-	-	6,596
	2007	4,986	-	-	4,986

### 6.3. Загрязнение Двинского залива

В 2007 г. Северным УГМС в Двинском заливе на 7 станциях были выполнены две гидрохимические съемки 27-28 июня и 5 ноября, отобрано и обработано 42 пробы воды со стандартных гидрологических горизонтов (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Схема расположения гидрохимических станций в Двинском заливе в 2007 г.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в водах Двинского залива летом 2007 г. изменялось от величин ниже предела обнаружения использованного метода анализа (0,01 мг/л) до 0,19 мг/л (3,8 ПДК), средняя составила 0,033 мг/л. Максимальная величина обнаружена в придонном слое вод на глубине 50 м на центральной станции залива, расположенной на траверзе дельты Северной Двины (ст. 16). Превышение предельно допустимой концентрации было также отмечено еще в двух пробах (0,05 и 0,07 мг/л), отобранных из промежуточного слоя вод на глубине 10 м вблизи Зимнего и Летнего берегов. На всех остальных станциях, в том числе расположенных на морском крае дельты Северной Двины, содержание НУ было ниже 1 ПДК, а среднее значение для них составило 0,019 мг/л (табл. 6.3).

Однодневная съемка в ноябре выявила небольшое снижение уровня загрязнения вод залива нефтяными углеводородами, средняя величина составила 0,023 мг/л. Наибольшие значения (0,06 и 0,07 мг/л) зафиксированы в придонном слое у западного берега залива (ст. 6 и 19). Средняя за год величина составила 0,028 мг/л.

В 18 обработанных на **хлорорганические пестициды** пробах воды ДДТ в период наблюдений не обнаружен. Однако концентрация ДДЕ только в трех пробах была ниже предела обнаружения используемого метода анализа. В остальных диапазон изменений составил 0,19-0,53 нг/л, в среднем – 0,31 нг/л. Наиболее высокие значения отмечены в водах залива на удалении от дельты Северной Двины.

Диапазон и средняя концентрация пестицидов группы ГХЦГ составила:  $\alpha$ -ГХЦГ 0-0,98 и 0,20 нг/л,  $\beta$ -ГХЦГ 0-0,75 и 0,04 нг/л,  $\gamma$ -ГХЦГ 0-1,41 и 0,28 нг/л. Повышенные значения  $\gamma$ -ГХЦГ свидетельствует о «свежем» происхождении этих веществ и их недавнем попадании в морскую среду. Наибольшие значения 0,79; 0,91 и 1,41 нг/г были зафиксированы вблизи морского края дельты на ст. 16 и 17.

Среднее содержание **нитритов** составило 0,99 мкг/л, что значительно ниже 1 ПДК. Максимальная концентрация была почти в два раза меньше прошлогодней и составила 3,5 мкг/дм<sup>3</sup>. Наибольший уровень нитритов в воде был зарегистрирован в июне в придонном слое на глубине 10 м вблизи дельты Северной Двины (ст.19). Концентрация нитратов изменялась от 6,71 до 208,10 мкг/л, в среднем 65,30 мкг/л, наибольшие значения отмечены в глубинных слоях на максимальном удалении от вершины залива.

Содержание **фосфатов** изменялось от 1,7 до 33,1; в среднем 17,78 мкг/л. Подобно нитратам их концентрация была максимальной в июне в центре залива на ст. 9 в придонном слое вод на глубине 80 м.

Распределение **силикатов** в водах залива отличалось повышенными значениями на морском крае дельты – 1773, 1345 и 1592 мкг/л в июле, средняя величина по всем пробам составила 623 мкг/л. Осенью средняя концентрация была 353, а максимум достигал 818 мкг/л.

Кислородный режим вод Двинского залива летом и осенью был в пределах нормы: содержание растворенного **кислорода** изменялось в диапазоне 6,58-11,2 мг/л (62-100% насыщения), составив в среднем 9,45 мг/л. Минимальное насыщение вод кислородом (62%), как и в прошлом году, было отмечено в июне в толще вод на глубине 10 м вблизи Зимнего берега (ст. 12).

Индекс загрязненности вод (ИЗВ) Двинского залива в 2007 г. не рассчитывался в связи с недостаточным набором наблюдаемых параметров.

#### 6.4. Кандалакшский залив

В 2007 г. Мурманский УГМС выполнил шесть гидрохимических съемок на водопосту в торговом порту г. Кандалакши.

Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов изменялось от 0,03 до 0,08 мг/л (1,6 ПДК). Диапазон концентрации фенолов в водах порта составил 0,05 - 0,75 мкг/л (0,8 ПДК); аммонийного азота – 8-57 мкг/л.

Концентрация металлов изменялась в относительно небольших пределах: медь – 4,0-7,6 мкг/л (1,5 ПДК), никель – 2,1-4,7 мкг/л, свинец – 0,5-2,6 мкг/л, марганец – 5,0-12,3 мкг/л, кадмий – 0,02-0,11 мкг/л, железо – 32-73 мкг/л (1,5 ПДК). Превышение 1 ПДК было отмечено по содержанию ртути – во всех пробах, железа - в одной пробе, меди - в трех пробах. Среднее за год содержание меди и железа наблюдалось на уровне 1 ПДК, ртути – 1,2 ПДК. Концентрация других ингредиентов была ниже нормативных значений.

Содержание легкоокисляемых органических веществ в воде, определяемое по биохимическому потреблению кислорода БПК<sub>5</sub>, было в пределах нормы – 0,57-0,95 мгО<sub>2</sub>/л.

Индекс загрязненности вод по наблюдениям в 2007 г. составил 1,0 (III класс, «умеренно загрязненные»). Уровень загрязненности вод в торговом порту по сравнению с прошлым годом практически не изменился (табл. 6.4).

Таблица 6.3.

Средняя и максимальная концентрация загрязняющих веществ в заливах Белого моря в 2005-2007 гг.

Район	Ингредиенты	2005 г.		2006 г.		2007 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Двинский залив	НУ	0,01	0,2	0,05	1,0	0,03	0,6
		0,02	0,4	0,17	3	0,19	4
	α-ГХЦГ	0,00		0,00		0,20	<0,1
		0,00		0,1	<0,1	0,98	<0,1
	β-ГХЦГ	-		-		0,04	<0,1
						0,75	<0,1
	γ-ГХЦГ	0,00		0,00		0,28	<0,1
		0,00		0,00		1,41	0,1
	ДДТ	-		-		0,00	
						0,00	
	ДДЕ	-		-		0,31	<0,1
						0,53	<0,1
	Кислород	9,30		8,60		9,45	
		7,87		7,40		6,58	

Кандалакшский залив	НУ	0,04	0,8	0,03	0,6	0,05	1,0
		0,05	1,0	0,06	1,2	0,08	1,6
	Фенолы	0,84	0,8	0,11	0,1	0,17	0,2
		1,84	1,8	0,20	0,2	0,75	0,8
	Аммонийный азот	19	< 0,1	16	< 0,1	26,8	< 0,1
		37	< 0,1	38	< 0,1	57,0	< 0,1
	$\alpha$ -ГХЦГ					0,34	< 0,1
						1,80	0,2
	$\gamma$ -ГХЦГ	0,52	< 0,1	-		0,15	< 0,1
		1,60	0,2	-		1,00	0,1
	ДДТ	0,00		-		0,00	
		0,00		-		0,00	
	Медь	5,45	1,1	4,0	0,8	4,99	1,0
		7,20	1,4	5,0	1,0	7,6	1,5
	Марганец	6,38	0,1	10,8	0,2	6,78	0,1
		7,30	0,1	23,0	0,5	12,30	0,3
	Железо	44,72	0,9	62,0	1,2	46	1,0
		73,00	1,5	127,0	2,5	73	1,5
	Никель	4,1	0,4	5,9	0,6	3,08	0,3
		5,9	0,6	22,5	2,3	4,70	0,5
	Свинец	1,0	0,1	0,6	< 0,1	1,45	0,1
		1,9	0,2	1,2	0,1	2,60	0,3
	Кадмий	0,08	< 0,1	0,07	< 0,1	0,05	< 0,1
		0,11	< 0,1	0,22	< 0,1	0,11	< 0,1
	Ртуть	-	-	0,07	0,7	0,121	1,2
				0,10	1,0	0,154	1,5
	Кислород	7,69		8,11		7,62	
		6,32		7,23		6,12	

Примечания: 1. Концентрация (С\*) нефтяных углеводородов и растворенного в воде кислорода приведена в мг/л; аммонийного азота, фенолов, меди, никеля, марганца, свинца, железа, ртути и кадмия – в мкг/л; пестицидов – в нг/л.

2. Для каждого ингредиента в верхней строчке указано среднее за год значение в абсолютных значениях и в ПДК, в нижней строчке – 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 6.4.

Оценка качества вод по ИЗВ в Кандалакшском заливе Белого моря в 2005-2007 гг.

Район моря	2005 г.		2006 г.		2007 г.		Содержание ЗВ в 2007 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
торговый порт г. Кандалакши	0,81	III	0,69	II	1,0	III	НУ – 1,0; медь – 1,0; ртуть – 1, 2