

Рис. 3.63. Расположение станций наблюдений ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть» в Балтийском море в 2003–2014 гг.

### 3.3.6. Гидробиологическая оценка состояния морских экосистем

#### 3.3.6.1. Состояние отдельных компонентов планктона экосистемы юго-восточной части Балтийского моря в июле 2014 г.

В июле 2014 г. были продолжены многолетние гидробиологические наблюдения в российских водах юго-восточной части Балтийского моря. В число контролируемых параметров входили наиболее вероятная численность (НВЧ) нефтеокисляющих микроорганизмов (НМ) и структурно-таксономические и количественные характеристики состояния зоопланктона. Схема расположения станций наблюдений показана на рис. 3.63.

#### Нефтеокисляющие микроорганизмы

Анализ численности НМ дает представление о локализации и интенсивности процессов микробного разрушения нефти и используется для индикации нефтяного загрязнения.

В июле 2014 г. определение НВЧ НМ методом предельных разведений проводились на 14-ти многолетних станциях наблюдений. Установлено, что НМ в исследуемый период были распространены в районе наблюдений повсеместно. НВЧ НМ изменялась от  $10$  до  $10^4$  кл/л и в большей части района НВЧ не превышала

$10^3$  кл/л. Определены локализации, где НВЧ НМ достигала относительно высоких значений  $10^4$  кл/л: в районе г. Пионерский, северной части Куршской косы и в районе нефтепровода (станции 3, 7 и 18, соответственно). Минимальные значения НВЧ НМ –  $10$  кл/л, были отмечены на поверхностных горизонтах вблизи нефтяной платформы (станции 9L и 9) и в глубоководных районах (станции 11, 22, 23). В целом уровень НВЧ НМ был близок средним межгодовым значениям или снизился, по сравнению с предыдущими годами. Увеличение НВЧ НМ в 2014 г., в основном, на один порядок, по сравнению со средними межгодовыми величинами было отмечено для отдельных горизонтов, как на прибрежных мелководных станциях, так и на глубоководных (станции 1, 3, 7, 16, 18 и 22).

Средние значения НВЧ НМ на поверхностных и придонных горизонтах станций наблюдений в июле 2003–2014 гг. показаны на рис. 3.64 и 3.65. На прибрежном мелководье численность НМ была выше, чем в районах с глубинами свыше  $30$  м. В глубоководных районах наибольшие скопления НМ были определены в придонных слоях, где их численность нередко превышала значения НВЧ в водной толще на два порядка.

Максимальные величины НВЧ НМ за весь период летних исследований были определены в июле 2010 г., когда число станций, на которых регистрировались НВЧ со значениями  $10^4$ – $10^5$  кл/мл, достигало десяти (рис. 3.66). В 2007, 2010 и 2013 гг. отмечалось увеличение

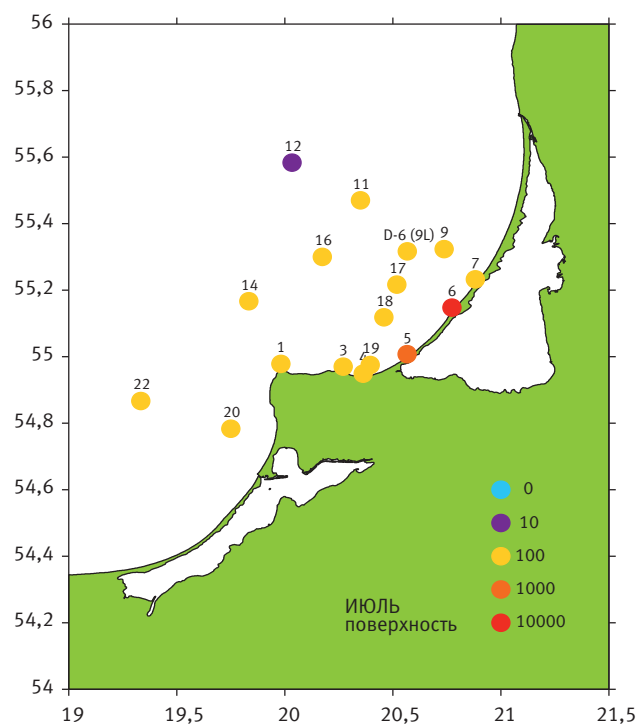


Рис. 3.64. Средние значения НВЧ НМ, кл/мл, на поверхностных горизонтах в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2014 гг.

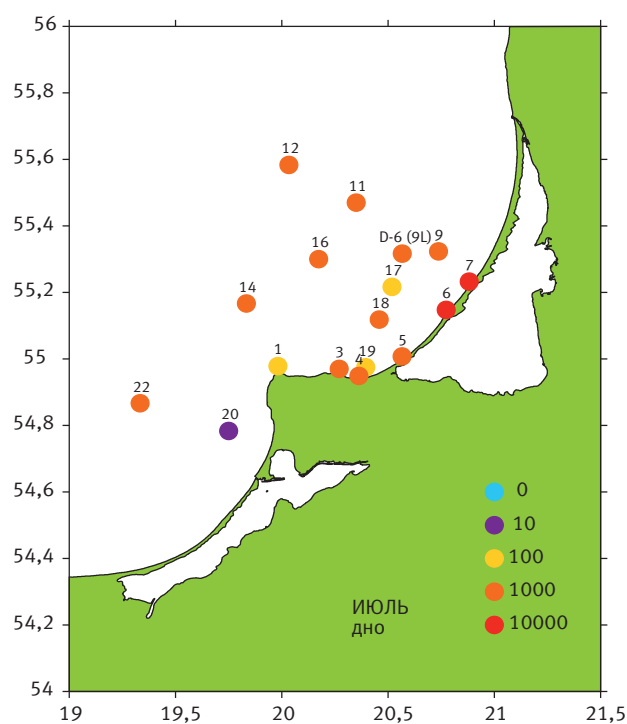


Рис. 3.65. Средние значения НВЧ НМ, кл/мл, на придонных горизонтах в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2014 гг.

числа станций с НВЧ НМ со значениями  $10^4$ – $10^5$  кл/мл. В целом относительно низкими значения НВЧ этой группы микроорганизмов были в июле 2006 и 2007 гг.

В июле 2004–2014 гг. диапазон изменений температуры поверхностного слоя на отдельных

станциях составлял от 14,6 до 25,7 °С. Средние значения для всего района менялись от 15,4 °С в 2004 и 2007 гг. до 23,0 °С в 2010 г. Наиболее теплыми были 2005, 2006, 2010 и 2013 гг., самыми холодными – 2004 и 2007 гг. Показано, что в среднем уровень количественного развития

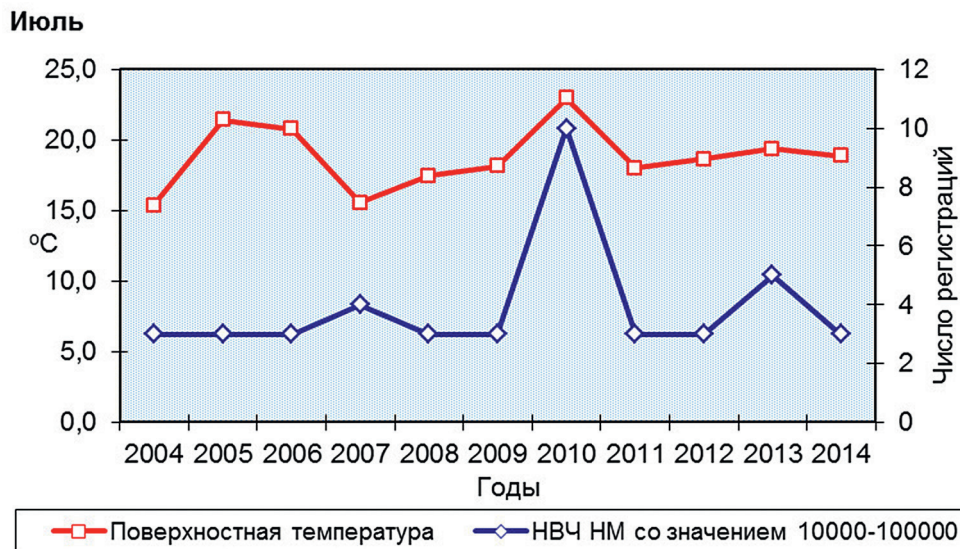


Рис. 3.66. Число станций с НВЧ НМ со значением  $10^4$ – $10^5$  кл./мл в зависимости от поверхностной температуры в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2004–2014 гг.

НМ в районе наблюдений при таких колебаниях температуры оставался примерно на одном уровне с небольшим положительным трендом. За весь период наблюдений вспышку численности организмов этой группы спровоцировал лишь аномально продолжительный подъем температуры летом 2010 г. (рис. 3.66.).

#### Характеристика состояния зоопланктона

В июле 2014 г. были продолжены многолетние наблюдения, характеризующие состояние зоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря. Некоторые особенности сообщества зоопланктона в исследуемый период объясняются проведением наблюдений в несколько более поздние сроки, чем в предыдущие годы.

В составе летнего зоопланктона в 2014 г., в отличие от предыдущих лет, в большинстве районов доминировали веслоногие рачки *Copepoda*. Коловратки, обычно самые массовые в летнем планктоне, составляли не более трети численности сообщества. Доли численности и биомассы *Copepoda* колебались соответственно от 11,5 до 86,3% и от 39,9 до 97,2% от суммарных величин. На ряде станций были зарегистрированы рекордные летние значения для этой группы. Например, в близких по расположению точках 9 и 17 численность копепоид на отдельных горизонтах достигала 200 тыс. экз./м<sup>3</sup>, а на станциях 17 и 22 биомасса зоопланктона приближалась к 3,7 г/м<sup>3</sup>. При этом в среднем численность копепоид незначительно отличалась от среднегодовых значений и варьировала от 11,5 до 161,7 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Средняя биомасса, напротив, оказалась в разы выше прошлогодних и изменялась от 354,5 до 1876,3 мг/м<sup>3</sup>. Самые

высокие значения количественных характеристик *Copepoda* были определены в районах с глубинами менее 30 м.

В отличие от предыдущих лет, в составе копепоид практически повсеместно доминировал *Temora longicornis*. Доли численности и биомассы *T. longicornis* достигали соответственно 81,5 и 85,8% от суммарных значений численности и биомассы копепоид. Плотность популяции *T. longicornis* варьировала от 1,0 до 131,7 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомасса – от 49,0 до 1592,8 мг/м<sup>3</sup>. Другая доминирующая группа видов – *Acartia* spp., массово развивалась в прибрежных водах. Содержание трёх видов *Acartia* – *A. bifilosa*, *A. longiremis* и *A. tonsa* здесь составляло до 61,4% от численности копепоид и до трети численности всего зоопланктона. Численность *Acartia* spp. варьировала от 2,9 до 25,1 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомасса – от 27,1 до 273,6 мг/м<sup>3</sup>. Максимальные значения численности и биомассы *Acartia* spp. были почти на порядок меньше максимальной численности вида-доминанта *T. longicornis*.

Субдоминирующее положение в составе копепоид занимал *Centropages hamatus*. Доля численности этого вида не превышала 26,4% от численности копепоид и 31,7% от их биомассы. Наиболее многочисленным этот неритический вид был, как обычно, на станциях с глубинами менее 30 м.

Холодолобивый стеногалинный вид *Pseudocalanus minutus elongatus* на мелководной части акватории не обнаружен. Относительно высокие значения численности и биомассы этого вида – соответственно 8,8 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 332,2 мг/м<sup>3</sup>, были определены только в глубоководных районах.

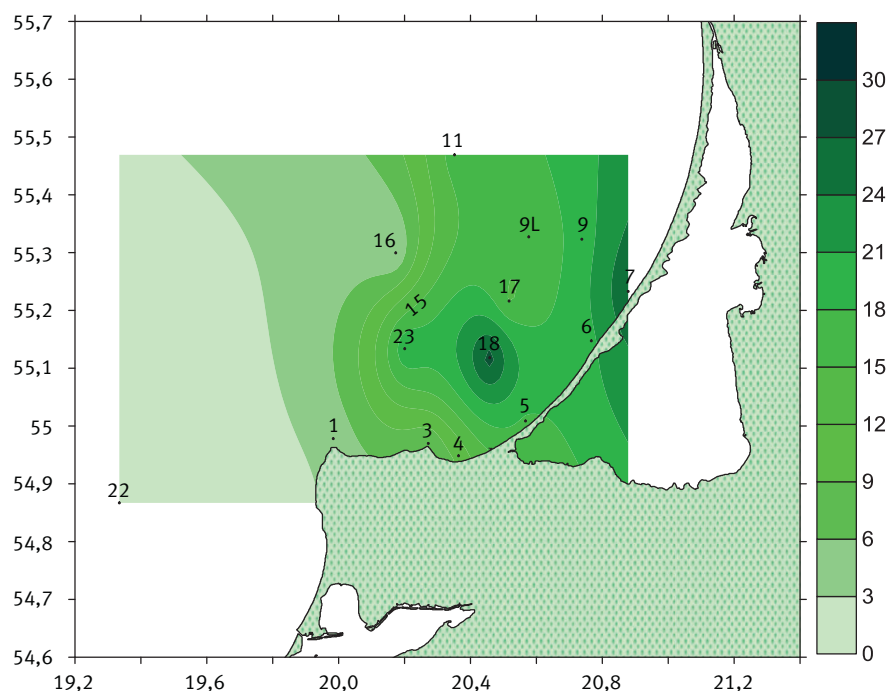


Рис. 3.67. Численность коловраток, тыс. экз./м<sup>3</sup> в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2014 г.



Рис. 3.68. Средняя численность коловраток в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2014 гг.

Солоноватоводный вид *Eurytemora affinis hirundoides* в период исследований встречался повсеместно, но в очень низких количествах. Максимальная численность и биомасса *E. hirundoides* были отмечены на траверсе г. Пионерский – 1083 экз./м<sup>3</sup> и 23,1 мг/м<sup>3</sup>, соответственно. Примерно такие же количественные характеристики были определены для *E. hirundoides* в прошлые годы.

Морской галофильный вид *Oithona similis*, встречающийся в глубоких водах исследуемого района в отдельные годы, был вновь обнаружен на станции 22. Его численность и биомасса на глубине 106 м достигала существенных значений – соответственно, 11,4 тыс. экз./м<sup>3</sup> и 15,4 мг/м<sup>3</sup>.

Особенностью летнего сезона 2014 г. в планктоне было аномально низкое количество коловраток. Их численность варьировала от 1,1 до 28,5 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомасса – от 0,6 до 28,1 мг/м<sup>3</sup> (рис. 3.67). Для сравнения, в 2013 г. максимальные значения численности и биомассы *Rotatoria* были выше, соответственно, в 12 и 50 раз. Такое падение численности коловраток, очевидно, связано с их выеданием значительно возросшими в 2014 г. популяциями копепоид и кладоцер и с более холодными термическими условиями. Ни на одной из станций не было зарегистрировано характерных массовых вспышек развития коловраток, часто наблюдавшихся ранее. Средние значения численности коловраток в июле 2003–2014 гг. варьировали от

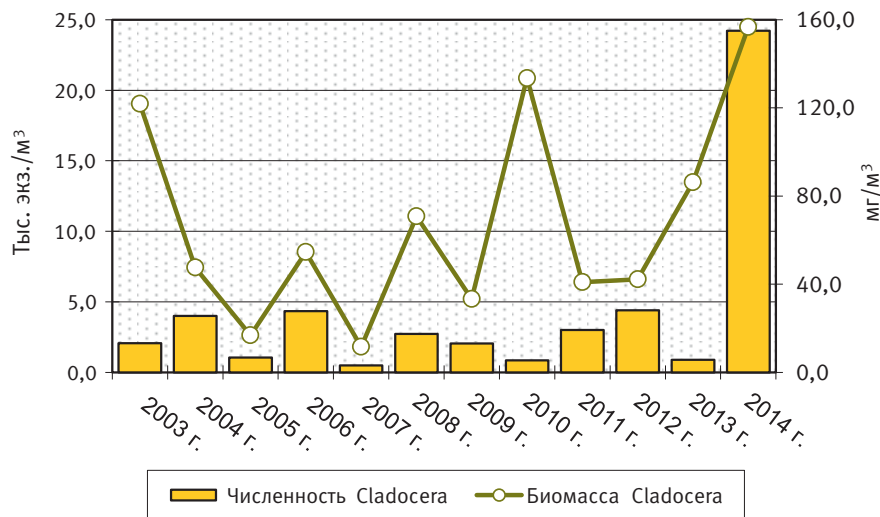


Рис. 3.69. Средние значения численности и биомассы *Cladocera* в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2014 гг.

7,3 тыс. экз./м³ в 2011 г. до 504,6 тыс. экз./м³ в 2010 г.; среднее значение для 2014 г. на этих станциях – 13,4 тыс. экз./м³, было одним из самых низких (рис. 3.68).

В то же время, в июле 2014 г. в водах района были зарегистрированы рекордно высокие для всего периода исследований скопления ветвистоусых рачков *Cladocera* – *Bosmina coregoni maritima*, что было обусловлено, вероятно, благоприятной для этого вида термохалинной ситуацией. Кроме того, проведение наблюдений в более поздние, чем обычно, сроки могло совпасть с началом ежегодного позднелетнего подъема численности *Bosmina*. В сумме кладоцеры составляли до 84% от общей численности зоопланктона. Плотность их популяций варьировала от 1,1 до 83,4 тыс. экз./м³, биомасса – от 9,7 до 525,4 мг/м³ (рис. 3.69). Максимальные значения численности *Cladocera* на участках со средними глубинами были в десятки раз выше, чем в годы минимумов. При этом в прибрежных районах такой картины не наблюдалось. Ранее, по нашим данным, в мелких прибрежных водах района доля биомассы кладоцер могла повышаться летом за счёт развития крупного вида-вселенца *Cercopagis pengoi*.

Средние значения численности и биомассы кладоцер в июле 2003–2014 гг. изменялись от 0,5 до 24,2 тыс. экз./м³ и от 11,7 до 156,8 мг/м³. Средние значения в 2014 г. на этих станциях были максимальными за весь период наблюдений. Минимальные средние количественные показатели для кладоцер были определены в 2007 г.

В комплексе ветвистоусых рачков *Cladocera* значение вселенцев *C. pengoi* и *Evadne anonyx* было невелико. Распространение хищного *C. pengoi* ограничивалось районом станций 7, 17,

18 и 23, где его содержание составляло от 6 до 117 экз./м³ с максимумом в районе северной части Куршской косы. Биомасса *C. pengoi* в этой точке была также максимальной – 53,4 мг/м³. По сравнению с предыдущими годами, присутствие *C. pengoi* в водах района заметно сократилось в связи с холодными условиями. Примерно такой же характер распределения был показан для другого вида-вселенца – мирной кладоцеры *E. anonyx*. Единичные особи этого вида (6–44 экз./м³) были отмечены на тех же станциях.

Меропланктон – планктонная молодь бентосных организмов, в водах района был, как всегда, представлен науплиями и циприсами усоногих рачков-обрастателей (*Cirripedia*), личинками двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*) и нектохетами многощетинковых червей (*Polychaeta*). Самыми многочисленными из меропланктона были науплии циррипедий. Усоногие рачки обнаруживались повсеместно, даже на глубоководной станции, однако их численность была максимальной в прибрежной полосе на траверсе г. Пионерский – 38,3 тыс. экз./м³. Выявленное в 2007–2013 гг. повышение численности усоногих рачков в районе нефтепровода (станции 18, 17) сохранилось и в этом году, что может свидетельствовать об «островном эффекте».

Другие представители меропланктона – личинки двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*) в составе зоопланктона составляли не более 2,1% от общей численности и 0,7% от суммарной биомассы зоопланктона. Максимальные значения численности и биомассы личинок бивальвий, соответственно 2,1 тыс. экз./м³ и 5,7 тыс. экз./м³, как и молоди циррипедий, были вдвое выше величин, полученных в предыдущий период, и со-



Рис. 3.70. Планктонная личинка *Marenzelleria* spp. (*Polychaeta*) на траверзе Куршской косы в июле 2014 г.

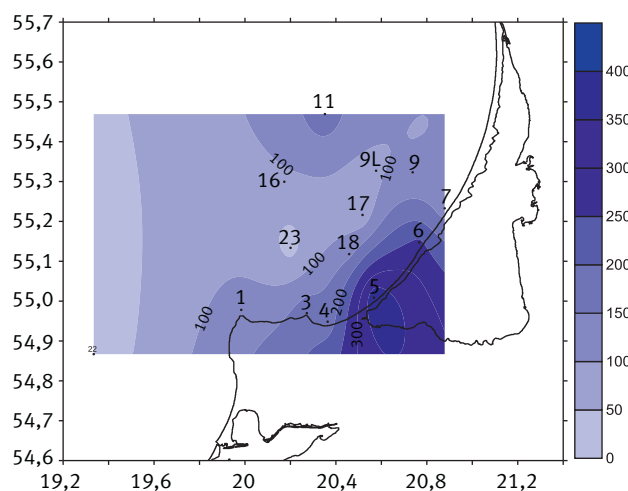


Рис. 3.71. Общая численность зоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2014 г.

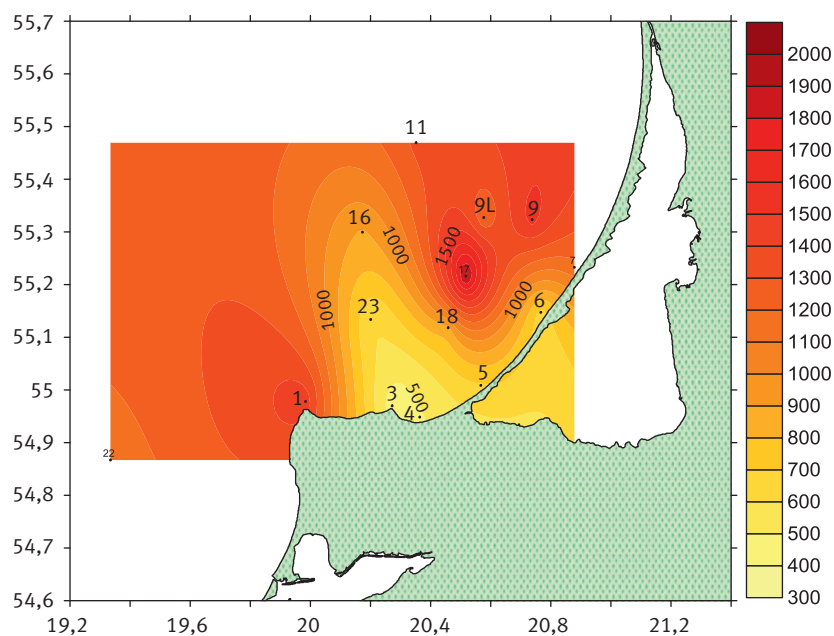


Рис. 3.72. Общая биомасса зоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2014 г.

ставляли максимум в районе нефтепровода и в восточной части прибрежной зоны. Самые низкие значения – были определены на глубоководных станциях. В мелководной области относи-

тельно высокая в прибрежных водах Куршской косы численность личинок бивальвий, как и в прошлые годы, уменьшалась по мере продвижения к материковой части.

## Июль. Средние значения численности и биомассы зоопланктона

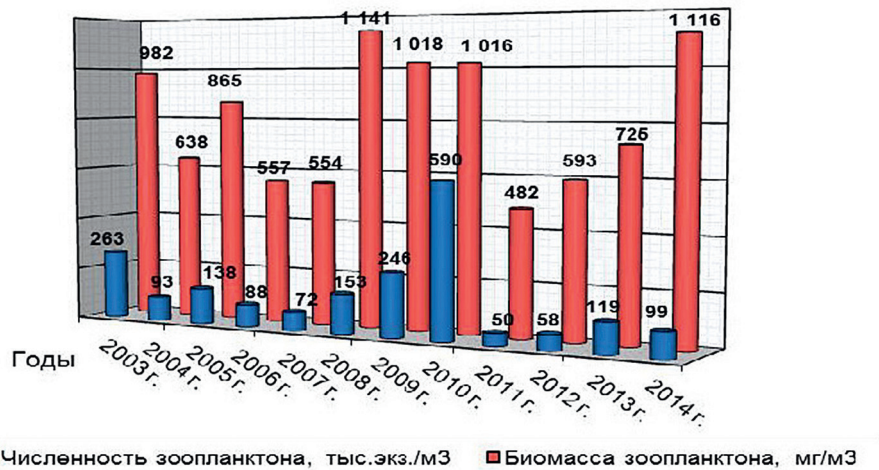


Рис. 3.73. Средние значения численности и биомассы зоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2014 гг.

Личинки многощетинковых червей (*Polychaeta*) были относительно многочисленными только на придонных горизонтах северной части и основания Куршской косы, где их численность и биомасса составляли, соответственно, 1,7 тыс. экз./м³ и 17,3 и 14,7 мг/м³. На остальной акватории встречаемость личинок этой группы меропланктона была низка, а в точках 9, 16 и 23 личинки полихет вовсе не обнаруживались. Интересно отметить, что в северо-восточной части района (ст. 7, 9L и 11) были обнаружены особенно крупные – 0,8–1,5 мм, нектохеты холодолюбивого вселенца *Marenzelleria* spp., что было, вероятно, связано с выносом холодных вод в результате сильного апвеллинга, характерного для лета 2014 г.

Виды-вселенцы стали обычными представителями бентосных и нектобентосных сообществ в прибрежных водах, особенно в районах устьев рек и береговых бухтах. Крупная североамериканская полихета *Marenzelleria* spp. впервые зарегистрированная в южной Балтике в 1985 г., успешно колонизировала большую часть Балтийского моря, составляя до 95% общей биомассы донной фауны. Планктонная личинка способствует быстрому расселению этого вида. На рис. 3.70 – нектохеты *Marenzelleria* spp. в районе Куршской косы в июле 2014 г.

Общая численность зоопланктона в июле 2014 г. изменялась в диапазоне от 50,8 тыс. экз./м³ в глубоководной части района (станция 22) до 190,9 тыс. экз./м³ – в районе нефтепровода (станция 17) (рис. 3.71).

Величины биомассы зоопланктона варьировали от 444,8 мг/м³ на мелководье (станция 3) до 1950,4 мг/м³ с максимумом в области со средними глубинами (станция 17) и оказались в ряду самых высоких летних показателей, регистрируемых с 2003 г. (рис. 3.72).

На мелководных участках района с изобатой около 10 м (станции 3–7) и в глубоководной области (станция 22) численность зоопланктона была относительно низкой и изменялась от 50,8 до 111,8 тыс. экз./м³. Количественный уровень развития зоопланктона в исследуемый период определялся численностью копепод (в основном, *Temora*), коловраток и ветвистоусых рачков (*Bosmina*). В ночное время мигрирующий из глубоких слоёв зоопланктон формировал значительные скопления на поверхностных горизонтах. Например, в глубоководной области численность зоопланктона на поверхностном горизонте в тёмное время суток достигала 266,1 тыс. экз./м³, биомасса – рекордные 4,8 г/м³. В дневное время значительные скопления зоопланктона были определены в придонных слоях, где значения биомассы составили, соответственно, 2,3 и 3,6 г/м³ (станции 9L и 17).

Межгодовая изменчивость продуктивности зоопланктона в 2003–2014 годы оказалась очень высокой. Средняя численность зоопланктона в июле 2003–2014 гг. варьировала в широком диапазоне от 49,7 до 689,8 тыс. экз./м³, биомасса – от 481,8 до 1140,5 мг/м³ (рис. 3.73). Среднее значение биомассы зоопланктона в июле 2014 г. было одним из самых высоких показателей за всё время наблюдений – 1116,4 мг/м³, в то время как средняя численность зоопланктона – 98,9 тыс. экз./м³, была ближе к минимальным значениям. Возможно, это объясняется, тем, что времени проведения исследований (с 09.07 по 19.07) предшествовал аномально тёплый продолжительный период, за который в благоприятных условиях успели сформироваться несколько многочисленных генераций веслоногих и ветвистоусых рачков с относительно длительным сроком развития, которые и обусловили высокую

биомассу в период наших исследований, в то время как в наступивших холодных условиях периода наблюдений короткоживущие теплолюбивые коловратки сократили свою численность. Кроме того, как уже указывалось, сокращение численности коловраток могло быть вызвано выеданием.

Значения наиболее вероятной численности нефтеокисляющих микроорганизмов (НВЧ НМ) в районе наблюдений в июле 2014 г. не выходили за пределы межгодовых изменений, определённых для этой группы в 2003–2013 гг. В основном, величины НВЧ НМ в условиях относительно невысокой температуры находились на уровне  $10^2$ – $10^3$  кл./л. НВЧ со значением  $10^4$  кл./л регистрировалась только в районе г. Пионерский, северной части Куршской косы и в районе нефтепровода.

Анализ межгодовой изменчивости НВЧ НМ показал, что в среднем уровень количественного развития НМ в районе наблюдений в 2003–2014 гг. сохранился на одном уровне с небольшим положительным трендом и, вероятнее всего, зависел от температурных условий. За весь период наблюдений вспышку численности организмов этой группы спровоцировал аномально продолжительный подъем средней температуры поверхностных вод до 23 °C летом 2010 г. Полученные данные позволили оценить экологическую обстановку в районе нефтедобычи и транспортировки нефти как стабильную.

В июле 2014 г. были продолжены многолетние наблюдения, характеризующие состояние зоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря. Общая численность зоопланктона изменялась от 50,8 до 190,9 тыс. экз./м<sup>3</sup>, величина биомассы – от 444,8 до 1950,4 мг/м<sup>3</sup>, что оказалось в числе самых высоких значений, регистрируемых с 2003 г.

Средняя численность зоопланктона на повторяющихся станциях в июле 2003–2014 гг. варьировала от 49,7 до 689,8 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомасса – от 481,8 до 1140,5 мг/м<sup>3</sup>. Среднее значение биомассы зоопланктона в июле 2014 г. ока-

залось одним из самых высоких показателей за всё время наблюдений – 1116,4 мг/м<sup>3</sup>; средняя численность зоопланктона – 98,9 тыс. экз./м<sup>3</sup>, была ближе к низким значениям, что было обусловлено особенностями развития отдельных групп зоопланктона.

При анализе видовой структуры зоопланктона были выявлены следующие особенности:

- практически повсеместное замещение доминирующих ранее *Acartia spp.* видом *Temora longicornis*, предпочитающим более солёные воды;
- обнаружение морского галофильного вида *Oithona similis* в глубоководной части исследуемого района, как индикатора проникновения солёных вод;
- сокращение района распространения и численности холодноводного стеногалинного *Pseudocalanus minutus elongatus*;
- определение рекордно высоких для всего периода исследований значений численности ветвистоусых рачков *Cladocera* – *Bosmina coregoni maritima*, обусловленное благоприятной для этого вида термохалинной ситуацией и началом ежегодного позднелетнего подъёма его численности;
- относительно низкое количество коловраток, связанное с их выеданием значительно возросшими в 2014 г. популяциями копепод и кладоцер и с более холодными термическими условиями;
- сокращение присутствия в водах района видов-вселенцев *Cercopagis pengoi* и *Evadne anopus* и обнаружение крупных нектохет вида-вселенца *Marenzelleria sp.*

Отмеченные сдвиги в видовой структуре и количественном развитии зоопланктона в июле 2014 г., обусловленные колебаниями термохалинных условий, в целом находились в пределах межгодовых вариаций; не выявлено каких-либо негативных последствий воздействия нефтедобычи на сообщество зоопланктона; таким образом, состояние зоопланктона в районе проводимых наблюдений можно охарактеризовать как благополучное.