

Выполненная оценка качества вод обследованного участка трассы газопровода по результатам исследований проведенных осенью 2005 г. и летом 2006 г. показала, что несмотря на имеющиеся сезонные различия в уровнях содержания ряда загрязняющих веществ и соответственно значений ИЗВ, в целом воды относятся ко II классу качества «чистые», что является характерным для районов восточной части Финского залива не подверженных прямому техногенному воздействию.

При условном разделении трассы газопровода в районе работ на локальные участки (рис. 5.31) состояние загрязнения донных отложений в 2005 г. на участке 1 (бухта Портовая) соответствовало «нулевому» классу - чистые отложения, на участках 2, 5 и 6 соответствовало «первому» классу - слабо загрязненные отложения, а на участ-

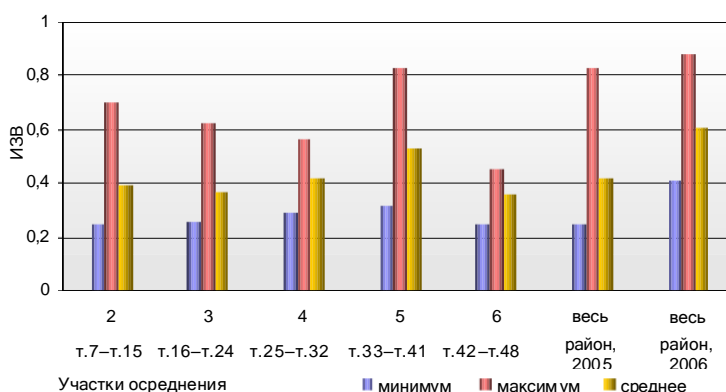


Рис. 5.31. Характеристика индекса загрязнения морских вод для выделенных участков осреднения и всей обследованной трассы проектируемого газопровода в 2005- 2006 гг.

ках 3 и 4 - «второму» классу (умеренно загрязненные донные отложения).

В 2006 году загрязнение донных отложений на участках 1 (бухта Портовая), 4, 9-10 и 12-14 соответствовало «нулевому» классу - чистые отложения, на участках 2, 3, 5, 6 и 8 - «первому» классу - слабо загрязненные донные отложения, а на участках 7 и 11 - «второму» классу - умеренно загрязненные отложения.

5.3.2. Состояние экосистемы юго-восточной части Балтийского моря

Мониторинг по гидробиологическим показателям в российской части юго-восточной части Балтийского моря продолжил исследования ИГКЭ в этом районе, начатые в 2003 г. Исследования включали изучение состояния бактериопланктона (численность, биомасса бактериопланктона, продукция бактериальной биомассы, численность углеводородокисляющих микроорганизмов), первичной продукции и бактериальной деструкции органического вещества и состояния зоопланктона (численность, биомасса). Наблюдения проводились ГУ ИГКЭ Росгидромета и РАН в марте, июле и октябре 2006 года.

Бактериопланктон. Формирование бактериального населения тесно связано с динамикой водных масс, температурным и кислородным режимами, интенсивностью образования органического вещества в процессе фотосинтеза фитопланктона и его деструкции, а также с поступлением, накоплением и утилизацией загрязняющих веществ.

Зимний сезон. Минимальное количество микроорганизмов выявлено зимой. В 2006 плотность бактериального населения изменялась в пределах: от 443 до 839 тыс.кл/мл. В зимние периоды 2004 и 2005 гг. численность бактериопланктона колебалась в широких пределах от 192 до 1758 тыс.кл/мл. (рис. 5.32., табл. 5.4.) Сравнительно невысокий уровень развития микроорганизмов, характерный для зимнего периода 2006 г. был практически идентичен уровню 2005 г., но в 1,2 ниже раза, чем в 2004 г. Минимальная численность бактерий зимой была характерна для открытой части моря, максимальная - как и в 2004, 2005 гг., была отмечена в прибрежной зоне. В 2006 г. концентрация микрофлоры здесь была в 2,2 раза ниже, чем в 2004 г. Наибольшая концентрация микроорганизмов в большинстве случаев была отмечена в поверхностных и придонных слоях водной массы. Количественные показатели бактериопланктона находились в пределах межгодовых колебаний и соответствовали уровню зимнего развития микроорганизмов.

Функциональное состояние микроорганизмов является показателем их активности, и может быть определено по величине суточной продукции бактериальной биомассы. Продукция бактериальной биомассы зимой 2006 г. колебалась от 6,64 до 42,10 мкгС·л⁻¹сут⁻¹ и была максимальной в прибрежной зоне. Наибольшая продукция бактериальной биомассы была определена зимой 2004 г., тогда как в 2005 г. она была в 3 раза ниже. Максимальные суточные величины продукции бактериальной биомассы в зимний период в 2004 и 2005 гг. были определены в водах, примыкающих к литовской и польской границам. Наименьшая активность и сравнительно низкие величины суточной продукции бактериальной биомассы обнаружены в открытой части моря и в районе нефтяной

платформы. Наиболее высокая активность микроорганизмов отмечалась в 10-м поверхностном слое. В целом, зимой средний уровень активности микроорганизмов в 2006 г. соответствовал уровню 2005 г. Некоторые колебания количественных показателей бактериопланктона находились в пределах межгодовых изменений и соответствовали зимнему уровню развития микроорганизмов.

Хроническое загрязнение нефтепродуктами морской среды привели к адаптации морских микроорганизмов к нефтяным углеводородам и способности разрушать и утилизировать эти вещества. В зимний период 2006 г. уровень развития микроорганизмов, способных окислять сырую нефть был низкий (табл. 5.5.). Численность этой физиологической группы бактерий колебалась в пределах от 0 до 100 кл/мл. Наибольшее количество нефтеокисляющих бактерий (100 кл/мл), как и в 2005 г., было выявлено в глубинных слоях водной массы.

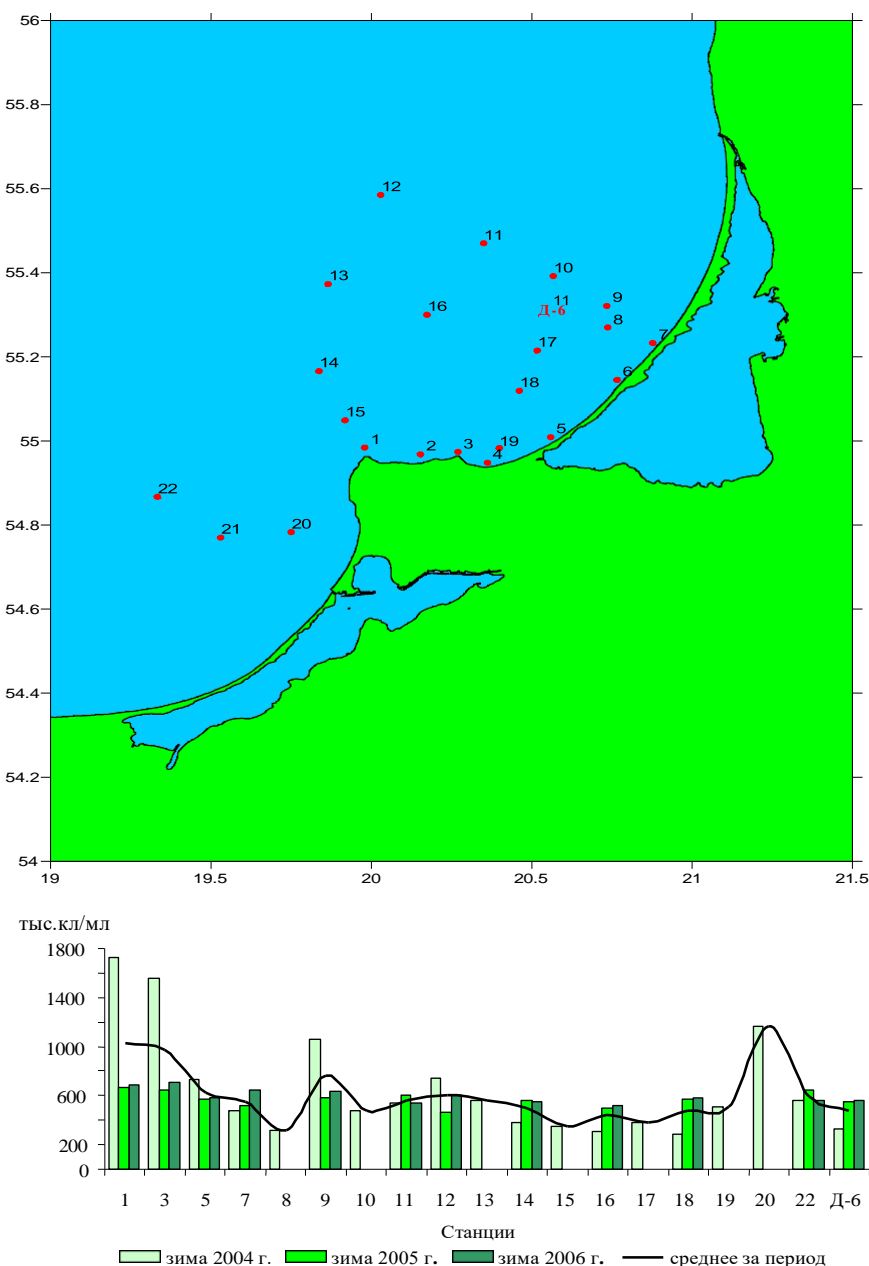


Рис. 5.31. Верхний - Схема станций экологического мониторинга в российской зоне юго-восточной части Балтийского моря в 2003-2005 гг. Нижний - Межгодовые изменения общей численности бактерий в зимние периоды 2004-2006 гг. в юго-восточной части Балтийского моря

Летний сезон. Уровень развития микрофлоры летом, в отличие от весеннего периода, возрастал почти на порядок что, связано с повышением температуры воды, сукцессией планктонного сообщества, изменением скорости новообразования органического вещества и других факторов. Количественные показатели общей численности бактерий и продукции бактериальной биомассы в 2006 г. были значительно выше, соответственно в 1,2 и 1,4 раза, чем в 2005 г. Межгодовые колебания концентрации микробных популяций летом изменялась в широких пределах от 270 до 3917 тыс.кл/мл (табл. 5.4., рис. 5.32.). Суточная величина продукции бактериальной биомассы летом 2006 г. колебалась от 9,63 до 95,95 мкгСл⁻¹сут⁻¹, в среднем увеличилась в 2 раза, по сравнению с зимним периодом (рис. 5.32). Максимальные величины общей численности бактерий и продукции бактериальной биомассы были определены в прибрежной зоне и в районе литовской границы. Здесь средние величины общей численности бактерий суточные величины продукции бактериальной биомассы была почти в 1,5 раза выше, чем в открытой части моря. Минимальная плотность бактериального населения выявлена в районе польской границы.

В летний период с повышением температурного режима морской среды, изменялась концентрация нефтеокисляющих микроорганизмов. Наблюдения в 2006 г. показали, что уровень развития этой физиологической группы микроорганизмов был на порядок выше, чем зимой. Пределы колебания НВЧ гетеротрофной сапрофитной микрофлоры, способной окислять нефтепродукты, составляли $10 \cdot 10^4$ кл/мл (табл. 5.5.).

Табл. 5.4. Общая численность бактериопланктона в юго-восточной части Балтийского моря в 2006 г.

№ станции	Горизон-ты, м	Количество бактерий, тыс. кл/мл		
		Зима	Лето	Осень
1	0,5	817	1652	2848
	10	553	1669	2725
	Средняя	685	1660	2786
3	0,5	685	2738	873
	10	736	2729	1618
	Средняя	710	2733	1245
5	0,5	566	3057	1358
	10	592	3210	596
	Средняя	579	3133	977
7	0,5	689	1763	1328
	10	604	2695	1162
	Средняя	646	2229	1245
9	0,5	575	3223	1090
	10	839	3917	749
	27	494	2644	945
11	Средняя	636	3261	928
	0,5	434	2209	758
	10	722	3018	758
12	30	477	1396	856
	47	539	2065	472
	Средняя	541	2172	711
14	0,5	673	1733	
	10	685	1835	
	30	558	1226	
16	65	609	570	
	80	473	659	
	Средняя	600	1204	
18	0,5	515	2414	2226
	10	532	1950	843
	30	498	1924	681
22	50	443	1754	830
	68	770	906	536
	Средняя	551	1789	1023
9 л	0,5	545	2653	
	10	519	3006	
	30	485	1196	
16	50	515	1945	
	Средняя	516	2200	
18	0,5	626	2904	1149
	10	575	1737	971
	30	545	2997	809
22	Средняя	582	2546	976
	0,5	600	2303	1507
	10	545	2397	1268
9 л	30	630	534	707
	50	511	458	507
	110	524	270	528
9 л	Средняя	562	1192	903
	0,5	604	2154	736
	10	575	1784	408
9 л	30	511	847	1107
	Средняя	563	1595	750

Табл. 5.5. Количество нефтеокисляющих микроорганизмов в юго-восточной части Балтийского моря в 2006 г.

№ станции	Горизон-ты, м	Количество микроорганизмов, кл/мл		
		Зима	Лето	Осень
1	0,5	0	10	0
	10	10	-	10
	20	-	100	-
3	0,5	10	10	100
	10	10	100	100
	Средняя	100	10	10
5	0,5	100	1000	100
	10	100	10	10
	Средняя	10	10000	100
7	0,5	10	10	0
	10	10	100	100
	27	10	100	10
9	0,5	100	100	1000
	10	10	100	100
	30	100	100	1000
11	47	100	-	1000
	50	-	1000	-
	0,5	10	0	-
12	10	10	10	-
	30	10	100	-
	50	-	-	-
14	65	100	100	-
	80	100	100	-
	0,5	100	0	0
16	10	10	100	10
	30	100	1000	100
	50	100	100	100
18	68	100	100	1000
	0,5	10	10	-
	10	100	100	-
22	30	10	1000	-
	0,5	10	0	100
	10	10	10	100
9 л	30	10	100	100
	50	100	10	1000
	30	100	100	1000
9 л	50	100	-	-
	60	-	100	100
	75	100	-	-
9 л	100	-	100	-
	110	-	-	10000
	0,5	10	100	0
9 л	10	10	100	100
	30	10	1000	100

Наибольшее количество нефтеокисляющих бактерий было выявлено в прибрежной зоне - от 10 до 10^4 кл./мл. В мелководной зоне моря наибольшая плотность была отмечена в поверхностных слоях. На глубоководных станциях выявлено два максимума развития НВЧ микрофлоры. Пик развития этой физиологической группы микроорганизмов располагался в промежуточных слоях водной толщи. Общая экологическая ситуация в юго-восточной части Балтийского моря в летний период соответствовала середине биологического лета.

Осенний сезон. Общая численность бактерий осенью 2006 г. изменялась от 592 до 2848 тыс.кл./мл (рис. 5.33.). Максимальное развитие бактерий было характерно для прибрежной зоны, где их общая численность в 2006 г. была в 1,6 раза выше, чем в 2005 г. Самая низкая плотность бактериального населения была выявлена в водах, прилегающих к польской и литовской границам. Исследования, выполненные в 2003-2006 гг. в осеннее время свидетельствуют о том, что основные черты пространственного распределения бактериопланктона, характерные для осеннего сезона, сохранялись. Общая численность бактерий в 2003-2006 гг. варьировала от 464 до 2786 тыс.кл./мл. Концентрации микроорганизмов в 2005 г. была в 2,3 раза выше, чем в 2003 и 2004 гг.

Суточная величина продукции бактериопланктона колебалась от 18,09 до 41,83 мкгС·л⁻¹сут⁻¹. Наибольшая активность микроорганизмов наблюдалась в прибрежной зоне и в районе нефтяной платформы, минимальная - в районе польской границы и открытом море. На глубоководных станциях активность микрофлоры и продукция бактериальной биомассы с глубиной возрастали. Актив-

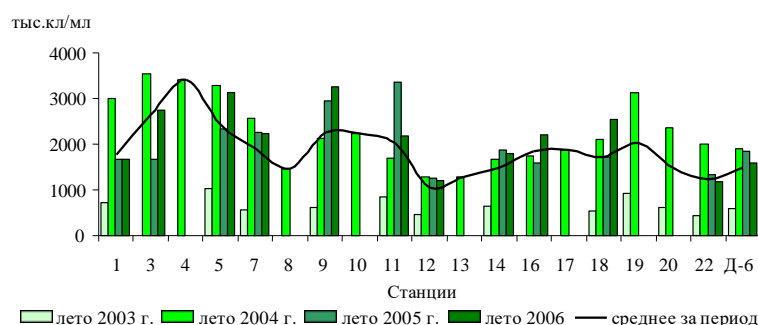


Рис. 5.32. Межгодовые изменения общей численности бактерий в летние периоды 2003-2006 гг. в юго-восточной части Балтийского моря

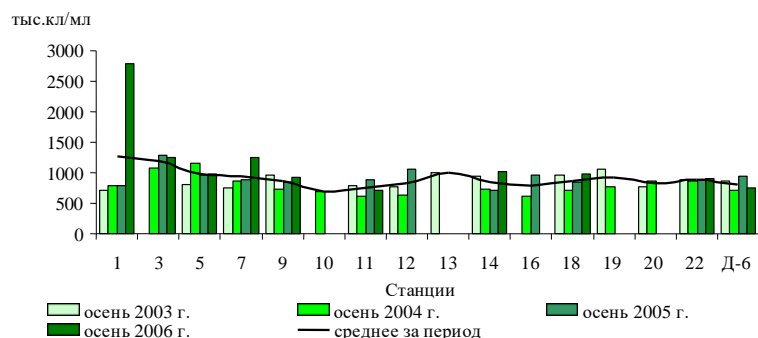


Рис. 5.33. Межгодовые изменения общей численности бактерий в осенние периоды 2003-2006 гг. в юго-восточной части Балтийского моря

ность микроорганизмов осенью 2006 г. и 2005 г. была примерно одинаковой и более высокой по сравнению с осенними периодами 2003 и 2004 гг. В основном, более высокая активность микроорганизмов наблюдалась в поверхностных и в придонных слоях.

В осенний сезон, в связи с особенностями гидрологического режима, уровень развития нефтеокисляющих микроорганизмов был значительно ниже, чем в летнее время (табл. 5.5.). Численность нефтеокисляющих бактерий варьировала в пределах от 0 до 10^4 кл./мл. Максимальное количество бактерий этой физиологической группы было выявлено в районе польской и литовской границ, наименьшее - в прибрежной зоне. В поверхностном слое на большинстве станций нефтеокисляющие микроорганизмы обнаружены не были. В придонных слоях глубоководных участков и в районе нефтяной платформы микроорганизмы, способные трансформировать нефтяные углеводороды, достигали максимальных величин - 100-10000 кл./мл.

Продукционно-деструкционные процессы

Зимний сезон. В широком спектре экологических последствий, вызванных воздействием природного и антропогенного факторов на морскую среду, важную роль играют изменения продукционно-деструкционных процессов. Первичная продукция - органическое вещество, синтезированное в результате фотосинтеза фитопланктона, является основой биологической продуктивности водоема. Последующие этапы продукционного цикла представляют собой этапы разрушения органического вещества.

Уровень продукционно-деструкционных процессов зимой 2006 г. был сравнительно невысоким, что связано с низкой освещенностью и короткой продолжительностью светового дня. Уровень первичной продукции в этот период колебался от 5,4 до 141,1 мкг С/л в сутки, что в среднем в 1,7 раза выше, чем в 2005 г. Наибольшая суточная величина первичной продукции фитопланктона была определена в прибрежной зоне (рис. 5.34.). Здесь суточная величина первичной продукции в 2006 г. была выше в среднем 4,2 раза по сравнению с 2005 г. Максимальная

скорость фотосинтеза фитопланктона была выявлена в поверхностном слое 0,5-10 м. Продукция фитопланктона в зоне максимума составила 323-410 мкг С/л в сутки. С глубиной интенсивность фотосинтеза резко уменьшалась.

В воде и донных отложениях непрерывно протекают процессы разложения органического вещества. Доказано, что лишь ничтожная его часть переходит из одного состояния в другое в результате простых химических реакций. В основном деструкция органического вещества на происходит под воздействием живых организмов. Основная роль в деструкционных процессах принадлежит гетеротрофным микроорганизмам. Важную роль в протекании деструкционных процессах играют свет, температура, кислотность, доступ газов и другие факторы.

Суточная величина бактериальной деструкции зимой 2006 г. изменялась от 21,2 до 136,2 мкг С/л сут (рис. 5.34.). Скорость бактериальной деструкции в среднем была 2,2 раза выше, чем в 2005 г. Наибольшие величины бактериальной деструкции были выявлены в прибрежной зоне и в районе польской границы минимальные - в районе литовской границы и открытой части моря. В большинстве обследованных районов было отмечено два пика увеличения скорости бактериальной деструкции: в зоне новообразования органического вещества (0,5-10 м) и на придонных горизонтах.

Летний сезон. Скорость новообразования органического вещества летом в 2006 колебалась в широких пределах - от 5,4 до 410 мкг С/л сут. и была в среднем 1,2 раза выше, чем в 2005 г. Сравнительно высокие величины первичной продукции были определены в прибрежной зоне. Довольно низкий уровень фотосинтеза фитопланктона отмечен в районах нефтяной платформы и литовской границы (рис. 5.35.). В вертикальном распределении первичной продукции в водной толще был обнаружен пик интенсивного образования органического вещества в слое 0,5-10 м. С глубиной скорость новообразования органического вещества резко снижалась. Протяженность зоны фотосинтеза в летний период равнялась около 0,5-30 м.

Скорость бактериальной деструкции летом 2006 г. варьировала в пределах от 25,2 до 309,7 мкг С/л сут. и была в среднем в 1,4 раза выше, чем в 2005 г. (рис. 5.35.). Максимальная величина суточной бактериальной деструкции отмечена в прибрежной зоне и районе литовской границы, минимальная - в районе польской границы. В открытой части моря и районе нефтяной платформы выявлена одинаковая скорость разложения органического вещества. Основная масса свежесинтезированного органического вещества подвергалась бактериальной деструкции в эвфотической зоне. Максимальные величины бактериальной деструкции были обнаружены в слое (0,5-10 м) водной массы. В глубинных слоях водной массы скорость бактериальной деструкции снижалась почти в 2,0 раза.

Осенний сезон. Исследования продукционных процессов в осенний сезон 2006 г. свидетельствуют о значительных колебаниях суточных величин первичной продукции - 46,8-1281,8 мкг С/л сут (рис. 5.36.). Уровень синтеза органического вещества в процессе фотосинтеза в 2006 г. был выше в среднем 1,3 раза относительно 2004 и 2005 гг. Это, по-видимому, связано с сезонной сукцессией и высокой физиологической активностью фитопланктона, а также особенностью гидрологического и гидрохимического режимов. Сравнительно высокая интенсивность продуцирования орга-

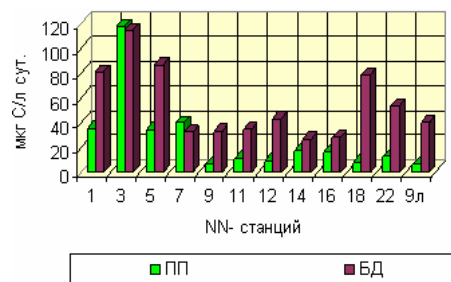


Рис. 5.34. Средние величины первичной продукции (ПП) и бактериальной деструкции (БД) в юго-восточной части шельфа Балтийского моря зимой 2006 г.

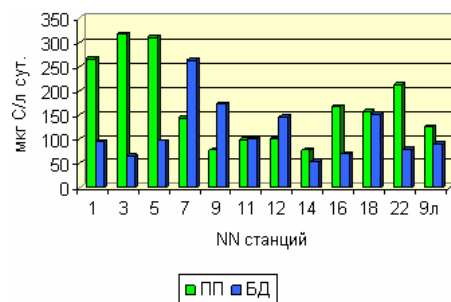


Рис. 5.35. Средние величины первичной продукции (ПП) и бактериальной деструкции (БД) в юго-восточной части шельфа Балтийского моря летом 2006 г.

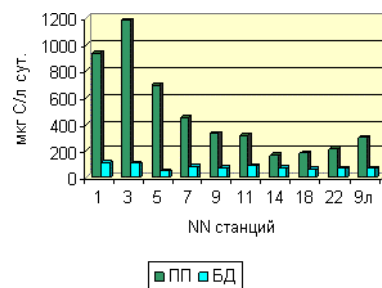


Рис. 5.36. Средние величины первичной продукции (ПП) и бактериальной деструкции (БД) в юго-восточной части шельфа Балтийского моря осенью 2006 г.

нического вещества была отмечена в прибрежной зоне. Здесь суточная величина первичной продукции достигала в среднем 816,2 мкг С/л., что было в 4,7 раза выше, чем в открытой части моря.

Скорость бактериальной деструкции органического вещества в осенний период 2006 г. варьировала как пространственно, так и вертикали обследуемой области. Суточная величина бактериальной деструкции колебалась от 41,5 до

135,2 мкг С/л (рис. 5.36.). Результаты свидетельствуют о низком уровне бактериальной деструкции. По сравнению с 2005 г., показатели бактериальной деструкции осенью 2006 г. в среднем были ниже в 1,6 раза. Наибольшая скорость бактериальной деструкции была отмечена в прибрежной зоне, наименьшая - в открытой части моря. По вертикали водной толщи были отмечены два пика увеличения скорости бактериальной деструкции: в поверхностном слое (10 м) - зоне интенсивного фотосинтеза и в придонном слое массового накопления детрита.

Зоопланктон. Антропогенные и природные, прежде всего, климатические, факторы, в первую очередь воздействуют на структурные элементы планктонных сообществ. Организмы, составляющие планктонное сообщество, их биологическое разнообразие, отвечают за устойчивость функционирования и биоресурсный потенциал морских экосистем и являются индикаторами состояния экосистемы.

Состояние зоопланктона в зимний период. В составе зоопланктона в марте 2006 г. повсеместно доминировали веслоногие ракообразные *Copepoda*. Среди копепод преобладали *Acartia spp.* и *Pseudocalanus minutus*. Эврибионтные *Acartia spp.* доминировали на мелководье и в районах со средними глубинами. *P. minutus* преобладал по биомассе во всех районах, кроме мелководных. Другой массовый вид - *Temora longicornis* составлял около трети биомассы сообщества зоопланктона на мелководье и участках со средними глубинами. Напротив, субдоминирующий *Centropages hamatus* был наиболее многочисленным в более глубоких водах. Солоноватоводный вид *Eurytemora hirundoides* в районе исследований был обнаружен только в прибрежных водах с максимумом в районе г. Пионерск. Морской вид *Oithona similis* встречался на придонных горизонтах глубоководных станций. В целом, развитие популяций массовых видов балтийских копепод в период исследований было типичным для зимнего времени года.

Другие группы зоопланктона в зимнее время были малочисленны. Коловратки *Synchaeta baltica* составляли около 20 % от общей численности зоопланктона только на мелководье. Обнаруживались отдельные особи теплолюбивых *Cladocera*. Личинки донных животных - двусторчатых моллюсков, многощетинковых червей в зимнем планктоне также были редкими. Также редкими были оболочники *Fritillaria borealis*.

Общая численность зоопланктона в марте 2006 г. варьировала от 4,4 до 10,9 тыс.экз./м³. Биомасса зоопланктона в зимний период 2006 г. была очень высокой, сопоставимой с весенними значениями, и изменялась в пре-

делах от 70,5 до 362,4 мг/м³. Вероятно, высокий уровень биомассы был обусловлен значительной долей копепод старших стадий развития в составе зоопланктона, получивших достаточно корма в условиях предшествующей продолжительной теплой осени (рис. 5.37.).

В 2004-2006 гг. численность зимнего зоопланктона варьировала в широких пределах. Наибольшее значение численности было определено в районе г. Пионерск в 2004 г. - 13,8 тыс.экз./м³. Минимальное - 2,4 тыс.экз./м³ в 2004 г. в районе м. Таран. Средние значения численности зоопланктона в марте составили: 4,0 тыс.экз./м³ - в 2004 г., 8,2 тыс.экз./м³ - в 2005 г. и 6,7 тыс.экз./м³ - в 2006 г. Таким образом, зимой 2005 и 2006 гг. численность зоопланктона повысилась, по сравнению с 2004 г.

Биомасса зоопланктона в зимние периоды 2004-2006 гг. была максимальной в 2006 г. и составляла 362,4 мг/м³ на западном мелководном участке. Минимальное значение биомассы было определено в 2004 г. в районе м. Таран, где оно равнялось 24,3 мг/м³ (рис. 5.38.). В трехлетний период наблюдений средняя биомасса зимнего зоопланктона в 2006 г. была вдвое выше, чем в 2004 и 2005 гг. - 180,0 мг/м³, по сравнению с 87,8 и 92,8 мг/м³, соответственно. Очевидно, это связано с более продолжительным периодом оптимальных условий температуры и содержания корма для крупных видов зоопланктона осенью 2005 г.

Доля мертвых организмов в составе зимнего зоопланктона превышала 5 %-й фоновый уровень в западной части района, где была максимальной в глубоководной области - 8,7 % от общей численности. Здесь же чаще всего встречались аномальные рачки, составлявшие на остальной акватории не более 2,2 % от общей численности. На поверхностных горизонтах концентрации мертвых и аномальных организмов были максимальны. В период 2004-2006 гг. зимой не выявлено тенденций изменения содержания некрозоопланктона. Среднее содержание некрозоопланктона в 2004 г. было минимальным и составило 3,3 % от численности рачков. В 2005 г. наблюдался существенный - до 8,6 %, рост доли численности мертвых организмов. Однако в 2006 г. средняя доля мертвой фракции зоопланктона снизилась до фонового значения. В среднем за трехлетний период наблюдений среднее содержание некрозоопланктона составило 5,6 % от численности (рис. 5.39.).

Состояние зоопланктона в летний период. Структура зоопланктона в июле 2006 г. характеризовалась типичным для этого периода доминированием веслоногих ракообразных и коловраток. Копеоды, наиболее массовые в западном глубоководном районе, на прибрежных участках были малочисленными. Численность копепод увеличивалась в восточной части района. В летнем сообществе копепод в районах со средними глубинами и на мелководье доминировали

T.longicornis и *Acartia spp.* В глубоководных районах преобладал *P. minutus*. В условиях высокой летней температуры холодноводный *P.minutus* сохранял высокий уровень численности и биомассы только в глубоководных районах. Средние значения численности *P.minutus* в июле 2003-2005 гг. оставались практически неизменными, а в июле 2006 г. оказались вдвое выше. Таким образом, условия зимы-лета 2006 г. оказались благоприятными для развития *P.minutus* в течение всего периода наблюдений. Значение других видов копепоид *C.hamatus* и *E.hirundoides* было невелико.

Второй по значимости группой зоопланктона были коловратки - типичные доминанты летнего планктона. На мелководье и в районе со средними глубинами доля численности коловраток составляла от 41,6 до 69,7 % от численности всего зоопланктона. Максимальные скопления теплолюбивых ветвистоусых рачков *Cladocera* наблюдалось в западной прибрежной части района. В летний период на прибрежном мелководье часто встречались науплии и циприсы усоногих ракообразных - *Cirripedia*. Значение других представителей меропланктона - планктонных личинок многощетинковых червей *Polychaeta* и двустворчатых моллюсков *Bivalvia* было существенно меньшим.

Численность зоопланктона в июле 2006 г. варьировала в широких пределах от 20,1 до 153,6 тыс.экз./м³. Максимальные значения численности были определены на мелководных участках района, самые низкие - в глубоких водах. Биомасса зоопланктона изменялась от 306,3 мг/м³ до 861,3 мг/м³ (рис. 5.40.).

В 2003-2006 гг. численность летнего зоопланктона существенно варьировала. Максимальное значение численности было определено в 2004 г. в районе нефтепровода - 295,2 тыс.экз./м³. Аномально высокий уровень численности зоопланктона - 982,6 тыс.экз./м³ был определен на западном мелководье в 2003 г. в период массового развития мелких коловраток. Минимальная численность - 15,8 тыс.экз./м³ была установлена в 2004 г. в западной глубоководной области. Средние значения численности зоопланктона в июле составили: 208,7 тыс.экз./м³ - в

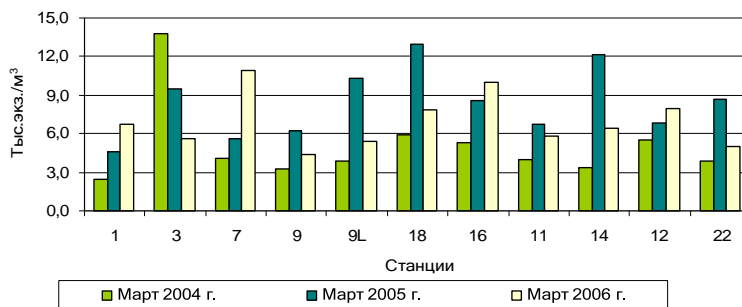


Рис. 5.37. Численность зоопланктона в юго-западной части Балтийского моря в зимние периоды 2004-2006 гг.

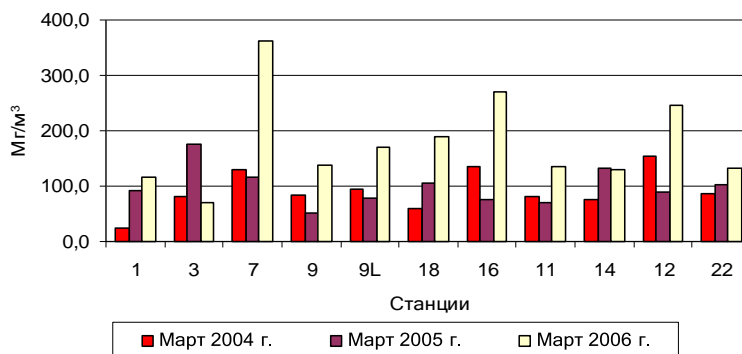


Рис. 5.38. Биомасса зоопланктона в юго-западной части Балтийского моря в зимние периоды 2004-2006 гг.

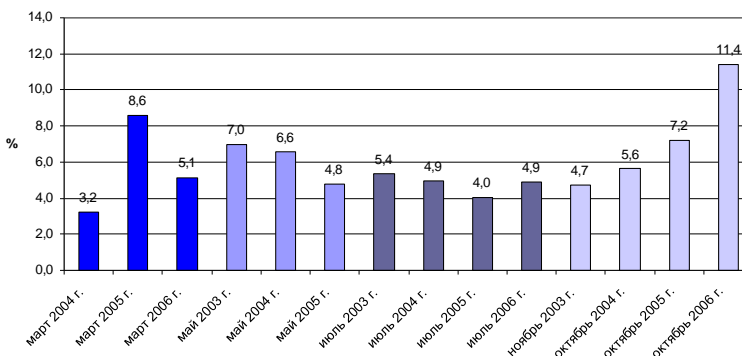


Рис. 5.39. Среднее содержание мертвого зоопланктона в юго-западной части Балтийского моря в 2003-2006 гг.

2003 г., 82,3 тыс.экз./м³ - в 2004 г., 121,2 тыс.экз./м³ - в 2005 г. и 74,8 тыс.экз./м³ - в 2006 г. Таким образом, для периода 2003-2006 гг. показано снижение численности зоопланктона в летний сезон.

В течение 2003-2006 гг. биомасса летнего зоопланктона была максимальной в 2003 г. и составляла 1845 мг/м³ на западном мелководье. Минимальное значение биомассы было определено в 2005 г. в районе г. Пионерск - 223.6 мг/м³ (рис. 5.41.). За четырехлетний период наблюдений средняя биомасса летнего зоопланктона составила в 2003 г. 861,5 мг/м³, в 2004 г. - 665,2 мг/м³, в 2005 г. - 917,2 мг/м³ и в 2006 г. 615,9 мг/м³. и определялась, главным образом, степенью прогреваемости вод.

Содержание некрозоопланктона в июле 2006 г. было невысоким и практически не превышало фоновых значений (5 % от численности). На центральном глубоководном участке вследствие распространения сероводорода в придонных слоях была зарегистрирована гибель 29,2 % гидробионтов на горизонте 50 м и 69,5 % - на горизонте 70 м. На

других глубоководных станциях сероводород также присутствовал в придонных слоях, увеличив смертность рачков до 50 % от общей численности.

Доля аномальных копепод в летний период была незначительной и достигала максимума (0,8 % от общей численности) в районе нефтяной платформы. В целом в летний период среднее содержание некрозоопланктона было наиболее низким - 4,8 %, по сравнению с другими сезонами года. Максимальное среднее содержание некрозоопланктона было отмечено в 2003 г. и составило 5,4 % от численности рачков. В 2004-2006 гг. среднее содержание мертвой фракции зоопланктона снизилось ниже фонового значения (рис. 5.39.).

Состояние зоопланктона в осенний период. В октябре 2006 г. в сообществе зоопланктона преобладали веслоногие ракообразные *Copepoda*. Самые высокие количественные показатели для этой группы были определены на мелководных станциях, минимальные - в западной глубоководной области. Массовое развитие веслоногих ракообразных в осенний сезон, сопоставимое с летним, было обусловлено продолжительным периодом благоприятной высокой температуры в исследуемом районе. Повсеместно, кроме глубоководных станций, в сообществе рачкового планктона доминировали *Acartia spp.* Другой массовый вид - *T.longicornis* также сохранял доминирующее положение. В условиях теплой осени роль холодноводной доминанты *P.minutus* была очень незначительной. Средние значения численности *P.minutus* в осенний период постепенно увеличивались в 2003-2005 гг., однако в 2006 г. уменьшились вдвое. Соответственно средние значения биомассы также возрастали в 2003-2005 гг. и сократились почти втрое в 2006 г. По всей видимости, динамика численности этого вида существенным образом зависит от климатических факторов. Численность и биомасса *C.hamatus* были относительно высокими. На участках с небольшими глубинами достаточно часто встречался *E.hirundoides*. Как и в зимний период, на глубоководных участках района в придонных слоях обнаруживался морской вид *O.similis*.

Значение коловраток в осеннем планктоне было высоким только в районе г. Пионерск, западном мелководном участке и районе нефтепровода. Численность ветвистоусых рачков была невелика. В условиях теплой осени 2006 г. в планктоне довольно многочисленными были личинки многощетинковых червей. Их численность на большинстве станций района значительно превышала летние значения. Представители другой группы донного населения - личинки двусторчатых моллюсков также были наиболее многочисленными в районе нефтяной платформы. Это свидетельствовало о благополучном состоянии донного сообщества в исследуемом районе.

Общая численность зоопланктона в октябре 2006 г. изменялась в пределах от 12,8 до 85,8 тыс.экз./м³. Максимальная численность была отмечена на западном мелководном участке, самые низкие значения - в западном глубоководном районе (рис. 5.42.). Значения численности зоопланктона осенью 2006 г. оказались максимальными для этого сезона за весь период исследований. Среднее значение численности осеннего зоопланктона в 2003 г. составили 18,9 тыс.экз./м³, в 2004 г. - 29,2 тыс.экз./м³, в 2005 г. - 46,3 тыс.экз./м³, в 2006 г. - 40,8 тыс.экз./м³. Колебания средних показателей численности определялись температурным режимом.

Биомасса зоопланктона в осенний сезон 2006 г. была также максимальной на западном мелководном участке и самой низкой в западном глубоководном районе - 829,3 и

154,1 мг/м³, соответственно (рис. 5.43.). Величина биомассы на западном мелководном участке в октябре оказалась выше летнего значения биомассы для этой станции и лишь немного ниже летних максимальных значений. Уровни биомассы зоопланктона оказались самыми высокими за весь период исследований осеннего зоопланктона. Возможно, это связано с более ранними сроками исследований в 2006 г. Средние значения биомассы зоопланктона, рассчитанные для повторяющихся станций, в 2003 г. составили 102,4 мг/м³, в 2004 г. - 249,1 мг/м³, в 2005 г. - 260,6 мг/м³, в 2006 г. - 366,6 мг/м³. Очевидна тенденция повышения уровня биомассы зоопланктона в осенние периоды в 2003-2006 гг.

Особенностью зоопланктона осенью 2006 г. было высокое относительное содержание мертвых организмов, максимальное за весь период наблюдений 2003-2006 гг. Аномально высокие концентрации мертвых рачков были отмечены в западной части района и в районе нефтепровода. В отдельных случаях смертность рачков достигала 36 % от их общего числа. На мелководных участках доля численности мертвого зоопланктона не превышала 6,1 %, на остальной акватории - варьировала от 7,3 % до 26,5 %. Мертвые рачки скапливались в 10 м поверхностном слое. В целом, в осенние периоды 2003-2006 гг. средние значения доли мертвых организмов, рассчитанные для повторяющихся станций, существенно возросли с 4,7 % в 2003 г. до 11,4 % в 2006 г. (рис. 5.39.). Средний показатель содержания некрозоопланктона для осеннего сезона за 4 года равнялся 7,3 %, что составило межсезонный максимум.

Аномальные, пораженные инфекциями, рачки в осенний период 2006 г. составляли от 0,1 до 3,4 % численности рачкового планктона. На отдельных горизонтах доля их численности была еще выше - до 5 % в западной части района. Высокая смертность зоопланктона осенью 2006 г., вероятно, была связана с интенсивным

перемешиванием водных масс в условиях штормовой погоды, сменой сезона, а также высокой степенью поражения рачков инфекциями в условиях продолжительного теплого периода.

Таким образом, результаты исследований структурных и функциональных характеристик микроорганизмов свидетельствуют, что экологическая ситуация в 2003-2006 гг. оставалась стабильной. Установлено, что количественные показатели бактериопланктона, бактериальной продукции, не выходили за рамки межсезонных и межгодовых колебаний.

В водах обследуемого района довольно широко распространена гетеротрофная сапрофитная микрофлора, способная окислять нефтяные углеводороды, численность которой при благоприятных условиях может достигать значительных величин.

По микробиологическим и гидробиологическим показателям воды юго-восточной части шельфа Балтийского моря характеризовались как умеренно-загрязненные и относились к олигомезотрофным с тенденцией к эвтрофированию.

Таксономический состав и структура зоопланктона в районе мониторинга в 2006 г. соответствовали многолетним наблюдениям в данном районе. В целом, развитие популяций массовых видов балтийского зоопланктона соответствовало сезонной сукцессии.

Количественное распределение зоопланктона определялось климатическими факторами и степенью эвтрофирования вод. Биомасса зоопланктона зимой 2006 г. была очень высокой, сопоставимой с весенними величинами. Массовое развитие зоопланктона в осенний сезон, сопоставимое с летним, было обусловлено продолжительным периодом благоприятной высокой температуры в исследуемом районе.

Содержание мертвого зоопланктона зимой и летом 2006 г. находилось на фоновом уровне. Особенностью зоопланктона осенью 2006 г. было высокое относительное содержание мертвых организмов, максимальное за весь период наблюдений 2003-2006 гг. Высокая смертность зоопланктона осенью 2006 г., вероятно, была связана с интенсивным перемешиванием водных масс в условиях штормовой погоды, сменой сезона, а также высокой степенью поражения рачков инфекциями в условиях продолжительного теплого периода.

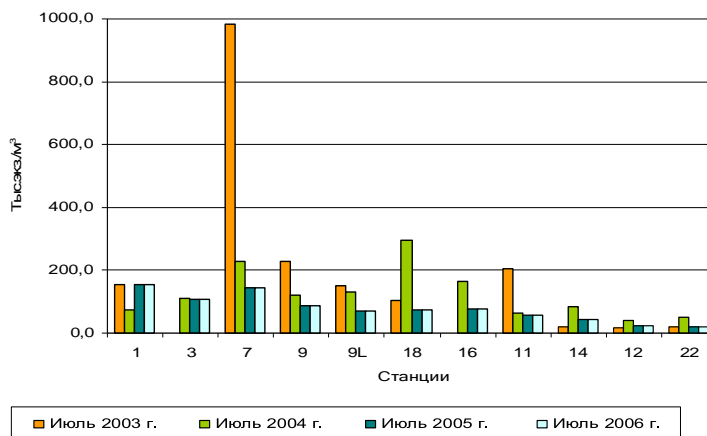


Рис. 5.40. Численность зоопланктона в юго-западной части Балтийского моря в летние периоды 2003-2006 гг.

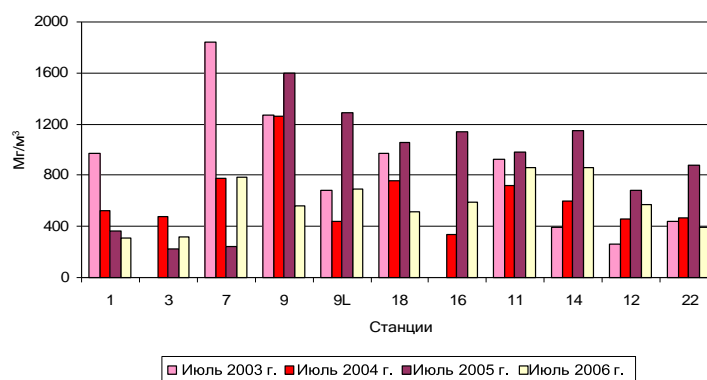


Рис. 5.41. Биомасса зоопланктона в юго-западной части Балтийского моря в летние периоды 2003-2006 гг.

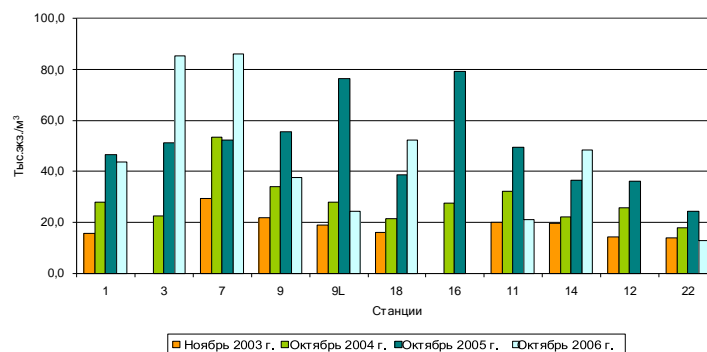


Рис. 5.42. Численность зоопланктона в юго-западной части Балтийского моря в осенние периоды 2003-2006 гг.

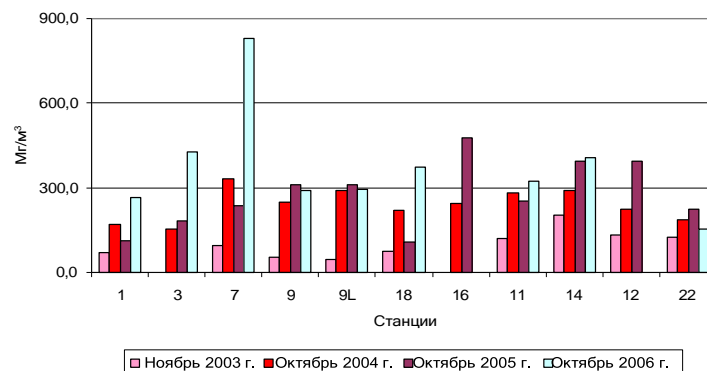


Рис. 5.43. Биомасса зоопланктона в юго-западной части Балтийского моря в осенние периоды 2003-2006 гг.

5.4. Комплексная оценка загрязнения побережий, устьевых и прибрежных участков арктических морей

5.4.1. Побережье арктических морей

В сентябре-октябре 2006 года Северо-Западный филиал ГУ НПО «Тайфун» проводил работы по оценке уровней загрязнения вод из питьевых источников, донных отложений и водорослей в районе дислокации Кольской АЭС в рамках договора с ФГУП концерн «Росэнергоатом» «Кольская атомная станция» № 2006/7 от 15.09.2006 г. В полученных пробах определялось содержание ХОС, включая ПХБ. В результате проведенных химико-аналитических исследований было установлено, что превышений допустимых нормативов содержания контролируемых ХОС ни в пробах воды, ни в пробах донных отложений не было выявлено.

Результаты определения содержания ХОС и ПХБ в пробах воды представлены в таблице 5.6.

Результаты определения содержания ХОС и ПХБ в донных отложениях водоемов в районе месторасположения Кольской АЭС приведены в таблице 5.7.

Оценка содержания ХОС и ПХБ в донных отложениях осуществлялась с использованием критериев для экологической оценки загрязнения грунтов, по Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95 (СП11-102-97), в которых допустимыми концентрациями (ДК) являются: для ГХБ, α -ГХЦГ, Σ ДДТ - 2,5 нг/г, для Σ ПХБ - 20 нг/г. Таким образом, превышений ДК у зафиксированных средних концентраций хлорорганических соединений, в том числе полихлорбифенилов, в донных отложениях пресноводных водоемов в районе дислокации Кольской АЭС не установлено. Вместе с тем, обнаруженные концентрации ХОС и ПХБ не выходят за пределы среднемноголетних фоновых значений для пресноводных водоемов побережий арктических морей.

Наряду с донными отложениями проводились химико-аналитические исследования содержания ХОС и ПХБ в водорослях, произрастающих в пресноводных водоемах района месторасположения Кольской АЭС. Результаты определения содержания ХОС и ПХБ в водорослях приведены в таблице 5.8.

Уровни содержания ХОС и ПХБ в водорослях пресноводных водоемов в районе расположения Кольской АЭС не выходили за пределы многолетнего фона, характерного для водоемов субарктической тундры Кольского полуострова.

Табл. 5.6. Содержание ХОС и ПХБ в воде культурно-бытового водопользования в районе Кольской АЭС, нг/л

	Миним.	Максим.	Среднее
ХОС			
4,4-ДДЕ	0,12	0,19	0,16
4,4-ДДТ	0,1	0,12	0,11
Σ ДДТ	0,12	0,3	0,21
ПХБ			
#52	0,1	0,13	0,11
#138	0,12	0,22	0,16
Σ ПХБ	0,14	0,67	0,31

Уровни содержания ХОС и ПХБ, не включенных в таблицу, находились ниже предела обнаружения.

Табл. 5.7. Содержание ХОС и ПХБ в донных отложениях пресноводных водоемов в районе Кольской АЭС, нг/г

	Миним.	Максим.	Среднее
ХОС			
ГХБ	0,11	0,49	0,2
α -ГХЦГ	0,12	0,2	0,16
4,4-ДДЕ	0,1	0,32	0,16
Σ ГХЦГ	0,12	0,2	0,16
Σ ДДТ	0,4	0,81	0,55
Σ хлор-бензолов	0,11	0,49	0,2
Σ ХОС	0,4	1,21	0,68
ПХБ			
#28	0,1	0,57	0,23
#52	0,1	0,98	0,43
#101	0,1	1,24	0,36
#105	0,13	0,72	0,42
#118	0,14	1,11	0,38
#138	0,1	0,77	0,32
#153	0,16	0,48	0,35
Σ ПХБ	0,73	5,87	2,03