

**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**

## 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; границей между морями считается линия, проведенная от мыса Святой Нос (Кольский полуостров) до мыса Канин Нос (полуостров Канин). Площадь моря составляет 90,8 тыс.км<sup>2</sup> (вместе с многочисленными мелкими островами, среди которых наиболее известны Соловецкие острова), объем воды 4,4 тыс.км<sup>3</sup>. Северо-западные берега высокие и скалистые, юго-восточные - пологие и низкие; длина сильно изрезанной береговой линии не менее 2000 км (в скандинавской мифологии Белое море известно под названием «Гандвик», а также как «Bäy of Serpents» из-за изогнутой береговой линии). Рельеф дна сложный. Большая отмель в южной части моря с глубинами до 50 м в Двинском и Онежском заливах переходит в склон, а потом во впадину в центральной части моря с глубинами 100-200 м. Средняя глубина моря 67 м, а максимальная глубина - 340 м. Центральную часть моря занимает замкнутая котловина, отделяемая от Баренцева моря порогом с малыми глубинами, препятствующими обмену глубинными водами. Донные осадки на мелководье и в Горле состоят из гравия, гальки, песка и иногда ракушечника, а в центре моря дно покрыто мелкозернистым глинистым илом коричневого цвета.

Акватория Белого моря делится на несколько частей: Бассейн, Горло, Воронка, Онежская губа, Двинская губа, Мезенская губа и Кандалакшский залив (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Районирование Белого моря (<http://ru.wikipedia.org/wiki>).

Берега Белого моря имеют собственные названия и традиционно разделяются в порядке перечисления против часовой стрелки от побережья Кольского полуострова на Терский, Кандалакшский, Карельский, Поморский, Онежский, Летний, Зимний,

Мезенский и Канинский берега; иногда Мезенский разделяют на Абрамовский и Конушинский, а часть Онежского называют Лямецким

берегом. В Белое море впадают реки Северная Двина, Мезень, Поной, Онега и Кемь; годовой речной сток в среднем оценивается в 215 км<sup>3</sup>.

Климат субарктический с чертами как морского, так и континентального. В летний период поверхностные воды заливов и центральной части моря прогреваются до 15-16 С, а в Онежском заливе и Горле не выше 9 С. Зимой температура поверхностных вод понижается до -1,3...-1,7 С в центре и на севере моря, а в заливах - до -0,5...-0,7 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. В Горле из-за интенсивного приливного турбулентного перемешивания вертикальное распределение температуры практически однородное.

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. Вдоль западных берегов в Белое море поступают более солёные баренцевоморские воды, а вдоль восточных берегов моря опреснённые поверхностные воды продвигаются и поступают в Горло и далее на север. Скорости течений составляет 10-15 см/с. Хорошо выражены приливы, которые имеют правильный полусуточный характер. Средняя высота сизигийных приливов колеблется от 0,6 (Зимняя Золотица) до 3 метров, в некоторых узких заливах достигает 7 метров (7,7 метров в Мезенской губе, устье реки Семжа). Приливная волна проникает вверх по течению впадающих в море рек, например на Северной Двине на расстояние до 120 километров. Несмотря на

небольшую площадь поверхности моря на нём развита штормовая деятельность, особенно осенью, когда во время штормов высота волн достигает 6 метров. Сгонно-нагонные явления в холодное время года достигают на море величины 75-90 сантиметров.

Ежегодно на 6-7 месяцев море покрывается льдом. У берега и в заливах образуется припай, центральная часть моря обычно покрыта плавучими льдами (до 90% ледового покрова), достигающими толщины 35-40 сантиметров, а в суровые зимы до полутора метров.

Основные порты: Архангельск, Северодвинск, Онега, Беломорск, Кандалакша, Кемь и Мезень.

## **6.2. Источники поступления загрязняющих веществ**

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. Значительным источником загрязнения вод Белого моря является сброс сточных вод предприятиями городов и поселков, расположенных в прибрежных районах и устьевых областях рек.

По данным Двинско-Печорского бассейнового водного управления МПР России в 2009 г. в юго-восточные районы моря и устьевые участки рек было сброшено более 255,6 млн.м<sup>3</sup> сточных вод, из которых 16,7 млн.м<sup>3</sup> без очистки. Почти все эти воды поступили в Двинский залив (табл. 6.1). Со сточными водами предприятий и городов, расположенных на берегах Двинского залива было сброшено 5,18 т НУ, 7,26 т детергентов и 0,12 т фенолов (табл. 6.2). При аварийных разливах на акватории Архангельского морского порта в море поступило менее 0,001 т нефтепродуктов: 14 августа 2009 г. в районе гавани «Парусного центра «Норд» с частного катера имело место загрязнение водной поверхности нефтяными углеводородами площадью 40-60 м<sup>2</sup>. В дельтовой области Северной Двины в районе г. Архангельска было 5 основных предприятий, сбрасывающих загрязняющие вещества, а в районе г. Северодвинска основная антропогенная нагрузка определяется ПО «Севмаш».

В Кандалакшский залив Белого моря отводят сточные воды 7 предприятий; наиболее крупные из них - ОАО «Кандалакшский алюминиевый завод СУАЛ», ЗАО «Беломорская нефтебаза», ГОУП «Кандалакшаводоканал» (табл. 6.2). В 2009 г. в залив было сброшено более 10,5 млн.м<sup>3</sup> сточных вод, в т.ч. загрязненных без очистки – 0,5 млн.м<sup>3</sup> (4,9%). Со сточными водами в залив поступило 71,5 т органических веществ (по БПК<sub>5</sub>), почти 246 т взвешенных веществ, больше тонны нефтепродуктов и железа, а также другие загрязняющие вещества.

Таблица 6.1.

Объем сточных вод, поступивших в отдельные районы Белого моря в 2009 г.

Район моря	Всего	В том числе без очистки	
	тыс. м <sup>3</sup>	тыс. м <sup>3</sup>	%
1. Двинский залив	254486,0	16693,7	6,6
в том числе:			
1.1 Архангельск	159119,8	9165,4	5,8
1.2 Северодвинск	95366,2	7528,3	7,9
2. Устьевая обл. р. Онега	1133,5	7,5	0,7
3. Кандалакшский залив	10525,1	520,3	4,9
Сумма	266144,5	17131,2	6,5

Таблица 6.2.

Суммарное поступление загрязняющих веществ (т) в Двинский, Онежский и Кандалакшский заливы Белого моря в 2009 г.

Предприятие	Загрязняющие вещества, (тонн)						
	НУ	фенолы	СПАВ	БПК <sub>5</sub>	ВВ	Сухой остаток	Fe
<b>Устьевая область р. Северная Двина (г. Архангельск)</b>							
Архангельская ТЭЦ	0,218	-	-				
Соломбальский ЦБК	1,257	0,12	0,732				
МУП «Водоканал»	1,03	-	1,624				
Архангельский завод технических спиртов	0,001	-	-				
СРЗ «Красная Кузница	-	-	-				
Итого:	<b>2,506</b>	<b>0,12</b>	<b>2,356</b>				
<b>Двинский залив (г. Северодвинск)</b>							
Северодвинская ТЭЦ-1	0,013	-	-				
МП «Звездочка»	0,15	-	0,363				
ПО «Севмаш»	2,511	-	4,541				
Итого:	<b>2,674</b>	-	<b>4,904</b>				
Двинский залив итого:	<b>5,18</b>	<b>0,12</b>	<b>7,26</b>				
<b>Устьевая область р. Онега (г. Онега)</b>							
МУП «Водоканал»	0,44	-	0,873				
Итого:	<b>0,44</b>	-	<b>0,873</b>				
<b>Кандалакшский залив (г. Кандалакша)</b>							
Апатитыводоканал	0,1	-	0,132	16,7	172,60	12,8	0,284
Кандалакшский морской торговый порт	0,002	-	0,004	0,48	0,10	1,53	0,007
«КАЗ-СУАЛ»	0,1	-	-	1,7	2,00	63,2	0,103
Кандалакшаводоканал	0,61	-	0,559	50,2	67,10	845,5	0,656
Беломорская нефтебаза	0,24	-	-	0,82	2,46	71,6	-
ООО «Лувеньга»	0,003	-	0,004	1,6	1,60	10,8	0,021
Итого:	<b>1,055</b>	-	<b>0,699</b>	<b>71,5</b>	<b>245,86</b>	<b>1005,43</b>	<b>1,071</b>

### 6.3. Загрязнение вод Двинского залива

В Двинском заливе Белого моря в 2009 г. Северное УГМС на НИС «Иван Петров» выполнило две гидрохимические съемки с 31 июля по 1 августа и 6-7 ноября на 7 стандартных станциях (рис. 6.2).



Рис. 6.2. Расположение станций гидрохимического мониторинга в Двинском заливе в 2009 г.

Средняя концентрация **НУ** в водах залива составила 0,1 мг/л (табл. 6.3). Максимальное значение достигало 0,08 мг/л (1,6 ПДК) и было отмечено в июле в толще воды в самой северо-западной точке контроля далеко от устья Северной Двины. По сравнению с 2008 г. уровень

загрязнения вод Двинского залива **НУ** существенно не изменился.

В период проведения наблюдений в 2009 г. содержание хлорорганических **пестицидов** группы ГХЦГ в водах Двинского залива было почти на порядок ниже, чем в 2008 г. Средняя концентрация  $\alpha$ -ГХЦГ составила 0,004 нг/л, максимальная – 0,03 нг/л;  $\beta$ -ГХЦГ – 0,19 и 1,98 нг/л, соответственно.  $\gamma$ -ГХЦГ и пестициды группы ДДТ в период наблюдений не обнаружены. Средняя концентрация нитритов составила 1,78 мкг/л; максимальная (5,82 мкг/л) была зарегистрирована в придонном слое в августе вблизи западного края дельты Северной Двины. Кислородный режим вод Двинского залива был в пределах нормы: содержание растворенного кислорода летом изменялось в диапазоне 7,26-10,76 мг/л, составив в среднем 9,03 мг/л. Процент насыщения водных масс **кислородом** изменялся в диапазоне 69-96%, в среднем 86%. Минимальное значение было зарегистрировано в августе в придонном слое вод на траверзе центральной части дельты реки. По сравнению с предшествующим годом кислородный режим существенно не изменился.

### 6.4. Устьевые области рек

Дельта реки **Северная Двина**. В водах дельты среднее содержание **НУ** в воде составило 0,015 ПДК, максимум достигал 0,487 мг/л (9,7 ПДК). Уровень загрязненности вод дельты летучими фенолами был

повышенным: среднее содержание составило 0,003 мг/л (3 ПДК), максимальное 0,009 мг/л, минимальное 0,001 мг/л. Максимальная концентрация фенола (карболовой кислоты), о-крезола и 2-хлорфенола составила 1,47; 2,88 и 0,58 мкг/л (1,5; 2,9 и 0,6 ПДК) соответственно. Содержание аммонийного азота в среднем за время наблюдений составило 0,08 мг/л, а максимум достигал 0,79 мг/л (1,6 ПДК). Из хлорорганических пестицидов в водах дельты Северной Двины в период наблюдений был обнаружен  $\alpha$ -ГХЦГ в концентрации 1,0 нг/л. Кислородный режим в дельте р. Северная Двина в период наблюдений был в пределах естественной многолетней изменчивости. Содержание растворенного кислорода изменялось в интервале 3,88–11,60 мг/л, составив в среднем 7,59 мг/л. Минимальная концентрация было ниже норматива (0,65 ПДК) и была зафиксирована в апреле на участке реки у села Усть-Пинега.

Устьевая область реки **Онеги**. Среднее содержание нефтяных углеводородов составило 0,014 мг/л; максимум достигал 1,2 ПДК. Максимальное содержание аммонийного азота достигало 0,08 мг/л, в среднем 0,04 мг/л. Из хлорорганических пестицидов обнаружен только метаболит  $\alpha$ -ГХЦГ в концентрации 2,0 нг/л. Кислородный режим в устьевой области Онеги был удовлетворительным: содержание растворенного кислорода изменялось в диапазоне 6,45–9,67 мг/л, составив в среднем 8,59 мг/л.

Устьевая область реки **Мезень**. Среднее содержание НУ в период наблюдений составило 0,03 мг/л, максимальное 0,05 мг/л (1,0 ПДК). Содержание аммонийного азота в воде изменялось от 0,03 до 0,41 мг/л, в среднем 0,14 мг/л. Хлорорганические пестициды обеих групп в период наблюдений не обнаружены. Кислородный режим был в норме: содержание растворенного кислорода варьировало в диапазоне 6,74–11,70 мг/л, составив в среднем 9,57 мг/л.

### **6.5. Загрязнение вод Кандалакшского залива**

В 2009 г. в Кандалакшском заливе Мурманским УГМС было проведено 6 гидрохимических съемок на водпосту в торговом порту г. Кандалакша. Пробы воды отобраны из поверхностного горизонта.

Содержание нефтяных углеводородов в морских водах составляло 0–0,09 мг/л и превышало ПДК в одной пробе, отобранной в августе; средняя концентрация 0,03 мг/л. Уровень загрязненности вод фенолами был невысоким. Их концентрация изменялась от 0,02 до 0,11, составив в среднем 0,06 мкг/л. Содержание аммонийного азота варьировало от значений менее предела обнаружения до 55,0 мкг/л, составляя в среднем 32,2 мкг/л. Содержание взвешенных в воде частиц достигало 5,0 мг/л, в среднем – 1,3 мг/л. Содержание легкоокисляемых органических веществ в воде по биохимическому потреблению кислорода БПК<sub>5</sub> было в

пределах нормы и варьировало в пределах 0,39-0,91 мгО<sub>2</sub>/л (средняя 0,69 мгО<sub>2</sub>/л).

В водах порта Кандалакша были обнаружены хлорорганические пестициды и все контролируемые тяжелые металлы (табл. 6.4). И средние, и максимальные значения линдана и его метаболитов были на уровне 0,05-0,15 ПДК, тогда как максимум концентрации ДДТ почти достигал 0,9 ПДК.

Таблица 6.4.

Содержание тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов в поверхностных водах порта Кандалакша в 2009 г.

	ХОП, нг/л			Тяжелые металлы, мкг/л						
	α-ГХЦГ	γ-ГХЦГ	ДДТ	Cu	Ni	Mn	Pb	Fe	Hg	Cd
средняя	0,50	0,33	1,65	9,18	3,82	5,75	3,50	53,17	0,032	0,08
макс	1,50	1,00	8,50	12,30	4,70	8,10	13,10	60,00	0,047	0,16
мин	0,00	0,00	0,00	6,60	3,30	3,90	1,20	40,00	0,012	0,03

Хотя растворенная ртуть была обнаружена во всех пробах, ее концентрация не превышала долей ПДК. Для кадмия это значение было еще меньшим, максимум достигал только 0,016 ПДК. Содержание свинца в воде было более высоким, максимум достигал 1,3 ПДК. Для меди этот коэффициент был еще выше и составлял 2,5 ПДК. Превышение ПДК по содержанию железа было отмечено в 5 пробах. Содержание остальных металлов было значительно меньше 1 ПДК.

Кислородный режим воды в порту Кандалакша был удовлетворительным. Содержание растворенного кислорода в воде изменялось от 6,77 до 9,40 мгО<sub>2</sub>/л, составив в среднем 7,88 мгО<sub>2</sub>/л. Индекс загрязненности вод по наблюдениям в 2009 г. составил 0,90. Качество вод в торговом порту оценивается III классом («умеренно загрязненные»), (рис. 6.3, табл. 6.5).

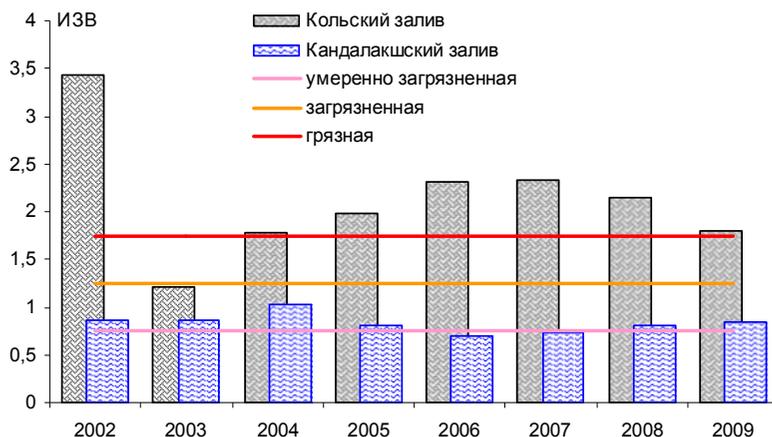


Рис. 6.3. Динамика индекса загрязненности вод акватории порта Кандалакша в Кандалакшском заливе Белого моря и порта Мурманск Кольского залива Баренцева моря в 2002-2009 гг.

Таблица 6.3.

Среднегодовая и максимальная концентрация загрязняющих веществ в водах Двинского и Кандалакшского заливов Белого моря в 2007-2009 гг.

Район	Ингредиент	2007 г.		2008 г.		2009 г.	
		С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Двинский залив	НУ	0,03	0,6	0,03	0,6	0,01	0,2
		0,19	3,8	0,10	2	0,08	1,6
	Нитриты	1		1		2	
		4		3		6	
	α-ГХЦГ	<1	<0,1	<1	<0,1	<1	<0,1
		1	0,1	3	0,3	<1	<0,1
	Растворенный кислород	9,48		9,25		9,03	
		6,58		7,73		7,26	
	% насыщения	88		83		86	
		62		70		69	
Кандалакшский залив: порт Кандалакша	НУ	0,05	1,0	0,04	0,8	0,03	0,6
		0,08	1,6	0,08	1,6	0,09	1,8
	Фенол	0,17	0,2	0,19	0,2	0,06	<0,1
		0,75	0,8	0,29	0,3	0,11	0,1
	Медь	4,99		6,18	1,2	9,18	1,8
		7,60	1,5	7,70	1,5	12,3	2,5
	Никель	3,08	0,3	4,65	0,5	3,82	0,4
		4,70	0,5	8,50	0,9	4,70	0,5
	Свинец	1,45	0,1	1,58	0,2	3,50	0,4
		2,60	0,3	3,90	0,4	13,1	1,3
	Марганец	6,78	0,1	6,87	0,1	5,75	0,1
		12,30	0,2	10,2	0,2	8,10	0,2
	Железо	46	0,9	78	1,6	53	1,1
		73	1,5	152	3,0	60	1,2
	γ-ГХЦГ (линдан)	0,34	<0,1	0,33	<0,1	0,50	<0,1
		1,80	0,2	0,60	<0,1	1,50	0,2
	ДДТ	0		0		1,65	0,2
		0		0		8,50	0,9
	Азот аммонийный	27		22		32	
		57		39		55	
	БПК <sub>5</sub> мгО <sub>2</sub> /л	0,69		0,79		0,69	
		0,95		1,00		0,91	
	Растворенный кислород	7,62		7,95		7,88	
		6,12		7,03		6,77	

Примечания: 1. Концентрация (С)\* нефтяных углеводородов (НУ) и растворенного в воде кислорода приведена в мг/л; СПАВ, аммонийного азота, фенола и нитритов - в мкг/л, пестицидов – в нг/л.

2. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке – 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 6.5.

Оценка качества вод порта Кандалакша в Кандалакшском заливе Белого моря в 2007-2009 гг.

Район моря	2007 г.		2008 г.		2009 г.		Содержание ЗВ в 2009 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
торговый порт, г. Кандалакша	1,0	III	0,81	III	0,90	III	HУ - 0,6; Cu – 1,84; Ni - 0,38; O <sub>2</sub> - 7,88 мгО <sub>2</sub> /л