

Рис. 3.61. Расположение станций наблюдений ООО «Лукойл» в Балтийском море в 2003–2015 гг.



Рис. 3.62. Солёность в районе наблюдений в юго-восточной части Балтийского моря в 2003–2015 гг.

3.3.6. Гидробиологическая оценка состояния морских вод

В июле 2015 г. были продолжены гидробиологические наблюдения в юго-восточной части Балтийского моря в рамках программы производственно-экологического контроля «ЛУКойл» на месторождении «Кравцовское».

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. 3.61.

Важно отметить, что исследование планктонных сообществ проводилось после большого зимнего затока североморских вод, влияющего на условия существования всей биоты Балтийского моря. Зимнее поступление солёных, богатых кислородом вод было третьим по мощности за весь период наблюдений с 1880 г. и мощнейший – с 1951 г. (Mohrholz et al., 2015).

После затока обновление вод в Балтийском море происходит постепенно. Поэтому проявление эффектов затока на развитие планктонных сообществ следует ожидать и в дальнейшем.

Повышение солёности в районе наблюдений к июлю 2015 г. в среднем составило 0,1 psu (рис. 3.62). Температура поверхностного слоя

Таблица 3.11. Значения наиболее вероятной численности нефтеокисляющих микроорганизмов (НВЧ НМ), кл/мл, в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2015 гг.

Станция	Горизонт, м	НВЧ НМ, кл/мл, в июле 2015 г.	Средние значения НВЧ НМ, кл/мл, в 2003–2014 гг.	
			Число измерений	НВЧ, кл/мл
1	0	10^2	22	10^2
	18	10^3	22	10^2
3	0	10^3	23	10^3
	13	10^2	23	10^3
4	0	10^2	12	10^3
	11	10^2	12	10^3
5	0	10^4	24	10^2
	11	10^3	24	10^3
6	0	10^2	12	10^3
	10	10^2	12	10^3
7	0	10^3	22	10^2
	10	10^3	22	10^3
9	0	10^3	25	10^2
	10	10^3	25	10^3
	25	10^4	25	10^3
9L	0	10^3	25	10^2
	10	10^3	25	10^2
	29	10^5	25	10^3
11	0	10^3	25	10^2
	10	10^3	25	10^2
	30		11	10^2
	45	10^4	25	10^3
16	0	10^3	22	10^2
	10	10^2	20	10^2
	30		12	10^3
	47	10^2	22	10^3
17	0	10^4	12	10^2
	10	10^3	12	10^2
	27	10^2	12	10^3
18	0	10^3	25	10^2
	10	10^4	25	10^2
	30	10^3	25	10^3
22	0	10^4	24	10^2
	10	10^5	24	10^2
	30	10^4	24	10^2
	50	10^4	12	10^3
	60		6	10^3
	70		12	10^3
	110	10^5	24	10^3
23	0	10^3	12	10^2
	10	10^3	12	10^2
	30		2	10^2
	49	10^3	12	10^3

0,2–0,3 м колебалась от 15,6 до 17,8 °C, солёность – от 7,0 до 7,4 psu.

Нефтеокисляющие микроорганизмы

НМ в районе наблюдений в исследуемый период были распространены повсеместно. НВЧ НМ изменялась от 10^2 до 10^5 кл/л (табл. 3.11). В большей части района НВЧ НМ не превышала

10^3 кл/л. НВЧ НМ достигала более высоких значений – 10^4 – 10^5 кл/л в 10 локализациях на семи станциях: на поверхностном горизонте в районе г. Зеленоградск (станция 5), на придонных горизонтах в районе нефтяной платформы (станции 9 и 9L), на придонном горизонте станции 11, на поверхностном и промежуточном горизонте станций в районе нефтепровода (станции 17 и 18) и во всей водной толще глубоководной

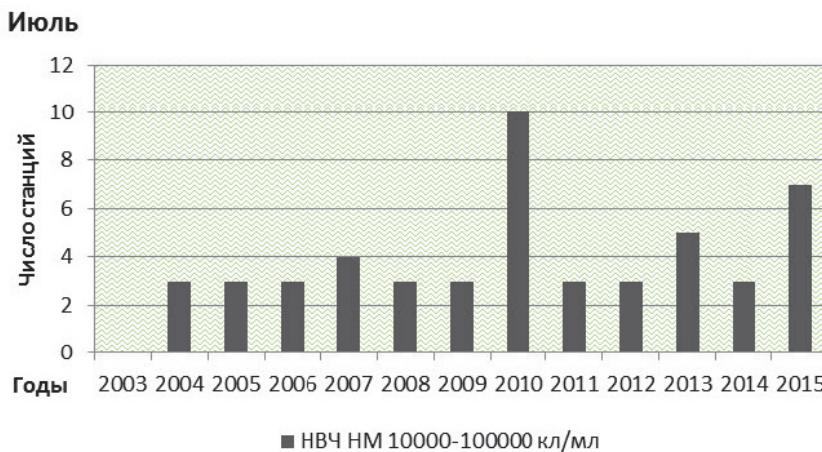


Рис. 3.63. Число станций с НВЧ НМ со значением $10^4\text{--}10^5$ кл/мл в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2004–2015 гг.

станции 22. Минимальные значения НВЧ НМ во всей водной толще – 10^2 кл/л, были отмечены только на прибрежных станциях 4 и 6.

Межгодовая изменчивость НВЧ НМ. Летом 2003–2014 гг. НВЧ НМ в районе исследований в среднем составляла $10^2\text{--}10^3$ кл/мл (табл. 3.11). В июле 2015 г. на отдельных горизонтах большинства станций были отмечены значения НВЧ НМ выше средних межгодовых величин. Увеличение НВЧ НМ на один порядок, по сравнению со средними межгодовыми величинами НВЧ, было отмечено для отдельных горизонтов большинства станций. Наиболее значительное увеличение – на два порядка – было отмечено в районе г. Зеленоградска (ст. 5), у нефтяной платформы (ст. 9L), в районе нефтепровода (ст. 17, 18) и почти на всех горизонтах глубоководной станции 22. На мелководных прибрежных станциях 3, 4, 6 и придонном горизонте станции 16 наблюдалось уменьшение НВЧ НМ на один порядок. Обычно характер распределения НВЧ НМ бывает близким обратному. Такое распределение НМ могло быть связано с локальным нефтяным загрязнением и неоднородностью вод, вызванной повышением солёности.

Максимальные величины НВЧ НМ за весь период летних исследований были определены в июле 2010 г., когда число станций, на которых регистрировались НВЧ со значениями $10^4\text{--}10^5$ кл/мл, достигало 10 (рис. 3.63). В 2007, 2013 и 2015 гг. также отмечалось увеличение числа станций с НВЧ НМ со значениями $10^4\text{--}10^5$ кл/мл. В 2015 году такие высокие значения НВЧ НМ отмечались на семи станциях. В 2003–2014 гг. было показано, что в среднем уровень НВЧ НМ в районе наблюдений при колебаниях температуры в диапазоне от 15,4 до 23,0 °C оставался примерно на одном уровне с небольшим положительным трендом. За весь период наблюдений вспышку численности организмов этой группы спровоцировал лишь аномально

продолжительный подъём температуры летом 2010 г., когда температура в поверхностных водах достигала 25,7 °C. В 2015 г. наблюдения показали, что увеличение НВЧ НМ может быть и при сравнительно низких температурах, характерных для июля этого года.

Характеристика состояния зоопланктона

Таксономический состав и структура зоопланктона. В составе летнего зоопланктона в 2015 г., как и в предыдущие несколько лет, в большинстве районов доминировали веслоногие раки *Copepoda*, и это доминирование в холодных погодных условиях только усилилось. Доли численности и биомассы *Copepoda* варьировали соответственно от 39,1 до 90,9% и от 43,3 до 97,4% от суммарных значений. Уровни количественного развития *Copepoda* были невысокими и приближались к экстремальным значениям, определяемым в условиях низких летних температур. Недостаточный прогрев вод замедлил развитие молоди. В среднем численность копепод варьировала от 22,7 до 64,7 тыс.экз./ m^3 , биомасса – от 117,1 до 1327,4 мг/ m^3 (рис. 3.64). Максимальные значения количественных характеристик *Copepoda* были определены в районе нефтяной платформы (ст. 9L). Сравнительно высокие концентрации и биомасса зоопланктона были отмечены на станциях 1, 4, 6, 9 и 16.

В составе копепод в районах с глубинами свыше 20 м доминировал *Temora longicornis*. В центральной части района (ст. 23) доля биомассы *T. longicornis* достигала 67,8% от всей биомассы зоопланктона. Плотность популяции *T. longicornis* варьировала от 0,9 до 35,5 тыс. экз./ m^3 , биомасса – от 7,4 до 637,1 мг/ m^3 с максимумами в районе нефтяной платформы (ст. 9L). В прибрежном мелководном районе (ст. 3–7) численность этого вида была минимальной – не более 4,0 тыс. экз./ m^3 .



Рис. 3.64. Численность и биомасса веслоногих ракообразных (*Copepoda*) в юго-восточной части Балтийского в июле 2015 г.

Виды рода *Acartia* количественно преобладала в прибрежных водах (ст. 1–7) – *A. bifilosa*, *A. tonsa*, и в водах с глубинами 50 м (ст. 11, 16) – *A. longiremis*. Содержание трёх видов *Acartia* здесь составляло до 95.3% от численности копепод и до 72.4% численности всего зоопланктона (ст. 4). Численность *Acartia spp.* варьировала от 5,3 до 51,1 тыс. экз./ m^3 , биомасса – от 59,1 до 233,2 мг/ m^3 . На станциях с глубинами 50 м значения биомассы *Acartia spp.* были максимальными за счёт высокого содержания в популяциях взрослых особей.

Субдоминирующее положение в составе копепод на большей части района, как обычно, занимал *Centropages hamatus*. Однако летом 2015 г. в западной части акватории (ст. 1) *C. hamatus* формировало скопление с максимальной биомассой 639,6 мг/ m^3 , что составило 57,3% суммарной биомассы зоопланктона. В 2014 г. в этом же месте также отмечался максимум для этого вида, но с вдвое меньшей биомассой. Доля численности *C. hamatus* достигала 37,9% от численности копепод и 64,5% от их биомассы. Высокие значения численности *C. hamatus* были также определены на станциях с глубинами 25–50 м – 16, 9L, 11 и 9. Таким образом, значение *C. hamatus* в водах района возросло.

Численность холодолюбивого стеногаличного вида *Pseudocalanus minutus elongatus* летом 2015 г. в целом была крайне низкой. На прибрежных станциях 3–7 и 18. живые особи *P. minutus* не были обнаружены. Сравнительно высокие значения численности и биомассы этого вида – соответственно 6,3 тыс. экз./ m^3 и 323,7 мг/ m^3 , были определены только в районе нефтяной платформы (ст. 9L).

Повсеместно встречался малочисленный, чувствительный к изменениям солёности *Eurytemora hirundoides* – он составлял не более 3,2% от общей численности зоопланктона. Наибольшие скопления *E. hirundoides* были ло-

кализованы в прибрежной зоне Куршской косы, соответственно 1950 и 1717 экз./ m^3 . Здесь на поверхностных горизонтах была измерена минимальная для района мониторинга солёность – 7,0 psu. На участках с солёностью 7,1 psu – станциях 3 и 4, численность *E. hirundoides* снижалась уже более чем в два раза.

Несколько мёртвых особей морского вида *Oithona similis* и фурцилии *Euphausiacea* были обнаружены в не свойственных для них водах с глубинами 30 м (ст. 9, 9L, 18). Ранее в отдельные годы *O. similis* встречался в водах района с глубинами 50–110 м. Вероятно, это связано с переносом холодных солёных глубинных вод.

Следует отметить, что летом 2015 г. в исследуемом районе наблюдалось аномально высокое за весь период исследований (2003–2015 гг.) содержание мёртвого и инфицированного ракового планктона (*Copepoda*). Содержание мёртвых особей достигало 36,6% от общей численности копепод. Доля раков, заражённых паразитами, составляла до 20,1% (рис. 3.65, 3.66). Вероятно, смешение разнородных вод и низкая температура сформировали крайне неблагоприятные условия для развития балтийских копепод, способствовали развитию паразитических, динофлагеллят и простейших рода *Ellobiopsis*. Несмотря на это, уровень количественного развития зоопланктона находился в пределах межгодовых колебаний.

Летом 2015 г. в планктоне отмечалось сравнительно низкое количество *Rotatoria*. Численность коловраток варьировала от 0,4 до 49 тыс. экз./ m^3 , биомасса – от 0,9 до 136,9 мг/ m^3 (рис. 3.67). Снижение численности коловраток, очевидно, связано с холодными термическими условиями и увеличением солёности.

Из состава зоопланктона практически полностью исчез ранее самый многочисленный вид местных опресненных вод – *Keratella quadrata*, не были обнаружены пресноводные коловратки



Рис. 3.65. Мёртвый *Centropages hamatus* с паразитом. Юго-восточная часть Балтийского моря, июль



Рис. 3.66. Доля мёртвых и инфицированных Copepoda, % от численности Copepoda, в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2010, 2014 и 2015 гг.

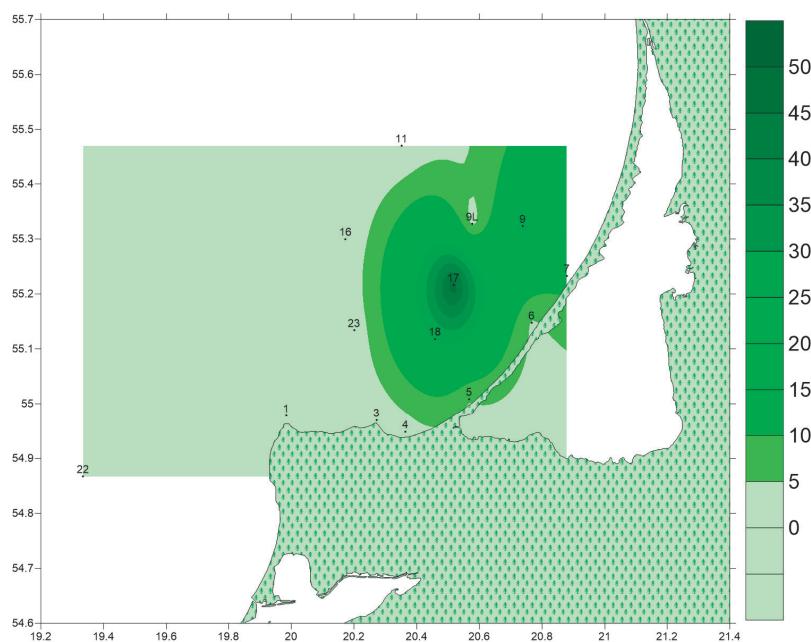


Рис. 3.67. Численность коловраток, тыс. экз./ м^3 , в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2015 г.

K.cochlearis. Группу коловраток, в основном, составляли *Synchaeta baltica*. Максимум численности и биомассы коловраток находился в районе нефтепровода (ст. 17), где коловратки составля-

ли около половины численности зоопланктона и около трети его биомассы. На соседних станциях (9 и 18) плотность коловраток также была относительно высокой, примерно вдвое ниже

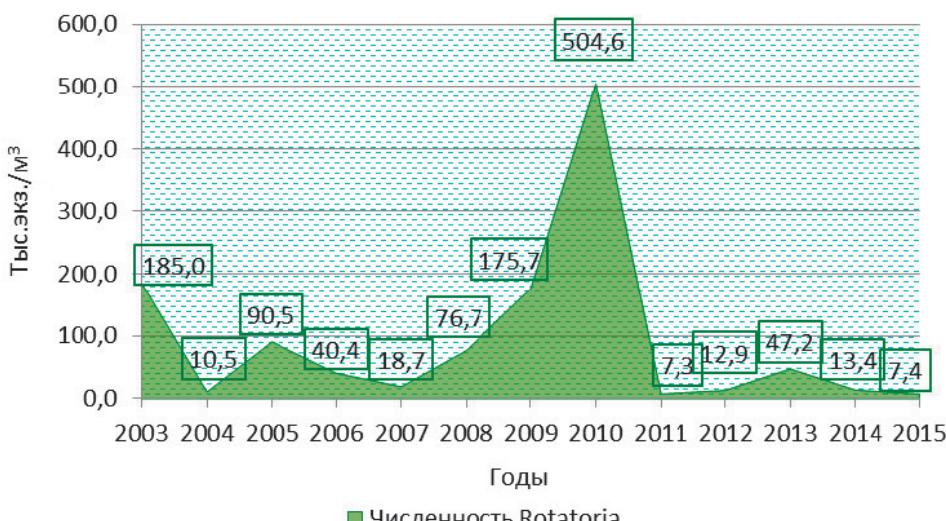


Рис. 3.68. Средняя численность коловраток (*Rotatoria*) на повторяющихся станциях (1, 3, 7, 9, 9L, 11, 16, 18, 22) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2015 гг.

максимальных значений. Характер пространственного распределения коловраток, может быть, связан не только с термохалинными условиями, но и с количеством хищного планктона, например, личинок рыб.

Средние значения численности коловраток в июле 2003–2015 гг. на повторяющихся станциях (1, 3, 7, 9, 9L, 11, 16, 18, 22) варьировали от 7,3 тыс. экз./м³ в 2011 г. до 504,6 тыс. экз./м³ в 2010 г. Средняя численность коловраток на этих станциях в 2015 г. была экстремально низкой и составила всего 7,4 тыс. экз./м³, что связано, прежде всего с термохалинной ситуацией (рис. 3.68).

Среди ветвистоусых раков *Cladocera* наиболее часто встречались *Bosmina coregoni maritima*, *Podon intermedius*, *Pleopis polyphemoides* и *Evdne nordmannii*. Теплолюбивый вид-вселенец *Cercopagis pengoi* не был встречен в районе исследований ни на одной станции. Две самки другого вида-вселенца – *Evdne apophy* были найдены в местах обычного распространения на станциях 7 и 18.

Суммарная численность кладоцер составляла до 14,9% от общей численности зоопланктона и варьировала от 0,8 до 8,3 тыс. экз./м³. Биомасса изменялась от 7,5 до 134,4 мг/м³. Максимальные значения количественных характеристик *Cladocera* были определены, как и в прошлом году, в открытых водах со средними глубинами (ст. 11 и 16) и станции 1. Высокое значение биомассы кладоцер в этих районах определялось массовым развитием здесь крупного рака *P.intermedius*.

Средние значения численности и биомассы кладоцер в июле 2003–2015 гг. на повторяющихся станциях (1, 3, 7, 9, 9L, 11, 16, 18, 22) изменились от 0,5 до 24,2 тыс. экз./м³ и от 11,7

до 156,8 мг/м³. Минимальные средние количественные показатели для кладоцер были определены в 2007 г., максимальные – в 2014 г. Средние значения численности и биомассы *Cladocera* на этих станциях в 2015 г. составляли соответственно 3,5 тыс. экз./м³ и 50,8 мг/м³ и находились в пределах межгодовых колебаний (рис. 3.69).

Планктонная молодь бентосных организмов – **меропланктон**, в водах района был представлен науплиями и циприсами усоногих раков-обрастателей (*Cirripedia*), личинками двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*), личинками брюхоногих моллюсков (*Gastropoda*) и личинками многощетинковых червей (*Polychaeta*). Наиболее часто встречались науплии *Cirripedia*. Численность циррипедий была максимальной на мелководной прибрежной материковой полосе (ст. 3–5), где составляла от 24,7 до 44,6 тыс. экз./м³, с максимумом на станции 5 (рис. 3.70). Здесь эта группа меропланктона преобладала в составе зоопланктона, достигая 44,4% от общей численности и 42,8% от общей биомассы. Севернее, в прибрежных водах вдоль Куршской косы (ст. 6, 7), а также в районе м. Таран (ст. 1) и других районах количественное развитие молоди циррипедий было на порядок ниже. Можно предположить, что развитие личинок *Cirripedia* зависело не только от термохалинной ситуации и содержания кислорода, но и от локального эвтрофирования прибрежных вод с материковым стоком.

Вероятно, вследствие улучшения кислородных условий в придонных слоях в районе исследований относительно многочисленными до – 3600 экз./м³ были личинки двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*). Их относительная численность достигала 6,2%, биомасса – 2,8% (ст. 3).



Рис. 3.69. Средние значения численности и биомассы *Cladocera* на повторяющихся станциях (1, 3, 7, 9, 9L, 11, 16, 18, 22) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2015 гг.



Рис. 3.70. Распределение наутилиев и циприсов усоногих раков *Cirripedia* в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2015 г.

Как и *Cirripedia*, личинки бивальвий наиболее часто встречались в водах станций 3 и 5, а также в западной части района. На станциях 3 и 5 также в незначительных количествах (до 467 экз./м³) встречались личинки брюхоногих моллюсков (*Gastropoda*). Отдельные величины *Gastropoda* обнаруживались повсеместно, кроме станций в районе нефтяной платформы (ст. 9 и 9L). Доля их численности в составе зоопланктона не превышала 0,8% от суммарной численности. Эти значения оказались существенно ниже, чем в постпериод предыдущего большого затока солёных вод (2003 г.), когда численность молоди *Gastropoda* в отдельных слоях достигала 2670 экз./м³, а количество личинок *Bivalvia* – 54 700 экз./м³.

Распространение личинок многощетинковых червей (*Polychaeta*) ограничивалось прибрежными водами станций 1, 6 и 7. Было найдено всего семь экземпляров *Polychaeta*, среди них – нектохета, предположительно, вида-вселенца *Marenzellaria sp.*. Скорее всего, развитие этой группы организмов лимитировалось низкой температурой.

Количественные характеристики зоопланктона. Общая численность зоопланктона в июле 2015 г. варьировала в пределах от 29,2 тыс. экз./м³ в глубоких водах (ст. 22) до 100,4 тыс. экз./м³ – на мелководье в районе г. Зеленоградска (ст. 5) (рис. 3.71). Как и в прошлом году, высокая численность зоопланктона отмечалась в районе нефтяной платформы, нефтепровода и г. Пионерский (ст. 9L, 17, 4). Самая низкая плотность зоопланктона была определена в открытых водах на станциях 11, 22 и 23. В отсутствии вспышек массового развития теплолюбивого зоопланктона на прибрежном мелководье (в частности, коловороток) величины численности зоопланктона в районах с различными глубинами были одного порядка и различались менее чем в три раза.

Биомасса зоопланктона изменилась от 175,0 до 1362,4 мг/м³ с максимумом в районе нефтяной платформы (ст. 9L) (рис. 3.72). Высокая общая биомасса зоопланктона также была характерна для открытых вод станций 1 и 16. На остальной акватории – в районах с разными глу-

3.3. Загрязнение поверхностных вод

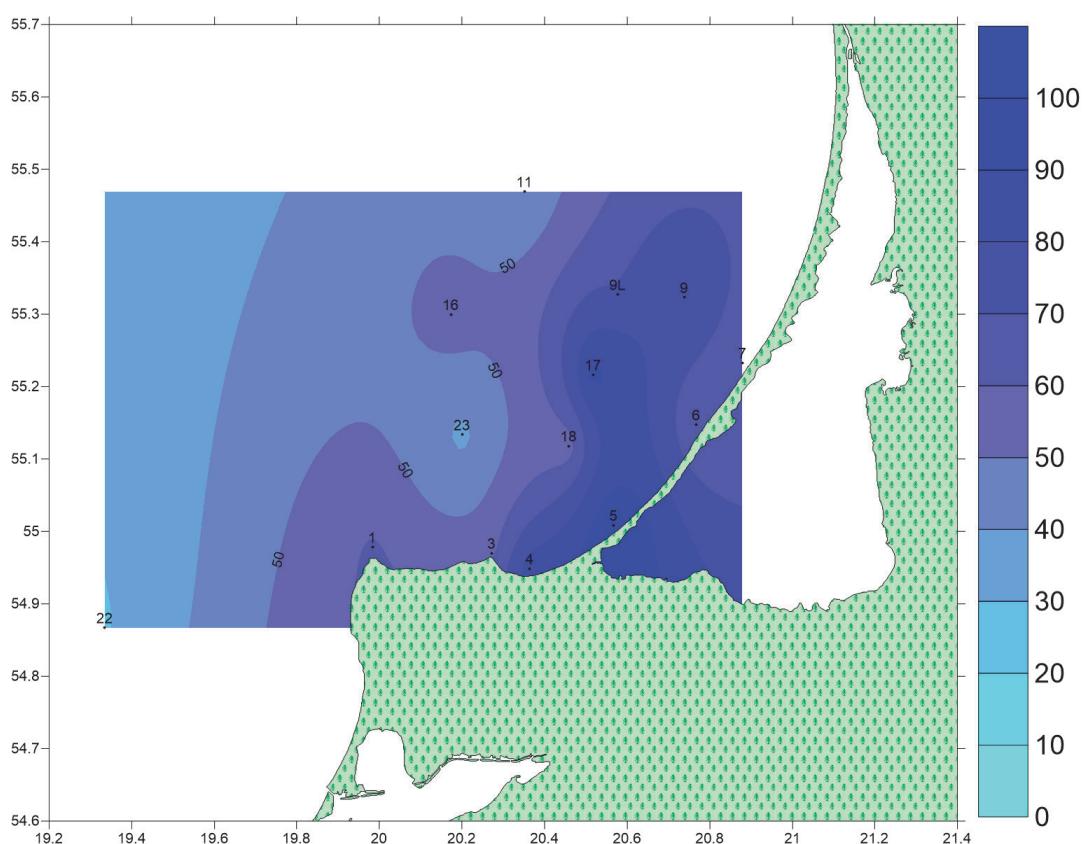


Рис. 3.71. Общая численность зоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2015 г.

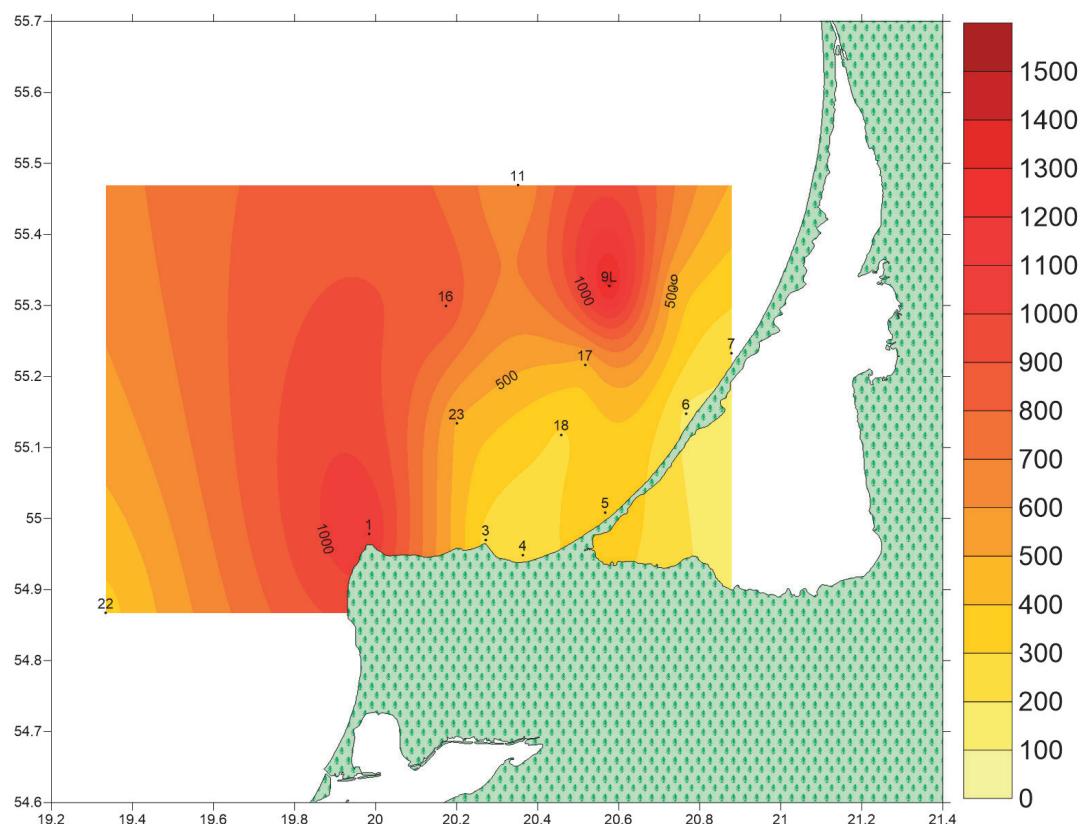


Рис. 3.72. Общая биомасса зоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2015 г.



Рис. 3.73. Средние значения численности и биомассы зоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря, рассчитанные для повторяющихся станций (1, 3, 7, 9, 9L, 11, 16, 18, 22) в июле 2003–2015 гг.

бинами, уровень биомассы зоопланктона различался не более чем в два-три раза.

Межгодовые колебания количественных характеристик зоопланктона в июле 2003–2015 гг. были очень высокими. Общая численность зоопланктона на станциях 1, 3, 7, 9, 9L, 11, 16, 18 и 22 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). Величина средней численности зоопланктона, рассчитанная для этих станций в июле 2015 г. –

57,1 тыс. экз./м³, была одной из самых низких за всё время наблюдений, как в 2011 и 2012 гг. Среднее значение биомассы зоопланктона в июле 2015 г. – 615,5 мг/м³, находилось на уровне средних величин и было сопоставимо со значениями биомассы, определенными в 2004, 2012 и 2013 гг. Уровни количественных показателей состояния зоопланктона, определялись, в первую очередь, климатической ситуацией, а в прибрежных районах – условиями эвтрофирования.