

4.3. Состояние отдельных компонентов планктона экосистемы юго-восточной части Балтийского моря

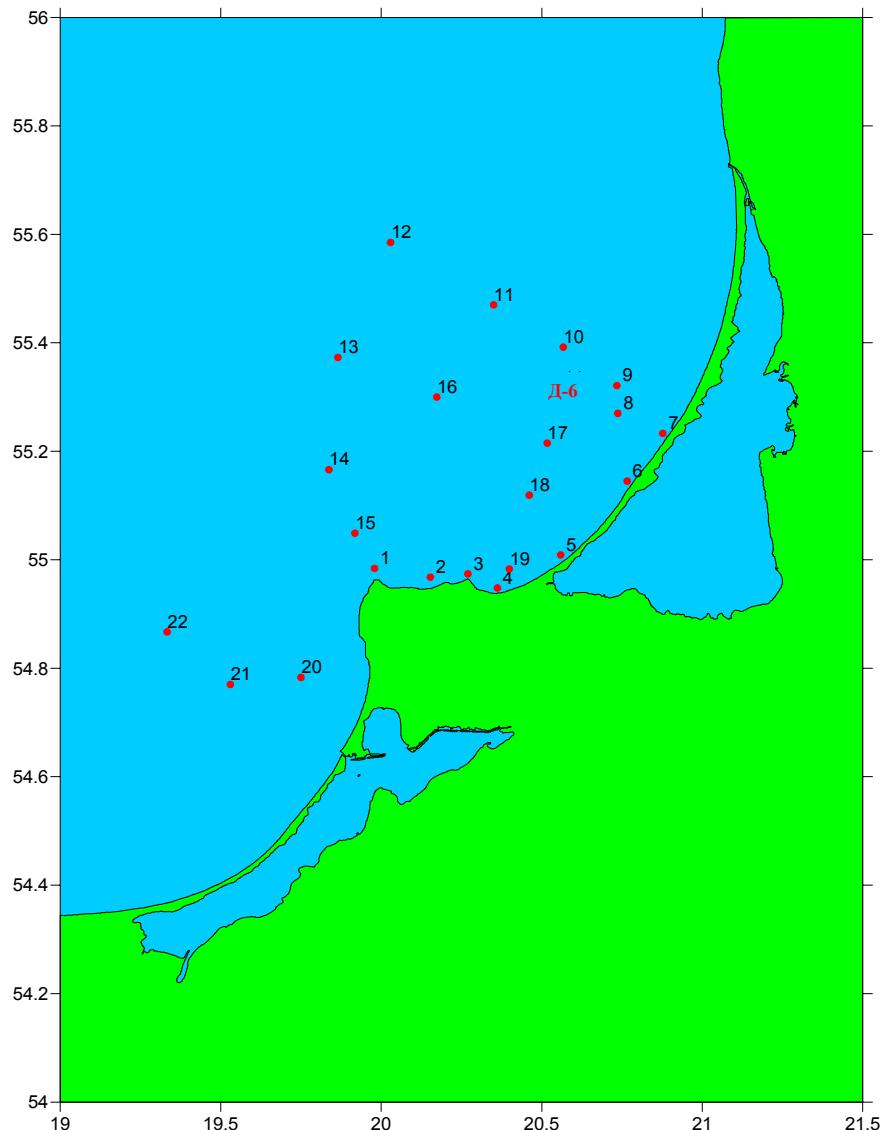
В 2003-2009 гг. в российской зоне юго-восточной части Балтийского моря были проведены исследования в рамках программы производственного экологического мониторинга ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефтегаз». В июле 2009 г. с участием специалистов ИГКЭ проводился мониторинг некоторых компонентов планктона данного района. Исследования включали определение наиболее вероятной численности углеводородокисляющих микроорганизмов, оценку видового состава, численности и биомассы зоопланктона.

В июле 2009 г., в отличие от предыдущих летних сезонов 2003-2008 гг., исследования планктона дополнительно проводились на прибрежных мелководных станциях 3, 5 и 6, и были исключены глубоководные станции 12 и 14. (рис. 4.2.) Отбор проб планктона проводился примерно на две недели позже обычных сроков, за исключением 2003 г., когда работы проводились в это же время. Пробы бактерио- и зоопланктона были отобраны и предварительно подготовлены сотрудниками АО ИОРАН и АтлантНИРО (г. Калининград) в ходе рейса на НИС «Шельф».

Рис. 4.2. Схема расположения станций производственного экологического мониторинга ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефтегаз» в российской зоне юго-восточной части Балтийского моря в 2003-2009 гг.

На станциях 4, 5, 6 впервые за 2003-2009 гг. проводилось определение параметров планктона

На станциях 12 и 14 впервые за 2003-2009 гг. наблюдения не проводились



Уровни содержания нефтеокисляющих микроорганизмов

Исследования содержания нефтеокисляющих микроорганизмов (НМ) на НИС «Шельф» были проведены на 39-ти горизонтах 14-ти станций.

Наиболее вероятная средняя численность (НВЧ) НМ в разных районах варьировала от 0 до 10^5 кл/мл. (табл. 4.1.) На мелководных станциях №5, 6, 7, 9, 9L и глубоководных станциях №22 и 23 значения НВЧ НМ достигали 10^4 - 10^5 кл/мл, при этом на станциях №3, 11 и 18 не превышали 10^2 кл/мл. Как правило, наиболее высокие концентрации микроорганизмов этой физиологической группы отмечались в придонных слоях, где достигали 10^3 кл/мл. Наиболее загрязненными оказались придонные воды станций №6, 7, 9, 9L, 22 и 23.

В летний период 2003-2009 гг. в целом пространственное распределение и межгодовая изменчивость численности НМ носили мозаичный характер. Минимум НВЧ этой группы микроорганизмов относился к 2003 г., когда было отмечено только два случая повышения НВЧ до 10^3 кл/мл. В целом относительно низкими значения НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов были в июле 2006 г. и 2007 г. С 2007 г. отмечено увеличение числа регистраций НВЧ НМ со значениями 10^4 кл/мл. Наибольшие скопления этих микроорганизмов были определены в придонных слоях, где их численность нередко превышала значения НВЧ в водной толще на два порядка. (рис. 4.3. и 4.4.) Это касалось как прибрежных (1, 3, 7, 9, 9L), так и глубоководных станций (12, 14, 16, 22, 23). Максимальные величины НВЧ НМ за весь период летних исследований были определены в июле 2009 г.

При всей мозаичности распределения нефтеокисляющих микроорганизмов в летний период 2003-2009 гг. прослеживалось увеличение численности этой группы в водах района.

Таксономическая характеристика зоопланктона

В июле 2009 г. в разных частях района мониторинга наблюдалось типичное для летнего периода разделение доминирования между веслоногими ракообразными (*Copepoda*) и коловратками (*Rotatoria*). В глубоководных местообитаниях в сообществе зоопланктона преобладали копеподы: они составляли до 99% от общей численности и биомассы зоопланктона (станции №№11, 16, 22). В мелководной зоне среди планктонных организмов доминировали мелкоразмерные коловратки.

В зависимости от характера вод численность копепод на отдельных станциях существенно варьировала от 15,3 до 139,2 тыс.экз./м³, биомасса - от 53,7 до 1 788,2 мг/м³ с максимумами на станции 3 и 16 (рис. 4.5. и 4.6.).

Межгодовая изменчивость численности копепод в целом по району была незначительной. Средние значения численности копепод варьировали в диапазоне от 34,5 до 59,1 тыс.экз./м³. Биомасса копепод в среднем изменялась от 481,3 до 943,7 мг/м³. (рис. 4.7.) Самые высокие средние количественные показатели копепод в 2008 г. и минимальные, определенные в 2006 г., различались менее чем в 2 раза, что может свидетельствовать об относительной межгодовой стабильности популяций веслоногих раков в период летних исследований в районе мониторинга.

Табл. 4.1. Наиболее вероятная средняя численность нефтеокисляющих микроорганизмов (N, кл/мл) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2009 г.

Станция	Глубина, м	N, кл/мл
1	0	100
	10	1 000
	0	100
	10	10
	0	100
	10	1 000
	0	10 000
	8	10 000
	0	10 000
	6	100 000
3	0	100
	7	100 000
	0	1 000
	10	100
	21	10 000
	0	10
	10	100
	30	10 000
	0	10
	20	100
4	43	100
	0	0
	20	100
	43	1 000
	0	100
	20	1 000
	23	100
	0	100
	20	100
	26	100
9L	0	100
	10	10
	30	10 000
	0	10
	10	100
	30	10 000
11	0	10
	20	100
	43	100
	0	0
	20	100
	43	1 000
16	0	100
	20	100
	43	1 000
	0	100
	20	1 000
	23	100
17	0	100
	20	1 000
	23	100
	0	100
	20	100
	26	100
18	0	100
	20	100
	26	100
	0	100
	10	10
	30	1 000
22	0	100
	10	10
	30	1 000
	65	10 000
	108	10 000
	0	100
23	20	1 000
	46	10 000
	0	100
	20	100

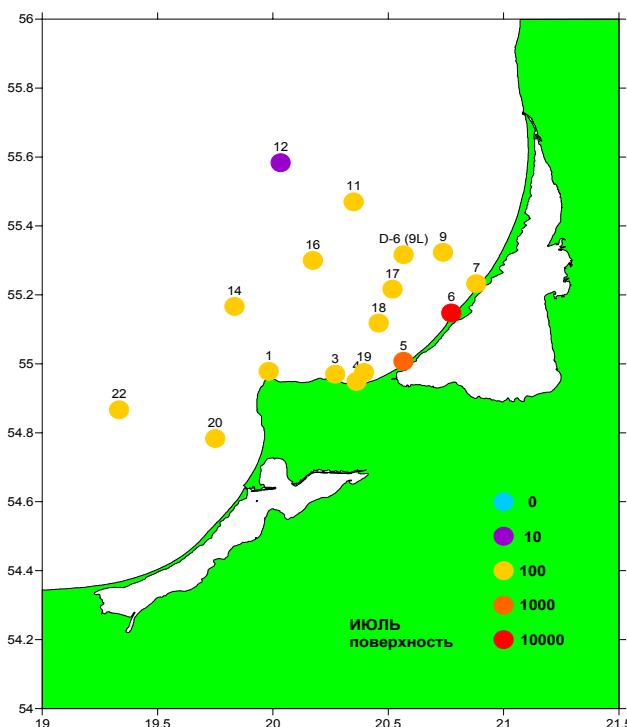


Рис. 4.3. Средние значения НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов, кл/мл, на поверхностных горизонтах станций мониторинга в июле 2003-2009 гг.

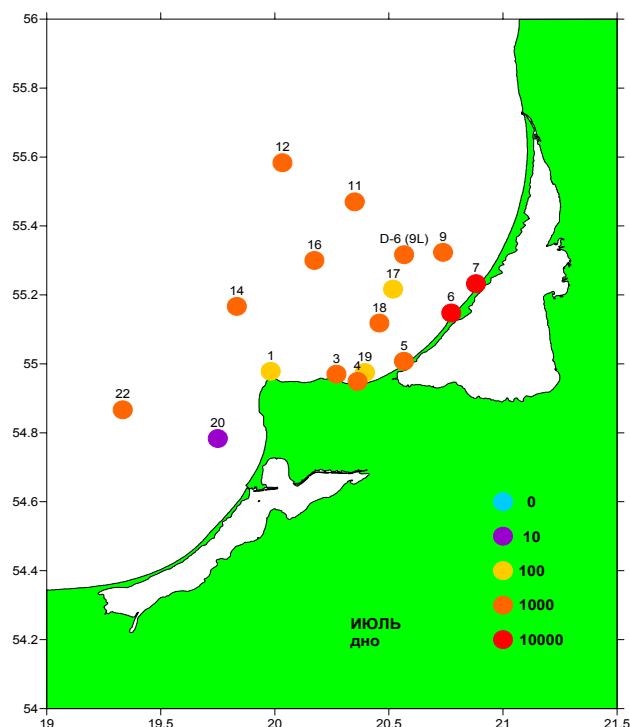


Рис. 4.4. Средние значения НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов, кл/мл, на придонных горизонтах станций мониторинга в июле 2003-2009 гг.

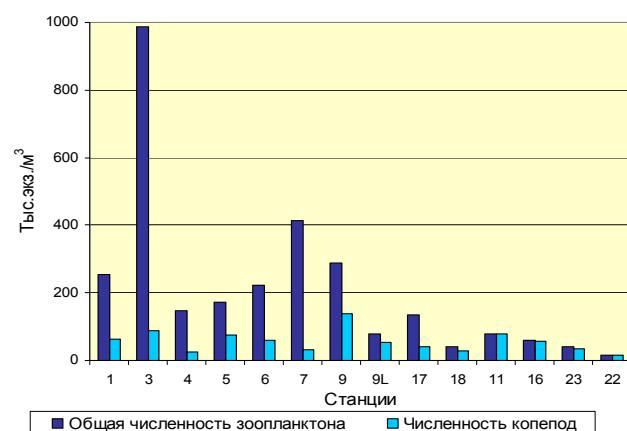


Рис. 4.5. Численность зоопланктона и веслоногих ракообразных в районе экомониторинга Д-6 в июле 2009 г.



Рис. 4.6. Биомасса зоопланктона и веслоногих ракообразных в районе экомониторинга Д-6 в июле 2009 г.

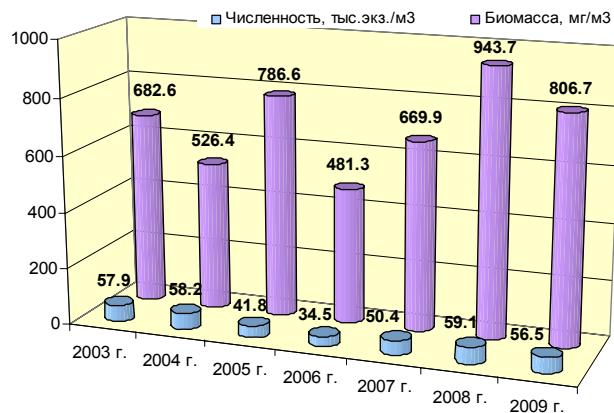


Рис. 4.7. Средние значения численности и биомассы веслоногих ракообразных на повторяющихся станциях мониторинга 1, 3, 7, 9, 9L, 11, 12, 14, 16, 18, 22 в июле 2003-2009 гг.

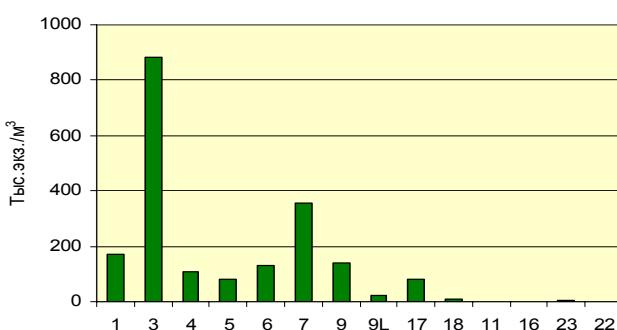


Рис. 4.8. Численность коловраток в районе экомониторинга Д-6 в июле 2009 г.

Как и в предыдущие годы, наиболее массовыми среди копепод были три вида рода *Acartia* - *Acartia bifilosa*, *A.longiremis* и *A.tonsa* (объединены в *Acartia spp.*) и *Temora longicornis*. В мелководной части района преобладали *Acartia spp.*, в более глубоководной - *T.longicornis*. Доли численности и биомассы неритических *A.bifilosa* и *A.tonsa* на мелководье достигали 99,6% от общих значений, рассчитанных для копепод. К середине лета в прогретых прибрежных водах численность и биомасса *Acartia spp.* достигали очень высоких значений - 88,5 тыс.экз./м³ и 1780,6 мг/м³, соответственно, (станция №3), что оказалось более чем в 2 раза выше, чем в 2008 г.

Temora longicornis доминировал в более глубоких водах. Относительная численность этого вида варьировала здесь от 19,1 до 91,5% от численности копепод, биомасса - от 17,1 до 84,2% от биомассы копепод. При этом в водах с глубинами более 20 м подавляющего доминирования *T.longicornis* не наблюдается, поскольку здесь, в отличие от мелководья, обитают несколько конкурирующих видов копепод.

Холодноводный вид *Pseudocalanus minutus* в летний период, как правило, исчезает на акватории района мониторинга с глубиной менее 20 м. В июле 2009 г. на прибрежных станциях *P.minutus* не обнаруживался, единичные особи этого вида встречались на станциях №1 и 17. Плотность популяции этого вида была максимальной на станциях №16 и 22, соответственно, 13,2 тыс.экз./м³ и 10,3 тыс.экз./м³, биомасса достигала 351,6 мг/м³ и 297,2 мг/м³. Уровень значений численности *P.minutus* не отличался от значений, полученных в 2008 г., однако биомасса была почти вдвое выше за счет содержания более взрослых особей.

Повсеместно в районе мониторинга встречался *Centropages hamatus*. Его численность была невысока, особенно на прибрежном мелководье. Встречаемость солоноватоводной копеподы *Eurytemora hirundoides* была крайне низкой. Распространение *E.hirundoides* летом 2009 г. существенно сократилось, по сравнению с 2008 г., вероятно, в условиях более высокой солености.

В прибрежных водах массовое развитие получили теплолюбивые коловратки - вторая доминирующая группа летнего зоопланктона. Их относительное содержание достигало 89% от общей численности и 53% общей биомассы. В то же время на глубоководных станциях доли численности

и биомассы коловраток не превышали 0,3% от общих значений. Численность коловраток варьировала в диапазоне от 0,05 до 882,5 тыс.экз./м³ (рис. 4.8.).

Самое высокое значение численности коловраток было определено на станции №3 (г. Пионерский) - оно вдвое превышало зарегистрированный ранее максимальный уровень (2008 г.) и было на два порядка выше, чем в начале исследований в 2004 г. (рис. 4.9.). Вероятнее всего, аномально высокое развитие коловраток, одного из первичных звеньев пищевой цепи, связано с усилением эвтрофирования этого локального местообитания. Подобную картину массового развития коловраток наблюдали на станции №7 (литовская граница) в 2003 г. (рис. 4.9.).

Биомасса коловраток также была максимальной на мелководных участках, ее величина изменялась от 0,05 до 454,6 мг/м³ и была наиболее высокой на станциях №9 и 3 (рис. 4.10.). Максимальные значения биомассы коловраток в 2009 г. вдвое превышали полученные ранее величины.

Средние значения численности коловраток в 2003-2009 гг. варьировали в широких пределах - от 8,7 до 144,6 тыс.экз./м³, биомасса в среднем изменялась от 22,5 до 118,5 мг/м³ (рис. 4.11.). Максимальное развитие коловратки получили в 2003 г. и 2009 г., самые низкие значения их численности относились к 2004 г. и 2007 г. В отличие от веслоногих раков, мелкоразмерные коловратки характеризуются коротким жизненным циклом, их развитие в значительной мере определяется температурными условиями, поэтому межгодовые колебания численности коловраток существенны при значительных температурных колебаниях. Продолжительные периоды устойчиво высокой температуры морской воды обеспечивают мелким фракциям зоопланктона, таким как коловратки и личиночные стадии морских организмов, оптимальные условия для массового интенсивного развития.

Развитие в летнем планктоне термофильных ветвистоусых раков *Cladocera* в 2009 г. было относительно невысоким. Доля численности этой группы даже на мелководных участках района не превышала 4,8% от общей численности зоопланктона. В то же время, за счет преобладания крупных организмов, доля биомассы кладоцер иногда была значительной - от 20,6 до 38,5% от общей биомассы зоопланктона.

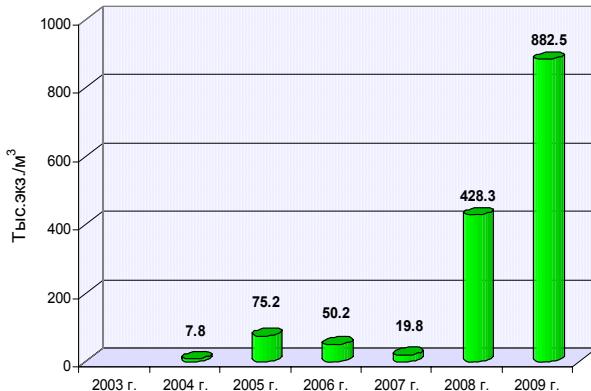


Рис. 4.9. Численность коловраток (*Rotatoria*) на станциях №3 (слева) и №7 (справа) района экомониторинга Д-6 в июле 2003-2009 гг.

Распространение новых, недавно утвердившихся видов кладоцер, *Cercopagis pengoi* и *Evdadne apoluh* было, в основном, приурочено к мелководным участкам. Единичные особи *C.pengoi* были обнаружены только в восточной прибрежной части района на станциях №3, 5-7 и 9. Биомасса этого крупного вида составляла здесь 4,1-28,6 мг/м³ с максимумом на станции №7. Распространение *E.apoluh* оказалось более широким: вид встречался на станциях №1, 3-7, 9L, 17, 18. Максимальные значения численности и биомассы *E.apoluh* были определены на станции №3 - 200 экз./м³ и 9,3 мг/м³, соответственно. Очевидно, что даже в условиях теплого лета эти виды-вселенцы не получили массового развития.

Меропланктон летом 2009 г. был представлен относительно слабо. Из личинок донных животных наиболее широко были распространены только наутили и циприсы усоногих ракообразных. В глубоководной области они либо не обнаруживались либо встречались отдельные особи. Доля численности и биомассы усоногих раков не превышала 15,3% от общих значений и была максимальной на станции №6. Личинки двусторчатых моллюсков (*Bivalvia*) встречались повсеместно, наиболее часто - в прибрежной зоне. Биомасса этой группы на мелководных участках составляла 9,7-14,4 мг/м³, что было в несколько раз выше значений, полученных в 2008 г. Самой малочисленной группой меропланктона в июле 2009 г. были личинки многощетинковых червей (*Polychaeta*). На станциях №3-7 и 23 планктонные личинки полихет в пробах отсутствовали. На остальной акватории их встречаемость была крайне низкой.

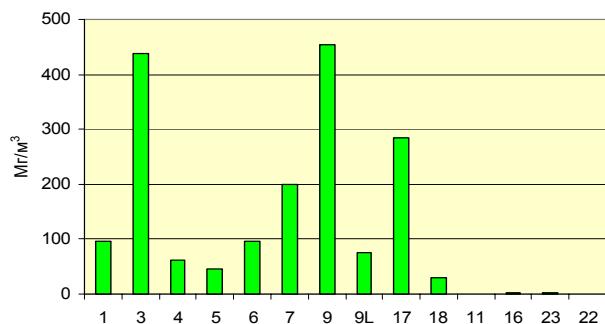


Рис. 4.10. Биомасса коловраток в районе экомониторинга Д-6 в июле 2009 г.

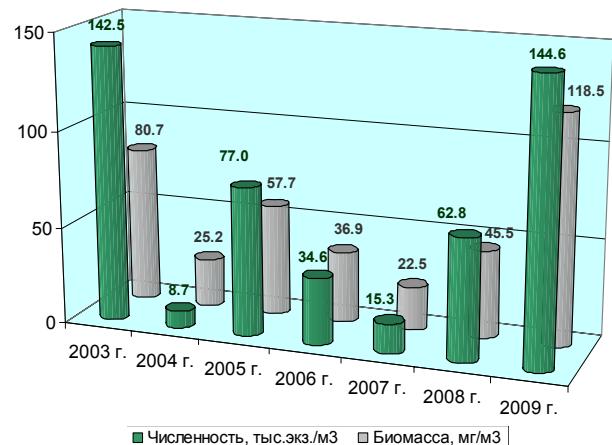


Рис. 4.11. Средние значения численности и биомассы коловраток на повторяющихся станциях мониторинга №№1, 3, 7, 9, 9L, 11, 12, 14, 16, 18, 22 в июле 2003-2009 гг.

Количественная характеристика зоопланктона

Общая численность зоопланктона летом 2009 г. изменялась в широких пределах - от 15,9 тыс.экз./м³ до 987,3 тыс.экз./м³ (рис. 4.5.). Биомасса в отдельных частях района различалась на порядок и варьировала от 238,9 мг/м³ до 2334,7 мг/м³. (рис. 4.6.) Наиболее высокие значения численности зоопланктона, за счет массового развития коловраток, были отмечены в прибрежной части района (станции №3, 7), минимальные - в глубоководной области (станция №22). На станциях №1, 3 и 9 были определены максимальные для этих участков уровни численности зоопланктона за весь период летних наблюдений, а на станциях №3, 9 и 16 - максимальные величины биомассы. На остальных станциях значения количественных параметров находились в пределах межгодовой изменчивости, определенных в период 2003-2008 гг.

Аномально низкая численность зоопланктона была отмечена на поверхностных горизонтах (0 и 10 м) станций №9L, 11, 16, 22 и 23 в условиях сильнейшего цветения цианобактерий. Например, на станции №22 общая численность зоопланктона на поверхностном горизонте 0 м составляла всего 1,2 тыс.экз./м³.

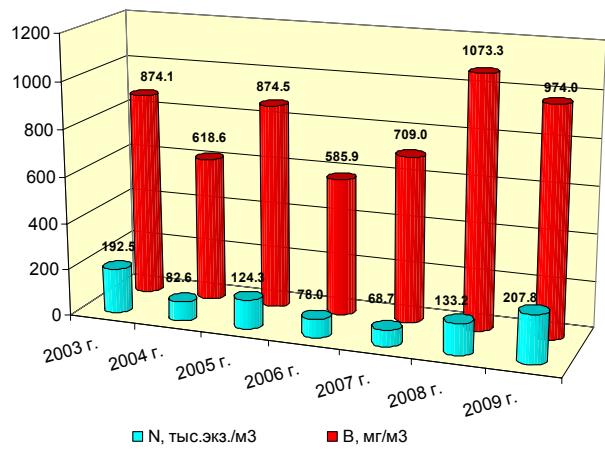


Рис. 4.12. Средние значения численности и биомассы зоопланктона на повторяющихся станциях мониторинга №№1, 3, 7, 9, 9L, 11, 12, 14, 16, 18, 22 в июле 2003-2009 гг.

Средняя численность зоопланктона, рассчитанная на повторяющихся станциях, оказалась максимальной за все время наблюдений - 207,8 тыс.экз./ m^3 и была наиболее близкой значению, полученному в 2003 г. также в середине июля (рис. 4.12.). Вероятнее всего, на результаты количественных исследований оказало влияние проведение работ в более поздние, по сравнению с 2004-2008 гг., сроки (рис. 4.13.) Очевидно, что для сообщества зоопланктона в этот период характерны более высокие уровни численности мелкоразмерных групп планктона, дающих кратковременные вспышки численности в условиях устойчиво теплого лета и эвтрофирования. Что касается средней биомассы зоопланктона, ее значение (974 мг/ m^3) не выходило за ранее определенные пределы (рис. 4.12.). Это свидетельствует о стабильном состоянии популяций копепод, составляющих основу сообщества зоопланктона.

Гетеротрофная сапрофитная микрофлора, способная окислять нефтяные углеводороды, довольно широко распространена в исследуемых водах. Распространение этой физиологической группы микроорганизмов в районе мониторинга в летний период 2003-2009 гг. носило мозаичный характер.

В июле 2009 г. наиболее высокие концентрации нефтеокисляющих микроорганизмов были отмечены в придонных слоях, где достигали 10^5 кл/мл. Средние значения наиболее вероятной численности нефтеокисляющих микроорганизмов в летний период составили 10^3 кл/мл. Наиболее загрязненными оказались придонные воды вос-

точной мелководной и западной глубоководной частей района. Выявлены тенденция увеличения численности нефтеокисляющих микроорганизмов в летний период 2003-2009 гг., особенно в глубоководных районах и придонных слоях.

Сообщество летнего зоопланктона в 2009 г. характеризовалось высоким уровнем количественного развития, в значительной степени его мелкоразмерной фракции. Уровень численности зоопланктона был максимальным за весь период исследований 2003-2009 гг., что было связано с температурными условиями, в то же время величина средней биомассы зоопланктона не выходила за ранее определенные пределы межгодовой нормы.

Максимально высокий уровень численности зоопланктона в районе г. Пionерский в 2008 г. и 2009 г., вероятно, обусловлен усилением эвтрофирования этого местообитания. Аномально низкая численность зоопланктона на поверхности горизонтах некоторых станций, по всей видимости, была связана с интенсивным цветением цианобактерий.

Недавние виды вселенцы *Cercopagis pengoi* и *Evdadne anonyx* (*Cladocera*) в районе исследований не получили массового распространения и были, основном, приурочены к восточным мелководным участкам.

Не выявлены какие-либо значительные негативные эффекты на изучаемые компоненты планктона, связанные с функционированием нефтяной платформы.

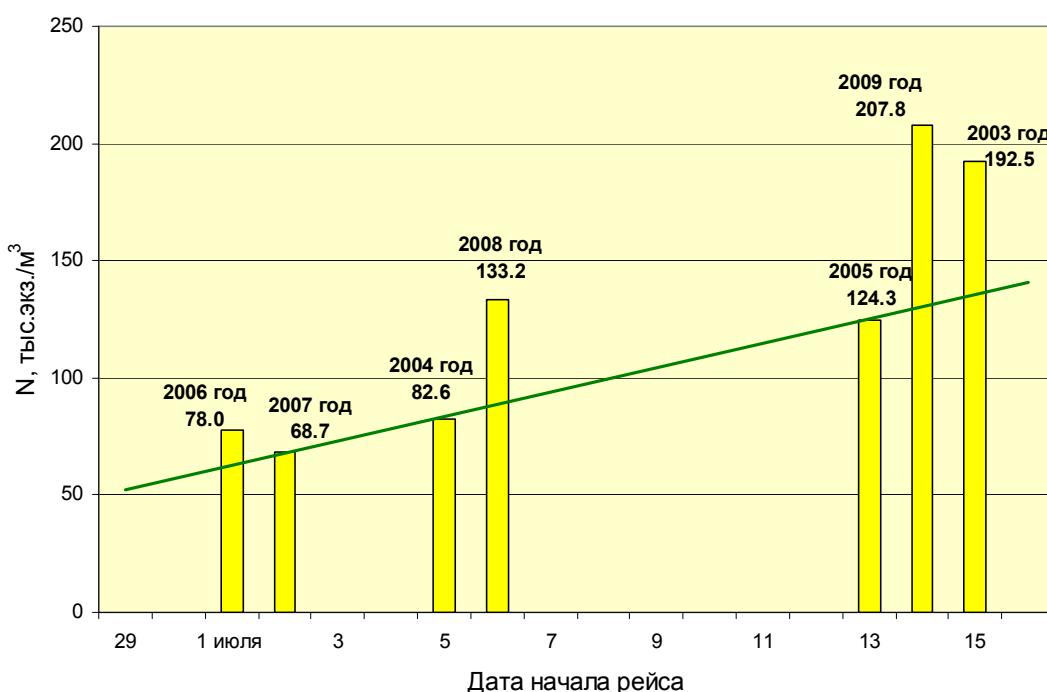


Рис. 4.13. Средние значения численности зоопланктона на повторяющихся станциях мониторинга №№1, 3, 7, 9, 9L, 11, 12, 14, 16, 18, 22 в зависимости от сроков проведения исследований в июле 2003-2009 гг.