

## 5.2. Экологическое состояние Балтийского моря

Представлены результаты экологического мониторинга, проведенного в российской зоне юго-восточной части Балтийского моря (Калининградская область) в зимний, весенний, летний и осенний периоды 2005 г., в сравнении с аналогичными периодами 2003 и 2004 гг.

Исследование состояния экосистемы включало сравнительную характеристику бактериопланктона, зоопланктона, первичной продукции фитопланктона, бактериальной деструкции и развитию нефтеокисляющих микроорганизмов (рис. 5.2.1.).

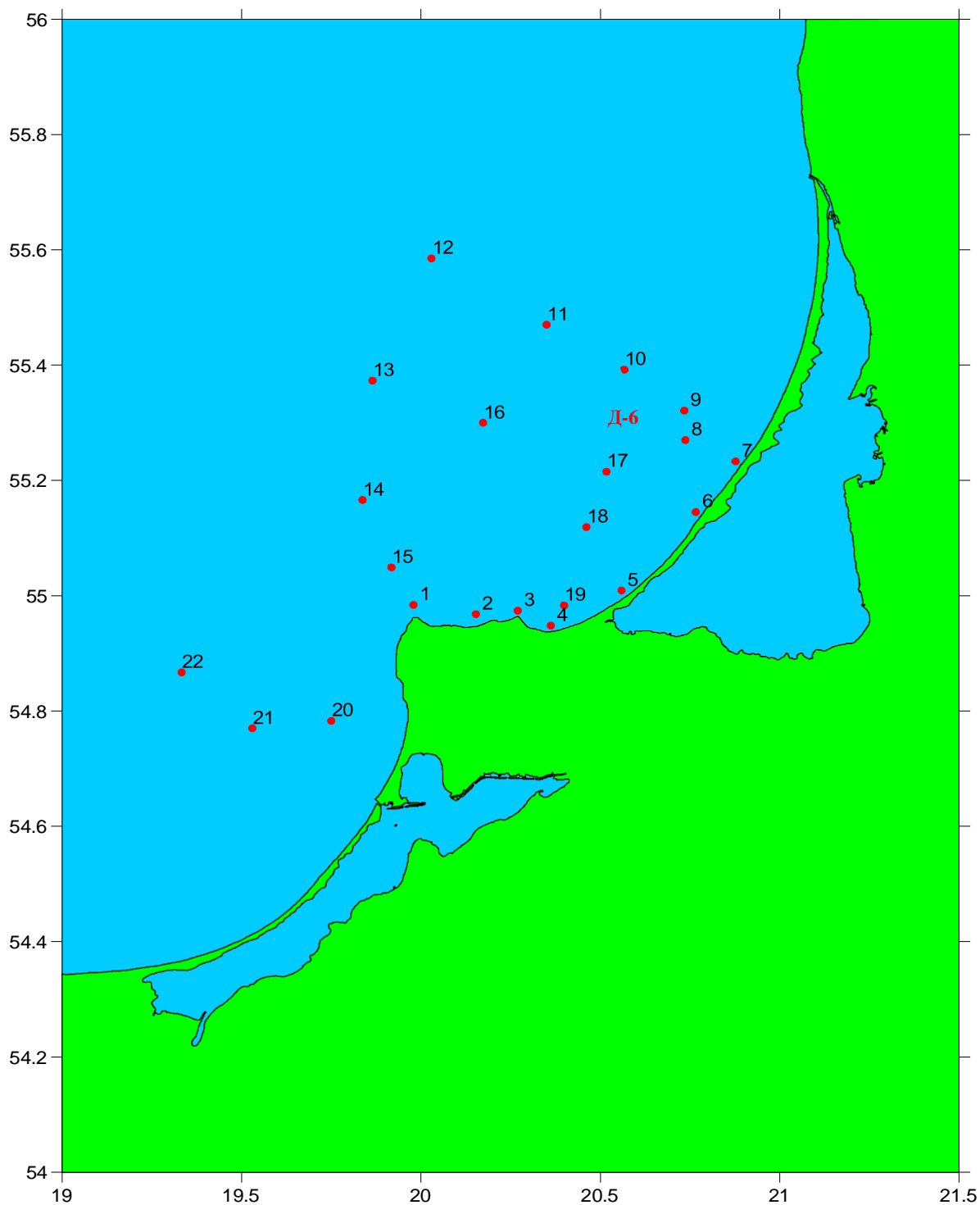


Рис. 5.2.1. Схема станций экологического мониторинга в российской зоне юго-восточной части Балтийского моря в 2003-2005 гг.

### 5.2.1. Микрофлора и микробиологические процессы

#### Зимний период

В зимний период года количество микроорганизмов минимально. В это время года температура воды и интенсивность новообразования органического вещества снижаются. Исследования, выполненные зимой 2004 и 2005 гг. показали, что плотность бактериального населения в различных регионах обследованной акватории моря колебалась в широких пределах от 192 до 1758 тыс.кл/мл, биомасса – от 5,0 до 45,7 мкг С/л (рис. 5.2.1.1.).

Уровень развития микроорганизмов в 2005 г. был в среднем в 1,2 раза ниже, чем в 2004 г. Максимальная концентрация бактериопланктона была отмечена в прибрежной зоне. Здесь уровень развития микрофлоры зимой 2005 г. был в 2,2 раза ниже, чем в 2004 г. Минимальная численность бактерий была выявлена в открытой части моря. Плотность бактериального населения в открытой части моря в 2004 и 2005 гг. была практически одинаковой.

Наибольшая концентрация микроорганизмов в большинстве случаев была обнаружена 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, что позволяет определить величину суточной продукции бактериальной биомассы. 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.

Исследования, выполненные в зимний период, показали низкий уровень развития микроорганизмов, способных окислять сырую нефть. Численность этой физиологической группы бактерий колебалась в пределах от 0 до 1000 кл/мл. Характер горизонтального и вертикального распределения нефтеокисляющих бактерий был неравномерным. На большинстве станций бактерии, способные трансформировать сырую нефть, либо не обнаруживались, либо их численность не превышала 10 кл/мл. Наибольшее количество нефтеокисляющих бактерий (1000 кл/мл) было выявлено в придонных слоях водной массы в глубоководных районах моря (табл. 5.2.1.1.).

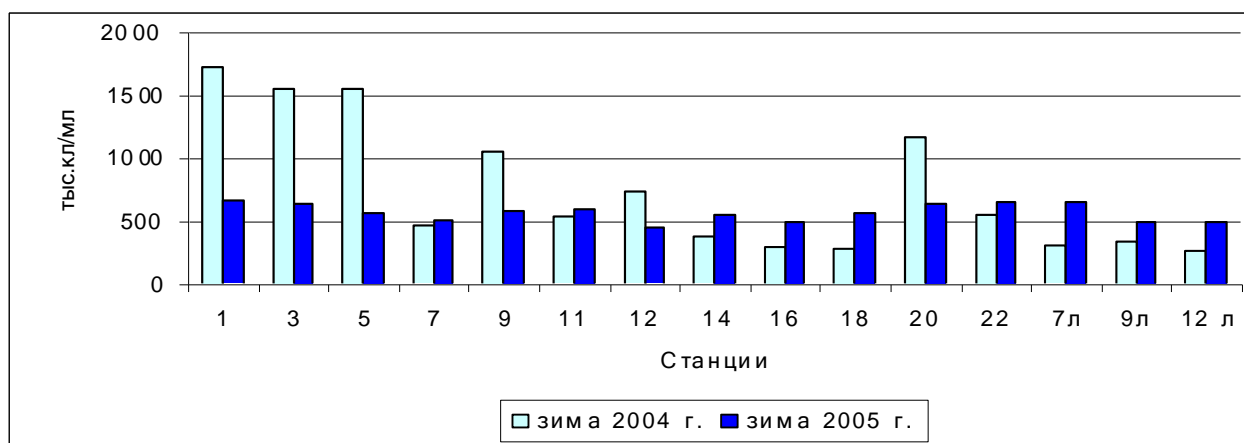


Рис. 5.2.1.1. Межгодовые изменения общей численности бактерий в зимние периоды 2004 и 2005 гг.

Таблица 5.2.1.1.

Количество нефтеокисляющих микроорганизмов (кл/мл) в юго-восточной части Балтийского моря в 2005 г.

NN станций	Горизонты, м	Зима	Весна	Лето	Осень
1	0	10	100	100	100
	20	0	100	100	1000
3	0	10	100	1000	100
	12	10	100	10000	100
5	0	10	10	1000	1000
	10	10	10	1000	1000
7	0	10	10	1000	1000
	10	10	10	1000	1000
9	0	10	10	100	100
	10	10	10	1000	1000
	27	0	10	1000	1000
11	0	1000	10	1000	100
	10	10	10	1000	100
	30	-	10	100	100
	47	10	100	100	100
12	0	0	10000	10	100
	10	0	10	1000	100
	30	1000	10000	1000	100
	60	1000	100	100	-
	75	0	1000	1000	100
14	0	10	10	10	1000
	10	0	100	100	100
	30	-	-	100	100
	-	10	1000	-	-
	70	10	0	100	1000
16	0	0	0	100	100
	10	0	100	100	100
	30	0	100	1000	100
	48	0	100	1000	1000
18	0	10	0	100	10
	10	0	10	100	100
	30	0	10	1000	100
22	0	10	10	100	10
	10	10	10	100	100
	30	10	10	1000	1000
	50	100	0	100	1000
	110	10	0	1000	1000
9 л	0	0	10	100	1000
	10	0	10	100	100
	30	10	100	1000	10

**Весенний период**

В весенний период в морской среде происходят активные гидролого-гидрохимические изменения, поступают талые маломинерализованные воды со значительным содержанием терригенных частиц. При этом увеличивается численность микроорганизмов.

Общая численность бактерий весной 2003-2005 гг. изменялась соответственно в пределах от 353 до 3189 тыс.кл/мл, биомасса – от 8,4 до 82,9 мкг С/л (рис. 5.2.1.2.). Максимальный уровень развития микрофлоры был отмечен в мае 2003 г., минимальный – весной 2005 г. Количество микроорганизмов весной 2003 г. было в 1,6 и 2,0 раза выше относительно 2004 и 2005 гг.

Наиболее высокая плотность бактериального населения в 2003 г. была определена в прибрежной зоне и в районе нефтяной платформы. Численность бактерий здесь достигала 1933 и 1569 тыс.кл/мл, биомассы – 50,2 и 40,8 мкг С/л, соответственно. Самая низкая плотность бактериального населения была выявлена в 2004 и 2005 гг. в восточной части района. Количество микроорганизмов здесь в среднем составляло 507 и 598 тыс.кл/мл, биомасса бактерий – 13,2 и 15,5 мкг С/л. Количественные показатели общей численности и биомассы бактерий в 2005 г. были в 1,3 раза выше, чем в 2004 г.

Наибольшая концентрация микроорганизмов в большинстве случаев была обнаружена в поверхностных и придонных слоях водной массы.

Весной суточная величина продукции бактериальной биомассы увеличилась в 2,5 раза, по сравнению с зимним периодом. Межгодовые колебания продукции бактериальной биомассы значительно изменялись. В 2005 г. эти показатели были в 3,3 раза меньше, чем в 2003 г. Наибольшая активность бактерий и суточная продукция бактериальной биомассы были выявлены в прибрежной зоне, в районах нефтяной платформы и западной глубоководной зоне. Наименьшая активность микрофлоры была определена в открытой части моря и в районе литовской границы.

Исследования, выполненные в весенний период, показали, что количество нефтеокисляющих бактерий возросло примерно на порядок, по сравнению с зимним периодом наблюдения. Их численность колебалась в пределах от 10 до  $10^4$  кл/мл воды. Наибольшее количество нефтеокисляющих бактерий выявлено в центральной части района в поверхностном слое воды. Уровень развития нефтеокисляющих бактерий в

районе нефтяной платформы был несколько ниже и достигал 100-1000 кл/мл. В большинстве случаев эта группа микроорганизмов обнаруживалась в поверхностных слоях воды и с глубиной численность их снижалась.

### Летний период

Исследования, выполненные в летний период, свидетельствовали о существенном изменении интенсивности биологических процессов. Уровень развития микрофлоры летом, в отличие от весеннего периода, возрос почти на порядок, что, связано с повышением температуры воды, сукцессией планктонного сообщества, изменением скорости новообразования органического вещества за счет фотосинтеза фитопланктона и других факторов. Межгодовые колебания концентрации микробных популяций летом изменялась в широких пределах от 400 до 3860 тыс.кл/мл (рис. 5.2.1.3.).

Уровень развития микроорганизмов в 2004 г. был в 3,1 раза выше, по сравнению с летним периодом 2003 г. Количественные показатели общей численности и биомассы бактерий в 2005 г. были значительно ниже, чем в 2004 г. Максимальные величины общей численности и биомассы бактериопланктона были определены для прибрежной зоны. Средняя величина общей численности и биомассы бактерий здесь была в 1,5 раза выше, чем в открытой части моря. Минимальная плотность бактериального населения выявлена в районе польской границы. Уровень развития микрофлоры в районе нефтяной платформы не отличался от показателей для открытой части моря. Наибольшее количество бактерий обнаруживалось в поверхностном слое воды и на глубоководных станциях с глубиной уменьшалось в 2,2-5,2 раза.

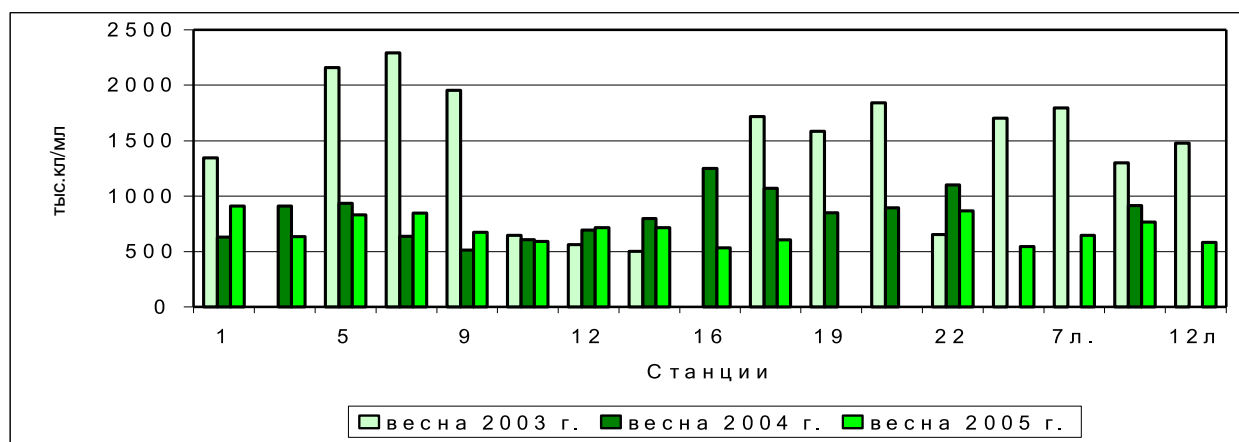


Рис. 5.2.1.2. Межгодовые изменения общей численности бактерий в весенние периоды 2003-2005 гг.

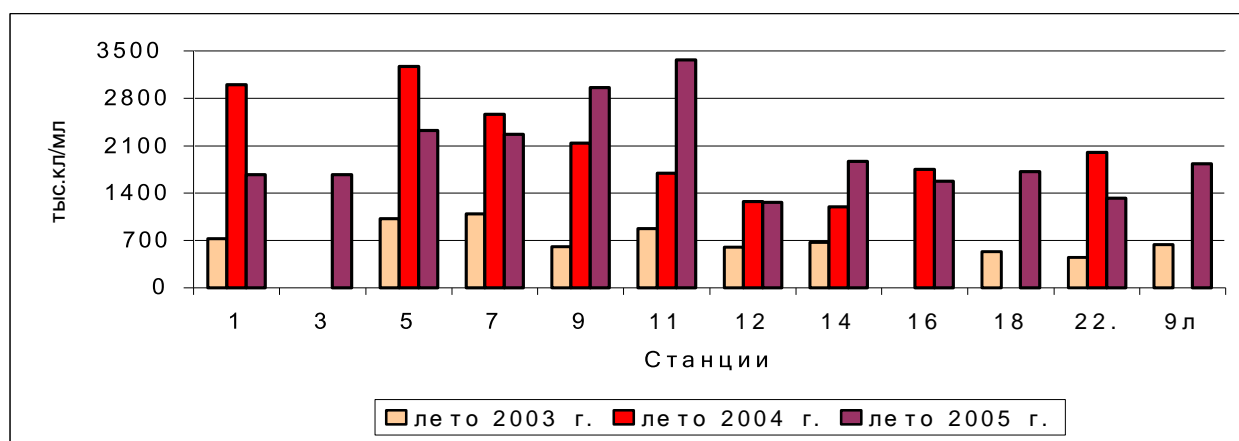


Рис. 5.2.1.3. Межгодовые изменения общей численности бактерий в летние периоды 2003-2005 гг.

Летом с увеличением активности и численности микроорганизмов продукция бактериальной биомассы возрастала. Пределы колебания продукции бактериальной биомассы составили 6,3-254,8 мкг/л сут. Сравнительно высокая суточная продукция бактериальной биомассы была установлена в прибрежной зоне, низкая – в районе литовской границы и открытой части моря. Поверхностные слои 0,5-10 м отличались более высокими показателями суточной продукции бактериальной биомассы.

В летний период с повышением температуры изменилась концентрация нефтеокисляющих микроорганизмов. Летом 2003-2005 гг. уровень развития этой физиологической группы микроорганизмов был значительно выше, чем зимой и весной. Пределы колебания НВЧ гетеротрофной сапрофитной микрофлоры, способной окислять нефтепродукты, составляли  $10^3$ - $10^4$  кл/мл. Наибольшее количество нефтеокисляющих бактерий было выявлено в прибрежной зоне. Здесь количество бактерий изменялось от  $10^3$  до  $10^4$  кл/мл. Содержание этой группы бактерий в открытой части моря и в районе нефтяной платформы был примерно одинаковым. Общая экологическая ситуация в юго-восточной части шельфа Балтийского моря в летний период исследований соответствовала середине биологического лета.

#### Осенний период

Общая численность бактерий в осенний период варьировала от 464 до 4667 тыс.кл./мл, биомасса – от 12,1 до 121,3 мкг С/л (рис. 5.2.1.4.). Концентрации микроорганизмов в 2005 г. была в 2,3 раза выше, чем в 2003 и 2004 гг. Максимальное развитие бактерий было характерно для прибрежной зоны. Самая низкая плотность бактериального населения была выявлена в водах, примыкающих к польской и литов-

ской границам. По уровню развития микрофлоры районы нефтяной платформы и открытой части моря были идентичны. Распределение бактерий по вертикали водной толщи было, в основном, однородным. Некоторое увеличение плотности бактериального населения было отмечено в поверхностном слое. Для глубоководных районов характерно снижение количественных показателей бактериопланктона в придонных слоях воды.

Активность микроорганизмов осенью была несколько ниже, чем в весенний период. Суточная величина продукции бактериопланктона в 2005 г. была в среднем в 2,5 раза ниже, чем в 2004 г. Наибольшая активность микроорганизмов наблюдалась в прибрежной зоне и в районе нефтяной платформы, где средняя суточная величина продукции бактериальной биомассы составила около 50 мкг С/л. Наименьшая активность микрофлоры и суточная величина продукции бактериальной биомассы была выявлена в районе польской границы. На глубоководных станциях активность микрофлоры и продукция бактериальной биомассы с глубиной возрастали.

В осенний сезон, в связи с особенностями гидрологического режима, уровень развития гетеротрофных микроорганизмов, способных окислять нефтяные углеводороды был значительно ниже, чем в летнее время года. Численность нефтеокисляющих бактерий в октябре варьировала в пределах от 0 до  $10^3$  кл/мл. Максимальное количество этой физиологической группы бактерий было выявлено в глубоководных станциях в придонных слоях. На станциях, расположенных в районе нефтяной платформы и в придонных слоях, микроорганизмы, способные трансформировать нефтяные углеводороды, не были обнаружены. В прибрежной зоне и в районе литовской границы численность нефтеокисляющих бактерий изменялась от 10 до 100 кл/мл.

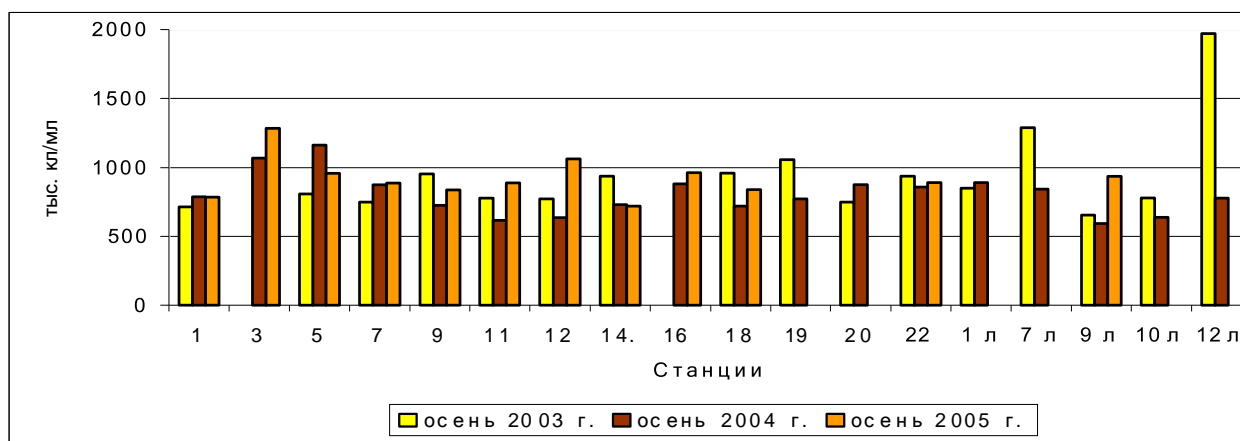


Рис. 5.2.1.4. Межгодовые изменения общей численности бактерий в осенние периоды 2003-2005 гг.

### 5.2.2. Первичная продукция и бактериальная деструкция

Уровень продукционно-деструкционных процессов в 2004 и 2005 гг. в зимний период был невысоким. Суточная величина первичной продукции варьировала в среднем в пределах от 7,5 до 189,7 мкг С/л. В 2005 г. интенсивность фотосинтеза фитопланктона была в 5,3 раза ниже, чем в 2004 г. Низкая скорость новообразования органического вещества в зимний период связана с относительно низкой освещенностью и короткой продолжительностью светового дня. Наибольшая суточная величина первичной продукции фитопланктона была обнаружена в районах литовской границы и нефтяной платформы, наименьшая - в открытой части моря и прибрежной зоне.

Деструкционные процессы в зимний период в 2004 и 2005 гг. при низкой температуре воды протекали медленно. Суточная величина бактериальной деструкции изменялась от 16,6 до 187,5 мкг С/л и в 2005 г. была в 3,1 раза меньше, чем в 2004 г. Максимальные величины бактериальной деструкции были выявлены в районах литовской и польской границ, самые низкие – в прибрежной зоне и открытой части моря.

Весной интенсивность фотосинтеза фитопланктона изменялась довольно в широких пределах – от 4,8 до 393 мкг С/л сут. Уровень продуцирования органического вещества в 2004 и 2005 гг., по сравнению с зимним периодом, возрос в 1,3 и 1,1 раза соответственно. Интенсивность фотосинтеза фитопланктона весной 2005 г. была несколько ниже, чем в 2004 г. Максимальные величины первичной продукции были определены в прибрежной зоне, минимальные – в районах литовской границы и нефтяной платформы. Здесь в 2004 и 2005 гг. среднесуточная величина первичной продукции была в 2,0-

2,4 раза ниже, чем в прибрежной зоне. Относительно высокий уровень продукционных процессов был выявлен в открытой части моря.

В результате повышения температуры и увеличения активности микроорганизмов в весенний период возрос уровень деструкционных процессов. Основная масса свежесинтезированного органического вещества подвергалась бактериальной деструкции в эвфотической зоне. Скорость бактериальной деструкции весной 2004 и 2005 гг. увеличилась в 2,6 раза, по сравнению с зимним периодом наблюдения. Тем не менее, весной 2005 г. скорость бактериальной деструкции была в 2,2 раза ниже относительно 2004 г. Наибольшая скорость бактериальной деструкции была выявлена в прибрежной зоне и в районе польской границы. В открытой части моря суточная величина бактериальной деструкции была значительно ниже значений, полученных в прибрежном районе.

Интенсивность новообразования органического вещества летом 2004 и 2005 гг. соответственно была в 6,0 и 3,3 раза ниже, чем в 2003 г. Сравнительно высокие величины первичной продукции были определены в прибрежной зоне. Значения суточных величин первичной продукции в этом районе в среднем составляли 352 мкг С/л сут., бактериальной деструкции – 300 мкг С/л сут. Довольно низкий уровень фотосинтеза фитопланктона и минимальная скорость бактериальной деструкции был отмечен в районе нефтяной платформы и польской границы.

Исследования продукционных процессов в осенние периоды в 2003-2005 гг. выявили значительные колебания суточных величин первичной продукции – от 7,1 до 387,6 мкг С/л сут. Уровень продукционных процессов в 2003 г. был самый низкий относительно 2004 и 2005 гг., что, по-видимому, связано с особенностями гидролого-гидрохимического режима. Сравнительно высо-



кая продукция фитопланктона была отмечена осенью 2004 г. Интенсивное образование органического вещества осенью 2005 г. отмечено в открытой части моря и в районе литовской границы. Несколько меньшие показатели первичной продукции наблюдались в районе нефтяной платформы. Суточные величины первичной продукции в 2005 г. были в 1,3 раза, а в 2003 г. в 4,7 раза меньше, чем в 2004 г.

### 5.2.3. Зоопланктон

#### Зимний период

Основу сообщества зоопланктона в районе экомониторинга в марте 2005 г. составляли веслоногие рачки копеподы. По сравнению с аналогичным периодом 2004 г., уровень количественного развития копепод и доминирование этой группы в составе зоопланктона возросли. Их численность варьировала от 4,4 тыс.экз./м<sup>3</sup> до 11,5 тыс.экз./м<sup>3</sup> и составляла от 77,1 % до 97,6 % от общей численности зоопланктона. Биомасса копепод изменялась от 48,2 до 173,3 мг/м<sup>3</sup> и составляла от 93,0 % до 99,6 % от общей биомассы. В составе веслоногих рачков доминировали *Acartia* spp., *Pseudocalanus minutus* и *Temora longicornis*. В популяциях копепод преобладали старшие стадии развития, что характерно для зимнего периода. Доля видов-эврифагов – *Acartia* spp. оказалась вдвое выше, чем в 2004 г. Бо-

лее широкое распространение в прибрежном районе получил солоноватоводный вид *Eurytemora hirundoides* и холодноводный *P. minutus*. В то же время, в целом количественные характеристики *P. minutus* и *T. longicornis* в районе исследований в марте 2005 г. несколько уменьшились.

Второй по численности и биомассе группой зоопланктона на глубоководных участках были оболочники *Fritillaria borealis*. Повсеместно встречались личинки многощетинковых червей, в западной глубоководной области в придонном слое они образовали значительные скопления. Из-за продолжительного холодного периода, крайне малочисленными были коловратки синхеты – субдоминанты 2004 г. Практически не встречались теплолюбивые кладоцеры, яйца полихет, массовые на мелководье в марте 2004 г., и икринки рыб.

Общая численность зоопланктона в районе мониторинга в марте изменялась в пределах от 4,6 до 13,0 тыс.экз./м<sup>3</sup>, биомасса – от 50,2 до 174,7 мг/м<sup>3</sup>. Средние значения численности составили 8,4 тыс.экз./м<sup>3</sup>, биомассы – 98,7 мг/м<sup>3</sup>, что оказалось выше, чем в аналогичный период прошлого года. Сравнительно низкие количественные показатели развития зоопланктона, как и в 2004 г., были определены вблизи м. Таран и на восточном мелководье (рис. 5.2.3.1., 5.2.3.2.).

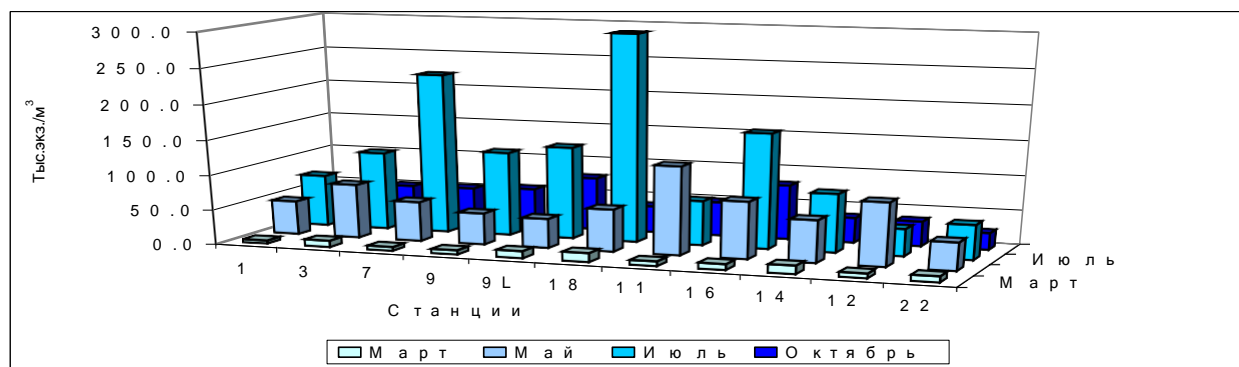


Рис. 5.2.3.1. Численность зоопланктона в районе экомониторинга Д-6 в 2005 г.

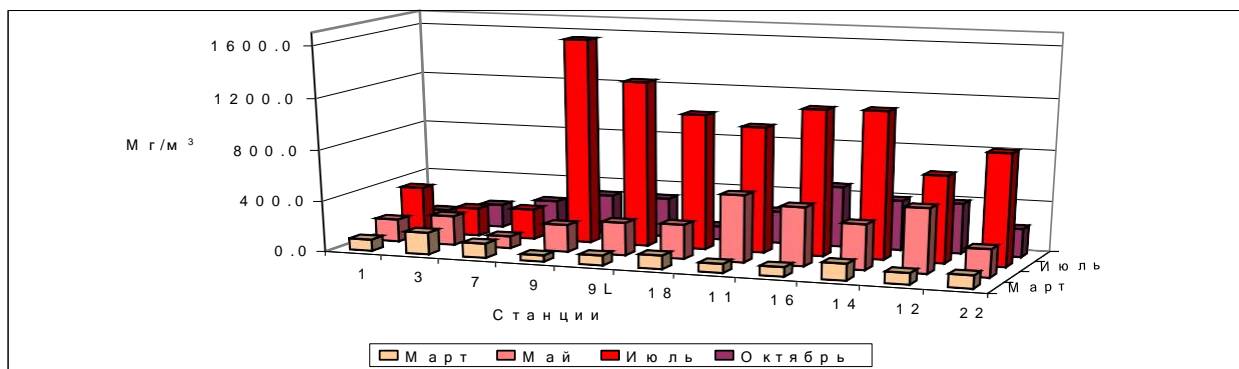


Рис. 5.2.3.2. Биомасса зоопланктона в районе экомониторинга Д-6 в 2005 г.

В целом уровень количественного развития зоопланктона и его таксономический состав соответствовали многолетней норме для зимнего периода.

Содержание мертвых организмов в составе рачкового планктона на большинстве участков района превышал уровень естественной смертности (5 %) и достигал 12,2 % от общей численности. Наиболее высокие уровни содержания мертвого зоопланктона были зарегистрированы в прибрежных районах. По сравнению с 2004 г., в марте 2005 г. среднее содержание мертвых рачков оказалось в 2,8 раза выше. Повышенные уровни смертности зоопланктона могут объясняться значительными колебаниями гидрологических условий среды, а также высоким уровнем загрязнения вод района. Рачки с морфологическими аномалиями были распространены повсеместно. Доля их численности в среднем составляла 1,4 %, что на 40 % выше, чем в 2004 г. Максимальное содержание аномальных особей – 4,6 % от общей численности было зарегистрировано в восточной части района. Сравнительно высокий уровень содержания пораженных рачков может быть обусловлен химическим загрязнением вод и развитием патогенных микроорганизмов в исследованном районе (рис. 5.2.3.3., 5.2.3.5., 5.2.3.6.).

#### **Весенний период**

В составе весеннего зоопланктона в районе экомониторинга доминировали веслоногие рачки Copepoda и коловратки Rotatoria. Доля численности копепод изменялась от 37 % до 92 %, доля биомассы – от 23 % до 86 %. Численность копепод в исследуемом районе варьировала от 18,2 до 53,4 тыс.экз./м<sup>3</sup>. Биомасса веслоногих рачков была минимальной на прибрежном мелководье – от 53,4 до 76,1 мг/м<sup>3</sup> и увеличивалась в глубоководных районах до 314,5 мг/м<sup>3</sup>. Среди копепод повсеместно доминировали Acartia spp. Преобладание акарций было наиболее выраженным в прибрежной зоне, в восточной части которого составляла до 90 % от численности зоопланктона. Максимумы количественных показателей субдоминантных видов T. longiremis и P. minutus были определены в глубоководной восточной и центральной частях района.

В весеннем зоопланктоне массово развивались коловратки Synchaeta baltica. Наибольшее обилие коловраток наблюдалось в восточной части района, где их численность достигала 60,2 тыс.экз./м<sup>3</sup>, биомасса – 210,6 мг/м<sup>3</sup>. Роль ветвистоусых рачков Cladocera в составе зоо-

планктона в мае была невелика. В прибрежной области, а также в восточной части района многочисленными были личинки многощетинковых червей. Биомасса личинок полихет – 70 мг/м<sup>3</sup> – была сопоставима с показателями доминирующих групп зоопланктона. Другие представители меропланктона – личинки двусторчатых моллюсков – в составе весеннего зоопланктона были крайне редкими.

Суммарная численность зоопланктона в мае 2005 г. в исследованном районе изменялась от 21,3 до 126,1 тыс.экз./м<sup>3</sup> с наибольшими значениями в восточной части района. Минимальная численность зоопланктона была определена в западной глубоководной области. Биомасса зоопланктона варьировала от 96,4 до 525,8 мг/м<sup>3</sup>. Самые высокие значения биомассы были отмечены в восточной и центральной частях района (рис. 5.2.3.1., 5.2.3.2.).

Содержание мертвых рачков в составе зоопланктона варьировало от 2,8 % до 7,4 %. Повышенные уровни смертности регистрировались не только на западе в районе распространения сероводорода, но и в его центральной части. Скопления мертвых организмов, как правило, обнаруживались на горизонтах ниже 30 м, где достигали 12 % от численности рачков. В то же время на прибрежных участках смертность не превышала фоновых значений ни на одном горизонте. Доля численности аномальных организмов в составе рачкового планктона не превышала 1,7 % (рис. 5.2.3.4.- 5.2.3.6.).

#### **Летний период**

Видовая структура зоопланктона в районе экомониторинга в июле 2005 г. была типичной для летнего периода. Основу сообщества составляли веслоногие рачки Copepoda и коловратки Rotatoria. Доля численности копепод варьировала от 2,2 % на мелководном восточном участке до 70,1 % в глубоководном районе. Соответственно, доля биомассы в этих районах изменялась от 20,5 до 98 % от общей биомассы зоопланктона. Численность копепод была максимальной в районах с глубинами 25-70 м, где варьировала от 59,0 до 68,5 тыс.экз./м<sup>3</sup>. На мелководье и глубоководных районах численность копепод не превышала 41,5 тыс.экз./м<sup>3</sup>. В популяциях преобладали науплиальные и ранние копеподитные стадии рачков. Биомасса копепод в 2005 г. была очень высокой и достигала максимума в восточной части района – 1548 мг/м<sup>3</sup>. В прибрежной мелководной зоне биомасса копепод изменялась от 49,3 до 304,7 мг/м<sup>3</sup>.



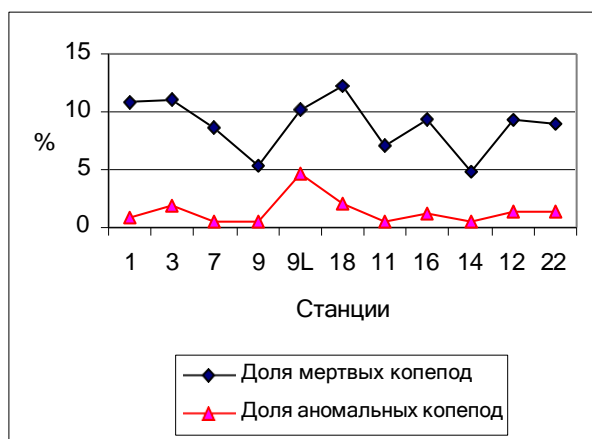


Рис. 5.2.3.3. Содержание мертвого рачкового планктона и распространение аномальных копепоид в районе экомониторинга Д-6 в марте 2005 г.

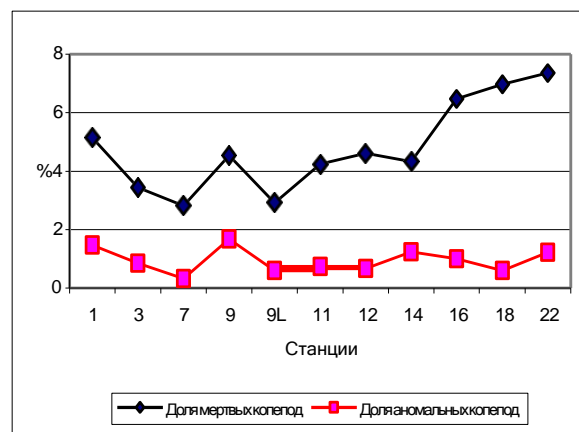


Рис. 5.2.3.4. Содержание мертвых и аномальных рачков, % от численности в районе экомониторинга Д-6 в мае 2005 г.

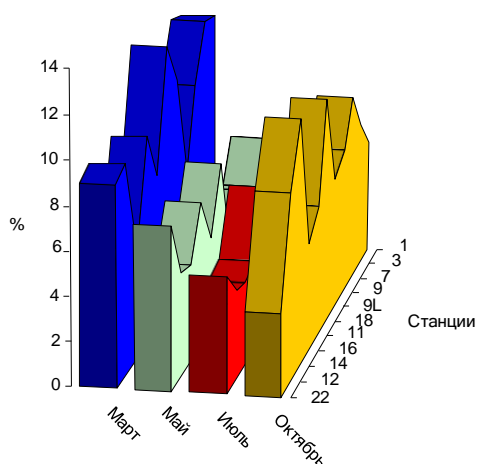


Рис. 5.2.3.5. Доля численности мертвых организмов в составе рачкового планктона, % от численности, в районе экомониторинга в 2005 г.

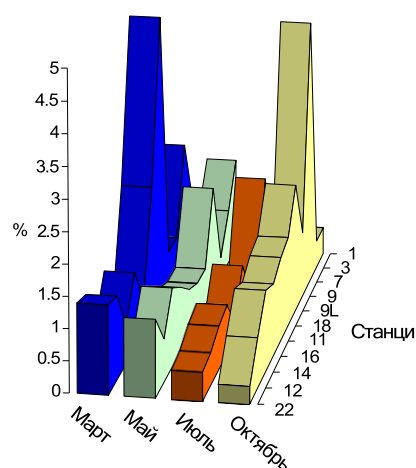


Рис. 5.2.3.6. Доля аномальных организмов в составе рачкового планктона, % от численности, в районе экомониторинга в 2005 г.

В составе летнего зоопланктона в большинстве районов доминировал *T. longicornis*. Доля численности этого вида, кроме мелководных участков, изменялась от 47 до 75 % от численности копепоид, доля биомассы варьировала от 60 до 80 % от биомассы копепоид. *Acartia* spp. доминировали только на мелководье. Холодолобивый вид *P. minutus* в июле отсутствовал на восточном мелководье, в других мелководных районах его численность была крайне низка. В глубоководных районах биомасса *P. minutus* достигала 221,2 мг/м<sup>3</sup>. В летнем зоопланктоне возросло значение копепоиды *Centropages hamatus*.

Значительную часть сообщества планктона в летний период составляли коловратки рода *Keratella*, а также *Synchaeta* spp. Доля численности коловраток в районе исследований изменялась от 24 % в глубоководной области до 94 % на прибрежном мелководье. Максимальные значения численности и биомассы коловраток были

определены в восточной части района — 247,2 тыс.экз./м<sup>3</sup> и 170,1 мг/м<sup>3</sup> соответственно.

Численность и биомасса теплолюбивых ветвистоусых рачков *Cladocera* была относительно высокой только в глубоководных районах. Существенный вклад в биомассу кладоцер вносил крупный хищный понто-каспийский вселенец *Sergoragis pengoi*. Этот вид встречался везде, кроме восточного глубоководного района. Численность *S. pengoi* в июле 2005 г. составляла всего 10-111 экз./м<sup>3</sup>, биомасса — 1,1-25,5 мг/м<sup>3</sup>, что оказалось существенно ниже количественных показателей, определенных для этого вида в 2003 г. (рис. 5.2.3.7., 5.2.3.8.). В холодных условиях лета 2004 г. *S. pengoi* в пробах исследуемого района не обнаруживался. Появление *S. pengoi* в исследуемых водах было отмечено только в условиях, когда температура поверхностных вод превышала 20 °С.

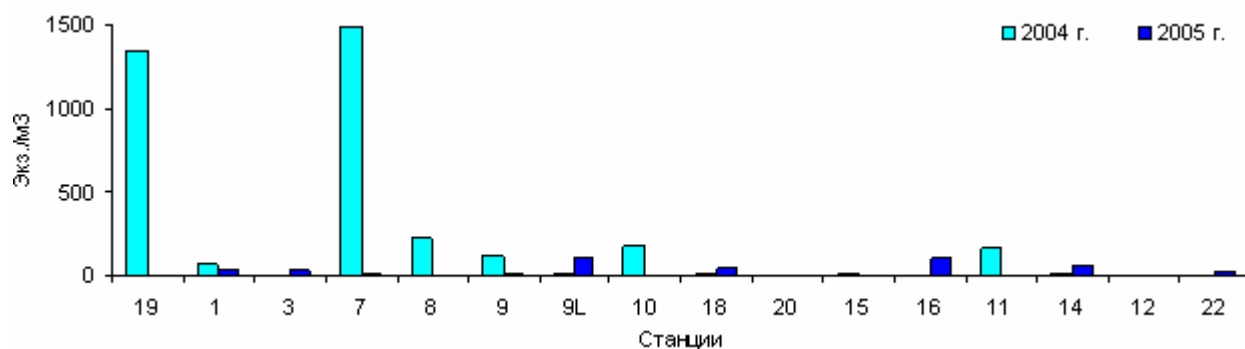


Рис. 5.2.3.7. Численность вселенца *Cercoregus pengoi* (Cladocera) в июле 2003 г. и 2005 г.

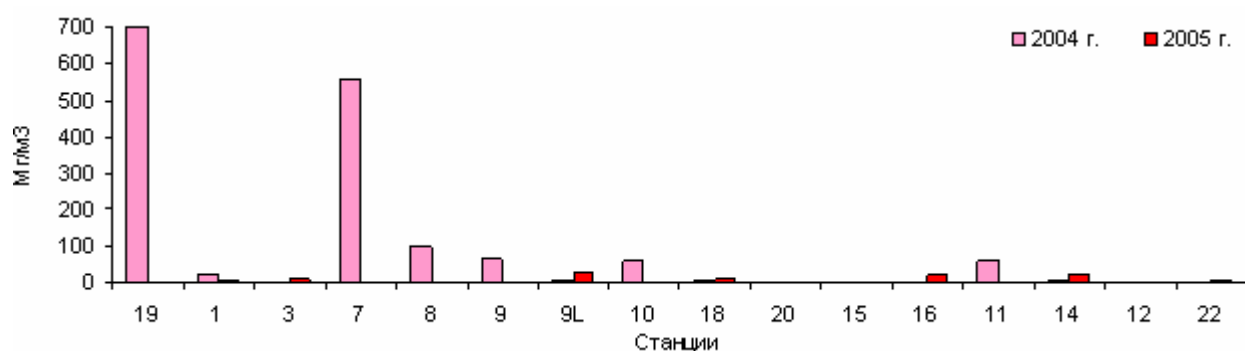


Рис. 5.2.3.8. Биомасса вселенца *Cercoregus pengoi* (Cladocera) в июле 2003 г. и 2005 г.

Около 10 % от численности зоопланктона в мелководной прибрежной зоне составляли науплии усоногих рачков Cirripedia. Здесь также часто встречались личинки двустворчатых моллюсков – *Bivalvia*. Другие представители меропланктона – личинки многощетинковых червей Polychaeta, напротив, были сравнительно многочисленными в глубоководных районах.

Суммарная численность зоопланктона в районе исследований варьировала в широких пределах – от 39,4 до 295,2 тыс.экз./м³. Численность зоопланктона уменьшалась в глубоководной области. Общая биомасса зоопланктона изменялась от 223,6 мг/м³ в центральной мелководной зоне до 1600,7 мг/м³ в восточной части. В целом в условиях теплого лета 2005 г. зоопланктон характеризовался очень высоким уровнем продуктивности (рис. 5.2.3.1., 5.2.3.2.).

Содержание мертвых организмов в составе рачкового планктона в июле находилось в пределах фоновых значений, кроме глубоководных участков. Наиболее высокие уровни смертности рачков на востоке района составили 6,7 % от численности. В отдельных случаях высокие уровни содержания мертвых рачков были определены в поверхностных водах, в то время как в остальной водной толще относительная численность зоопланктона была в несколько раз ниже. Содержание в планктоне аномальных рачков в

июле было незначительным и не превышало 1,6 % от численности копепод (рис. 5.2.3.5., 5.2.3.6., 5.2.3.9.).

#### Осенний период

В условиях теплой осени 2005 г. видовая структура зоопланктона в районе экомониторинга была сходна с летней. Численность копепод варьировала от 14,1 до 34,0 тыс.экз./м³, биомасса – от 14,8 до 372,4 мг/м³ с максимумами значений в глубоководной части района. Как и в летний период, в сообществе копепод доминировал *T. longiremis*. Доля численности других массовых видов – *Acartia* spp. была наиболее высокой в мелководной зоне, где достигала 85 % от численности копепод и 74 % от биомассы. *P. minutus* осенью в исследованном районе не был обнаружен на западном и центральном мелководье. Максимальная биомасса *P. minutus* была определена в восточной глубоководной области – 229,0 мг/м³. В осенний период сохранял высокую численность *C. hamatus*. Особенностью осеннего сезона 2005 г. было содержание в планктоне аномально высокого числа теплолюбивых коловраток, связанное с продолжительным теплым периодом. Доля численности коловраток *Keratella* spp. и *Synchaeta* spp. в большинстве районов, кроме глубоководных, составляла 30-90 % от общей численности зоопланктона и

11-85 % от общей биомассы. Численность коловраток достигала 62,4 тыс.экз./м<sup>3</sup>, максимальная – 177,9 мг/м<sup>3</sup>. Доля численности ветвистоусых рачков в составе зоопланктона была невысокой. В пробах достаточно часто встречались теплолюбивые личинки бентосных многощетинковых червей.

Общая численность зоопланктона в октябре 2005 г. была высокой. Ее значения варьировали от 24,5 до 79,1 тыс.экз./м<sup>3</sup>. Биомасса зоопланктона изменялась в пределах от 108,3 до 477,6 мг/м<sup>3</sup>. Максимальные значения численности и биомассы были определены в районе нефтяной платформы и центральной части района (рис. 5.2.3.1., 5.2.3.2.).

Доля мертвых организмов в составе рачкового планктона в осенний период была высокой. Максимальные уровни смертности были отмечены в центральном районе. На участках с малыми и средними глубинами относительная численность мертвой фракции была наибольшей в поверхностном слое, в то время как в более глубоководных районах доля мертвых рачков возрастала с глубиной. Доля аномальных организмов была выше, чем в летний период. Максимальное значение составило 4,2 % от численности копепоид на восточном мелководье. В остальных районах доля аномальных организмов не превышала 2 % от общей численности (рис. 5.2.3.5., 5.2.3.6., 5.2.3.10.).

В целом, результаты исследований структурных и функциональных характеристик микрофлоры свидетельствуют, что экологическая ситуация в 2003-2005 гг. оставалась стабильной. Установлено, что количественные показатели бактериопланктона, бактериальной продукции, не выходили за рамки межсезонных и межгодовых колебаний. Показано, что в водах обследо-

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

Выполненные исследования в исследуемом регионе указывают на сравнительно низкий уровень новообразования органического вещества в процессе фотосинтез в зимне-весенний и относительно высокий – в летне-осенний период наблюдения, что обусловлено гидрологическим режимом и сезонной сукцессией состава фитопланктона. Отмечен неоднородный характер распределения первичной продукции как по акватории, так и по вертикали водной толщи. Показано, что основная масса свежесинтезированного органического вещества подвергается минерализации в эвфотической зоне. За счет деятельности микроорганизмов в водной толще подвергалось деструкции в среднем более 80 % органического вещества

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

В течение 2005 г. наблюдалась характерная картина сезонного изменения развития зоопланктона в зависимости от гидрографических условий среды, в первую очередь, от температуры. Особенностью сообщества зоопланктона в 2005 г., по сравнению с предыдущими годами, было его высокое количественное развитие в осенний период, сопоставимое с весенними значениями, что было связано с достаточно долгой продолжительностью теплого периода в 2005 г.

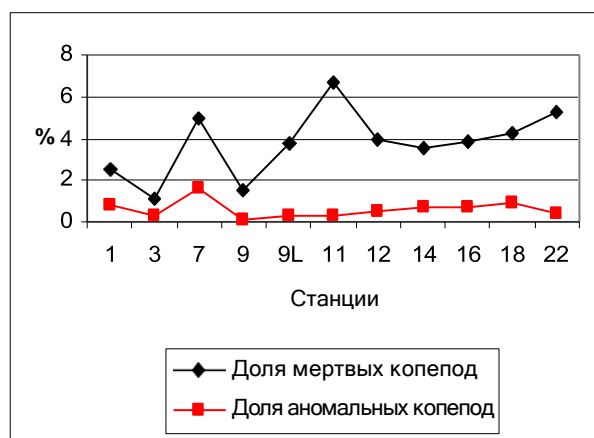


Рис. 5.2.3.9. Содержание мертвых и аномальных рачков, % от численности, в районе экомониторинга Д-6 в июле 2005 г.

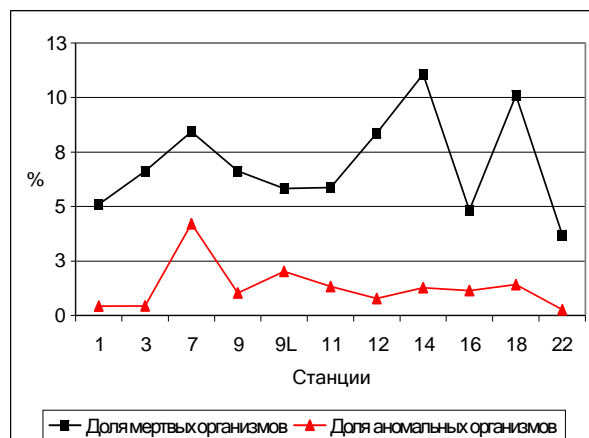


Рис. 5.2.3.10. Содержание мертвых и аномальных рачков, % от численности, в районе экомониторинга Д-6 в октябре 2005 г.

Таксономический состав и структура зоопланктона характеризовался сезонной изменчивостью, характерной для вод юго-восточной Балтики. Доминирование отдельных видов и их групп зависело, прежде всего, от температурных условий. Появление понто-каспийского вида-вселенца *C. pengoi* в исследуемых водах было отмечено только в условиях очень жаркого лета.

За период наблюдений 2003-2005 гг. численность зоопланктона в зимний период 2005 г. была выше, чем в 2004 г., в то же время уровни биомассы были примерно одинаковы. В весенний период биомасса зоопланктона была максимальной в 2003 г. В летний период численность зоопланктона была максимальной в 2003 г., биомасса – в 2005 г., самый низкий уровень количественных характеристик зоопланктона относился к холодному июлю 2004 г. В осенний период максимальные значения численности зоопланктона были определены в 2005 г., средние – в 2004 г., минимальные – в ноябре 2003 г. Биомасса осеннего зоопланктона в 2005 г. увеличилась, по сравнению с 2003 и 2004 гг., практически повсеместно. Количественные характеристики зоопланктона в районе мониторинга, исследованные в течение 2003-2005 гг., показали высокую межсезонную и межгодовую вариабельность, зависящую, главным образом от температурных условий среды. По гидробиологическим показателям район юго-восточной Балтики относится к высокопродуктивным районам моря. Каких-либо негативных тенденций этих параметров, связанных с антропогенным воздействием, в отчетный период не выявлено.

Содержание мертвой фракции зоопланктона в 2005 г. было максимальным зимой. Весной и летом доля мертвых организмов в составе рачкового планктона снижалась, в октябре возрастала, однако в среднем оставалась ниже, чем зимой. Повышенные уровни содержания мертвых рачков отмечались повсеместно. Однако в центральном районе доля некрозоопланктона была стабильно высокой, особенно в придонных слоях. В отсутствии сероводорода на этих участках можно предположить воздействие иного негативного фактора, в том числе и антропогенного.

В период 2003-2005 гг. аномальные организмы в составе рачкового планктона встречались повсеместно. Минимальная относительная численность дефектных особей отмечалась в июле, максимальная была определена в холодные периоды – в марте и октябре. В целом относительное число регистраций аномальных рачком не превышало уровни, определенные ранее для этого района. Морфологические аномалии рачков чаще встречались в прибрежной зоне на мелко-

водьях и участках со средними глубинами, реже – в западной глубоководной области. Поскольку высокий уровень поражения зоопланктона отмечался спорадически в разных районах, однозначный вывод о приуроченности этого негативного явления к определенному типу вод делать преждевременно.