

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

В 2011 году гидробиологические исследования включали изучение состояния бактериопланктона (углеводородокисляющие микроорганизмы) и мезозоопланктона (видовой состав, численность, биомасса).

Ниже (рис. 4.11) представлена карта расположения многолетних станций экологического мониторинга в юго-восточной части Балтийского моря.

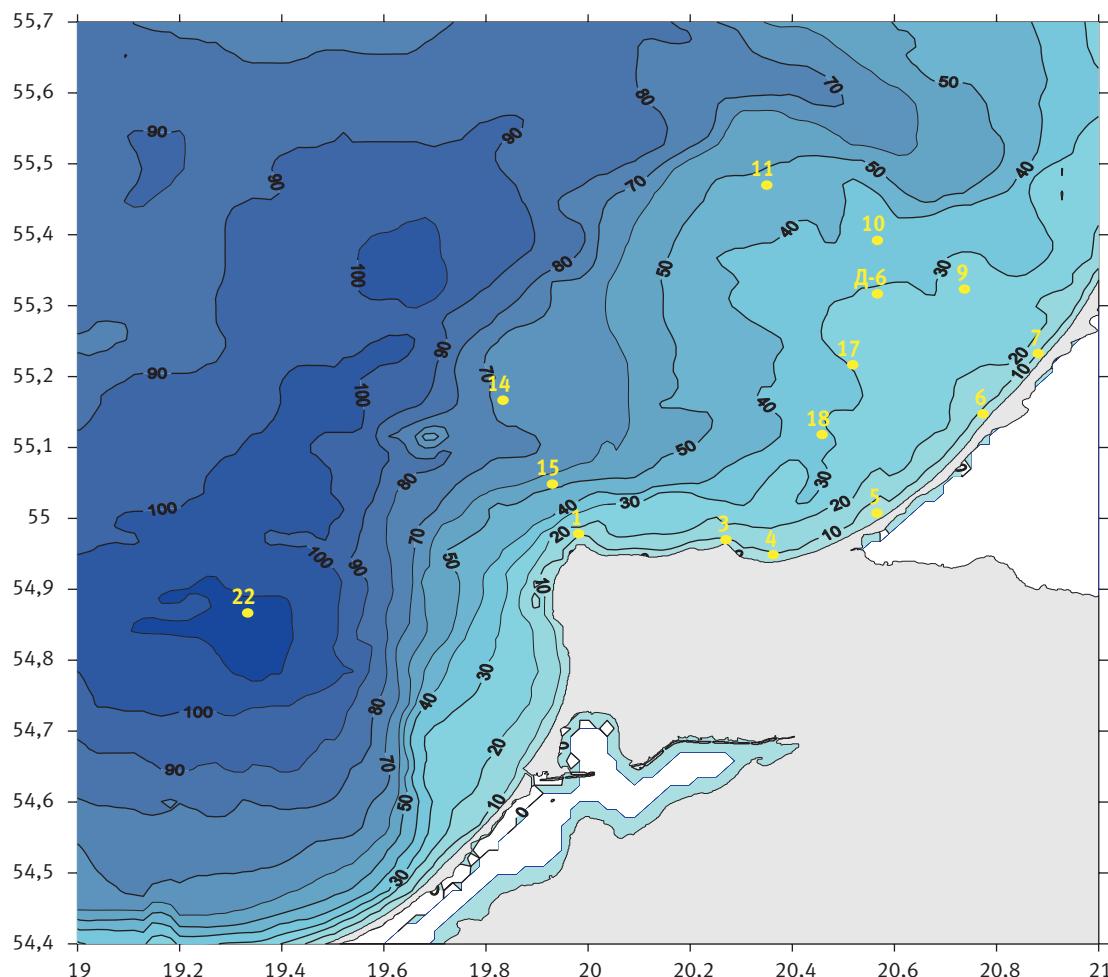
### 4.3.1. Развитие нефтеокисляющих микроорганизмов

Наиболее вероятная средняя численность (НВЧ) нефтеокисляющих микроорганизмов (НМ) в исследуемом районе варьировала от 10 до  $10^4$  кл/мл. Максимальные значения НВЧ НМ были определены в восточной прибрежной части райо-

на, где достигали концентрации  $10^4$  кл/мл на всех исследованных горизонтах водного столба (табл. 4.9, рис. 4.13, 4.15).

Относительно высокие уровни НВЧ НМ —  $10^4$  кл/мл также были отмечены на придонных горизонтах в районе нефтяной платформы и нефтепровода (станции 9L и 18). Минимальные значения НВЧ НМ — 10 кл/мл — были определены на отдельных горизонтах более глубоководных станций и в районе м. Таран. Наиболее низким —  $10^2$  кл/мл — развитие индикаторных микроорганизмов, как и в предыдущий год, оказалось в глубоководной части района. В целом, не отмечено ни одного случая отсутствия в пробах признаков деградации нефти, что свидетельствовало о повсеместном распространении микроорганизмов этой физиологической группы.

Средняя температура поверхностного слоя в



**Рис. 4.11.** Расположение станций экологического мониторинга ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть» в юго-восточной части Балтийского моря в 2003–2011 гг.

Табл. 4.9. Средняя численность нефтеокисляющих микроорганизмов (N, кл/мл) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.

Станция	Глубина, м	N, кл/мл	Станция	Глубина, м	N, кл/мл
1	0	1000	16	0	100
	17	10		23	100
3	0	1000		46	10
	12	1000	17	0	100
4	0	1000		10	1000
	8	100		27	1000
5	0	100	18	0	1000
	10	1000		15	100
6	0	10000		29	10000
	9	10000	22	0	100
7	0	10000		10	100
	9	10000		30	100
9	0	1000		50	100
	10	1000		107	100
	26	100	23	0	100
Д-6	0	1000		11	100
	10	1000		30	100
	27	10000		48	1000
11	0	1000			
	15	1000			
	44	100			

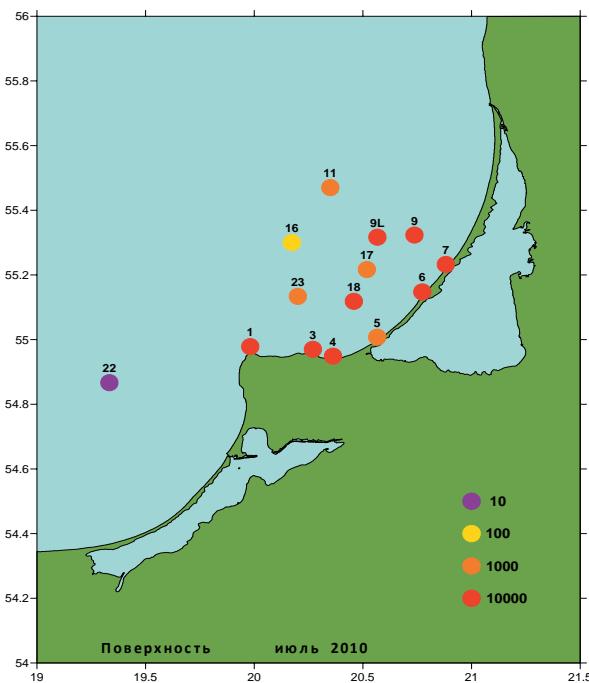


Рис. 4.12. НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов (кл/мл) на поверхностных горизонтах в июле 2010 г. (Примечание: здесь и далее станция Дб обозначена 9L)

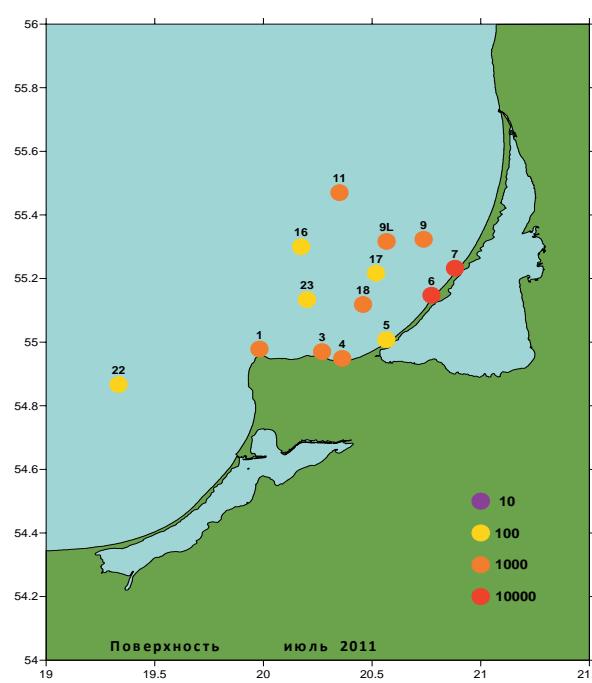
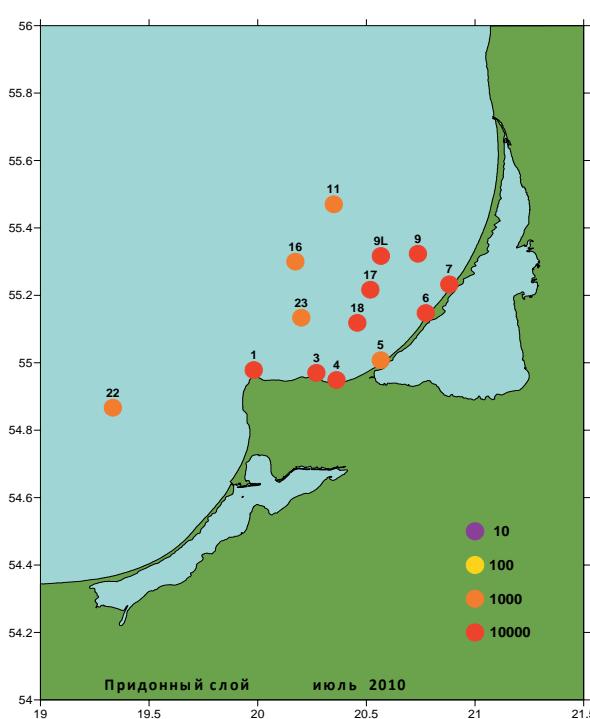
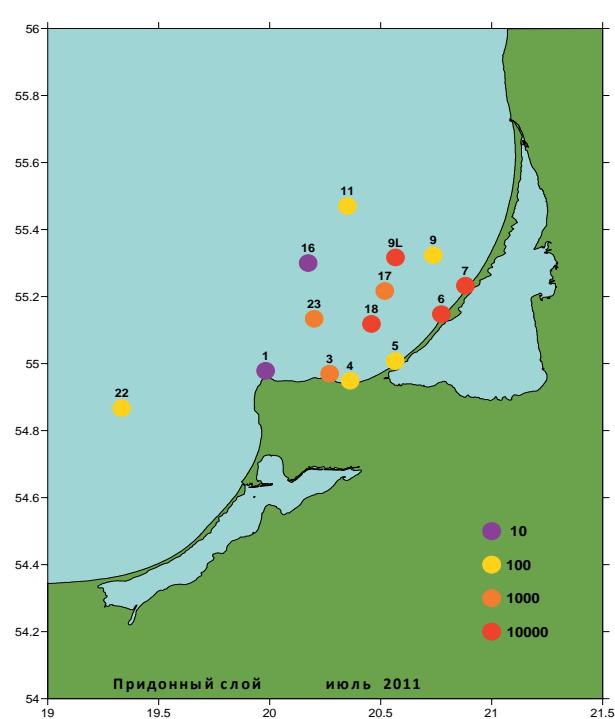


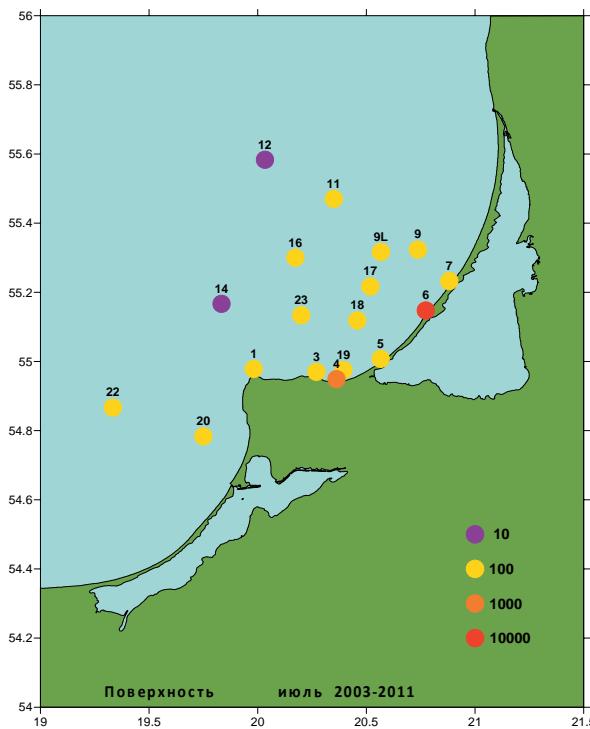
Рис. 4.13. НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов (кл/мл) на поверхностных горизонтах в июле 2011 г.



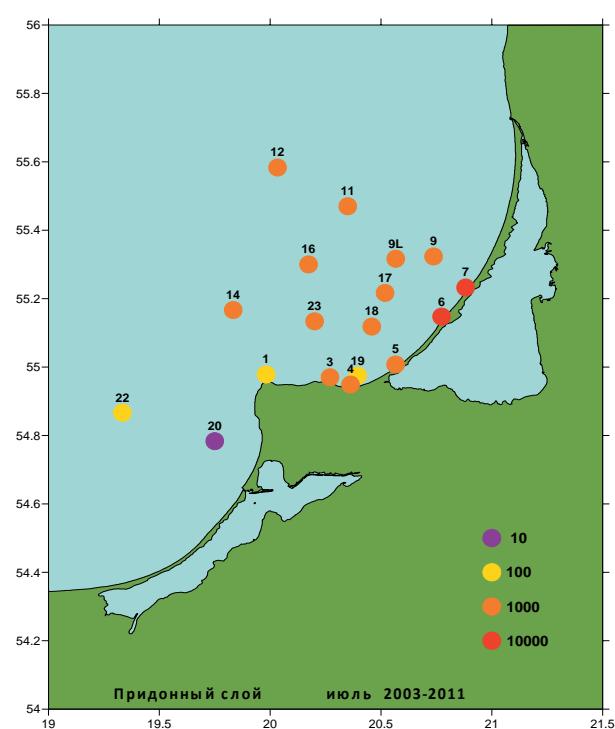
**Рис. 4.14.** НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов (кл/мл) на придонных горизонтах в июле 2010 г.



**Рис. 4.15.** НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов (кл/мл) на придонных горизонтах в июле 2011 г.



**Рис. 4.16.** Средние значения НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов (кл/мл) на поверхностных горизонтах станций мониторинга в июле 2003–2011 гг.



**Рис. 4.17.** Средние значения НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов (кл/мл) на придонных горизонтах станций мониторинга в июле 2003–2011 гг.

районе исследований в июле 2011 г. составляла 17,9 °С, максимальная — 18,2 °С; в июле 2010 г. эти значения равнялись соответственно 21,3 °С и 25,7 °С. По сравнению с аномально теплым предыдущим летним периодом, в условиях холодного лета 2011 г. НВЧ НМ значительно, на три порядка, уменьшилась на станциях 1, 4, 16 и 22 (рис. 4.12–4.15). В среднем на два порядка сократилась численность этой группы на станциях 3, 5, 9 и 11 и уменьшилась на порядок на станциях 9L, 17 и 23. В то же время, на прибрежных станциях в районе Куршской косы концентрация НВЧ НМ не изменилась, а поверхностном горизонте станции 22 увеличилась в 10 раз, по сравнению с 2010 г., что, возможно, свидетельствует о наибольшем загрязнении этих вод.

При сопоставлении многолетних данных (2003–2011 гг.) уровни НВЧ НМ в водах района в целом были близки значениям, характерным для холодных летних периодов 2006 и 2007 гг. НВЧ НМ в поверхностных водах в июле 2011 г. оказалась выше или оставалась на уровне средних многолетних значений (рис. 4.13, 4.16). На придонных горизонтах НВЧ НМ была ниже или на уровне долговременных наблюдений, за исключением придонных вод станций 9L и 18 (рис. 4.15, 4.17).

Таким образом, установлено, что в водах исследуемого района распространение НМ в летний период оставалось повсеместным. Показано, что уровень численности этой физиологической группы микроорганизмов определялся температурными условиями и в 2011 г. не выходил за пределы многолетних колебаний. Отмеченные в ряде случаев повышения НВЧ НМ могут быть связаны с локальным увеличением нефтяного загрязнения.

#### 4.3.2. Характеристика мезозоопланктона

Структура мезозоопланктона в условиях холодного лета 2011 г. была сходна, скорее, с зимне-весенней — основу сообщества как по численности, так и по биомассе составляли веслоногие ракчи *Copepoda*. Доминирование копепод в летнем планктоне для прибрежных вод Балтики не совсем характерно, поскольку в это время в прогретых, богатых пищей водах массово развиваются мелкоразмерные термофильные группы с коротким циклом развития, такие как коловратки и ветвистоусые ракчи, а также личинки донных животных.

Численность копепод практически повсеместно превышала половину численности всего сообщества и достигала 90,6% от суммарных значений. Доля биомассы в общей биомассе мезозоопланктона колебалась от 64,6 до 97,8%. Плотность копепод варьировала от 11,3 до 82,3 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомасса — от 112,8 до 926,5 мг/м<sup>3</sup> (рис. 4.18, 4.19).

Среди копепод в прибрежных водах юго-восточной Балтики летом обычно преобладают неритические *Temora longicornis* и *Acartia spp.* В 2011 г. в районе исследований в составе копепод практически повсеместно доминировал *T.longicornis*. В большинстве районов доля численности *T.longicornis* изменялась от 34,3 до 67,6%, относительная биомасса варьировала от 47,9 до 86,8%. Максимальная плотность этого вида была определена на станции 23, где равнялась 663,8 мг/м<sup>3</sup>.

Мелкоразмерные копеподы *Acartia spp.* были наиболее многочисленными в прибрежных водах на севере Самбийского полуострова: в районе г. Пионерский *Acartia spp.* состав-

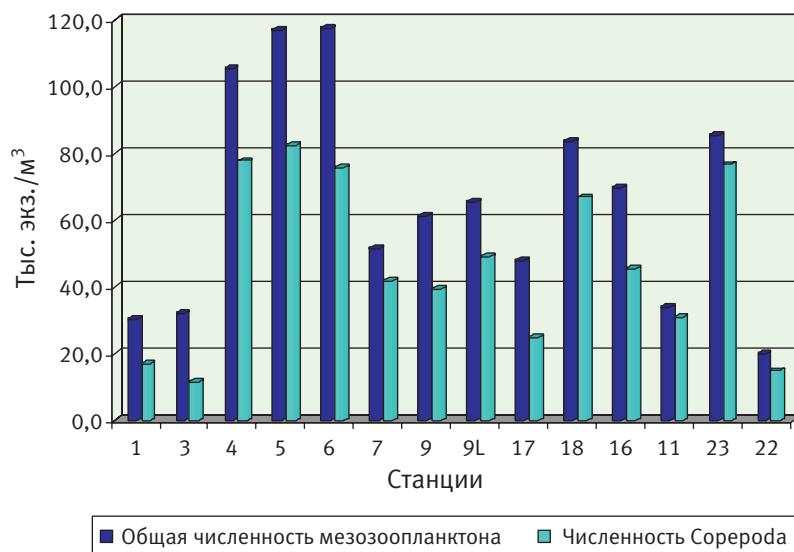


Рис. 4.18. Численность мезозоопланктона и веслоногих ракообразных (*Copepoda*) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.

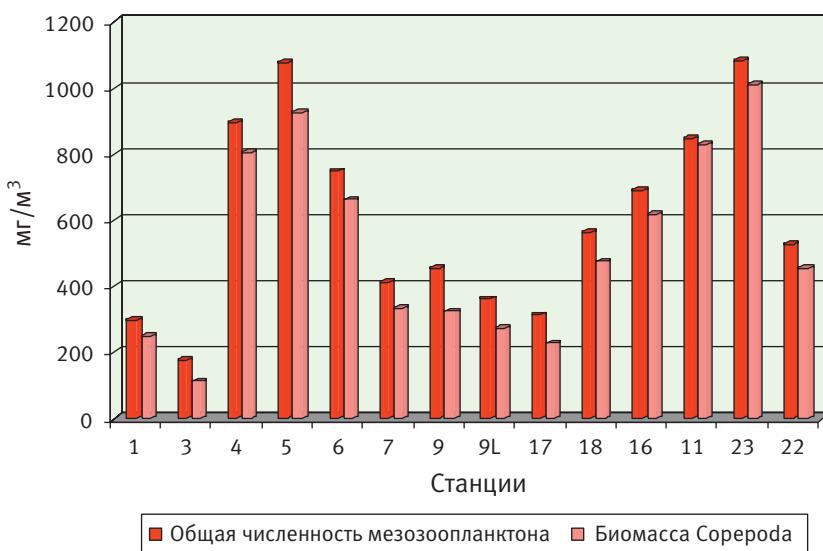


Рис. 4.19. Биомасса мезозоопланктона и веслоногих ракообразных (Copepoda) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.

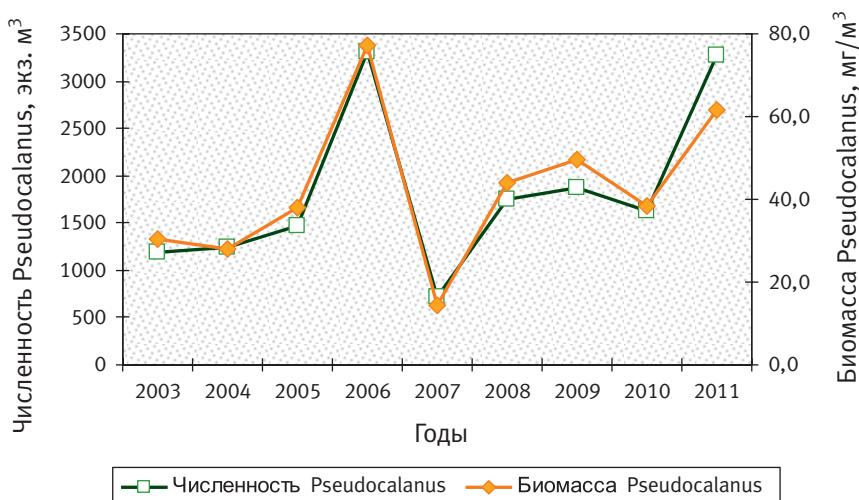


Рис. 4.20. Средние значения численности и биомассы *Pseudocalanus minutus* на повторяющихся станциях (станции 1, 7, 9, 9L, 11, 18, 22) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.

ляли 84% от численности копепод и 78,6% от их биомассы. Плотность *Acartia spp.* достигала 44,0 тыс. экз./ $\text{м}^3$ , биомасса — 325,5  $\text{мг}/\text{м}^3$ . В более глубоких водах значение этих видов было минимально — 6,3% от численности копепод.

В условиях холодного лета расширился район распространения стеногалинного холодноводного рачка *Pseudocalanus minutus* — важного кормового объекта рыб. Отдельные особи этого вида были обнаружены на прибрежном мелководье. Обычно *P. minutus* встречался в районах с глубинами выше 20 м преимущественно в слоях ниже пикноклина. Максимальные значения численности и биомассы *P. minutus* были определены на станции 11–12,4 тыс. экз./ $\text{м}^3$  и 209,2  $\text{мг}/\text{м}^3$ . Сравнительно высокими были численность и биомасса этого вида на станциях 22 и 16, где доли количественных характеристик *P. minutus* достигали 45,8% от суммарной

численности копепод и 38,9% от общей биомассы.

В летний период 2003–2011 гг. пики численности *P. minutus* совпадали с самыми низкими значениями придонной температуры в 2006 и 2011 гг. (рис. 4.20). В годы с высокой температурой (2005, 2010 гг.) эти значения были вдвое ниже. Поскольку максимумы численности этого вида отмечались как в условиях высокой солености (2006 г.), так и в ситуации распреснения (2011 г.), вероятно, основным фактором, контролирующим численность этого, в данных условиях являлась температура.

Как и в предшествующие годы, в районах со средними глубинами (25–50 м) субдоминирующее положение занимал *Centropages hamatus*. Максимальные доли численности и биомассы *C. hamatus* достигали, соответственно, 22,2% от общей численности копепод и 16,2% от биомас-



Рис. 4.21. Численность коловраток в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.

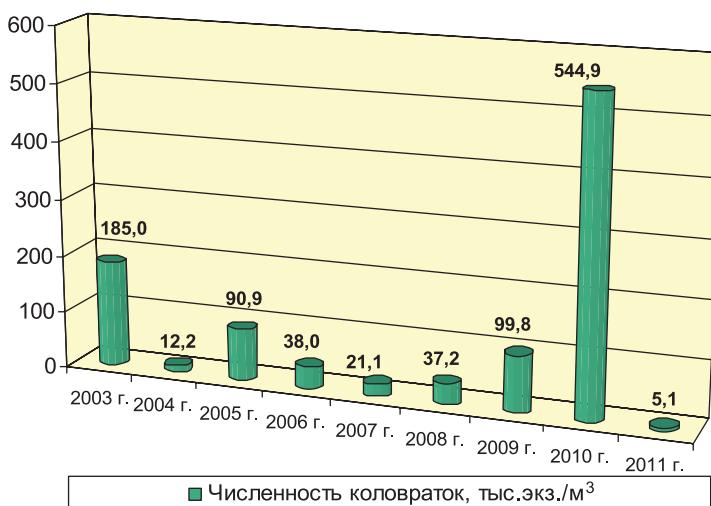


Рис. 4.22. Средние значения численности коловраток на повторяющихся станциях (станции 1, 7, 9, 9L, 11, 18, 22) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.

сы. Наибольшую биомассу *C. hamatus* формировал на станции 23–131 мг/м<sup>3</sup>.

Солоноватоводный вид *Eurytemora hirundoides* в районе наблюдений был распространен повсеместно с наибольшей концентрацией в водах около г. Зеленоградск — 3,9 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Колебания численности *E. hirundoides* в 2003–2011 гг. зависели, прежде всего, от режима солености. Количественные показатели *E. hirundoides* в условиях распреснения в 2011 г. были примерно вдвое выше, чем в 2004–2008 гг. и 2010 г., и на порядок выше, чем в 2009 г.

К составу доминирующих видов мезозоопланктона в период исследований можно отнести коловраток (*Rotatoria*), хотя в 2011 г. их количественное развитие оказалось крайне низким для летнего периода. Доля численности коловраток была значительной только на станциях 17, 3 и 16, где достигала 35,2% от общей численности мезозоопланктона (рис. 4.21).

Численность коловраток варьировала от 0,5 до 18,5 тыс. экз./м<sup>3</sup> с максимумами на станциях 5 и 16 (г. Зеленоградск и открытая часть). В июле 2011 г. в составе коловраток преобладали представители рода *Synchaeta*, в то время как обычно при благоприятных летних условиях значительные скопления формировали солоноватоводные термофильные коловратки рода *Keratella*.

Средняя численность коловраток на многолетних станциях в летние сезоны 2003–2011 гг. варьировала от 5,1 до 544,9 тыс. экз./м<sup>3</sup>, т.е. изменялась более чем на два порядка (рис. 4.22). Наиболее выразительной вспышкой численности этой группы отмечалась аномально жарким летом 2010 г. В холодных условиях с относительно стабильным режимом солености численность коловраток резко снижалась (2004, 2007 гг.) и опустилась до минимума за весь период наблюдений в 2011 г.

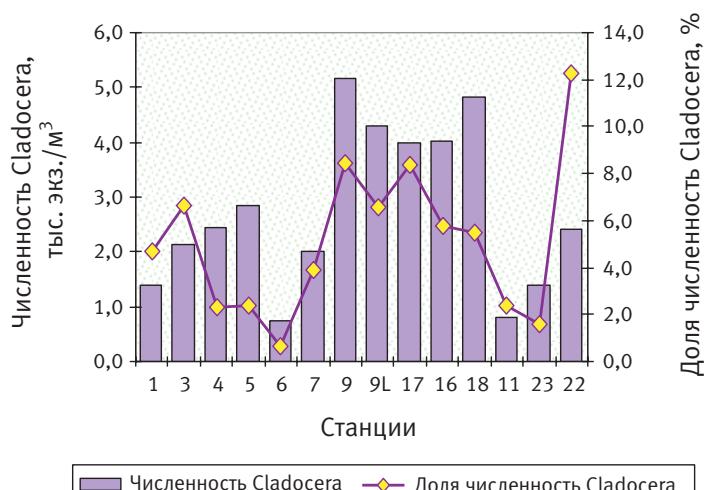


Рис. 4.23. Численность и доля численности ветвистоусых раков *Cladocera* в составе мезозоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.

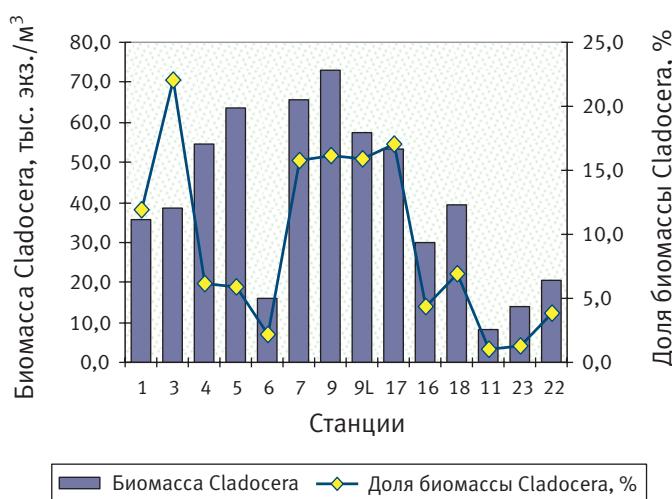


Рис. 4.24. Биомасса и доля биомассы ветвистоусых раков *Cladocera* в составе мезозоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.



Рис. 4.25. Самка *Cercopagis pengoi* в юго-восточной части Балтийского моря



Рис. 4.26. Самка *Eudine anopuh* в юго-восточной части Балтийского моря

**Ветвистоусые раки Cladocera** были распространены повсеместно, однако их численность в условиях холодного лета оказалась низкой — от 0,8 до 5,2 тыс. экз./м<sup>3</sup> (рис. 4.23, 4.24). Численность кладоцер возрастала в районах со средними (около 30 м) глубинами. Ветвистоусые раки составляли в общей биомассе от 1 до 22,1%, с максимумом на станциях 3 и 17.

Недавний вселенец хищная кладоцера *Ceropagis pengoi* в условиях холодного лета практически исчез из вод района — по 1–2 особи этого вида были обнаружены на станциях 1, 7 и 17. Немногим чаще встречался другой чужеродный вид — кладоцера *Evdne anomph*. По-видимому, для развития этих южных видов температурный режим оказался неблагоприятным.

Достаточно многочисленной группой на прибрежных станциях района (кроме станции 7) летом 2011 г. были представители меропланктона — науплии и циприсы **усоногих ракообразных** (*Cirripedia*). Доля их численности в прибрежных водах Куршской косы в районе п. Рыбачий была максимальной и составляла 29,4% от общей численности мезозоопланктона (рис. 4.27). Здесь же были определены самые высокие значения численности и биомассы молоди циррепидий — соответственно 34,6 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 54,1 мг/м<sup>3</sup>. Такой же высокий уровень биомассы молоди усоногих раков при относительно низкой численности был отмечен на станциях 23 и 9 и 18 — соответственно 57,9 мг/м<sup>3</sup>, 48,9 мг/м<sup>3</sup> и 43,2 мг/м<sup>3</sup>, поскольку в более глубоких водах возрастало число более крупных старших науплиев и циприсов.

Другие представители донной фауны — **личинки двусторчатых моллюсков** (*Bivalvia*) и **многощетинковых червей** (*Polychaeta*) в планктоне были малочисленными. Исключение составили мелкие воды в районе г. Зеленоградск, где численность личинок полихет составляла 2,8 тыс. экз./м<sup>3</sup>, а биомасса — 26,9 мг/м<sup>3</sup>. Воз-

можно, эта локальная вспышка развития полихет связана с эвтрофированием указанного района.

**Общая численность мезозоопланктона** в июле 2011 г. была сравнительно невысокой и варьировалась от 19,7 до 117,5 тыс. экз./м<sup>3</sup> (рис. 4.18). Минимальные значения суммарной численности были определены на станциях 22, 1, 3 и 11, самые высокие — на станциях 4, 5 и 6. **Общая биомасса мезозоопланктона** изменилась от 299,9 до 1086,6 мг/м<sup>3</sup> и была максимальной на станциях 23 и 5 (рис. 4.19). Высокие значения биомассы мезозоопланктона были также характерны для станций 4, 6 и 11.

Средние значения численности и биомассы мезозоопланктона на многолетних станциях, соответственно, 49,4 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 495,7 мг/м<sup>3</sup> — оказались минимальными за весь период летних наблюдений (рис. 4.28). Примерно такие же величины количественных показателей мезопланктона были определены в 2007 г., таким образом, значения численности и биомассы мезозоопланктона в июле 2011 г. находились в пределах своей межгодовой изменчивости.

Наибольшие значения численности и биомассы мезозоопланктона были определены в теплые годы — в 2003, 2009 и 2010 гг. (рис. 4.28). Самая низкая плотность мезозоопланктона отмечалась в холодные годы — в 2006, 2007 и 2011 гг. Аномально высокие количественные показатели зоопланктона в 2010 г. совпадали с максимальным уровнем температуры и, в то же время, с резким снижением солености в глубоких слоях.

В июле 2011 г. величины наиболее вероятной численности нефтеокисляющих микроорганизмов (НВЧ НМ) в водах района были сопоставимы со значениями, характерными для холодных летних периодов. Наметившаяся в 2003–2010 гг. тенденция увеличения НВЧ НМ в летний пери-

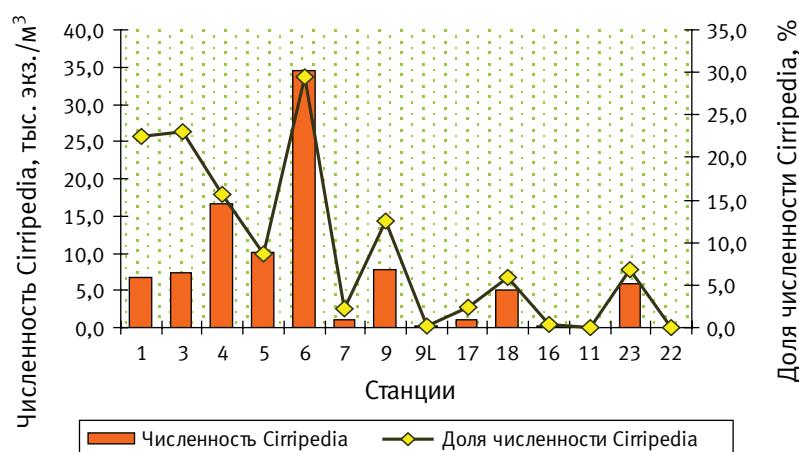
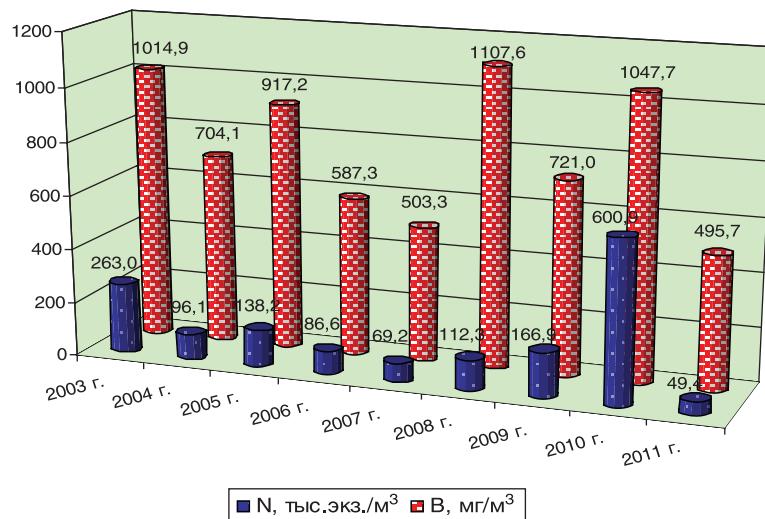


Рис. 4.27. Численность и доля численности усоногих ракообразных (*Cirripedia*) в составе мезозоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.



**Рис. 4.28.** Средние значения численности и биомассы мезозоопланктона на повторяющихся станциях (1, 7, 9, 9L, 11, 18, 22) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2011 гг.

од в водах юго-восточной Балтики в условиях холодного лета 2011 г. не подтвердилась, что свидетельствовало о зависимости развития бактериопланктона, прежде всего, от термического режима. Несмотря на существенное уменьшение численности НМ в период холодного лета 2011 г., по сравнению с 2010 г., повсеместное распространение этой физиологической группы микроорганизмов в водах района сохранилось. Наиболее чистыми по показателю развития НМ оказались воды со средними глубинами, самыми загрязненными — прибрежные районы Куршской косы.

Количественные характеристики отдельных видов, структура сообщества и суммарные значения численности и биомассы мезозоопланк-

тона в исследуемом районе в июле 2011 г. определялись низкой температурой и распреснением вод. Уровни численности и биомассы мезозоопланктона, рассчитанные на многолетних станциях в июле 2011 г. оказались минимальными за весь период наблюдений в 2003–2011 гг. и близки к значениям, полученным в 2007 г., не выходя, таким образом, за пределы межгодовой изменчивости.

Не выявлено каких-либо негативных последствий влияния функционирования нефтяной платформы на состояние исследуемых компонентов планктона. Основным фактором, контролирующим развитие планктона в районе наблюдений, по-видимому, является термохалинный режим вод.