Одесский регион Черного моря:

гидробиология пелагиали и бентали

Одесса
«Астропринт»
2017

УДК 574.5(262.5) (1–16)
О-417

В монографии рассмотрено современное состояние пелагических и донных сообществ организмов Одесского региона Черного моря (акватория с севера от приустьевой зоны Малого Аджалыкского лимана до Сухого лимана с юга). Показаны закономерности формирования количественных показателей (численности и биомассы) фитопланктона, зоопланктона, макро- и мейобентоса в зависимости от абиотических факторов. Описаны особенности распределения пелагических и донных организмов в зонах влияния СБО «Южная» и «Северная». Впервые приводится характеристика биоценозов данного района северо-западной части Черного моря.

Книга будет полезна гидробиологам, экологам, преподавателям и студентам биологических факультетов высших учебных заведений.

Авторский коллектив:

Л. В. Воробьева, ***И. И. Кулакова***, ***И. А. Синегуб***, ***Л. Н. Полищук***, ***Д. А. Нестерова***, ***А. С. Бондаренко***, ***А. А. Снигирева***, ***А. А. Рыбалко***, ***С. А. Кудренко***, ***В. В. Портянко***, ***Р. В. Мигас***, ***Е. Е. Узун***, ***И. В. Олефир***

Ответственный редактор

чл.-кор. НАН Украины ***Б. Г. Александров***

Рецензенты:

В. А. Лобков, д-р биол. наук заведующий кафедрой гидробиологии и общей экологии ОНУ им. И. И. Мечникова;
С. Е. Дятлов, канд. биол. наук, зав. отделом качества водной среды ИМБ НАН Украины;
А. К. Виноградов, д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник ИМБ НАН Украины

Печатается в соответствии с решением ученого совета Института морской биологии НАН Украины *(протокол № 6 от 29 июня 2017 г.)*

ISBN 978–966–927–316–1

© ГУ «Институт морской биологии НАН Украины», 2017

Принятые сокращения

$БПК_5$ – биохимическое потребление кислорода
ЗАО – закрытое акционерное общество
ОМР – Одесский морской регион
ОНУ – Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова
МП – морские порты
СБО – станция биологической очистки
СЗЧМ – Северо-западная часть Черного моря
СПАВ – синтетические поверхностно активные вещества
ТЭЦ – теплоэлектроцентраль

ВВЕДЕНИЕ

Северо-западный шельф охватывает 25 % общей площади Черного моря с глубиной менее 200 м, которая имеет много мелководных акваторий, изрезанные берега, наличие многочисленных заливов. Один из них – Одесский залив и сопредельная акватория. Северо-западная часть Черного моря находится под влиянием речных стоков (Дуная, Днестра и Днепра). Эти три наиболее крупные реки, впадая в Черное море, вливают свои воды в СЗЧМ на небольшом расстоянии друг от друга. Они вносят около 67 % годового стока всех рек Черного моря. Суммарная площадь бассейнов рек, впадающих в эту часть моря, составляет 1 456 000 км^2, при площади ее акватории 27 800 км^2. Как следствие, на каждый квадратный километр площади приходится 52 км^2 высоко урбанизированной территории бассейна (Богатова, Бронфман, Виноградова, Воробьева и др., 1990). Изначально такое соотношение являлось позитивным фактором, обеспечивающим значительные объемы поступления биогенных веществ с материковой части бассейна и тем самым гарантирующим высокую продуктивность экосистемы шельфа. В условиях резко возросшего техногенного давления на водосбор оно стало одной из главных предпосылок его антропогенной деградации.

Одесский морской регион – относительно большой район СЗЧМ, площадь его акватории приблизительно 550 км^2 (около 20 % ее площади). ОМР ограничен с севера приустьевой зоной Малого Аджалыкского лимана, с юга – Сухим лиманом. Береговая линия охватывает более 50 км. Антропогенное эвтрофирование ОМР тесно связано с периодами интенсивного роста городов, портов, увеличением объема перегрузок химической продукции открытым способом, проведением гидротехнического строительства, сбросом в прибрежную зону хозяйственно-бытовых и промышленных стоков. В ОМР входят порты Большой Одессы: «Черноморск» («Ильичевск»), «Одесса» и «Южный». В ОМР регулярно с 1994 г. Одесским филиалом Института биологии южных морей НАН Украины, переименованным в 2014 г. в Институт морской биологии НАНУ, проводятся мониторинговые наблюдения за гидролого-гидрохимическими показателями, степенью антропогенного загрязнения (Дятлов и др., 1994; Рясинцева и др., 2000; Дятлов, 2001; Дятлов, Никулин, 2003), состоянием биоты и ее реакциями на динамику показателей качества среды, о которых будет идти речь в монографии. Самая мелководная часть ОМР – Одесский залив, который наиболее подвержен антропогенному прессу. Соленость вод акватории ОМР формируется в основном под влиянием стока вод Днепра (93,4 %), Южного Буга (5,7 %), Ингула (0,5 %) и Ингульца (0,3 %). Вода устьевых лиманов

растекается тонким слоем по поверхности морской воды и формирует в ОМР три водные массы: лиманную с соленостью 3–7 ‰, поверхностную морскую вода 12–17 ‰ и донную морскую воду 7–18,5 ‰ (Виноградов, Хуторной, 2013). После рек по объему и спектрам поступления веществ, которые являются опасными для морских экосистем, идут точечные источники загрязнения из прибрежных зон моря. На первое место выходит влияние хозяйственной деятельности портов, судоходства, дноуглубления и т.п., рекреационной нагрузки и сбросы хозяйственно-бытовых сточных вод.

В наибольшей степени нежелательные экологические последствия проявились в период строительства морских портов и их масштабной реконструкции. Именно в это время происходило уничтожение прибрежных донных биоценозов. После введения в строй уже сама непосредственная эксплуатация причалов и различных терминалов при осуществлении погрузочно-разгрузочных операций со строгим соблюдением норм, правил и имеющегося природоохранного законодательства уже не оказывала столь существенного воздействия на биологические компоненты прибрежных экосистем (Виноградов, Богатова, Синегуб, 2012). В этот период формировались сообщества гидробионтов, соответствующие новому комплексу факторов. Наибольшую опасность для биоты экосистем акваторий МП в процессе их функционирования несло загрязнение водной среды различными токсическими веществами, возникающее в результате аварий, потерь при погрузочно-разгрузочных работах, эксплуатации механизмов, утечке нефтепродуктов и нефтесодержащих вод, неконтролируемом сбросе хозяйственно-бытовых стоков и пр. (Виноградов, Богатова, Синегуб, 2014). В целом экосистемы акваторий МП испытывают разнообразное прямое и опосредованное антропогенное воздействие от функционирования Одесского припортового завода, Южного и Черноморского (Ильичевского) МП.

Определенную роль в формировании качества вод данной акватории играют и дренажные стоки, которые тесно связаны с поверхностными водами. Водообмен между ними весьма активен и происходит в тесной связи с процессами, протекающими как на поверхности, так и внутри грунтов, и зависит в значительной мере от природных факторов: температуры воздуха и количества выпадающих осадков. На морских побережьях грунтовые воды разгружаются в прибрежную часть моря и играют важную роль в формировании гидрохимических условий. Качество грунтовых, а значит и дренажных, вод находится под влиянием бытовых и промышленных стоков, ливневых городских стоков и пр. В прибрежной зоне Одесского залива имеется 11 штолен, расположенных на Одесском побережье от м. Ланжерон до м. Большой Фонтан, обеспечивающих сток дренажных вод в море. В

прибрежную часть Одесского залива поступает до 330 тонн нитратов и до 600 тонн органического азота, что сопоставимо с поступлением указанных соединений со стоком Днестра в Черное море за 1 месяц (Alexandrov et al., 2000).

Значительные изменения произошли и в прибрежной зоне моря. Берегоукрепительное и противооползневое строительство, начатое в прибрежной зоне Одессы в 1950-х гг., явилось серьезным вмешательством в жизнь прибрежной биоты. Гидротехнические сооружения изменили систему прибрежных морских течений и привели к образованию полузамкнутых акваторий – «ковшей» с ограниченным водообменом там, где раньше происходила регулярная смена водных масс. Исторически сложившийся биоценоз прибрежных скал и камней оказался засыпанным слоем намытого песка. Смена грунтов привела к уменьшению площади твердых субстратов с населяющей их флорой и фауной и, как следствие, к ослаблению прибрежного пояса биофильтраторов. Уже в конце 1980-х гг. указывалось, что в районах, в которых ведется гидростроительство, произошло качественное обеднение донной фауны и снижение ее количественных показателей – плотности в 1,5 раза и биомассы – в 3,5 раза (Каминская и др., 1977а).

На качество морской среды Одесского залива оказывает влияние сброс в прибрежную зону хозяйственно-бытовых и промышленных стоков, которые изменяют качество воды (Куфтаркова, Ковригина, 1995). Попадая в море, сточные воды увеличивают концентрации минеральных и органических веществ. В настоящее время одним из основных источников ксенобиотиков, поступающих в водную среду, являются стоки канализационных коллекторов и очистных сооружений городов и промышленных предприятий (Кузьминова, 2006). Следует отметить, что только анализ их содержания в морской воде и донных отложениях не позволяет дать полного представления о пригодности среды обитания для гидробионтов. В связи с этим в настоящее время используют комплекс параметров, характеризующих ответные реакции организмов на действие повышенных концентраций токсикантов (Кузьминова, 2003).

Негативное влияние береговых сбросов проявляется, прежде всего в микробиологическом загрязнении, усилении осадконакопления, разрушении естественных местообитаний гидробионтов; во вторую очередь – в непрерывном загрязнении воды и донных отложений нефтепродуктами, СПАВ, минеральными и органическими биогенными веществами. На территории Украины основные источники загрязнения моря расположены в Одесском регионе. Здесь отмечено 99,6 % суммарного годового поступления

нефтепродуктов, 84,4 % азота и 81,7 % органического вещества (по $БПК_5$) от всех береговых источников СЗЧМ и Крыма (Black Sea Environmental, 1998).
По объему сброса станция биологической очистки (СБО) «Южная» превосходит расположенные в районе Одессы СБО «Северную» в 1,2 раза, СБО Ильичевского порта – в 5,9 раза, СБО Припортового завода – в 67,8 раза и составляет в среднем 57600 тыс. $м^3$ год. Таким образом, сброс СБО «Южная» составляет 65,2 % от объема стоков всех береговых источников Одесского региона (Александров, Воробьева, Гаркавая и др., 1998)

СБО «Северная» и «Южная» ежесуточно сбрасывают не менее 400 $м^3$ сточных вод, прошедших биологическую очистку (Дятлов, Петросян, Кошелев, 2006). Экспериментальные исследования качества неочищенных ливнестоков с высоким содержанием нефтепродуктов, быстро минерализующейся нестойкой органики, СПАВ, тяжелых металлов и других веществ позволили авторам установить, что острая токсичность этих источников – явление периодическое, регистрируемое в основном в период таяния снега или сильных дождей. СБО «Северная» осуществляет сброс стоков в Черное море только в зимний период года (с середины сентября до конца апреля) в объеме 75,7 млн $м^3$. Годовой объем сбрасываемых очищенных сточных вод на СБО «Южная» – 52,7 млн $м^3$ в год (Дятлов и др., 2002).

Максимальные концентрации биогенных и органических веществ наблюдаются в районах расположения основных антропогенных источников: СБО «Северная» и «Южная», Одесский залив. Наиболее мощными из антропогенных источников являются СБО. В сумме они поставляют в морскую среду 38 % нитратов, 79 % нитритов, 86 % аммонийного азота, 87 % фосфатов и 69 % органических соединений от общего их количества, что находит от береговых антропогенных источников (Северо-западная часть Черного моря: биология и экология, 2006).

Понимая, что ОМР – одна из наиболее уязвимых в экологическом отношении акваторий СЗЧМ, в Институте морской биологии НАН Украины на протяжении нескольких десятилетий проводится гидрологический, гидрохимический и биологический мониторинг этой части моря. В данной монографии не рассматриваются вопросы гидрологии и гидрохимии. Кроме того, при описании современного состояния пелагических и донных сообществ не приводятся данные по ихтиофауне ОМР в связи с тем, что данные аспекты подробно освещены в двух монографиях: А. К. Виноградов, С.А.Хуторной «Ихтиофауна Одесского морского региона северо-западной части Черного моря (биологические, экологические, эколого-морфологические особенности) (2013 г.); А. К. Виноградов, Ю. И. Богатова, И. А. Синегуб, С. А. Хуторной «Экологические закономерности

распределения морской прибрежной ихтиофауны (Черноморско-Азовский бассейн)» (2017 г.).

В основу монографии положены материалы наблюдений 2005–2015 гг., но в большинстве случаев приводятся данные по результатам проб, собранных и в 1994–1999 гг. Отборы проб во все годы исследований проводились по стандартной сетке станций (рис. 1, табл. 1), большая их часть приходилась на летний период, в котором выполнено около 200 станций.

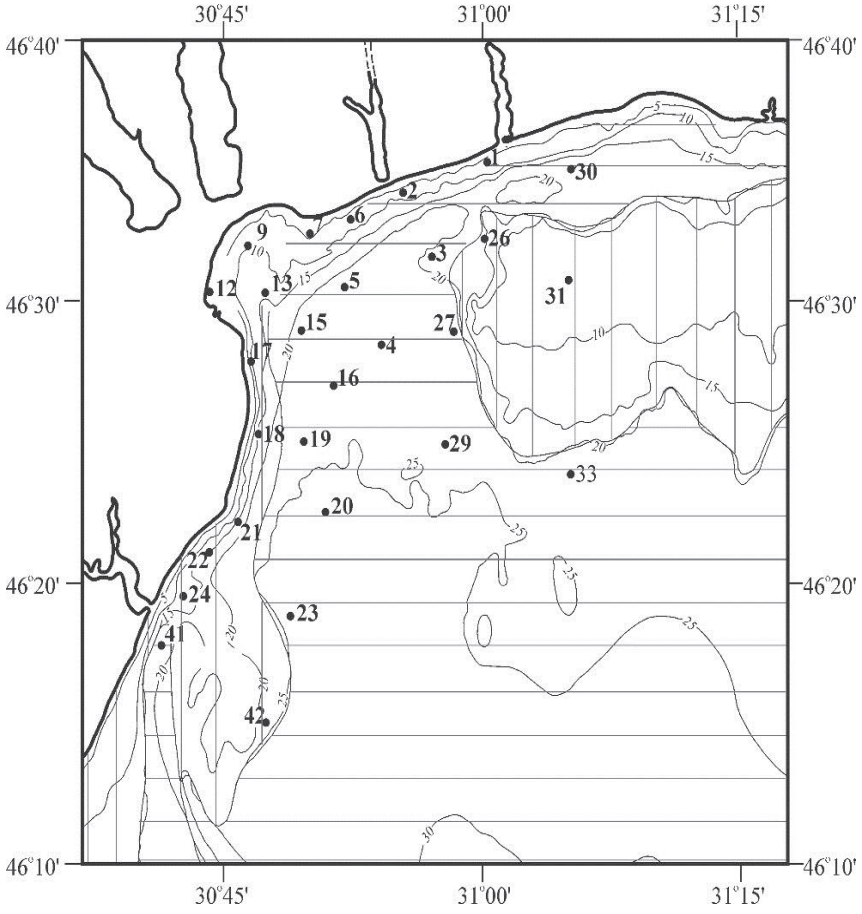


Рис. 1. Схема мониторинговых станций отбора проб в Одесском морском регионе (1994–1999 гг., 2005–2015 гг.)

Таблица 1

Координаты стандартних станций отбора проб в Одесском морском регионе с борта судна

№ станции	Координаты		Глубина, м
	N	E	
1	46º 34,80	31º 00,30	7
2	46º 33,70	30º 55,05	10-13
3	46º 32,10	30º 57,00	19-21
4	46º 28,60	30º 54,20	21-23
5	46º 30,90	30º 52,20	20-21
6	46º 32,80	30º 52,60	10-12
7	46º 32,20	30º 49,60	6-7
9	46º 31,85	30º 46,35	9
12	46º 30,30	30º 45,20	8-9
13	46º 30,90	30º 47,40	12-14
15	46º 29,10	30º 49,40	20-21
16	46º 27,30	30º 49,30	23
17	46º 28,10	30º 46,70	10
18	46º 25,80	30º 46,80	10-12
19	46º 25,00	30º 49,30	22-23
20	46º 22,60	30º 50,80	23-24
21	46º 22,30	30º 45,80	13-15
22	46º 21,80	30º 45,00	16
23	46º 18,90	30º 48,70	23-24
24	46º 19,50	30º 42,00	10-11
26	46º 32,64	31º 00,00	16-17
27	46º 29,10	30º 58,40	20
29	46º 25,00	30º 57,60	23-24
30	46º 35,00	31º 05,00	16-17
31	46º 30,80	31º 05,00	8-10
33	46º 24,00	31º 05,00	23-24
41	46º 17,80	30º 40,60	12
42	46º 15,00	30º 47,30	21

Методики отбора проб и их обработки не приводятся в данной монографии, т.к. они были подробно описаны ранее («Северо-западная часть Черного моря: биология и экология», 2006).

Всего за два десятилетия исследований в ОМР выполнено более 400 станций, на которых производился отбор проб фитопланктона, зоопланктона, мейобентоса и макрозообентоса. Кроме того, в 2008–2010 гг. проводились исследования в районах выпуска сточных вод (СБО) «Северная» и «Южная». Всего было отобрано 122 пробы фито- и зоопланктона и 105 проб мейо- и макрозообентоса. Пробы отбирались как непосредственно в местах сброса сточных вод, так и на различном удалении от них (рис. 2, 3; табл. 2).

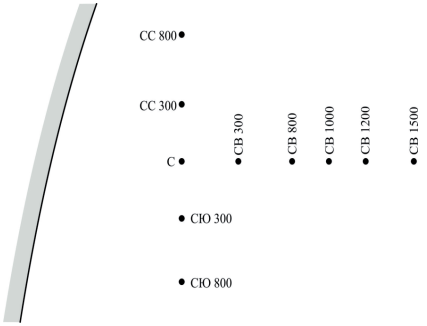


Рис. 2. Схема стандартных станций отбора проб макрозообентоса в районе выпуска станции биологической очистки «Северная» (Одесский морской регион) в период 2008–2010 гг.

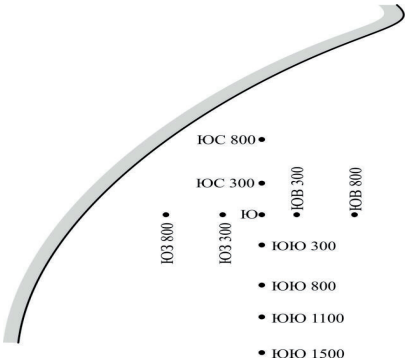


Рис. 3. Схема стандартных станций отбора проб макрозообентоса в районе выпуска станции биологической очистки «Южная» (Одесский морской регион) в период 2008–2010 гг.

Таблица 2

Координаты станций отбора проб в районах выпусков СБО «Северная» и «Южная» Одесского морского региона в 2008–2010 гг.

№ станции	Координаты		Глубина, м	Примечания
	N	E		
СБО «Северная»				
С	46º 32,08	30º 44,67	2,5	оголовок выпуска
СС 300	46º 32,25	30º 44,67	2,0	300 м к северу от оголовка выпуска
СС 800	46º 32,51	30º 44,67	1,5–2,5	800 м к северу – « –
СЮ 300	46º 31,53	30º 44,67	3,0–3,3	300 м к югу – « –
СЮ 800	46º 31,65	30º 44,67	4,5–7,0	800 м к югу – « –
СВ 300	46º 32,08	30º 44,50	4,5–5,5	300 м к востоку – « –
СВ 800	46º 32,08	30º 45,10	6,0–8,0	800 м к востоку – « –
СВ 1000	46º 32,08	30º 45,30	7,5–8,5	1000 м к востоку – « –
СВ 1200	46º 32,08	30º 45,62	8,0–9,5	1200 м к востоку – « –
СВ 1500	46º 32,08	30º 45,82	8,0–9,0	1500 м к востоку – « –
СБО «Южная»				
Ю	46º 21,00	30º 44,00	15,0–16,0	оголовок выпуска
ЮЗ 300	46º 21,00	30º 43,43	12,0–16,5	300 м к западу от оголовка выпуска
ЮЗ 800	46º 21,00	30º 43,57	12,0–15,0	800 м к западу – « –
ЮВ 300	46º 21,00	30º 44,17	16,5–18,0	300 м к востоку – « –
ЮВ 800	46º 21,00	30º 44,43	18,0–20,0	800 м к востоку – « –
ЮС 300	46º 21,17	30º 44,00	8,5–16,0	300 м к северу – « –
ЮС 800	46º 21,43	30º 44,00	12,5–14,5	800 м к северу – « –
ЮЮ 300	46º 20,43	30º 44,00	16,5–17,0	300 м к югу – « –
ЮЮ 800	46º 20,57	30º 44,00	18,0–18,5	800 м к югу – « –
ЮЮ 1100	46º 20,42	30º 44,00	18,5–19,0	1100 м к югу – « –
ЮЮ 1500	46º 20,17	30º 44,00	18,3–20,0	1500 м к югу – « –

Глава 1. ФИТОПЛАНКТОН

Исследования фитопланктона Одесского залива были начаты в начале XX века В. В. Лебедевым (1916). В дальнейшем по данным, полученным при обработке сетных проб, собранных у побережья Одессы, был составлен список видов фитопланктона (Усачев, 1928). Сезонная динамика фитопланктона на основании анализа круглогодичных наблюдений, проводившихся в этом районе, была описана Г. И. Коноплевым (1937).

Через большой промежуток времени внимание исследователей было направлено на изучение фитопланктона открытых районов моря. Только в 1960-х гг. его изучение у побережья Одессы было продолжено. Целью проводившихся исследований было изучение микрогоризонтального распределения растительных клеток различного физиологического состояния (Нестерова, 1976). Для установления физиологического состояния клеток использовался флуоресцентный анализ.

С 1980-х гг. начались систематические исследования фитопланктона Одесского побережья, направленные на изучение видового разнообразия и интенсивности развития фитопланктона (Нестерова, Теренько, 1992а, 1992б; Теплинская и др., 1995; Нестерова, Теренько, 2000; Нестерова, 1991; Теренько, Теренько, 2006).

1.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА

Значительное влияние пресноводного стока отразилось на экологической структуре фитопланктона. В его составе наряду с морскими и солоноватоводно-морскими видами, на долю которых приходилось 57,8 % от общего числа видов, многочисленны пресноводные и пресноводно-солоноватоводные виды (42,2 %). В целом, соотношение доминирующих отделов фитопланктона и его экологической структуры характерно для фитопланктона СЗЧМ.

Наиболее многочисленными в составе фитопланктона ОМР являются диатомовые водоросли, представленные 235 видами и внутривидовыми таксонами. Основу видового разнообразия диатомовых (75 %) составляли морские и солоноватоводно-морские виды. Пресноводных и пресноводно-солоноватоводных видов найдено меньше (25 %). Наибольшим числом видов характеризовались роды *Chaetoceros* (35), *Nitzschia* (19) и *Thalassiosira* (9). В число массовых часто встречавшихся видов входили *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl., *Diatoma tenuis* Ag. C., *Cyclotella caspia* Grun., *Cylindrotheca closterium* (Ehr.) Reimann et J. C. Lewin, *Thalassionema nitzschioides* (Grun.) Mereschk., *Pseudosolenia calcar-avis* (M. Schultze) B. G. Sundström (рис. 1.1.1).

Массовые виды фитопланктона северо-западной части Черного моря 50–60 гг. прошлого века *T. nitzschioides, P. calcar-avis* в период усиления антропогенного влияния на экосистему моря, происходившего в 1980-е гг., выпали из числа массовых. Появление этих видов в составе фитопланктона ОМР в последние годы может свидетельствовать о снижении антропогенной нагрузки.

Среди диатомовых часто встречались случайно-планктонные виды, свойственные сообществам бентоса и перифитона, попадающие в водную толщу при вертикальном перемешивании водных масс. По числу таких видов наиболее многочисленными были роды *Navicula* (7) и *Gyrosigma* (6). Не исключено, что некоторые бентосные виды (например, *Licmophora ehrenbergii* (Kütz.) Grun.) имеют планктонную стадию развития, а их обилие возрастает в весенние месяцы. В целом бентосные диатомовые, встречались в планктоне в небольшом количестве и не играли заметной роли в образовании общей биомассы фитопланктона.

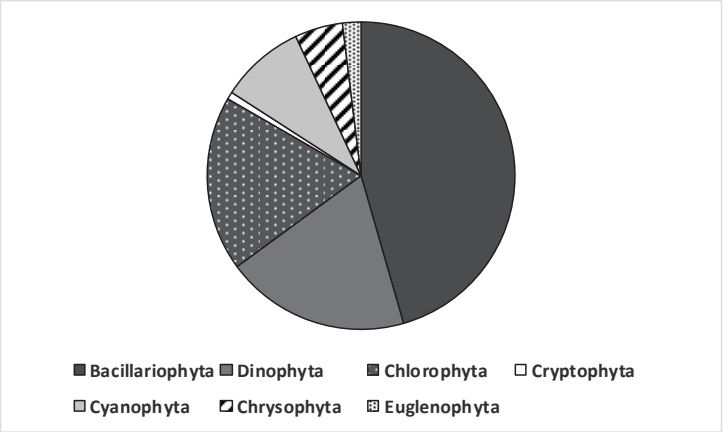


Рис. 1.1.1. Видовое разнообразие фитопланктона Одесского региона в 2005–2013 гг.

Динофитовые водоросли, по числу видов (100) занимающие второе место после диатомовых, являются обитателями в основном морских вод (81,2 %). Число пресноводных и пресноводно-солоноватоводных видов, найденных в их составе, было небольшим и не превышало 18,8 %. Наибольшее видовое разнообразие этой группы водорослей отмечено для родов *Protoperidinium* (18), *Gymnodinium* (11) и *Glenodinium* (10). К массовым видам динофитовых относились *Akashiwo sanguinea* (K. Hirasaka) G. I. Hansen et

Moestrup**,** *Prorocentrum cordatum* (Ostenf.) J. D. Dodge*, P. micans Ehr., Cochlodinium adriaticum* (Schiller) Schiller*, Tripos fusus* (Ehr.) Gómez de Faria*, Heterocapsa triquetra* (Ehr.) Stein*, Scrippsiella acuminata* (Ehr.) Kretschmann, Elbrächter, Zinssmeister, S. Soehner, Kirsch, Kusber et Gottschling. Среди динофитовых встречаются виды, лишенные хлорофилла и обладающие способностью к гетеротрофному способу питания. Такие виды многочисленны в составе родов *Protoperidinium*, *Gymnodinuim, Gyrodinium.*

Обитатели морских вод золотистые водоросли в ОМР насчитывают в своем составе 26 видов. Наибольшее видовое разнообразие у этой группы отмечено для родов *Acanthoica* (4)*, Calyptosphaera* (4). К числу часто встречающихся видов относятся *Emiliania huxleyi* (Lohmann) W. W. Hay et H. P. Mohler и *Ebria tripartita* (J. Shumann) Lemmermann. Среди золотистых найдено небольшое число видов (23 %), обитающих в пресных водах. Среди пресноводных видов наиболее многочисленными были представители рода *Dinobryon* (4).

Зеленые водоросли, насчитывающие в своем составе 95 видов, – преимущественно пресноводные виды (94,7 %). Наибольшее видовое разнообразие отмечено для родов *Scenedesmus* (19), *Oocystis* (5), *Monoraphidium* (4). Среди зеленых водорослей найдено небольшое число видов (5,3 %), встречающихся в морских водах. К ним относятся *Pterosperma cristatum* Schiller, *P. joergensenii* Schiller*, Pyramimonas longicauda* L.Van Meel*.*

Синезеленые водоросли в ОМР были представлены меньшим, чем зеленые, числом видов (46): наибольшее число видов найдено в составе родов *Gleocapsa* и *Merismopedia*.

Эвгленовые водоросли, обитающие в эвтрофных водах, постоянно встречались в регионе небольшим числом видов (10).

Количественное распределение. Количественные характеристики фитопланктона ОМР изменялись в широком диапазоне: численность – в пределах от 26 до 16531 тыс. кл. · $л^{-1}$; биомасса – от 324 до 6557 мг · $м^{-3}$ (таблица 1.1.1, 1.1.2).

Как видно, численность и биомасса варьируют из года в год. Однако пик развития фитопланктона, как правило, приходился на весенне-летние месяцы, когда значения количественных характеристик превышало осенне-зимние в четыре-пять раз (рис. 1.1.2). Вспышки численности микроводорослей чаще всего были обусловлены явлением массового их развития, вызывающим «цветение» воды. В районе исследований «цветение» регулярно вызывали диатомовые (*Skeletonema costatum*), динофитовые (*Heterocapsa triquetra*) и синезеленые водоросли (*Jaaginema kisselevii* (Anissimova) Anagn. et Komárek). Наиболее сильным по абсолютной величине было «цветение» синезеленой

водоросли *J. kisselevi,* когда численность клеток составляла (147 · 10^6 кл. · $л^{-1}$) (Nesterova et al., 2008). В последние годы в фитопланктоне ОМР отмечались вспышки развития видов, которые ранее не формировали это явление (Нестерова, Теренько, 2000; Северо-западная часть Черного моря, 2006).

Таблица 1.1.1

Численность фитопланктона (тыс. кл. · $л^{-1}$) Одесского региона за период исследований

Месяц	Год	Общая численность	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые	Прочие
Апрель	2005	1012,20	220,50	392,40	0,00	2,40	6,60	390,30
Август	2005	16531,68	268,35	388,53	15650,88	8,93	4,40	2,63
Декабрь	2005	326,00	287,50	24,90	3,40	9,60	0,10	0,50
Июнь	2006	119,90	12,80	38,10	39,10	27,60	0,40	1,90
Октябрь	2008	85,60	54,40	18,60	9,20	1,30	0,10	2,00
Август	2008	287,30	48,10	160,60	25,40	35,10	10,00	8,10
Июль	2009	297,90	144,10	107,70	21,00	6,00	13,70	5,40
Июнь	2010	133,40	24,10	51,50	36,70	1,80	6,00	0,00
Сентябрь	2012	73,50	37,80	13,10	20,20	0,70	0,80	0,30
Август	2013	26,40	3,80	20,40	0,50	0,70	0,80	0,20

Таблица 1.1.2

Биомасса фитопланктона (мг · $м^{-3}$) Одесского региона за период исследований

Месяц	Год	Общая биомасса	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые	Прочие
Апрель	2005	3387,80	116,60	3059,60	0,00	2,00	3,80	205,80
Август	2005	6557,30	384,80	4589,70	1574,00	3,40	5,00	0,40
Декабрь	2005	605,70	435,20	156,40	8,40	5,40	0,10	0,20
Июнь	2006	630,80	94,70	515,30	15,00	4,40	0,60	0,80
Октябрь	2008	1382,80	945,90	431,70	2,00	0,70	0,10	2,40
Август	2008	1410,80	948,80	536,40	2,00	0,40	0,10	15,70
Июль	2009	2237,60	1072,20	1116,80	28,40	3,30	15,20	1,70
Июнь	2010	769,90	56,70	606,10	65,40	0,50	40,70	0,00
Сентябрь	2012	411,60	239,40	142,60	25,50	0,30	1,60	2,00
Август	2013	324,10	115,40	200,40	0,40	0,60	1,90	1,10

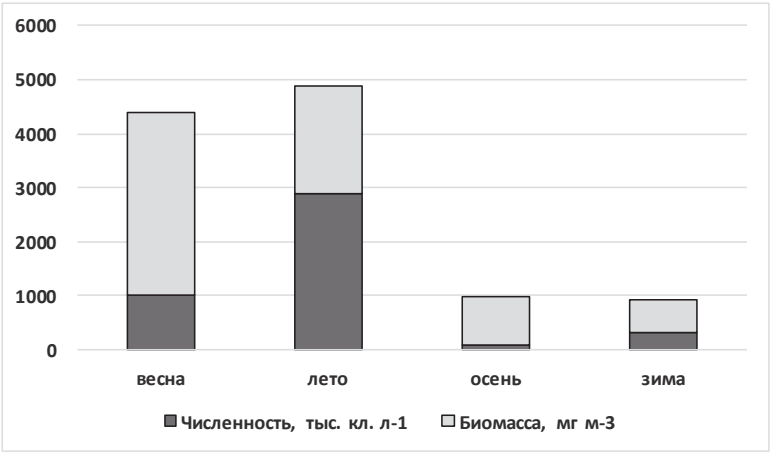


Рис. 1.1.2. Сезонные межгодовые колебания численности и биомассы фитопланктона

К ним относится динофитовая *Scrippsiella acuminata* и синезеленая *Glaucospira laxissima* (G. S. West) Simic, Komárek et Dordevic.

Для характеристики межгодовых изменений, происходящих в развитии фитопланктонного сообщества, были использованы данные наиболее полного изученного летнего периода (табл. 1.1.1, 1.1.2). Средняя численность и биомасса водорослей в летний период в районе исследований ОМР составляли 2899 тыс. кл. · $л^{-1}$ и 1988 мг · $л^{-1}$, а без учета явлений «цветения» воды – 173 тыс. кл. · $л^{-1}$ и 1075 мг · $л^{-1}$, соответственно.

Анализ полученных данных показал, что наиболее высокие показатели численности фитопланктона были в 2005 г. во время сильного «цветения» воды, вызванного вспышкой развития пресноводных синезеленых водорослей (рис. 1.1.3). В это же время в составе фитопланктона интенсивно развивались диатомовые и динофитовые, представитель которых *Scrippsiella acuminata* формировал до 70 % биомассы, вызывая «цветение» воды (рис. 1.1.4).

В последние годы наметилась тенденция усиления вегетации динофитовых, эвгленовых и золотистых водорослей и сокращения диатомовых, как видно по соотношению динофитовых к диатомовым водорослям (Din:Bac) (рис. 1.1.5). Например, в 2010 г. доля динофитовых составила – 41 %, а диатомовых – 20 %. Однако соотношение этих двух отделов иногда неодинаково по численности и биомассе, в зависимости от видового и размерного состава фитопланктона. Например, летом в 2009 г. вклад диатомовых был большим, чем динофитовых по численности и составлял 48 % против 36 %, тогда как в 2008 г. диатомовые вдвое превышали

вклад динофитовых по биомассе и составляли 64 % (рис. 1.1.3, 1.1.4). В остальные годы вклад динофитовых был выше по всем количественным показателям.

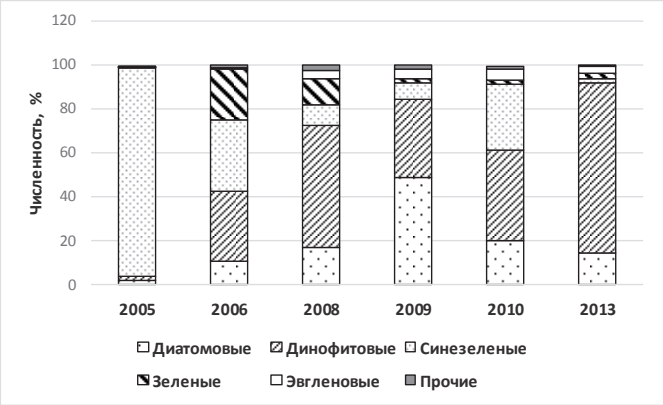


Рис. 1.1.3. Колебание численности (%) фитопланктона в летний период 2005–2013 гг.

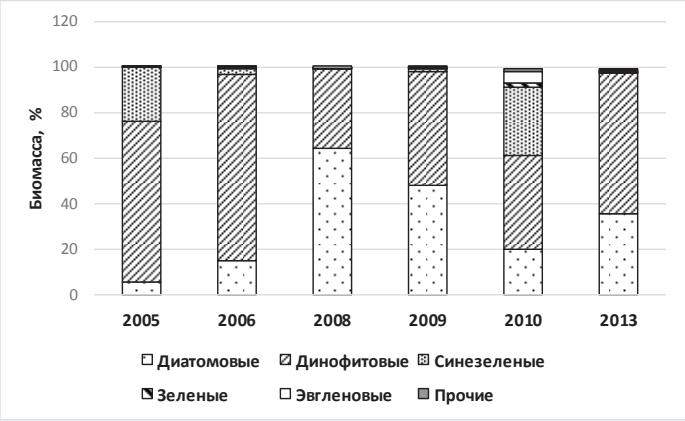


Рис. 1.1.4. Колебание биомассы (%) фитопланктона в летний период 2005–2013 гг.

Следует отметить повышенную численность пресноводных зеленых водорослей в 2006 и 2008 гг. в летний период, что, по-видимому, было связано с подходом опресненной воды из Днепровско-Бугского лимана. Наименьшие количественные характеристики были отмечены в 2013 г.

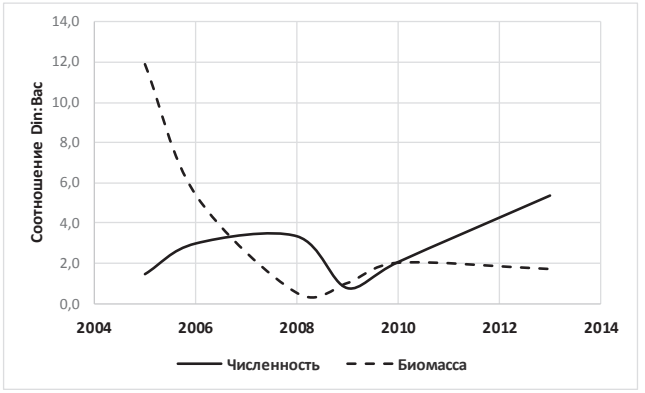


Рис. 1.1.5. Межгодовые изменения соотношения динофитовых (Din) и диатомовых (Bac) водорослей

Сезонная динамика. В ОМР наблюдаются сезонные изменения видового разнообразия фитопланктона и его численных характеристик (табл. 1.1.3, 1.1.4).

Весенний период был в равной степени представлен диатомовыми, динофитовыми и золотистыми водорослями по численности, однако основной вклад в биомассу фитопланктона весной осуществляли динофитовые (рис. 1.1.6, 1.1.7). Диатомовые водоросли были представлены типичными для СЗЧМ видами в весенний период – *Diatoma tenuis, Cyclotella caspia* и для пресных вод – *Stephanodiscus hantzschii* Grun. Среди диатомовых наиболее сильной была вспышка развития *Skeletonema costatum* ($2{,}1 \cdot 10^6$ кл. $\cdot$ л$^{-1}$), частого возбудителя «цветения» воды в СЗЧМ в весенние месяцы. Однако из-за небольших размеров клеток вклад диатомовых в образование биомассы в этот период незначительный (3,4 %) (табл. 1.1.3,1.1.4).

Таблица 1.1.3

Сезонная динамика численности (тыс. кл. $\cdot$ л$^{-1}$) фитопланктона Одесского региона в 2005–2013 гг.

Сезон	Диато-мовые	Динофи-товые	Сине-зеленые	Зеле-ные	Эвгле-новые	Золотис-тые
Весна	220,50	392,40	0,00	2,40	6,60	390,30
Лето	83,54	127,80	2628,93	13,35	5,88	3,04
Осень	46,10	15,85	14,70	1,00	0,45	1,15
Зима	287,50	24,90	3,40	9,60	0,10	0,50

Эпизодически встречавшиеся в планктоне зеленые и эвгленовые водоросли не играли заметной роли в образовании биомассы. Весной в составе фитопланктона часто встречались золотистые водоросли, на долю которых

приходилось до 6 % биомассы и 40 % численности фитопланктона (рис. 1.1.6, 1.1.7). В их составе наиболее сильной была вспышка развития *Apedinella radians* (Lohmann) P. H. Campbell ($1{,}8 \cdot 10^6$ кл. $\cdot$ л$^{-1}$), которая также входила в число видов – возбудителей «цветения».

Таблица 1.1.4

Сезонная динамика биомассы (мг · м$^{-3}$) фитопланктона Одесского региона в 2005–2013 гг.

Сезон	Диато-мовые	Дино-фитовые	Сине-зеленые	Зеле-ные	Эвгле-новые	Золотис-тые
Весна	116,60	3059,60	0,00	2,00	3,80	205,80
Лето	445,43	1260,78	280,87	2,10	10,58	3,28
Осень	592,65	287,15	13,75	0,50	0,85	2,20
Зима	435,20	156,40	8,40	5,40	0,10	0,20



Рис. 1.1.6. Сезонная динамика численности (%) фитопланктона Одесского региона в период исследований 2005–2013 гг.

В летний период наблюдалось значительное увеличение численности синезеленых (до 91 % по численности и 14 % по биомассе), которые не были обнаружены весной, а также некоторое увеличение эвгленовых (0,5 %).

В летний комплекс видов входили диатомовые *Thalassionema nitzschioides, Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cl.) Heiden*, Pseudosolenia calcar-avis, Proboscia alata* (Brightw.) Sundström*, Cyclotella caspia, Cylindroteca closterium*; динофитовые *Prorocentrum cordatum, P. micans, Gyrodinium cornutum* (C. H. G. Pouchet) Kof. et Swezy*, Akashiwo sanguinea* (K. Hirasaka) G. I. Hansen et Moestrup*, Scrippsiella acuminata;* зеленые *Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák*, Poropila dubia* J. Schiller*, Desmodesmus communis* (E.Hegew.) E. Hegew.; синезеленые *Jaaginema kisselevii, Dolichospermum spiroides* (Kleb.) Wacklin, L. Hoffm. et Komárek*, Merismopedia minima* Beck.*, M. punctata* Meyen. Постоянным компонентом планктона была эвгленовая *Eutreptia lanowii* Steuer.

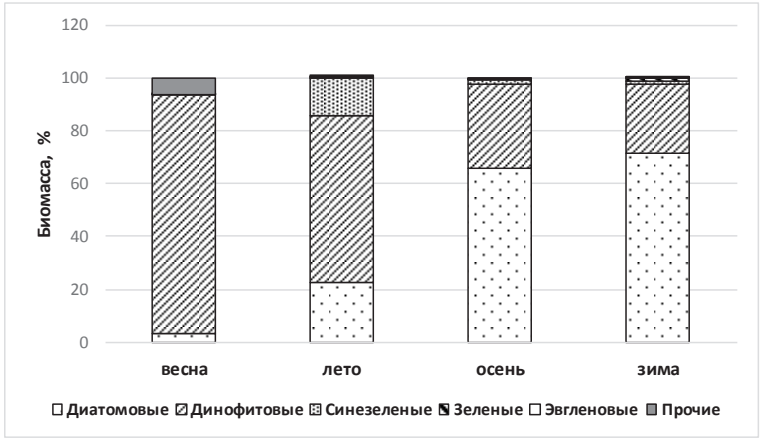


Рис. 1.1.7. Сезонная динамика биомассы (%) фитопланктона Одесского региона в период исследований 2005–2013 гг.

Цветение синезеленых водорослей, в частности *Nodularia spumigena* Mert. ex Bornet et Flahault, заслуживает пристального внимания гидробиологов, однако случай его массового развития в 2010 г. подробно описан в литературе (Александров, Теренько, Нестерова, 2012), поэтому здесь мы подробно на нем не останавливаемся.

От лета к зиме происходило постепенное уменьшение биомассы, сопровождавшееся изменением роли отдельных групп фитопланктона в ее образовании (рис. 1.1.2). В осенние месяцы в районе исследований в составе фитопланктона усиливалось развитие диатомовых, на долю которых приходилось осенью 66 % от общей биомассы и 58 % от общей численности (рис. 1.1.7).

Постоянный комплекс видов образовывали динофитовые *Heterocapsa triquetra, Gymnodinium* sp., *Prorocentrum micans, Lingulodinium polyedrum* (F. Stein) J. D. Dodge*, Tripos fusus* и диатомовые водоросли *Cylindrotheca closterium, Pseudo-nitzschia delicatissima, Pseudosolenia calcar-avis.* Пресноводные синезеленые водоросли были представлены *Jaaginema*

kisselevii, Oscillatoria planctonica Woloszynska, зеленые – *Pterosperma cristatum* Schiller, *Monoraphidium arcuatum,* а эвгленовые – *Eutreptia lanowii.*

Минимальная величина биомассы была отмечена зимой, в образовании которой диатомовые доминировали и составляли 72 %. Вклад динофитовых (26 %) и эпизодически встречавшихся синезеленых водорослей (1 %) сокращался. В зимний комплекс видов входили диатомовые *Skeletonema costatum, Pseudo-nitzschia delicatissima, Cylindrotheca closterium,* динофитовые *Heterocapsa triquetra,* зеленые *Monoraphidium arcuatum, Dictyosphaerium subsolitaria.* В зимний период на акватории ОМР наблюдалось «цветение» воды, сформированное вспышками развития диатомовых *Pseudo-nitzschia seriata* (Cl.) H. Perag. ($3 \cdot 10^6$ кл. $л^{-1}$) и *C. closterium* ($1 \cdot 10^6$ кл. $\cdot л^{-1}$).

Пространственное распределение фитопланктона на акватории ОМР в основном определяли диатомовые, динофитовые и синезеленые водоросли. Наиболее высокие показатели биомассы отмечены в прибрежной части Одесского залива в районе мыса Ланжерон (рис. 1.1.8, А, Б). На данной акватории вклад видов, относящихся к разным отделам фитопланктона, в образовании биомассы был неодинаков: в условиях развития динофитовых водорослей (крупноклеточные виды *Tripos furca* (Ehr.) Gómez de Faria, *T. fusus, Gonyaulax scrippsae* Kof.), биомасса которых достигала 94 %, диатомовые отсутствовали, и, наоборот, при массовом развитии диатомовых (до 90 %), представленных видами *Chaetoceros curvisetus* Cl., *C. affinis* Lauder, динофитовые встречались крайне редко. Такая взаимоисключающая схема распределения этих двух отделов фитопланктона была характерна для многих изученных станций ОМР.

Зеленые и эвгленовые водоросли, не игравшие заметной роли в образовании биомассы, чаще встречались в восточной части региона, наиболее подверженной влиянию трансформированных вод Днепровско-Бугского лимана. Синезеленые водоросли мозаично распределялись по всей акватории региона. Наиболее плотные их скопления также отмечались в восточной части ОМР.

В придонном горизонте ОМР размах колебаний биомассы (14–405 мг $\cdot м^{-3}$) был меньше, чем в поверхностном горизонте. Основу биомассы в придонном горизонте создавали почти в равных пропорциях диатомовые (44,9 %) и динофитовые (46 %) водоросли, а вклад синезеленых (7,0 %) в ее образование был выше, чем у поверхности моря. Повышенные концентрации фитопланктона в придонном горизонте были отмечены в прибрежной зоне района у мыса Ланжерон (рис.1.1.8, Б). Практически в равных количествах развивались диатомовые, среди которых доминировали виды, свойственные

бентосу и обрастаниям (*Amphora* sp.), и динофитовые (*Prorocentrum micans, Heterocapsa triquetra*).

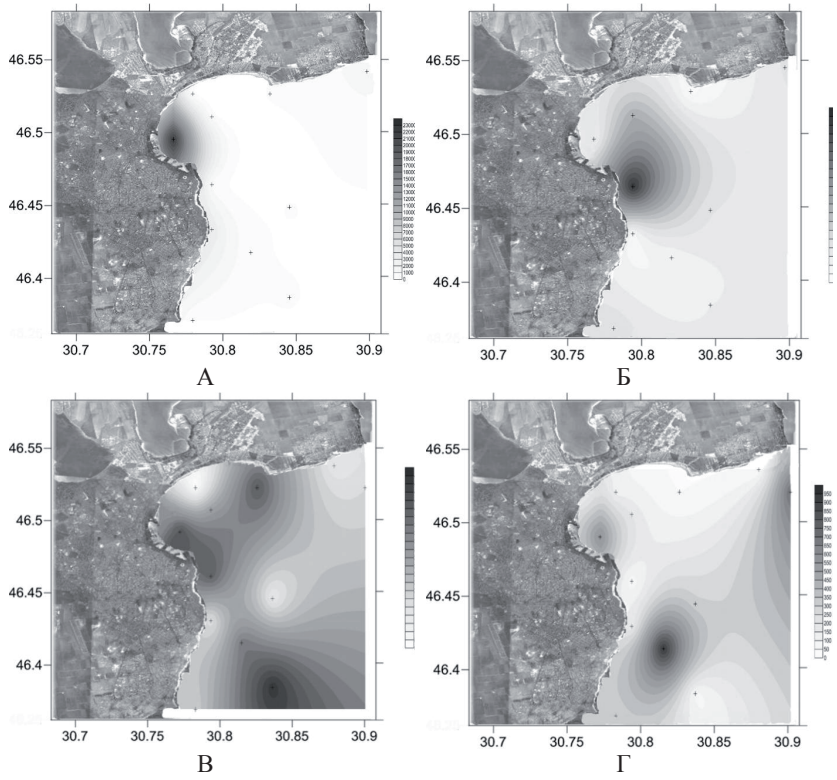


Рис. 1.1.8. Пространственное распределение биомассы (мг $\cdot м^{-3}$) фитопланктона Одесского региона (на примере летне-осеннего периода 2012 (вверху) и 2013 гг. (внизу); А, В – поверхностный, Б, Г – придонный горизонт)

На остальной исследованной части придонного горизонта, как и у поверхности моря, распределение биомассы было практически равномерным. Пространственное распределение диатомовых и динофитовых, как и в поверхностном горизонте, было прямо противоположным, а на отдельных станциях ОМР динофитовые не были найдены. Повсеместно встречавшиеся синезеленые водоросли, концентрировалась в центральной части ОМР вместе с зелеными и эвгленовыми водорослями.

Распределение биомассы фитопланктона ОМР в 2013 г. характеризовалось значительной пятнистостью (рис. 1.1.8, В, Г). Высокие ее значения в поверхностном горизонте были найдены в Одесском заливе и в

центральной части региона. Среди динофитовых доминировали *Gonyaulax ceratocoroides* Kof., *Cochlodinium adriaticum*, *Scrippsiella acuminata*. При снижении биомассы динофитовых возрастал вклад (70 %) диатомовых, например, *Pseudosolenia calcar-avis*. На остальной части региона биомасса распределялась относительно равномерно.

В придонном горизонте биомасса распределялась более равномерно, чем у поверхности. Максимальная биомасса была найдена в центральной части региона как результат интенсивного развития крупноклеточных диатомовых (*Pseudosolenia calcar-avis*) и динофитовых (*Cochlodinium adriaticum*) водорослей (рис. 1.1.8, Г).

1.2. ФИТОПЛАНКТОН ЗОНЫ ВЫПУСКА ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОКОВ

Сточные воды, поступающие в прибрежную часть моря, вызывают изменения гидрохимических параметров шельфовой акватории в районах их поступления (Куфтаркова, Ковригина, 1995). Попадая в море, сточные воды увеличивают концентрации минеральных и органических веществ, которые не характерны для морской воды. Значительное увеличение концентраций питательных веществ, в свою очередь, может отразиться на развитии фитопланктона.

Всего за период исследований было собрано и обработано 114 проб. Изученные станции охватывали два района: в зоне непосредственного влияния сточных вод (район выпусков СБО) и на удалении 300–1500 м (фоновые станции) (рис. 2, 3, табл. 2). В составе фитопланктона района фоновых станций обнаружено 125 видов водорослей, относящихся к шести отделам, а именно диатомовым, динофитовым, синезеленым, зеленым, эвгленовым и золотистым. По числу видов доминировали диатомовые и динофитовые, далее следовали синезеленые, зеленые, золотистые и эвгленовые (табл. 1.2.1). Фитопланктон района выпусков СБО был представлен несколько меньшим числом видов, также относящихся к шести отделам. В их составе уменьшалось число видов диатомовых, динофитовых, синезеленых, зеленых, эвгленовых и возрастало золотистых. Сравнение видового разнообразия двух исследовавшихся районов показало, что в районе фоновых станций, среди диатомовых большее число видов найдено в составе рода *Chaetoceros* (8 против 4 в районе выпусков) и рода *Thalassiosira* (5 против 3), среди динофитовых возрастало число видов рода *Gymnodinium* (12 против 6) и уменьшалось рода *Dinophysis* (6 против 13). Возбудитель «цветения» воды в СЗЧМ летом 2010 г. синезеленая *Nodularia spumigena* встречалась в чистых водах (Александров, Теренько, Нестерова, 2012), а синезеленая *Spirulina laxissima,* усиление развития которой наблюдается у побережья Одессы в последние годы, – в зонах выпусков.

Таблица 1.2.1.

Видовое разнообразие фитопланктона в районе фоновых станций и выпусков СБО «Северная» и «Южная» в 2008–2010 гг.

Отдел	Район	
	фоновые станции	район выпусков
Диатомовые	32	25
Динофитовые	62	59
Синезеленые	9	7
Зеленые	13	11
Эвгленовые	3	2
Золотистые	6	10
Всего	125	114

В октябре 2008 г. в фитопланктоне района выпуска СБО «Северная» найдены представители шести отделов, а именно диатомовых, динофитовых, синезеленых, зеленых, золотистых и эвгленовых. Наибольшее число видов отмечено среди диатомовых, представленных *Pseudo-nitzschia delicatissima* (Cleve) Heiden*, Skeletonema costatum, Pseudosolenia calcar-avis, Cylindrotheca closterium,* и динофитовых *Gymnodinium sp., Heterocapsa triquetra, Prorocentrum micans, Lingulodinium polyedrum.* Видовое разнообразие водорослей, входящих в состав других отделов фитопланктона, было небольшим. Так, в составе зеленых встречался *Monoraphidium arcuatum,* а среди эвгленовых – *Eutreptia lanowii.*

Средняя для столба воды численность фитопланктона (195,1 млн кл.·л$^{-1}$) варьировала в небольших пределах (116,7–27,1 млн кл. · л$^{-1}$), биомасса (в среднем 1240,8 мг · м$^{-3}$) колебалась от 784,1 мг ·м$^{-3}$ до 1612,7 мг · м$^{-3}$.

В составе фитопланктона по численности доминировали динофитовые (60,5 %), синезеленые (12,6 %) и зеленые (25,3 %). Основу биомассы создавали динофитовые (75,8 %) и синезеленые (20,0 %). Вклад диатомовых водорослей в образование количественных показателей фитопланктона (7 % численности и 2,7 % биомассы) был низким. На большей части района фоновых станций численность распределялась равномерно. Распределение биомассы находилось в зависимости от обилия в составе фитопланктона крупноклеточных видов динофитовых (*Lingulodinium polyedrum, Tripos fusus*), численность которых возрастала от ст. 2 к ст. 13. Распределение диатомовых водорослей носило мозаичный характер. Максимальные и минимальные значения численности и биомассы отмечены на близко расположенных

станциях. Так максимальная численность (32,4 млн кл.·л$^{-1}$) и биомасса (50,2 мг · л$^{-1}$) были на ст. 9, а минимальные их значения, соответственно, 2,3 млн кл.·л$^{-1}$ и 9,7 мг · м$^{-3}$ на ст. 13, и ст. 2. Синезеленые, создававшие 12,6 % численности и 20 % биомассы фитопланктона, найдены на прибрежных станциях. Вклад повсеместно встречавшихся зеленых водорослей в образование численности (15,3 %) был выше, чем у синезеленых, и незначительный по биомассе (0,7 %). Обилие зеленых так же, как и синезеленых, отмечено в районе выпусков.

По вертикали основная масса клеток фитопланктона фоновых станций скапливалась в поверхностном горизонте моря (табл. 1.2.2). По численности доминировали динофитовые (37,8 %) и синезеленые (39 6 %), по биомассе – динофитовые (77,4 %) (табл. 1.2.3).

Таблица 1.2.2

Вертикальное распределение численности фитопланктона (тыс. кл. · л$^{-1}$) в районе фоновых станций СБО «Северная» в ноябре 2008 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые
Поверхность	332,5	21,7	215,4	24,1	55,0	16,3
Дно	50,5	5,8	20,7	18,3	4,8	0,9

Таблица 1.2.3

Вертикальное распределение биомассы фитопланктона (мг · м$^{-3}$) в районе фоновых станций СБО «Северная» в ноябре 2008 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые
Поверхность	2252,4	44,6	1684,0	493,9	12,6	17,1
Дно	234,4	13,3	197,4	4,5	3,2	0,9

В придонном слое интенсивность развития фитопланктона значительно сокращалась. Численность клеток была ниже в 6,6 раза, биомасса – в 9,6. По численности доминировали динофитовые водоросли. Вместе с тем их вклад в образование численности (50,0 %) был меньше, чем у поверхности моря, а диатомовых (31,8 %) – больше. Динофитовые (86,3 %) доминировали в образовании биомассы (табл.1.2.3). В зоне непосредственного влияния выпуска СБО «Северная» видовое разнообразие не изменялось, а интенсивность развития фитопланктона возрастала (табл.1.2.4).

Флюктуации численности фитопланктона (304–686 млн кл. · л$^{-1}$) были небольшими. По численности доминировали динофитовые (61,6 %) и зеленые (15,6 %) водоросли, по биомассе – динофитовые (77,0 %). Следует отметить,

что на станциях, расположенных в зоне выпуска сточных вод, заметно возрастала численность динофитовой *Gymnodinium sp.* (табл. 1.2.5).

Таблица 1.2.4

Средняя численность (млн кл. · л$^{-1}$) и биомасса (мг · м$^{-3}$) фитопланктона района выпусков СБО в 2008–2010 гг.

Дата съемки	Фоновые станции		Непосредственное влияние сточных вод	
	численность	биомасса	численность	биомасса
СБО «Северная»				
Ноябрь 2008 г.	191,4	1215,8	477,6	1710,2
Июль 2009 г.	233,3	1055,8	271,7	1130,4
Июль 2010 г.	133,1	786,4	238,0	802,5
СБО «Южная»				
Ноябрь 2008 г.	361,1	2203,2	772,6	1886,5
Июль 2009 г.	382,5	3315,2	535,8	4985,4

Дать видовую диагностику *Gymnodinium sp.* не представлялось возможным, так как определение большинства видов рода *Gymnodinium* в фиксированных пробах затруднено.

Таблица 1.2.5

Максимальная численность (тыс. кл. · л$^{-1}$) массовых видов фитопланктона в районе фоновых станций и выпусков СБО «Северная» в октябре 2008 г.

Таксон	Район	
	фоновые станции	район выпусков
Gymnodinium sp.	241,4	902,0
Scrippsiella trochoidea	126,0	14,0
Monoraphidium arcuatum	113,3	63,7
Eutreptia lanowii	53,0	332,5

В составе фитопланктона часто встречались эвгленовые водоросли, предпочитающие для своего развития воды с большими концентрациями органического вещества. На их долю приходилось 17,7 % численности и 4,8 % биомассы фитопланктона, а максимальная численность их представителя *Eutreptia lanowii* в 6,3 раза превосходила ее величину в «чистых» водах.

В районе фоновых станций уменьшалась вегетация синезеленых (0,3 % численности) и зеленых водорослей (7,1 % численности и 0,8 % биомассы). Так, если максимальная численность массового вида фитопланктона СЗЧМ зеленой *Monoraphidium arcuatum* в районе «чистых» вод составляла 113,3 тыс. кл.·л$^{-1}$, то в зоне выпусков СБО ее численность уменьшалась на порядок. Это же касается численности другого массового вида – динофитовой *Scrippsiella trochoidea* (Ehr.) Kretschmann, Elbrächter, Zinssmeister, S. Soehner, Kirsch, Kusber et Gottschling (табл. 1.2.5).

В районе выпусков СБО «Северная» разница в интенсивности развития фитопланктона в поверхностном и придонном горизонтах моря была меньше, чем в районе «чистых» вод. Численность фитопланктона у поверхности моря в 3 раза превосходила ее величину в придонном слое, а биомасса – в 1,8 раза (табл. 1.2.6, 1.2.7).

В поверхностном горизонте моря по численности доминировали диатомовые (73,3 %) и эвгленовые (19,3 %) водоросли, вклад диатомовых, зеленых и синезеленых был незначительным. Следует отметить, что особенно плотные концентрации фитопланктона в поверхностном слое были отмечены на северных станциях, расположенных в непосредственной близости от источника выпуска сточных вод (ст. СВ-1500 и ст. С) (рис. 2, 3). В образовании биомассы возрастала роль динофитовых водорослей (68,0 %).

В придонном горизонте моря по численности (64,3 %) и биомассе (99,1 %) доминировали динофитовые водоросли. Вклад эвгленовых (18,3 %) возрастал только в образовании численности. Наиболее плотные скопления фитопланктона найдены на ст. СС-300 и СС-800.

Таблица 1.2.6

Вертикальное распределение численности фитопланктона (тыс. кл. · $л^{-1}$) в районе выпусков СБО «Северная» в ноябре 2008 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые
Поверхность	719,1	11,8	527,5	0,9	39,7	139,2
Дно	236,2	13,1	151,9	0,4	27,0	43,8

Таблица 1.2.7

Вертикальное распределение биомассы фитопланктона (мг · $м^{-3}$) в районе выпусков СБО «Северная» в ноябре 2008 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые
Поверхность	2196,3	11,2	1954,3	3,2	17,9	209,7
Дно	1224,3	45,3	1116,1	1,2	15,8	45,9

Видовое разнообразие фитопланктона в районе выпуска СБО «Южная» и сопредельной части моря в ноябре 2008 г. различалось. В его составе возросло число видов динофитовых *Scrippsiella trochoidea, Diplopsalis lenticular* Bergh, *Oblea rotunda* (Lebour) Balech ex Sournia, *Heterocapsa triquetra, Dinophysis acuminate* Claparède & Lachmann, *D. caudata* Saville-Kent, *D. baltica* (Paulsen) Kofoid et Skogsberg и *D. recurva* Kofoid et Skogsberg и диатомовых *Cyclotella caspia*, *Chaetoceros socialis* H. S. Lauder, *Skeletonema subsalsum* (Cleve-Euler) Bethge, не отмеченных в районе выпуска СБО «Северная». В составе синезеленых встречалась *Oscillatoria planctonica* Woloszynska, зеленых – *Desmodesmus communis* (E. Hegewald) E. Hegewald, золотистых – *Emiliania huxleyi, Ebria tripartita.*

Средние показатели развития фитопланктона, а также размах их колебаний в районе выпуска СБО «Южная» были выше, чем в районе СБО «Северная» (табл. 1.2.4). В районе фоновых станций выпуска СБО «Южная» средняя численность фитопланктона изменялась от 208,1 млн кл. · $л^{-1}$ до 575,8 млн кл. · $л^{-1}$, биомасса – от 870,1 мг · $м^{-3}$ до 5672,1 мг · $м^{-3}$. По численности доминировали динофитовые (53,9 %), вклад диатомовых (20,9 %) и зеленых (10,9 %) был меньше. Вклад в общую биомассу формировался преимущественно динофитовыми и составлял 91,2 %. На большинстве выполненных станций численность распределялась равномерно и резко уменьшалась на ст. 18, в районе которой биомасса фитопланктона также была минимальной. Пространственное распределение биомассы, образованной видами разного размера, носило более мозаичный характер, а ее максимальное значение найдено на ст. 21.

По вертикали на станциях района фоновых станций перепад численности и биомассы между поверхностным и придонным горизонтами был несколько большим, чем в районе СБО «Северная» (табл. 1.2.8, 1.2.9). Численность у поверхности моря увеличивалась в 8,2 раза, биомасса – на порядок. У поверхности моря доминировали динофитовые, на долю которых приходилось 58,1 % численности и 76,4 % биомассы, вклад диатомовых был меньше, соответственно 18,5 % и 21,4 %.

В придонном горизонте в образовании численности возрастало значение диатомовых (40,0 %) и синезеленых (22,3 %) и уменьшалось – динофитовых (16,4 %). В образовании биомассы вклад диатомовых (45,6 %) и динофитовых (44,2 %) был почти равным.

Таблица 1.2.8

Вертикальное распределение численности фитопланктона (тыс. кл. · $л^{-1}$) в районе фоновых станций СБО «Южная» в ноябре 2008 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые	Золотистые
Поверхность	644,4	120,1	376,7	34,7	66,4	20,5	26,1
Дно	78,1	31,1	12,8	17,4	12,2	1,6	3,0

Таблица 1.2.9

Вертикальное распределение биомассы фитопланктона (мг · $м^{-3}$) в районе фоновых станций СБО «Южный» в ноябрь 2008 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые	Золотистые
Поверхность	4006,9	59,0	3833,1	35,5	25,8	30,0	23,5
Дно	399,7	180,2	185,8	16,3	0,6	3,5	13,3

В зоне выпуска СБО «Южная» средняя численность фитопланктона, колебавшаяся в пределах от 482,5 млн кл. · $л^{-1}$ до 1881,2 млн кл. · $л^{-1}$, возрастала, а биомасса – уменьшалась (1339,0–2719,9 мг · $м^{-3}$) (табл. 1.2.4). В составе фитопланктона по численности доминировали диатомовые, а по биомассе – динофитовые (77,8 %), вклад диатомовых (19,4 %) был незначительным. Максимальная численность фитопланктона найдена на ст. Ю, в районе которой происходило «цветение» воды, вызванное вспышкой развития *Leptocylindrus minimus* Gran (табл. 1.2.10), максимальная биомасса отмечена на ст. ЮЗ-800 и ст. Ю. В районе чистых вод численность этого вида составляла 23,4 тыс. кл. · $л^{-1}$. На остальных станциях, расположенных в районе выпуска, численность и биомасса распределялась относительно равномерно.

Таблица 1.2.10

Максимальная численность (тыс. кл. · $л^{-1}$) массовых видов фитопланктона в районе фоновых станций и выпусков СБО «Южная» в октябре 2008 г.

Таксон	Район	
	фоновые станции	район выпусков
Leptocylindrus minimus	23,4	2000,0
Skeletonema subsalsum	-	53,0
Cylindrotheca closterium	42,0	56,8
Scrippsiella trochoidea	750,9	335,8
Heterocapsa triquetra	26,1	25,6
Emiliania huxleyi	6,6	84,4
Oscillatoria planctonica	65,3	72,5

Только в районе выпуска сточных вод найдена солоноватоводная диатомовая водоросль *Skeletonema subsalsum,* и возрастала численность кокколитофориды *Emiliania huxleyi,* синезеленой *Oscillatoria planctonica* и уменьшалась – динофлагелляты *Heterocapsa triquetra* (табл. 1.2.10). Перепад численности фитопланктона между поверхностным и придонным горизонтами в районе выпуска был меньше, чем на фоновых станциях моря, и не превышал 3,5 раза по численности и 2,7 раза по биомассе. У поверхности моря концентрировалась основная масса диатомовых, вклад которых в общую численность составил 77,2 %, а их представитель *Leptocylindrus minimus* формировал «цветение» воды (табл. 1.2.10), субдоминантными были динофитовые (17,3 %).

Вклад водорослей, входящих в состав других отделов фитопланктона, был незначительным. В образовании биомассы вклад диатомовых уменьшался, а динофитовых – возрастал (76,4 %). В поверхностном слое зоны выпуска сточных вод постоянно встречались виды *Dinophysis*. В этот период преимущественное развитие получили *D. acuminata*, *D. caudata*, *D. baltica* и

D. recurva. Виды рода *Dinophysis* отмечались в поверхностных водах на станциях, расположенных в непосредственной близости к очистным сооружениям (ст. 4, 5), а также на всех семи станциях, выполненных в районе СБО «Южная». На всех остальных станциях (ст. 1–3) в пробах фитопланктона виды *Dinophysis* не отмечались. Максимум их численности (11,2 тыс. кл. · $л^{-1}$) был зарегистрирован в поверхностном слое воды на ст. ЮЗ-300.

Анализ вертикального распределения динофизисов показал, что основная численность клеток была зарегистрирована в поверхностных слоях воды. Лишь на двух станциях, расположенных в районе выпуска (ст. Ю, ЮЗ-300), в придонном слое на глубине 12–15 м отмечался *D. recurva*.

В пространственном распределении видов *Dinophysis* в ОМР в октябре–ноябре 2008 г. прослеживалась неоднородность. Так, на всех фоновых станциях виды рода *Dinophysis* отсутствовали. Клетки этой группы микроводорослей присутствовали только в районе выброса СБО «Южная». Потверженим этому может быть величина перманганатной окисляемости в поверхностном слое воды в районе СБО «Южная», где среднее значение составило 4,8 мгО · $дм^{-3}$ и вдвое превысило величину этого показателя на всех остальных станциях региона – 2,92 мгО · $дм^{-3}$ (данные о содержании растворенного органического вещества любезно были предоставлены с. н. с. отдела качества водной среды ИМБ НАНУ Ю. И. Богатовой). Это свидетельствует о том, что виды этого рода могут служить индикаторами загрязнения водной среды органическим веществом (Теренько, 2010).

В придонном слое района выпусков СБО интенсивность развития фитопланктона заметно сократилась. Основу численности создавали диатомовые (68,3 %), биомассы – динофитовые (81,8 %) (табл. 1.2.11, 1.2.12).

Пространственное распределение фитопланктона в придонном горизонте носило мозаичный характер.

В июле 2009 г. в фитопланктоне района выпуска СБО «Северная» и фоновых станций найдены представители семи отделов. По числу видов доминировали динофитовые водоросли. Несколько меньшее число видов отмечено среди диатомовых, далее следовали зеленые, синезеленые, золотистые, эвгленовые и криптофитовые. К массовым видам динофитовых относились *Prorocentrum micans, P. cordatum, Gymnodinium najadeum* J.Schiller*, Gyrodinium adriaticum* Schiller*, G. cornutum.* Диатомовые водоросли были представлены *Thalassionema nitzschioides, Nitzschia closterium, Proboscia alata* зеленые – *Monoraphidium arcuatum,* синезеленые – *Dolichospermum spiroides* (Klebhan) Wacklin, L.Hoffmann et Komárek, эвгленовые – *Eutreptia lanowii*, золотистые – *Rhabdosphaera fragilissima.*

Таблица 1.2.11

Вертикальное распределение численности фитопланктона (тыс. кл. · л$^{-1}$) в районе выпуска СБО «Южная» в ноябре 2008 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые	Золотистые
Поверхность	1199,6	927,7	208,7	49,6	6,7	0,5	6,4
Дно	345,7	238,0	70,5	25,1	7,0	0,4	4,7

Таблица 1.2.12

Вертикальное распределение биомассы фитопланктонам (мг · м$^{-3}$) в районе выпуска СБО «Южная» ноябрь 2008 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые	Золотистые
Поверхность	2739,4	586,2	2084,5	50,4	12,3	2,3	3,7
Дно	1033,9	144,8	846,6	25,7	2,7	0,8	13,3

Количественные показатели развития фитопланктона незначительно отличались от их величин, найденных в этом же районе в ноябре 2008 г. (табл. 1.2.4). Численность фитопланктона в районе фоновых станций колебалась в пределах от 49,7 млн кл. · л$^{-1}$ до 440,4 млн кл. · л$^{-1}$, биомасса – от 550,6 мг · м$^{-3}$ до 1969,5 мг · м$^{-3}$. В образовании численности доминировали диатомовые водоросли (64,3 %), вклад динофитовых был меньше (25,4 %). Часто встречавшиеся в составе фитопланктона эвгленовые создавали до 7,1 % численности. Водоросли, входившие в состав других отделов фитопланктона, не играли существенной роли в образовании численности. По биомассе доминировали диатомовые (44 %) и динофитовые (53 %) водоросли.

В целом показатели численности фитопланктона на фоновых станциях, в том числе диатомовых, динофитовых и эвгленовых водорослей, возрастали от ст. 2 к ст. 9. Зеленые водоросли в районе фоновых станций распределялись равномерно, а синезеленые в незначительных количествах отмечались эпизодически. Биомасса фитопланктона, максимальная величина которой отмечена на ст. 2 и 9, на остальных станциях распределялась равномерно.

В поверхностном горизонте по численности доминировали диатомовые (51,6 %), динофитовые (33,7 %) и эвгленовые (10,2 %), в придонном несколько возрастал вклад диатомовых (56,4 %) и эвгленовых (17,7 %), а уменьшался динофитовых (23,9 %). Основу биомассы создавали динофитовые (52,5 %), вклад диатомовых водорослей (45 %) был меньше (табл. 1.2.13, 1.2.14).

В придонном горизонте средние показатели численности и биомассы уменьшились в 1,8 и 1,9 раза, соответственно, отмечено также соотношение руководящих отделов фитопланктона. По численности возросла роль

диатомовых (77,8 %) и уменьшилась динофитовых (16,3 %). Вклад диатомовых (42,0 %) и динофитовых (54,1 %) в образование биомассы был почти равным.

Таблица 1.2.13

Вертикальное распределение численности фитопланктона (тыс. кл.· л$^{-1}$) в районе фоновых станций СБО «Северная» в июле 2009 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые
Поверхность	301,4	155,6	101,8	6,7	6,5	30,8
Дно	165,4	128,8	27,0	0,5	3,0	6,1

Таблица 1.2.14

Вертикальное распределение биомасса фитопланктона (мг · м$^{-3}$) в районе фоновых станций СБО «Северная» в июле 2009 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые
Поверхность	1377,3	620,7	722,9	9,7	1,7	22,3
Дно	734,7	308,6	397,6	17,4	3,0	8,1

В районе выпуска СБО «Северная» в видовом разнообразии фитопланктона изменения отмечены не были. Численность (197,0–374,3 млн кл. · л$^{-1}$) и биомасса (504,8–1850,0 мг · м$^{-3}$) колебались в несколько больших пределах, чем в районе фоновых станций, их средние показатели были почти равными (табл. 1.2.4).

В образовании численности доминировали диатомовые (56,3 %), динофитовые (24 %) и эвгленовые водоросли (16,8 %). В образовании биомассы вклад диатомовых (31,8 %) уменьшался, а динофитовых несколько увеличивался (62,1 %).

Доля эвгленовых составила 4,8 %. В районе выпуска, как и в ноябре 2008 г., усиливалось развитие эвгленовой *Eutreptia lanowii* и диатомовой *Cylindrotheca closterium,* численность клеток этих видов почти в 2 раза была больше, чем в районе чистых вод (табл. 1.2.15). Численность массового вида *Proboscia alata* в сточных водах резко уменьшилась, но значительно возрастало количество вида-индикатора гипертрофных вод *Skeletonema costatum.*

Численность фитопланктона и диатомовых водорослей увеличивалась от станций, расположенных в северной части, к восточным, а эвгленовых на северных станциях, в районе которых численность динофитовых уменьшалась. Биомасса фитопланктона в минимальном значении отмечалась на северных станциях, на остальных станциях распределялась равномерно.

По вертикали в районе выпуска сточных вод численность распределялась равномерно (табл. 1.2.16).

Таблица 1.2.15

Максимальная численность (тыс. кл. · л$^{-1}$) массовых видов фитопланктона в районе фоновых станций и выпусков СБО «Северная» в июле 2009 г.

Таксон	Район	
	фоновые станции	район выбросов
Thalassionema nitzschioides	234,3	231,3
Cylindrotheca closterium	24,8	50,7
Proboscia alata	36,5	7,3
Skeletonema costatum	35,8	57,8
Eutreptia lanowii	56,0	110,4

По численности доминировали диатомовые (57,3 %), динофитовые (23,5 %) и эвгленовые (16,0 %) водоросли, равномерно распределявшиеся в водной толще (табл. 1.2.16). Несколько иначе по вертикали распределялась биомасса, максимальное значение которой найдено в поверхностном горизонте (табл. 1.2.17). У поверхности по биомассе доминировали динофитовые (72 %).

Таблица 1.2.16

Вертикальное распределение численности фитопланктона (тыс. кл. · л$^{-1}$) в районе выпуска СБО «Северная» в июле 2009 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые
Поверхность	276,3	158,5	65,2	3,5	4,7	44,4
Дно	267,2	150,9	63,9	1,2	5,2	46,0

Таблица 1.2.17

Вертикальное распределение биомассы фитопланктона (мг · м$^{-3}$) в районе выпуска СБО «Северная» в июле 2009 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые
Поверхность	1431,9	343,2	1031,7	2,9	0,9	53,2
Дно	829,0	380,3	382,3	2,9	6,7	56,8

В районе выпуска СБО «Южная» в июле 2009 г. видовое разнообразие фитопланктона, представленного шестью отделами, а именно диатомовыми, динофитовыми, зелеными, синезелеными, золотистыми и эвгленовыми, возросло. В его составе найдены виды, не отмеченные в районе СБО «Северная». К таким видам относятся диатомовые, среди которых многочисленными были виды рода *Chaetoceros* (*C. insignis* Proschkina-

Lavrenko, *C. affinis, C. socialis), Pseudo-nitzschia seriata* и впервые указанная для фитопланктона Придунайского района моря *Thalassiosira pseudonana* Hasle & Heimdal. Среди динофитовых следует отметить *Gyrodinium pingue* (Schütt) Kofoid et Swezy, *G. lachryma* (Meunier) Kofoid et Swezy, *Gonyaulax polygramma* Stein, *G. minima* Matzenauer, *Oxytoxum variabile* Schiller, *Polykrikos schwartzii* Bütschli, *Dinophysis baltica,* зеленых *Pterosperma jorgensii* J. Schiller, кокколитофорид *Syracosphaera adriatica* Schiller. Вместе с тем видовой состав массовых видов повторял их состав в зоне выпуска сточных вод СБО «Северная».

На станциях, расположенных на фоновых станциях района выпуска СБО «Южная», численность колебалась в пределах от 162,7 млн кл. ·л$^{-1}$ до 563,9 млн кл.· л$^{-1}$, биомасса от 1824,2 мг · м$^{-3}$ до 5611,7 мг · м$^{-3}$, а их средние показатели не отличались от их значений, найденных в ноябре 2008 г. (табл. 1.1.4). По численности (40,9 %) и биомассе (48,8 %) доминировали диатомовые и динофитовые (42 % и 48,9 %, соответственно). Вклад зеленых и эвгленовых водорослей в образование численности не превышал 4,8 %.

По вертикали на фоновых станциях численность и биомасса распределялись равномерно (табл. 1.2.18, 1.2.19). Основу численности в поверхностном горизонте создавали диатомовые (43,5 %) и динофитовые (33,5 %) водоросли. Синезеленые (14,0 %) относились к субдоминирующим, доля золотистых и эвгленовых не превышала 6,2 %. В придонном горизонте по численности возрастал вклад динофитовых (50,3 %), а диатомовых (38,8 %) и синезеленых (5,5 %) – уменьшался.

В районе выпуска СБО размах колебаний численности (319,8– 970,8 млн кл. · л$^{-1}$) и биомассы (3316,1 – 6636,8 мг · л$^{-1}$) и их средние значения по сравнению с чистыми водами возросли (табл. 1.2.4). Рассчитанная средняя величина биомассы фитопланктона (4985,4 мг · м$^{-3}$) была максимальной за весь период наблюдений, проводившихся в районах выпусков. Общую численность в районе выпуска СБО «Южная» создавали диатомовые (52,2 %) и динофитовые водоросли (37,0 %). По биомассе доминировали динофитовые (66, 7 %) и диатомовые (32,3 %). Постоянно встречавшиеся в составе фитопланктона синезеленые, зеленые, эвгленовые и золотистые не играли заметной роли в образовании общих показателей фитопланктона. В районе выпуска заметно возрастала численность *Skeletonema costatum,* динофитовой *Diplopsalis lenticula*, входящей в состав гетеротрофного фитопланктона, синезеленых *Anabaena spiroides*, *Jaaginema kisselevi*. Численность диатомовых *Thalassionema nitzschioides, Proboscia alata,* динофитовой *Scrippsiella trochoidea* уменьшалась (табл. 1.2.20).

Таблица 1.2.18

Вертикальное распределение численности фитопланктона (тыс. кл. · л$^{-1}$) в районе фоновых станций СБО «Южная» в июле 2009 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые	Золотистые
Поверхность	367,8	160,1	123,1	51,7	8,4	14,5	10,1
Дно	397,3	153,3	198,4	21,8	7,6	6,3	9,9

Таблица 1.2.19

Вертикальное распределение биомассы фитопланктона (мг · м$^{-3}$) в районе фоновых станций СБО «Южная» в июле 2009 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые	Золотистые
Поверхность	3154,4	1259,4	1784,2	81,7	4,1	19,0	6,0
Дно	3305,0	1897,7	1377,0	13,6	4,2	11,4	1,1

В зоне выпуска СБО «Южная» перепад численности и биомассы фитопланктона между поверхностным и придонным горизонтами был небольшой. Численность у поверхности возрастала в 1,6 раза, биомасса в 2,2 раза (табл. 1.2.21, 1.2.22).

Таблица 1.2.20

Максимальная численность (тыс. кл. · л$^{-1}$) массовых видов фитопланктона в районе фоновых станций и выбросов СБО «Южная» в июле 2009 г.

Таксон	Район	
	фоновые станции	район выброса
Skeletonema costatum	123,8	947,4
Thalassionema nitzschioides	227,0	89,2
Proboscia alata	112,1	80,3
Diplopsalis lenticula	15,3	75,2
Scrippsiella trochoidea	134,9	42,1
Dolichospermum spiroides	74,7	376,0
Oscillatoria kisselevi	9,3	203,1
Emiliania huxleyi	44,0	50,0

Численность в равных пропорциях формировали диатомовые (40,4 %) и динофитовые водоросли (44,8 %), по биомассе доминировали динофитовые (75,5 %). Вклад других отделов фитопланктона в образование количества фитопланктона был незначительным.

В отличие от поверхностного слоя в придонном горизонте диатомовые (69,4 %) доминировали в образовании численности. Вклад диатомовых (51,2 %) и динофитовых (48,2 %) в образование биомассы был практически равным. В придонном слое уменьшалась численность синезеленых

(9,7 тыс. кл. · л$^{-1}$ против 64,3 тыс. кл. · л$^{-1}$ у поверхности) и золотистых водорослей (соответственно 22,5 тыс. кл. · л$^{-1}$ и 11,0 тыс. кл. · л$^{-1}$).

Таблица 1.2.21

Вертикальное распределение численности фитопланктона (тыс. кл. · л$^{-1}$) в районе выпуска СБО «Южная» в июле 2009 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые	Золотистые
Поверхность	669,7	270,5	300,3	64,3	8,0	4,0	10,1
Дно	416,7	289,3	96,6	9,7	6,0	2,1	11,0

Таблица 1.2.22

Вертикальное распределение биомассы фитопланктона (мг · м$^{-3}$) в районе выпуска СБО «Южная» в июле 2009 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые	Золотистые
Поверхность	6841,5	1640,2	5163,4	23,2	4,9	7,3	2,5
Дно	3095,6	1583,3	1492,0	6,2	18,7	26,6	2,4

В 2010 г. данные о развитии фитопланктона в зонах выпуска сточных вод у побережья Одессы были получены только для выпуска СБО «Северная». В этот период в районе фоновых станций и выпуска СБО в составе фитопланктона найдены представители шести отделов, а именно диатомовых, динофитовых, криптофитовых, синезеленых, зеленых и эвгленовых. Наибольшее число видов отмечено среди диатомовых, массовыми видами которых были *Cyclotella caspia, Thalassionema nitzschioides* и динофитовые – *Diplopsalis lenticula, Oblea rotunda, Prorocentrum micans, Scrippsiella trochoidea.* Синезеленые были представлены *Nodularia spumigena,* зеленые – *Monoraphidium arcuatum,* эвгленовые – *Eutreptia lanowii.*

Количественные показатели фитопланктона были самыми низкими для этого района моря (табл. 1.2.4). В районе фоновых станций численность (23,9–522,2 млн кл. · л$^{-1}$) и биомасса (77,6–2256 мг · м$^{-3}$) колебались в значительных пределах. В составе фитопланктона доминировали динофитовые, на их долю приходилось 38,6 % от общей численности и 78,8 % биомассы, и эвгленовые (5,2 % численности). Роль диатомовых в образовании численности (18 %) и особенно биомассы (7,3 %) была небольшой. Максимальная численность и биомасса, как результат усиления вегетации динофитовых, синезеленых и эвгленовых, найдена на ст. 16.

По вертикали максимальные величины численности и биомассы регистрировались в поверхностном горизонте моря (табл. 1.2.23, 1.2.24).

Таблица 1.2.23

Вертикальное распределение численности фитопланктона (тыс. кл. · л$^{-1}$) в районе фоновых станций СБО «Северная» в июле 2010 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые
Поверхность	249,3	42,6	94,3	98,7	1,6	12,1
Дно	17,0	5,6	8,8	0,3	2,0	0,3

Таблица 1.2.24

Вертикальное распределение биомассы фитопланктона (мг · м$^{-3}$) в районе фоновых станций СБО «Северная» в июле 2010 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые
Поверхность	1442,3	97,4	1111,2	121,9	1,4	110,4
Дно	130,5	16,0	102,0	8,8	1,3	2,4

Основу численности в равных долях создавали динофитовые (37,8 %) и синезеленые (39,5 %), вклад диатомовых (17,0 %) и эвгленовых (4,8 %) был значительно меньше. По биомассе доминировали динофитовые (77 %).

Перепад численности и биомассы фитопланктона между поверхностным и придонным горизонтом соответственно в 14,6 и 11 раз был максимальным за весь период наблюдений. Основу численности в придонном горизонте создавали диатомовые (32,9 %), динофитовые (51,7 %) и зеленые водоросли (11,7 %). Динофитовые доминировали по биомассе (78,1 %).

Разброс величин численности фитопланктона в зоне выпуска сточных вод СБО «Северная» был небольшим (от 81,6 млн кл. · л$^{-1}$ до 460 млн кл. · л$^{-1}$). Биомасса фитопланктона колебалась от 406 мг · м$^{-3}$ до 1350 мг · м$^{-3}$. Максимальные величины численности и биомассы отмечались в районе ст. С и СВ-1500. По численности доминировали диатомовые водоросли (41,2 %), интенсивно развивавшиеся в районе ст. С. и СВ-1500. Вклад динофитовых, равномерно распределявшихся в зоне выпуска, был небольшим (21,7 %). Значительным был вклад повсеместно встречавшихся синезеленых водорослей (35,3 %). Основу биомассы создавали динофитовые (65,7 %) и диатомовые (24,5 %); синезеленые (9,6 %) были субдоминирующими.

В районе выпуска сточных вод значительно возрастала численность диатомовых *Cyclotella caspia, Thalassionema nitzschioides,* динофитовой *Akashiwo sanguinea* (K. Hirasaka) G. Hansen et Moestrup и уменьшалась *Diplopsalis lenticula, Oblea rotunda.* Синезеленая *Dolichospermum spiroides* в значительном количестве встречалась только в «чистых» водах (табл. 1.2.25).

Таблица 1.2.25

Максимальная численность (тыс. кл. · л$^{-1}$) массовых видов фитопланктона в районе фоновых станций и выпуска СБО «Северная» в июле 2010 г.

Таксон	Район	
	фоновые станции	район выпуска
Thalassionema nitzschioides	101,4	135,8
Cyclotella caspia	18,2	144,5
Diplopsalis lenticula	24,6	1,1
Oblea rotunda	115,0	39,0
Akashiwo sangunea	34,2	48,9
Dolichospermum spiroides	205,3	-

По вертикали различия между численностью и биомассой фитопланктона были меньше, чем в районе фоновых станций. В районе выпуска сточных вод численность у поверхности возрастала в 8,2 раза, биомасса в 7,7 раз (табл. 1.2.26, 1.2.27). У поверхности моря по численности доминировали диатомовые, на долю которых приходилось 38,9 % от ее средней величины, вклад динофитовых (22,7 %) и часто встречавшихся синезеленых (17,2 %) был меньше. В образовании биомассы, наоборот, возрастала роль динофитовых (68,2 %); диатомовых (20,9 %) и синезеленых (10,8 %) уменьшалась. Другие группы водорослей не играли существенной роли в образовании численности и биомассы.

Таблица 1.2.26

Вертикальное распределение численности фитопланктона (тыс. кл. · л$^{-1}$) в районе выпуска СБО «Северная» в июле 2010 г.

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые
Поверхность	424,3	165,4	96,9	161,6	0,4	0
Дно	51,6	35,1	6,1	6,9	3,1	0,4

Таблица 1.2.27

Вертикальное распределение биомассы фитопланктона (мг · м$^{-3}$) в районе выпуска СБО «Северная» в июле 2010 г

Горизонт	Сумма	Диатомовые	Динофитовые	Синезеленые	Зеленые	Эвгленовые
Поверхность	1420,4	297,6	968,8	153,1	0,9	0
Дно	184,7	96,1	86,1	0,6	1,3	0,6

В придонном горизонте по численности (68 %) и биомассе (51,9 %) возрастала роль диатомовых водорослей и уменьшалась динофитовых (соответственно 11,8 % и 46,6 %) и синезеленых.

Таким образом, сравнение видового разнообразия двух исследованных районов показало, что на фоновых станциях среди диатомовых большее число видов найдено в составе рода *Chaetoceros* (8 против 4 в районе выпусков), рода *Thalassiosira* (5 против 3). Среди динофитовых возрастало число видов рода *Gymnodinium* (12 против 6) и уменьшалось рода *Dinophysis* (6 против 13).

Глава 2. **ЗООПЛАНКТОН**

Начало изучения зоопланктона Одесского залива – одной из составляющих акваторий ОМР датируется 70-ми годами позапрошлого столетия. Профессор Новороссийского университета им. И. И. Мечников, интересуясь историей развития животных, знакомится с планктонными формами Одесского залива. Результаты его четырехмесячных наблюдений за фауной залива легли в основу доклада на Первом съезде русских естествоиспытателей (Мечников, 1868). Он приводит 16 планктонных форм преимущественно личиночных. На данном съезде был представлен и второй доклад «Заметки о фауне Черного моря» проф. И. Маркузена (1868), который также работал в Новороссийском университете в то время. Им приводится список организмов, включающий 91 название преимущественно бентосных форм. Весной 1869 г. В. Ульянин провел несколько сборов планктона на рейде Одесского залива. Результаты обобщены в работе «Материалы для фауны Черного моря» (Ульянин, 1872). Среди обнаруженных форм отмечены представители разных систематических групп (*Noctiluca miliaris, Pleurobrachia sp., Sarsia prolifera,* разные Copepoda и др.). В 1873 г. Н. А. Гребницкий представляет две работы «Предварительное сообщение о сходстве фауны Черного моря» и «Материалы для фауны Новороссийского края», в которых расширяет сведения о червях и Copepoda. В 1902 г. проф. Н. Н. Бучинским при Новороссийском университете была организована Зоологическая (биологическая) станция как отделение Зоотомической лаборатории (Виноградов, 1958). Проводимые исследования стали более углубленными. Летом 1904 го высших ракообразных залива на Зоологической станции изучал М. Калишевский (1906). В работе имеются сведения о периоде размножения некоторых видов, а также их личиночных стадиях, которые являются временно планктонными формами. Н. Куделин в трех работах за 1911 г. приводит целый ряд наблюдений о биологии некоторых планктонных форм залива в связи с его гидрологическими особенностями, а также говорит о проникновении организмов в залив и лиманы. В 1911 и 1913 гг. на станции В. Б. Лебедевым был собран зоопланктон залива. Результаты этих исследований дали возможность установить сезонные и суточные изменения зоопланктона (Лебедев, 1916). Вместе с тем автором отмечался его пресноводный характер (наличие значительного количества пресноводных коловраток), а также влияние на развитие зоопланктона загрязнения со стороны порта. Приводится список планктонных организмов залива, включающий 43 названия. В 1915 г. на протяжении двух месяцев Н. Загоровский и Д. Рубинштейн изучали бентос Одесского залива и

одновременно собирали зоопланктон. Некоторые отрывочные сведения по последнему имеются в их работе (Загоровский, Рубинштейн, 1916). А. Россолимо (1922) впервые обнаружил значительное богатство форм Tintinnoinea Одесского залива. Н. Г. Лигнау (1924) исследуя обрастания в Одесском порту, приводит отрывочные сведения и о планктоне залива. В 1925 г. появляется работа Н. Загоровского, где имеются сведения о Cladocera Одесского залива. Непериодические миграции зоопланктона залива изучались Д. Рубинштейном (1926). Было показано, что они являются реакцией планктонных организмов на смену солености, температуры, плотности воды, освещенности и др. Видовому составу и сезонным изменениям зоопланктона залива посвящено две работы Г. И. Коноплёва (1937, 1938). В первой работе даны сезонные изменения зоопланктона, во второй – краткое описание истории изучения зоопланктона залива, а также на основании большого количества планктонных проб, собранных в 1934–1936 гг., описываются 102 вида, приводится их эколого-фаунистическая характеристика. Отмечается, что структура зоопланктона залива формируется под значительным влиянием фауны двух противоположных областей – рек и моря. Как и некоторые другие исследователи, он отмечает непостоянство состава зоопланктона, что связанно со сменой гидрологических условий – весеннего распреснения и резких изменений солености и температуры во время сгонно-нагонных явлений.

Таким образом, среди немногочисленных работ, посвященных изучению зоопланктона Одесского залива до начала Второй мировой войны, наиболее информативными являются работы Г. И. Коноплёва. После приведенных выше исследований в изучении зоопланктона залива наступил многолетний перерыв.

Исследования возобновились в послевоенные годы с возвращением Одесского университета из эвакуации в 1946 г. В этот период зоопланктон Одесского залива и некоторых лиманов СЗЧМ изучала А. А. Буяновская (Буяновская, 1952)

В 1970-е гг. внимание исследователей к ОМР и в частности к его прибрежной зоне было обусловлено строительством противооползневых гидротехнических сооружений в районе Одесского побережья, а также благодаря началу процесса эвтрофирования СЗЧМ. Комплекс гидротехнических сооружений (волноломы, траверсы) на участке мыс Ланжерон – мыс Большой Фонтан превратил прибрежную зону моря в цепь искусственно созданных бассейнов (средний объём 52 тыс. · м^3) с разной степенью изолированности. Водообмен с открытой частью моря осуществлялся в поверхностном 50–75 см слое вдоль волнолома и у конечной

части траверсов (приблизительно вдоль 15 м) в местах их соединения с волноломом.

Обобщены результаты изучения качественного состава и количественного распределения зоопланктона СЗЧМ, в том числе ОМР, в прибрежной зоне (Коваль 1976, 1984). Особенностью зоопланктона зоны берегозащитных сооружений является наличие значительной численности личинок бентосных организмов (мероплактона). Вместе с тем отмечалось, что в зонах, где берегозащитные сооружения отсутствуют (открытые пляжные акватории), развитие зоопланктона более высокое по сравнению с частично изолированными акваториями. Изучая особенности развития зоопланктона в пляжных акваториях Одесского залива с различной степенью изолированности, было отмечено, что на пляжных акваториях с пониженным водообменом преобладание имеют сапробные организмы зоопланктона и, что между численностью зоопланктона и гетеротрофных бактерий, а также общей численностью микроорганизмов и сапробных видов зоопланктона существует прямая связь. Выявлено 48 таксонов зоопланктона, из которых только 6 (*Synchaeta baltica, Pleopis polyphemoides, Acartia clausi,* личинки моллюсков и полихет) имели высокую численность и встречались на протяжении всего года, составляя 87 % от общей численности зоопланктона (Ковалева, Александров, 1983, 1987). Отмечалось, что качественный состав зоопланктона ОМР в холодное время (осенне-зимний сезон 1981–1985 гг.) очень бедный, а наличие в зимнем планктоне представителей рода *Synchaeta* свидетельствует о загрязнении вод залива (Винникова, Бабанина, 1987).

Изучены особенности развития и распространения личинок моллюсков и полихет в прибрежных акваториях СЗЧМ, включая ОМР, в условиях различных видов антропогенной нагрузки (эвтрофирование, загрязнение хозяйственно-бытовыми стоками и СПАВ, берегозащитные сооружения), в том числе был изучен филогенез личинок на основе подекадных сборов планктона в 1985 –1986 гг., их горизонтальное и вертикальное распределение, суточные вертикальные миграции, продолжительность пелагического развития и оседания. Установлены отличия количественного распределения организмов отдельных таксономических групп в акваториях с разной интенсивностью водообмена, а также определена разная степень отношения личинок к загрязнению (Александров, 1988). Оценена реакция зоонейстона ОМР на типичные виды антропогенного влияния: берегозащитные сооружения, производственно-бытовые стоки, нефтяные продукты, синтетические поверхностно-активные вещества. Показано, что частично изолированные прибрежные участки моря гидротехническими сооружениями приводят к возникновению специфических условий, связанных с накоплением

органических продуктов. Отмечается также, что влияние производственно-бытовых стоков отрицательно сказывается на разнообразии и численности организмов нейстона. Представлена новая методика оценки состояния нейстона по индексу физиологической активности организмов, а также подтверждается возможность его применения в экологическом мониторинге для идентификации разового загрязнения (Зайцев, Александров, 1989).

Зоопланктону Одесского залива и сопредельных районов моря (мыс Ланжерон – дача Ковалевского от 300 до 2000 м от берега), т.е. собственно ОМР, посвящена кандидатская работа аспиранта Одесского государственного университета им. И. И. Мечникова Камаля Салем Аль-Хануна (1982) из Сирии. В основу работы положены материалы трех сезонов (весна, лето, осень) за 1979 и 1980 гг. Дан качественный состав (89 таксонов, из которых 74 видового и подвидового рангов) и количественная характеристика зоопланктона, его сезонная и годовая (за вегетационный период) динамика. Подчеркивается, что качественный состав зоопланктона Одесского залива значительно беднее от такового сопредельной акватории, а биомасса кормового зоопланктона в Одесском заливе значительно выше, чем в сопредельной акватории. Развитие зоопланктона связывается с влиянием органического загрязнения, а такие виды, как *Synchaeta baltica, Pleopis polyphemoides* и, в меньшей степени, *Synchaeta grimpei*, рекомендовано использовать в качестве индикаторов органического загрязнения.

Подробно был исследован зоопланктон акватории Одесского порта в летний и осенний период 2001 г. и летний 2002 г. (Полищук, Столярова, 2005). Приведены данные о его качественном составе и количественном распределении. Подчеркивается, что наличие на акватории порта большого количества гидротехнических сооружений и разного рода плавсредств, служит дополнительным субстратом для поселений организмов-обрастателей. Это способствует высокому развитию их личинок в пелагиали, а ослабленный водообмен на акватории порта (особенно в гаванях), значительное загрязнение и эвтрофирование являются основной причиной низкого качественного обилия (54 таксона без идентификации мероплактонных форм) и количественных показателей зоопланктона данной акватории. В коллективной монографии «Северо-западная часть Черного моря: биология и экология» (2006) приведены данные многолетней (1973–1974, 1981–1983, 1991 гг.) динамики численности основных представителей зоопланктона Одесского побережья. Показано, что во время эвтрофирования СЗЧМ, которое обусловило значительное увеличение развития зоопланктона, в пляжных акваториях наблюдалась аналогичная ситуация. Вместе с тем показана роль дренажных вод в развитии зоопланктона.

Вышеуказанными работами ограничиваются сведения о зоопланктоне ОМР. При этом следует отметить, что, начиная с 1954 г. основным полигоном исследований Института морской биологии НАН Украины была и остается СЗЧМ. Исследования, охватывающие акваторию ОМР, как правило, не выделялись отдельно. Отсюда и отсутствие на протяжении длительного времени сведений по зоопланктону данного региона. Данные о состоянии развития зоопланктона ОМР за период 1994 – 1996, 1998 гг. (весна) и за период 1990, 1994, 1996–1999 гг. (лето) удалось восстановить, и они рассматриваются как ретроспективные. Начиная с 2005 г. данному региону, как одной из важных контактных зон моря (Виноградов, 1969): «море – берег», стало уделяться более пристальное внимание. За период 2005–2013 гг. проведено 13 комплексных экспедиций (весна – 1, лето – 10, осень – 2), где также исследовался зоопланктон.

2.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООПЛАНКТОНА

В основу раздела положены данные автора по развитию зоопланктона ОМР за период 2005–2013 гг. (весна – 2005 г., лето – 2005–2013 гг., осень – 2005, 2008 гг., т. е. наиболее представленным является летний период). Для сопоставления современного состояния развития зоопланктона приводятся ретроспективные данные (неопубликованные материалы автора, а также литературные данные), относящиеся к разным в экологическом отношении периодам СЗЧМ. Так, данные за 1960-е гг. относятся к периоду «экологической нормы», т.е. когда шельф представлял собой естественно сложившуюся экосистему. Обильный речной сток обеспечивал на данной акватории благоприятное развитие биоты на всех её уровнях, а высокое весеннее половодье являлось важным экологическим фактором не только для устьевых областей, но и для всего шельфа, включая его лиманы. Данные за вторую половину 1970-х и первую половину 1980-х гг.: эвтрофикация СЗЧМ, усиленное развитие медузы *Aurelia aurita* и её пресс на зоопланктон (Зайцев, Полищук, 1984). Данные за вторую половину 1980-х – гиперэвтрофикация (Зайцев, 1992), уменьшение пресса медузы. Период конца 1980-х – 1990-е гг. – снижение эвтрофикации, пресс хищного гребневика вселенца *Mnemiopsis leidyi* (Зайцев и др, 1988), появление второго гребневика *Beroe ovata* (Nastenko, Polischuk, 1998), способного контролировать развитие *M. leidyi*. По сравнению с 1960-ми гг., с одной стороны, уменьшилось видовое разнообразие зоопланктона, снизилось развитие отдельных видов, а с другой стороны, из-за усиленного развития практически одного вида (показателя эвтрофикации) – некормового эврифага *Noctiluca scintillans* возросла численность и биомасса общего зоопланктона и доля некормовой компоненты (Полищук, Настенко,

2006). На формирование структуры зоопланктона ОМР и его развитие большое влияние имеет целый ряд разной природы факторов: сток р. Днепр (Днепровско – Бугская эстуарная система), вдольбереговой (в южном направлении) поток, который несет загрязненные воды из данной системы; сгонно-нагонные явления, которые очень характерны для прибрежной акватории. К ним относятся и гидротехнические сооружения в районе городских пляжей (пирсы, волноломы), промышленные и коммунальные стоки, выпуски дренажных вод, дождевые стоки, контролируемые и неконтролируемые выпуски СБО «Северная» и «Южная», а также функционирование трех морских портов. Процессы, происходящие на солнце, и последующие глобальные вариации во взаимодействии океана и атмосферы неизбежно сказываются в проявлении различных гидрометеорологических аномалий на региональном уровне (Доценко, Адабовский, 2011). За период 2005–2013 гг. в ОМР без идентификации представителей некоторых родов Rotatoria, Cyclopoida и Harpacticoida в структуре зоопланктона было обнаружено 79 видов (табл. 2. 1.1.). За этот же период в Придунайском районе было отмечено 113 видов. Общее число видов в двух исследованных районах – 133, что составляет 74,5 % от количества зарегистрированных в СЗЧМ за период 1966–2003 гг. (Северо-западная часть…, 2006). И это притом, что в Придунайском районе за период 2005–2013 гг. впервые отмечен 21 вид зоопланктона (пресноводные и солоноватоводные), характерного для р. Дунай (Цееб, 1961). Кроме того, за исследуемый период структура зоопланктона обоих районов пополнилась двумя новыми черноморскими вселенцами – *Acartia tonsa* и *Oithona davisae,* а в сентябре 2014 г. в Придунайском районе были отмечены еще 2 представителя раковинных инфузорий из новых черноморских вселенцев – *Tintinnopsis directa* и *T. sp. nov.* (условно, окончательной идентификации пока нет). Обращает на себя внимание и тот факт, что соотношение планктонных комплексов – морской, солоноватоводный и пресноводный в структуре сообщества планктона ОМР и Придунайского района существенно отличается. Приднепровско-Бугская эстуарная система оказывает меньшее влияние на формирование структуры планктонного сообщества ОМР, чем Дунай на формирование структуры планктонного сообщества Придунайского района. В современных условиях наиболее сократилось число видов среди Hydrozoa (в 3 раза), Copepoda (в 1,7 раза), Rotatoria (в 1,2 раза), личинок Decapoda (в 2 раза). Современное видовое разнообразие личинок Polychaeta, Cirripedia, Bivalvia и Gastropoda также не достигает прежнего уровня. Полностью отсутствуют личинки Bryozoa, Phoronidae, Ascidiacea. За счет представителей пресноводно-солоноватоводного комплекса увеличилось видовое разнообразие Cladocera (в 1,5 раза). Незначительное увеличение видового разнообразия (в 1,2 раза) отмечено в группе раковинных инфузорий.

Таблица 2.1.1

Качественный состав структуры зоопланктона Одесского региона и Придунайского района северо-западной части Черного моря (2005–2013 годы)

Таксономическая группа/вид	A	B
Mastigophora (Flagellata)		
Noctiluca scintillans (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921	+	-
Ciliophora (раковинные инфузории)	-	+
Helicostomella subulata (Ehrenberg, 1833) Jörgensen, 1924	+	+
Favella ehrenbergii (Claparède & Lachmann, 1858) Jörgensen, 1924	-	+
Stenosemella nivalis (Meunier, 1910)	-	+
Tintinnopsis beroidea Stein, 1867	-	+
Tintinnopsis cylindrica Daday, 1887	-	+
T. directa Hada,1932*	-	+
T. kofoidi Hada,1923	-	+
T. meunieri Kofoid & Campbell, 1929	-	+
T. rossolimi Morosovskaja, 1968	-	+
*T. sp. (nov)**	-	+
Hydrozoa		
Sarsia tubulosa (M. Sars, 1835)	+	+
Obelia longissima (Pallas, 1766)	+	+
Scyphozoa		
T. urnula Meunier, 1910	-	+
Aurelia aurita Linnaeus, 1758 (эфиры)	+	+
Ctenophora (Atentaculata)		
Beroe ovata Bruguière, 1789	+	+
Mnemiopsis leidyi A. Agassiz, 1865	+	+
Pleurobrachia rhodopis Chun, 1879 (syn.: *P. pileus* O.F. Müller, 1776)	+	+
Rotatoria		
Ascomorpha sp., Perty,1850*	-	+
Asplanchna priodonta Gosse, 1850	+	+
Brachionus angularis Gosse, 1851	-	+
B. calyciflorus calyciflorus Pallas, 1776	+	+
B.c.amphiceros Ehrenberg, 1838	-	+
B.c.anuraeiformis Brehm,1909*	-	+
B. c. dorcas Gosse, 1851	-	+
B.c.spinosus Weirzejski, 1891*	-	+
B. diversicornis (Daday, 1883)	+	+
B. d. homoceros (Weirzejski, 1891)*	-	+
Brachionus falcatus Zacharias, 1898	-	+
B. forficula Weirzejski, 1891*	-	+
B. f. minor, Vorankov, 1913*	-	+
Brachionus quadridentatus Hermann, 1783	+	+

Продолжение табл. 2.1.1

Таксономическая группа/вид	A	B
B. q. ancylognathus Schmarda, 1859	-	+
B. q.brevispinus Ehrenberg, 1832*	-	+
B. q. eluniorbicularis Skorikov, 1894*	-	+
Brachionus leydigii rotundus Rousselet, 1907 *	+	+
B. plicatilis longicornis Fadeev, 1925*	-	+
Brachionus urceolaris Müller, 1773	+	+
Brachionus sp. Pallas, 1766	-	+
Colurella g. sp. Bory De St. Vincent, 1824	+	-
Euchlanis dilatata Ehrenberg, 1832	-	+
Filinia longiseta (Ehrenberg, 1834)	+	+
Hexarthra g.sp Schmarda, 1854	-	+
Kellicottia longispina (Kellicott, 1879)	-	+
Keratella cochlearis (Gosse, 1851)	+	+
K. quadrata (Müller, 1786)	+	+
K. tecta (Gosse, 1851)	-	+
K. tropica (Apstein, 1907)	-	+
K. valga (Ehrenberg, 1834)	-	+
Lecane g.sp. Nitzsch, 1827	-	+
Lepadella g.sp. Bory de St. Vincent, 1826	-	+
Notholca acuminata (Ehrenberg, 1832)	-	+
Plationus patulus (O. F. Muller 1786) *	-	+
Platyias quadricornis (Ehrenberg, 1832) *	-	+
Ploesoma truncatum (Levander, 1894)	+	-
Proales similis de Beauchamp, 1907	+	-
Polyarthra vulgaris Carlin, 1943	-	+
Synchaeta g.sp. Ehrenberg, 1832	+	+
Trichocerca g.sp. Lamarck, 1801	+	+
Trichotria truncata (Whitelegge, 1889)	-	+
Polychaeta (larvae)		
Aonides oxycephala (Sars, 1862)	+	+
Capitella capitata (Fabricius, 1780)	+	-
Harmothoe imbricata (Linnaeus, 1767)	+	+
Heteromastus filiformis (Claparède, 1864)	+	-
Microspio mecznikowianus (Claparede, 1868)	+	-
Alitta succinea (Leuckart, 1847)	+	-
Nephtys hombergii Savigny in Lamarck, 1818	+	+
Pholoe inornata Johnston, 1839	+	-
*Genetyllis tuberculata (*Bobretzky, 1868)	+	-
Polydora cornuta Bosc, 1802	+	+
Prionospio cirrifera Wirén, 1883	+	+
Pygospio elegans Claparède, 1863	+	-
Spio filicornis (Müller, 1776)	+	+
Cladocera		
Acroperus harpae (Baird, 1834) *	-	+
Alona rectangula Sars, 1861 *	-	+
Alona quadrangularis (O.F. Müller, 1776)	-	+
Bosmina (Bosmina) longirostris (O. F. Müller, 1785)	+	+

Продолжение табл. 2.1.1

Таксономическая группа/вид	A	B
Cercopagis (Cercopagis) pengoi (Ostroumov, 1891)	+	-
Cornigerius maeoticus (Pengo, 1879)	+	-
Ceriodaphnia reticulata (Jurine, 1820)	-	+
Chydorus sphaericus (O.F. Müller, 1776)	-	+
Daphnia cucullata G.O. Sars, 1862	-	+
D. galeata Sars, 1863	-	+
D. longispina (O.F. Müller, 1776)	-	+
D. magna Straus, 1820	-	+
Diaphanosoma brachyurum (Liévin, 1848)	+	+
Evadne nordmanni Lovén, 1836	+	-
Evadne spinifera P.E.Müller, 1867	+	+
Ilyocryptus sordidus (Liévin, 1848) *	-	+
Moina micrura Kurz, 1874 *	-	+
Penilia avirostris Dana, 1849	+	+
Podon leuckartii (Sars G.O., 1862)	+	+
Podonevadne trigona (G.O. Sars, 1897)	+	+
Pleopis polyphemoides (Leucart, 1859)	+	+
Pseudevadne tergestina (Claus, 1877)	+	+
Picripleuroxus striatus (Schödler, 1863) *	-	+
Simocephalus vetulus (O.F. Müller, 1776) *	-	+
Copepoda		
Acartia (Acartiura) clausi Giesbrecht, 1889	+	+
Acartia (Acanthacartia) tonsa Dana, 1849	+	+
Calanus euxinus Hulsemann, 1991	+	+
Calanipeda aquaedulcis Krichagin, 1873	+	+
Centropages ponticus Karavaev, 1895	+	+
Eudiaptomus gracilis (Sars G.O., 1863)	+	+
Arctodiaptomus salinus (Daday, 1885)	+	+
Eurytemora affinis (Poppe, 1880)	+	+
E. velox (Lilljeborg, 1853)	-	+
Heterocope caspia Sars G.O., 1897	+	+
Oithona similis Claus, 1863	+	+
O. minuta Scott T., 1894	+	-
O. davisae Ferrari and Orsi, 1984*	+	-
Paracalanus parvus (Claus, 1863)	+	+
Pseudocalanus elongatus (Boeck, 1865)	+	+
Cyclopoida g.sp.	+	+
Harpacticoida g.sp.	+	+
Cirripedia(larvae)		
Amphibalanus improvisus (Darwin, 1854)	+	+
Decapoda (larwae)		
Decapoda g.sp.	+	+
Rhithropanopeus harrisii (Gould, 1841)	+	+
Gastropoda (larwae)		
Bittium reticulatum (da Costa, 1778)	+	+
Rissoa splendida Eichwald, 1830	+	+

Окончание табл. 2.1.1

Таксономическая группа/вид	A	B
Rapana venosa (Valenciennes, 1846)	+	+
Tergipes tergipes (Forsskål in Niebuhr, 1775)	+	-
Bivalvia(larvae)		
Abra segmentum (Récluz, 1843)	+	-
Anadara inaequivalvis (Bruguière, 1789)	+	+
Barnea candida (Linnaeus, 1758)	+	-
Cerastoderma glaucum (Bruguière, 1789)	+	+
Dreissena polymorpha (Pallas, 1771) *	+	+
Gibbomodiola adriatica (Lamarck, 1819)	+	-
Mya arenaria Linnaeus, 1758	+	+
Mytilaster lineatus (Gmelin, 1791)	+	+
Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819	+	+
Unio (глохидии, сем. Unionidae) Philipsson, 1788	-	+
Chaetognatha		
Parasagitta setosa (Müller, 1847)	+	+
Appendicularia		
Oikopleura (Vexillaria) dioica Fol, 1872	+	+
Общее количество видов	80	114
	134	
морские	≈61	≈57
пресноводные и солоноватоводные	≈19	≈57
Количество общих видов	60	

+ - Видовая идентификация личинок Polychaeta, Gastropoda и Bivalvia выполнена ведущим инженером Р. В. Мигас; *– указывается впервые для северо-западной части Черного моря.

Как уже упоминалось выше, данные по количественному развитию зоопланктона ОМР в современных условиях в весенний период представлены только 2005 г. В табл. 2.1.2 и на рис. 2.1.1 показано его сопоставление в СЗЧМ и ОМР за предыдущие годы, относящиеся к разным периодам экологического состояния северо-западного шельфа. Из анализа приведенных данных следует, что весной 2005 г. общая численность зоопланктона по сравнению с таковой в северо-западной части за 1983, 1984, 1986 гг. и в ОМР за 1979–1980 гг. и 1994–1996, 1998 гг. (периоды разной степени эвтрофикации, пресса медузы *A. aurita* и гребневика *M. leidyi*) соответственно сократилась в 2,1–3,4–2,4 раза. Особенно значимо сократилась численность *N. scintillans* (в 10–197–2668 раз соответственно), Cladocera (в 299–199–289 раз соответственно) и мероплактона (в 42–10–32 раза соответственно). При этом биомасса общего зоопланктона из-за увеличения численности *Pleurobrachia rhodopis* не претерпела столь существенных изменений.

Следовательно, изменилось развитие отдельных видов организмов и их роль в сообществе. Численность *N.scintillans* сократилась в 19,5–6,4–2 раза, Ciliophora в 19–45–7 раз, Hydrozoa в 18 раз и Scyphozoa в 6 раз по сравнению

с концом 1970-х и началом 1980-х годов. Rotatoria в 55–81,4–5,8 раза, Cladocera в 6,8 –13,5 раза по сравнению с 80-ми гг., а по сравнению с 1990-ми гг. в 9 раз увеличилась. Такая ситуация была вызвана аналогичной тенденцией развития основного представителя *Pleopis polyphemoides*. Численность мероплактона сократилась в 3,7–20,3 раза по сравнению с 1980-ми гг. в СЗЧМ и 1979–1980 гг. ОМР оставаясь на уровне 1990-х гг. в ОМР. Численность Appendicularia осталась на уровне таковой 1979 –1980 гг. в ОМР, увеличилась в 2,5 раза по сравнению с 80-ми годами СЗЧМ и в 27 раз по сравнению с 90-ми годами ОМР.

Таблица 2.1.2

Многолетняя весенняя динамика численности (экз. · м$^{-3}$) и биомассы (мг · м$^{-3}$) зоопланктона северо-западной части Черного моря (СЗЧМ) и её Одесского региона (ОМР).

Таксономическая группа/вид	СЗЧМ		ОМР					
	Годы							
	1983,1984,1986*		1979-1980**		1994-1996,1998 ***		2005****	
	экз. · м$^{-3}$	мг · м$^{-3}$	экз. · м$^{-3}$	мг · м$^{-3}$	экз. · м$^{-3}$	мг · м$^{-3}$	экз. · м$^{-3}$	мг · м$^{-3}$
Mastigophora								
Noctiluca scintillans	10	0,86	197	4,32	2668	44,72	<1	0,07
Ciliophora	1415	4,10	550	4,56	51	0,89	–	–
Hydrozoa	–	–	70	35,66	–	–	<1	<0,50
Scyphozoa	–	–	1	3,23	–	–	2	7,00
Ctenophora								
Pleurobrachia rhodopis	3	18,00	1	6,51	<1	1,06	13	167,98
Beroe ovata					<1	3,78	–	–
Rotatoria	**30476**	**70,09**	**49726**	**112,47**	**35644**	**141,68**	**14588**	**33,55**
Asplancha priodonta	–	–	–	–	3253	65,06	–	–
Brachionus	–	–	404	1,01	1337	6,68	–	–
Synchaeta	–	–	49322	111,46	30149	69,34	14588	33,55
Keratella	–	–	–	–	867	0,43	–	–
Cladocera	**2690**	**24,66**	**1789**	**35,43**	**2683**	**35,32**	**9**	**0,19**
Podon leuckarti	–	–	2	0,04	464	9,28	7	0,14
Pleopis polyphemoides	2652	23,87	1777	34,89	2071	18,64	1	0,01
Podonevadne trigona	–	–	10	0,50	147	7,35	–	–
Copepoda	**8444**	**31,46**	**4437**	**40,67**	**14753**	**61,98**	**7095**	**40,30**
Acartia clausi	7529	26,60	3175	33,45	11715	38,74	6259^{+}	30,60
Pseudocalanus elongatus	722	3,74	1075	6,81	1122	15,37	813	9,66
Oithona minuta	66	0,16	145	0,22	–	–	–	–
O. similis	9	0,07	30	0,14	9	0,04	1	0,01

Окончание табл. 2.1.2.

Таксономическая группа/вид	(СЗЧМ)		(ОМР)					
	Годы							
	1983,1984,1986*		1979-1980**		1994-1996,1998 ***		2005****	
	экз.·м$^{-3}$	мг ·м$^{-3}$	экз.·м$^{-3}$	мг ·м$^{-3}$	экз.·м$^{-3}$	мг ·м$^{-3}$	экз.·м$^{-3}$	мг ·м$^{-3}$
Eurytemora affinis	58	0,26	–	–	641	1,22	–	–
Harpacticoida	–	–	4	0,05	16	0,11	1	0,01
Cyclopoida sp.	–	–	–	–	57	3,68	<1	0,00
Appendicularia								
Oikopleura dioica	–	–	–	–	2	0,01	–	–
Chaetognatha								
Sagitta setosa	–	–	–	–	<1	0,03	<1	0,13
Мероланктон (Larvae)	**35374**	**134,35**	**8003**	**100,21**	**26993**	**102,27**	**833**	**4,42**
Cirripedia	8396	50,37	1250	44,56	6341	38,05	288	1,73
Polychaeta	1019	6,11	873	33,82	630	3,78	346	2,08
Bivalvia	25959	77,87	5850	21,62	19925	59,77	194	0,58
Gastropoda	–	–	30	0,21	97	0,677	5	0,03
Всего	**78416**	**288,52**	**64775**	**343,06**	**82773**	**395,570**	**22540**	**253,64**
-кормовой	78403	269,66	64505	293,34	80102	342,01	22525	78,59
-некормовой	13	18,86	270	49,72	2671	53,56	15	175,05
% *N.scintillans*	0,01	0,35	0,3	1,2	3,2	11,3	0,004	0,03
% Ctenophora							0,06	66,23

* – Полищук, Настенко, 2006; ** – Камаль, 1982;***, **** – оригинальные данные автора;
$^{+}$ – совместно с *A.tonsa.*

Численность Chaetognatha соответственно сопоставляемым периодам увеличилась в 26–13–26 раз. В то же время возросла численность гребневика *Pleurobrachia rhodopis*, ветвистоусых *Pseudevadne tergestina, E. spinifera*, *Penilia avirostris*, веслоногих *Centropages ponticus*, *Oithona* (благодаря *O. davisae*). Следует также отметить, что в летний сезон 2005–2013 гг. в ОМР соотношение кормового и некормового зоопланктона составляет 2,5:1 по численности и 1:7,5 по биомассе. По ретроспективным данным аналогичная тенденция в ОМР отмечалась в 1979–1980 гг. (3,8:1 по численности и 1:4,8 по биомассе). В остальные сопоставляемые годы на всех акваториях по численности и биомассе преобладала некормовая компонента (рис. 2.1.3). Развитие зоопланктона на отдельных участках ОМР в летний период 2005–2013 гг. было довольно неоднозначным (рис 2.1.4). По показателям численности преобладание в Одесском заливе было в 6, а в сопредельной акватории в 4 случаях из 10 лет. Показатели биомассы в 9 случаях были выше в сопредельной акватории. Таким образом, среднемноголетняя летняя

численность зоопланктона Одесского залива выше, сопредельной акватории ниже, а летняя биомасса, наоборот ниже, в Одесском заливе и выше в сопредельной акватории. Одной из причин более высоких показателей численности зоопланктона в Одесском заливе может быть загрязнение данной акватории со стороны порта.

Поскольку современное развитие зоопланктона ОМР в весенний период было представлено всего одним годом, то полученные результаты сопоставления следует рассматривать как частный случай, а не как тенденцию его весеннего развития в современных условиях.

Данные по развитию зоопланктона ОМР в летний сезон за период 2005–2013 годы и их сопоставление с таковым в северо-западной части в целом и в ОМР в частности в годы с разной антропогенной нагрузкой представлены в табл. 2.1.3 и на рис. 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4. Из анализа приведенных данных следует, что общая численность и биомасса зоопланктона ОМР в современных условиях претерпели значительные изменения. Так, общая численность и биомасса зоопланктона по сравнению с таковыми в северо-западной части в 1983, 1984, 1986 годах и в ОМР в 1970–1980 годах (период разной степени эвтрофикации и пресса медузы *A. aurita*) сократились соответственно в 8–9 и 9,3–7,4 раза. По сравнению с 1990, 1994, 1996–1999 гг. (некоторое снижение эфтрофирования, пресс гребневика *M. leidyi*) общая численность и биомасса зоопланктона остались практически на том же уровне.

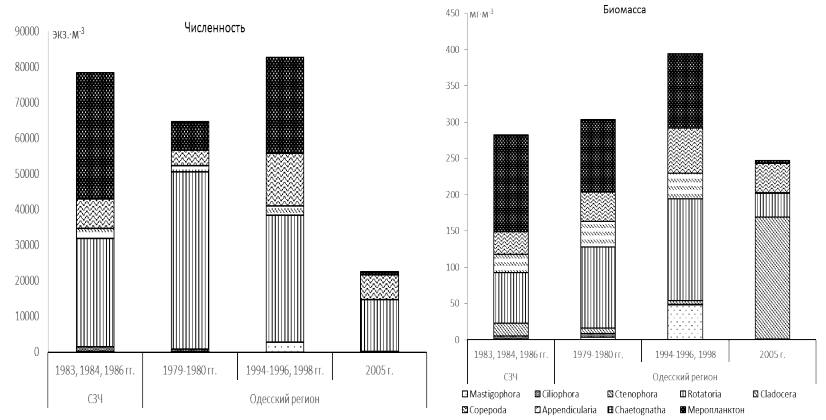


Рис. 2.1.1. Многолетняя весенняя динамика численности (экз.·м$^{-3}$) и биомассы (мг · м$^{-3}$) зоопланктона северо-западной части Черного моря и Одесского региона

Таблица 2.1.3

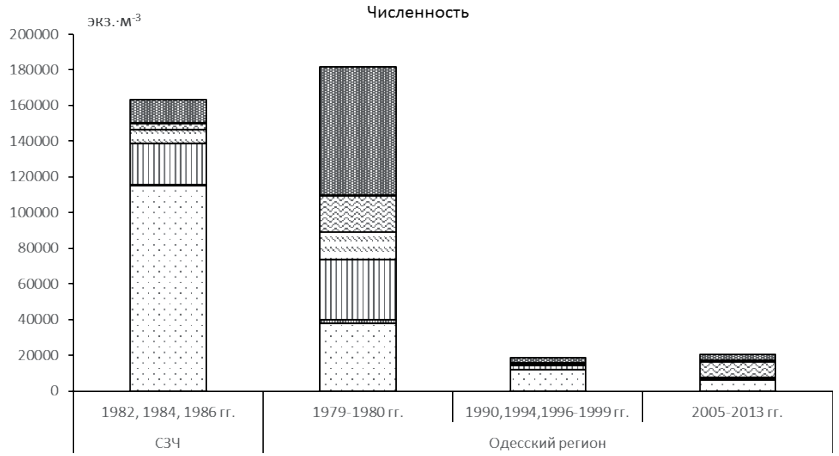
Многолетняя летняя динамика численности (экз.· м$^{-3}$) и биомассы (мг · м$^{-3}$) зоопланктона северо-западной части Черного моря (СЗЧМ) и её Одесского региона (ОМР)

Таксономическая группа/вид	СЗЧМ		ОМР					
	Годы							
	1983,1984,1986*		1979-1980**		1990,1994,1996-1999***		2005–2013****	
	экз.· м$^{-3}$	мг ·м$^{-3}$	экз.·м$^{-3}$	мг ·м$^{-3}$	экз.·м$^{-3}$	мг ·м$^{-3}$	экз.·м$^{-3}$	мг ·м$^{-3}$
Mastigophora								
Noctiluca scintillans	115030	6648,73	37775	4509,82	11694	895,84	5906	485,14
Ciliophora	777	1,00	1850	6,36	270	1,13	41	0,28
Hydrozoa	–	–	18	9,57	–	–	<1	<0,50
Scyphozoa	–	–	6	4,27	–	–	<1	<0,04
Ctenophora								
Pleurobrachia rhodopis	–	–	<1	0,86	–	–	11	38,68
Beroe ovata					6	26,38	2	129,32
Rotatoria	**23129**	**53,19**	**34180**	**53,56**	**2460**	**5,12**	**420**	**1,09**
Brachionus	–	–	7	0,02	9	0,02	3	0,01
Synchaeta	–	–	34173	53,54	2197	5,05	344	0,79
Cladocera	**7567**	**68,51**	**15027**	**137,62**	**123**	**4,41**	**1115**	**18,76**
Evadne tergestina	–	–	–	–	–	–	2	0,10
E.spinifera	–	–	–	–	–	–	29	1,16
Podonevadne trigona	–	–	2	0,12	73	3,65	3	0,15
Penilia avirostris	–	–	100	3,24	7	0,24	293	10,25
Pleopis polyphemoides	7530	67,77	14925	134,25	39	0,35	788	7,09
Copepoda	**3498**	**24,08**	**20394**	**167,12**	**1004**	**5,81**	**8910**	**42,13**
Acartia clausi	1954	18,58	17360	158,67	848	5,09	4127^{+}	28,03
Centropages ponticus	–	–	–	–	–	–	239	1,10
Paracalanus parvus	–	–	10	0,10	–	–	15	0,10
Pseudocalanus elongatus	80	0,91	25	0,23	48	0,25	65	0,79
Oithona minuta	1440	4,51	2925	7,34	–	–	4226^{++}	10,17
O. similis	24	0,08	32	0,06	2	0,01	12	0,06
Harpacticoida	–	–	42	0,69	18	0,13	31	0,22
Appendicularia								
Oikopleura dioica	210	1,26	542	3,23	19	0,11	520	3,12

Таксономическая группа/вид	СЗЧМ		ОМР					
	Годы							
	1983,1984,1986*		1979-1980**		1990,1994,1996-1999***		2005–2013****	
	экз. · м$^{-3}$	мг · м$^{-3}$	экз. · м$^{-3}$	мг · м$^{-3}$	экз. · м$^{-3}$	мг ·м$^{-3}$	экз. · м$^{-3}$	мг ·м$^{-3}$
Chaetognatha								
Sagitta setosa	–	–	2	0,01	1	0,42	26	3,22
Мероланктон (Larvae)	**13058**	**53,59**	**71926**	**571,18**	**3238**	**14,79**	**3544**	**18,28**
Cirripedia	1451	8,71	16600	231,59	749	4,49	470	2,82
Polychaeta	3136	18,82	4175	148,87	798	4,79	1592	9,55
Bivalvia	8309	24,93	50825	188,02	1562	4,69	1116	3,35
Gastropoda	162	1,13	322	2,38	41	0,29	366	2,56
Decapoda / Phoronidae	–	–	3/ 1	0,3/ 0,01	–	–	–	–
Всего	**163078**	**6853,14**	**181721**	**5464,58**	**18815**	**954,01**	**20495**	**740,02**
-кормовой	48048	204,41	143921	940,05	7115	31,79	14576	86,88
-некормовой	115030	6648,73	37800	4524,53	11700	922,22	5919	653,14
% *N.scintillans*	70,5	97,0	20,8	82,5	62,2	93,9	28,8	65,6
% Ctenophora					0,03	2,76	0,06	22,7

*–Полищук, Настенко, 2006; ** – Камаль, 1982; ***,**** – оригинальные данные автора; $^{+}$ – совместно с *A.tonsa*; $^{++}$ – совместно с *O.davisae.*

Самая низкая биомасса в Одесском заливе и смежной акватории отмечалась в 2011 г. По среднемноголетним данным (табл. 2.1.4) в Одесском заливе численное преобладание имели Cladocera, Copepoda и мероланктон, а в сопредельной акватории *N. scintillans,* Appendicularia и Chaetognatha. Практически на одном уровне находились Ciliophora, Rotatoria, Ctenophora. Резюмируя вышесказанное, следует отметить, что среди других отмеченных особенностей летнего развития зоопланктона ОМР за период 2005–2013 гг. основной его чертой по сравнению с таковым в северо-западной части и ОМР за прежние годы, относящиеся к разной степени антропогенной нагрузки (эвтрофирование, пресс медузы *A. aurita* и гребневика *M. leidyi*), является четко выраженная тенденция к сокращению.



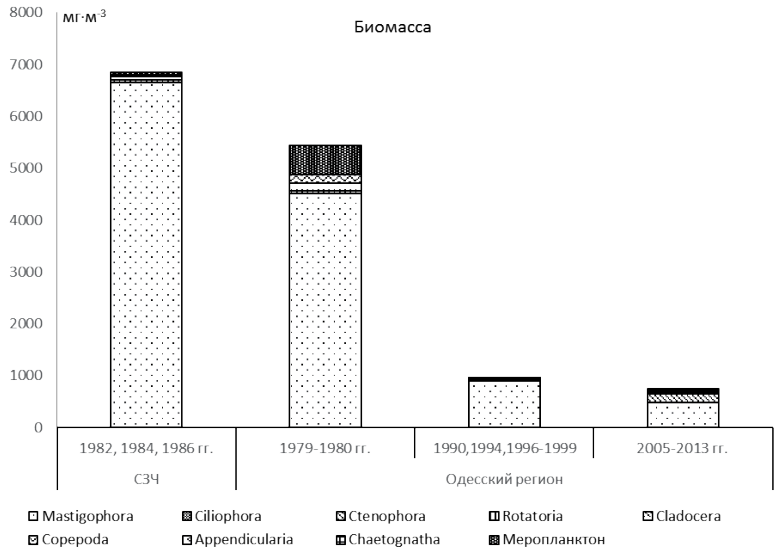
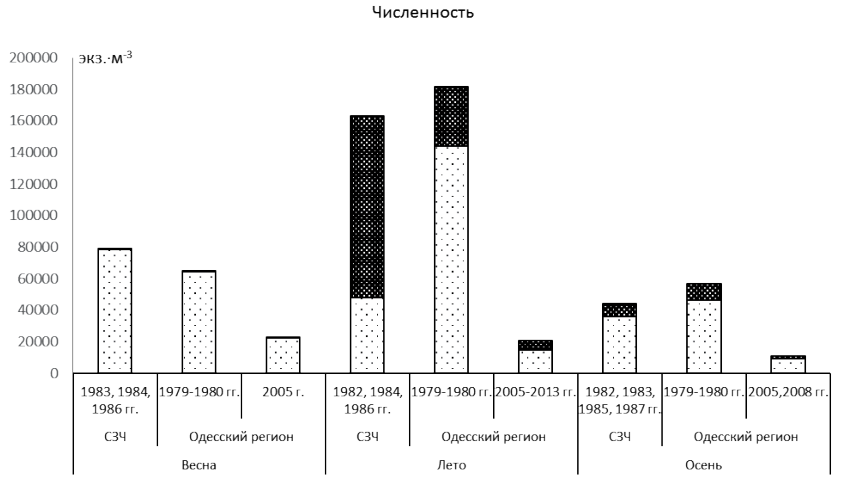


Рис.2.1.2. Многолетняя летняя динамика численности (экз. · м$^{-3}$) и биомассы (мг · м$^{-3}$) зоопланктона северо-западной части Черного моря и Одесского региона



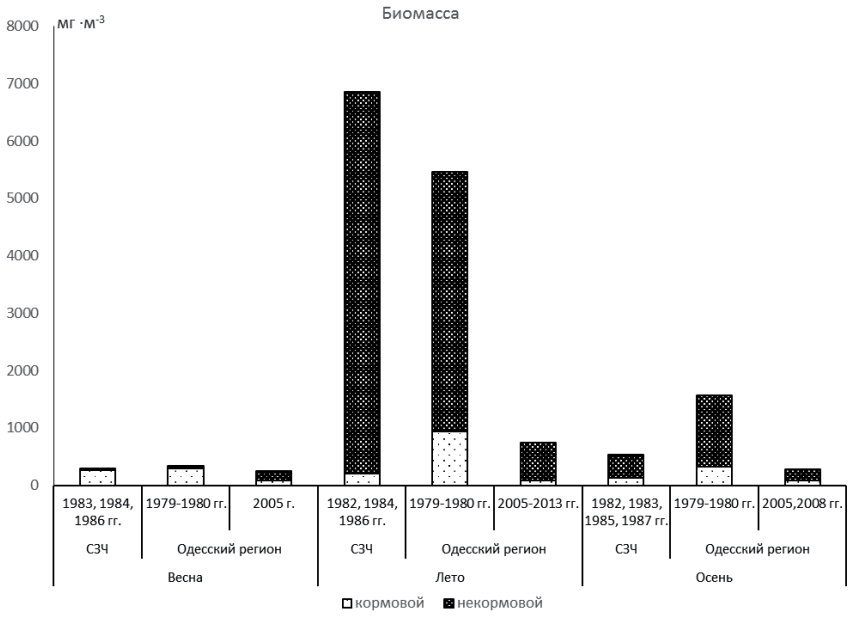
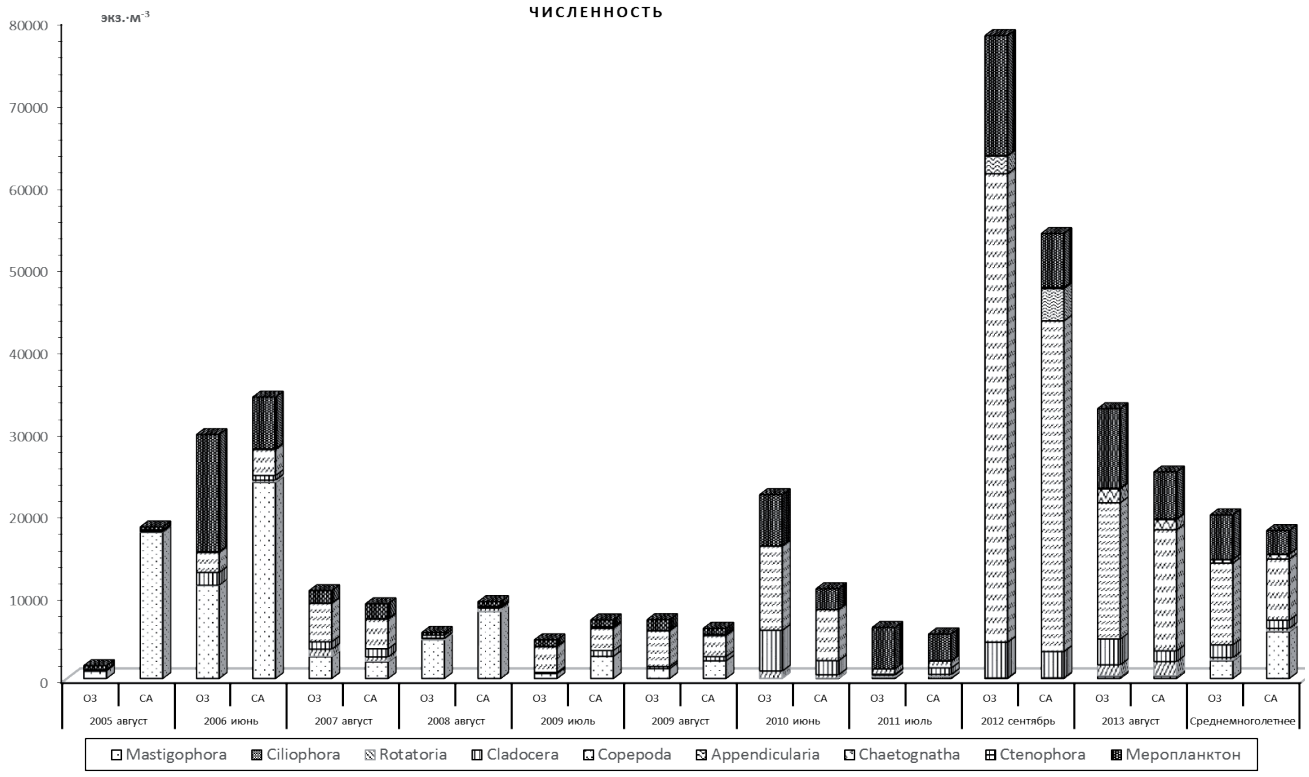


Рис. 2.1.3. Многолетняя сезонная динамика кормового и некормового зоопланктона северо-западной части Черного моря и её Одесского региона



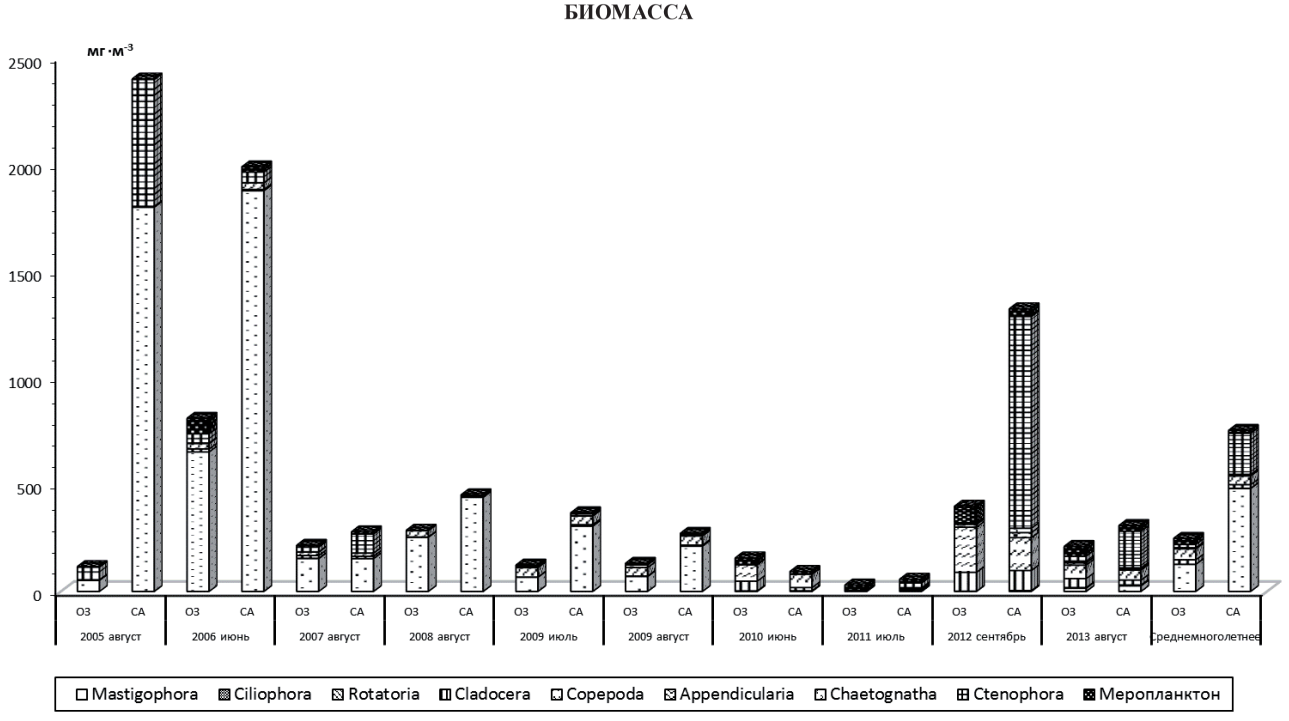


Рис. 2.1.4. Динамика летней численности (экз.·м$^{-3}$) и биомассы (мг ·м$^{-3}$) основных групп зоопланктона Одесского залива (ОЗ) и сопредельной акватории (СА)

Таблица 2.1.4

Среднемноголетняя летняя численность (N, экз. · м$^{-3}$) и биомасса (B, мг · м$^{-3}$) основных таксономических групп зоопланктона на отдельных участках Одесского региона за период 2005 –2013 гг.

Таксономическая группа	Одесский залив		Сопредельная акватория	
	N	B	N	B
Mastigophora				
Noctiluca scintillans	2161	126,367	5690	482,126
Ciliophora	**30**	**0,139**	**36**	**0,158**
Rotatoria	**363**	**0,739**	**379**	**0,794**
Cladocera	**1543**	**21,011**	**986**	**17,050**
Copepoda	**9937**	**51,106**	**7424**	**40,372**
Appendicularia	**403**	**2,418**	**562**	**3,372**
Chaetognatha	**19**	**2,849**	**31**	**4,143**
Ctenophora	**12**	**15,337**	**13**	**192,103**
Мероланктон (Larvae)	**5412**	**28,587**	**2853**	**14,087**
Polychaeta	2621	15,726	1105	6,630
Cirripedia	808	4,848	359	2,154
Bivalvia	1467	4,401	1105	3,315
Gastropoda	516	3,612	284	1,988
Decapoda	<1	<0,116	<1	<0,116
Bryozoa	1	0,001	–	–
Hydrozoa	**–**	**–**	**<1**	**<0,060**
Scyphozoa	**–**	**–**	**<1**	**<3,500**
Всего	**19880**	**248,553**	**17974**	**754,589**

Данные по развитию зоопланктона в осенний сезон 2005, 2008 гг. в и его сопоставление с таковым в северо-западной части и ОМР в конце 1970-х и в 1980-е годы (период разной степени эвтрофирования и пресса медузы *A. aurita*) представлены в табл. 2.1.5 и на рис. 2.1.5. Из анализа представленных данных следует, что в современных условиях общая численность зоопланктона Одесского региона сократилась в 4–5,2 раза, а общая биомасса в 2–5,6 раза (согласно расположению сопоставляемых годов и акваторий. При этом уменьшились показатели кормовой и некормовой компоненты (дополнительно смотри рис. 2.1.3). Численность кормового зоопланктона уменьшилась в 3–5,1 раза, некормового в 4,4–5,8 раза, а биомасса кормового зоопланктона уменьшилась в 1,6–3,9 раза некормового в 2–6,2 раза. Следовательно, уменьшилась численность организмов, их составляющих. Так, численность *N. scintillans* уменьшилась в 4,4–5,8 раза, Rotatoria в 19,7–27,6 раза, Cladocera в 2,5–7,7 раза, Copepoda в 3,8 –4,5 раза, Appendicularia в 5–2,2 раза. Численность мероланктона осталась на уровне прежних лет, а численность Chaetognatha увеличилась в 5,8 раза. Исходя из данных анализа

можно судить, что в осенний сезон 2005, 2008 гг. намечалась тенденция уменьшения развития зоопланктона ОМР.

На протяжении последних нескольких десятков лет экосистема Черного моря в целом и его отдельные акватории в частности находятся в динамическом состоянии. В силу разных причин сокращается или увеличивается развитие одних видов, исчезают другие, интродуцируются новые для экосистемы.

Таблица 2.1.5.

Многолетняя осенняя динамика численности (экз. · м$^{-3}$) и биомассы (мг · м$^{-3}$) зоопланктона северо-западной части Черного моря (СЗЧМ) и её Одесского морского региона (ОМР)

Таксономическая группа/вид	СЗЧМ		ОМР			
	Годы					
	1982,1983,1985, 1987*		1979-1980**		2005, 2008***	
	экз. · м$^{-3}$	мг · м$^{-3}$	экз.·м$^{-3}$	мг ·м$^{-3}$	экз.·м$^{-3}$	мг ·м$^{-3}$
Mastigophora						
Noctiluca scintillans	8049	381,52	10400	1226,57	1805	118,58
Ciliophora	3609	9,60	3128	10,26	1	0,01
Scyphozoa	–	–	63	28,93	1	3,50
Ctenophora						
Pleurobrachia rhodopis	1	25,10	–	–	1	0,87
Beroe ovata					1	84,97
Rotatoria	**15354**	**35,31**	**21474**	**39,95**	**779**	**1,79**
Synchaeta	15354	35,31	21474	39,95	779	1,79
Cladocera	**1646**	**15,21**	**5025**	**49,96**	**655**	**6,12**
Penilia avirostris	5	0,17	200	6,42	9	0,31
Podonevadne trigona	–	–	–	–	1	0,05
Podon leuckarti	25	0,50	–	–	–	–
Pleopis polyphemoides	1616	14,54	4825	43,54	646	5,81
Copepoda	**9148**	**31,59**	**10964**	**136,77**	**2416**	**34,83**
Acartia clausi	3575	20,43	7350	127,08	2153+	32,57
Paracalanus parvus	–	–	–	–	245	1,64
Pseudocalanus elongatus	3762	5,44	88	1,60	6	0,02
Oithona minuta	1762	5,44	3213	4,78	–	–
O. similis	49	0,28	255	3,09	1	0,01
Harpacticoida	–	–	58	0,22	7	0,09
Appendicularia						
Oikopleura dioica	1406	8,44	623	3,74	278	1,67
Chaetognatha						
Sagitta setosa	5	2,46	–	–	29	10,35
Мероланктон (Larvae)	**4752**	**26,22**	**4876**	**79,03**	**4921**	**24,82**
Cirripedia	2275	13,65	2700	37,97	2105	12,63

Polychaeta	1335	8,01	850	31,32	1128	6,77
Bivalvia	859	2,58	1275	9,29	1600	4,80
Gastropoda	283	1,98	45	0,40	88	0,62
Всего	**43971**	**538,95**	**56553**	**1574,77**	**10883**	**283,13**
-кормовой	35921	132,33	46090	319,27	9075	80,00
-некормовой	8050	406,62	10463	1255,50	1808	203,55
% *N. scintillans*	18,3	70,8	18,4	77,9	16,6	41,9
% Ctenophora	0,002	0,46			0,01	30,01

*–Полищук, Настенко, 2006; ** – Камаль, 1982; *** – оригинальные данные автора; + – совместно с *A.tonsa*; ++ – совместно с *O. davisae*

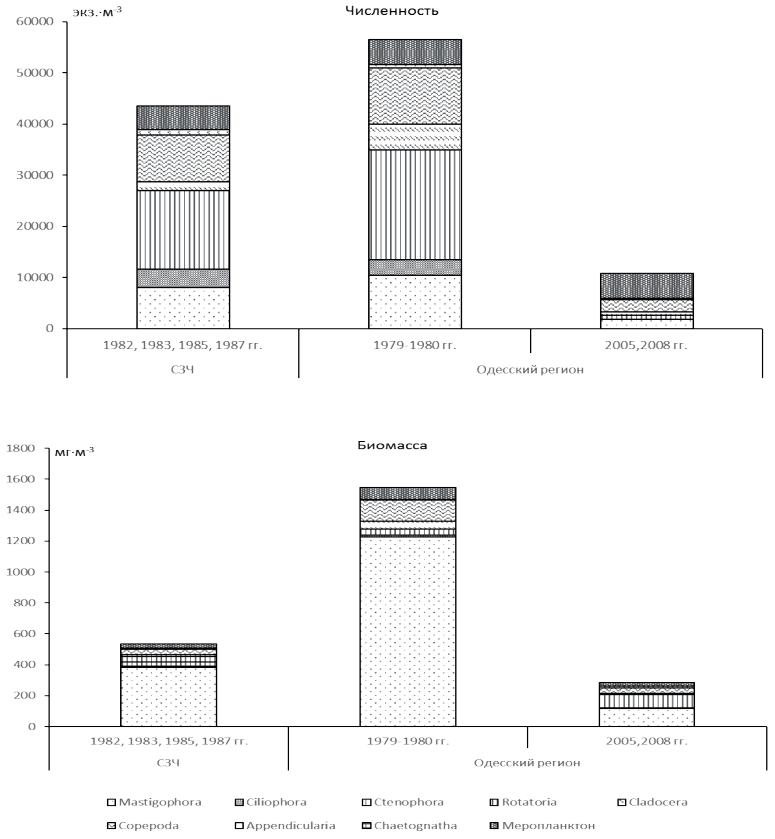


Рис 2.1.5. Многолетняя осенняя динамика численности (экз. · м$^{-3}$) и биомассы (мг · м$^{-3}$) зоопланктона северо-западной части Черного моря и Одесского региона

Имеются новые черноморские вселенцы в СЗЧМ. Их общее число здесь пока невелико – всего 4 вида: гребневики *Mnemiopsis leidyi* (Mutlu, Bingel, 1994) и *Beroe ovata* (Konsulov, Kamburska, 1998), веслоногие *Acartia tonsa* (Belmonte et al., 1997) и *Oithona davisae* (Temnykh, Nischida, 2012). Отмечены еще два новых вида вселенцев *Tintinnopsis directa* (Гаврилова, 2005) и *Tintinnoinea nov.sp* (пока нами не идентифицирован) в Придунайском районе в сентябре 2014 г., а в Одесском регионе пока не обнаруживались. Количественный учёт *M. leidyi* нами не проводился по техническим причинам (учет необходимо вести в нефиксированных формалином пробах). Остатки его желеобразного тела обнаруживались в фиксированных пробах в разные сезоны 2006–2008 гг.. *B. ovata* в настоящее время встречается непостоянно и в незначительном количестве, но при этом его биомассы могут быть иногда довольно высокими. *Acartia tonza* идентифицируется нами только по взрослым особям. В августе 2005 г. в Одесском заливе наблюдалась вспышка её развития, соотношение *A. clausi* и *A. tonza* составляло 1:137. Вспышка развития *Oithona davisae* была отмечена в сентябре 2012 г., когда она полностью вытеснила аборигенную форму *O. minuta.* Её численность составляла 35459 экз. · м$^{-3}$, а биомасса 85, 53 мг · м$^{-3}$.

2.2. ЗООПЛАНКТОН ОДЕССКОГО МОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ В 2013–2014 ГОДАХ

В 2013–2014 гг. проводились круглогодичные исследования Одесского морского побережья: с 09.04.2013 г. по 13.10.2014 г. на двух прибрежных стационарных станциях наблюдения: пирс биологической станции ОНУ, а с 2014 г., также и на пирсе пляжа «Чкаловский». Также периодически осуществлялись и единичные отборы проб зоопланктона с лодки на несколько больших глубинах (от 1 м до 3,5 м) возле пирсов и на искусственном рифе в районе «Биостанции» (рис. 2. 2. 2).

В ходе обработки проб были обнаружены различные представители зоопланктона, мероплактона, а также некоторые бентосные виды и прочие непланктонные организмы (последние 2 группы далее рассматриваться не будут).

Видовое разнообразие в 2013 г. составляло 18 таксонов (из них определено до вида 15) и было не на много большим в 2014 году: всего 19 таксонов (из них определено до вида 15). Разница между этими годами составила только 1 таксономическую группу (табл. 2.2.1).

На протяжении двух лет исследований регулярно отмечалось массовое присутствие: *Acartia clausi, Noctiluca scintillans, Oicopleura dioica*, *Nauplii*

(copepoda).g.sp., а также некоторых видов мероплактона из: Cirripedia, Polychaeta, Bivalvia и Gastropoda.

За период круглогодичных исследований 2013–2014 гг. на стационарных станциях наблюдений всего было отмечено 14 различных таксонов (включая мероплактон). Из них 11 определены с точностью до вида.

Следует особо отметить виды – вселенцы. Всего в период наблюдений было обнаружено 3 вида – вселенца.

Mnemiopsis leidyi **–** встречался на протяжении всех двух лет исследований.

Beroe ovata – отмечался в пробах в 2014 г.

Oithona davisae **–** была выявлена в 2013 г., но также встречалась и в 2014 г.

Гипотетически в этот общий список вселенцев можно добавить и вид *Acartia tonsa,* который вероятнее всего присутствовал в пробах, однако до вида не идентифицировался.

Необходимо отдельно отметить круглогодичность исследований на вышеуказанных стационарных станциях наблюдения, что позволило полнее узнать о сезонных изменениях, чего не удавалось добиться ранее.

В 2013–2014 гг. круглогодично встречались следующие виды:

Acartia clausi, Oithona davisae, *Synchaeta* sp. и некоторые представители мероплактона: Bivalvia, Cirripedia, Polychaeta.

Наиболее многочисленные и часто встречаемые виды: *Acartia clausi*, *Oithona davisae*, *Synchaeta* sp., *Pleopis polyphemoides, Noctiluca scintillans*.
Среди них представители Rotatoria: *Synchaeta* sp.; Copepoda: *Acartia clausi* и *Oithona davisae;* Cladocera: *Pleopis polyphemoides*; Mastigophora: *Noctiluca scintillans*.

Так, в 2013 г. средняя численность *Synchaeta* sp. составила 1181 экз · м$^{-3}$, *Pleopis polyphemoides* – 717 экз. · м$^{-3}$, *Acartia clausi* – 427 экз. · м$^{-3}$, *Noctiluca scintillans* – 209 экз. · м$^{-3}$, *Oithona davisae* – 159 экз. · м$^{-3}$; а биомасса составила соответственно*: Noctiluca scintillans* – 80 мг · м$^{-3}$, *Acartia clausi* – 26 мг · м$^{-3}$, *Pleopis polyphemoides* – 8 мг · м$^{-3}$, *Oithona davisae* – 4 мг · м$^{-3}$, *Synchaeta Sp* – 2 мг · м$^{-3}$.

Наиболее малочисленными и редкими были виды *Penilia avirostris, Pleopis tergestina*, *Sagitta setosa, Centropages ponticus*, *Oithona similis*. Их средняя численность в 2013 г составила: *Penilia avirostris* –52,75 экз. · м$^{-3}$, *Pleopis tergestina* – 30 экз. · м$^{-3}$, *Sagitta setosa* – 18 экз. · м$^{-3}$, *Centropages ponticus* 9 экз. · м$^{-3}$. *Pleurobrachia rhodopis* и *Oithona similis* обнаружены не были (табл. 2.2.3, 2.2.4).

Noctiluca scintillans, несмотря на сравнительно небольшую численность, которая составила 209 экз. · м$^{-3}$, имела значительное преимущество по биомассе, составившей 80 мг · м$^{-3}$, что на много превосходит среднюю биомассу таких массовых таксонов, как Copepoda и Cladocera, которые имели достаточно высокую численность среди остальных (рис. 2.2.1).

Следует обратить внимание на увеличение численности вида-вселенца – *Oithona davisae* и дальнейшее снижение численности *Oithona similis* (в пробах за 2013 г. данный вид не отмечен). Остальные виды встречались более-менее регулярно.

Как уже указывалось ранее, исследования в 2013 г. проводились на одной прибрежной станции наблюдения, а в 2014 г. на двух. Поэтому возникает необходимость в сравнении видового состава по станциям. В основном видовой состав зоопланктона идентичен. На обеих станциях наблюдения отмечались следующие таксоны: Rotatoria, Copepoda, Harpacticoida, Appendicularia и мероплактон. Но есть и некоторые различия. В районе биостанции ОНУ на разных глубинах (1 м; 2,5 м; 3,2 м) в пробах присутствует *Noctiluca scintillans*, которая вообще не встречалась на станции «Чкаловский» в 2014 г.. На станции «Чкаловский», наоборот, отмечаются некоторые виды, которых нет на «Биостанции». На различных глубинах были выявлены *Beroe ovata, Mnemiopsis leidy*, *Pleurobrachia rhodopis* (рис. 2.2.2).

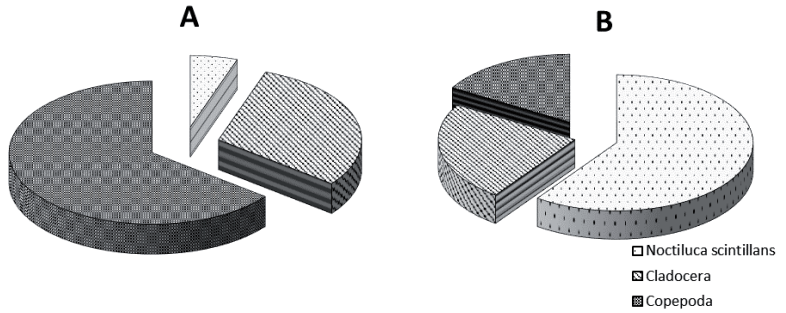


Рис. 2.2.1. Соотношение численности (А) и биомассы (В) таксонов на побережье Одессы в 2013 – 2014 гг.

Penilia avirostris отмечалась на самой глубокой и самой удалённой от берега точке наблюдения (3,4 м), а также, на некоторых эпизодических съёмках с лодки на больших глубинах. Отсюда можем сделать вывод, что данный организм преимущественно предпочитает обитать на некоторой удалённости от берега. В сумме на ст. «Чкаловский» отмечалось несколько

большее количество таксонов (18 таксонов на «Чкаловском» и 15 на «Биостанции»). Таковы различия в видовом составе на двух указанных станциях (табл. 2.2.2). В 2014 г., как и в предыдущем году, повторяется ситуация с доминированием по биомассе *Noctiluca scintillans*. На ст. «Биостанция» средняя биомасса *Noctiluca scintillans* составила 26 мг · $м^{-3}$ при численности 416 экз. · $м^{-3}$, что на порядок меньше, чем в 2013 г., однако общая тенденция сохраняется. При малой средней численности *Noctiluca scintillans* занимает одно из ведущих мест по среднегодовой биомассе среди всех отмеченных видов (табл. 2.2.5, 2.2.6).

На ст. «Чкаловский», на которой пробы начали отбирать только с 2014 г., *Noctiluca scintillans* не обнаружена в течение 2014 г. ни в один из месяцев отбора проб, здесь её место занимают гребневики.

С начала 2000-х годов, как и в предыдущих исследованиях второй половины 1970-х г., а также на протяжении 1980–1990-х гг., на развитие зоопланктона СЗЧМ в целом, как и Одесского побережья в частности, имели влияния такие антропогенные факторы, как эвтрофирование и развитие хищников – медузы *Aurelia aurita*, гребневика *Mnemiopsis leidyi*.



Рис. 2.2.2. Схема стационарных прибрежных станций наблюдения Одесского побережья (пирс биологической станции ОНУ и пирс пляжа «Чкаловский») за 2013-2014 гг.

В 2013–2014 гг. влияние указанных факторов сохранилось. Так, в этот период в пробах, отобранных на одесском побережье, присутствовали медуза *Aurelia aurita* и гребневик *Mnemiopsis leidyi*, кроме того, в данных пробах присутствовали *Oithona davisae* и *Beroe ovata* (присутствует в пробах 2014 г., а в 2013 г. – отсутствует) – табл. 2.2.2.

В 2014 г., повторилась и ситуация, которая произошла с *Noctiluca scintillans* в 2013 г., которая обсуждалась ранее. Гребневики и медузы при достаточно низкой численности составляют наибольшую долю по общей биомассе на тех станциях наблюдения, где они были обнаружены.

Состояние развития зоопланктона, как и в прежние десятилетия, продолжает зависеть от величины речных стоков, что оказывают влияние на качество

морской среды в Одесском заливе и на всём побережье. Развитие многих видов зоопланктона может зависеть также от интенсивности развития *M. leidyi.*

Результаты обработки проб свидетельствуют о том, что в исследуемый период 2013–2014 гг. по видовому составу значительно доминирует кормовой зоопланктон: всего около 10 таксонов в 2013 г. и столько же в 2014 г.

Некормовой зоопланктон не отличался значительным видовым разнообразием. Количество его таксонов в 2013 г. составляло всего 3 таксона, а в 2014 г. – 4 таксона. В 2013 г. были отмечены единичные особи *A. aurita,* которая в следующем 2014 г. больше не наблюдалась. В 2014 г. были обнаружены следующие виды: *P. rhodopis* и *B. ovata* которых не было в 2013 г. Появление в 2014 г. *B. ovata*, скорее всего связано с развитием в предыдущем году *M. leidy*, которым последний питается (табл. 2.2.1, табл. 2.2.3–2.2.6).

Анализируя развитие зоопланктона Одесского побережья за период круглогодичных исследований 2013–2014 г., можно сделать следующие выводы:

– видовой состав в исследуемый период был достаточно стабилен, а именно: 18 таксонов в 2013 г. и 19 в 2014г.;

– на протяжении двух лет исследований каждый год отмечалось массовое присутствие: *Aclausi, N. scintillans*, а также некоторых видов мероплактона: Cirripedia, Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda;

– в 2013–2014 гг. круглогодично встречались следующие виды: *A.clausi, O. davisae*, *Synchaeta* sp.;

– представители Mastigophora и Ctenophora при достаточно низкой численности составляют наибольшую долю по общей биомассе на тех станциям наблюдения, где они были обнаружены;

– на развитие зоопланктона СЗЧМ в целом, как и ОМР в частности, имели влияние следующие факторы – эвтрофирование и развитие хищников – медузы *A. aurita* и гребневика *M. leidyi*.

Таблица 2.2.1

Видовой состав зоопланктона Одесского морского побережья в 2013–2014 гг. и сравнение видового состава по годам

Таксономическая группа, вид	Год исследования	
	2013	2014
Mastigophora		
Noctiluca scintillans	+	+
Scyphozoa		
Aurelia aurita (эфиры)	+	–
Rotatoria		
Brachionus sp.	+	+

Окончание табл. 2.2.1

Таксономическая группа, вид	Год исследования	
	2013	2014
Synchaeta sp.	–	+
Rotatoria sp.	+	+
Ctenophora		
Beroe ovata	–	+
Mnemiopsis leidy	+	+
Pleurobrachia rhodopis	–	+
Cladocera		
Penilia avirostris	+	+
Podon leuckartii	–	–
Pleopis polyphemoides	+	+
Copepoda		
Nauplii g.sp.	+	+
Calanoida		
Acartia clausi + A.tonsa	+	+
Centropages ponticus	+	–
Oithona davizae	+	+
O. similis	–	+
Harpacticoida		
Harpacticoida g. sp.	–	+
Chaetognatha		
Sagitta setosa	+	–
Appendicularia		
Oicopleura dioica	+	+
Меропланктон (Larvae)		
Cirripedia	+	+
Polychaeta	+	+
Bivalvia	+	+
Gastropoda	+	+
Всего	**18**	**19**

Таблица 2.2.2

Видовой состав зоопланктона Одесского морского побережья в 2014 г. по станциям

Таксономическая группа, вид	2014	
	Биостанция	Чкаловский
Mastigophora		
Noctiluca scintillans	+	–
Scyphozoa	–	–

Окончание табл. 2.2.2

Таксономическая группа, вид	2014	
	Биостанция	Чкаловский
Rotatoria		
Brachionus sp.	+	+
Synchaeta sp.	+	+
Rotatoria sp.	+	+
Ctenophora		
Beroe ovata	–	+
Mnemiopsis leidy	–	+
Pleurobrachia	–	+
Cladocera		
Penilia avirostris	–	+
Podon leuckartii	–	–
Pleopis polyphemoides	+	+
Copepoda		
Nauplii g.sp.	–	–
Calanoida	–	–
Acartia clausi + A.tonsa	+	+
Centropages ponticus	+	+
Oithona davizae	+	+
O. similis	+	+
Harpacticoida		
Harpacticoida g. sp.	+	+
Chaetognatha		
Sagitta setosa	–	–
Appendicularia		
Oicopleura dioica	+	+
Меропланктон (Larvae)		
Cirripedia	+	+
Polychaeta	+	+
Bivalvia	+	+
Gastropoda	+	+
Всего	**15**	**18**

Таблица 2.2.3

Средняя численность зоопланктонтов по месяцам на биостанции в 2013 г.

Месяц	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mastigophora	207,2	300	500	–	–	20	22,5	–	–
Scyphozoa	–	–	–	–	2,5	2	–	–	–
Rotatoria	3489,5	250	–	450	–	8	280	386,6	–
Cladocera	1380	1339	325	128,5	193,7	16	129	5993,3	–

Окончание табл. 2.2.3

Copepoda	6850	10983,4	316,5	3271	595,3	94,2	233	480	30
Chaetognata	–	–	–	160	–	–	–	–	–
Appendicularia	303,5	291,65	250	180	–	13,5	7	200	–
Мероплан-ктон	2272,2	3886,3	216,7	1613,2	476	56,3	33,5	522,3	43,3
Ctenophora	–	5	3	–	–	–	–	–	–
Сумма	14502,3	17050,4	1608,12	5802,7	1267,5	210	705	7582,3	73,3

Таблица 2.2.4

Средняя биомасса зоопланктонтов по месяцам на биостанции в 2013 г.

Месяц	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mastigophora	405,6	17,4	29	–	–	1,3	1,1	25,6	–
Scyphozoa	–	–	–	–	2,5	2		–	–
Rotatoria	9,9	274	–	1,5	1,7	0,0032	0,17	91,9	–
Cladocera	180,3	12,1	3,6	0,7	1,1	0,4	0,7	53,9	–
Copepoda	13,9	113,9	2,1	48,1	10,1	1,07	4,4	4,3	0,4
Chaetognata	–	–	–	0,32	–	–	–	–	–
Appendicularia	0,006	1,2	1,5	0,8	–	0,04	1,2	0,7	
Мезопланктон	8,5	22,8	1,5	9,2	3,0	0,3	1,7	15,1	0,2
Ctenophora	–	15985,3	22283,6	–	–	–	–	–	–
Сумма	618,2	16426,6	22321,2	60,62	18,5	5,08	9,1	191,5	0,6

Таблица 2.2.5

Средняя численность зоопланктонтов по месяцам на биостанции в 2014 г.

Месяц	1	3	4	5	7	8	9
Mastigiphora	–	–	50	12,3	3,1	–	1600
Scyphozoa	–	–	–	–	–	–	–
Rotatoria	60	–	380,2	8,5	31,3	93,8	108,3
Cladocera	–	100	250	–	89	–	–
Copepoda	13	326,9	604,2	53,4	341,7	595,3	525
Chaetognata	–	–	–	–	–	–	–
Appendicularia	–	9,8	–	–	–	–	–
Мезопланктон	204	50,4	1497,9	113,9	2053,16	437,5	4220,8
Сумма	277	487,1	2782,3	188,2	2518,16	1126,6	6454,2

Таблица 2.2.6

Средняя биомасса зоопланктонтов по месяцам на биостанции в 2013 г.

Месяц	1	3	4	5	7	8	9
Mastigophora	–	–	2,4	0,8	0,2	–	102,2
Scyphozoa	–	–	–	–	–	–	–
Rotatoria	0,1	0,9	0,9	0,003	0,4	0,04	0,07
Cladocera	–	0,9	2,25	–	0,45	–	–
Copepoda	0,04	2,04	5,4	0,4	10,4	66,37	25,8
Chaetognata	–	–	–	–	–	–	–

Окончание табл. 2.2.6

Appendicularia	–	0,06	–	–	–	–	–
Мезопланктон	1,2	0,08	8,1	1,3	11,6	1,7	30,6
Сумма	1,4	10,8	19,0	2,4	23,02	68,06	158,6

2.3. ЗООПЛАНКТОН ЗОНЫ ВЫПУСКА ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОКОВ

Развитие зоопланктона в СЗЧМ зависит от гидрохимических условий и особенностей гидрологического режима акватории, которые определяются водообменом с открытой частью моря, влиянием речного стока Днепра, Южного Буга и Дуная и наличием антропогенных источников загрязнения в прибрежной зоне. Максимальные концентрации биогенных и органических веществ в ОМР наблюдаются в районах расположения основных антропогенных источников: СБО «Северная» и «Южная», Одесский залив, выпуски Одесского припортового завода, портов Одесского, Южного, Ильичевского (Черноморск). Наиболее мощными из антропогенных источников являются станции биологической очистки. В сумме они поставляют в морскую среду 38 % нитратов, 79 % нитритов, 86 % аммонийного азота, 87 % фосфатов и 69 % органических соединений от общего их количества, что находит от береговых антропогенных источников (Северо-западная часть…, 2006). В основу анализа развития зоопланктона в местах выпусков СБО «Северная» (Одесский залив) и «Южная» (район мыса Большой Фонтан) и смежных с ними акваториях (как правило, в разные стороны от выпуска в 300, 800 и 1500 м) положены данные за октябрь 2008 г., август 2009 г., июнь 2010 г. (рис. 2, 3).

В октябре 2008 г. на трех опытных участках СБО «Северная» (табл. 2.3.1) в структуру группировки входило 14 различного уровня таксонов. Именно низкое видовое разнообразие было характерно для района выпуска, которое по мере удаления от него росло почти в два раза. Численность зоопланктона на всех трех участках представлена величинами одного порядка. При этом более высокие ее показатели зафиксированы в смежном с выпуском участке, где преимущество также оставалось за биомассой. Самые низкие показатели биомассы отмечались в районе выпуска, где, по сравнению с другими участками, наибольшего развития достигала *A. clausi* (Copepoda). Виды индикаторы евтрофности *N. scintillans* и *P. polyphemoides* (Полищук, Настенко, 1998) наибольшего развития достигали в смежной с выпуском акватории.

В октябре 2008 г. в районе выпуска СБО «Южная» (табл. 2.3.2) и «Северная» видовое разнообразие зоопланктона было самым низким –

7 таксонов против 13 (смежная акватория) и 12 (прилегающая к смежной акватории). В отличие от СБО «Северная», численность и биомасса зоопланктона самые высокие показатели имели в районе выпуска. Самые низкие показатели численности и биомассы были на участке прилегающей к смежной акватории, то есть на значительном удалении от выпуска.

Виды индикаторы евтрофирования, *N. scintillans* и *P. polyphemoides,* в отличие от СБО «Северная» наибольшего развития достигали в районе самого выпуска, а с удалением от него их развитие уменьшалось.

Таблица 2.3.1

Видовой состав, численность (N, экз. · м$^{-3}$) и биомасса (B, мг · м$^{-3}$) зоопланктона в районе выпуска станции биологической очистки (СБО) «Северная» и на участках на разном расстоянии от выпуска в октябре 2008

Таксономическая группа, вид	Район выпуска		Смежная акватория расстояние 300–800 м		Прилегающая к смежной акватория	
	N	B	N	B	N	B
Mastigophora						
Noctiluca scintillans	649	30,763	4338	205,621	3402	161,243
Rotatoria						
Synchaeta g.sp.	399	0,918	914	2,102	174	0,400
Cladocera	37	0,333	1154	10,741	230	2,564
Penilia avirostris	–	–	14	0,490	19	0,665
Pleopis polyphemoides	37	0,333	1139	10,251	211	1,899
Copepoda	83385	153,779	4647	89,709	2867	61,015
Acartia clausi	7736	153,240	4030	86,823	2664	60,179
Cyclopoida g.sp.	–	–	24	2,331	–	–
Harpacticoida g.sp.	–	–	3	0,024	3	0,024
Nauplii cop.g.sp.	599	0,539	590	0,531	200	0,812
Appendicularia						
Oikopleura dioica	–	–	144	0,864	787	4,722
Chaetognatha						
Sagita settosa	–	–	0,3	0,142	9	5,057
Мероланктон (Larvae)	1697	9,334	2726	13,824	3193	13,217
Polychaeta	749	4,494	750	4,500	696	4,176
Cirripedia	–	–	1132	6,792	431	2,586
Bivalvia	449	1,347	844	2,532	2029	6,087
Gastropoda	499	3,493	–	36	0,252	–
Decapoda	–	–	–	–	1	0,116
Всего	**11117**	**195,127**	**13923**	**323,003**	**10662**	**248,218**
Количество видов	7		12		13	
	14					

В августе 2009 г. в районе выпуска СБО «Северная» (табл. 2.3.3), как и в октябре 2008 г., видовое разнообразие было самым низким (в 2 раза по сравнению со смежной акваторией и в 3 – чем на отдаленном участке). В районе выпуска численность и биомасса зоопланктона также были самыми

низкими. Самая высокая численность и биомасса были в прилегающем к выпуску участке, на значительном расстоянии от выпуска, где преимущество в развитии имели *N. scintillans* и *P. polyphemoides*.

Таблица 2.3.2

Видовой состав, численность (N, экз. · м$^{-3}$) и биомасса (B, мг · м$^{-3}$) зоопланктона в районе выпуска станции биологической очистки (СБО) «Южная» (район мыса Большой Фонтан) и на участках на разном расстоянии от выпуска в октябре 2008 г.

Таксономическая группа, вид	Район выпуска		Смежная акватория расстояние 300–800 м		Прилегающая к смежной акватория	
	N	B	N		N	B
Mastigophora						
Noctiluca scintillans	7765	788,924	4938	318,497	3516	272,707
Rotatoria	6586	15,148	3344	7,762	1588	3,652
Asplanchna priodonta	–	–	4	0,080	–	–
Synchaeta g.sp.	6586	15,148	3340	7,682	1588	3,652
Cladocera						
Pleopis polyphemoides	4437	39,933	3555	31,995	693	6,237
Copepoda	2399	20,175	2782	28,489	1777	42,291
Acartia clausi	1900	19,726	1642	27,058	1483	38,517
Cyclopoida g.sp.	–	–	4	0,406	33	3,249
Harpacticoida g.sp.	–	–	0,2	0,003	9	0,298
Nauplii cop.g.sp.	499	0,449	1136	1,022	252	0,227
Appendicularia						
Oikopleura dioica	–	–	103	0,618	730	4,380
Chaetognatha						
Sagita settosa	8	3,752	4	1,775	5	2,805
Мероланктон (Larvae)	8222	36,438	8041	41,202	2049	9,288
Polychaeta	319	1,914	2631	15,786	706	4,236
Cirripedia	3605	21,630	3050	18,300	313	1,878
Bivalvia	4298	12,894	2351	7,053	1009	3,027
Gastropoda	–	–	9	0,063	21	0,147
Всего	**24980**	**904,370**	**22767**	**430,338**	**10358**	**341,360**
Количество видов	7		13		12	
	13					

В августе 2009 г. в районе выпуска СБО «Южная» и «Северная» видовое разнообразие зоопланктона было самым низким (табл. 2.3.4). При этом в районе выпуска его общая численность была максимальной. Самая низкая численность зоопланктона была отмечена на смежном с выпуском участке. В районе выпуска и прилегающем участке наибольшего развития достигал *P. polyphemoides*.

В июне 2010 г. в районе выпуска СБО «Северная» (табл. 2.3.5), по сравнению с октябрем 2008 г. и августом 2009 г., было зарегистрировано самое высокое видовое разнообразие. На прилегающей к выпуску акватории оно было в 2 раза ниже. Район выпуска и смежная с ним акватория имели

подобные показатели численности и биомассы. Самые высокие численность и биомасса были на прилегающей к смежной акватории.

Таблица 2.3.3

Видовой состав, численность (N, экз. · м$^{-3}$) и биомасса (B, мг · м$^{-3}$) зоопланктона в районе выпуска станции биологической очистки (СБО) «Северная» (Одесский залив) и на участках на разном расстоянии от выпуска в августе 2009 г.

Таксономическая группа, вид	Район выпуска		Смежная акватория расстояние 300–800 м		Прилегающая к смежной акватория	
	N	B	N	B	N	B
Mastigophora						
Noctiluca scintillans	–	–	566	32,757	1203	69,654
Cladocera	–	–	38	0,342	259	2,424
Penilia avirostris	–	–	–	–	2	0,070
Evadne nordmani	–	–	–	–	1	0,050
Pleopis polyphemoides	–	–	38	0,342	256	2,304
Copepoda	984	23,703	2276	52,673	4337	39,990
Acartia clausi	947	20,034	1926	27,764	3631	39,102
Cyclopoida g.sp.	37	3,669	253	24,822	2	0,255
Nauplii cop.g.sp.	–	–	97	0,087	704	0,633
Appendicularia						
Oikopleura dioica	–	–	125	0,750	4	0,024
Chaetognatha						
Sagita settosa	–	–	5	2,612	24	11,512
Меропланктон (Larvae)	141	0,691	525	3,054	1419	8,188
Polychaeta	66	0,466	356	2,136	593	3,558
Cirripedia	–	–	137	0,822	698	4,188
Bivalvia	75	0,225	32	0,096	128	0,384
Decapoda	–	–	–	–	0,5	0,058
Всего	**1125**	**24,394**	**3579**	**93,710**	**8223**	**173,948**
Количество видов	4		9		12	
	12					

Таблица 2.3.4.

Видовой состав, численность (N, экз. · м$^{-3}$) и биомасса (B, мг · м$^{-3}$) зоопланктона в районе выпуска станции биологической очистки (СБО) «Южная» (Одесский залив, район мыса Большой Фонтан) и на участках на разном расстоянии от выпуска в августе 2009 г.

Таксономическая группа, вид	Район выпуска		Смежная акватория расстояние 300–800 м		Прилегающая к смежной акватория	
	N	B	N	B	N	B
Mastigophora						
Noctiluca scintillans	3250	352,625	4678	541,489	3206	347,796
Cladocera						

Таксономическая группа, вид	Район выпуска		Смежная акватория расстояние 300–800 м		Прилегающая к смежной акватория	
	N	B	N	B	N	B
Pleopis polyphemoides	650	5,850	310	2,790	664	5,976
Copepoda	2988	62,074	1377	31,713	3200	53,752
Acartia clausi	2988	62,074	1337	31,196	2805	51,982
Cyclopoida g.sp.	–	–	5	0,479	13	1,314
Harpacticoida g.sp	–	–	1	0,008	–	–
Nauplii cop.g.sp.	–	–	34	0,030	382	0,456
Appendicularia						
Oikopleura dioica	36	0,216	22	0,132	104	0,624
Chaetognatha						
Sagita settosa	–	–	–	–	96	46,900
Меропланктон (Larvae)	754	4,524	653	3,967	981	6,115
Polychaeta	403	2,418	502	3,012	516	3,096
Cirripedia	351	2,106	104	0,624	294	1,764
Bivalvia	–	–	14	0,042		
Gastropoda	–	–	33	0,231	171	1,197
Decapoda	–	–	0,2	0,058	0,2	0,058
Всего	**7678**	**425,289**	**7040**	**580,091**	**8251**	**461,163**
Количество видов	6		11		10	
	12					

На СБО «Южная» в июне 2010 г. (табл.2.2.6) видовое разнообразие более низким было в районе выпуска и на смежной с ним акватории (по 9 таксонов), а самое высокое на более отдаленной акватории (12), на которой самыми высокими также были показатели численности и биомассы. В районе выпуска и прилегающей к нему акватории численность и биомасса зоопланктона были на одном уровне.

Таблица 2.3.5

Видовой состав, численность (N, экз. · м$^{-3}$) и биомасса (B, мг · м$^{-3}$) зоопланктона в районе выпуска станции биологической очистки (СБО) «Северная» (Одесский залив) и на участках на разном расстоянии от выпуска в июне 2010 г.

Таксономическая группа, вид	Район выпуска		Смежная акватория расстояние 300–800 м		Прилегающая к смежной акватория	
	N	B	N	B	N	B
Rotatoria	719	1,950	416	0,957	991	2,279
Synchaeta g.sp.	639	1,470	416	0,957	991	2,279
Brachionus calyciflorus	80	0.480	–	–	–	–
Cladocera	4347	42,321	4368	39,312	7589	68,301
Podonevadne trigona	78	3,900	–	–	–	–
Pleopis polyphemoides	4269	38,421	4368	39,312	7589	68,301
Copepoda	10005	70,957	6634	44,207	15852	105,400

Окончание табл. 2.3.5

Таксономическая группа, вид	Район выпуска		Смежная акватория расстояние 300–800 м		Прилегающая к смежной акватория	
	N	B	N	B	N	B
Acartia clausi	5796	50,100	4554	42,335	12138	101,625
Centropages ponticus	2047	18,849	–	–	88	0,675
Oithona minuta	2	0,008	–	–	–	–
Harpacticoida g.sp	0,5	0,004	–	–	1	0,005
Nauplii cop.g.sp.	2160	1,996	2080	1,872	3625	3,095
Appendicularia						
Oikopleura dioica	44	0,264	–	–	–	–
Мероплактон (Larvae)	6263	33,043	9076	50,712	6630	30,787
Polychaeta	1209	7,254	1248	7,488	2130	12,780
Cirripedia	3245	19,470	6580	39,480	1497	8,982
Bivalvia	1586	4,758	1248	3,744	2999	8,997
Gastropoda	223	1,561	–	–	4	0,0282
Всего	**21378**	**148,535**	**20494**	**135,188**	**38062**	**206,767**
Количество видов	13		6		9	
	13					

Таблица 2.3.6.

Видовой состав, численность (N, экз. · м$^{-3}$) и биомасса (B, мг · м$^{-3}$) зоопланктона в районе выпуска станции биологической очистки (СБО) «Южная» (Одесский залив, район мыса Большой Фонтан) и на участках на разном расстоянии от выпуска в августе 2010 г.

Таксономическая группа, вид	Район выпуска		Смежная акватория расстояние 300–800 м		Прилегающая к смежной акватория	
	N	B	N		N	B
Rotatoria						
Synchaeta g.sp.	747	1,718	742	1,707	388	0,892
Cladocera	910	8,190	895	8,059	661	6,032
Podonevadne trigona	–	–	–	–	1	0,090
Pleopis polyphemoides	910	8,190	895	8,059	660	5,942
Copepoda	2524	10,198	2542	10,331	12115	113,935
Acartia clausi	1681	8,644	1710	8,998	7762	94,740
Centropages ponticus	–	–	–	–	1936	15,627
Oithona minuta	162	0,632	150	0,585	443	1,728
Harpacticoida g.sp	–	–	–	–	0,2	0,002
Paracalanus parvus	31	0,336	15	0,147	7	0,068
Nauplii cop.g.sp.	650	0,586	667	0,601	1967	1,770
Мероплактон (Larvae)	1740	8,803	1837	9,303	2272	9,455
Polychaeta	1007	6,042	1078	6,468	492	2,952
Cirripedia	162	0,972	179	1,076	374	2,244
Bivalvia	552	1,656	575	1,724	1396	4,189
Gastropoda	19	0,133	5	0,035	10	0,070
Всего	**5921**	**28,908**	**6000**	**29,297**	**15288**	**130,315**
Количество видов	9		9		12	
	12					

Подытоживая выше приведенные данные анализа и объединив их в два сезона, следует отметить следующее: в осенний период (октябрь 2008 г.)

– видовое разнообразие зоопланктона на СБО «Северная» и «Южная» было самым низким в районе выпуска;

– численность общего зоопланктона на СБО «Северная» самой высокой была на смежной с выпуском акватории (в районе выпуска и отдаленной от него акватории практически одинакова), а на СБО «Южная» – в районе выпуска (на удаленной от выпуска акватории уменьшалась);

– на СБО «Северная» виды-индикаторы евтрофирования *N. scintillans* и *P.polyphemoides* наибольшего развития достигали в смежной с выпуском акватории, а на СБО «Южная» – в районе выпуска;

в летний период (август 2009 г., июнь 2010 г.)

– на СБО «Северная» и «Южная» (август 2009 г.), а также на СБО «Южная» (июнь 2010 г.) видовое разнообразие зоопланктона самым низким было в районе выпуска, а самым высоким на СБО «Северная» (июнь 2010 г.) в районе выпуска благодаря наличию пресноводных видов, которые были привнесены днепровско-бугскими водами;

– в районе выпуска СБО «Северная» (август 2009 г.) и смежной с ним акватории (июнь 2010 г.) численность зоопланктона была самой низкой;

– на СБО «Южная» самая низкая численность зоопланктона была на смежной с выпуском акватории (август 2009), а также в районе выпуска и смежном с ним участке (июнь 2010), самая высокая численность зоопланктона на СБО «Северная» (август 2009 и июнь 2010) была на прилегающей к смежной акватории, а на СБО «Южная» – в районе выпуска (июнь 2009) и на удалении (июнь 2010 г.)

Таким образом, как в осенний (2008 г.), так и в летний (2009 г., 2010 г.) сезоны четкой тенденции в развитии зоопланктона на СБО «Северная» и «Южная» не обнаружено. Такая ситуация, с одной стороны, может быть связана с наличием в местах их расположения еще значительного количества других источников загрязнения (Деволановский, Платоновский, Андрусовский, Первого и Второго заливного переулков, 10-й и 16-й станции Большого Фонтана ливневые выпуски, а Одесский порт, судоремонтный завод «Украина», ЗАО «Одесская сахарная компания», Одесская ТЭЦ, СБО «Южная» – ливнивые выпуски), что в значительной степени затрудняет вычленить влияние каждого из них, а, с другой стороны, наличие в прибрежной полосе Одесского региона сгонно-нагонных явлений (прибрежный апвеллинг) и вдольбереговой поток также могут вносить свои коррективы, сглаживая влияния выпусков (особенно СБО «Южная») на развитие зоопланктона.

Несмотря на довольно мозаичную картину развития зоопланктона летом и осенью 2008, 2009, 2010 гг. в местах функционирования СБО можно отметить следующее:

– в местах непосредственно самих выпусков, как правило (исключение СБО «Северная» летом 2010), наблюдалось низкое видовое разнообразие зоопланктона. Благодаря значительной динамике водных масс и других источников загрязнения в районах размещения СБО в местах выпусков численность зоопланктона не была однозначной, она была как самой низкой (СБО «Северная»: лето 2009, 2010 гг.; СБО «Южная»: лето 2010 г.), так и самой высокой (СБО «Северная»: лето 2009 г.; СБО «Южная»: осень 2008 г.). При наличии высокой численности значительное развитие имели *N. scintillans* и *P. polyphemoides*, что показывает на повышенную эвтрофность вод по показателям зоопланктона;

– в смежных акваториях, на расстоянии 300, 800, 1500 м, как и в местах самих выпусков, отмечались как самые высокие (СБО «Северная»: осень 2008), так и самые низкие (СБО «Южная»: лето 2009 и 2010 гг.) показатели численности зоопланктона. При наличии высокой численности, по аналогии с выпусками, значительное развитие имели виды – индикаторы эвтрофности.

Соответственно влияние выпусков сточных вод имеет не точечный, а локальный характер по причине высокой подвижности водных масс.

Глава 3. МЕЙОБЕНТОС

В главе рассматривается зависимость количественных показателей таксономических групп мейобентоса от различных абиотических факторов.

3.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЙОБЕНТОСА

Формирование количественных характеристик мейобентоса под влиянием эдафического фактора

Эдафические (от греч. эдафос – почва, грунт) факторы – это условия, складывающиеся в донных осадках различного механического (гранулометрического) состава и которые играют важное значение в жизни мейобентоса. Грунты несхожего механического состава обладают различным содержанием влаги, аэрацией, плотностью, содержанием органических и биогенных веществ, микроэлементов. Размер, форма и состав частиц осадка взаимодействуют через водопоток с физическим и химическим режимом осадка, воздействием течений и волн, а также общим геологическим строением. В этой сети абиотических факторов, оценка влияния на среду обитания мейобентоса, характер гранулометрического состава играет доминирующую роль и может служить интегрированным ключевым фактором, характеризующим среду обитания мейобентоса (Gier, 2009).

В связи с этим каждый тип грунта определяет формирование видового богатства организмов, обладает различными величинами численности и биомассы мейофауны. Между эдафическими и климатическими факторами прослеживается взаимосвязь. Климатические факторы в значительной мере определяют накопление органического вещества в донных осадках. Хорошо известно, что мейофауна получает развитие не только на рыхлых, но и на твердых субстратах. В экологии, как известно, грунтом принято называть ту часть земной коры, которая занята растениями. В этом контексте к грунту относятся одновременно и скалы, покрытые бактериальной пленкой и одноклеточными водорослями, илы бентали различных водоемов. Необходимо отметить, что эдафический фактор в отличие от остальных абиотических факторов имеет своеобразный характер. Во-первых, донные осадки одновременно служат средой обитания как для мейофауны, так и для низших водорослей и микроорганизмов. Во-вторых, грунт представляет собой продукт динамического взаимодействия между породой, которая образует грунт, климатическими воздействиями и органическим миром. Организмы, обитающие на поверхности грунта и внутри него, образуют свою среду обитания совместно с различными абиотическими факторами. Таким образом, структура грунта зависит не только от физико-механического и физико-

химического состава, а и от процессов жизнедеятельности живых организмов. Качественные характеристики грунтов весьма изменчивы в пространственном отношении.

Среди многообразных физико-химических свойств грунта для формирования видового разнообразия мейобентосного сообщества организмов и его количественных показателей наибольшее экологическое значение имеет характер его механического или гранулометрического состава. Он определяется как размерами твердых частиц, так и плотностью их прилегания друг к другу. Современные осадки материковой отмели Черного моря весьма разнообразны, что особенно характерно для его северо-западной части. Хорошо известно, что мейобентос активно заселяет все типы субстрата, но при этом его качественные и количественные характеристики весьма отличаются. Большая часть его представителей может не обладать способностью выбирать лишь один тип субстрата, но может отдавать явное предпочтение одному из них, где образуются их наиболее плотные скопления. Мейофауна присутствует во всех типах морских осадков и даже на нижней поверхности морского льда, где ее численность может достигать 60 тыс. экз. · $м^{-2}$ (Carey, Montagna, 1982). Различают каменистые, песчаные, илистые, илисто-песчаные и другие типы грунтов. Обладая свойствами опорного экологического компонента, они одновременно могут выполнять функцию питательной среды для многих представителей донной фауны. Бентические организмы, обитающие на дне водоемов, адаптированы к соответствующему субстрату, который во многом определяет их структуру и количественные показатели.

По степени приуроченности мейобентонтов к определенному субстрату различают литофилов, псаммофилов, пелофилов и пр. Для многих видов мейобентоса макрофиты также представляют весьма благоприятный вид субстрата.

Как известно, основным источником органики является автохтонное живое вещество, преобладающая роль в котором принадлежит планктонным организмам. По сравнению со многими другими морями черноморские осадки оказались наиболее обогащенными органическим веществом. Физические и химические свойства донных отложений могут существенно трансформироваться в результате жизнедеятельности бентических организмов, количество и видовой состав которых меняется в зависимости от типа грунта, гидрохимических факторов и уровня загрязнения водной среды.

Обилие организмов различных таксонов мейобентоса в том или ином биотопе определяется наличием достаточного количества доступной для него пищи и соответственно этому – более активным заселением различных типов

грунтов. На песках и ракушечниках преобладают хищники, на илах – грунтоеды и детритоеды. Распределение качественного состава и количественных показателей мейобентоса значительно варьирует в разных биотопах (Киселева, 1981).

Каждый организм для своего существования нуждается в определенной комбинации внешних условий, как физико-химических, так и биологических, т. е. он привязан к определенному биотопу. Между организмами и окружающей их средой существуют тесные взаимоотношения, взаимозависимости и взаимовлияния.

Общепризнано, что свойства грунта играют выдающуюся роль, определяющую распространение того или иного типа биоценозов и слагающих их видов. Органические осадки служат не только субстратом, но и источником пищи для животных, питающихся в верхнем слое или на поверхности грунта. На тех участках дна, где процесс накопления органических осадков преобладает над процессами их размыва, большая часть биомассы (часто весьма высокой) составлена видами, получающими пищу из толщи или поверхности грунта. Такие виды в большинстве принадлежат к инфауне, т.е. населению толщи грунта. Там, где накопление органических осадков не происходит, доступное для донных животных органическое вещество находится в придонном слое. Преимущественное развитие в соответствующих биоценозах получают виды, активно улавливающие или седиментирующие частицы придонной взвеси. Эти виды в большинстве принадлежат эпифауне, т.е населению поверхности грунта. Высокая биомасса эпифауны приурочена к участкам с жестким грунтом и сильными течениями, что определяется характером рельефа. Высокая биомасса инфауны приурочена к местам со слабыми течениями и развитой толщей органических осадков.

Эдафический фактор изменчив в пространстве. Даже в условиях одной зоны встречается мозаичное разнообразие грунтов или т.н. эдафотопов (Кучерявый, 2000). Анализ полученных материалов за многолетний период позволил получить данные об особенностях формирования таксономического разнообразия и количественных характеристик как мейобентоса в целом, так и его отдельных таксонов различных биотопов. Установлено, что в ОМР в зависимости от типа грунта варьировало число присутствующих в мейобентосе крупных таксонов. Общая численность также значительно колебалась в зависимости от данного фактора. Так ее минимальный средний показатель составлял 77860,7 ± 25613 экз. · $м^{-2}$ (ракуша), максимальный средний показатель – 341782 ± 33101,1 экз. · $м^{-2}$ (ил) (рис. 3.1.1).

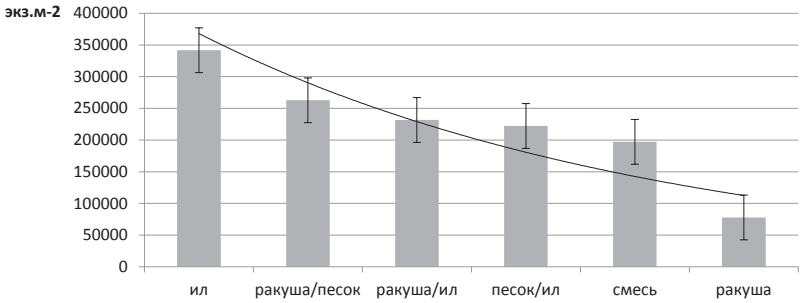


Рис. 3.1.1. Средний показатель общей численности мейобентоса (экз. · м$^{-2}$) на различном типе субстрата

Как видно на представленном рисунке, на иле с примесью ракуши и заиленном песке общая численность мейобентоса практически одинакова.

Определение значений нематодно-копеподного отношения, а также общей численности мейобентоса к его общей биомассе позволяет говорить о неоднородности качества морской среды в бентали с различным типом грунта (рис. 3.1.2, 3.1.3). По этим двум рисункам можно сделать предположение о том, что наибольшее количество органического вещества накапливается в придонных слоях илов и именно здесь получают развитие мелкоразмерные, короткоцикличные представители мейобентоса. По мере укрупнения фракций грунта экологическая ситуация окружающей среды становится более благоприятной и развитие получают ракообразные, полихеты и молодь моллюсков. Мейобентос становится более ценным в кормовом отношении для молоди рыб и некоторых представителей макрозообентоса.

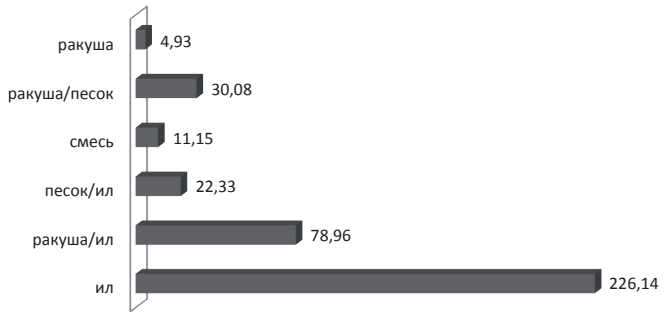


Рис. 3.1.2. Индекс нематодно-копеподного отношения для различного типа грунтов

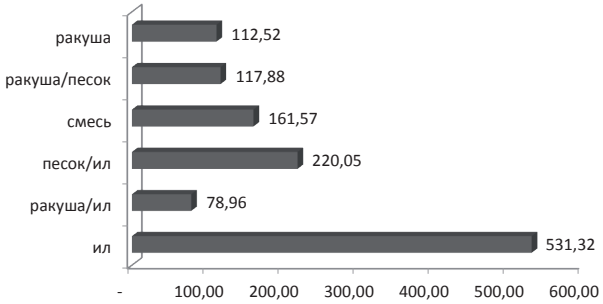


Рис. 3.1.3. Индекс отношения общей численности мейобентоса к его общей биомассе

Для илистого грунта характерны все крупные таксоны, встречающиеся в северо-западной части Черного моря. Здесь общая численность мейобентоса обычно формируется за счет представителей постоянного компонента (эвмейобентос), который в среднем составлял 97 % со средней плотностью поселений 330070 ± 323683,9 экз. · м$^{-2}$. Плотность поселений псевдомейобентоса составляла в среднем 11705 ± 1337,8 экз. · м$^{-2}$.

В Одесском морском регионе в период исследований доминирующей группой выступали нематоды, обладая 100 %-ной встречаемостью. Их доля в общей численности мейобентоса составляла в среднем 51 %, средняя плотность поселений – 227810 ± 22185,5 экз. · м$^{-2}$. На некоторых участках они образовывали значительные скопления – 1125000 и 1870000 экз. · м$^{-2}$. Субдоминантная группа по плотности поселений – фораминиферы (38 % от общего количества организмов). Их встречаемость в пробах за десятилетний период составила 69,5 %. Для илистого грунта характерна по сравнению с остальными максимальная плотность поселений во все сезоны года. Средний многолетний показатель их плотности поселений – 50731 ± 9827,5 экз м$^{-2}$. Максимум (835000 экз. · м$^{-2}$) отмечен в 2005 г. на глубине 21–25 м при солености придонной воды 17 ‰ и низком содержании растворенного кислорода (3 мг · л$^{-1}$). Ракообразные на илах представлены в основном гарпактикоидами, которые присутствовали в 81,5 % собранных проб. Их плотность поселений значительно варьировала в течение различных лет. Максимальный показатель 140500 экз. · м$^{-2}$ отмечен в летний период 2006 г. на глубине 21–25 м, при солености 17 ‰ и содержании растворенного кислорода 10 мг · л$^{-1}$. Средний многолетний показатель их плотности на

илистом грунте – 42396 ± 10418,8 экз. · м$^{-2}$. Таким образом, можно констатировать, что на рассматриваемом типе субстраты общая численность мейобентоса формируется в основном тремя группами – нематоды, фораминиферы и гарпактикоиды (рис. 3.1.4).

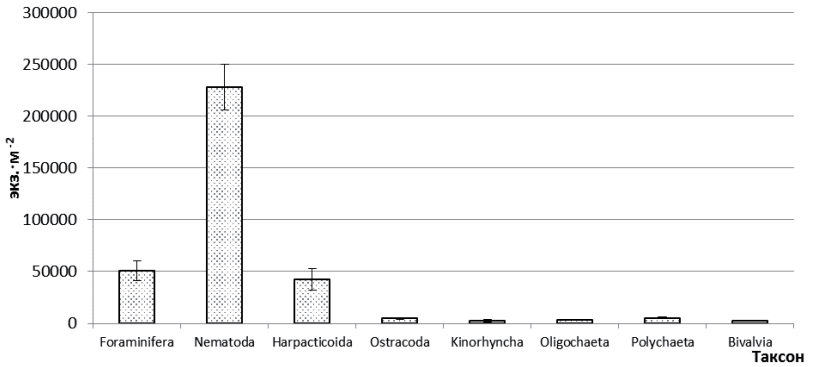


Рис. 3.1.4. Средние многолетние показатели плотности (экз. · м$^{-2}$) поселения различных таксонов на илистом грунте

На илистых грунтах на 159 станциях встречаемость киноринх составляла 22,64 %. Их плотность колебалась от 0 до 200000 экз. · м$^{-2}$, в среднем 2904 ± 1334,1 экз. · м$^{-2}$. Необходимо отметить, что на илах наибольшая плотность киноринх формируется при содержании растворенного в придонных слоях кислорода от 6,5 мг · л$^{-1}$ до 10,7 мг · л$^{-1}$. При наших исследованиях их максимум был приурочен к участку бентали с количеством растворенного в воде кислорода 10,1 мг · л$^{-1}$.

Морские клещи на илистых грунтах практически отсутствовали, за весь период исследований они были обнаружены лишь на трех станциях. На одной из них они присутствовали единичными экземплярами. Лишь на глубине 10–11 м (две станции) их численность составляла 2500 экз. · м$^{-2}$.

На илах мейобентос на 97 % состоит из его постоянного компонента. Псевдомейобентос обычно представлен незначительным количеством (в среднем 3 % от общей численности). Плотность поселений моллюсков составляла в среднем 2529 ± 461,5 экз. · м$^{-2}$ и значительно варьировала (максимальный показатель 42000 экз. · м$^{-2}$) в зависимости от глубины и сезона года.

В период массового оседания для личинок и молоди двустворчатых моллюсков характерна мозаичность в распределении их количественных показателей. Большое значение имеют величина частиц и промежутков между

ними в донных осадках (Wilson, 1978, 1991), структура контура поверхности субстрата, а также его освещенность (Thorson, 1964, Киселева, 1967 и др.). Кроме того, большое значение при выборе подходящего субстрата для оседания личинок имеют его химические свойства (Scheltema, 1965). Активное оседание личинок и успешное завершение (окончание) метаморфоза делает возможным пополнение и восстановление донных сообществ. При отсутствии нужного субстрата метаморфоз у личинок может задерживаться. Так, например, у личинок *Mytilus edulis* — на 40 дней при температуре 10 ˚С (цит. по В. И. Касьянову, 1984). Особенно сильно эта способность развита у личинок с четко выраженной избирательностью субстрата у их взрослых родительских форм, которые чаще всего обитают в узко прибрежных зонах. Для них физические свойства субстрата играют решающую роль. Для иных видов физические свойства субстрата являются второстепенными, но в комплексе с другими факторами, влияющими на метаморфоз, они могут способствовать выбору личинками благоприятного субстрата (Киселева, 1967). В большинстве случаев на выбор субстрата большое влияние оказывают его химические свойства неорганического и органического происхождения. К числу последних среди прочих относятся: бактериально-водорослевая пленка, метаболиты, выделяемые водорослями, а также метаболиты, выделяемые в результате жизнедеятельности специфических микроорганизмов (Хайлов и др., 2009). В зонах повышенной эвтрофикации с характерным для них периодическим формированием обширных зон гипоксии возможность успешного развития личинок от стадии великонхов до размерной категории, позволяющей им перейти в категорию макрозообентоса, резко сокращается. Даже при благополучном температурном режиме и качестве субстрата осевшие на дно личинки в массе погибают из-за дефицита кислорода. Отбор проб на илах в Одесском морском регионе проводился на глубине более 10 м и, в большинстве случаев, на глубине более 16–20 м, где в летний и осенний периоды не редки заморные явления. На представленном графике видно, что максимальный показатель индекса отношения общей численности к общей биомассе относится к илистому грунту (рис. 3.1.3), как указывалось выше, может свидетельствовать о неблагоприятном экологическом режиме у дна и массовом развитии мелкоразмерных, короткоцикличных представителей мейобентоса. Мейобентос здесь состоит из нематодно-фораминиферного комплекса организмов, доля которого составляет в среднем 89 % от общей численности мейобентоса.

Для заиленной ракуши ОМР характерны все крупные таксоны мейобентоса, встречающиеся в северо-западной части Черного моря. Здесь общая численность его формируется за счет представителей постоянного

компонента (эвмейобентос) со средней плотностью поселений 205529 ± 35796,6 экз. · м$^{-2}$. Плотность поселений псевдомейобентоса составляла в среднем 26133 ± 9489,4 экз. · м$^{-2}$.

В период исследований доминирующей группой выступали нематоды, обладающие 100 %-ной встречаемостью. Их доля в общей численности мейобентоса составляла в среднем 59 %, средняя плотность поселений – 135795 ± 29565,0 экз. · м$^{-2}$. На некоторых участках они образовывали значительные скопления – 875000 экз. · м$^{-2}$. Субдоминантные группы по плотности поселений – гарпактикоиды (18 % от общей численности) и фораминиферы (рис. 3.1.5), составляющие в среднем 10 % от общей численности мейобентоса со средней плотностью поселений 23334 ± 10601,9 экз. · м$^{-2}$. Необходимо отметить значительно более низкую встречаемость фораминифер, чем на илистом грунте, где она составила около 35 %. Максимальные скопления отмечались весной 2005 г. и летом 2006 г. на глубине от 16 до 20 м.

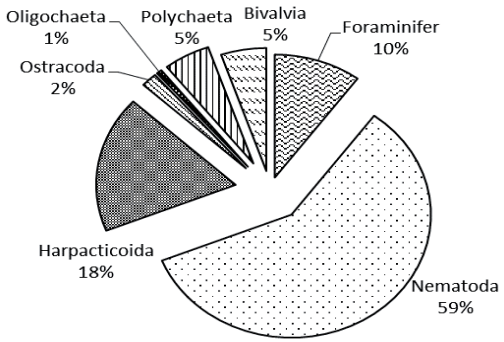


Рис. 3.1.5. Доля (%) различных таксонов мейобентоса в общей численности на заиленной ракуше

Галакариды на данном субстрате обнаружены лишь однажды, а турбеллярии – в четырех случаях с очень низкой численностью. Киноринхи присутствовали в пробах в основном в 2006 г. с плотностью поселений 6000–8000 экз. · м$^{-2}$.

Доля молоди двустворчатых моллюсков на заиленной ракуше составляла в среднем 5 % от общей численности организмов, что выше, чем на илах. Средний многолетний показатель плотности поселений составил 12145 ± 6867,0 экз. · м$^{-2}$.

Максимальный зарегистрированный показатель численности бивальвий 286000 экз. · м$^{-2}$ (2006 г., глубина 11–15 м). Летом 2013 г. максимальный показатель их численности достигали 42000 экз. · м$^{-2}$ (рис. 3.1.6).

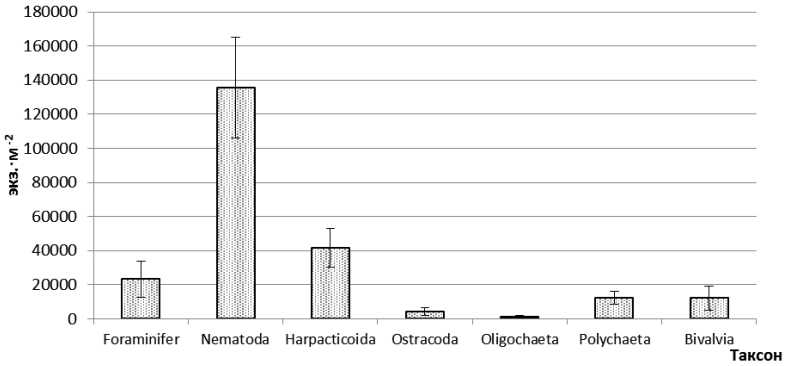


Рис. 3.1.6. Средние многолетние показатели (экз. · м$^{-2}$) численности основных групп мейобентоса на заиленной ракуше

Средние многолетние показатели общей численности мейобентоса на грунте песок/ракуша не только не уступают ей на заиленной ракуше и заиленном песке, но и превосходят ее. Мейобентос обладает значительным разнообразием, здесь обитают 12 представителей его крупных таксонов. Эвмейобентосу принадлежат 88 % общей численности мейобентоса, которая формировалась в основном за счет нематод (48 %), гарпактикоид (31 %) и, в незначительной степени, фораминифер (6 %). Данный тип донного субстрата в районе наших исследований располагался на небольшой глубине (7–11, максимум 14 м). Этот биотоп характерен хорошим прогревом придонных слоев воды в летний период (до 14–22 ºС), соленостью 15–16,5 ‰ и содержанием растворенного в придонных слоях кислорода 7–11 мг · л$^{-1}$. Такие условия окружающей среды и обусловили присутствие в мейобентосе значительного количества ракообразных (рис. 3.1.7). Средние многолетние показатели численности гарпактикоид составляли 56406 ± 18344,6 экз.· м$^{-2}$ (максимум 749000 экз. · м$^{-2}$), остракод – 6394,7 ± 2119,0 экз. · м$^{-2}$ (максимум 70000,2 экз. · м$^{-2}$).

Общая численность мейобентоса в течение многолетних исследований колебалась в широких пределах как от года к году, так и в различные сезоны года (600–1173500 экз. · м$^{-2}$). Максимальный показатель зафиксирован летом 2006 г. на глубине 11–15 м.

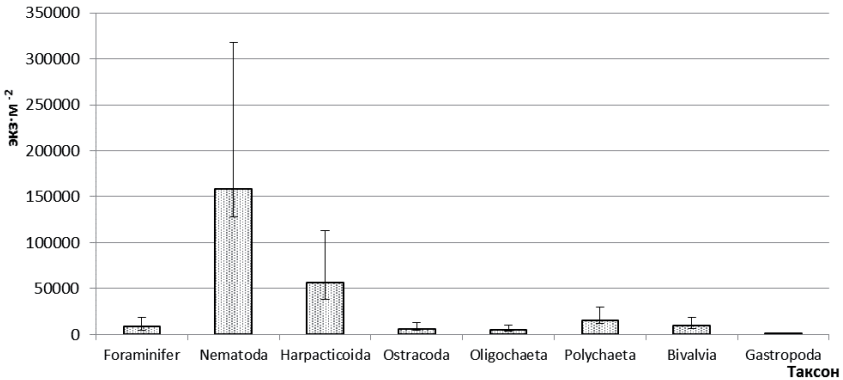


Рис. 3.1.7. Средние многолетние показатели численности (экз. · м$^{-2}$) основных групп мейобентоса на песчаной ракуше

В среднем за многолетний период общая численность мейобентоса составляла 262744 ± 45302,0 экз. · м$^{-2}$, на долю эвмейобентоса приходилось в среднем 30866 ± 5384,3 экз. · м$^{-2}$ (максимальный показатель 150000 экз. · м$^{-2}$).

Особенность данного биотопа – наличие в мейобентосе (12 % от общей численности) представителей его временного компонента. Только на данный субстрат оседали личинки брюхоногих моллюсков. Их молодь составляла в среднем 4 % от общей численности псевдомейобентоса со средним показателем плотности поселений 1101 ± 313,4 экз. · м$^{-2}$ (максимальный показатель – 10000 экз. · м$^{-2}$). Основную плотность псевдомейобентоса формировали полихеты (49 % от общего количества псевдомейобентоса) и молодь двустворчатых моллюсков 30 % (15031 ± 2564,9 экз. · м$^{-2}$ и 9376 ± 2605,4 экз. · м$^{-2}$ соответственно). Общая численность представителей псевдомейобентоса составляла в среднем 30866 ± 5384,3 экз. · м$^{-2}$ с максимумом 150000 экз. · м$^{-2}$ в летний период 2010 г., который формировали олигохеты и полихеты. Такие же максимальные показатели были характерны и для лета 2006 г. – 146000 экз. · м$^{-2}$.

Из всех рассмотренных типов субстрата ракуша характеризуется наименьшим средним многолетним показателем общей численности мейобентоса. Кроме того, здесь обнаружено лишь восемь групп мейобентоса: фораминиферы, нематоды, гарпактикоиды, остракоды, турбеллярии, олигохеты, полихеты и молодь двустворчатых моллюсков, из которых турбеллярии отмечены однажды летом 2005 г. На ракуше, в отличие от всех остальных субстратов, доля псевдомейобентоса высока и достигает в среднем 20 % от общего количества организмов, на долю полихет приходилось 10 %,

на молодь двустворчатых моллюсков – 8 %. Средний показатель плотности поселений псевдомейобентоса – 15815 ± 9574,6 экз. · м$^{-2}$. В эвмейобентосе, как и во всех остальных случаях, доминируют нематоды, составляя 59 % от общей численности мейобентоса, его средний многолетний показатель составил 62045 ± 20398,8 экз. · м$^{-2}$ (рис. 3.1.8). Общая численность мейобентоса варьировала в очень широких пределах в зависимости от наличия в биотопе среди пустых створок живых мидий и в среднем составляла 77861 ± 25613,2 экз. · м$^{-2}$.· По плотности поселений субдоминантной группой выступали гарпатикоиды со средней численностью 13234 ± 4607,5 экз. · м$^{-2}$. Их доля в общей численности мейобентоса составляла 17 %.

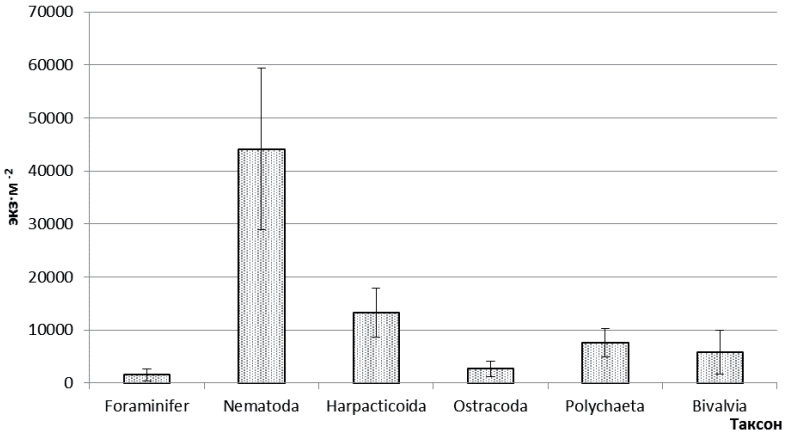


Рис. 3.1.8. Средние многолетний показатели (экз. · м$^{-2}$)·численности различных таксонов на ракушечном субстрате

Необходимо отметить, что на данном типе грунта фораминиферы присутствовали в основном в 2005 г. летом, в остальные годы они встречались здесь редко. В среднем их доля в общей численности мейобентоса составляла 2 %.

Все представители мейобентосного сообщества организмов в той или иной степени являются пищевыми объектами для молоди рыб и некоторых представителей бентосной макрофауны (Воробьева,1999; Мокиевский 2009). Наиболее ценны в калорийном отношении ракообразные, олигохеты, полихеты и молодь моллюсков. Многолетние исследования в Одесском морском регионе позволяют сделать вывод, что по своим качествам кормовая база неоднородна на разных типах грунта и она наиболее ценна на песке с илом, ракуше, песке с ракушей. Здесь доля ракообразных и псевдомейобентоса в сумме составляет 36–41 % от общей численности организмов (рис 3.1.9).

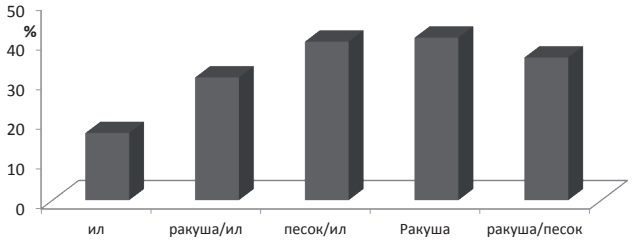


Рис. 3.1.9. Сумма долей (%) ракообразных и псевдомейобентоса в общей численности мейобентоса

При благоприятных условиях для прохождения стадий метаморфоза численность и биомасса молоди моллюсков и полихет могут играть существенную роль в формировании общих для всего мейобентосного сообщества показателей плотности и биомассы. В кризисных для морского бентоса ситуациях (высокая антропогенная нагрузка, дефицит кислорода в придонных слоях воды, низкая соленость и пр.) их доля в общих показателях резко снижается даже в периоды благоприятных сезонных сроков для массового оседания личинок донных беспозвоночных из пелагиали в бенталь.

На представленном ниже рисунке (рис. 3.1.10) видно, что формирование общей численности псевдомейобентоса (олигохет, полихет, молоди моллюсков) в значительной мере зависит от типа субстрата.

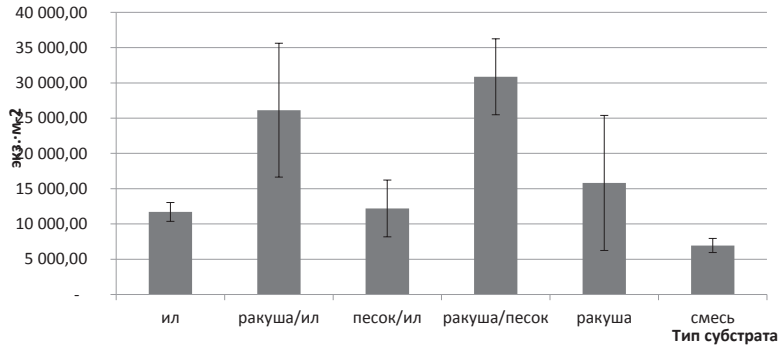


Рис. 3.1.10. Показатели средней численности псевдомейобентоса (экз. · м$^{-2}$) на различном типе субстрата

Кроме того, анализ показателей динамики оседания и выживания молоди моллюсков и полихет может использоваться, в частности, как для прогнозирования формирования на будущее макрозообентосного сообщества, так и в общем для кормовой базы бентосоядных рыб.

Распределение мейобентоса в ОМР в зависимости от глубины

В работах многих авторов (McIntyre, Murison, 1973; Thiel, 1971; Гальцова, Владимиров, 1988 и др.) подтверждается существование прямых или косвенных связей численности мейобентоса в зависимости от глубины водоема. В частности, В. В. Гальцовой установлено, что с глубиной закономерно уменьшается плотность поселений нематод и гарпактикоид (Гальцова, 1976). Вместе с тем, как указывает автор, отсутствие в большинстве случаев связи между количественным распределением животных и глубиной может обусловливаться тем, что последняя представляет собой интегральный параметр (Мокиевский, 2009), что немаловажно для северо-западной части Черного моря с ее разнородными и динамичными условиями абиотических факторов.

Анализ распределения общей численности и биомассы мейобентоса на различной глубине с илистым грунтом (157 станций) в северо-западной части Черного моря показал, что оно очень неоднородно. Весной их средние показатели нарастают по мере увеличения глубины. Так, на максимальной глубине отбора проб они в 2 раза выше, чем на мелководье. Наиболее четко эта тенденция прослеживается у фораминифера и нематод. Увеличение плотности гарпактикоид наблюдается обычно на глубине более 15 м (Воробьева, 1999)

Исследования, проведенные по изучению распределения плотности поселений различных таксонов мейобентоса, их общей численности и биомассы в акватории Одесского морского региона показали, что на всех рассматриваемых диапазонах глубин в том или ином количестве отмечены все характерные для этого района крупные таксоны мейобентоса. Как видно из представленного рисунка (рис. 3.1.11), среднемноголетние показатели общей численности мейобентоса максимальны для диапазона глубин от 16 до 20 м, минимальные – для мелководья (5–10 м), где средний показатель общей численности составлял 208409 ± 20933 экз. · м$^{-2}$.

Практически повсеместно обитали также гарпактикоиды – 30 % от общей численности мейобентоса (субдоминантная по численности группа), их плотность поселений составляла в среднем 61981 ± 9429,3 экз. · м$^{-2}$. Из представителей эвмейобентоса по плотности поселений необходимо отметить также фораминифер, роль которых относительно высока. Их максимальный

показатель плотности – 728000 экз. · м$^{-2}$, средний многолетний 35104 ± 7454,1 экз. · м $^{-2}$.

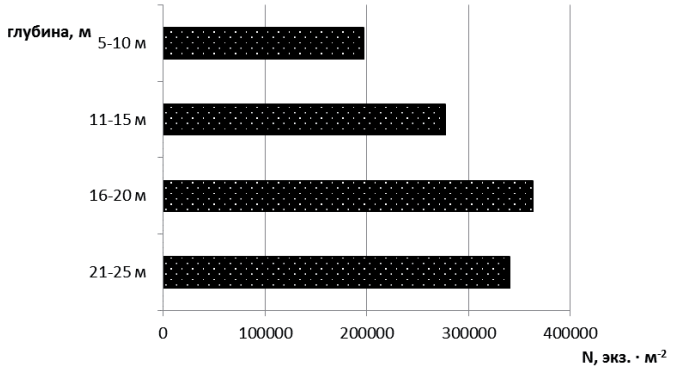


Рис. 3.1.11. Распределение общей численности (экз. · м$^{-2}$) мейобентоса на разных глубинах

На глубине 5–10 м преобладали следующие типы субстратов: ракуша, песок с ракушей, реже – ил и заиленная ракуша, мидии. Формирование общей численности обеспечивалось развитием его постоянного компонента (94 % от общего количества). Доминировали нематоды, составляя 45 % от общего количества организмов (рис 3.1.12), их максимальная плотность поселений достигала 747500 экз. · м$^{-2}$, средний многолетний показатель – 94582 ± 10870 экз. · м$^{-2}$.

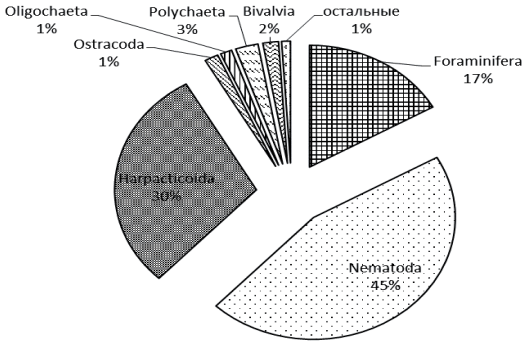


Рис. 3.1.12. Доля (%) основных групп в общей численности мейобентоса на глубине 5–10 м

Если на глубине 5–10 м основную часть общей численности составляют нематоды и гарпактикоиды, а весь эвмейобентос – 94 %, то формирование общей биомассы здесь идет как за счет эвмейобентоса (62 %), так и за счет временного компонента (38 %). Биомассу постоянного компонента формируют в основном гарпактикоиды, а временного компонента полихеты и олигохеты (рис. 3.1.13.)

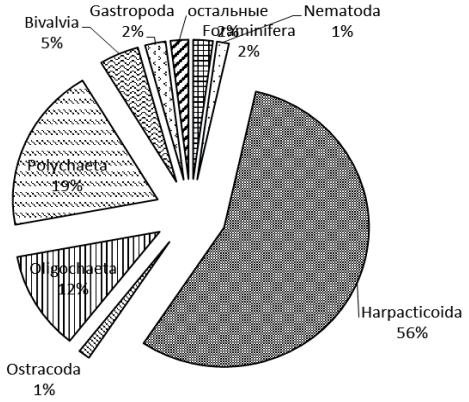


Рис. 3.1.13. Доля основных компонентов мейобентоса в общей биомассе (мг · м$^{-2}$) на глубине 5–10 м

Общая биомасса мейобентоса на данной глубине в среднем за десятилетие составила 1665 ± 196,4 мг · м$^{-2}$. Среднемноголетний показатель биомассы эвмейобентоса 1039 ± 153,8 мг · м$^{-2}$ (максимум был летом 2011 г. – 12022,5 мг · м$^{-2}$), псевдомейобентоса – 632 ± 88,0 мг · м$^{-2}$ (максимум отмечен летом 2010 г. – 8625 мг · м$^{-2}$).

По мере нарастания глубины (11–15 м) тип субстрата изменялся в сторону увеличения станций с илистыми грунтами. Лишь треть проб собрано с заиленной ракуши и с заиленного песка с ракушей. Количество мейобентонтов увеличивается почти на треть. Средний многолетний показатель общей численности составлял 298139 ± 52869,6 экз. · м$^{-2}$. Максимальные скопления организмов были отмечены в 2008 г на илистой ракуше (1096660 экз. · м$^{-2}$) и на песке с ракушей (2424000 экз. · м$^{-2}$).

В 2010 г., который характеризовался необычно высокими температурами в летний период, общая численность мейобентоса на рассматриваемой глубине была высокой – от 370000 до 562000 экз. · м$^{-2}$. Плотность поселений представителей эвмейобентоса составляла здесь в среднем 27711 ± 5050,9 экз. · м$^{-2}$, максимальный показатель –

3772000 экз. · м$^{-2}$ отмечен летом 2008 г на илистом грунте. Плотность поселений псевдомейобентоса составляла в среднем 21088 ± 5058,3 экз. · м$^{-2}$ – 7 % от общего количества мейобентонтов. Как и на меньшей глубине эвмейобентос формировали четыре группы: фораминиферы, нематоды, гарпактикоиды и остракоды. Остальные представители крупных таксонов присутствовали в пробах в различные годы в малых количествах. Как исключение можно привести относительно высокую плотность поселений галакарид в 2006 г. (5000–65000 экз. · м$^{-2}$), при солености придонных слоев воды 16–17 ‰ и на одной станции в 2015 г. (2000 экз. · м$^{-2}$) при солености 15–16 ‰.

Как видно из приведенного (рис. 3.1.14), по плотности поселений доминировали нематоды, субдоминантные группы – гарпактикоиды и фораминиферы. Эти три группы в сумме составляли 90 % от общей численности мейобентосного сообщества организмов, которую именно они и формировали.

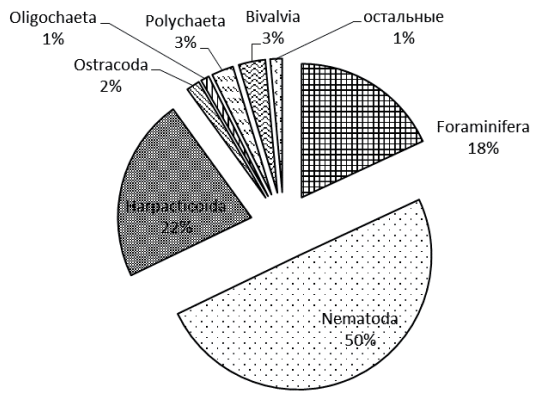


Рис. 3.1.14. Доля (%) основных групп в общей численности (экз. · м$^{-2}$) мейобентоса на глубине 11–16 м

Нематоды в данном диапазоне глубин в течение всех лет исследований обладали 100 %-ной встречаемостью. Показатель их средней многолетней численности составил 148311 ± 26060,5 экз. · м$^{-2}$, максимальные показатели (1550000 экз. · м$^{-2}$ и 1870000 экз. · м$^{-2}$) были отмечены в 2006 и 2008 гг. соответственно. В среднем доля нематод в общей численности мейобентоса на рассматриваемой глубине увеличилась на 7 %, что определялось наличием смены доминирующего типа грунта. Плотность поселений фораминифер по той же причине увеличивалась в среднем до 53872 ± 11434,5 экз. · м$^{-2}$, их доля

в общей численности мейобентоса составляла в среднем 18 %. Максимальные показатели были отмечены в летний период 2006 и 2008 гг. Гарпактикоиды в период исследований были характерны для 88 % станций. Средний многолетний показатель плотности их поселений – 65999 ± 23777,8 экз. · м$^{-2}$, что практически идентично их средней численности на меньшей глубине. Однако их доля в общей численности снизилась по сравнению с глубиной 5–10 м с 30 % до 22 %.

Биомассу постоянного компонента формируют в основном гарпактикоиды, доля которых в ней достаточно высока – в среднем – 49 %. Доля нематод, фораминифер и остракод составляла лишь по 2 % от общего количества организмов, первых двух – в виду их низкой массы тела, третьих – за счет их низкой плотности поселений на рассматриваемой глубине. Представители временного компонента играют на данной глубине значительную роль (рис. 3.1.15).

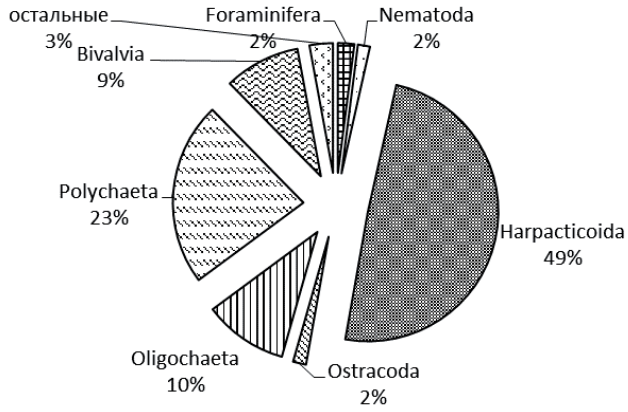


Рис. 3.1.15. Доля (%) основных групп в общей биомассе (мг · м$^{-2}$) мейобентоса в ОМР на глубине 11–16 м

Общая биомасса мейобентоса на данной глубине в среднем за десятилетие составила 2032 ± 481,1 мг · м$^{-2}$. Средний многолетний показатель биомассы эвмейобентоса 1080 ± 3327,1 мг · м$^{-2}$ (максимум отмечен летом 2011 г. – 12022 мг · м$^{-2}$), Псевдомейобентоса – 894 ± 167,3 мг · м$^{-2}$, максимум отмечен летом 2006 года – 10880 мг · м$^{-2}$ за счет большого скопления полихет и молоди двустворчатых моллюсков. Такие же средние многолетние максимальные показатели плотности поселений полихет и двустворчатых моллюсков отмечены осенью 2008 г. – 1576 мг · м$^{-2}$ (практически вся биомасса

псевдомейобентоса была сформирована за счет полихет), а также осенью 2012 г. – 5760,1 мг · м$^{-2}$ (полихеты и бивальвии).

На глубине 16–20 м преобладали илистые грунты, лишь в некоторых случаях с добавлением ракуши. Температура придонных слоев воды в зимний период составляла 8–9º С, летом – до 11 ºС. Соленость колебалась в пределах 15–17 ‰, кислородный режим был удовлетворительным, лишь летом 2005 г. содержание растворенного в придонных слоях кислорода на многих участках составляло 3 мг · л$^{-1}$. Формирование общей численности обеспечивалось развитием постоянного компонента (97 % от общего количества организмов) и, в основном, за счет четырех групп: фораминиферы, нематоды, гарпактикоиды и олигохеты. Доминировали нематоды, составляя 55 % общей численности мейобентоса (рис 3.1.16), их максимальная плотность поселений достигала 1185001 экз. · м$^{-2}$, среднемноголетний показатель – 205915 ± 22518,0 экз. · м$^{-2}$. Субдоминантная группа по плотности поселений – фораминиферы (в среднем 36 % от общей численности) с максимальными показателями, которые были зафиксированы летом 2010 г. (230000, 747500 и 822500 экз. · м$^{-2}$).

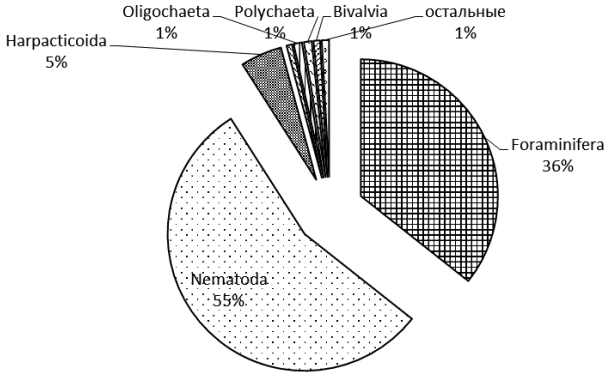


Рис. 3.1.16. Доля (%) основных групп мейобентоса в общей численности мейобентоса (экз. · м$^{-2}$) на глубине 16–20 м

Летом 2013 г. максимальный показатель плотности поселений фораминифер достигал 588000 экз. · м$^{-2}$. Гарпактикоиды существенной роли в формировании общей численности мейобентоса не играли, их доля – 5 %, среднемноголетний показатель плотности 18108 ± 2582,8 экз. · м$^{-2}$.

Псевдомейобентос, состоящий в сообществе мейобентоса из олигохет, полихет и молоди бивальвий, составлял в сумме 3 % от общей численности. Молодь брюхоногих моллюсков зарегистрирована в основном летом и осенью 2012–2013 гг. с низкой плотностью (в среднем 296 ± 158,2 экз. · м$^{-2}$). Общая численность псевдомейобентоса варьировала в широких пределах, максимальные показатели были характерны для зимы 2005 г. (до 540000–665200 экз. · м$^{-2}$)

На рассматриваемой глубине в общей биомассе доминировали гарпактикоиды, олигохеты и полихеты (рис. 3.1.17). В общем псевдомейобентос составлял здесь в среднем 51 % от общей биомассы всего мейобентоса.

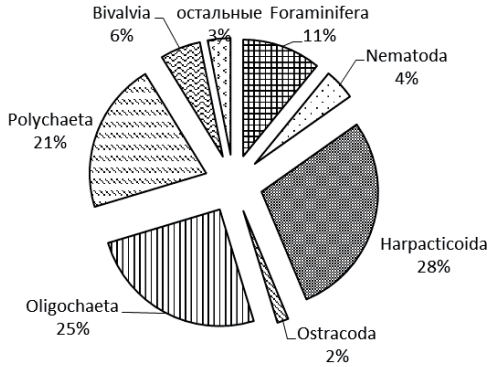


Рис. 3.1.17. Доля (%) основных групп мейобентоса в общей биомассе мейобентоса (мг · м$^{-2}$) на глубине 16–20 м

На глубине более 20 м преобладали илистые грунты, на небольшом количестве станций с добавлением ракуши. Температура придонных слоев воды в весенний период составляла 3–4 ºС, летом – до 11 ºС. Соленость колебалась в пределах 15–18 ‰, кислородный режим в отличие от периода конца 1990-х гг.

Формирование общей численности обеспечивалось развитием постоянного компонента (98 % от общего количества организмов) и в основном за счет двух групп: фораминифер и нематод; гарпактикоид, остракод составляли 5 % и 1 % соответственно от общей численности. Доминировали нематоды, составляя 60 % общего количества организмов (рис 3.1.18), максимальная плотность поселений достигала 1547500 экз. м$^{-2}$ зимой 2005 г. средний многолетний показатель – 208949 ± 17984,0 экз. м$^{-2}$. Необходимо отметить также массовые скопления нематод (от 170000–225000 экз. м$^{-2}$ до 1112500) летом 2010 г. Субдоминантная группа по плотности поселений –

фораминиферы (в среднем 32 % общей численности) с максимальными показателями, зафиксированными летом 2010 г., когда отмечалась не ординарно высокая температура воздуха и поверхностных слоев воды в весенне-летний период. При этом мейобентос состоял на 99,3 % только из нематод и фораминифер. Средний многолетний показатель плотности поселений фораминифер – 109524 ± 12907,4 экз. · м$^{-2}$.

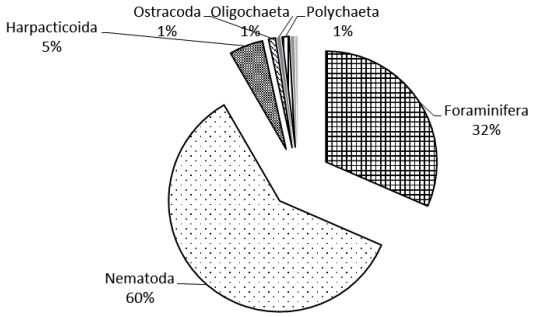


Рис. 3.1.18. Доля (%) различных групп в общей численности (экз. · м$^{-2}$) мейобентоса на глубине более 20 м

Анализ количественных показателей общей биомассы мейобентоса показал, что в данном случае преобладают показатели эвмейобентоса, доля которого в среднем составила 55 % при доминировании гарпактикоид – 32 %. Среди представителей псевдомейобентоса наибольший вклад в формирование общей биомассы мейобентоса вносили полихеты и олигохеты (рис. 3.1.19)

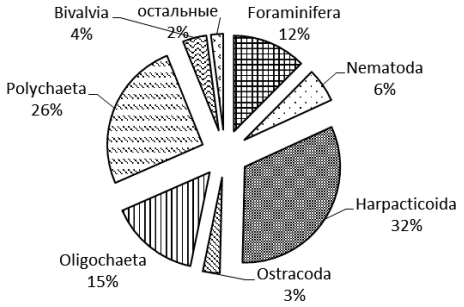


Рис. 3.1.19. Доля (%) биомассы основных групп в общей биомассе (мг · м$^{-2}$) мейобентоса на глубине 21–25 м

Таким образом, видно, что даже в таком небольшом диапазоне глубин Одесского морского региона отчетливо выражены отличия в разнообразии, количественных характеристиках и доминировании тех или иных групп в формировании общей численности и общей биомассы мейобентоса (рис 3.1.20, 3.1.21).

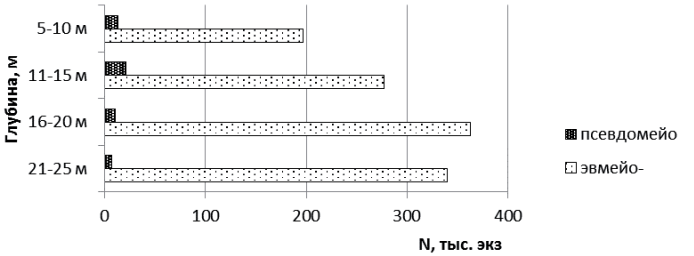


Рис. 3.1.20. Распределение общей численности (экз. · м$^{-2}$) эв- и псевдомейобентоса на различной глубине

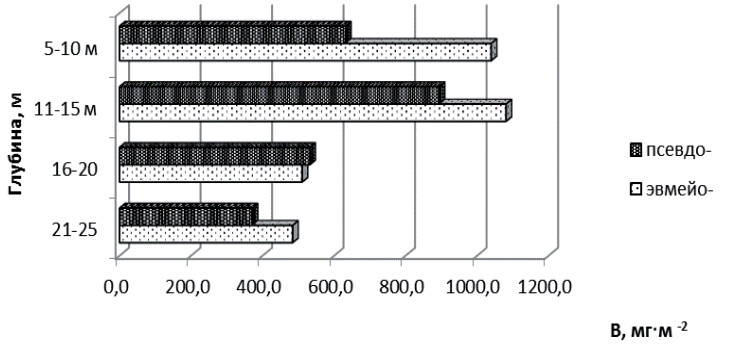


Рис 3.1.21. Распределение биомассы (мг · м$^{-2}$) эв- и псевдомейобентоса на различной глубине

Общая численность эвмейобентоса возрастает по мере увеличения глубины за счет развития мелких и короткоцикличных видов, таких как фораминиферы и нематоды, а плотность поселений представителей псевдомейобентоса снижается. Напротив, наиболее высока биомасса эвмейобентоса на глубине до 15 м, что объясняется присутствием здесь значительных скоплений ракообразных. Доля псевдомейобентоса на глубине

11–25 м составляет от 45 до 51 % от общей биомассы всего мейобентоса. Естественно, такая мозаичная картина пространственного распределения количественных показателей постоянного и временного компонентов мейобентоса зависит как от типа субстрата, гидрологического и гидрохимического режима, так и от экологического качества морской среды в бентали. Проведенный анализ соотношения суммарной плотности поселений фораминифер и нематод, а также общей численности мейобентоса показал, что даже на мелководье эти две группы (суммарно) доминируют. Необходимо отметить, что здесь средние многолетние показатели доли гарпактикоид в формировании общей численности всего мейобентоса несколько выше (29,7 %), чем у фораминифер. Роль простейших и нематод в формировании общей численности мейобентоса по мере увеличения глубины возрастает и на участках с глубиной 16–20 и более 21 метра, составляя 91,0 % и 91,6 % соответственно (рис. 3.1.22). Такие показатели свидетельствуют о высокой трофности вод экосистемы в Одесском морском регионе.

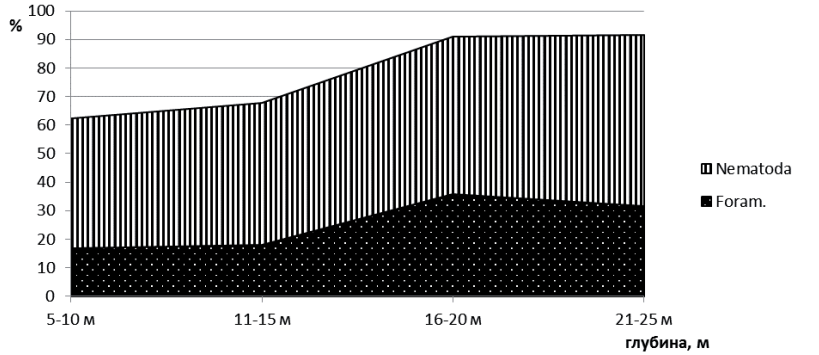


Рис. 3.1.22. Доля (%) организмов нематодно-фораминиферного комплекса организмов в общей численности (экз. · м$^{-2}$) мейобентоса на разной глубине в ОМР

Известно из многих публикаций, что последствия антропогенных воздействий на морские экосистемы наиболее четко определяются не столько химическими и физическими методами, сколько биологическими. Указывается (Брагинский, 1997) на экстремизацию, или существенное снижение основных параметров жизнедеятельности экосистемы (видового разнообразия, численности и биомассы гидробионтов, интенсивности фотосинтеза фитобиоты, первичной продукции и деструкции, их соотношение). Только биологическим методам доступна оценка последствий загрязнения по степени нарушенности водной экосистемы (Винберг, 1981).

При изучении реакции мейобентосного сообщества организмов на хронический антропогенный стресс в северо-западной части Черного моря было установлено (Воробьева, 1999), что видовое разнообразие мейобентоса на большей части акватории резко сокращается, усиливается доминирование основных групп и видов мейобентоса, возрастает общая численность мейобентоса и уменьшается его общая биомасса. Изложенный материал подтверждает, что эти закономерности, в частности, характерны и для ОМР, качество среды в котором варьирует на различной глубине. Анализ нематодно-копеподного отношения и общей численности мейобентоса к его общей биомассе также позволил сделать предположение о высокой трофности вод бентали на глубине более 10 м (рис. 3.1.23).

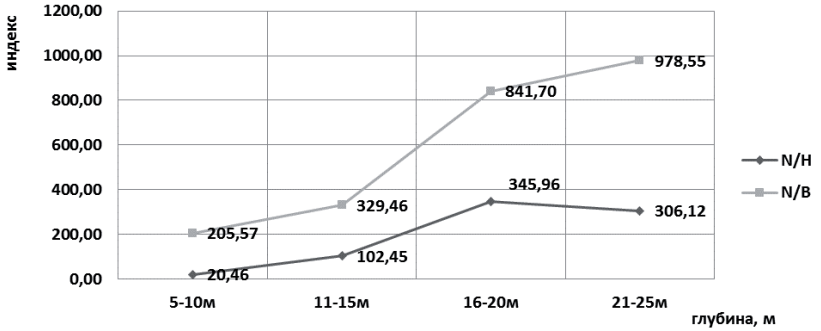


Рис 3.1.23. Индексы нематодно-копеподного соотношения и отношения общей численности мейобентоса к его общей биомассе

Из выше изложенного следует, что на небольшой для наших исследований глубине мейобентос носит нематодно-гарпактикоидный характер с примесью фораминифер, на глубине 11–15 м нематодно-фораминиферно-гарпактикоидный, а на больших глубинах – четко выраженный нематодно-фораминиферный. В последнем случае резко снижается кормовая ценность мейобентоса, а также возможность пополнения биоценозов макрозообентоса двустворчатыми моллюсками из-за низкой выживаемости их личинок и молоди в сложных экологических условиях.

Сезонная динамика количественных характеристик мейобентоса

Количественные показатели представителей мейобентосного сообщества очень динамичны на протяжении всего года. Это, безусловно, связано со многими абиотическими факторами, такими как температура и

соленость придонных слоев воды, количество растворенного в воде кислорода, скорости и направления придонных течений и пр. Сезонные флуктуации численности мейобентоса определяются также сроками размножения его представителей (как постоянного, так и временного компонентов). Необходимо учитывать, что мейобентос, являясь ценным кормовым объектом для молоди и некоторых половозрелых рыб (напр. кефалевые), может в значительной степени подвергаться выеданию ими в определенные сезоны года. Весеннее массовое развитие диатомовых водорослей служит сигналом для развития веслоногих ракообразных, за которыми следуют олигохеты, нематоды, остракоды и, наконец, турбеллярии (Gerlach, 1971). Самым сильным фактором, определяющим сезонную динамику, оказалась весенняя вспышка диатомового фитопланктона (Olafson, Elmgren, 1997). Сразу после нее суммарная плотность поселений нематод увеличивается более чем в два раза. В ОМР средние многолетние показатели суммарной плотности поселений мейобентоса значительно отличаются в различные сезоны года (рис. 3.1.24).

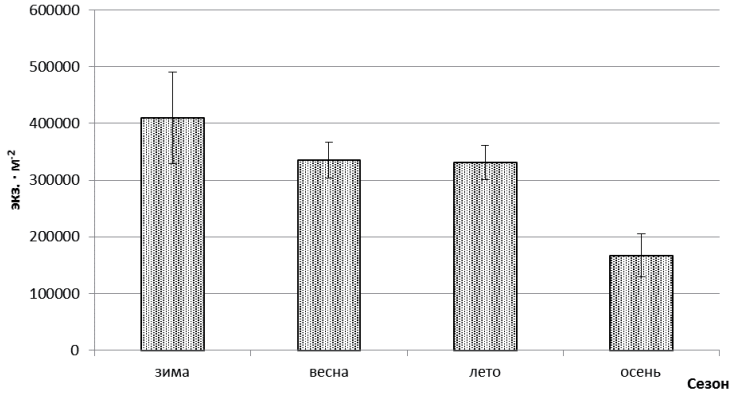


Рис. 3.1.24. Показатели общей численности (экз. · м$^{-2}$) мейобентоса в различные сезоны года

В зимний период отбор проб проведен в декабре 2005 г. В мейобентосе были обнаружены представители девяти групп мейобентоса. Общая численность составляла 409967 ± 80433,8 экз. · м$^{-2}$, на долю эвмейобентоса приходилось 93 % общего количества организмов (средний многолетний показатель – 380011 ± 76942 экз. · м$^{-2}$), плотность представителей псевдомейобентоса достигала в среднем 29956 ± 6065,6 экз. · м$^{-2}$. В формировании показателей общей численности мейобентоса

доминирующую роль играли нематоды (рис. 3.1.2), чья доля в ней составляла 82 % (средняя плотность поселений – 337404 ± 70738,3 экз. · м$^{-2}$). Роль фораминифер, гарпактикоид и остракод в формировании данного показателя незначительна (соответственно 6 %, 3 % и 1 %), их средние показатели составляли соответственно 23306 ± 9496,3 экз. · м$^{-2}$, 11663 ± 3620,0 экз. · м$^{-2}$ и 2568 ± 850,8 экз. · м$^{-2}$. В псевдомейобентосе нами обнаружены в основном полихеты (4 % от общей численности мейобентоса) и молодь двустворчатых моллюсков (около 3 %). Олигохеты немногочисленны, их доля составляла в среднем 0,4 %. Из выше изложенного видно, что мейобентос в зимний период носил типично нематодный характер и что 86 % мейобентоса представлено особями, имеющими низкую массу тела. Анализируя показатели биомассы, мы наблюдали обратную картину по сравнению с общей численностью (рис. 3.1.25, 3.1.26).

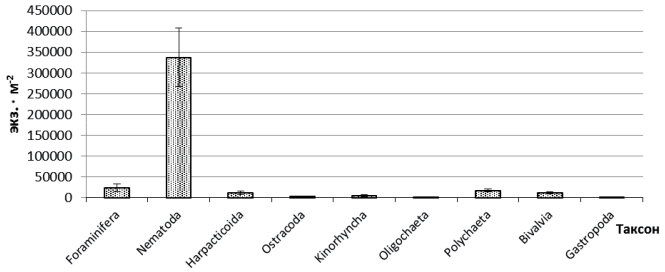


Рис. 3.1.25. Показатели численности (экз. · м$^{-2}$) различных таксонов мейобентоса в зимний период

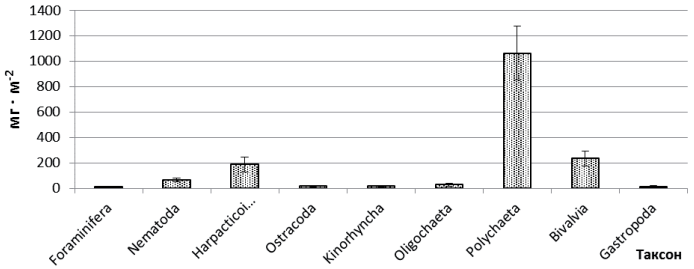


Рис. 3.1.26. Показатели биомассы (мг · м$^{-2}$) различных таксонов мейобентоса в зимний период

В общей биомассе мейобентонтов представители временного компонента составляли 81 % (эвмейобентос – 315 ± 77,9 мг · м$^{-2}$ и

псевдомейобентос – 1335 ± 258,9 мг · м$^{-2}$). Как видно на представленном рисунке, основную биомассу псевдомейобентоса и мейобентоса в целом формировали полихеты (в среднем 65 % от общей биомассы мейобентоса).

В последнее десятилетие весенняя съемка была выполнена в 2005 г. Однако анализ данных о состоянии мейобентоса за последние 20 лет в ОМР показал, что их средние значения в общем очень схожи. Так и в 2005 г. и за весь период исследований весной доминировал эвмейобентос, доля которого в среднем составляла 98 % от общей численности. Можно с уверенностью утверждать, что весной происходит смена доминирующей группы – нематод на доминирование нематодно-фораминиферного комплекса. В 2005 г. доля этих двух групп в общей численности была практически одинаковой (рис. 3.1.27, 3.1.28, 3.1.29), в среднем за 20-летний период преобладают фораминиферы. Общая плотность поселений мейобентоса составляла 212711 ± 40370,3 экз. · м$^{-2}$, что в среднем почти в два раза ниже, чем в зимний период. Среднемноголетние показатели плотности поселений эвмейобентоса достигали 208515 ± 40143,6 экз. · м$^{-2}$, псевдомейобентоса – 4196 ± 814,5 экз. · м$^{-2}$

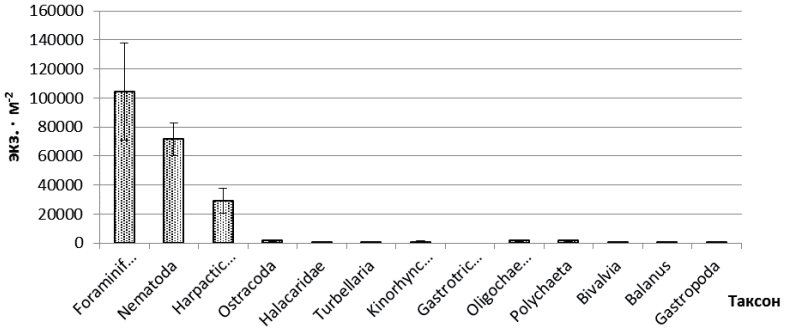


Рис. 3.1.27. Среднемноголетние показатели значений общей численности (экз. · м$^{-2}$) основных групп мейобентоса в ОМР (1994–1999 гг.)

Средний многолетний показатель биомассы мейобентоса в рассматриваемый период – 992 ± 157,0 мг · м$^{-2}$, 60 % которого приходится на долю гарпактикоид (592 ± 130,9 мг · м$^{-2}$), обладающих относительно высокой массой тела. Суммарная биомасса эвмейобентоса – 707 ± 132,9 мг · м$^{-2}$, псевдомейобентоса, доля которого в общей биомассе мейобентоса составляла 29 % – 285 ± 47,6 мг · м$^{-2}$. Таким образом, по биомассе доминируют гарпактикоиды, субдоминатная группа – олигохеты (18 %) – 182 ± 37,9 мг · м$^{-2}$. Доля фораминифер и нематод в формировании общей биомассы

низка (8 % и 3 % соответственно). Молодь брюхоногих моллюсков не обнаружена, а биомасса двустворчатых составляла всего 37,5 ± 19,6 мг · м$^{-2}$.

В 2005–2015 гг. летние экспедиционные сборы материала проводились по стандартной сетке станций ежегодно за исключением лишь 2014 г. Большой объем (191 проба) обработанного материала позволяет не только описать основные количественные характеристики всего мейобентоса и его отдельных групп, но и рассмотреть межгодовую динамику этих показателей в один рассматриваемый сезон.

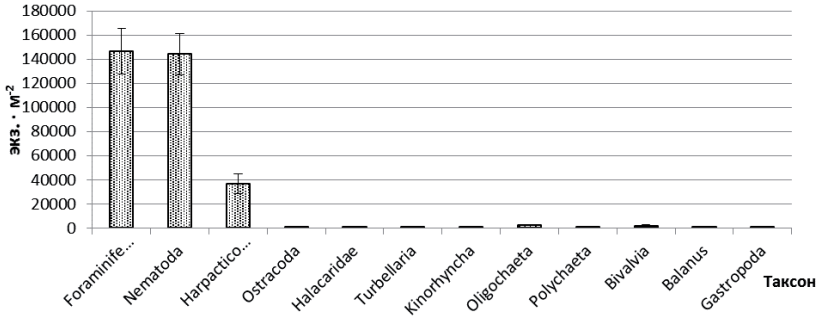


Рис. 3.1.28. Среднемноголетние значения общей численности (экз. · м$^{-2}$) основных групп мейобентоса в 2005 г.

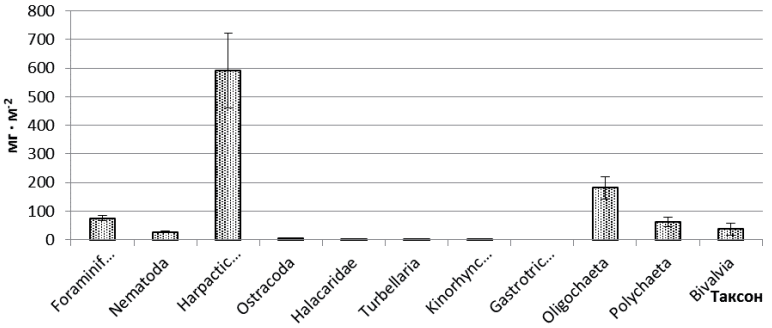


Рис. 3.1.29. Средние многолетние значения биомассы (мг · м$^{-2}$) основных групп мейобентоса в ОМР (весна)

В летний период общая численность мейобентоса, как и в остальное время года, формируется за счет его постоянного компонента (94 %) . Средний многолетний показатель суммарной плотности организмов составляет 390958 ± 30227,6 экз. · м$^{-2}$, эвмейобентоса – 312110 ± 28870 экз. · м$^{-2}$, псевдомейобентоса – 18848 ± 2918,1 экз. · м$^{-2}$. В рассматриваемый период в мейобентосе преобладает нематодно-гарпактикоидный комплекс организмов

при четком доминировании нематод (62 % от общей численности мейобентоса) – 201026 ± 17701,4 экз. · м$^{-2}$. Субдоминантная группа – гарпактикоиды, их доля в общей численности составляла 21 % (рис. 3.1.30) со средним многолетним показателем плотности поселений 67502 ± 13404,0 экз. · м$^{-2}$.

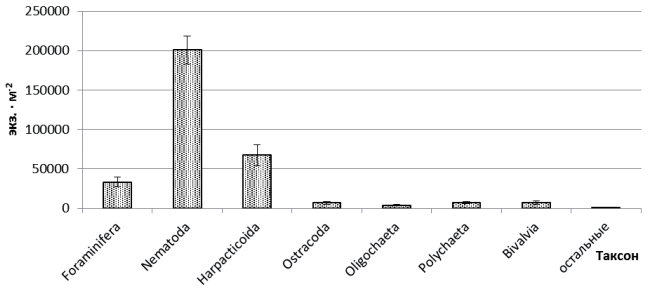


Рис. 3.1.30. Среднемноголетние показатели численности (экз. · м$^{-2}$) разных групп мейобентоса в летний период (2005–2015 гг.)

Как видно из представленного рисунка, средний многолетний показатель плотности поселений фораминифер невелик (33356 ± 6377,6 экз. · м$^{-2}$), но в отдельные годы их численность достигала 835000 экз. · м$^{-2}$. Плотность псевдомейобентоса формировалась в основном за счет полихет и молоди двустворчатых моллюсков 7136 ± 1151 экз. · м$^{-2}$ и 7407 ± 2036,7 экз. · м$^{-2}$ соответственно. Численность олигохет (4031 ± 543,5 экз. · м$^{-2}$) возрастает по сравнению с весенним показателем почти в два раза.

В летний период ввиду значительного развития гарпактикоид формирование общих показателей биомассы мейобентоса идет в основном за их счет, составляя 52 % от всего мейобентоса (рис. 3.1.31), а также определенная часть ее принадлежит полихетам (20 %) и олигохетам (13 %).

Общий средний многолетний показатель биомассы мейобентоса составлял 2075,5 ± 278,2 мг · м$^{-2}$, из которых 1240,8 ± 197,5 мг · м$^{-2}$ принадлежали эвмейобентосу, а 872,8 ± 110,9 мг · м$^{-2}$ псевдомейобентосу. В 2008 г. был зафиксирован максимальный за все время исследований показатель общей биомассы мейобентоса (35803,2 мг · м$^{-2}$), основная доля которой принадлежала гарпатикоидам (27520,3 мг · м$^{-2}$) и молоди двустворчатых моллюсков (4080,6 мг · м$^{-2}$). Фораминиферы и нематоды ввиду их очень низкой массы тела, не играли какой- либо роли в общей биомассе, составляя суммарно всего 3 %.

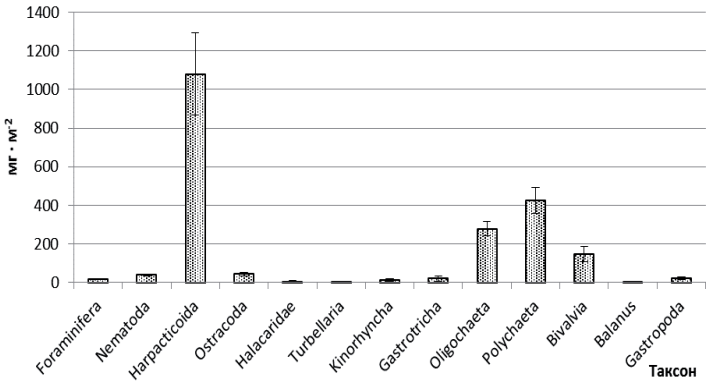


Рис. 3.1.31. Среднемноголетние показатели биомассы (мг · м$^{-2}$) разных групп мейобентоса в летний период (2005–2015 гг.)

Материалом для анализа количественных характеристик мейобентоса в осенний период послужили пробы, полученные в трех экспедиционных съемках 2008–2009 гг. и 2012 г. В осенний период при подавляющем большинстве по показателям плотности поселений, как и в предыдущие сезоны, были представители эвмейобентоса (82 %). Однако в этот период нематодно-гарпактикоидный комплекс организмов сменился нематодно-фораминиферным. Нематоды по численности доминировали в мейобентосе (60 %), доля фораминифер составляла в среднем 19 % от общего количества организмов (рис. 3.1.32.). В среднем плотность поселений круглых червей достигала 100496 ± 23317,8 экз. · м$^{-2}$, фораминифер на треть меньше – 32168 ± 16134,9 экз. · м$^{-2}$. Ракообразные (гарпактикоиды и остракоды) в сумме составляли 12 %. Средний показатель первых – 14914 ± 3475,4 экз. · м $^{-2}$, вторых – 4186 ± 1523,9 экз. · м $^{-2}$.

В рассматриваемый период доля представителей псевдомейобентоса была хоть и относительно низкой (9 %), но все же на несколько процентов выше, чем в остальные сезоны. Основная часть общей численности псевдомейобентоса сформирована полихетами (8842 ± 1912,1 экз. · м$^{-2}$). Общая численность мейобентоса в осенний период колебалась в широких пределах, достигая иногда 1478000 экз. · м$^{-2}$, в среднем составляя 167238 ± 37668,6 экз. · м$^{-2}$ (средний многолетний показатель численности эвмейобентоса – 151948 ± 37546,3 экз. · м$^{-2}$, псевдомейобентоса – 15289 ± 3407,5 экз. · м$^{-2}$).

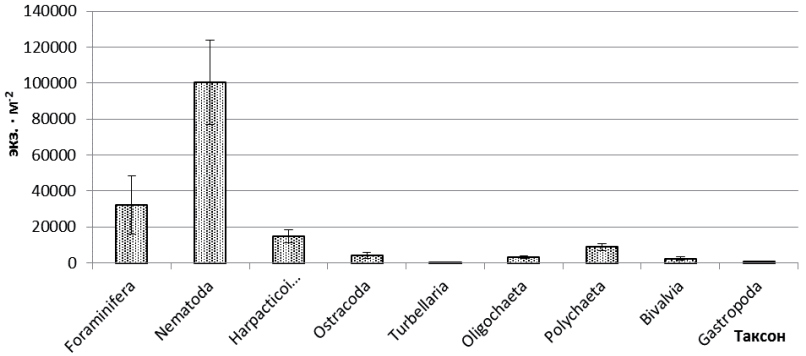


Рис. 3.1.32. Среднемноголетние показатели численности (экз. · м$^{-2}$) разных групп мейобентоса в осенний период

Осенью формирование показателей биомассы мейобентоса идет за счет представителей псевдомейобентоса, доля которого составляет в среднем 82 % общей биомассы (рис. 3.1.33). Средний показатель общей биомассы мейобентоса 1160,8 ± 235,6 мг · м$^{-2}$. Максимальный показатель биомассы мейобентоса зафиксирован в 2012 г. – 6595 мг · м$^{-2}$ при температуре придонных слоев 20º С и солености 16 ‰. При этом биомасса только полихет достигала 2940 мг · м$^{-2}$, молоди двустворчатых моллюсков 1080 мг · м$^{-2}$ и олигохет – 770 мг · м$^{-2}$. Необходимо подчеркнуть, что для большинства участков бентали в этот период была характерна высокая биомасса псевдомейобентоса и, как следствие, всего мейобентоса в целом. Суммарная биомасса псевдомейобентоса более чем в 4 раза превышает таковую эвмейобентоса (952,7 ± 208,8 мг · м$^{-2}$ и 208,0 ± 43,9 мг · м$^{-2}$ соответственно). Из групп, входящих в его состав, наибольшую биомассу создают полихеты, доля которых в общей биомассе всего мейобентоса составляет в среднем 52 % (608,1 ± 129,7 мг · м$^{-2}$), биомасса олигохет (21 % общей биомассы) значительно ниже, чем полихет, – 238,5 ± 66,5 мг · м$^{-2}$ (рис 3.1.10).

Нами указывалось на то, что в последние десятилетия в мейобентосе основные показатели плотности поселений формирует его постоянный компонент за счет нематод, фораминифер и в некоторые периоды года гарпактикоид (рис.3.1.33, 3.1.34). Псевдомейобентос составляет лишь малую часть этих показателей, что может быть следствием неблагоприятных экологических условий для развития донных сообществ организмов.

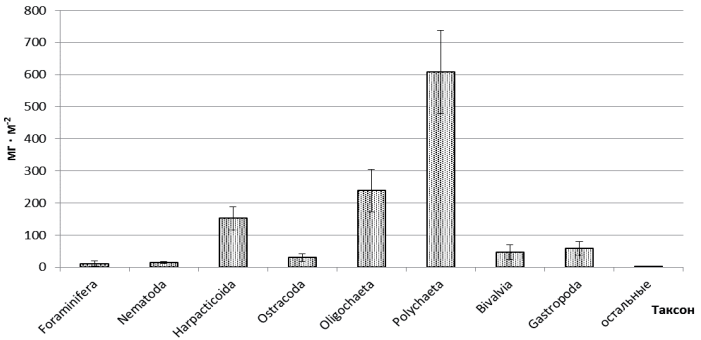


Рис. 3.1.33. Среднемноголетние показатели биомассы (мг · м$^{-2}$) разных групп мейобентоса в осенний период

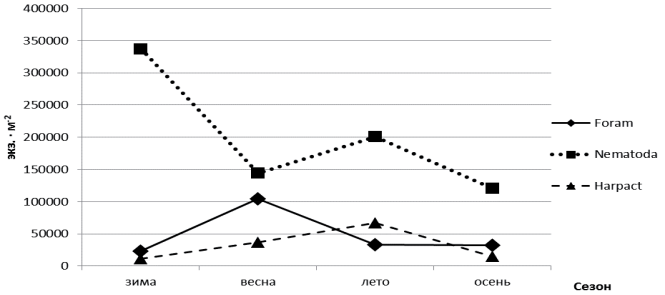


Рис. 3.1.34. Годовая динамика средних показателей численности (экз. · м$^{-2}$) руководящих групп мейобентоса в ОМР

Как видно из представленного рисунка, по одному пику в год дают фораминиферы (весной) и гарпактикоиды (летом). Представители временного компонента мейобентоса (псевдомейобентос) существенной роли в формировании общих показателей не играют (рис. 3.1.35).

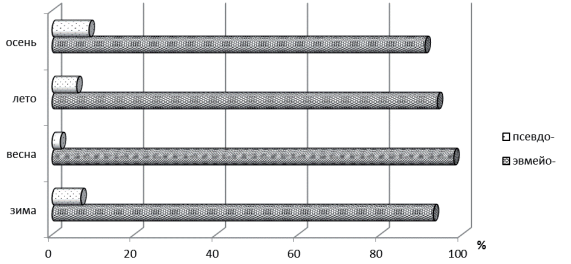


Рис. 3.1.35. Процентное соотношение средних многолетних показателей численности эв- и псевдомейобентоса в ОМР в различные сезоны года

Анализ формирования биомассы мейобентоса в различные сезоны года за многолетний период показал, что значительное развитие ракообразных весной и летом позволяет эвмейобентосу доминировать в ней, а псевдомейобентос формирует большую часть биомассы всего мейобентоса зимой и осенью (рис. 3.1.36).

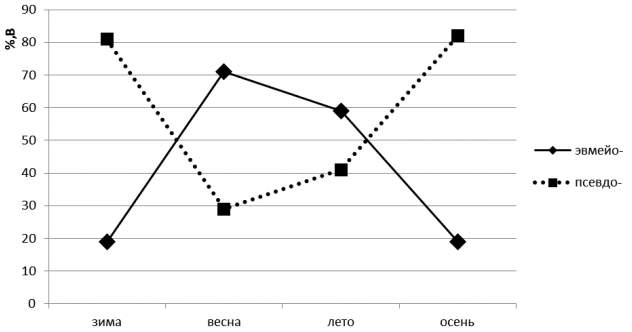


Рис. 3.1.36. Доля (%) средних многолетних показателей биомассы эв- и псевдомейобентоса в ОМР в различные сезоны года

Таким образом, многолетние наблюдения показали закономерность в динамических процессах формирования количественных показателей мейобентоса и его отдельных групп в различные сезоны года.

3.2. FORAMINIFERA

Фораминиферы играют весьма существенную роль в биогеохимическом цикле неорганического и органического вещества донных отложений морских водоемов. Их изучение представляет большой научный интерес по многим аспектам: изучение видового богатства фораминифер в морских экосистемах различного трофического уровня; формирования количественных показателей и степени их доминирования в сообществе мейобентоса; изучение состава и морфологических изменений раковин фораминифер как показателя вида и уровня загрязнения морской среды.

В настоящее время экологи все чаще используют фораминифер как тестовый объект при экологическом мониторинге акваторий, подверженных антропогенному влиянию (Bresler Vl.,YankoV., 1995), а некоторые виды бентосных фораминифер могут использоваться в виде тест-объекта при загрязнении водной среды тяжелыми металлами (Yanko V, Anmand M., Kaminski M. 1998). В научной литературе приводятся данные о том, что при

крайне неблагоприятных условиях в бентали эвтрофных вод фораминиферы могут выступать доминирующей по численности группой мейобентоса. На протяжении нескольких десятилетий при мониторинговых исследованиях качества морской среды северо-западной части Черного моря указывалось на доминирование плотности поселений представителей нематодно-фораминиферного или фораминиферно-нематодного комплексов мейобентосных организмов (Воробьева, 1999; Vorobyova, Kulakova, 2009). Использование фораминифер в качестве индикаторов морской среды, подверженной антропогенному воздействию, вполне оправдано (Тарасова, Преображенская, 2007).

Наиболее важными абиотическими факторами для бентосных фораминифер являются, наряду с соленостью, тип донного субстрата, глубина рассматриваемой морской акватории, температура вод, количество растворенного кислорода, содержание органического вещества. В связи с этим можно сделать вывод, что закономерности распределения донных фораминифер контролируются большим количеством экологических характеристик. Известно, что для фораминифер наиболее продуктивный субстрат – ил, смесь ила, песка и детрита (Phleger, 1960; Boltovskoy, 1963; Воробьева, 1999).

За период исследований в биотопах с илистым грунтом было выполнено 157 станций, которые располагались на глубине более 10 м, часто в летний период складывались сложные экологические ситуации, связанные с накоплением большого количества органического вещества и пониженным содержанием растворенного в придонных слоях воды кислорода. Исследования показали, что плотность мейобентоса на различных субстратах значительно варьирует (рис. 3.2.1).

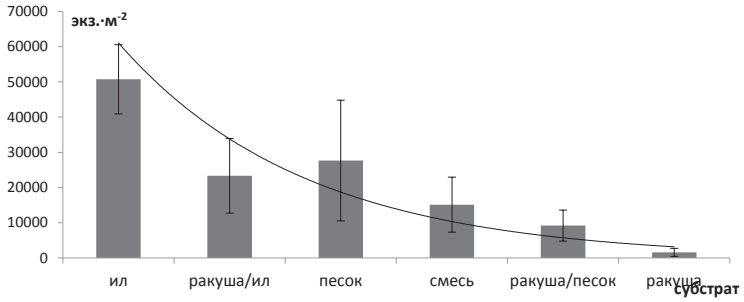


Рис. 3.2.1 Средние многолетние показатели плотности (экз. · м$^{-2}$) поселений фораминифер на различном субстрате

На илистом грунте доля фораминифер в общей численности мейобентоса наиболее высока и по средним многолетним показателям составляет 14,8 %. При кризисных ситуациях в бентали, когда содержание растворенного в воде у дна кислорода падает до 3 мг · $л^{-1}$ и ниже, доля фораминифер в общей численности организмов мейобентоса резко возрастает. Ракообразные, молодь моллюсков и другие представители мелких беспозвоночных животных при этом чаще всего погибают. Так летом 2005 г. на большинстве участков ОМР содержание кислорода в придонных слоях воды составляло 2–4 мг · $л^{-1}$. При этом плотность поселений фораминифер в данный период варьировала от 250000 до 835000 экз. · $м^{-2}$, их доля в общей численности организмов была очень высокой – 82,6–94,9 % от общей численности мейобентоса. Средний многолетний показатель плотности поселений фораминифер для илов – 50731 ± 9827,5 экз. · $м^{-2}$. На представленном рисунке видно (рис. 3.2.1), что на илистом грунте в ОМР концентрация фораминифер наиболее высокая.

На заиленной ракуше за многолетний период (42 станции) встречаемость фораминифер составила 61,9 % со средним показателем плотности поселений 23334 ± 10601,9 экз. · $м^{-2}$. Максимальный показатель численности простейших в данном биотопе – 400000 экз. · $м^{-2}$. Наименьшие средние показатели плотности фораминифер характерны для ракуши и ракуши с примесью песка – 9062 ± 3211,0 экз. · $м^{-2}$ и 1592 ± 1136,4 экз. · $м^2$соответственно.

Биомасса рассматриваемой группы низка из-за небольших размеров фораминифер, поэтому их роль в общей биомассе мейобентоса гораздо ниже, чем в общей численности организмов. Однако малые размеры и масса тела не снижают их значимости в донных биоценозах. Так, по данным Киселевой (1975), в пищевом комке полихет Nereis succinea (Leuckart) встречаемость фораминифер составила 48 %, а у N. diversicolor Müller — 57 %; у 40 % рассмотренных моллюсков Retusa truncatella (Locard) пища состояла только из фораминифер.

У бентосных фораминифер хорошо выражена зональность в их распределении по различным глубинам**.** В акватории северо-западного шельфа Черного моря выделяются 3 комплекса фораминифер: мелководный 0–35 м, относительно глубоководный 36–70 м и глубоководный 71–150 м (Янко, Троицкая, 1987). Распространение этих организмов показывает тесную корреляцию с глубиной, ибо этот фактор определяет многие другие параметры: освещенность, температуру, содержание кислорода и углерода (Блюм Н. С, Талденкова Е. Е, 2002). Таким образом, глубина представляет

собой интегральный параметр (Мокиевский, 2009), что немаловажно для северо-западной части Черного моря с ее разнородными и динамичными условиями абиотических факторов. В ОМР представлен мелководный комплекс фораминифер.

Анализ распределения плотности поселений фораминифер в ОМР выполнен по данным десятилетних наблюдений на глубинах от 5 до 27 м. Но даже в этом небольшом диапазоне глубин видна четкая зональность в распределении численности фораминифер (рис. 3.2.2).

Их наименьшие средние показатели плотности поселений зарегистрированы в период исследований (92 станций) на самом мелководье (5-10м) – 35104 ± 454,0 экз. · $м^{-2}$. Подтверждением того, что глубина – интегральный параметр, является большой размах численности фораминифер на данной глубине, для которой в ОМР характерны различные типы грунта и, соответственно, другие разнородные экологические характеристики среды.

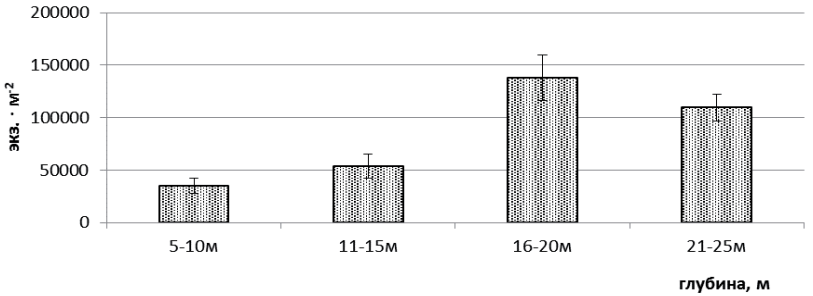


Рис. 3.2.2. Средние многолетние показатели плотности (экз. · $м^{-2}$) поселений фораминифер на различной глубине (ил)

Максимальный средний многолетний показатель плотности поселений фораминифер зарегистрирован в диапазоне глубин 16–20 м – 133134 ± 21745,1 экз. · $м^{-2}$ (встречаемость 83 %). Их максимальные скопления (1237500 экз. · $м^{-2}$) были отмечены на участке дна с температурой придонных слоев воды 14 ºС, солености 16 ‰. Фораминиферы здесь выступали доминирующей по плотности группой мейобентоса, формируя около 60 % его общей численности. С увеличением глубины плотность поселений фораминифер снижается и средний многолетний показатель их плотности поселений составлял 109525 ± 12907,5 экз. · $м^{-2}$. В бентали с данным диапазоном глубин было выполнено 182 станции, встречаемость фораминифер составляла 81 %. Высокая численность простейших зарегистрирована в 2005 г. (до 835500 экз. · $м^{-2}$ и 520000 экз. · $м^{-2}$), что составляло 91,1 % и 94,5 % от общей численности всего мейобентоса.

Необходимо подчеркнуть, что высокая численность фораминифер была приурочена к зонам с низким содержанием кислорода (2–4 мг · л$^{-1}$). В северо-западной части Черного моря вообще и ОМР в частности фораминиферы играют существенную роль в формировании общей численности мейобентоса (рис.3.2.3).

Их доминирование, а также доминирование представителей комплекса фораминиферы–нематоды может указывать на кризисные экологические условия среды в бентали.

Температурный режим придонных слоев воды имеет большое значение в формировании количественных показателей таксоцена Foraminifera. В настоящей работе показана годовая динамика средних показателей фораминифер.

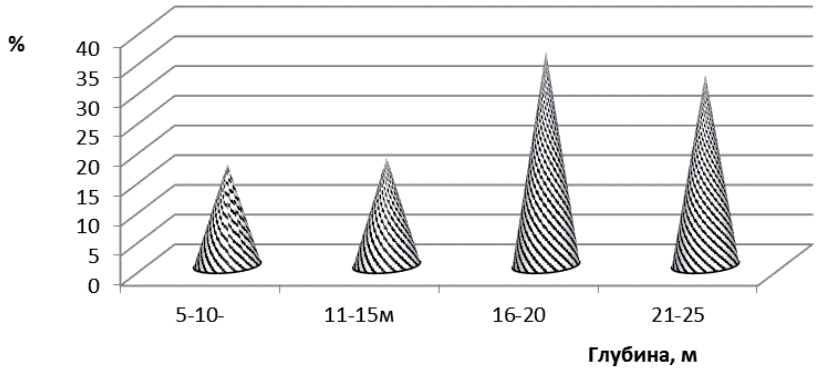


Рис. 3.2.3. Доля (%) фораминифер в общей численности мейобентоса на различной глубине в акватории ОМР

Формирование качества среды в бентали во многом зависит от процессов, происходящих в верхних слоях моря. Особенно большое значение имеет массовое развитие в приповерхностных слоях моря микроводорослей, оседание которых после их отмирания привносит в бенталь большое количество органического вещества. В связи с этим формирование плотности поселений фораминифер очень динамично в течение года (рис. 3.2.4).

В различные годы весной температура воды у дна колебалась в широких пределах – от 4 до16 °С, однако необходимо отметить, что на 81,3 % станций она составляла 4–8 °С, соленость колебалась от 15 до 17 ‰ при удовлетворительном кислородном режиме – 8–11 мг · л$^{-1}$. Весной на 122 станциях встречаемость фораминифер была высокой – 82 %. Средний многолетний показатель плотности поселений фораминифер в ОМР составил

146275 ± 1898,2 экз. · м$^{-2}$ (максимум 980000 экз. · м$^{-2}$). Наиболее высокие показатели плотности поселений фораминифер зарегистрированы в 2005 г., когда их доля в общей численности мейобентоса на большинстве станций составляла 93,7–94,4 %. В среднем за многолетние исследования доля фораминифер в общей численности мейобентоса составляла весной 43,6 %.

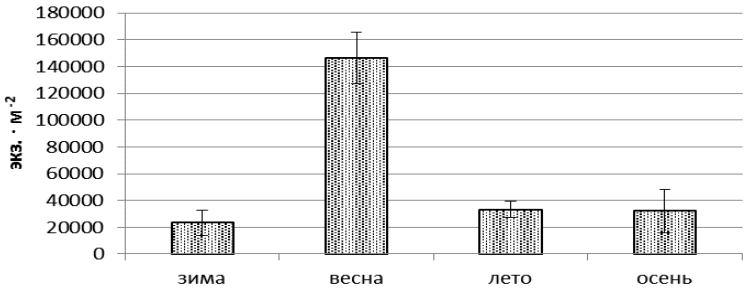


Рис. 3.2.4. Средние многолетние показатели численности (экз. · м$^{-2}$) фораминифер в различные сезоны года

Для анализа формирования количественных показателей простейших в летний период проанализировано 190 проб (2005–2015 гг.). Температура в придонных слоях воды колебалась в зависимости от глубины – от 9 до 24 °С на глубине до 10 м и 8–11 °С на бо̀льших глубинах, соленость почти повсеместно составляла 16–17 ‰, наиболее сложным кислородный режим был в 2005 г. Имея ежегодные сборы материала в летний период, мы могли сделать вывод, что максимальная плотность фораминифер в этот период была характерна для 2005–2006 гг. (рис. 3.2.5).

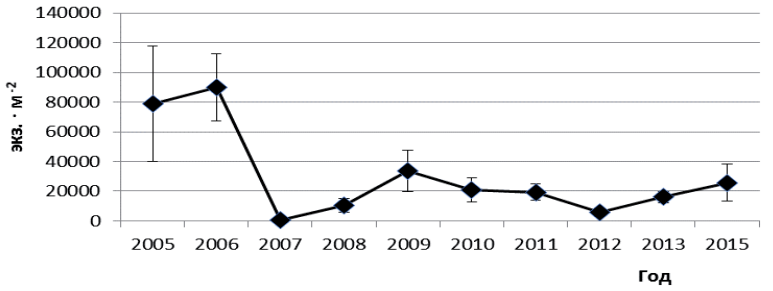


Рис. 3.2.5. Межгодовая динамика средних годовых показателей плотности (экз. · м$^{-2}$) поселений фораминифер в ОМР

Средний показатель плотности поселений фораминифер составлял 33356 ± 6377,7 экз. · м$^{-2}$, максимальный показатель – 835000 экз. · м$^{-2}$.

В осенний период за время исследований было выполнено 58 станций, необходимо подчеркнуть, что если в весенний и летний периоды встречаемость фораминифер в акватории ОМР была высокой, то осенью она была относительно низкой – 41,4 %. Особенно редки они были в 2007 г. и в 2009 г. Доля фораминифер в общей численности мейобентоса составляла в среднем 19 %.

Осенью в разные годы плотность поселений значительно варьировала на различных участках акватории ОМР и в среднем составляла 32168,9 ± 16134,9 экз.· м$^{-2}$. Максимальные скопления фораминифер зарегистрированы осенью 2008 г. на илистом грунте при солености 17,2‰ – 766000 экз. · м$^{-2}$.

Сбор материала в зимний период был осуществлен лишь однажды (27 станций) в конце декабря 2005 г. Кроме низких температур воды в придонном слое (7–9 °С) и низкой солености (14–15 ‰) необходимо отметить, что почти на 50 % станций отмечено очень низкое содержание растворенного в воде кислорода (0–3 мг · л$^{-1}$). При этом средний показатель плотности поселений фораминифер составил 361194 экз. · м$^{-2}$. Средняя численность для всей акватории – 45219 ± 19406 экз. · м$^{-2}$, максимальный показатель – 390000 экз. · м$^{-2}$. В данный период общая численность мейобентоса была сформирована на 81 % нематодами, доля фораминифер в общей численности – 11,6 %.

Таким образом, анализ полученного материала свидетельствует о том, что средние многолетние максимальные плотности фораминифер приурочены к весеннему периоду, часто выступая в этот период доминирующей в общей численности мейобентоса группой (рис. 3.2.6).

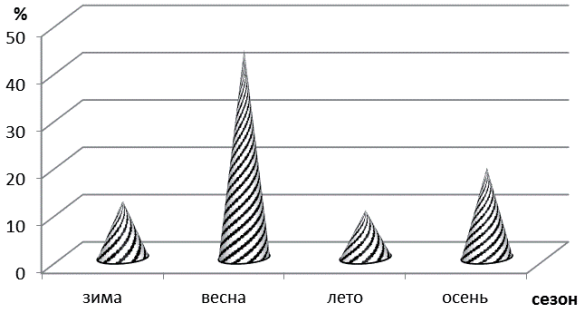


Рис. 3.2.6. Средние многолетние показатели долей (%) фораминифер в общей численности мейобентоса

Такие показатели фораминифер весной и осенью могут служить показателем времени года, когда у дна скапливается большое количество органического вещества и качество морской среды ухудшается.

Существенную роль в развитии фораминифер и формировании их плотности поселений играет кислородный режим в придонных слоях воды. Исследования в северо-западной части Черного моря (Воробьева, 1999) показали, что при часто повторяющихся формированиях обширных зон гипоксии и аноксии видовое разнообразие фораминифер резко сокращается, но их плотность поселений может достигать до 1–2 млн экз. · м$^{-2}$.

То, что многие донные фораминиферы могут жить в бескислородных условиях, ученые знали давно. В 2005 г. авторы статьи (Risgaard-Petersen et all., 2006). обнаружили необычайно высокое содержание нитратов в цитоплазме фораминифер *Globobulimina*, живущих в бескислородных условиях на дне шведских фьордов. Авторы высказали гипотезу о нитратном дыхании фораминифер, учитывая то, что они накапливают большое количество нитратов в своем теле (Risgaard-Petersen, 2006). Многие бентические фораминиферы, связанные с угнетенными кислородными средами, сохраняют хлоропласты, которые обеспечивают метаболическое преимущество, разрешающее фораминиферам населять эти среды обитания (Bernhard, 1999). Таким образом, высказывается предположение, что многие бентические фораминиферы – факультативные анаэробы (Bernhardt, 1996).

В настоящее время установлено, что фораминиферы могут обитать в грунте до глубины 12–15 см и периодически переносить бескислородные условия (Басов, Хусид, 1992; Moodley, Hess ,1992).

При изучении мейобентоса северо-западной части Черного моря нами регистрировались живые фораминиферы в толще грунта до 10 см в акваториях на глубинах 25–90 м (Vorobyova, Kulakova, 2009). Анализ закономерностей формирования численности фораминифер в зависимости от различных абиотических факторов показал, что параметры растворенного в придонных слоях воды кислорода имеют существенное значение. Как видно из представленного графика (рис. 3.2.7), значительная концентрация фораминифер приурочена как к очень низким, так и высоким показателям содержания растворенного кислорода. По полученным результатам можно сделать предположение, что первый пик образуют виды, продолжающие свое развитие при гипоксии. Второй пик должен относиться к оксифильным видам. Подобная картина приводится для Охотского моря (Саидова, 1960), где автором описываются две группы фораминифер, одна из которых живет при содержании растворенного кислорода 4–5 мг · л$^{-1}$ и более, вторая, образующая южный максимум, живет при меньшем количестве растворенного кислорода (порядка 2–4 мг · л$^{-1}$).

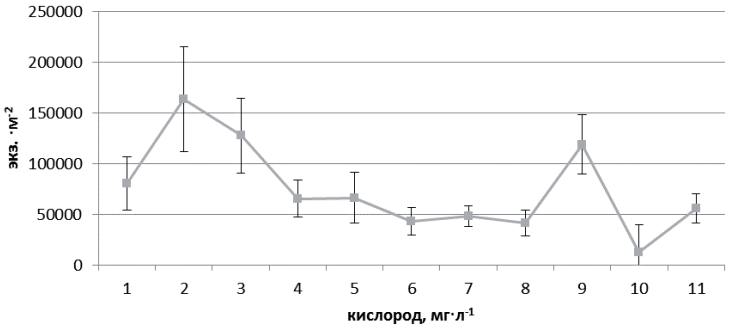


Рис. 3.2.7. Средние показатели плотности поселений (экз. · м$^{-2}$) фораминифер при различном кислородном режиме

Для определения значимости фораминифер в формировании количественных показателей мелких донных беспозвоночных животных (мейобентос) экосистемы ОМР нами проведены расчеты средних показателей долей фораминифер в общей численности мейобентоса при различном кислородном режиме (рис 3.2.8).

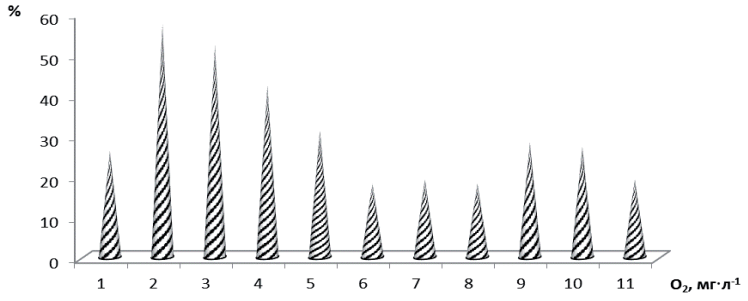


Рис. 3.2.8. Доля (%) фораминифер в общей численности (экз. · м$^{-2}$) мейобентоса

Как видно из представленного рисунка, фораминиферы постоянно являются существенным компонентом мейобентосного сообщества и могут в определенной степени отражать качество морской среды в бентали и формирование остального мейобентосного сообщества, которое ценно как кормовой объект для молоди рыб и некоторых видов макрозообентоса.

В Одесском морском регионе фораминиферы играют существенную роль в формировании показателей общей численности мейобентоса.

Максимальные показатели приурочены к илистому грунту (632000–728000 экз. · м$^{-2}$), а также заиленной ракуше (650000 экз. · м$^{-2}$), на остальных типах субстрата они колебались от 500 до 10000–38000 экз. · м$^{-2}$.

Максимальный средний многолетний показатель плотности поселений фораминифер зарегистрирован в диапазоне глубин 16–20 м – 133135 ± 21745,1 экз. · м$^{-2}$, где происходит значительное накопление органического вещества. При широком диапазоне показателей растворенного в воде кислорода наблюдается два пика плотности поселений фораминифер: первый пик образуют виды, продолжающие свое развитие при гипоксии, второй пик должен относиться к оксифильным видам.

3.3. NEMATODA

Свободноживущие нематоды – одна из групп животного царства, которая испытывает в настоящее время биологический прогресс. Мелкие размеры, простота организации привели к тому, что они практически освоили всю биосферу и обитают во всех известных биотопах. Нематоды вносят существенный вклад в формирование биологического разнообразия морских экосистем. Среди представителей мейофауны нематоды, по данным мировой литературы, – наиболее важный ее компонент, как по видовому составу, так и по количественным характеристикам (McIntyre, 1969; Чесунов, 2006; Мокиевский, 2009).

Изучение нематод Одесского морского региона чрезвычайно актуально в связи с тем, что его экосистема в последние десятилетия претерпевает мощный антропогенный пресс (Гаркавая и др., 2006). Основные тенденции развития нематод северо-западной части Черного моря в условиях эвтрофирования были описаны в работах (Кулакова, 2006, 2013; Vorobyova, Kulakova, 2009). Вместе с тем Одесский морской регион представляет уникальные возможности для изучения мейобентоса, и нематод в частности, в современных условиях. Результаты исследования видового состава свободноживущих нематод и их количественных показателей, быстро реагирующих на изменения окружающей среды, могут использоваться при оценке экологических изменений, происходящих в данном регионе, и прогнозировании их последствий.

Для оценки современного состояния фауны свободноживущих нематод были проанализированы материалы, собранные в районе Одесского морского региона. В течение ряда лет (1994–2015 гг.) проводились сборы проб 24 съемки по стандартной сетке станций) на научно исследовательском судне «Спрут» таким образом, чтобы получить характеристику распределения мейофауны в различных типах грунта. Грунты исследуемого района до

глубины 6–7 м представлены слегка заиленным, плотным мелкозернистым песком, на поверхности которого в виде отдельных друз встречаются скопления мидии. На глубине 7–9 м пески замещаются заиленным ракушечником. На глубине до 30 м преобладают два типа грунтов: черный и серый илы.

Характерной особенностью мейобентоса исследуемого района весеннего периода 1994 г. был значительный размах варьирования показателей общей численности и биомассы его представителей. Несмотря на то, что в данный период было зарегистрировано семь групп, на большинстве станций представлены две – три из них. Показатели плотности и биомассы были сформированы, в основном, за счет нематод и гарпактикоид. В среднем для исследуемого района доля нематод в общей численности составляла 47,6 %. Пространственное распределение их количественных показателей было неравномерным. Максимальные показатели плотности поселений нематод достигали 320000 экз. · м $^{-2}$. На большей части акватории численность нематод была очень низкой и не превышала 1000 экз. · м $^{-2}$.

В мае 1995 г. в данном районе отмечены 11 групп мейобентоса, из которых наиболее высокую встречаемость имели фораминиферы, нематоды и гарпактикоиды (по 85 %). По плотности поселений доминировали нематоды и гарпактикоиды. Плотность поселений круглых червей варьировала от 57500 до 1185000 экз. · м$^{-2}$. Максимальные показатели их численности были приурочены к станциям, расположенным в центральной части района. В среднем в общей численности мейобентоса нематоды составили 41,2 %.

В период весенней съемки (май, 1996 г.) качественный состав мейобентоса определяли девять групп, в которых повсеместно присутствовали нематоды и гарпактикоиды. Руководящая роль в формировании количественных показателей принадлежала трем из них: фораминиферам, нематодам и гарпактикоидам. Численность нематод варьировала в зависимости от характера грунта – от 2500 до 402500 экз. · м$^{-2}$. Наиболее высокие показатели их плотности приурочены к илистому субстрату.

В мае 1998 г. мейобентосное сообщество было представлено девятью группами (на каждой станции от трех до шести), как и в предыдущие годы, повсеместно были распространены нематоды и гарпактикоиды. В большинстве случаев по численности доминировали нематоды, их доля от общего количества организмов составляла в среднем для района 38,7 % (при доминировании 54,2–89,7 %). Численность нематод варьировала от 4400 до 250000 экз. · м$^{-2}$. Небольшие скопления нематод совпадали с участками массового развития фораминифер. В основном, нематоды концентрировались в центральной части исследуемого района на илах (218000 экз. · м$^{-2}$).

В летний период 1994 г. мейобентос был представлен десятью группами. Несмотря на то, что разнообразие его по сравнению с маем несколько возросло, повсеместно встречались лишь нематоды и фораминиферы. За счет этих двух групп (85 %) формировалась общая численность мейобентоса. Низкая плотность мейофауны на большей части исследуемой акватории, доминирование в ней нематод и фораминифер можгут быть достаточно убедительным свидетельством неблагоприятных условий среды, в частности, низкого содержания растворенного в придонных слоях воды кислорода.

В августе 1995 г. мейобентос был менее разнообразен, в его состав входило девять групп. Численность нематод значительно варьировала (250–10000 экз. · м$^{-2}$). Их доля в общей численности мейобентоса составила в среднем 24,2 %.

В 1996 г. плотность нематод варьировала в очень широких пределах (250–782500 экз. · м$^{-2}$). Их доминирование в общей численности мейобентоса приурочено к илистым станциям (50–63,9 %).

Количественные показатели в августе 1997 г. по сравнению с предыдущими годами несколько снизились. Размах их составил 200–240000 экз. · м$^{-2}$. Показатели плотности поселений нематод в осенний период 1998 г. носили мозаичный характер (500–612500 экз. · м$^{-2}$). Максимальные значения плотности нематод отмечены лишь на нескольких станциях. В большинстве случаев показатели плотности нематод были небольшими (до 50000 экз. · м$^{-2}$).

Характерной особенностью мейобентоса Одесского морского региона весеннего периода 2005 г. был значительный размах варьирования показателей общей численности и биомассы его представителей. В апреле 2005 г. в Одесском районе отмечено 10 групп мейобентоса, из которых наиболее высокую встречаемость имели нематоды, гарпактикоиды и фораминиферы (100; 91,3 и 73,9 % соответственно). По плотности поселений доминировали нематоды и фораминиферы. Плотность поселений круглых червей варьировала от 6400 до 272200 экз. · м$^{-2}$. Максимальные показатели их численности были приурочены к станциим, расположенным на илистых грунтах. В среднем от общей численности мейобентоса они составили 49 %.

В период летней съемки (август 2005 г.) качественный состав мейобентоса определяли девять групп, из которых повсеместно присутствовали нематоды и на большинстве станций фораминиферы и гарпактикоиды. Однако численность нематод была невысокой и варьировала в зависимости от характера почвы – от 3,5 до 145 тыс. экз. · м$^{-2}$. Наиболее высокие показатели их плотности приурочены к илистому субстрату.

В декабре 2005 г. в Одесском морском регионе отмечены 11 групп мейобентоса, из которых наиболее высокую встречаемость составили нематоды, гарпактикоиды и фораминиферы (100; 100 и 87 % соответственно). На большинстве станций были обнаружены личинки двустворчатых моллюсков и полихет. По плотности поселений доминировали нематоды и фораминиферы. Плотность поселений круглых червей варьировала от 1,6 до 1 млн 547,5 тыс. экз. · м$^{-2}$. В среднем в общей численности мейобентоса они составили 82 %. Максимальные показатели их численности были приурочены к илистым грунтам.

В июне 2006 г. мейобентосное сообщество было представлено одиннадцатью группами (на каждой станции от четырех до десяти). Несмотря на то, что разнообразие его на станциях по сравнению с декабрем несколько возросло, повсеместно были распространены только нематоды и фораминиферы. На нескольких станциях доминировали по численности гарпактикоиды. В большинстве случаев по численности доминировали нематоды, их доля от общего количества организмов составляла в среднем для района 56 % (при доминировании 20,9–94,9 %). Численность нематод варьировала от 108 до 1 млн 870 тыс. экз. · м$^{-2}$. Скопления нематод совпадали с участками массового развития фораминифер. В основном, нематоды концентрировались в центральной части исследуемого района (570–850 тыс. экз. · м$^{-2}$).

В летний период (август 2007 г.) мейобентос был представлен одиннадцатью группами, но повсеместно встречались только нематоды, гарпактикоиды и полихеты. За счет этих трех групп (82 %) формировалась общая численность мейобентоса. Низкая плотность мейофауны на большей части исследуемой акватории, доминирование в ней нематод может быть достаточно убедительным свидетельством неблагоприятных условий среды.

В августе 2008 г. общая плотность мейобентоса была на порядок выше, чем в предыдущий год, составив в среднем 155,9 тыс. экз. · м$^{-2}$, но мейобентос был менее разнообразен, в его состав входило только девять групп. Доминировали по численности на всей акватории нематоды, значительно варьируя (6,6–580 тыс. экз.·м$^{-2}$). Их доля в общей численности мейобентоса составила в среднем 44 %.

В период осенней съемки (ноябрь 2008 г.) качественный состав мейобентоса определяли также девять групп, из которых повсеместно присутствовали нематоды и на большинстве станций гарпактикоиды и фораминиферы. Численность нематод варьировала в зависимости от характера грунта от 4,2 до 800 тыс. экз. · м$^{-2}$.

В летний период (июль 2009 г.) количественные показатели как мейобентоса, так и нематод можно были сравнимы с таковыми осени прошлого года. Качественный состав мейобентоса определяли десять групп и повсеместно встречались нематоды, фораминиферы, гарпактикоиды и на большинстве станций полихеты. Размах численности нематод составил 3–577,5 тыс. экз. · м$^{-2}$. Их доминирование в общей численности мейобентоса приурочено к илистым станциям (70,0–77,3 %).

Качественный состав мейобентоса в осенний период (октябрь 2009 г.) определяли восемь групп. На большинстве станций встречались только нематоды, гарпактикоиды и полихеты. Фораминиферы отмечены только на одной станции. Показатели плотности поселений нематод носили мозаичный характер (0–338 тыс. экз. · м$^{-2}$). Максимальные значения плотности нематод отмечены только на нескольких станциях. В большинстве случаев показатели плотности нематод были небольшими (до 50 тыс. экз. · м$^{-2}$).

В июне 2010 г. качественный состав мейобентоса возрос до двенадцати групп, из которых повсеместно присутствовали только нематоды и гарпактикоиды и на большинстве станций фораминиферы, олигохеты, полихеты. Доминировали по численности на всей акватории нематоды, значительно варьируя (3–1 млн 125 тыс. экз. · м$^{-2}$), составив в среднем 332,3тыс. экз. · м$^{-2}$. Их доля в общей численности мейобентоса была высокой (в среднем 78,9 %).

В период летней съемки (июль 2011 г.) в мейобентосе отмечено девять групп, из которых повсеместно встречались нематоды, гарпактикоиды и на большинстве станций фораминиферы и остракоды. Численность нематод варьировала в зависимости от характера грунта от 15 до 558 тыс. экз. · м$^{-2}$. Наиболее высокие показатели их плотности были отмечены на илах. По сравнению с предыдущим годом общая численность мейобентоса и нематод снизилась почти в два раза и достигала 394 тыс. и 164,9 тыс. экз. · м$^{-2}$ соответственно.

В сентябре 2012 г. в Одесском регионе показатели плотности мейобентоса по сравнению с 2011 г. Также были низкими и составили в среднем лишь 137,5 тыс. экз. · м$^{-2}$ (средняя биомасса – 2101,3 мг · м$^{-2}$). На большинстве станций из 10 групп было отмечено от 6 до 8 групп. Повсеместно присутствовали нематоды, гарпактикоиды, остракоды, олигохеты и полихеты. Показатели плотности нематод были небольшими – 78 тыс. экз. · м$^{-2}$.

В июле 2013 г. общая численность мейобентоса возрастает, варьируя от 156 тыс. до 706 тыс. экз. · м$^{-2}$ (в среднем 393, 4 тыс. экз. · м$^{-2}$). Мейобентос состоял из 8 групп. Нематоди были обнаружены почти на всех исследуемых станциях и составили одну из доминирующих групп мейобентоса по

встречаемости и плотности поселений (61,1 %). Средние значения количественных показателей нематод достигали 270 тыс. экз. · м$^{-2}$.

Характерной особенностью мейобентоса Одесского морского региона летнего периода (июль 2015 г.) был значительный размах варьирования показателей общей численности и биомассы его представителей. Отмечено 10 групп мейобентоса, и высокая встречаемость была у нематод, гарпактикоид и фораминифер (100, 82,5 и 74,6 % соответственно). По плотности поселений доминировали нематоды и фораминиферы. Плотность поселений круглых червей варьировала от 60 тыс. до 242,2 тыс. экз. · м$^{-2}$, составив в среднем 131,6 тыс. экз. · м$^{-2}$. В среднем в общей численности мейобентоса они составили 49 %.

Многолетние исследования показали, что мейобентос Одесского региона представлен характерными для мейобентосных организмов эв- и псевдомейобентосом. Среди них нематоды встречаются повсеместно и представляют одну из доминирующих групп по плотности поселений (рис. 3.3.1).

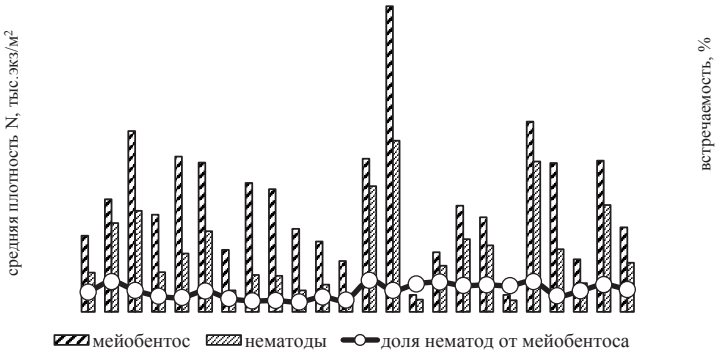


Рис. 3.3.1. Средние значения показателей плотности поселений (N, тыс. экз. · м$^{-2}$) мейобентоса и нематод в Одесском морском регионе (1994–2015 гг.)

В исследуемом районе было выявлено 50 видов нематод, относящихся к 5 отрядам. Количество видов различно на разных субстратах. Наиболее разнообразная в видовом отношении фауна нематод отмечалась на илистых грунтах, на глубине 17–24 м. Здесь зафиксировано 35 видов. На заиленной ракуше (глубина 6–10 м) и песке с примесью ракуши (глубина 6–10 м) нематоды представлены беднее (29 и 23 вида соответственно).

Для характеристики приуроченности видов к определенным условиям существования был использован показатель частоты встречаемости, выраженный в процентах (P) и индекс плотности (√PB), связывающий биомассу (B, мг · м$^{-2}$) и частоту встречаемости (P, %). Частота встречаемости видов нематод в исследуемом районе неоднородна. Среди исследуемых организмов к постоянно встречающимся (60–100 %) можно отнести следующие виды: *Terschellingia pontica, Sabatieria pulchra, Neochomadora poecilosomoides, Sphaerolaimus ostreae.* Виды со встречаемостью 25–50 % (*Axonolaimus ponticus, Eleutherolaimus longus, Sphaerolaimus gracilis, Monhystera collaris, Paracantonchus caecus, Enoploides brevis*) можно отнести к второстепенным. Остальные виды относятся к числу случайных (табл. 3.3.1).

Таблица 3.3.1

Таксономический состав, встречаемость (P) и индекс плотности (√PB) свободноживущих нематод Одесского морского региона

Вид	Ил		Заиленная ракуша		Песок с примесью ракуши	
	P %	√PB	P %	√PB	P %	√PB
Areolaimida						
Araeolaimus ponticus Filipjev, 1922	14,3	2,9	40	5,7	–	–
Axonolaimus setosus Filipjev, 1918	7,1	7,4	–	–	–	–
A. ponticus Filipjev, 1918	7,1	8,6	–	–	16	9,21
Camacolaimus dolichocercus Filipjev, 1922	–	–	20	5,0	–	–
Monhysterida						
Terschellingia pontica Filipjev, 1918	100	43,4	80	37,9	50	6,7
Metalinhomoeus zosterae Filipjev, 1918	7,1	1,4	–	–	–	–
*Paralinhomoeus filiform*is (Filipjev, 1918)	4,1	0,5	–	–	16	2,3
Eleutherolaimus longus Filipjev, 1922	28,4	11,8	40	13,1	16	1,7
Sphaerolaimus gracilis de Man, 1876	21,4	1,1	40	9,7	16	1,5
S. ostreae Filipjev, 1918	57,1	19,3	60	29,3	50	5,1
Monhystera collaris Filipjev, 1922	14,3	0,7	20	1,2	33	1,2
M. longicapitata (Filipjev, 1918)	7,1	0,4	–	–	16	0,5
M. filiformis Bastian, 1865	7,1	0,3	–	–	16	0,5
M. conica Filipjev, 1922	35,7	2,1	–	–	33	2,7
Monhystera sp.	7,1	2,0	40	12,5	–	–
Paramonhystera sp.	7,1	5,9	–	–	–	–
Theristus latissimus Filipjev, 1922	7,1	2,4	40	21,3	–	–
Theristus longicaudatus (Filipjev, 1922)	7,1	0,7	20	3,9	16	0,9
Theristus sp.	–	–	20	1,2	–	–
Cylindrotheristus sp.	–	–	–	–	16	0,7
Microlaimus kaurii Wieser, 1954	–	–	20	11,3	–	–
Microlaimus sp.	–	–	–	–	16	0,3
Chromadorida	–	–	–	–	–	–
Sabatieria abyssalis (Filipjev, 1918)	–	–	40	14,4		
S. pulchra (Schneider, 1906)	92,8	34,2	100	46,4	66	8,8

Окончание табл. 3.3.1

Вид	Ил		Заиленная ракуша		Песок с примесью ракуши	
	P %		√PB		P %	
Neochromadora sabulicola (Filipjev, 1918)	7,1	4,8	20	5,0	–	–
N. poecilosomoides (Filipjev, 1918)	28,5	5,5	80	21,1	66	11,6
Chromadorella mytilicola (Filipjev, 1918)	14,3	1,8	–	–	–	–
C. pontica Filipjev, 1918	7,1	2,0	–	–	–	–
Dichromadora cephalata (Steiner, 1916),	35,7	1,4	–	–	16	0,7
Chromadora nudicapitata Bastian, 1865	14,3	1,8	–	–	16	1,2
Chromadorina gracilis Filipjev, 1922	–	–	20	0,5	–	–
C. obtusa Filipjev, 1918	–	–	–	–	16	0,2
Spillophorella paradoxa (de Man, 1888)			20	2,1	–	–
Paracantonchus caecus (Bastian, 1865)	28,4	5,8	20	6,4	33	4,2
Desmoscolecida						
Quadricoma loricata Filipjev, 1922	7,1	0,5	–	–	–	–
Q. media (Reihard, 1881)	7,1	0,3	–	–	–	–
Quadricoma sp.	7,1	0,3	20	0,6	–	–
Enoplida						
Halalaimus sp. 1	37,5	1,3	–	–	–	–
Halalaimus sp. 2	7,1	4,2	40	21,4	–	–
Anoplostoma viviparum (Bastian, 1865)	7,1	1,5	20	5,6	50	3,5
Calyptronema sabulicola (Filipjev, 1918)	–	–	20	9,0	–	–
Enoploides hirsutus Filipjev, 1918	7,1	5,0	20	16,5	–	–
E. brevis Filipjev, 1918	50	35,3	40	24,7	33	7,9
Enoplus littoralus Filipjev, 1918	–	–	20	20,4	–	–
Enoplus sp.	–	–	20	31,2	–	–
Oxionhus dubius (Filipjev, 1918)	7,1	5,6	–	–	–	–
Mesacanthion conicum (Filipjev, 1918)	–	–	20	32,4	–	–
Tripiloides marinus de Man, 1886	–	–	–	–	16	4,0
Oncholaimus sp.	7,1	3,4	–	–	–	–
Viscosia minor Filipjev, 1918	–	–	20	18,1	16	3,2

Оценка видового богатства нематод (D_{Mg}) в ОМР показала, что на отдельных станциях были зафиксированы наибольшие значения этого индекса (от 2,1 до 3,5), что свидетельствует о большом количестве в них видов нематод, каждый из которых представлен небольшим количеством особей. На большинстве же станций значения индекса видового богатства нематод не высокие (от 0,3 до 1,5).

Для того чтобы иметь представление о сообществе нематод ОМР в целом, были проанализированы трофические отношения между различными их видами. Наиболее популярна классификация свободноживущих нематод, предложенная (Wieser, 1959). Она основана на строении ротового аппарата животных.

Всех нематод автор разделил на четыре группы, дав им буквенно-цифровое обозначение: избирательные детритофаги (1А), неизбирательные детритофаги (1В), соскабливатели (2А) и хищники (2В). Используя эту классификацию, нами отмечено, что на илистых грунтах основную роль играют неизбирательные детритофаги (1В), составляя 31–43 % всего поселения нематод, и избирательные детритофаги (1А), на их долю приходится 22,8 %. Хищники (2В) и соскабливатели (2А) составили 17 и 14 % соответственно. В биотопе заиленной ракуши доминируют нематоды, относящиеся к группе неизбирательных детритофагов (1В), составляя 39,5 %, и хищников – 27 %. Доля избирательных детритофагов (1А) составляла лишь 11 %. В биотопе песка и ракуши их роль невелика (8,8 %). Доля растительноядных (2А) и хищников (2В), наоборот, увеличивается от илов к грунтам с примесью крупных фракций.

Таким образом, в исследуемом районе основную роль во всех типах грунта играют неизбирательные детритофаги (1В), составляя 35,7–58,0 %. Избирательные детритофаги (1А) преобладали на заиленной ракуше (47,5 %). В других биотопах их роль невелика (17–19 %). Доля соскабливателей (2А), наоборот, увеличивается в биотопе песка и ракуши (16,8 %). Хищники (2В) распределялись в равных соотношениях во всех биотопах, но доля их по сравнению с другими трофическими группами невелика (7,4–16,0 %).

Нематоды были обнаружены почти на всех исследуемых станциях и составили одну из доминирующих групп мейобентоса по встречаемости (93,8 –100 %) и плотности поселения в среднем (61,1 %), тогда как по биомассе их доля составила лишь 21,3 %.

Показатели плотности поселения нематод на станциях колебались от 0 до 1870 тыс. экз. · $м^{-2}$, биомасса – от 0 до 355,30 мг · $м^{-2}$. Средние значения этих показателей составили, соответственно, 159,8 ± 30,9 тыс. экз. · $м^{-2}$ и 30,5 ± 6,0 мг · $м^{-2}$ (табл. 3.3.2).

Количественные показатели нематод и их процентное соотношение с общей плотностью мейобентоса значительно варьировали по годам. Это свидетельствует о неоднородности условий бентали в этом районе. Основная среда обитания мейобентосных организмов – капиллярные пространства, существующие между частицами грунта. Иными словами, характер грунта, его гранулометрический состав, концентрация в нем органического вещества являются, вероятно, важнейшими естественными экологическими факторами, определяющими пространственное размещение мелких донных животных (Wieser, 1953; Гальцова, В. А. Петухов, 1975, Gier,1993; Knowlton, 1993; Мокиевский, 2009).

Установлено наличие связи плотности поселения нематод с типом грунта. Средняя численность и биомасса нематод варьировали в широких пределах. Наиболее бедный по количественным показателям нематод – биотоп песка с примесью ракуши. Биотопы серых, черных илов ОМР характеризуются высокими показателями плотности и биомассы нематод (табл. 3.3.3; рис. 3.3.2).

В биотопе песка и ракуши максимальных значений плотности достигали виды: *N. poecilosomoides* (1400–2800 экз. · м$^{-2}$), *S. pulchra* (1000–6800 экз. · м$^{-2}$) и *T. pontica* (0–3800 экз. · м$^{-2}$). Для них отмечен также и высокий индекс плотности. Численность и биомасса остальных видов незначительна. Исключение составил вид *A. setosus*. Его биомасса превышает значительно по сравнению с биомассой других видов, однако встречаемость и плотность его в этом биотопе была невысокой.

Таблица 3.3.2

Средняя плотность поселения (N ± m_N тыс. экз. · м $^{-2}$) и средняя биомасса (B ± m_B мг·м$^{-2}$) нематод в Одесском морском регионе

Год, месяц	N			B		
	N ± m_N	Min	Max	B ± m_B	Min	Max
1994, V	102,2 ± 24,3	1,0	320,0	19,43 ± 4,62	0,19	60,80
1994, VIII	231,4 ± 48,9	3,1	917,5	43,97 ± 9,29	0,59	174,33
1995, V	263,5 ± 55,8	3,2	1185,0	62,69 ± 14,84	0,62	348,00
1995, VIII	103,2 ± 19,0	0,3	310,0	19,61 ± 3,61	0,05	58,90
1996, V	152,7 ± 33,9	3,5	632,5	29,02 ± 6,45	0,67	120,18
1996, IX	210,5 ± 50,0	0,2	972,5	40,01 ± 9,50	0,05	184,78
1997, IX	56,5 ± 10,6	0	172,0	10,74 ± 2,01	0,00	32,68
1998, V	96,9 ± 18,7	1,8	390,0	18,42 ± 3,57	0,34	74,10
1998, VIII	94,8 ± 28,8	5,0	612,5	18,03 ± 5,48	0,95	116,38
1998, IX	56,4 ± 8,9	0	207,5	10,71 ± 1,7	0,00	39,43
2005, IV	71,9 ± 15,5	6,4	272,0	13,68 ± 2,94	1,22	51,68
2005, VIII	41,4 ± 6,8	3,5	145,0	7,86 ± 1,29	0,67	27,55
2005, XII	327,1 ± 68,8	1,6	1547,5	50,85 ± 11,48	0,00	294,03
2006, VI	445,9 ± 82,1	20,0	1870,0	84,72 ± 15,59	3,80	355,30
2007, VIII	32,4 ± 5,9	0,6	86,0	5,90 ± 1,14	0,11	16,34
2008, VIII	120,6 ± 30,4	6,6	580,0	22,91 ± 5,78	1,25	110,20
2008, XI	189,1 ± 45,8	2,0	800,0	35,93 ± 8,71	0,38	152,00
2009, VII	173,6 ± 31,2	3,0	577,5	32,99 ± 5,93	0,57	109,73
2009, X	30,9 ± 14,2	0	338,0	5,89 ± 2,70	0,00	64,22
2010, VI	392,3 ± 43,6	3,7	1150,0	74,30 ± 8,46	0,71	218,50
2011, VII	163,2 ± 26,3	17,0	558,0	30,36 ± 5,05	3,23	106,02
2012, IX	78,9 ± 17,1	15,0	211,0	31,5 ± 5,1	2,85	40,09
2013, VII	270,7 ± 40,1	102,0	588,0	14,9 ± 3,3	19,38	111,72
2015, VII	127,7 ± 15,9	26,0	242,0	54,4 ± 7,6	0,0	46,0
среднее	159,8 ± 30,9			30,5 ± 6,0		

Примечание: N – среднее значение плотности поселения; B – среднее значение биомассы; m_N и m_B – ошибка среднего значения

Таблица 3.3.3

Средняя плотность поселения (N ± m_N тыс. экз. · м$^{-2}$) и средняя биомасса (B ± m_B тыс. мг·м$^{-2}$) нематод на разных типах грунта в Одесском морском регионе

Тип грунта	N			B		
	N ± m_N	Min	Max	B ± m_B	Min	Max
Ил	270,0 ± 52,9	37,9	755,0	50,90 ± 10,06	7,22	143,45
Заиленный песок	129,1 ± 40,1	23,4	312,0	24,53 ± 7,63	4,45	59,26
Песок с примесью ракуши	80,7 ± 25,8	12,5	159,1	15,34 ± 4,90	2,38	30,22

Примечание: N – среднее значение плотности поселения; B – среднее значение биомассы; m_N и m_B – ошибка среднего значения

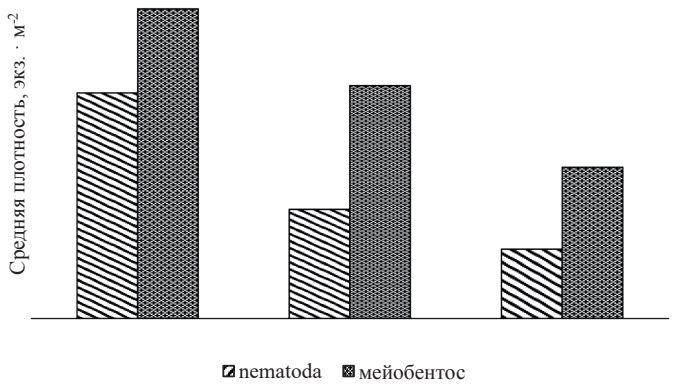


Рис. 3.3.2. Средние значения плотности поселений (экз. · м$^{-2}$) нематод на разных типах грунтов в Одесском морском регионе (1994–2015 гг.)

На заиленной ракуше численность нематод на порядок выше, чем в первом из указанных биотопов. Доминируют по численности виды: *S. pulchra* (4368–69230 экз. · м$^{-2}$), *T. pontica* (3640–75851 экз. · м$^{-2}$) и *S. ostreae* (1000–26307 экз. · м$^{-2}$). Индекс плотности у данных видов достаточно высокий (46,4; 37,9 и 29,3 соответственно). Численность видов *Enoplus* sp., *M. conicum, V. minor, Halalaimus* sp. уступает указанным выше видам и варьирует в среднем от 3507 до 8660 экз. · м $^{-2}$, однако за счет высоких биомасс и встречаемости индекс плотности значителен.

На илах доминирующими по численности видами были: *S. pulchra* (1056 – 109800 экз. · м$^{-2}$), *T. pontica* (4666–93055 экз. · м$^{-2}$). Субдоминантные по численности виды – *E. brevis* (0–70520 экз. · м$^{-2}$) и *S. ostreae* (0–32665 экз. · м$^{-2}$). Высокий индекс плотности у этих видов (35,6 и 19,3 соответственно) был определен их большой биомассой. Частота

встречаемости видов нематод в исследуемом районе неоднородна. Среди исследуемых организмов к постоянно встречающихся (60–100 %) можно отнести следующие виды: *T. pontica, S. pulchra, N. poecilosomoides, S. ostreae.*

Виды со встречаемостью 25–50 % (*A. ponticus, E. longus, S. gracilis, M. collaris, P. caecus, E. brevis*) можно отнести к второстепенным. Остальные виды относятся к числу случайных.

В течение различных сезонов плотность поселения нематод претерпевает значительные изменения (рис. 3.3.3, 3.3.4).

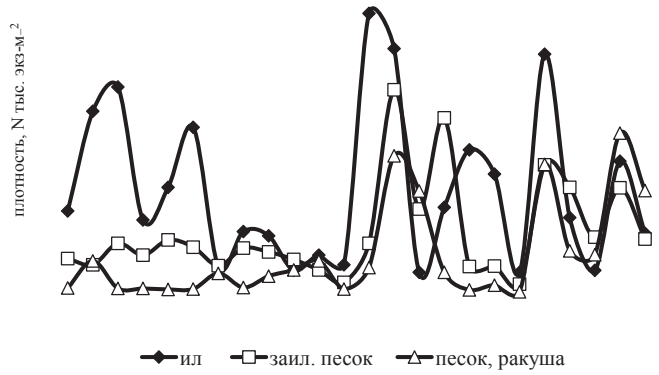


Рис. 3.3.3. Динамика средней плотности поселений (тыс. экз. · м$^{-2}$) нематод на различных типах грунтов в Одесском морском регионе в период 1994–2015 гг.

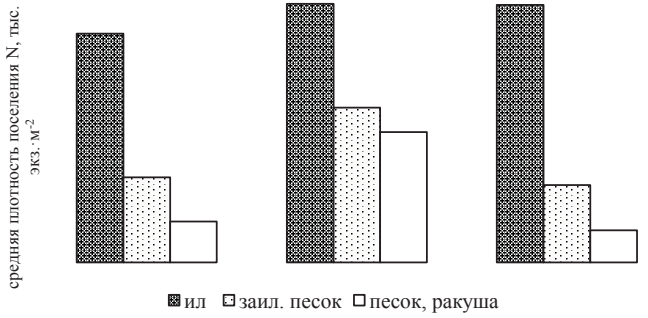


Рис. 3.3.4. Средняя плотность поселений (N, тыс. экз. · м $^{-2}$) нематод на различных типах грунтов в Одесском морском регионе по сезонам в период 1994–2015 гг.

В весенний период на илах она колебалась в пределах от 6,4 до 272,0 тыс. экз. · м$^{-2}$ (среднее 82,56 ± 17,12 тыс. экз. · м$^{-2}$). Доля их на илах от всего мейобентоса варьировала от 24,9 до 56,5 %. На станциях, где преобладает заиленная ракуша, плотность нематод изменялась от 6,8 до 297,5 тыс. экз. · м$^{-2}$ (среднее 61,9 ± 22,9 экз. · м$^{-2}$). Доля их от всего мейобентоса варьировала от 34,6 до 45,0 %.

В биотопе песка с примесью ракуши плотность нематод была ниже по сравнению с ранее указанными биотопами. Она колебалась от 1,1 до 180,5 тыс. экз. · м$^{-2}$ (среднее 38,5 ± 10,2 тыс. экз. · м$^{-2}$). Доля их от всего мейобентоса достигала 15,0–30,5 %.

В летний период исследований наблюдалась наибольшая плотность поселений нематод. На илистых грунтах она колебалась от 2,5 до 1150,0 тыс. экз. · м$^{-2}$ (среднее 361,2 ± 67,4 тыс. экз. · м$^{-2}$). Доля их на илах от всего мейобентоса варьировала от 30,3 до 76,5 %. На заиленной ракуше плотность поселений нематод составляла 3,0–840,0 тыс. экз. · м$^{-2}$ (среднее 255,8±77,3 тыс. экз. · м$^{-2}$).

Доля нематод от численности всего мейобентоса варьировала от 54,2 до 75,0 %. Плотность поселений нематод в биотопе песка и ракуши изменялась в широких пределах – от 0,2 до 620,0 тыс. экз. · м$^{-2}$, но в среднем составила лишь 164,0 ± 50,4 тыс. экз. · м$^{-2}$). Доля их от всего мейобентоса тоже была невысокой (24,0–37,5 %).

В осенний период плотность поселений нематод снижается. На илистых грунтах она колебалась от 1,0 до 800,0 тыс. экз. · м$^{-2}$ (среднее 145,1 ± 38,0 тыс. экз. · м$^{-2}$). Доля их от всего мейобентоса варьировала от 25 до 77,6 %. На заиленной ракуше минимальная плотность поселения организмов составляла 1200 экз. · м$^{-2}$, максимальная – 290,0 тыс. экз. · м$^{-2}$ (среднее 33,7 ± 9,6 тыс. экз. · м$^{-2}$). Доля от всего мейобентоса изменялась от 14,8 до 91,3 %. Песок с примесью ракуши характеризуется небольшим количеством нематод. Доля их от всех организмов мейобентоса колебалась от 23,0 до 45,3 %. Плотность поселений нематод составляла 0–122,0 тыс. экз. · м$^{-2}$ (среднее 20,9 ± 9,4 тыс. экз. · м$^{-2}$).

Таким образом, максимальные количества нематод на разных типах грунта отмечались в летний период. В целом, четкой зависимости количественных характеристик нематод от сезонности не отмечено. Видимо, на них оказывают влияние многочисленные факторы, такие как тип грунта, изменение температуры в течение сезона, различные циклы размножения животных, наличие пищи. Колебания плотности поселений нематод в разные годы также обусловлены изменениями различных факторов среды.

Проанализировав пространственное распределение нематод за период 1998–2015 гг. в акватории ОМР, можно отметить, что ядра максимальных показателей их плотности поселения приурочены как к Одесскому заливу, так и к зоне, находящейся между двумя лиманами (Григорьевским и Дофиновским), где, по всей видимости, происходит накопление органического вещества в илах. В прибрежных зонах с глубинами до 7 м и преобладанием песчаного субстрата плотность поселения нематод наименьшая.

Свободноживущие нематоды вместе с другими организмами мейобентоса образуют разнообразные и сложные сообщества. Выявление постоянных комплексов организмов, вокруг которых группируются в различных сочетаниях другие виды, представляет существенный интерес в данных исследованиях.

Интересно отметить, что в центральной и южной частях района на значительном удалении от берега и с глубинами 20 м и более среди постоянных видов доминирует *S. abyssalis,* составляющий от 37 до 56 % плотности поселения нематод. В прибрежной зоне на глубинах до 10 метров с преобладанием песчаного субстрата кроме *S. abyssalis* (35 % плотности поселения) большое значение имеет *S. pulchra* (от 12 до 35 %). В Одесском заливе недалеко от порта на черных илах доминирует лишь *S. pulchra* (24–35 %). Известно, что экологические ниши этих близкородственных видов расходятся по пространственной оси. *S. abyssalis* предпочитает верхние слои осадка с достаточным содержанием кислорода, тогда как *S. pulchra* обитает в слое осадка с пониженным содержанием кислорода, часто в илистых грунтах (Jensen,1981; Heip et all. 1985).

Доминирование нематод в мейобентосе указывает на высокую трофность района исследований. Нематоды – организмы, которые находят благоприятные условия для своего развития в обогащенных органикой грунтах. Так, среди указанных видов нематод роль оксифильных представителей отряда Chromadorida в ОМР невысокая, а преобладают менее требовательные к качеству среды виды из отряда Monhysterida. Повышение трофности приводит к изменениям в экосистеме, в которой экологические ниши захватывают виды, наиболее приспособленные к сложившимся условиям среды.

Таким образом, для Одесского морского региона выявлено 50 видов свободноживущих нематод, относящихся к 5 отрядам. Средние значения показателей плотности их поселений составили 159,8 ± 30,9 тыс. экз. · м$^{-2}$ и биомассы – 30,5 ± 6,0 мг · м$^{-2}$. Максимальные скопления нематод и высокое количество видов (35) отмечено на илах (средняя плотность 270,0 ± 52,9 тыс. экз. · м$^{-2}$, средняя биомасса – 50,9±10,1 мг · м$^{-2}$). В исследуемом районе основную роль на всех типах грунта играют неизбирательные детритофаги, составляя 35,7–58,0 % плотности поселений нематод. Доминируют виды *Sabatieria pulchra, Terschellingia pontica, Sphaerolaimus ostreae*, *Neochromadora poecilosomoides, Viscosia minor, Enoploides brevis*. Они характеризуются наиболее высокой стабильностью своего развития в сложившихся экологических условиях данного региона и служат показателем гидробиологических условий среды обитания (загрязнение). Это ключевые виды в данном районе, вокруг которых в различных сочетаниях группируются другие. Результаты данных исследований могут дополнить представление о нематодах в динамике и их роли в формировании количественных показателей мейобентоса в этом районе СЗЧМ.

3.4. HARPACTICOIDA

По видовому разнообразию Harpacticoida – одна из наиболее богатых групп мейобентоса, приспособленных к обитанию в бентали. Однако они часто встречаются в придонной толще воды, а в мелководных бассейнах (3–9 м) могут находиться во всей водной толще. Представляя постоянный компонент мейобентоса, Harpacticoida играют в нем весьма значительную роль при формировании видового разнообразия данного сообщества организмов и его количественных показателей. Гарпактикоиды в Черном море составляют около 15 % планктонных и бентосных видов беспозвоночных. Большинство эпибентических видов гарпактикоид являются добычей для многих личинок и молоди придонных рыб, хищных ракообразных (например, креветки и их личинки) и полихет (Coull, 1990, 1999; Zander 1993; Воробьева, 1999). В питании этих ракообразных преобладают диатомовые водоросли, которые обеспечивают им получение высших жирных кислот, что делает гарпактицид ценным питательным компонентом для рыб.

Ими активно заселяются различные субстраты (песчаный, илистый, ракушечный, водорослевый), они имеют широкое пространственное распределение (от супралиторали до континентального склона). Размер тела и форма гарпактицид могут меняться в соответствии с предпочитаемым биотопом (Воробьева, Портянко, 2014). Виды, живущие в фитали, часто имеют крупные тела с многочисленными щетинками, крепкие ноги, хорошо приспособленные к удерживанию на водорослевом субстрате, а также для плавания. Типичные интерстициальные виды живут в мелко- и среднезернистых песках и имеют тонкое, почти червеобразное тело.

Фауна и экология гарпактикоид северо-западной части Черного моря изучена недостаточно. В частности, сведений о гарпактикоидах Одесского

залива крайне мало и они носят фрагментарный характер. Так, Л. В. Воробьевой (Воробьева, 1992) изучалась интерстициальная фауна Одесского побережья. Эти исследования показали, что видовое разнообразие гарпактикоид зависит от гранулометрического состава песка – уменьшается от крупнозернистого к мелкозернистому. Л. А. Гарлицкая в своей работе (Garlitska, 2001) приводит многолетние данные (1994–1999 гг.) о распространении гарпактикоид в Одесском морском регионе, не указывая при этом видовой состав. Этот же автор в своей диссертационной работе (отобрано четыре пробы с глубин 25–35 м) говорит о 8 зарегистрированных видах вблизи Одессы и характеризует фауну гарпактикоид как обедненную.

На сегодняшний день ситуация изменилась заметно в лучшую сторону. С 2005 г. возобновлены комплексные исследования в глубоководных зонах Одесского залива. Это дало возможность начать изучение фауны гарпактикоид пелоконтура (Портянко, 2015). Изучение экологии и фауны береговых комплексов этих ракообразных начаты с 2010 г.

Фауна гарпактикоид основных донных биотопов Одесского морского региона насчитывает 50 видов. Многолетние исследования в ОМР позволили получить репрезентативные данные о формировании качественных и количественных характеристик данной группы мейобентосного сообщества организмов в местообитаниях с различным типом донных субстратов (ил, заиленный песок, ракуша, песок и др.). Как видно из представленного рисунка (рис.3.4.1) наиболее высока плотность поселений рачков на заиленном песке и ракуше с примесью песка, минимальная плотность характерна для ракуши.

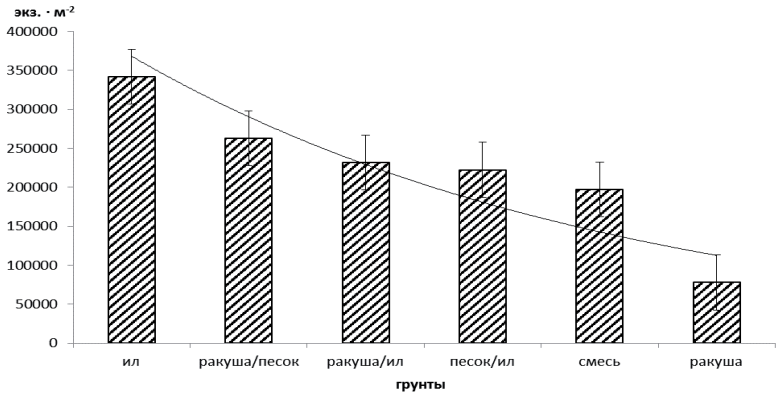


Рис. 3.4.1. Показатели средней численности (экз. · м$^{-2}$) гарпактикоид на различном субстрате в Одесском морском регтоне

В биотопах верхней сублиторали Одесского морского региона обнаружено 29 видов, относящихся к 19 родам и 13 семействам (табл. 3.4.1).

Данные биотопы имеют 12 общих видов и при этом на ракуше зарегистрирован 21 вид, а на песке 20 видов. Из 13 обнаруженных семейств гарпактикоид можно выделить два семейства с наибольшим количеством видов: Dactylopusiidae (4) и Laophontidae (5).

На заиленном песке при средней плотности поселений гарпактикоид 60715 ± 25414 экз. м$^{-2}$ и встречаемости около 75,0 % максимальный показатель составлял 382000 экз. · м$^{-2}$. На ракуше с песком гарпактикоиды обитали практически повсеместно, их встречаемость составляла 95,8 %. Средняя плотность поселений составляла 56406 ± 18344 экз. · м$^{-2}$, максимальный показатель – 749000 экз. · м$^{-2}$ зафиксирован в июле 2011 г. на глубине 5–10 м.

Таблица 3.4.1

Harpacticoida некоторых биотопов верхней сублиторали Одесского морского региона (Черное море) за период 2012–2014 гг

Семейство	Вид	Ракуша	Песок
Ameiridae	*Ameira parvula parvula* (Claus, 1866)	+	+
	Nitokra hibernica hibernica (Brady, 1880)	+	-
	Nitokra lacustris lacustris (Shmankevich, 1875)	+	-
Canuellidae	*Canuella perplexa* (Scott T. et A.,1893)	+	+
Cletodidae	*Enchydrosoma sordidum* (Monard, 1926)	+	+
Dactylopusiidae	*Dactylopusia tisboides* (Claus, 1863)	+	+
	Diarthrodes nobilis (Baird, 1845)	+	-
	Paradactylopodia brevicornis (Claus, 1866)	+	+
	Paradactylopodia latipes (Boeck, 1865)	-	+
Ectinosomatidae	*Ectinosoma melaniceps* (Boeck, 1845)	+	+
Harpacticidae	*Harpacticus flexus* (Brady et Robertson D.,1873)	-	+
	Harpacticus obscurus (Scott T., 1895)	-	+
	Harpacticus littoralis (Sars G. O., 1910)	+	+
Laophontidae	*Heterolaophonte stroemii stroemii* (Baird, 1837)	+	+
	Heterolaophonte uncinata (Czerniavski, 1868)	+	+
	Heterolaophonte minuta (Boeck, 1873)	+	-
	Laophonte elongata elongata (Boeck, 1873)	+	+
	Laophonte thoracica (Boeck, 1865)	+	-
Miraciidae	*Amphiascus longirostris* ((Claus, 1863) Huys 2010)	-	+
	Bulbamphiascus imus (Brady, 1872)	+	-
	Delavalia elisabethae (Por, 1959)	-	+
Normanellidae	*Normanella mucronata* (Sars G. O., 1909)	+	-
	Normanella serrata (Por, 1959)	+	-
Peltidiidae	*Alteutha typica* (Czerniavski, 1868)	-	+

Окончание табл. 3.4.1

Семейство	*Вид*	**Ракуша**	**Песок**
Tetragonicipitidae	*Phyllopodopsyllus pauli* (Crisafi, 1960)	+	+
Thalestridae	*Thalestris longimana* (Claus, 1863)	-	+
Tisbidae	*Tisbe bulbisetosa* (Volkmann-Rocco, 1972)	+	-
	Tisbe marmorata (Volkmann-Rocco, 1973)	+	+
	Tisbe furcata (Baird, 1837)	-	+

На илах обнаружен 21 вид гарпактикоид, относящихся к 16 родам и 13 семействам (табл. 3.4.2). На илистом грунте и иле с примесью ракуши средние показатели плотности поселений ракообразных были сходны, в первом случае – 42396 ± 10418 экз. · м$^{-2}$ при встречаемости 86,4 %, во втором случае – 41449 ± 11335 экз. · м$^{-2}$ при встречаемости 83,6 %. На илах максимальное скопление гарпактикоид (1405000 экз. · м$^{-2}$) обнаружено в июне 2005 г. на глубине 10–15 м при температуре придонной воды 8 ºС, солености 17 ‰ и содержании растворенного кислорода 10 мг · л$^{-1}$.

Особенностью фауны гарпактикоид иловых отложений является то, что ее видовое разнообразие напрямую зависит от типа ила. Из данной таблицы видно, что на серых илах обнаружен 21 вид (все обнаруженные виды), а на черных илах обнаружено всего 6 видов, которые являются общими для этих двух типов грунта. Относительно богато видами два семейства гарпактикоид – Miraciidae (4) и Tisbidae (3). Остальные семейства представлены одним или двумя видами копепод.

Таблица 3.4.2

Видовое разнообразие Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) серых и черных илов Одесского морского региона (Черное море)

Семейство	Виды	Серый ил	Черный ил
Ameiridae	*Ameira parvula parvula* (Claus, 1866)	+	+
Canuellidae	*Canuella perplexa* (Scott T. et A.,1893)	+	-
Cletodidae	*Enchydrosoma gariene* (Gurney, 1930)	+	+
Dactylopusiidae	*Dactylopusia tisboides* (Claus, 1863)	+	-
	Paradactylopodia brevicornis (Claus, 1866)	+	-
Ectinosomatidae	*Ectinosoma melaniceps* (Boek, 1865)	+	+
Harpacticidae	*Harpacticus flexulosus* (Ceccherelli, 1988)	+	-
	Harpacticus littoralis (Sars G. O., 1910)	+	-
Laophontidae	*Laophonte elongata elongata* (Boeck, 1873)	+	-

Окончание табл. 3.4.2

Miraciidae	*Amphiascoides subdebilis* (Willey, 1935)	+	-
	Amphiascus longirostris ((Claus, 1863) Huys 2010)	+	+
	Bulbamphiascus imus (Brady, 1872)	+	-
	Delavalia elisabethae (Por, 1959)	+	-
Nannopodidae	*Nannopus palustris* (Brady, 1880)	+	-
Normanellidae	*Normonella minuta* (Boeck, 1873)	+	+
Tachidiidae	*Microarthridion littorale* (Poppe, 1881)	+	-
	Microarthridion fallax (Perkins, 1956)	+	-
Thalestridae	*Thalestris longimana* (Claus, 1863)	+	-
Tisbidae	*Tisbe battagliai* (Volkmann-Rocco, 1972)	+	-
	Tisbe histriana (Marcus & Por, 1961)	+	-
	Tisbe marmorata (Volkmann-Rocco, 1973)	+	+

При рассмотрении степени участия гарпактикоид в формировании общей численности постоянного компонента мейобентоса видно, что на илистом песке они преобладают не только по плотности поселений, но и по составной его части (рис. 3.4.2).

Наименьший показатель доли гарпактикоид в общей численности эвмейобентоса относится к ракушечному субстрату (4 %). Как мы видим из представленных на рисунках показателей, на илах и илах с примесью ракуши доля гарпактикоид в общей численности эвмейобентоса идентична. На иле с примесью ракуши максимальный показатель численности рачков был почти в 4 раза меньше – 362000 экз. · м$^{-2}$.

В мейобентосе плотности поселений его массовых групп тесно взаимосвязаны и при ухудшении условий существования соотношение их численности может очень быстро изменяться (Raffaelli, 1981; Warwick, 1981; Гаркавая и др., 1991). Многолетнее изучение мейобентоса северо-западной части Черного моря (Воробьева, 1999) показало, что при ухудшении кислородного режима снижается плотность гарпактикоид (особенно резкие изменения наблюдаются при его содержании ниже 4 мг · л$^{-1}$). При этом соотношение плотности поселений нематод и плотности поселений гарпактикоид (нематодно-копеподное соотношение) тем выше, чем напряженней ситуация в экосистеме. Выяснение значений нематодно-гарпактикоидного отношения в различных условиях позволяет использовать его как индикатор состояния окружающей среды (Гальцова, 1991). Анализ величины данного отношения на различных субстратах в ОМР (рис. 3.4.3) показал, что наиболее высоко его среднее значение для илов (226,14) и минимально для ракуши (4,93).

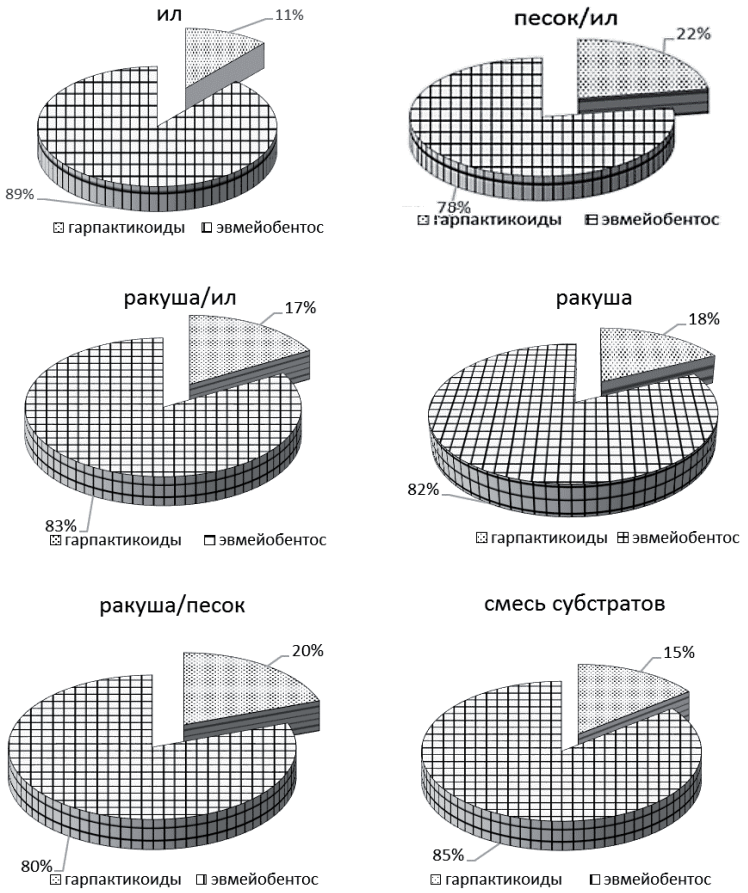


Рис. 3.4.2. Доля гарпактикоид (%) в общей численности мейобентоса на различных типах субстратов Одесского морского региона

В течение года плотность гарпактикоид неоднородна, что может определяться температурой придонных слоев воды, содержанием растворенного кислорода у дна, а также пищевыми ресурсами для ракообразных. Многолетние наблюдения в ОМР позволили получить средние значения плотности поселений гарпактикоид в различные сезоны года. Они максимальны в летний период (рис. 3.4.4) и минимальны зимой. В зимний период при встречаемости 71 % численность гарпактикоид составляла в

среднем 11663 ± 3620 экз. · м$^{-2}$. Их максимальные скопления (22000–5223 экз. · м$^{-2}$) были приурочены к песчаной ракуше на глубине 5–10 м. Весной температура придонных слоев воды в большинстве случаев составляла 4–6 ºС, в редких случаях (около 10 %) она превышала 10 ºС. Плотность поселений гарпактикоид резко возрастает, средние показатели для данного сезона 36978 ± 8624 экз. · м$^{-2}$ при встречаемости рачков 82,13 %.

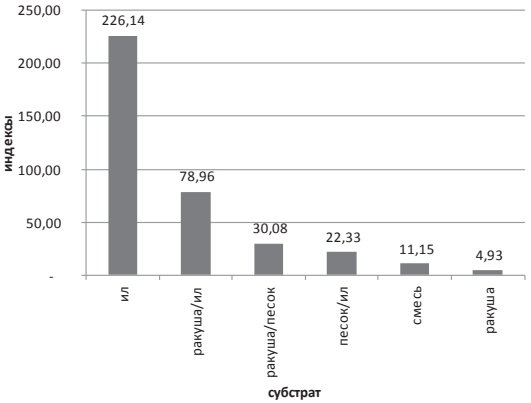


Рис. 3.4.3. Изменение соотношения между плотностями поселений нематод и гарпактикоид на различных типах грунта Одесского морского региона

Максимальные показатели численности (437500–525000 экз. · м$^{-2}$) рачков были отмечены в 1995 г. на глубине 5–10 м при температуре придонных слоев воды 18 ºС и удовлетворительном кислородном режиме; в 1996 г. – 642500 экз. · м$^{-2}$ при такой же температуре, солености 16 ‰ и содержании растворенного в воде кислорода 9 мг · л$^{-1}$.

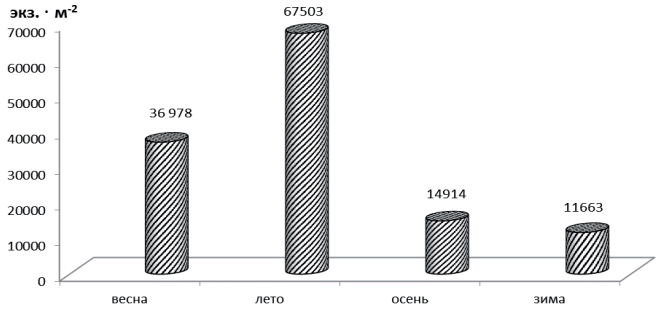


Рис. 3.4.4. Сезонная динамика численности (экз. · м$^{-2}$) гарпактикоид в Одесском морском регионе

Наибольший количественный материал получен при сборах в летний период в 2005–2015 гг. – 195 проб. Средняя температуры воды у дна составляла 12 ºС, на мелководье она могла повышаться до 20–22 ºС, а глубже 15 м она не превышала 6–10 ºС. Соленость на большинстве станций составляла 16–17 ‰. Встречаемость гарпактицид в летний период достигала 93,7 %. Они отсутствовали или фиксировались в незначительных количествах (500–6000 экз. · м$^{-2}$) на тех станциях, где содержание растворенного кислорода было ниже 4–3 мг · л$^{-1}$. Средняя плотность поселений гарпактикоид в рассматриваемый период составляла 67503 ± 13404 экз. · м$^{-2}$. Максимальный показатель численности был зафиксирован летом в 2006 г. (1720000 экз. · м$^{-2}$) на илистом грунте при температуре придонных слоев воды 8 ºС, солености 17 ‰ и содержании растворенного кислорода 9 мг · л$^{-1}$. Относительно высокие скопления гарпактикоид наблюдались в 2010 г. (289000–419000 экз. · м$^{-2}$) на глубине более 15 м на илистых и илистых с примесью ракуши грунтах при солености 16–17 ‰ и кислороде 9 мг · л$^{-1}$.

Осенью плотность поселений гарпактикоид резко сокращается (рис. 3.4.4), что может быть связано как с особенностями развития и размножения копепод, их выедания в летний период, так и с особенностями гидролого-гидрохимических условий окружающей среды. Средний показатель численности составил 151948 ± 37546 экз. · м$^{-2}$.

В различные периоды года наблюдается неодинаковая степень участия гарпактикоид в общей численности мейобентоса и его постоянного компонента. Их доля колеблется от 3 % до 18 % (рис. 3.4.5).

В работах многих авторов (McIntyre, Murison, 1973; Thiel, 1971; Гальцова, Владимиров, 1988 и др.) подтверждается существование прямых или косвенных связей численности мейобентоса в зависимости от глубины. Вчастности, В. В. Гальцовой установлено, что с глубиной закономерно уменьшается плотность поселений нематод и гарпактикоид. Однако, как указывает автор, отсутствие в большинстве случаев связи между количественным распределением животных и глубиной может обусловливаться тем, что последняя представляет собой интегральный параметр, что немаловажно для северо-западной части Черного моря с ее разнородными и динамичными условиями абиотических факторов. В Одесском морском регионе плотность поселений гарпактикоид значительно варьировала (рис. 3.4.6).

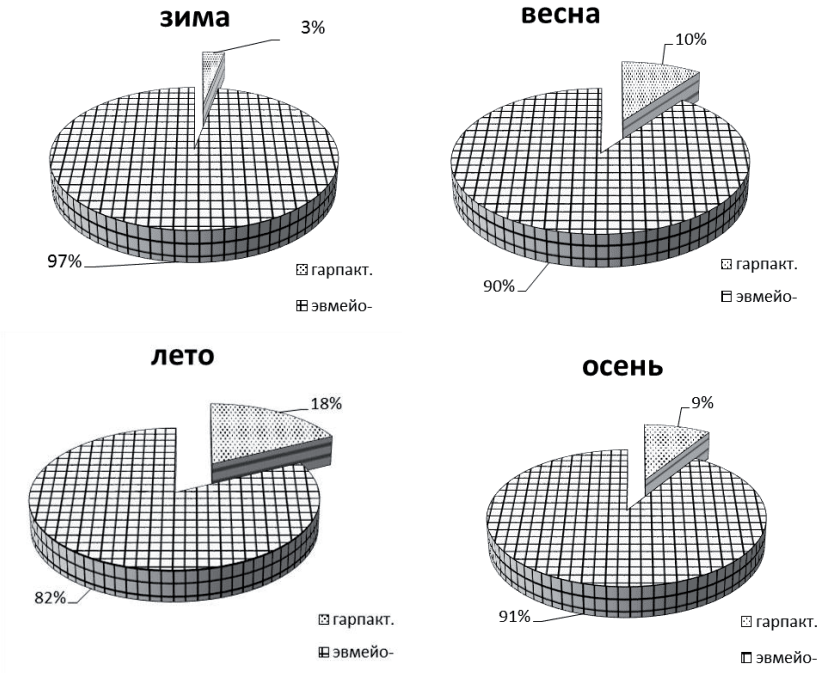


Рис. 3.4.5. Доля гарпактикоид в общей численности мейобентоса Одесского морского региона в различные периоды года

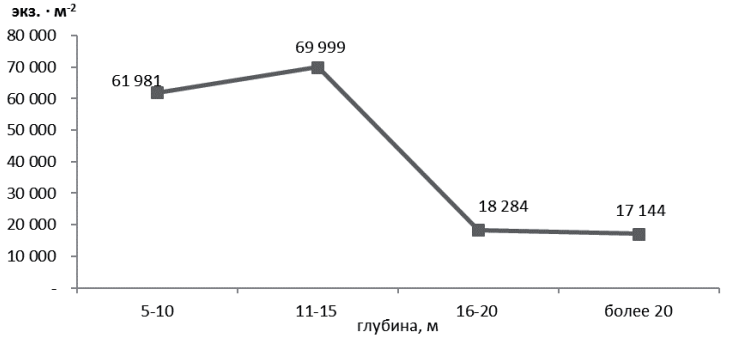


Рис. 3.4.6. Распределение плотности поселений (экз. · м$^{-2}$) гарпактикоид на различной глубине Одесского морского региона

На мелководье (5–10 м, 175 проб) встречаемость составляла 97,8 % при средней плотности 61980 ± 9429 экз. · м$^{-2}$. Доля гарпактикоид в общей численности эвмейобентоса была относительно высокой и в среднем составляла 31,5 %. Максимальный показатель численности отмечен весной 1996 г. – 642500 экз. · м$^{-2}$ при температуре придонных слоев воды 18 °С, солености 16 ‰ и содержании кислорода 9 мг · л$^{-1}$. Высокой плотность поселений гарпактикоид была в 2009 г. (250000 экз. · м$^{-2}$) на серых илах в летний период при температуре воды 20 °С, солености 15 ‰ и содержании растворенного кислорода 7 мг · л$^{-1}$, а также в 2010 г. (355000 экз. · м$^{-2}$) в летний период на илах при температуре придонных слоев воды 24 °С, солености 14 ‰ и содержании кислорода 7 мг · л$^{-1}$ и летом 2011 г. (653000 экз. · м$^{-2}$) при температуре воды 14 °С, солености 17 ‰ и содержании кислорода 8 мг · л$^{-1}$.

Средние показатели плотности поселений гарпактикоид возрастают на глубине 11–16 м (362999 ± 23277 экз. · м$^{-2}$). Встречаемость ракообразных составляла 84,4 %. Очень большие скопления гарпактикоид наблюдались в летний период 2011 г. на заиленной ракуше при температуре воды 12 °С, солености 17 ‰ и содержании растворенного кислорода 8 мг · л$^{-1}$.За весь период исследований их максимальные скопления зафиксированы лишь дважды летом 2006 г. – 1405000 экз. · м$^{-2}$ и 1720000 экз. · м$^{-2}$ при температуре воды 8 °С, солености 16–17 ‰ и растворенном кислороде 9–10 мг · л$^{-1}$. Летом в ОМР при складывающихся не благоприятных условиях у дна может наблюдаться острая гипоксия (содержание растворенного кислорода составляет 0,5–1 мг · л$^{-1}$) и гарпактикоиды отсутствуют. При содержании растворенного кислорода 2–3,5 мг · л$^{-1}$ гарпактикоиды встречаются в пробах единичными экземплярами либо их плотность не превышает 35000 экз. · м$^{-2}$.

С увеличением глубины встречаемость гарпактикоид снижается до 74,7 %. При этом, как видно на представленном рисунке (рис. 3.4.6) их плотность поселений резко, более чем в три раза, снижается и в период наших исследований средний многолетний показатель составлял 18283 ± 2602 экз. · м$^{-2}$. Максимальные скопления гарпактикоид (138000 экз. · м$^{-2}$) были отмечены летом 2011 г. на мелиновом илу при температуре воды 10 °С, солености 16 ‰ и содержании растворенного кислорода 8 мг · л$^{-1}$. На данной глубине может наблюдаться низкое содержание растворенного в придонных слоях воды кислорода, при котором гарпактикоиды либо отсутствуют, либо встречаются в пробах единичными экземплярами. Так, в 1994 г. на ст. 22, 26, и 30 содержание кислорода составляло 0–1 мг · л$^{-1}$. Необходимо отметить, что из всего мейобентоса на этих станциях присутствовали лишь фораминиферы, нематоды и единичные особи гарпактикоид (0–2500 экз. · м$^{-2}$). Летом 2005 г. при температуре у дна 10 °С, солености 17 ‰ на рассматриваемой глубине

(16–20 м) на некоторых станциях содержание кислорода не превышало 4 мг · л$^{-1}$, плотность поселений гарпактикоид на этих участках колебалась от 1250 экз. · м$^{-2}$ до 18000 экз. · м$^{-2}$.

Если на глубине до 15 м роль гарпактикоид в формировании общих показателей плотности всего мейобентоса вообще и эвмейобентоса в частности была достаточно высока, то на глубине 16–20 и 20–25 м их доля участия в общих показателях численности весьма незначительна и не превышает в среднем 5 %. С увеличением глубины более 20 м численность гарпактикоид в среднем остается на предыдущем уровне и составляет 17143 ± 2248 экз. · м$^{-2}$, максимальные показатели их плотности поселений были характерны для летнего периода 2011 г. (117000–216000 экз. · м$^{-2}$) при температуре придонных слоев воды 9 °С, солености 17 ‰ и содержании растворенного кислорода 8–9 мг · л$^{-1}$. Относительно высокие показатели плотности были отмечены и летом 2009 г. (127500–190000 экз. · м$^{-2}$) при температуре воды 9 °С, солености 16–17 ‰ и растворенного O_2 5–6 мг · л$^{-1}$.

По показателю соотношения плотности поселений нематод к плотности поселений гарпактикоид (рис. 3.4.7) видно, что наиболее благоприятные условия для развития всего мейобентоса вообще и гарпактикоид в частности формируются на глубине до 15 м, о чем свидетельствуют выше приведенные показатели.

Имеющиеся данные позволили проследить межгодовую динамику средних для региона показателей плотности поселений гарпактикоид и их долю в общей численности мейобентоса (рис. 3.4.8, 3.4.9). Два пика численности были характерны для 2006 и 2011 гг.

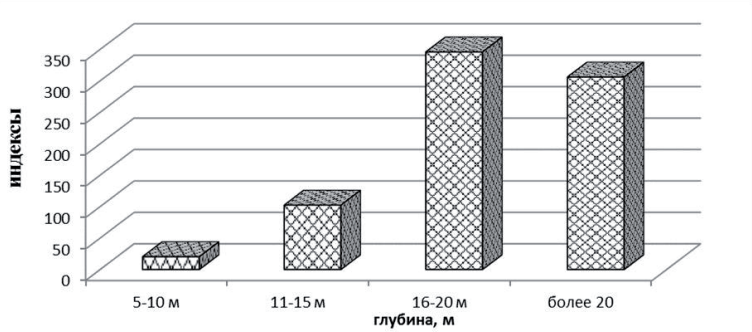


Рис. 3.4.7. Изменение соотношения между плотностями поселений нематод и гарпактикоид с глубиной в Одесском морском регионе

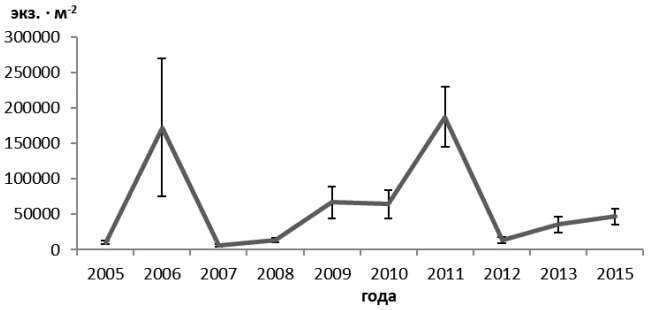


Рис. 3.4.8. Межгодовая динамика численности (экз. · м$^{-2}$) гарпактикоид в Одесском морском регионе

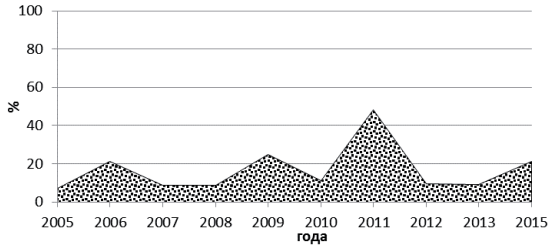


Рис. 3.4.9. Доля (%) гарпактикоид в общей численности мейобентоса в Одесском морском регионе

Как в первом, так и во втором случае этим годам предшествовали 2005 и 2010 гг. со сложными гидрохимическими условиями в придонных слоях воды и, прежде всего, здесь на многих участках рассматриваемой акватории, наблюдалась гипоксия. По всей вероятности, накопление органического вещества в бентали шло за счет массового развития в летние периоды указанных годов в приповерхностных слоях пелагиали одноклеточных водорослей, оседание которых способствовало накоплению органического вещества.

Кислородный режим имеет ключевое значение в формировании биологического разнообразия и количественных показателей представителей мейобентоса вообще и особенно низших ракообразных. У гарпактикоид при дефиците кислорода в придонных слоях воды происходят нарушения в процессах их жизнедеятельности и при наступлении гипоксии они погибают. В большинстве случаев возникновение гипоксии является результатом совместных действий природных и антропогенных факторов. Роль антропогенного фактора сводится в ОМР, в первую очередь, к обогащению

прибрежных акваторий биогенными элементами (азотом и фосфором), т. е. к эвтрофикации, а также климатическим фактором. В последние два десятилетия количество акваторий, подверженных гипоксии, значительно возросло, и это явление рассматривается как новая глобальная проблема. При гипоксии и даже аноксии структура мейобентосного сообщества резко меняется. В нем при содержании кислорода до 3 мг · л$^{-1}$ обычно присутствуют фораминиферы (доминатная группа) и нематоды, т. е. общая численность мейобентоса формируется фораминиферно-нематодным либо нематодно-фораминиферным комплексом организмов (Воробьева, 1999). В большинстве случаев возникновение гипоксии является результатом совместных действий природных и антропогенных факторов. Было установлено, что нижний уровень толерантности бентосных форм прибрежной зоны наблюдается при концентрации кислорода менее 2 мг · л$^{-1}$ и эту величину приняли за границы между нормальными условиями и гипоксией (Rosenberg 1980; Заика и др. 2011). Иногда границей называют и содержание растворенного кислорода 2,8–3 мг · л$^{-1}$ (Modin et al. 1998).

Большой фактический материал (1994–1999, 2005–2015 гг., всего более 550 проб) позволил выяснить отношение гарпактикоид к количеству растворенного у дна кислорода. Многими авторами указывается, что отсутствие кислорода или присутствие сероводорода – важное условие, влияющее на распределение донных организмов (Tietjen, 1980; Fenchel, Riedl, 1970). По имеющейся данным содержание растворенного у дна кислорода в момент отбора наших проб варьировало от 0 до 11 мг · л$^{-1}$, что позволило определить изменения плотности поселений гарпактицид при различном кислородном режиме.

Наиболее чувствительными к степени окисленности субстрата среди мейобентосных организмов являются гарпактикоиды (рис. 3.4.10) и остракоды (Гальцова,1991).

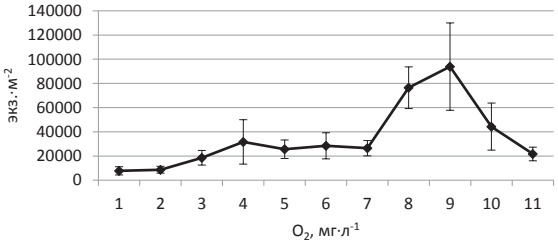


Рис. 3.4.10. Численность гарпактикоид при различных концентрациях кислорода у дна в Одесском морском регионе

Из представленного графика отчетливо видно, что при концентрации кислорода ниже 4 мг · л$^{-1}$, плотность поселений гарпактикоид наименьшая.

Из представленного ниже рисунка (рис. 3.4.11) видно, что соотношение показателей плотности поселений нематод и гарпактикоид показывает, что на участках бентали, где содержание кислорода низкое, а значит и условия для развития чувствительных к неблагоприятным условиям среды мейобентонтам негативны.

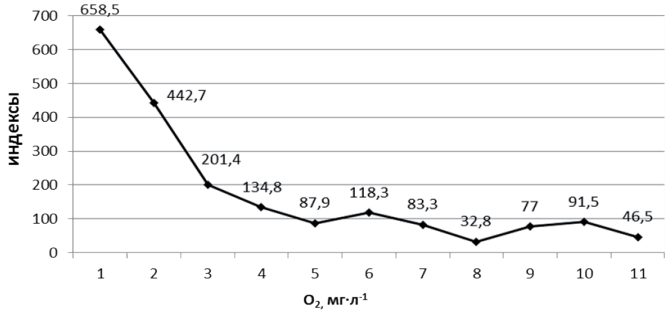


Рис. 3.4.11. Индексы соотношения численности нематод и гарпактикоид в зависимости от концентраций кислорода в Одесском морском регионе

Полученные данные показывают, что доля гарпактикоид в общей численности мейобентоса также находится в тесной зависимости от кислородного режима (рис. 3.4.12).

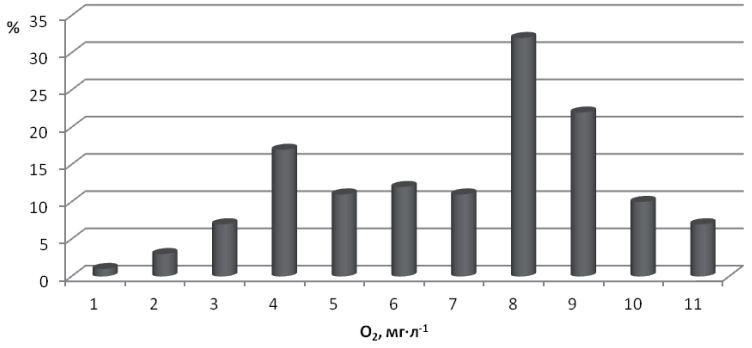


Рис. 3.4.12. Доля гарпактикоид в общей численности мейобентоса в зависимости от концентраций кислорода в Одесском морском регионе

Изучение мейобентосного сообщества северо-западного шельфа Черного моря показало, что такое же отношение к низкому содержанию растворенного кислорода наблюдается у остракод и у личинок молоди моллюсков (Воробьева, 1999).

Как было сказано выше, при дефиците кислорода в мейобентосе получают развитие мелкие формы, имеющие короткие циклы развития. В этом случае резко снижается кормовая ценность мейобентоса для молоди и личинок рыб. При улучшении экологического состояния у дна участие гарпактикоид в формировании общей численности и особенно общей биомассы значительно возрастает.

Таким образом, плотность поселений гарпактикоид формируется многими факторами, некоторые из которых рассмотрены в данном разделе.

3.5. OSTRACODA

В составе мейобентоса остракоды являются одной из основных таксономических групп эумейобентоса и играют немаловажную роль в питании молоди донных рыб (Воробьева, Кулакова, 1999).

Остракоды характеризуются широким диапазоном эврибионтности, поэтому распространены практически во всех водных биотопах, включая временные водоемы. Миниатюрность и многочисленность, а также относительно короткий жизненный цикл этих организмов делают их незаменимой группой при мониторинге состояния морских экосистем. Загрязнения и неблагоприятные условия приводят к сокращению количества видов, изменениям в структуре сообществ, резкому снижению количественных показателей остракод (Шорников, Зенина 2014).

Первые работы по исследованию ракушковых рачков Черноморского бассейна посвящены их экологии на болгарском побережье (Klie, 1937). Позднее вышла работа Дубовского, которая затрагивала не только экологию, но и также содержала описания новых видов остракод (Дубовский, 1939).

Изучение остракод проводилось достаточно детально в 1960-х гг. При изучении каспийских элементов фауны в Азово-Черноморском бассейне было рассмотрено влияние солености на сообщества ракушковых раков каспийского происхождения (Мордухай-Болтовской, 1960).

Изучению остракод северо-западной части Черного моря посвящено немало работ. Большой вклад в исследование экологии видов был сделан Т. Мариновым (Маринов, 1962). Он описал большинство видов, встречающихся по всей акватории Черного моря, а также отдельно выделил виды, характерные для болгарской акватории (Маринов, 1964). В последующих его работах были дополнения по экологическим

характеристикам и таксономическому составу видов (Marinov, 1964; Маринов, 1965, 1978; Marinov, 1967). На побережье Румынии фаунистические исследования остракод были выполнены Ф. Е. Карайон. В работах были представлены данные по видовому составу остракод, а также описания новых видов (*Caraion, 1959*).

Наибольший вклад в исследование ракушковых раков Черного и Азовского морей сделан Е. И. Шорниковым (1964, 1965, 1966, 1967). Он выделил каспийские элементы фауны азово-черноморских остракод и провел экологические и зоогеографические исследования (Шорников, 1964, 1967). Более подробно ним были рассмотрены подсемейства Loxoconchinae и Paradoxostominae и род Leptocythere, для которых он описал новые виды (Шорников, 1965, 1966). На основе внутреннего строения и морфологической структуры ракушек был составлен определитель фауны Черного и Азовского морей. Также есть сведения по экологии остракод Азово-Черноморского бассейна, их отношение к факторам окружающей среды, распределение по биотопам и глубинам (Шорников, 1972). Впервые в этой работе приводятся данные о видовом составе остракод интерстициальной фауны.

Позднее Л. В. Воробьевой и соавторами проведен подробный анализ интерстициальной мейофауны на побережье Одесского морского региона. В составе мейобентоса было найдено шесть видов ракушковых раков (Воробьева и др., 1999).

Основное внимание при изучении современного состояния сообществ мейобентосных остракод Одесского морского региона направлено на оценку количественных характеристик. В результате предварительного анализа их таксономического состава были идентифицированы следующие виды: *Cytherois planus* (Schornikov), *Leptocythere reticulata* (Schornikov), *Loxoconcha aestuarii* (Marinov), *Loxoconcha bulgarica* (Caraion), *Loxoconcha pontica* (Klie), *Loxoconcha rhomboidea* (Fischer), *Microcythere longiantennata* (Marinov), *Paradoxostoma intermedium* (Mueller), *Paradoxostoma navicula* (Bonaduce, Masoli, Minichelli & Pugliese), *Paradoxostoma simile* (Mueller), *Xestoleberis acutipenis* (Caraion), *Xestoleberis aurantia* (Baird), *Xestoleberis cornelii* (Caraion), *Xestoleberis decipiens* (Mueller). Также в глубоководных пробах в большом количестве встречаются представители рода *Semicytherura*. Многие другие виды определены лишь до рода либо требуют более детального анализа для определения.

Показатели численности и биомассы остракод Одесского морского региона были неоднородны в период 2005–2013 гг. (рис. 3.5.1). Средняя численность остракод относительно не высокая, однако начиная с 2008 года эти показатели плавно и постепенно увеличивались, и дали максимальное

значение в 2013 г. (38737 экз. · м$^{-2}$, что составляет 10,3 % от общего мейобентоса). Минимальное значение численности было зарегистрировано в 2007 г. (95 экз. · м$^{-2}$ или 0,7 % от общего мейобентоса).

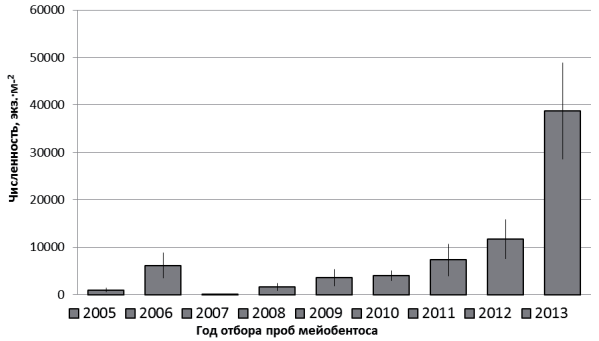


Рис. 3.5.1. Значения численности остракод на станциях Одесского морского региона за период 2005–2013 годов

На акватории Одесского морского региона за исследованный период в отдаленных от берега районах (на глубинах более 10 м) грунт был представлен преимущественно илистыми донными отложениями. Для анализа распределения численности остракод выделено пять типов донных осадков: черный и серый илы, черный и серый илы с примесью ракуши, песок с ракушей и смесь грунтов (заиленный песок с примесью ракуши, мидий и водорослей). На серых илах численность остракод была значительно выше, чем на черных (рис. 3.5.2).

Средний показатель численности остракод на сером иле составляет 15229 экз. · м$^{-2}$, а на сером иле с примесями он меньше. На черном иле численность ракушковых раков была намного ниже – 2524 экз. · м$^{-2}$. Наименьшее значение этого показателя (1694 экз. · м$^{-2}$) отмечено на песке с примесью ракуши. Характер донных отложений в значительной степени влияет на средние количественные значения. На чистых илах отмечена более высокая численность, чем на илах с примесью.

В прибрежных районах Одесского морского региона количество остракод на обрастаниях значительно отличается в зависимости от характера субстрата (естественный и искусственный). Перифитон (искусственный) представляет собой уникальный биоценоз, который имеет ряд отличительных особенностей (Протасов, 2005). Также существует некая разнородность между мейофауной обрастаний естественных субстратов и перифиталью (Воробьева, 1999).

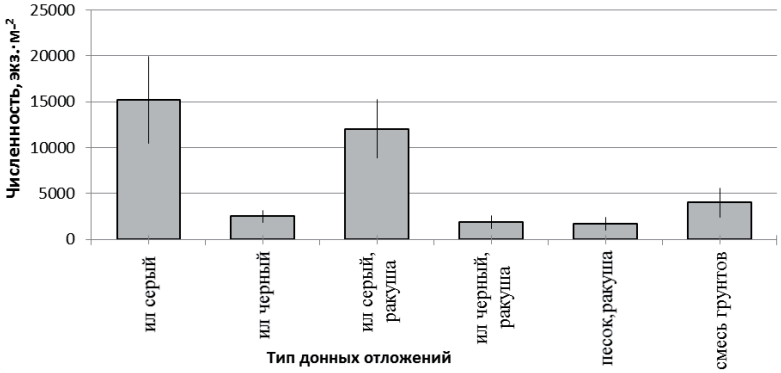
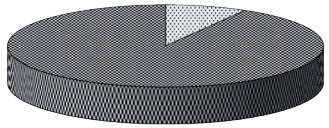
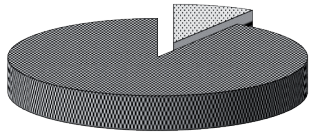
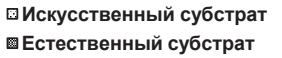


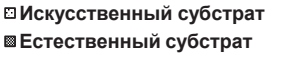
Рис. 3.5.2. Численность остракод в зависимости от типа донных отложений в Одесском морском регионе за период 2005–2013 годов

Средние показатели численности и биомассы остракод на обрастаниях естественного субстрата значительно превышают эти значения на искусственном субстрате (рис. 3.5.3, 3.5.4).









3.5.3 3.5.4

Рис. 3.5.3.– 3.5.4. – Процентное соотношение средних значений численности (3.5.3) и биомассы (3.5.4) остракод на обрастаниях естественного и искусственного субстрата

Количество ракушковых раков на искусственном субстрате насчитывает 1330 экз. · м$^{-2}$, в то время как на естественном субстрате их численность была 14560 экз. · м$^{-2}$. Доля численности всех зарегистрированных остракод составляет 91,6 % на естественном субстрате и соответственно 8,4 % на искусственном.

Показатель биомассы остракод на естественном субстрате равен 89,1 мг · м$^{-2}$, что составляет 91,1 % от всей биомассы на обрастаниях твердого субстрата. На искусственном субстрате – 8,7 мг · м$^{-2}$ биомассы остракод составляет 8,8 %.

ОМР представляет собой зону с повышенной антропогенной нагрузкой. Немалое влияние на биологическое разнообразие прибрежной зоны моря оказывают сточные воды больших рек. Такая разобщенность показателей численности и биомассы остракод подтверждает, что они остро реагируют на изменения условий окружающей среды, а также непосредственно на характер субстрата.

3.6. POLYCHAETA

Многощетинковым червям, представителям классического мейобентоса, посвящен ряд работ по изучению их систематического положения, морфологии, анатомии и физиологии (Westheide, Basse 1978, Westheide, 1982, Buhrmann, Westheide, Purschke, 1996, Worsaae, Kristensen, 2005 и др.). Полихеты в эвмейобентосе представлены небольшим количеством видов. Всего в Мировом океане известно около 250 видов эвмейобентических полихет, принадлежащих к 25 семействам (Giere, 2009). Несмотря на низкое видовое разнообразие, показатели плотности полихет эвмейобентоса могут достигать очень высоких значений. По литературным данным, для Черного моря известно около 20 видов полихет эвмейобентоса, принадлежащих к 10 семействам: Dinophilidae, Nerillidae, Parergodrilidae, Polygordiidae, Protodrilidae, Saccocirridae, Hesionidae, Syllidae, Pisionidae, Sabellidae (Якубова, 1930, Виноградов, 1949, Воробьева, 1977, Маринов, 1977, Киселева, 2004, Мастепанова, 2004 и др.).

Ювенильные особи полихет в мейобентосе проводят достаточно короткий период, тем не менее, в это время они активно участвуют в жизни данного сообщества. Некоторые данные о них содержатся в работах, посвященных изучению общего мейобентоса. Чаще всего исследователи не изучали видовой состав ювенильных особей и полихет эвмейобентоса, а рассматривали их всех как таксономическую единицу псевдомейобентоса. С этой позиции специалистами отражены долгопериодная и сезонная динамики общей численности обнаруженных в пробах мейобентоса полихет, их приуроченность к типу субстрата, распределение количественных характеристик в различных биоценозах (Воробьева, 1999). Такой подход позволяет получить общие представления о динамике их количественных характеристик, которые не несут информации о видовой структуре.

В последнее время для СЗЧМ проведен ряд работ по изучению видового состава полихет псевдо- и эвмейобентосана, приведены количественные показатели, проанализировано их распределение в зависимости от основных абиотических факторов, рассмотрена взаимосвязь взрослых особей некоторых видов и их молоди (Vorobyova, Bondarenko, Izaak, 2008, Vorobyova, Bondarenko, 2009, Бондаренко 2009, 2010). В настоящей работе обобщены результаты многолетних исследований данной группы животных в Одесском морском регионе.

Эвмейобентос. Полихеты постоянного компонента мейобентоса в Одесском морском регионе представлены только четырьмя видами: *Syllides longocirratus, Salvatoria clavata, Exogone (Exogone) naidina* и *Protodrilus flavocapitatus*. Наиболее редко встречаемыми на данной акватории были *E. naidina* и *P. flavocapitatus*. Протодрилюс за весь период исследований зарегистрирован только на одной станции (ст. 41) в декабре 2005 г. на глубине 12 м на заиленном песке в биоценозе *Chamelea gallina*, где его численность составила 493 экз. · м$^{-2}$. Вид *E. naidina* обнаружен только на заиленной ракуше в сообществе *Mytilus galloprovincialis* Lmk в апреле (ст. 21, глубина 15 м, 160 экз. · м$^{-2}$) и августе 2005 г. (ст. 41, 12 м, 10 экз. · м$^{-2}$).

S. longocirratus и *S. clavata* регистрировали во все исследуемые сезоны. *S. longocirratus* наиболее часто встречался на заиленной ракуше (53,0 %) и ракуше с песком (45,0 %), на илах вид был крайне редок, присутствовал в основном на глубине 11–15 м, где его встречаемость достигала 81,8 %. Количественные показатели *S. longocirratus* распределялись неравномерно и изменялись от 0 до 2040 экз. · м$^{-2}$, а в большинстве случаев не превышали несколько сотен экземпляров на 1 м^2. Указанная максимальная численность зарегистрирована весной в биоценозе *M. galloprovincialis* на глубине 11 м. *S. clavata* наиболее часто встречалась на заиленной ракуше (65,0 %) и ракуше с песком (70,0 %), при этом она явно тяготела к малым глубинам. Так, на глубине 5–10 м показатель встречаемости *S. clavata* достигал 78,3 % и уменьшался с возрастанием глубины. На глубине 11–15 м он составил 45,5 %, на 16–20 м – 26,7 % и на 21–25 м – 8,7 %. Численность *S. clavata*, как и других полихет эвмейобентоса, варьировала в значительных пределах, изменяясь от 0 до 19 200 экз. · м$^{-2}$. Указанный максимальный показатель численности отмечен в биоценозе *Ch. gallina* в весенний период в районе Одесской банки на глубине 8 м на песке с ракушей.

Псевдомейобентос. В мейобентосе за период исследований зарегистрирована молодь 14 макробентических видов полихет из 9 семейств: Phyllodocidae (2 вида), Nephtyidae (1), Glyceridae (1) Polynoidae (1), Sigalionidae (1), Nereidae (1), Spionidae (4), Capitellidae (2), Ampharetidae (1).

Общая численность полихет псевдомейобентоса в различные съемки колебалась в значительных пределах. Наименьшее обилие молоди полихет зарегистрировано в апреле 2005 г. ($\bar{x}$ = 630 ± 223 экз. · м$^{-2}$, $\overline{x_g}$ = 124 экз. · м$^{-2}$), когда они составляли около 30,0 % от общей численности многощетинковых червей в бентосе. В периоды активного перехода личинок в бенталь молодь численно превалировала над взрослыми особями и составляла более 90,0 % от общего обилия полихет (рис. 3.6.1). Максимальные количественные показатели молоди многощетинковых червей зарегистрированы в декабре 2005 г. ($\bar{x}$ = 19 143 ± 3 476 экз. · м$^{-2}$, $\overline{x_g}$ = 10 598 экз. · м$^{-2}$).

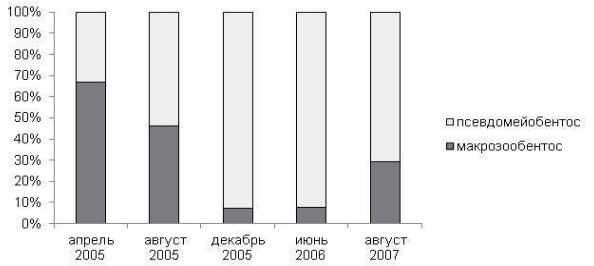


Рис. 3.6.1. Соотношение численности (%) взрослых особей полихет и их молоди в различные периоды в Одесском морском регионе

Из семейства Phyllodocidae в ОМР отмечена молодь *Phyllodoce mucosa* и *Mysta picta*, единичные экземпляры которых были встречены только один раз. Виды данного семейства крайне редко в небольшом количестве отмечались в макрозообентосе этого региона, что также может объяснить низкие встречаемость и обилие их молоди в сообществе мейобентоса. К редким видам относятся *Glycera tridactyla* и *Pholoe inornata*. Семейство Polynoidae в мейобентосе было представлено только *Harmothoe reticulata*. Данный вид в макрозообентосе немногочисленный, единичные особи его молоди отмечены в летний период на ракуше (глубина 9–10 м), а также в декабре 2005 г. на ст. 18 (на иле с ракушей, глубина 15 м), где его численность составила 480 экз. · м$^{-2}$.

Наибольшей частотой встречаемости в Одесском морском регионе характеризовалась молодь семейств Nereidae, Spionidae, Capitellidae и Ampharetidae, встречаемость которой колебалась в зависимости от времени года. Показатель встречаемости ювенильных особей *Alitta succinea* в весенний период составил 23,8 %, летом – 61,5 %, осенью – 44,0 %. Несмотря на высокую встречаемость, молодь полихет данного вида во все исследуемые сезоны была немногочисленной. Летом, когда вид обнаруживался на наибольшем количестве станций, его численность колебалась всего от 20 до

490 экз. · м$^{-2}$, в осенний период данный показатель варьировал в пределах от 40 до 6600 экз. · м$^{-2}$. Как правило, ювенильные особи *A. succinea* регистрировалась на глубине до 15 м на различных типах субстрата (ракуша с песком и илом). Так, на глубине до 10 м показатель встречаемости молоди *A. succinea* достигал 82,6 %, на 11–15 м – 54,6 %, с ростом глубины этот показатель снижался и на 16–20 и 20–25 м составлял соответственно 26,7 и 13,0 %.

Из четырех зарегистрированных в мейобентосе видов семейства Spionidae наиболее редко встречался *Pygospio elegans*, несколько экземпляров которого отмечены в весенний период на песчаных грунтах на глубине 8–10 м. Молодь *Spio filicornis* в незначительных количествах регистрировалась во все исследованные сезоны, а показатель её встречаемости колебался от 19,2–23,8 %. Ювенильные особи данного вида присутствовали на ракуше, ракуше с песком и заиленном песке, где их численность колебалась от 0 до 1373 экз. · м$^{-2}$.

Два других представителя семейства Spionidae (*Polydora cornuta, Prionospio cirrifera*) характеризовались высокими показателями встречаемости. Частота встречаемости молоди *P. cornuta* несколько возрастала от весны ко второй половине года и составила 33,3, 57,7 и 60,0 % в весенний, летний и осенний периоды. В весенний сезон численность молоди полидоры в ОМР колебалась от 0 до 500 экз. · м$^{-2}$. Летом, несмотря на высокую встречаемость, её количественные показатели оставались такими же низкими, изменяясь от 0 до 600 экз. · м$^{-2}$, а в большинстве случаев не превышали 120 экз. · м$^{-2}$. В осенний сезон показатели численности молоди *P. cornuta* значительно возросли и варьировали в пределах от 0 до 6745 экз. · м$^{-2}$, в большинстве случаев превышая 1000 экз. · м$^{-2}$. В ОМР молодь *P. cornuta* встречалась на различных глубинах и грунтах разной степени заиления.

Молодь *P. cirrifera*, доминирующего в макрозообентосе по численности, на акватории ОМР была наиболее часто встречаемой и многочисленной не только среди Spionidae, но и среди молоди всех отмеченных видов. Его ювенильные особи весной встречались в 42,9 % собранных проб, летом – в 61,5 %, а осенью этот показатель достигал максимума и составлял 100,0 %. В целом, за период исследований молодь *P. cirrifera* наиболее часто регистрировалась на глубине до 10 м и 11–15 м (87,0 и 90,9 % соответственно). С увеличением глубины данный показатель несколько снижался, составляя 60,0 % на глубине 16–20 м и 47,8 % на глубине 21–25 м. Наиболее часто молодь *P. cirrifera* регистрировалась на заиленной ракуше (94,0 %), реже всего – на илах (51,0 %). В весенний период показатели её количественных характеристик были наиболее низкими, летом численность молоди *P. cirrifera*

варьировала в значительных пределах. Так, в июне 2006 г. показатели данной характеристики колебались от 0 до 71976 экз. · м$^{-2}$, в другие летние месяцы их численность колебалась от 0 до 1600 экз. · м$^{-2}$. В осенний период минимальный показатель обилия ювенильных особей *P. cirrifera* составил 300 экз. · м$^{-2}$. Максимум численности достигал 60392 экз. · м$^{-2}$ и был отмечен на заиленной ракуше на глубине 22 м. В это время молодь данного вида присутствовала на всех исследуемых типах субстрата на глубине 5–25 м. Наибольший показатель её средней численности, как и взрослых особей, характерен для заиленной ракуши ($\bar{x}$ = 5248 ± 3664 экз. · м$^{-2}$, $\overline{x_g}$ = 358 экз. · м$^{-2}$).

Семейство Capitellidae в ОМР представлено молодью *Capitella capitata* и *Heteromastus filiformis*. Частота встречаемости ювенильных особей *C. capitata* в различные сезоны мало изменялась, несколько увеличиваясь от весны (42,9 %) к лету и осени (61,5 и 56,0 % соответственно), при этом их количественные показатели возрастали во второй половине года. На данной акватории в мейобентосе вид наиболее часто регистрировался на глубинах до 10 м (87,3 %) и 11–15 м (63,6 %). С возрастанием глубины, как и *P. cirrifera*, молодь капителлы обнаруживалась реже. Так, частота её встречаемости на глубине 16–20 м составила 46,7 %, а на 21–25 м – 30,4 %. Максимальная численность молоди *C. capitata* (22000 экз. · м$^{-2}$, ст. 29, август 2005 г.) зарегистрирована на глубине 24 м на илистом грунте. Наибольшие средние показатели её численности в период исследования наблюдались на глубине до 10 м и 11–15 м ($\overline{x_g}$ = 152 и 139 экз. · м$^{-2}$). В то же время, в осенний период наибольшее обилие молоди данного вида было приурочено к глубинам 16–20 и 21–25 м ($\bar{x}$ = 2533 ± 1905 и 2873 ± 1447 экз. · м$^{-2}$, $\overline{x_g}$ = 209 и 116 экз. · м$^{-2}$ соответственно). *H. filiformis*, обильно представленный в макрозообентосе, в мейобентосе характеризовался высокой частотой встречаемости в весенний и летний периоды (42,9 и 69,8 % соответственно), но низкими показателями обилия. Так, максимальная численность молоди данного вида в период исследований составила всего 680 экз. · м$^{-2}$. Более многочисленной она была в летний период, на глубине 16–20 м ($\bar{x}$ = 363 ± 121 экз. · м$^{-2}$, $\overline{x_g}$ = 65 экз. · м$^{-2}$), а также на глубине 21–25 м ($\bar{x}$ = 162 ± 62 экз. · м$^{-2}$, $\overline{x_g}$ = 29 экз. · м$^{-2}$). В осенний период молодь *H. filiformis* в пробах практически отсутствовала, обнаруживались лишь её единичные экземпляры на отдельных станциях.

Встречаемость молоди *Melinna palmata* Grube в весенний, летний и осенний периоды составила 28,5, 30,8 и 64,0 % соответственно. Активное её

размножение зарегистрировано в первой декаде декабря 2005 г., в основном на глубине 16–25 м на илах, где численность молоди колебалась от 0 до 42 320 экз. · м$^{-2}$, средний арифметический показатель её численности составил 5 200 ± 1 871 экз. · м$^{-2}$, геометрический – 161 экз. · м$^{-2}$.

3.7. МЕЙОБЕНТОС ЗОНЫ ВЫПУСКА ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОКОВ

Исследования мейобентоса, проведенные в течение нескольких лет в районах выпусков СБО «Северная» и «Южная», показали неоднородное распределение его качественных, количественных показателей плотности и биомассы, а также одного из основных его компонентов – нематод.

Осенью (ноябрь 2008 г.) минимальные значения плотности организмов мейобентоса были приурочены к району выпуска СБО «Северная». Количество групп мейобентоса варьировало от 3 до 5. В этот период их плотность колебалась от 4400 до 195000 экз. · м$^{-2}$ со средним значением 64417 ± 27687 экз. · м$^{-2}$, средняя биомасса − 403,6 ± 108,4 мг · м$^{-2}$ (рис. 3.7.1; 3.7.2). На долю нематод приходилось от 33,8 до 84,7 % общей численности организмов мейобентоса. Плотность их значительно варьировала и составляла от 2000 до 160000 экз. · м$^{-2}$ (средняя плотность − 39925 экз. · м$^{-2}$, средняя биомасса − 7,6 мг · м$^{-2}$) (рис. 3.7.3).

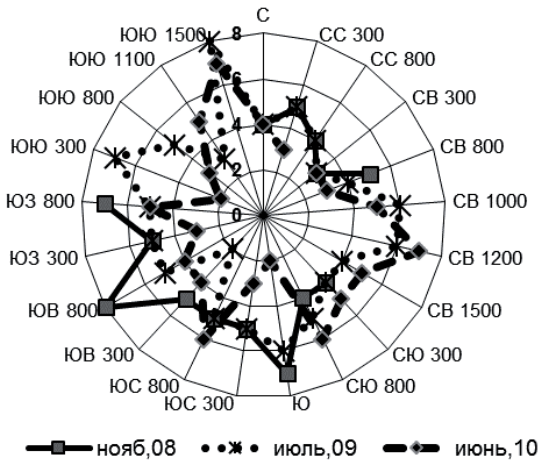


Рис. 3.7.1. Количество групп мейобентоса на станциях биологической очистки «Северная» и «Южная»

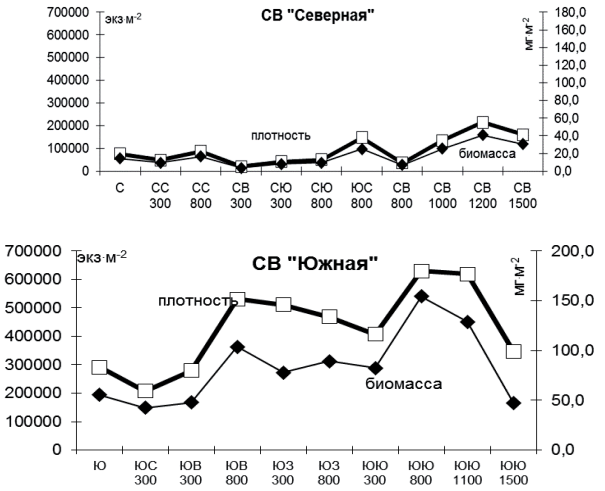


Рис. 3.7.2. Показатели средней плотности и биомассы мейобентоса и нематод на станциях биологической очистки «Северная» и «Южная» за период исследований

Субдоминантной группой выступали гарпактикоиды, численность которых в данной акватории колебалась от 600 до 23000 экз. · м$^{-2}$, в среднем составляя 13817 ± 3306 экз. · м$^{-2}$. Максимальные плотности их поселений были отмечены в северной и восточной частях на расстоянии 300 и 800 м от оголовка. Представители псевдомейобентоса не играли существенной роли в формировании общей численности мейобентоса. Их суммарная плотность составляла в среднем 5233 ± 2642 экз. · м$^{-2}$ (8,2 % от общей численности). Однако в общей биомассе они представляли 45,5 % благодаря своей относительно высокой массе тела.

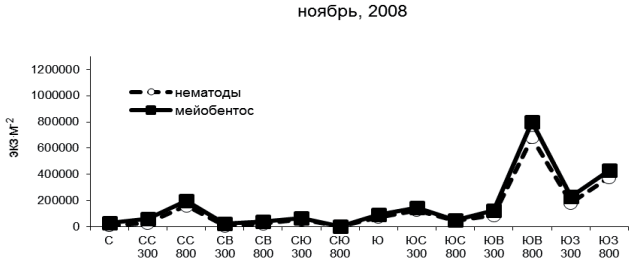


Рис. 3.7.3. Показатели средней плотности мейобентоса и нематод на станциях биологической очистки «Северная» и «Южная» (ноябрь, 2008)

В районе выпуска СБО «Южная» количество групп мейобентоса было выше, чем на предыдущей станции, и варьировало от 5 до 8 из десяти выявленных в этой съемке. Общая численность и биомасса мейобентоса также были на порядок выше, варьируя соответственно от 91000 до 798500 экз. · м$^{-2}$ (средняя численность 302483 ± 99102 экз. · м$^{-2}$, средняя биомасса − 1372 ± 554,7 мг · м$^{-2}$). Из всех представителей мейобентоса доминировали нематоды, составляя в среднем 66,8 % от общего мейобентоса. Плотность нематод колебалась от 42000 до 680000 экз. · м$^{-2}$, а биомасса − от 2 до 10,5 мг · м$^{-2}$.

В отличие от выше рассмотренной акватории здесь значительного развития достигали фораминиферы (в среднем 16000 ± 4041 экз. · м$^{-2}$), которые у выпуска СБО «Северная» лишь дважды отмечены единичными экземплярами в пробах. Кроме того, необходимо отметить массовое развитие в рассматриваемый период олигохет с максимальной плотностью на ст. ЮВ в 300 метрах от оголовка выпуска – 42500 экз. · м$^{-2}$, в среднем 4833 ± 2369 экз. · м$^{-2}$. Наличие значительного количества фораминифер и олигохет может служить показателем накопления в придонных слоях значительного большего количества органики, чем на тех же глубинах у СБО «Северная» кроме того, показатели нематодно-гарпактикоидного индекса у СБО «Южная» в семь раз выше.

В летний сезон (июль 2009 г.) показатели плотности и биомассы поселений мейобентоса в районе выпуска СБО «Северная» оставались низкими (рис. 3.7.4).

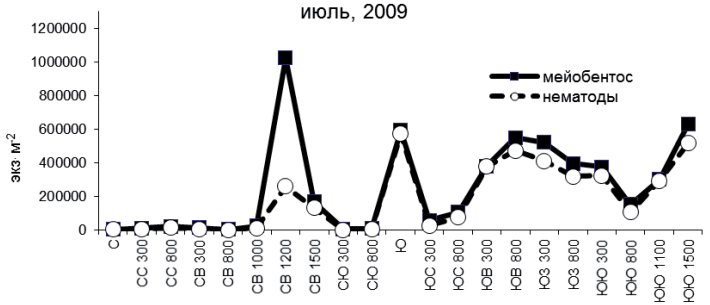


Рис. 3.7.4. Показатели средней плотности мейобентоса и нематод на станциях биологической очистки «Северная» и «Южная» (июль, 2009 г.)

Среди представителей псевдомейобентоса по плотности поселений преобладали полихеты. Они, а также олигохеты концентрировались, как и фораминиферы и гарпактикоиды, на глубине 1200 м в восточном от оголовка

напрвлении. Доля эвмейобентоса в общей численности организмов составляла 95,9 %, певдомейобентоса – 4,1 %.

В районе выпуска СБО «Южная» количество групп мейобентоса в этот период варьировало от 2 до 8 из десяти. Повсеместно присутствовали лишь нематоды. Показатели плотности и биомассы поселений мейобентоса на большинстве станций увеличивались за счет роста плотности всех его представителей и были выше, чем на станциях, расположенных в районе выброса СБО «Северная». Так, общая численность мейобентоса варьировала от 154000 до 630000 экз. · м$^{-2}$ и биомасса − от 351,8 до 3856,0 мг · м$^{-2}$. Средняя плотность составила – 347070 ± 61125,5 экз. · м$^{-2}$, средняя биомасса − 1471,9 ± 408,8 мг · м$^{-2}$. Доля нематод на различных участках варьировала от 46,7 до 99,0 % от общей численности. Плотность нематод составляла от 27200 до 517500 экз. · м$^{-2}$. Средняя их плотность – 342820 ± 53568,7 экз. · м$^{-2}$, средняя биомасса − 66,1 ± 10,18 мг · м$^{-2}$. Субдоминантными по численности группами были фораминиферы и гарпактикоиды со средней плотностью поселений 18500 ± 8431,7 и 15060 ± 3567 экз. · м$^{-2}$ соответственно. На некоторых станциях были обнаружены кинорынхи. Доля всего эвмейобентоса составляла 94,5 %.

В отличие от выпуска СБО «Северная» в рассматриваемой акватории представители псевдомейобентоса имели более высокую встречаемость, и их средняя общая численность (19040 ± 5756,2 экз. · м$^{-2}$) была в три раза выше. Индекс нематодно-гарпактикоидного отношения здесь в шесть раз больше, чем у СБО «Северная». Значительно отличаются две рассматриваемые акватории и по вкладу различных категорий мейобентоса в общую численность и общую биомассу. Если доля эвмейобентоса в общем количестве организмов в акваториях обоих выпусков была практически равной, то по биомассе имеются значительные различия. Так, в районе СБО «Северная» доля эвмейобентоса составляла 49,8 % от общей биомассы, а СБО «Южная» – всего 22,4 %. Это объясняется тем, что в последнем случае значительно большее развитие здесь получали олигохеты и полихеты, имеющие относительно большую массу тела.

В июле 2010 г. по сравнению с прошлыми годами в районе выпуска СБО «Северная» наблюдалось увеличение плотности мейобентоса, однако из двенадцати групп мейобентоса количество их на стациях варьировало лишь от 2 до 7. Наиболее обедненными отмечены станции, расположенные у оголовка выпуска (присутствовали два таксона – нематоды и гарпактикоиды), максимальное разнообразие мейобентоса отмечено на расстоянии 1200 м от оголовка в южном направлении. Здесь отмечены фораминиферы, нематоды, гарпактикоиды, остракоды, полихеты и молодь двустворчатых моллюсков. Численность мейобентоса варьировала от 72500 до 615000 экз. · м$^{-2}$ (средняя

плотность – 261250 ± 67294,6 экз. · м$^{-2}$) и биомасса – от 429,0 до 4566,8 мг · м$^{-2}$ (средняя биомасса – 1858 ± 480,2 мг · м$^{-2}$). Основную долю от общей численности мейобентоса составляли нематоды и гарпактикоиды. Плотность нематод составляла от 47500 до 255000 экз. · м$^{-2}$ (в среднем133125 ± 24310,8 экз. · м$^{-2}$), биомасса – от 9,0 до 48,4 мг · м$^{-2}$ со средними значениями их биомассы − 30,5 ± 4,4 мг · м$^{-2}$ (рис. 3.7.5).

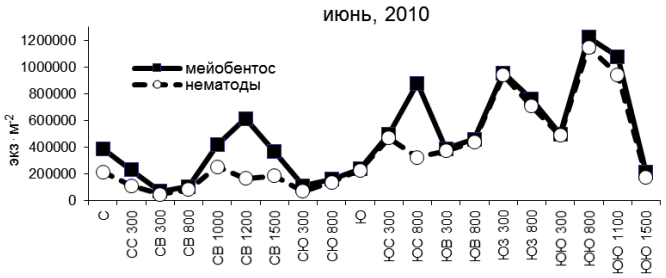


Рис. 3.7.5. Показатели средней плотности мейобентоса и нематод на станциях биологической очистки «Северная» и «Южная» (июнь, 2010 г.)

Качественные и количественные показатели как всего мейобентоса, так и нематод были выше на удаленных от места выброса станциях. По плотности поселений субдоминантной группой были гарпактикоиды, чья численность колебалась от 5000 до 495000 экз. · м$^{-2}$ и в среднем для исследуемой акватории – 721187 ± 25788 экз. · м$^{-2}$. Псевдомейобентос в этот период года был представлен слабо. Его общая численность варьировала от 0 до 55000 экз. · м$^{-2}$ (в среднем 11250 ± 5339 экз. · м$^{-2}$), биомасса – от 0 до 2000 мг · м$^{-2}$ (в среднем 520,0 ± 230,7 мг · м$^{-2}$).

В районе выпуска СБО «Южная» количество групп мейобентоса в этот период варьировало от 2 до 7 из десяти. Показатели плотности поселений мейобентоса на большинстве станций были высокими, его значение колебалось от 162500 до 1225000 экз. · м$^{-2}$ со средним значением плотности 696000 ± 104952,5 экз. · м$^{-2}$, средней биомассы − 1872,2 ± 946,1 мг · м$^{-2}$. Доминировали по численности нематоды. Их доля от общего количества на разных участках варьировала от 83,5 до 98,4 %. В этот период их плотность и биомасса составляли от 162500 до 1115000 экз. · м$^{-2}$ и от 43,7 до 218,5 мг · м$^{-2}$ соответственно. Средняя плотность нематод была 592750 ± 100472 экз. · м$^{-2}$,

В течение исследуемых сезонов плотность поселений нематод претерпевает значительные изменения, максимальные их количества отмечались в летний период.

В наших исследованиях прослеживается связь численности всего мейобентоса, а также нематод с типом грунта. Наиболее бедный по плотности поселений биотоп песка и илистого песка (рис. 3.7.6, 3.7.7). Биотопы серых илов содержат высокие показатели их плотности.

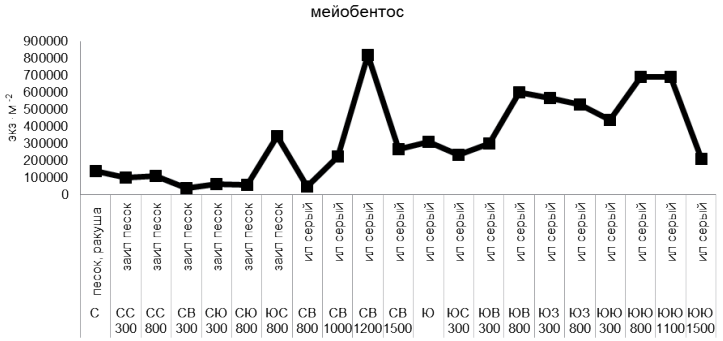


Рис. 3.7.6. Показатели средней плотности мейобентоса на станциях биологической очистки «Северная» и «Южная» с разными типами грунтов

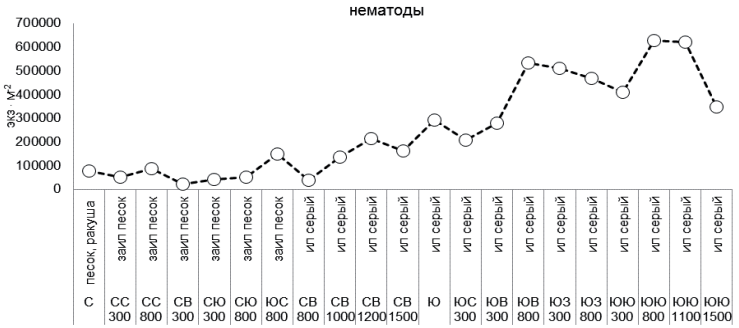


Рис. 3.7.7. Показатели средней плотности нематод на станциях биологической очистки «Северная» и «Южная» с разными типами грунтов

Необходимо отметить, что на участке выброса СБО «Северная» преобладают заиленные пески и на этом субстрате плотность поселений мейобентоса и нематод наименьшая. На илистых серых почвах, доминирующих в районе выброса станции «Южная», наблюдается увеличение количественных показателей мейобентоса и свободноживущих нематод. Это связано не только с размером интерстициальных пор между песчинками грунта, но и, по всей видимости, с накоплением в нем растворенного органического вещества, которое служит пищей для мейобентоса и, в

частности, нематод. Также в районах выбросов наблюдается увеличение количественных показателей мейобентоса и свободноживущих нематод на отдаленных станциях от места выброса.

Исследования мейобентоса, проведенные в течение нескольких лет в районах выпусков станций биологической очистки «Северная» и «Южная», показали неоднородное распределение его качественных, количественных показателей плотности и биомассы, а также одного из основных его компонентов – нематод. Это может свидетельствовать о неоднородности условий бентали, формирующей количественные показатели данной категории зообентоса. Наблюдается увеличение количественных показателей мейобентоса и свободноживущих нематод на отдаленных от места выброса станциях.

Глава 4. МАКРОЗООБЕНТОС

4.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАКРОЗООБЕНТОСА

Многолетние исследования донной макрофауны Черного моря выявили изменения ее качественного состава и показателей количественного развития, которые в разных районах проявились по-разному.

В последние десятилетия особенно значительные изменения произошли в СЗЧМ, находящейся под комплексным воздействием ряда природных и антропогенных факторов. Долговременные наблюдения за состоянием морской экосистемы крайне важны для научных и практических целей, так как позволяют не только выявить процессы, происходящие в водоеме, но и закономерности, по которым они развиваются. Ценность долговременных исследований тем выше, чем больший период времени они охватывают. Если гидрохимические методы позволяют судить об интенсивности, качестве и масштабе антропогенного воздействия за относительно короткий период, то результаты биологических исследований, в частности макрозообентоса, позволяют оценить изменения экосистемы бентали за более длительный отрезок времени. Иными словами, структура донной фауны – видовой состав, средние значения численности и биомассы, соотношение количественных показателей основных таксономических, трофических и других групп и комплексов, размерный состав популяций массовых видов двустворчатых моллюсков, пространственное распределение донных биоценозов, степень доминирования руководящих видов – является интегральным показателем изменения морской экосистемы за длительный промежуток времени.

Сравнительно с фито- и зоопланктоном, макрозообентос благодаря привязанности к донным отложениям и более длительному жизненному циклу является более стабильным индикатором состояния морской среды за более продолжительный промежуток времени. Представители мейобентоса, населяющие поверхность и толщу донных отложений, оперативно реагируют на изменения условий среды обитания, т.к. их жизненный цикл по сравнению с беспозвоночными макрофауны весьма короток.

Исследование донной фауны ОМР можно условно разделить на два классических этапа. На первом оно ограничивалось, в основном, изучением видового состава и закономерностей распределения отдельных групп гидробионтов – полихет (Лосовская, 1977), ракообразных (Калишевский, 1906), гидроидов (Куделин, 1908), губок (Куделин, 1910), турбеллярий (Беклемишев, 1927).

Второй этап – на уровне биоценозов – начался после того, как С. А. Зернов (Зернов, 1913) в 1913 г. впервые для Черного моря описал 8

основных донных биоценозов. Уже в 1916 г. Н. Загоровский и Д. Рубинштейн (Загоровский, Рубинштейн, 1916) выделили в ОМР на глубине 1–13 м пять биоценозов: прибрежных скал и камней, зостеры, диогенового песка, мидиевой гряды и мидиевого ила.

Изучение бентоса залива было продолжено в 1934–1947 гг. С. Б. Гринбартом (Грінбарт, 1937, 1949), который, расширив зону исследования, выделил в мелководной северной части залива еще один биоценоз – биоценоз лентидиума (корбуломиевого песка).

В работе В. А. Сальского (Сальський, 1958) приведен список моллюсков, встреченных в регионе в период 1954–1956 гг. Характер и степень воздействия крупномасштабного гидротехнического строительства на донную макрофауну прибрежной зоны залива на глубине до 4 м проанализированы в работе Л. Д. Каминской и соавторов (Каминская и др., 1977).

Изменения, произошедшие в составе зообентоса Одесского залива в период между 1959–1960 и 1964–1965 гг., рассмотрены в работе М. А. Винниковой и В. А. Дьякова (Винникова, Дьяков, 1978). Ю. П. Зайцевым и соавторами (Зайцев и др., 1995) описано состояние донной экосистемы ОМР в 1993–1994 гг. Выделены четыре донных биоценоза, для каждого из которых указаны ориентировочная занимаемая площадь, количество встреченных таксонов, средняя биомасса, общие запасы всего бентоса и руководящего вида. В конце августа 1994 г. на площади около 25 км^2 в придонных слоях воды были зарегистрированы отсутствие кислорода и, как следствие, массовый замор донных гидробионтов. Погибли около 12000 т бентических беспозвоночных, а также от 3000 до 4000 т бычков и других донных рыб. Видовое разнообразие донных сообществ в зоне гипоксии сократилось на 75 %.

Качественный состав и количественные характеристики макро- и мейобентоса, распределение донных биоценозов ОМР в 1993–1994 гг. приведены в работе Л. В. Воробьевой и соавторов (Воробьева и др., 1995, 1996). Восстановление донной фауны после замора в августе 1994 г. произошло довольно быстро и уже в августе 1995 г. ее показатели (31 таксон, средняя численность 2000 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 1000,9 г · м$^{-2}$) достигли дозаморных значений в мае 1993 г. (32 таксона, 1937 экз. · м$^{-2}$, 1086,8 г · м$^{-2}$ соответственно). Наиболее значительные площади на ракушечно-песчаных и илистых отложениях вдоль северных и западных берегов, а также в центральной части района занимал биоценоз мидии. Он характеризовался разнообразием фауны, высокими показателями численности и биомассы, которые в конечном итоге определяли состав и количественные характеристики макрозообентоса всего региона. Временные биоценозы

Neanthes succinea и *Heteromastus filiformis* были выделены на илах центральной части региона во время и после заморов.

Состояние донной макрофауны и донных биоценозов ОМР на глубине 6–25 м в период 1994–1999 гг. рассмотрено в статье И. А. Синегуба и А. А. Рыбалко (Синегуб, Рыбалко, 2001). В этот период были зарегистрированы 53 таксона макрозообентоса (червей – 16, моллюсков – 12, ракообразных – 21, прочих – 4), средняя численность бентоса составила 2056 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 1087,3 г · м$^{-2}$. В отдельные съемки на долю мидий приходилось 92,9–98,4 % средней биомассы всего бентоса.

Несколько работ посвящено макрозообентосу акватории Одесского порта, который территориально находится в пределах залива (Джуртубаев, Чернолев, 1978; Лосовская, Синегуб, 2007; Синегуб, 2007).

Всего в период с 1994 по 2015 г. на стандартных станциях ОМР на 558 станциях были зарегистрированы 98 таксонов макрозообентоса: червей и моллюсков – по 27, ракообразных – 37, представителей других групп – 7 (кишечнополостных – 2, щупальцевых – 3, оболочников – 1, личинок насекомых – 1).

По сравнению с периодом 1994–1999 гг. (Синегуб, Рыбалко, 2001) в 2005–2015 гг. биологическое разнообразие макрозообентоса региона увеличилось в 1,8 раза – с 53 до 93 таксонов, средняя численность – в 1,5 раза (с 2056 до 3058 экз. · м$^{-2}$), а средняя биомасса уменьшилась в 2,1 раза (с 1087,324 до 527,393 г · м$^{-2}$).

Увеличение качественного состава во всех основных таксономических группах произошло почти исключительно за счет гидробионтов с низкими количественными показателями. В 1994–1999 гг. их суммарная доля составляла менее 0,01 % численности и биомассы, в 2005–2015 гг. – 6,7 % численности и 9,5 % биомассы. Коэффициент общности таксонов (по Жаккару – Алехину) между двумя периодами составил всего 49,0 %, в том числе для группы червей – 55,6 %, моллюсков – 40,7 %, ракообразных – 48,6 %, представителей других групп – 57,1 %.

По сравнению с предшествующим периодом перестали встречаться представители 5 таксонов, но в то же время обнаружены 45 таксонов, не отмеченных ранее. Если ранее за одну съемку количество встреченных таксонов не превышало 41, то в отдельные съемки 2005–2015 гг. оно достигало 63–64 таксонов, т. е. больше, чем за весь период 1994–1999 гг. 48 таксонов были общими обоих периодов. Следует особо подчеркнуть, что изменения качественного состава макрозообентоса, как между отдельными съемками, так и между периодами, происходили почти исключительно за счет таксонов с низкими количественными показателями.

Увеличение средней численности группы червей в 1,8 раза (на 594 экз. · м$^{-2}$) произошло, главным образом, за счет полихеты *Melinna palmata*, средняя численность которой увеличилась на 492 экз. · м$^{-2}$ (с 34 до 526 экз. · м$^{-2}$); моллюсков – в 1,7 раза (на 538 экз. · м$^{-2}$) – за счет *Mytilaster lineatus*: его средняя численность увеличилась на 352 экз. · м$^{-2}$ (с 107 до 460 экз. · м$^{-2}$). Уменьшение средней численности ракообразных в 1,5 раза (на 166 экз. · м$^{-2}$) обусловлено, в основном, за счет ее снижения у двух видов – усоногого рака *Amphibalanus improvisus* и бокоплава *Microdeutopus gryllotalpa* (в сумме на 114 экз. · м$^{-2}$).

В уменьшение средней биомассы, как группы моллюсков, так и всего макрозообентоса, в 2,1 раза наиболее весомый вклад внесла мидия, средняя биомасса которой уменьшилась в 2,4 раза – с 1043,8 до 429,1 г · м$^{-2}$.

Если ранее, в 1994–1999 гг., донная макрофауна была представлена исключительно эвригалинным морским комплексом, то в период 2005–2015 гг. зарегистрировано 7 видов стеногалинного морского комплекса (двустворчатые моллюски *Acanthocardia tuberculata, Pitar rudis, Polititapes aurea, Spisula subtruncata, Abra nitida milachewitchi, Abra alba occitanica*, бокоплав *Corophium runcicorne*), представленных молодыми особями. Их суммарная средняя численность составила 37 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 2,347 г · м$^{-2}$ (или 1,2 и 0,4 % соответственно). В июле 2015 г., при средней солености придонного слоя воды 17,6 ‰, средние показатели численности (412 экз. · м$^{-2}$) и биомассы (9,176 г · м$^{-2}$) представителей эвригалинного морского комплекса имели наибольшие значения за весь период наблюдения. Наиболее массовым видом была *A. nitida milachewitchi* (средняя численность 336 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 5,431 г · м$^{-2}$).

За период 2005–2015 гг. по частоте встречаемости в число основных ($P \geq 50,0$ %) таксонов вошли шесть видов (полихеты *Harmothoe imbricata*, *Neanthes succinea, Nephtys hombergii*, *Heteromastus filiformis, Melinna palmata* и моллюск *Mytilus galloprovincialis*), которые формировали 48,9 % численности и 84,4 % биомассы. Доля 75 случайных ($\leq 25,0$ %) таксонов составляла 13,7 % численности и 9,8 % биомассы. Для сравнения: в период 1994–1999 гг. суммарная доля 3 основных таксонов (полихеты *N. succinea, Polydora cornuta*, *H. filiformis*) составляла 33,4 % численности и всего 1,1 % биомассы; 44 случайных таксонов – 18,9 и 0,8 % соответственно.

Среди основных таксономических групп в оба периода по количеству таксонов преобладали ракообразные, по биомассе (98,3–95,7 %) – моллюски, а численность червей и моллюсков была почти одинаковой (табл. 4.1.1).

Таблица 4.1.1

Сравнительная характеристика количественных показателей основных таксономических групп макрозообентоса Одесского морского региона в периоды 1994–1999 и 2005–2015 гг.

Таксономическая группа	Количество таксонов	Средняя численность		Средняя биомасса	
		экз. · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
1994–1999 гг.					
Черви	16	754	36,7	12,684	1,2
Моллюски	12	822	40,0	1068,970	98,3
Ракообразные	21	479	23,3	5,572	0,5
Прочие	4	1	–	0,098	–
Всего	53	2056	100,0	1087,324	100,0
2005–2015 гг.					
Черви	26	1348	44,1	17,118	3,2
Моллюски	26	1361	44,5	504,918	95,7
Ракообразные	34	313	10,2	4,555	0,9
Прочие	7	36	1,2	0,802	0,2
Всего	93	3058	100,0	527,393	100,0

Основу биомассы макрозообентоса (96,0 % в 1994–1999 гг., 81,4 % в 2005–2015 гг.) формировала мидия *Mytilus galloprovincialis*, популяция которой была представлена особями длиной до 80 мм (рис. 4.1.1). По численности преобладала молодь длиной до 20 мм, составляя в 1994–1999 гг. 52,6 %, в 2005–2015 гг. – 70,1 %. Моллюски промысловых размеров (длиной 50 мм и более) встречались единичными экземплярами, и их доля в численности популяции составляла всего 2,2 и 1,3 % соответственно.

По сравнению с предшествующим периодом частота встречаемости мидии увеличилась с 45,8 до 64,4 %, средняя численность уменьшилась в 1,2 раза, а биомасса – в 2,4 раза (табл. 4.1.2). Это объясняется тем, что в 2005–2015 гг., по сравнению с периодом 1994–1999 гг., средняя численность мидий длиной более 20 мм, которые формируют основу биомассы, снизилась в 1,8 раза (с 289 до 157 экз. · м$^{-2}$). Как следствие, средняя масса 1 экз. мидии уменьшилась в 2,1 раза (с 1,710 до 0,818 г). Тем не менее, мидия в оба периода была наиболее многочисленным видом донной макрофауны, поэтому слова М. В. Калишевского (Калишевский, 1906), назвавшего более века тому назад Одесский залив «царством мидий», сохраняют свою актуальность и в настоящее время.

В составе донной макрофауны района исследования большая часть гидробионтов, за исключением кишечнополостных, оболочников и моллюсков с длиной раковины более 20 мм относятся к кормовому (для рыб)

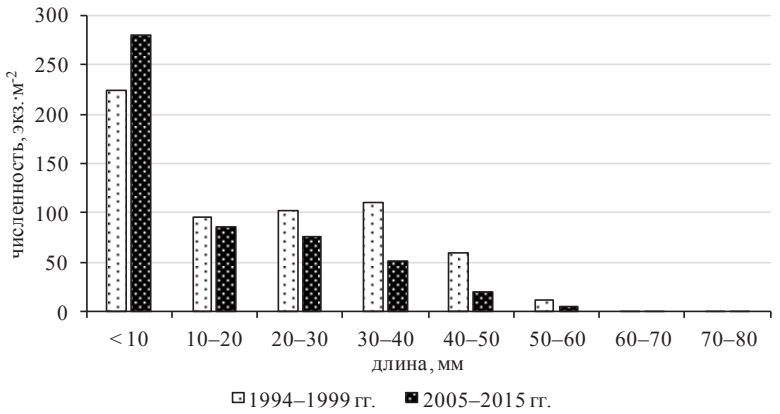


Рис. 4.1.1. Сравнительная характеристика размерного состава (экз. · м$^{-2}$) популяции *Mytilus galloprovincialis* Одесского морского региона в 1994–1999 и 2005–2015 гг.

Таблица 4.1.2

Динамика количественных показателей *Mytilus galloprovincialis* Одесского морского региона в 1994–1999 и 2005–2015 гг.

Год	Частота встречаемости, %	Средняя численность		Средняя биомасса	
		экз. · м$^{-2}$	% от численности всего бентоса	г · м$^{-2}$	% от биомассы всего бентоса
1994–1999 г.					
1994	42,2	918	61,7	908,864	97,8
1995	40,7	249	15,8	745,689	95,7
1996	36,4	359	24,0	1043,265	96,8
1997	56,3	1038	29,3	1850,661	96,5
1998	56,0	839	30,4	953,814	93,7
1999	53,6	471	20,8	1190,554	95,5
Среднее	45,8	610	29,7	1043,809	96,0
2005–2015 гг.					
2005	61,3	561	19,6	426,810	80,9
2006	63,6	207	8,2	284,969	76,8
2007	57,1	602	20,8	800,871	89,6
2008	70,0	991	34,8	606,591	88,4
2009	61,5	347	19,2	329,874	76,2
2010	71,4	296	11,5	327,337	73,9
2011	70,8	943	17,2	452,765	81,1
2012	63,2	184	6,7	329,628	79,3
2013	52,6	179	7,4	238,866	74,6
2015	77,8	448	7,2	395,164	73,9
Среднее	64,4	524	17,1	429,134	81,4

компоненту (Закутский, Виноградов, 1967). По сравнению с 1994–1999 гг. биомасса кормовой части макрозообентоса увеличилась с 81,1 до 96,2 г · м$^{-2}$, а ее доля в биомассе от общего бентоса – с 7,5 до 18,2 %. Относительно низкая биомасса кормового компонента объясняется тем, что биомасса кормовых мидий длиной до 20 мм составила всего 7,0 % от их средней биомассы (в 1994–1999 гг. – 3,5 %). Сама же структура кормовой части бентоса существенных изменений не претерпела (табл. 4.1.3).

Таблица 4.1.3

Сравнительная характеристика структуры биомассы кормового (для рыб) компонента макрозообентоса Одесского морского региона в 1994–1999 и 2005–2015 гг.

Таксономическая группа	1994–1999 гг.		2005–2015 гг.	
	г · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
Черви	12,684	15,6	17,118	17,8
Моллюски	62,844	77,5	74,467	77,4
Ракообразные	5,572	6,9	4,555	4,7
Прочие	–	–	0,070	0,1
Всего	81,100	100,0	96,210	100,0

Среди основных трофических групп в оба рассматриваемых периода по количеству таксонов доминировали детритофаги, по биомассе (98,7 и 95,8 %) – сестонофаги (табл. 4.1.4). По причине значительного доминирования биомассы одной трофической группировки индекс однообразия пищевой структуры был высоким: в 1994–1999 гг. – 0,97, в 2005–2015 гг. – 0,87.

Таблица 4.1.4

Сравнительная характеристика количественных показателей основных трофических групп макрозообентоса Одесского морского региона в 1994–1999 и 2005–2015 гг.

Трофическая группа	Количество таксонов	Средняя численность		Средняя биомасса	
		экз. · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
1994–1999 гг.					
Сестонофаги	8	924	45,0	1073,285	98,71
Детритофаги	26	945	46,0	12,704	1,17
Плотоядные	11	23	1,1	0,524	0,05
Растительно-детритоядные	4	108	5,2	0,677	0,06
Фитофаги	4	56	2,7	0,134	0,01
Всего	53	2056	100,0	1087,324	100,00
2005–2015 гг.					
Сестонофаги	19	1300	42,5	505,229	95,80
Детритофаги	38	1418	46,4	16,354	3,10
Плотоядные	19	142,4	4,6	4,961	0,94
Растительно-детритоядные	8	42	1,4	0,265	0,05
Фитофаги	8	156	5,1	0,576	0,11
Полифаги	1	< 1	–	0,008	–
Всего	93	3058	100,0	527,393	100,00

В оба периода количество таксонов представителей ин- и эпифауны (26 и 27, 49 и 44 соответственно) было практически одинаковым, по биомассе (97,2 и 85,5 % соответственно) преобладали гидробионты эпифауны. Динамика средних показателей численности представителей ин- и эпифауны макрозообентоса ОМР за весь период наблюдения представлена на рис. 4.1.2. В целом в период 1994–1999 гг. по численности (61,1 %) доминировали беспозвоночные эпифауны, в 2005–2015 гг. численность организмов ин- и эпифауны (47,2 и 52,8 %) была почти одинаковой. По биомассе во все годы преобладали организмы эпифауны (рис. 4.1.3).

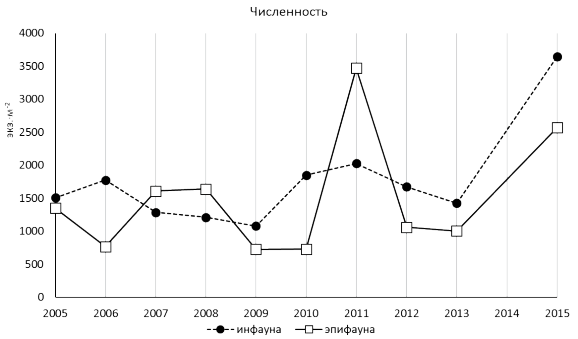


Рис. 4.1.2. Динамика средних показателей численности (экз. · м$^{-2}$) представителей ин- и эпифауны макрозообентоса Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

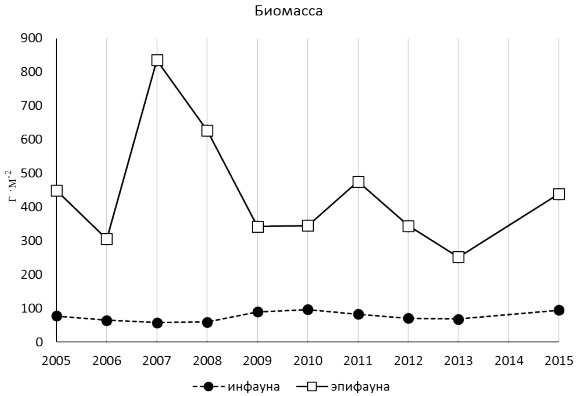


Рис. 4.1.3. Динамика средних показателей биомассы (г · м$^{-2}$) представителей ин- и эпифауны макрозообентоса Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Среди вагильных и сессильных форм в оба периода по количеству таксонов лидировали вагильные гидробионты, по биомассе – сессильные.

Численность обоих комплексов была приблизительно одинаковой (табл. 4.1.5).

Таблица 4.1.5

Сравнительная характеристика количественных показателей вагильного и сессильного комплексов макрозообентоса Одесского морского региона в 1994–1999 и 2005–2015 гг.

Комплекс	Количество таксонов	Средняя численность		Средняя биомасса	
		экз. · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
1994–1999 гг.					
Вагильный	45	1146	55,7	30,746	2,8
Сессильный	8	910	44,3	1056,578	97,2
Всего	53	2056	100,0	1087,324	100,0
2005–2015 гг.					
Вагильный	82	1405	45,9	70,011	13,3
Сессильный	11	1653	54,1	457,382	86,7
Всего	93	3058	100,0	527,393	100,0

Всего в 1994–2015 гг. на стандартных станциях ОМР зарегистрированы 8 видов-вселенцев (3 – в 1994–1999 гг. и 8 – в 2005–2015 гг.) макрозообентоса разных таксономических групп – актиния *Diadumene lineata,* полихета *Polydora cornuta,* моллюски *Rapana venosa, Anadara inaequivalvis, Mya arenaria,* ракообразные *Amphibalanus improvisus* и *Rhithropanopeus harrisi tridentata.* Все они, за исключением *A. improvisus*, впервые в Черном море были обнаружены сравнительно недавно, в 1937–1982 гг. (Бешевли, Колягин, 1967; Драпкин, 1953; Лосовская, Нестерова, 1964; Макаров, 1939; Маринов и др., 1983). Наиболее многочисленным среди вселенцев в оба периода был *A. improvisus* (158 и 95 экз. · м$^{-2}$ соответственно). Наиболее высокая средняя биомасса в 1994–1999 гг. была у *M. arenaria* (13,419 г · м$^{-2}$), в 2005–2015 гг. – у *A. inaequivalvis* (10,333 г · м$^{-2}$). В целом суммарная доля видов-вселенцев в составе донной макрофауны региона была низкой: в 1994–1999 гг. она составляла 13,1 % численности и 1,7 % биомассы, 2005–2015 гг. – 6,9 и 4,7 % соответственно.

Пространственное распределение. Количественные показатели донной фауны на стандартных станциях ОМР, выполненных в различные съемки, варьировали в очень широких пределах (табл. 4.1.6).

В 2005–2015 гг. вдоль северных и западных берегов региона на глубине от 6,0 до 15,0 м (донные отложения – песок, битая ракуша с примесью песка и ила, местами ил) средние показатели численности (4109 экз. · м$^{-2}$) и биомассы как общего (908,650 г · м$^{-2}$), так и кормового макрозообентоса (140,796 г · м$^{-2}$) были значительно выше, чем на илах центральной части региона на глубине более 15,0 м (2076 экз. · м$^{-2}$, 170,893 г · м$^{-2}$ и 54,520 г · м$^{-2}$ соответственно).

Таблица 4.1.6

Сравнительная характеристика распределения количественных показателей макрозообентоса на стандартных станциях Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

№ станции	Количество съемок	Средняя глубина, м	Количество таксонов		Численность, экз. · м$^{-2}$		Биомасса всего бентоса, г · м$^{-2}$		Биомасса кормового бентоса, г · м$^{-2}$	
			минимальное – максимальное	среднее	минимальная – максимальная	средняя	минимальная – максимальная	средняя	минимальная – максимальная	средняя
1	6	8,3	8–21	14,5	510–4890	2025	2,190–3834,210	703,528	2,190–284,210	87,512
2	13	11,3	8–31	17,2	1020–15180	3838	18,860–2862,280	791,793	18,860–597,970	166,301
3	13	20,6	2–16	10,0	110–5100	1880	0,350–198,710	83,764	0,350–198,710	58,362
4	12	22,3	2–12	6,4	20–3590	953	0,130–91,870	35,146	0,130–72,220	25,641
5	13	21,2	2–19	8,2	70–7560	1674	0,340–161,650	44,135	0,340–82,390	30,882
6	13	10,2	12–25	18,5	940–13820	5027	9,970–2876,590	1030,452	9,970–377,160	160,218
7	12	6,6	8–28	19,8	740–48070	9896	2,890–3838,250	832,278	2,890–847,750	175,954
9	14	9,5	8–23	14,6	410–5480	2196	8,740–3758,270	439,310	3,290–301,280	100,546
12	13	8,6	8–28	14,8	640–13550	3003	59,960–415,750	196,251	10,560–226,330	125,036
13	14	10,4	12–32	20,3	310–7260	2765	96,765–2287,250	826,324	15,060–346,570	102,967
15	13	21,2	2–22	8,7	90–7640	1619	2,490–220,190	63,250	2,490–166,910	51,304
16	13	22,3	3–16	7,4	50–4450	1211	1,380–90,150	39,935	1,380–90,150	28,616
17	14	10,4	13–26	20,3	460–20260	4327	219,580–5806,730	1311,026	34,210–610,460	193,561
18	14	12,8	2–33	17,9	20–22700	4711	0,070–8954,520	1549,261	0,070–843,520	146,672
19	12	23,3	3–17	8,1	60–9160	1821	0,540–81,820	27,905	0,540–60,510	21,073
20	10	25,2	1–17	8,1	10–6090	1512	0,200–170,550	54,187	0,200–79,550	31,815
21	14	16,0	6–25	14,4	650–7040	3481	5,900–2186,280	498,474	5,900–544,460	97,334
22	13	16,8	9–22	15,2	680–15890	5049	37,480–1335,390	274,440	37,480–255,450	101,472
23	8	24,7	2–7	4,4	210–1540	935	5,670–38,500	24,820	1,770–38,500	24,283
24	8	12,3	12–23	16,6	780 – 5500	3422	7,520–4414,200	1158,461	7,520–215,800	104,161
26	5	16,8	9–16	12,4	1430–6100	2756	50,750–441,390	176,198	50,750–150,790	88,376
27	8	19,9	4–22	10,4	880–11900	3450	30,720–6444,350	913,654	19,910–881,790	151,209
29	4	23,8	2–5	3,3	70–1090	680	1,800–31,250	18,605	1,800–31,250	18,605
30	7	17,2	1–14	7,4	50–3120	1710	0,120–774,110	167,553	0,120–251,110	72,481
31	6	8,4	9–20	15,2	440–13740	4563	216,320–2885,280	844,927	86,380–381,310	193,385
33	3	22,3	3–10	5,3	750–2520	1480	14,260–95,100	45,253	14,260–82,100	40,920
41	9	11,3	5–22	14,1	610–4950	2458	4,880–2427,490	932,201	4,880–362,220	131,479
42	7	22,0	11–19	14,0	1000–4670	2423	104,930–2108,830	688,553	10,830–227,980	90,424

В 2005–2015 гг. наиболее высокие средние показатели численности – 9896 экз. · м$^{-2}$ – отмечены на ст. 7 у мыса Северного Одесского (глубина 6–7 м); 5049–5027 экз. · м$^{-2}$ – на ст. 6 (восточнее мыса Северного Одесского, глубина 9–11 м) и ст. 22 (южнее мыса Большой Фонтан, глубина 16–17 м); 4711–4327 экз. · м$^{-2}$ – на ст. 17 и 18, выполненных у западных берегов региона напротив Отрады и Аркадии на глубине 9–13 м и на ст. 31 (западная окраина Одесской банки, 8–9 м).

Наиболее низкие средние показатели численности – менее 1000 экз. · м$^{-2}$ – отмечены на ст. 4, 23, 29 на черных илах подводной котловины на глубине 21–26 м, расположенной между берегом и западной окраиной Одесской банки и южнее нее (рис. 4.1.4).

Рис. 4.1.4. Пространственное распределение показателей средней численности (экз. · м$^{-2}$) макрозообентоса Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Высокие показатели численности макрозообентоса в пробах не всегда совпадают с высокой биомассой. Высокую биомассу, как правило, формируют крупноразмерные виды – в ОМР это, прежде всего, мидии, а высокую численность – мелкоразмерные виды (в основном полихеты и моллюски), масса тела которых низкая.

В 2005–2015 гг. наиболее высокие средние показатели биомассы (1030,0–1549,261 г · м$^{-2}$) общего макрозообентоса были на глубине 9–14 м на песчано-ракушечных заиленных отложениях на станциях, выполненных у

северных (ст. 6) и западных (ст. 17,18, 24) берегов региона. Наиболее низкие средние показатели биомассы – менее 100,0 г · м$^{-2}$ отмечены на черных илах подводной котловины на глубинах более 20 м (ст. 3–5, 15, 16, 19, 20, 23, 29, 33) (рис. 4.1.5).

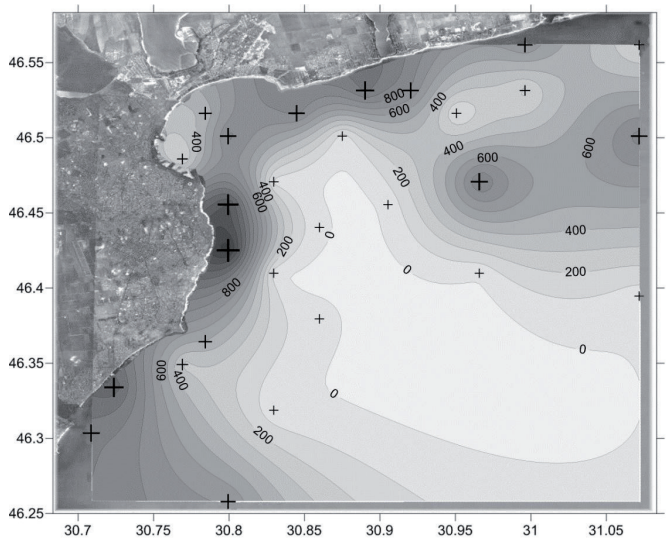


Рис. 4.1.5. Пространственное распределение показателей средней биомассы (г · м$^{-2}$) макрозообентоса Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Пространственное распределение биомассы кормового компонента донной макрофауны по региону было неравномерным и в общих чертах повторяло схему распределения биомассы общего бентоса (рис. 4.1.6).

Между биомассой общего макрозообентоса и его кормовым компонентом есть определенная зависимость. Как правило, чем выше биомасса общего макрозообентоса, тем больше и биомасса его кормовой части, однако ее доля (в процентах) в показателях общего макрозообентоса ниже. И наоборот, чем ниже биомасса общего макрозообентоса, тем больше в ее составе доля кормовой части.

Так, на 18 станциях, на которых в 2005–2015 гг. средняя биомасса общего бентоса превышала 100,0 г· м$^{-2}$ (в среднем 766,675 г · м$^{-2}$), средняя биомасса кормового компонента составляла 130,367 г · м$^{-2}$ (или 17,0 %). На остальных 10 станциях, где средняя биомасса общего бентоса была менее 100,0 г · м$^{-2}$ (в среднем 46,647 г · м$^{-2}$), биомасса кормового компонента составляла 34,349 г · м$^{-2}$ (или 73,6 %).

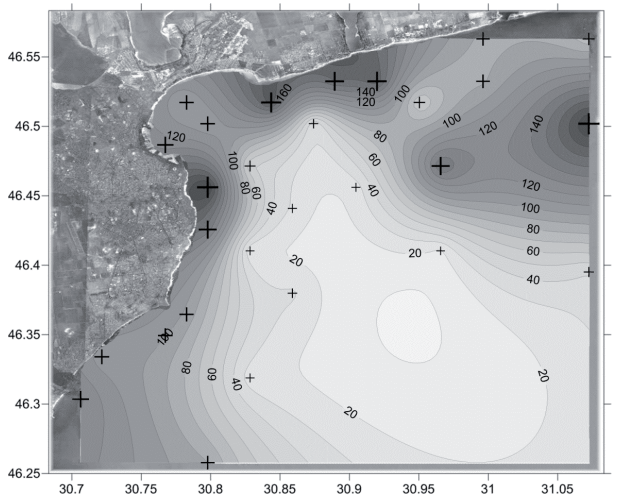


Рис. 4.1.6. Пространственное распределение показателей средней биомассы (г · м$^{-2}$) кормового (для рыб) компонента макрозообентоса Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Увеличение показателя биомассы общего бентоса далеко не всегда сопровождается аналогичным увеличением биомассы его кормовой части. Если соотношение показателей средних биомасс общего бентоса на вышерассмотренных станциях составляло 16,4:1,0, то соотношение средних биомасс их кормового компонента – 3,8:1,0.

Структура биомассы кормовой части на станциях с разной биомассой общего макрозообентоса также имела существенные отличия. Так, на станциях, где средняя биомасса общего бентоса превышала 100,0 г·м$^{-2}$, доля червей в составе кормового компонента составляла 12,4 %, моллюсков – 82,3 %, ракообразных – 5,3 %; на станциях, где средняя биомасса общего бентоса была менее 100,0 г·м$^{-2}$, – 57,2 %, 42,0 % и 0,8 % соответственно.

Донные отложения. В ОМР на глубине 6,0–27,0 м выделены три основных типа донных отложений – ил (159 станций), песок (18) и ракуша (104). Кроме того, на 17 станциях в относительно равных частях присутствовали ил, песок и ракуша, поэтому бентос этих станций в данной работе не рассматривается. Следует отметить, что распределение донных отложений на большей части региона имеет мозаичный характер. Так, если песчаные грунты залегали исключительно на глубине 7,0–12,0 м, то ил – на глубине 8,0–27,0 м, то есть практически на всей площади региона. Почти в столь же широком диапазоне (6,0–23,0 м) встречалась и ракуша. При этом большая часть иловых станций отмечена на глубине более 15,1 м, а большая

часть станций, где донные отложения представлены ракушей, – на глубине менее 15,1 м (табл. 4.1.7). Илы до глубины приблизительно 15 м встречались с примесью песка и ракуши, пески большей частью были заиленными, а ракуша отмечалась нами как в чистом виде (без примесей), так и с песком или с примесью ила.

Таблица 4.1.7

Сравнительная характеристика количества станций разных типов донных отложений на разных глубинах Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Тип донных отложений	Диапазон глубин, м				Всего
	6,0–10,0	10,1–15,0	15,1–20,0	20,1–27,0	
Ил	20	5	43	91	159
Песок	13	5	–	–	18
Ракуша	50	37	7	10	104
Не выделен	7	7	2	1	17
Всего	90	54	52	102	298

Показатели количественного развития донной макрофауны на отдельных станциях всех трех типов донных отложений варьировали в значительных пределах: количество таксонов – на порядок, численность – на 2–3 порядка, биомасса – на 3–5 порядков.

Ил. В 2005–2015 гг. в диапазоне глубин 8,0–27,0 м на 159 станциях зарегистрированы 79 таксонов макрозообентоса: червей – 22, моллюсков – 26, ракообразных – 25, представителей других групп – 6 (табл. 4.1.8).

Количество таксонов на отдельных станциях варьировало от 1 до 24 (среднее 9,9); численность – от 10 до 20260 экз. · м$^{-2}$ (средняя – 2212 экз. · м$^{-2}$), биомасса – от 0,120 до 5806,730 г · м$^{-2}$ (средняя – 204,233 г · м$^{-2}$).

По частоте встречаемости в число основных (P ≥ 50,0 %) таксонов вошли три вида полихет (*Nephtys hombergii*, *Heteromastus filiformis, Melinna palmata*), которые формировали 59,4 % численности и всего 10,9 % биомассы. Среди основных таксономических групп по численности (69,6 %)
преобладали черви, по биомассе (86,4 %) – моллюски (табл. 4.1.9). Наиболее массовым видом (средняя численность 950 экз.·м$^{-2}$) был типичный пелофил *M. palmata.* Высокие показатели численности отмечены также у *H. filiformis* (265 экз. · м$^{-2}$) и *Mytilus galloprovincialis* (254 экз. · м$^{-2}$). Суммарная численность трех этих видов составила 70,9 %. Наиболее высокая средняя биомасса (132,374 г · м$^{-2}$ или 64,8 %) была у *M. galloprovincialis,* встречаемость которой составила 49,7 %.

Таблица 4.1.8

Сравнительная характеристика состава и количественных показателей (N – средняя численность, экз. · м$^{-2}$; B – средняя биомасса, г · м$^{-2}$; P – частота встречаемости, %) макрозообентоса на разных типах донных отложений Одесского морского региона в период 2005–2015 гг. (данные Синегуба И. А., Бондаренко А. С., Кудренко С. А., Рыбалко А. А.)

Таксон	Ил			Песок			Ракуша		
	N	B	P	N	B	P	N	B	P
Obelia longissima (Pallas)	+	0,072	6,3	–	–	–	+	0,006	4,8
Diadumene lineata (Verrill)	1	0,208	8,8	< 1	0,106	5,3	< 1	0,207	3,8
Turbellaria g. sp.	< 1	0,017	1,3	6	0,053	10,5	13	0,168	26,9
Nemertini g. sp.	3	0,063	13,8	–	–	–	3	0,018	23,1
Geneyllis tuberculata (Bobretzky)	< 1	0,006	2,5	–	–	–	2	0,015	14,4
Phyllodoce mucosa Oersted	< 1	0,004	3,1	1	0,002	5,3	2	0,011	12,5
Mysta picta (Quatrefages)	< 1	0,012	3,8	1	0,046	10,5	6	0,046	24,0
Harmothoe imbricata (L.)	14	0,155	38,4	28	0,232	42,1	95	1,085	79,8
Harmothoe reticulata (Claparède)	5	0,018	20,1	8	0,076	26,3	32	0,167	61,5
Pholoe inornata Johnston	–	–	–	< 1	0,001	5,3	3	0,003	7,7
Glycera tridactyla Schmarda	2	0,031	1,9	–	–	–	6	0,115	7,7
Neanthes succinea Leuckart	46	2,354	35,8	175	2,766	89,5	98	2,429	76,9
Nereis zonata Malmgren	–	–	–	–	–	–	< 1	0,004	2,9
Perinereis cultrifera (Grube)	–	–	–	–	–	–	< 1	0,008	1,0
Platynereis dumerilii (Audouin & M. – Edwards)	< 1	0,010	2,5	3	0,002	5,3	14	0,193	22,1
Nephtys hombergii Savigny	99	2,856	84,3	< 1	0,025	5,3	10	0,543	18,3
Scolelepis (*Parascolelepis*) *tridentata* (Southern)	< 1	0,004	1,3	–	–	–	< 1	0,005	1,0
Spio filicornis (Müller)	16	0,036	15,7	59	0,207	73,7	66	0,260	59,6
Pygospio elegans Claparède	1	0,001	1,9	–	–	–	1	< 0,001	2,9
Polydora cornuta Bosc	57	0,088	27,0	151	0,134	68,4	80	0,101	74,0
Dipolydora quadrilobata (Jacobi)	20	0,051	6,3	–	–	–	4	0,007	9,6
Prionospio cirrifera Wirén	28	0,037	20,1	141	0,124	73,7	302	0,358	80,8
Heteromastus filiformis (Claparède)	265	1,246	60,4	286	1,054	89,5	266	1,142	90,4
Capitella capitata (Fabricius)	7	0,008	6,3	16	0,017	31,6	28	0,028	47,1
Lagis koreni Malmgren	15	0,523	28,9	< 1	0,001	5,3	14	0,339	35,6
Melinna palmata Grube	950	18,080	87,4	1	0,004	15,8	46	0,869	40,4
Amphitritides gracilis (Grube)	–	–	–	< 1	0,012	5,3	< 1	0,001	1,0
Oligochaeta g. sp.	8	0,006	17,0	29	0,037	31,6	108	0,120	46,2

Продолжение табл. 4.1.8

Таксон	Ил			Песок			Ракуша		
	N	B	P	N	B	P	N	B	P
Conopeum seurati (Canu)	+	0,016	0,6	–	–	–	+	0,020	1,0
Phoronis euxinicola Saint-Long	66	0,097	39,6	–	–	–	< 1	0,001	2,9
Rissoa membranacea Adams	1	0,003	0,6	1	0,003	5,3	1	0,009	1,9
Mohrensternia lineolata (Michaud)	73	0,228	29,6	164	0,463	36,8	148	0,576	62,5
Setia valvatoides Milachevitch	< 1	< 0,001	0,6	–	–	–	< 1	0,001	2,9
Hydrobia acuta (Draparnaud)	13	0,056	10,7	383	0,963	36,8	14	0,032	13,5
Rapana venosa (Valenciennes)	< 1	0,717	0,6	–	–	–	1	4,247	5,8
Odostomia rissoides Hanley	< 1	0,002	0,6	56	0,088	5,3	2	0,008	9,6
Bittium reticulatum (Costa)	< 1	0,011	3,1	12	0,056	5,3	10	0,176	18,3
Retusa truncatella (Locard)	5	0,045	21,4	2	0,033	10,5	< 1	0,003	5,8
Cylichnina strigella (Loven)	4	0,020	8,8	–	–	–	–	–	–
Anadara inaequivalvis (Bruguiere)	7	11,604	20,8	7	19,944	26,3	11	4,869	27,9
Mytilaster lineatus (Gmelin)	32	1,700	6,9	83	7,671	36,8	1237	31,312	76,9
Mytilus galloprovincialis Lamarck	254	132,374	49,7	209	329,032	42,1	1028	911,075	88,5
Lucinella divaricata (L.)	< 1	0,014	0,6	–	–	–	–	–	–
Mysella bidentata (Montagu)	< 1	0,001	1,3	–	–	–	< 1	0,003	3,8
Acanthocardia tuberculata L.	< 1	0,135	3,8	–	–	–	–	–	–
Cerastoderma glaucum Poiret	26	1,902	29,6	49	10,671	42,1	37	5,179	33,7
Parvicardium exigium (Gmelin)	23	0,363	23,3	20	0,672	26,3	32	1,547	49,0
Pitar rudis (Poli)	< 1	0,153	3,8	–	–	–	< 1	0,073	1,0
Chamelea gallina (L.)	12	9,947	13,2	834	195,391	73,7	73	44,040	22,1
Polititapes aurea (Gmelin)	< 1	0,113	3,1	–	–	–	< 1	0,093	1,0
Spisula subtruncata (Costa)	19	2,663	34,0	2	0,286	15,8	2	0,303	3,8
*Abra ovata (*Philippi)	6	0,626	16,4	4	0,728	31,6	18	1,403	33,7
Abra alba occitanica (Recluz)	1	0,156	6,3	–	–	–	2	0,039	6,7
Abra nitida milachewichi Nevesskaja	40	0,784	15,7	21	0,071	5,3	2	0,023	1,9
Mya arenaria L.	34	12,778	37,1	30	8,728	52,6	10	2,539	24,0
Lentidium mediterraneum (Costa)	< 1	0,005	1,9	40	0,802	21,1	< 1	0,010	4,8
Amphibalanus improvisus Darwin	17	0,814	20,1	103	4,467	63,2	219	8,566	62,5
Athanas nitescens Leach	< 1	0,040	2,5	–	–	–	1	0,028	3,8
Palemon elegans Rathke	–	–	–	–	–	–	< 1	0,024	2,9
Upogebia pusilla (Petagna)	< 1	< 0,001	0,6	–	–	–	–	–	–

Окончание табл. 4.1.8

Таксон	Ил			Песок			Ракуша		
	N	B	P	N	B	P	N	B	P
Diogenes pugilator Roux	< 1	< 0,001	0,6	–	–	–	< 1	0,027	1,9
Pilumnus hirtellus (L.)	–	–	–	–	–	–	< 1	0,005	1,0
Rhithropanopeus harrisi tridentata (Maitland)	–	–	–	–	–	–	< 1	0,090	1,9
Gastrosaccus sanctus (Van Beneden)	< 1	0,002	2,5	–	–	–	< 1	0,002	1,9
Paramysis pontica Bacescu	2	0,018	13,2	1	0,006	10,5	< 1	< 0,001	1,0
Iphinoe maeotica (Sowinskyi)	–	–	–	< 1	0,001	5,3	–	–	–
Iphinoe tenella G. O. Sars	3	0,005	10,7	11	0,021	47,4	30	0,038	32,7
Iphinoe elisae Bacescu	< 1	0,001	3,8	1	0,004	10,5	6	0,009	18,3
Sphaeroma pulchellum (Colosi)	< 1	0,004	1,9	< 1	0,012	5,3	15	0,178	12,5
Idotea baltica basteri Audouin	< 1	0,001	0,6	–	–	–	6	0,044	6,7
Synisoma capito (Rathke)	–	–	–	–	–	–	2	0,030	3,8
Ampelisca diadema A.Costa	2	0,011	5,0	689	1,581	47,4	16	0,078	19,2
Bathyporeia guiliammsoniana (Bate)	< 1	< 0,001	0,6	–	–	–	–	–	–
Stenothoe monoculoides (Montagu)	< 1	< 0,001	0,6	–	–	–	< 1	< 0,001	2,9
Perioculoides longimanus (Bate & Westwood)	< 1	0,001	5,7	–	–	–	< 1	0,001	4,8
Gamarus subtypicus Stock	3	0,020	4,4	4	0,049	5,3	6	0,041	12,5
Gammarus insensibilis Stock	< 1	< 0,001	0,6	–	–	–	2	0,034	5,8
Nototropis guttatus (A. Costa)	< 1	< 0,001	1,3	–	–	–	6	0,008	14,4
Melita palmata (Montagu)	2	0,015	3,1	1	0,004	10,5	63	0,150	31,7
Dexamine spinosa (Montagu)	1	0,002	3,1	4	0,006	10,5	21	0,039	26,0
Cardiophilus baeri G.O.Sars	< 1	< 0,001	0,6	–	–	–	< 1	< 0,001	1,0
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa	19	0,030	14,5	124	0,172	47,4	201	0,325	65,4
Amphithoe vaillanti Lucas	< 1	< 0,001	0,6	–	–	–	2	0,005	5,8
Jassa ocia (Bate)	–	–	–	–	–	–	1	0,001	6,7
Erichthonius difformis M. – Edwards	< 1	< 0,001	0,6	–	–	–	3	0,003	6,7
Corophium bonelli (M. – Edwards)	< 1	< 0,001	1,3	–	–	–	5	0,003	9,6
Corophium volutator (Pallas)	–	–	–	–	–	–	7	0,005	12,5
Corophium runcicorne Della Valle	–	–	–	–	–	–	< 1	< 0,001	1,0
Phtisica marina Slabber	2	0,004	10,7	–	–	–	4	0,008	9,6
Botryllus schlosseri (Pallas)	+	0,868	0,6	–	–	–	+	0,019	1,0
Chironomus salinarius (Kieffer)	< 1	< 0,001	0,6	–	–	–	< 1	0,001	1,0
Всего	2212	204,233	–	3764	586,823	–	4444	1025,589	–

Таблица 4.1.9

Сравнительная характеристика количественных показателей основных таксономических групп макрозообентоса на разных типах донных отложений Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Таксономическая группа	Количество таксонов	Средняя численность		Средняя биомасса	
		экз. · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
Ил					
Черви	22	1539	69,6	25,605	12,5
Моллюски	26	554	25,0	176,400	86,4
Ракообразные	25	52	2,4	0,967	0,5
Прочие	6	67	3,0	1,261	0,6
Всего	79	2212	100,0	204,233	100,0
Песок					
Черви	18	909	24,1	4,794	0,8
Моллюски	17	1918	51,0	575,601	98,1
Ракообразные	11	936	24,9	6,322	1,1
Прочие	1	1	–	0,106	–
Всего	47	3764	100,0	586,823	100,0
Ракуша					
Черви	26	1197	27,0	8,033	0,8
Моллюски	23	2628	59,1	1007,559	98,2
Ракообразные	30	618	13,9	9,742	1,0
Прочие	6	1	–	0,255	–
Всего	85	4444	100,0	1025,589	100,0

Популяция мидии была представлена особями длиной до 70 мм (табл. 4.1.10). По численности преобладала молодь длиной до 10 мм, составляя 66,3 %. Мидии в биотопе ила мельче, чем в других: средняя масса 1 экз. составила 0,521 г.

Таблица 4.1.10

Сравнительная характеристика размерного состава (экз.·м$^{-2}$) популяции *Mytilus galloprovincialis* на разных типах донных отложений Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Длина, мм	Ил	Песок	Ракуша
< 10,0	168	110	510
10,1–20,0	28	15	192
20,1–30,0	35	16	155
30,1–40,0	17	38	109
40,1–50,0	5	22	47
50,1–60,0	1	8	13
60,1–70,0	< 1	209	2
70,1–80,0	–	< 1	< 1
Всего	254	209	1028

На илах биомасса кормового (для рыб) компонента бентоса составила 59,854 г · м$^{-2}$ (28,8 % от общей). Относительно низкая биомасса кормового

компонента объясняется тем, что биомасса кормовых мидий длиной до 20 мм была всего 10,738 г · м$^{-2}$, или 8,1 % от их средней биомассы (табл. 4.1.11).

Таблица 4.1.11

Сравнительная характеристика биомассы (B, г · м$^{-2}$) кормовой (< 20 мм) и некормовой (> 20 мм) частей *Mytilus galloprovincialis* на разных типах донных отложений Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Длина, мм	Ил		Песок		Ракуша	
	B, г · м$^{-2}$	%	B, г · м$^{-2}$	%	B, г · м$^{-2}$	%
< 20	10,738	8,1	5,560	1,7	64,540	7,1
> 20	121,636	91,9	323,472	98,3	846,535	92,9
Всего	132,374	100,0	329,032	100,0	911,075	100,0

На илах доля моллюсков в составе биомассы кормового бентоса составляла 55,6 %, червей – 42,8 %, ракообразных – 1,6 % (табл. 4.1.12).

Таблица 4.1.12

Структура биомассы (B, г · м$^{-2}$) кормового (для рыб) компонента макрозообентоса на разных типах донных отложений Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Таксономическая группа	Ил		Песок		Ракуша	
	B, г · м$^{-2}$	%	B, г · м$^{-2}$	%	B, г · м$^{-2}$	%
Черви	25,605	42,8	4,794	3,7	8,033	5,3
Моллюски	33,282	55,6	117,479	91,4	132,566	88,2
Ракообразные	0,967	1,6	6,322	4,9	9,742	6,5
Всего	59,854	100,0	128,595	100,0	150,341	100,0

Среди пяти трофических групп по количеству таксонов (32) и численности (67,4 %) доминировали детритофаги, по биомассе (86,0 %) – сестонофаги (табл. 4.1.13). Индекс однообразия пищевой структуры составил 0,69.

По количеству таксонов (45) и численности (80,1 %) преобладали представители инфауны, по биомассе (67,3 %) – эпифауны. Среди представителей вагильных и сессильных комплексов по количеству таксонов (69) преобладали вагильные формы, по численности (60,4 %) и биомассе (75,8 %) – сессильные.

Зарегистрированы семь инвазийных видов, суммарная численность которых составила 136 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 12,260 г · м$^{-2}$ (или 6,1 и 12,9 % соответственно). Наибольший вклад в суммарную биомассу вселенцев был у *Mya arenaria* (12,788 г · м$^{-2}$) и *Anadara inaequivalvis* (11,604 г · м$^{-2}$), представленных особями длиной до 50 и 40 мм соответственно (табл. 4.1.14).

Таблица 4.1.13

Сравнительная характеристика количественных показателей основных трофических групп макрозообентоса на разных типах донных отложений Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Трофическая группа	Количество таксонов	Средняя численность		Средняя биомасса	
		экз. · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
Ил					
Сестонофаги	18	493	22,3	175,546	86,0
Детритофаги	32	1491	67,4	24,111	11,8
Плотоядные	16	135	6,1	4,227	2,1
Растительно-детритоядные	6	5	0,2	0,049	–
Фитофаги	7	88	4,0	0,300	0,1
Всего	79	2212	100,0	204,233	100,0
Песок					
Сестонофаги	10	1376	36,6	577,664	98,4
Детритофаги	18	1711	45,4	6,939	1,2
Плотоядные	10	103	2,8	0,662	0,1
Растительно-детритоядные	4	9	0,2	0,068	–
Фитофаги	5	565	15,0	1,490	0,3
Всего	47	3764	100,0	586,823	100,0
Ракуша					
Сестонофаги	16	2649	59,6	1009,649	98,4
Детритофаги	35	1315	29,6	7,665	0,7
Плотоядные	18	176	4,0	6,737	0,7
Растительно-детритоядные	7	107	2,4	0,647	0,1
Фитофаги	8	197	4,4	0,867	0,1
Полифаги	1	< 1	–	0,024	–
Всего	85	4444	100,0	1025,589	100,0

Таблица 4.1.14

Размерный состав (экз. · м$^{-2}$) популяций инвазийных видов *Mya arenaria* и *Anadara inaequivalvis* на разных типах донных отложений Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Длина, мм	*Mya arenaria*			*Anadara inaequivalvis*		
	ил	песок	ракуша	ил	песок	ракуша
< 10,0	23	11	8	4	4	8
10,0–20,0	6	17	1	1	–	2
20,0–30,0	4	2	< 1	1	3	< 1
30,0–40,0	1	–	< 1	1	–	< 1
40,0–50,0	< 1	–	–	–	–	–
всего	34	30	10	7	7	11

Бóльшая часть станций (134 из 159) в биотопе ила выполнена на глубине более 15,0 м. Количество таксонов в разных диапазонах глубин, за исключением 10,1–15,0 м, где выполнено всего 5 станций, варьировало от 50 до 60 (табл. 4.1.15). С увеличением глубины от 8,0–10,0 до 20,1–27,0 м альфа-разнообразие (среднее количество таксонов на станции) уменьшилось в

2,1 раза, средняя численность бентоса – в 2,3 раза, биомасса – в 14,0 раз, главным образом за счет уменьшения показателей моллюсков (в 6,1 и 24,3 раза соответственно), основу которых на всех горизонтах формировали мидии. Средняя численность ракообразных – группы, наиболее чувствительной к содержанию растворенного кислорода, – снизилась в 19,2 раза, биомасса – в 15,3 раза. Средняя биомасса кормового компонента уменьшилась в 3,9 раза, при этом его доля в показателе общего бентоса увеличилась с 19,7 до 71,4 %.

Таблица 4.1.15

Сравнительная характеристика количественных показателей макрозообентоса на илах на разных глубинах Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Показатель	Диапазон глубин, м			
	8,0–10,0	10,1–15,0	15,1–20,0	20,1–27,0
Количество таксонов, всего	60	40	59	50
в том числе червей	17	19	22	17
моллюсков	22	11	18	18
ракообразных	18	9	16	12
других групп	3	1	3	3
Среднее количество таксонов на станции	15,5	15,8	12,2	7,3
Средняя численность бентоса, экз. · м$^{-2}$	3251	2786	3327	1426
в том числе червей, экз. · м$^{-2}$	1343	1593	2625	1065
моллюсков, экз. · м$^{-2}$	1638	1090	592	268
ракообразных, экз. · м$^{-2}$	269	85	30	14
других групп, экз. · м$^{-2}$	1	18	80	79
Средняя биомасса бентоса, г · м$^{-2}$	644,857	1373,858	198,135	46,009
в том числе червей, г · м$^{-2}$	14,959	19,519	43,456	19,845
моллюсков, г · м$^{-2}$	619,181	1351,283	153,326	25,432
ракообразных, г · м$^{-2}$	3,684	3,038	1,001	0,241
других групп, г · м$^{-2}$	7,033	0,018	0,352	0,491
Средняя биомасса кормового бентоса, г · м$^{-2}$	126,867	142,908	76,204	32,837
кормового бентоса, %	19,7	10,4	38,5	71,4
Вселенцы, количество видов	5	4	6	5
средняя численность, экз. · м$^{-2}$	357	139	287	15
средняя биомасса, г · м$^{-2}$	43,885	6,300	63,385	5,942

На илах отмечены семь типов донных биоценозов. Наиболее характерным для этого типа донных отложений был биоценоз полихеты *Melinna palmata*, выделенный на 97 (61,0 %) станциях в диапазоне глубин 8,0–26,0 м. В составе биоценоза встречены 62 таксона. Их средняя численность составила 2347 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 91,791 г · м$^{-2}$, в том числе руководящего вида – 1431 экз. · м$^{-2}$ и 26,891 г · м$^{-2}$ соответственно. Средняя биомасса кормового компонента была 55,118 г·м$^{-2}$ (60,0 % от общей).

Биоценоз мидии *Mytilus galloprovincialis* выделен на 19 (11,9 %) станциях в диапазоне глубин 9,0–25,0 м. В составе биоценоза зарегистрированы 59 таксонов, средняя численность которых составила

3439 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 1106,486 г · м$^{-2}$; руководящего вида – 1855 экз. · м$^{-2}$ и 1038,685 г · м$^{-2}$ соответственно. Средняя биомасса кормовой части бентоса была 117,762 г · м$^{-2}$ (10,6 % от общей).

Остальные биоценозы, руководящими видами которых были полихеты *Neanthes succinea, Nephtys hombergii, Heteromastus filiformis* и моллюски *Chamelea gallina* и *Mya arenaria*, выделены всего на 2–5 станциях. Кроме того, на 26 станциях в диапазоне глубин 9,0–27,0 м, донная макрофауна которых характеризовалась относительно низкими показателями средней численности (504 экз. · м$^{-2}$) и биомассы (19,420 г · м$^{-2}$) и отсутствием доминирования отдельных видов, биоценозы не выделены. Средняя биомасса кормового компонента на этих станциях была 15,370 г · м$^{-2}$ (79,1 % от общей).

Песок. На большей части станций (13 из 18) в диапазоне глубин 7,0–12,0 м песок был заиленным. Зарегистрированы 47 таксонов макрозообентоса: червей – 18, моллюсков – 17, ракообразных – 11, представителей других групп – 1 (табл. 4.1.8). Количество таксонов на станциях варьировало от 8 до 20. Численность колебалась от 640 до 13740,0 экз. · м$^{-2}$ (средняя – 3764 экз. · м$^{-2}$), биомасса – от 11,510 до 2362,980 г · м$^{-2}$ (средняя – 586,823 г · м$^{-2}$).

По частоте встречаемости в число основных (P ≥ 50,0 %) таксонов вошли восемь видов разных таксономических групп (*Neanthes succinea, Spio filicornis*, *Polydora cornuta, Prionospio cirrifera, Heteromastus filiformis*, *Chamelea gallina, Mya arenaria, Amphibalanus improvisus*), которые формировали 47,3 % численности и 36,3 % биомассы.

Среди основных таксономических групп по численности (51,0 %) и биомассе (98,1 %) преобладали моллюски (табл. 4.1.9). Наиболее массовыми видами на песках были моллюск *Ch. gallina* (834 экз. · м$^{-2}$) и бокоплав *Ampelisca diadema* (686 экз. · м$^{-2}$), составив в сумме 40,4 % общей численности. Наиболее высокая средняя биомасса отмечена у *Mytilus galloprovincialis* (329,032 г · м$^{-2}$) и *Ch. gallina* (195,391 экз. · м$^{-2}$) – их суммарная биомасса составила 89,4 % от общей. Популяция мидии была представлена особями длиной до 80 мм (табл. 4.1.10), *Ch. gallina* – моллюсками длиной до 26 мм (табл.4.1.16). По численности (83,4 % от общей) доминировала молодь длиной 2–6 мм.

На песках биомасса кормового компонента бентоса составила 128,595 г · м$^{-2}$ (21,9 % от общей). В составе биомассы кормовой части доля моллюсков была 91,4 % (в том числе *Ch. gallina* – 64,8 %), червей – 3,7 %, ракообразных – 4,9 %.

Среди пяти основных трофических групп по численности доминировали детритофаги (45,4 %) и сестонофаги (36,6 %), по биомассе (98,4 %) – сестонофаги (табл. 4.1.13). По причине резкого доминирования биомассы

одной трофической группировки индекс однообразия пищевой структуры был высоким – 0,96. По количеству таксонов (29) и численности (69,9 %) преобладали представители инфауны, по биомассе (58,5 %) – эпифауны; по количеству таксонов (41) и численности (89,4 %) лидировали вагильные формы, по биомассе (58,2 %) – сессильные.

Таблица 4.1.16

Сравнительная характеристика численности (экз. · м$^{-2}$) размерного состава популяции *Chamelea gallina* на разных типах донных отложений Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Длина, мм	Ил	Песок	Ракуша
< 2,0	–	39	–
2,1–4,0	< 1	559	3
4,1–6,0	1	136	21
6,1–8,0	1	2	10
8,1–10,0	1	< 1	6
10,1–12,0	2	4	10
12,1–14,0	2	10	5
14,1–16,0	2	11	4
16,1–18,0	2	13	3
18,1–20,0	< 1	19	4
20,1–22,0	< 1	28	3
22,1–24,0	–	12	3
24,1–26,0	–	< 1	1
Всего	12	834	73

Суммарная численность пяти инвазийных видов составила 291 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 33,380 г · м$^{-2}$ (или 7,7 и 5,7 % соответственно). Наиболее многочисленной среди вселенцев была *Polydora cornuta* (151 экз. · м$^{-2}$), наиболее высокая средняя биомасса (19,944 г · м$^{-2}$) зарегистрирована у *Anadara inaequivalvis.*

Сравнение количественных показателей донной макрофауны на чистом песке (без примесей) и заиленном песке показало, что количество таксонов на них было практически одинаковым (табл. 4.1.17). На чистом песке средняя численность бентоса была в 2,0 раза, биомасса – в 3,6 раза выше, чем на заиленном, за счет таксономической группы моллюсков.

На песках выделены три типа донных биоценозов. Наиболее характерным для этого типа донных отложений был биоценоз *Chamelea gallina*, выделенный на 8 из 18 станций, преимущественно на заиленном песке. В составе биоценоза встречен 31 таксон. Средняя численность бентоса составила 3559 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 422,974 г · м$^{-2}$, в том числе руководящего вида – 1834 экз. · м$^{-2}$ и 368,825 г · м$^{-2}$соответственно. Средняя биомасса кормового компонента была 172,724 г · м$^{-2}$ (40,8 % от общей).

Таблица 4.1.17

Сравнительная характеристика количественных показателей макрозообентоса на песке без примесей и заиленном песке Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Показатель	Песок без примесей	Заиленный песок
Диапазон глубин, м	8,0–12,0	7,0–12,0
Количество таксонов, всего	36	38
в том числе червей	14	16
моллюсков	13	15
ракообразных	9	6
других групп	–	1
Количество таксонов на станциях	14–20	8–18
Средняя численность бентоса, экз. · м$^{-2}$	5934	2929
в том числе червей, экз. · м$^{-2}$	1190	801
моллюсков, экз. · м$^{-2}$	4180	1048
ракообразных, экз. · м$^{-2}$	564	1079
других групп, экз. · м$^{-2}$	–	1
Средняя биомасса бентоса, г · м$^{-2}$	1227,840	340,278
в том числе червей, г · м$^{-2}$	4,788	4,797
моллюсков, г · м$^{-2}$	1216,256	329,195
ракообразных, г · м$^{-2}$	6,796	6,140
других групп, г · м$^{-2}$	–	0,146
Средняя биомасса кормового бентоса, г · м$^{-2}$	132,040	127,270
кормового бентоса, %	10,8	37,4
Вселенцы, количество видов	4	5
средняя численность, экз. · м$^{-2}$	174	336
средняя биомасса, г · м$^{-2}$	20,870	38,192

Биоценоз мидии *Mytilus galloprovincialis* выделен на 6 станциях преимущественно на чистом песке (без примесей). Зарегистрированы 37 таксонов, средняя численность которых составила 3690 экз.·м$^{-2}$, биомасса – 1126,175 г · м$^{-2}$; руководящего вида – 585 экз. · м$^{-2}$ и 986,050 г · м$^{-2}$ соответственно. Средняя биомасса кормовой части бентоса была 105,675 г·м$^{-2}$ (9,4 % от общей). На одной станции выделен биоценоз *Mya arenaria*, еще на трех станциях биоценозы не выделены.

Ракуша. В 2005–2015 гг. на 104 станциях в диапазоне глубин 6,0–23,0 м зарегистрированы 85 таксонов макрозообентоса: червей – 26, моллюсков – 23, ракообразных – 30, представителей других групп – 6 (табл. 4.1.8). Количество таксонов на станциях варьировало от 2 до 33. Численность колебалась от 70 до 48070 экз. · м$^{-2}$ (средняя – 4444 экз. · м$^{-2}$), биомасса – от 0,200 до 8954,520 г · м$^{-2}$ (средняя – 1025,589 г · м$^{-2}$). По частоте встречаемости в число основных (P ≥ 50,0 %) таксонов вошли одиннадцать видов разных таксономических групп (*Harmothoe imbricata, Harmothoe imbricata, Neanthes succinea, Spio filicornis*, *Polydora cornuta, Prionospio cirrifera, Heteromastus filiformis*, *Mohrensternia lineolata, Mytilaster lineatus, Mytilus galloprovincialis,*

Amphibalanus improvisus), которые формировали 80,3 % численности и 93,3 % биомассы.

Среди основных таксономических групп по количеству таксонов (30) преобладали ракообразные, по численности (59,1 %) и биомассе (98,2 %) – моллюски (табл. 4.1.9). Наиболее массовыми видами были митилиды *M. lineatus* (1237 экз. · м$^{-2}$) и *M. galloprovincialis* (1028 экз. · м$^{-2}$), составив в сумме 51,0 % общей численности. Наиболее высокая средняя биомасса (911,075 г · м$^{-2}$, или 88,8 %) отмечена у мидии, популяция которой была представлена особями длиной до 80 мм (табл. 4.1.10). По численности (49,6 %) доминировала молодь длиной менее 10 мм. Биомасса кормового компонента составила 150,341 г · м$^{-2}$ (14,7 % от общей). В составе биомассы кормового бентоса доля моллюсков составляла 88,2 % (в том числе *Mytilus galloprovincialis* – 42,9 %), червей – 5,3 %, ракообразных – 6,5 %.

Среди шести основных трофических групп по количеству таксонов (35) доминировали детритофаги, по численности (59,6 %) и биомассе (98,4 %) – сестонофаги (табл. 4.13). Индекс однообразия пищевой структуры был высоким – 0,93.

Количество таксонов ин- и эпифауны (43 и 42) было практически одинаковым, по численности (70,8 %) и биомассе (93,5 %) преобладали представители эпифауны. По количеству таксонов (75) лидировали организмы вагильного комплекса, по численности (57,3 %) и биомассе (92,9 %) – сессильного.

Встречены все восемь инвазийных видов, зарегистрированных в пределах ОМР. Их суммарная численность составила 325 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 20,626 г · м$^{-2}$ (или 7,3 и 2,0 % соответственно). Наиболее массовым среди них, как по численности (219 экз. · м$^{-2}$), так и по биомассе (8,566 г · м$^{-2}$), был усоногий рак *Amphibalanus improvisus*.

Бóльшая часть станций на ракуше (87 из 104) выполнена на глубине менее 15,0 м. Распределение количественных показателей донной макрофауны по глубинам было неоднородным (табл. 4.1.18).

С увеличением глубины от 6,0–10,0 до 20,1–23,0 м количество таксонов уменьшилось в 2,3 раза, альфа-разнообразие – в 1,7 раза средняя численность бентоса – в 3,1 раза, средняя биомасса – в 2,5 раза. Изменение показателей численности и биомассы произошло, главным образом, за счет уменьшения показателей моллюсков (в 4,5 и 2,6 раза соответственно), основу которых на всех горизонтах формировали мидии. Доля инвазийных видов в общих показателях макрозообентоса на разных горизонтах составляла 5,9–14,8 % численности и 1,2–4,9 % биомассы. Доля биомассы кормового компонента бентоса на разных горизонтах была 12,8–16,6 % от общей.

Таблица 4.1.18

Сравнительная характеристика количественных показателей макрозообентоса на ракуше на разных глубинах Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Показатель	Диапазон глубин, м			
	6,0–10,0	10,1–15,0	15,1–20,0	20,1–23,0
Количество таксонов, всего	79	70	33	34
в том числе червей	24	24	13	16
моллюсков	22	19	11	8
ракообразных	29	23	7	8
других групп	4	4	2	2
Среднее количество таксонов на станции	19,3	18,3	11,6	11,1
Средняя численность бентоса, экз. · м$^{-2}$	5900	3399	3186	1918
в том числе червей, экз. · м$^{-2}$	1267	1155	1331	918
моллюсков, экз. · м$^{-2}$	3754	1791	1569	826
ракообразных, экз. · м$^{-2}$	879	452	280	172
других групп, экз. · м$^{-2}$	< 1	1	6	2
Средняя биомасса бентоса, г · м$^{-2}$	1193,001	909,475	1222,669	480,201
в том числе червей, г · м$^{-2}$	7,680	6,026	18,933	9,591
моллюсков, г · м$^{-2}$	1175,983	894,076	1202,546	448,842
ракообразных, г · м$^{-2}$	9,250	9,137	1,164	20,448
других групп, г · м$^{-2}$	0,088	0,236	0,026	1,320
Средняя биомасса кормового бентоса, г · м$^{-2}$	162,639	150,559	188,517	61,321
кормового бентоса, %	13,6	16,6	15,4	12,8
Вселенцы, количество видов	8	8	4	4
средняя численность, экз. · м$^{-2}$	350	328	191	284
средняя биомасса, г · м$^{-2}$	22,314	18,657	15,094	23,341

На ракуше без примесей средние показатели численности макрозообентоса были в 1,7 и 2,0 раза, биомассы – в 2,4 и 3,4 раза выше, чем на ракуше заиленной и ракуше с песком соответственно. Максимальное количество таксонов (74) зарегистрировано на ракуше с песком (табл. 4.1.19). Среди основных таксономических групп по численности (36,6–62,5 %) везде преобладали *M. galloprovincialis* и *Mytilaster lineatus,* по биомассе (77,4–95,2 %) – *M. galloprovincialis.*

Сравнение количественных показателей макрозообентоса на разных типах донных отложений показало, что наибольшее количество таксонов (85), наиболее высокие средние показатели численности (4444 экз. · м$^{-2}$), биомассы общего бентоса (1025,589 г · м$^{-2}$) и его кормового компонента (150,341 г · м$^{-2}$) были на ракуше (табл. 4.1.20). Наиболее высокий коэффициент общности таксонов (82,2 %) был между илами и ракушей, что объясняется ее частичным заилением. Для ила и песка, песка и ракуши этот показатель был ниже и практически одинаковым (53,5–53,7 %).

Таблица 4.1.19

Сравнительная характеристика количественных показателей макрозообентоса на разных типах субстрата в биотопе ракуши Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Показатель	Ракуша без примесей	Ракуша заиленная	Ракуша с песком
Диапазон глубин, м	6,0–20,0	6,0–23,0	6,0–20,0
Средняя глубина, м	10,6	14,6	10,1
Количество таксонов, всего	56	69	74
в том числе червей	16	22	25
моллюсков	15	20	20
ракообразных	23	22	27
других групп	2	5	2
Среднее количество таксонов на станции	20,4	15,9	18,4
Средняя численность бентоса, экз. · м$^{-2}$	7356	4269	3749
в том числе червей, экз. · м$^{-2}$	1124	1232	1189
моллюсков, экз. · м$^{-2}$	5008	2778	1800
ракообразных, экз. · м$^{-2}$	1224	257	759
других групп, экз. · м$^{-2}$	–	2	1
Средняя биомасса бентоса, г · м$^{-2}$	2360,968	968,597	685,973
в том числе червей, г · м$^{-2}$	7,931	8,897	7,307
моллюсков, г · м$^{-2}$	2346,612	949,570	667,744
ракообразных, г · м$^{-2}$	6,268	9,758	10,742
других групп, г · м$^{-2}$	0,157	0,372	0,180
Средняя биомасса кормового бентоса, г · м$^{-2}$	287,825	111,890	143,886
кормового бентоса, %	12,2	11,6	21,0
Вселенцы, количество видов	5	7	8
средняя численность, экз. · м$^{-2}$	201	239	436
средняя биомасса, г · м$^{-2}$	21,296	25,338	16,306

Глубина. Анализ распределения показателей макрозообентоса по глубинам показал, что наибольшее количество таксонов (85) (табл. 4.1.21), наиболее высокие показатели альфа-разнообразия (17,6), средней численности (4686 экз. · м$^{-2}$) и биомассы (892,784 г · м$^{-2}$) были на глубине 6,0–10,0 м (табл. 4.1.22). На глубине 20,1–27,0 м эти показатели были ниже в 1,6; 2,3; 3,2 и 10,0 раз соответственно. С увеличением глубины от 6,0–10,0 м до 20,1–27,0 м количество таксонов червей и моллюсков уменьшилось в 1,3 раза (с 24 до 18), а ракообразных – в 2,2 раза (с 31 до 14). Это объясняется относительным однообразием донных отложений (преимущественно илы), а также низким содержанием кислорода в придонном слое воды в теплый период года.

Среди основных таксономических групп по численности на глубинах 6,0–10,0 и 10,1–15,0 м доминировали моллюски (59,9 и 48,4 % соответственно), среди которых наиболее массовыми были *Mytilaster lineatus* и *Mytilus galloprovincialis.* Так, на глубине 6,0–10,0 м их средняя численность была соответственно 1255 и 868 экз. · м$^{-2}$, на глубине 10,1–15,0 м – 412 и

820 экз. · м$^{-2}$. На глубинах 15,1–20,0 м и 20,1–27,0 м по численности преобладали черви (73,8 и 71,1 % соответственно). Наиболее массовыми среди них была *Melinna palmata* – 1244 экз. · м$^{-2}$ на глубине 15,1–20,0 м и 818 экз. · м$^{-2}$ – на глубине 20,1–27,0 м. По биомассе на всех горизонтах доминировали моллюски. С увеличением глубины от 6,0–10,0 до 20,1–27,0 м средняя биомасса моллюсков уменьшилась в 12,9 раза (с 875,469 до 67,703 г · м$^{-2}$), а их доля – с 98,4 до 75,9 %. Основу биомассы бентоса на всех горизонтах (85,4–63,2 %) формировала мидия. С увеличением глубины от 6,0–10,0 м до 20,1–27,0 м ее средняя численность снизилась в 4,6 раза (с 868 до 189 экз. · м$^{-2}$) (табл. 4.1.23), а сами мидии стали мельче: на глубине 6,0–10,0 м средняя масса 1 экз. была 0,878 г, на глубине 20,1–27,0 м – 0,299 г.

Таблица 4.1.20

Сравнительная характеристика количественных показателей макрозообентоса на разных типах донных отложений Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Показатель	Ил	Песок	Ракуша
Количество станций	159	18	104
Диапазон глубин отбора проб, м	8–27	7–12	6–23
Средняя глубина отбора проб, м	19,3	9,6	12,0
Количество таксонов, всего	79	47	85
в том числе червей	22	18	26
моллюсков	26	17	23
ракообразных	25	11	30
других групп	6	1	6
Средняя численность бентоса, экз. · м$^{-2}$	2212	3764	4444
в том числе червей, экз. · м$^{-2}$	1539	909	1198
моллюсков, экз. · м$^{-2}$	554	1918	2627
ракообразных, экз. · м$^{-2}$	52	936	618
других групп, экз. · м$^{-2}$	67	1	1
Средняя биомасса бентоса, г · м$^{-2}$	204,233	586,823	1025,589
в том числе червей, г · м$^{-2}$	25,605	4,794	8,033
моллюсков, г · м$^{-2}$	176,399	575,601	1007,560
ракообразных, г · м$^{-2}$	0,967	6,322	9,742
других групп, г · м$^{-2}$	1,261	0,106	0,255
Средняя биомасса кормового бентоса, г · м$^{-2}$	59,854	128,595	150,341
кормового бентоса, %	28,8	21,9	14,7
Индекс однообразия пищевой структуры	0,69	0,96	0,93
Вселенцы, количество видов	7	5	8
средняя численность, экз. · м$^{-2}$	136	291	325
средняя биомасса, г · м$^{-2}$	26,261	33,380	20,626

Таблица 4.1.21

Сравнительная характеристика состава и количественных показателей (N – средняя численность, экз. · м$^{-2}$; B – средняя биомасса, г · м$^{-2}$) макрозообентоса на разных глубинах Одесского морского региона в период 2005–2015 гг. (данные Синегуба И. А., Бондаренко А. С., Кудренко С. А., Рыбалко А. А.)

Таксон	6,0–10,0 м		10,1–15,0 м		15,1–20,0 м		20,1–27,0 м	
	N	B	N	B	N	B	N	B
Obelia longissima (Pallas)	+	0,002	+	0,003	+	0,008	+	0,112
Diadumene lineata (Verrill)	< 1	0,023	< 1	0,157	2	0,188	1	0,355
Turbellaria g. sp.	7	0,089	17	0,199	< 1	0,047	–	–
Nemertini g. sp.	2	0,012	4	0,025	1	0,020	4	0,082
Genetyllis tuberculata (Bobretzky)	1	0,010	2	0,024	< 1	0,004	< 1	0,002
Phyllodoce mucosa Oersted	1	0,013	2	0,006	< 1	0,001	< 1	0,003
Mysta picta (Quatrefages)	5	0,048	5	0,027	2	0,030	< 1	0,001
Harmothoe imbricata (L.)	70	0,881	85	0,815	23	0,260	8	0,101
Harmothoe reticulata (Claparède)	19	0,102	37	0,168	7	0,022	5	0,035
Pholoe inornata Johnston	3	0,003	1	0,001	–	–	< 1	< 0,001
Glycera tridactyla Schmarda	4	0,094	8	0,150	< 1	0,008	–	–
Neanthes succinea Leuckart	136	3,085	87	1,988	75	4,913	13	0,744
Nereis zonata Malmgren	< 1	0,002	< 1	0,005	–	–	–	–
Perinereis cultrifera (Grube)	–	–	< 1	0,014	–	–	–	–
Platynereis dumerilii (Audouin & M. – Edwards)	13	0,172	6	0,074	1	0,042	–	–
Nephtys hombergii Savigny	6	0,326	3	0,240	108	3,565	103	2,846
Scolelepis (*Parascolelepis*) *tridentata* (Southern)	< 1	0,006	< 1	0,009	< 1	0,003	–	–
Spio filicornis (Müller)	55	0,178	73	0,322	53	0,268	6	0,038
Pygospio elegans Claparède	1	0,001	< 1	0,000	2	0,001	–	–
Polydora cornuta Bosc	97	0,093	97	0,126	115	0,199	14	0,032
Dipolydora quadrilobata (Jacobi)	2	0,002	5	0,010	61	0,155	< 1	< 0,001
Prionospio cirrifera Wirén	199	0,226	304	0,363	80	0,094	28	0,040
Heteromastus filiformis (Claparède)	327	1,663	335	1,390	568	2,402	34	0,110
Capitella capitata (Fabricius)	29	0,028	23	0,024	17	0,018	< 1	0,001
Capitella minima Langerhans	–	–	–	–	–	–	–	–
Lagis koreni Malmgren	11	0,325	12	0,476	32	0,806	6	0,214
Melinna palmata Grube	77	1,208	31	0,641	1244	26,148	818	14,407
Amphitritides gracilis (Grube)	–	–	< 1	0,006	–	–	–	–
Oligochaeta g. sp.	95	0,103	77	0,088	19	0,016	4	0,003

Продолжение табл. 4.1.21

Таксон	6,0–10,0 м		10,1–15,0 м		15,1–20,0 м		20,1–27,0 м	
	N	B	N	B	N	B	N	B
Conopeum seurati (Canu)	+	0,052	–	–	–	–	–	–
Lepralia palassiana (Moll)	+	0,007	–	–	–	–	–	–
Phoronis euxinicola Saint-Long	–	–	2	0,002	65	0,099	69	0,100
Rissoa membranacea Adams	3	0,016	–	–	–	–	–	–
Mohrensternia lineolata (Michaud)	129	0,504	138	0,528	165	0,499	35	0,106
Setia valvatoides Milachevitch	1	0,001	–	–	–	–	–	–
Hydrobia acuta (Draparnaud)	114	0,320	5	0,004	4	0,024	< 1	< 0,001
Rapana venosa (Valenciennes)	< 1	4,910	< 1	3,570	–	–	–	–
Odostomia rissoides Hanley	13	0,026	< 1	0,005	–	–	–	–
Bittium reticulatum (Costa)	10	0,134	8	0,159	< 1	0,008	–	–
Retusa truncatella (Locard)	2	0,023	1	0,008	5	0,048	4	0,036
Cylichnina strigella (Loven)	< 1	0,003	–	–	2	0,011	4	0,024
Anadara inaequivalvis (Bruguiere)	15	11,180	5	6,334	13	29,120	< 1	2,126
Mytilaster lineatus (Gmelin)	1255	26,455	412	24,564	10	1,152	10	1,474
Mytilus galloprovincialis Lamarck	868	762,149	820	782,556	281	216,519	189	56,583
Lucinella divaricata (L.)	–	–	< 1	0,041	–	–	–	–
Mysella bidentata (Montagu)	< 1	0,001	< 1	0,004	–	–	< 1	0,001
Acanthocardia tuberculata L.	–	–	–	–	–	–	1	0,210
Cerastoderma glaucum Poiret	68	8,947	7	1,705	31	2,148	10	0,557
Parvicardium exigium (Gmelin)	27	1,042	29	1,867	63	0,693	3	0,174
Pitar rudis (Poli)	< 1	0,084	–	–	2	0,468	–	–
Chamelea gallina (L.)	223	47,625	78	96,388	11	9,955	–	–
Polititapes aurea (Gmelin)	< 1	0,131	–	–	< 1	0,010	< 1	0,151
Spisula subtruncata (Costa)	3	0,261	< 1	0,009	24	3,263	17	2,618
*Abra ovata (*Philippi)	26	2,244	9	1,187	5	0,121	< 1	0,054
Abra alba occitanica (Recluz)	2	0,052	2	0,059	1	0,350	< 1	0,029
Abra nitida milachewichi Nevesskaja	6	0,089	2	0,006	36	1,043	44	0,646
Mya arenaria L.	34	9,099	4	0,760	62	24,971	5	2,911
Lentidium mediterraneum (Costa)	9	0,176	< 1	0,002	–	–	< 1	0,004
Amphibalanus improvisus (Darwin)	161	5,390	194	7,245	21	1,387	20	2,171
Athanas nitescens Leach	1	0,071	1	0,035	< 1	0,019	–	–
Palemon elegans Rathke	< 1	0,017	–	–	< 1	0,018	–	–
Upogebia pusilla (Petagna)	< 1	0,001	–	–	–	–	–	–

Окончание табл. 4.1.21

Таксон	6,0–10,0 м		10,1–15,0 м		15,1–20,0 м		20,1–27,0 м	
	N	B	N	B	N	B	N	B
Diogenes pugilator Roux	< 1	0,032	< 1	0,001	–	–	–	–
Pilumnus hirtellus (L.)	< 1	0,005	–	–	–	–	–	–
Rhithropanopeus harrisi tridentata (Maitland)	< 1	0,007	< 1	0,163	–	–	–	–
Gastrosaccus sanctus (Van Beneden)	< 1	< 0,001	< 1	0,003	–	–	< 1	0,003
Paramysis pontica Bacescu	< 1	0,003	< 1	0,001	2	0,018	1	0,019
Iphinoe maeotica (Sowinskyi)	–	–	< 1	< 0,001	–	–	–	–
Iphinoe tenella G. O. Sars	32	0,043	17	0,025	2	0,004	< 1	0,001
Iphinoe elisae Bacescu	7	0,012	3	0,006	< 1	0,001	< 1	< 0,001
Sphaeroma pulchellum (Colosi)	18	0,213	< 1	0,015	< 1	0,005	–	–
Idotea baltica basteri Audouin	7	0,054	< 1	0,005	–	–	–	–
Synisoma capito (Rathke)	1	0,029	1	0,010	–	–	–	–
Ampelisca diadema A.Costa	155	0,368	14	0,104	< 1	0,002	< 1	< 0,001
Bathyporeia guiliammsoniana (Bate)	–	–	–	–	< 1	0,001	–	–
Stenothoe monoculoides (Montagu)	< 1	< 0,001	–	–	–	–	–	–
Perioculoides longimanus (Bate & Westwood)	< 1	0,001	< 1	0,001	1	0,001	< 1	0,001
Gamarus subtypicus Stock	13	0,080	4	0,036	< 1	0,001	< 1	< 0,001
Gammarus insensibilis Stock	1	0,014	2	0,023	< 1	< 0,001	< 1	0,010
Marinogammarus olivii M.-Edwards	–	–	< 1	0,001	–	–	–	–
Nototropis guttatus (A. Costa)	4	0,006	6	0,005	–	–	–	–
Melita palmata (Montagu)	73	0,188	6	0,019	< 1	0,003	< 1	0,003
Dexamine spinosa (Montagu)	20	0,033	12	0,025	1	0,001	–	–
Cardiophilus baeri G.O. Sars	< 1	0,001	–	–	–	–	–	–
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa	208	0,322	133	0,239	31	0,040	1	0,005
Amphithoe vaillanti Lucas	< 1	0,001	2	0,008	< 1	< 0,001	–	–
Jassa ocia (Bate)	< 1	< 0,001	2	0,002	–	–	–	–
Erichthonius difformis M. – Edwards	3	0,002	2	0,002	–	–	–	–
Corophium bonelli (M. – Edwards)	4	0,002	< 1	0,001	3	0,002	< 1	< 0,001
Corophium volutator (Pallas)	7	0,005	3	0,003	–	–	–	–
Corophium runcicorne Della Valle	< 1	< 0,001	–	–	–	–	–	–
Phtisica marina Slabber	< 1	< 0,001	1	0,001	5	0,004	4	0,011
Botryllus schlosseri (Pallas)	+	1,661	–	–	–	–	–	–
Chironomus salinarius (Kieffer)	< 1	0,001	< 1	0,001	–	–	–	–
Всего	4686	892,784	3146	935,094	3265	331,226	1470	89,154

Таблица 4.1.22

Сравнительная характеристика количественных показателей макрозообентоса на разных глубинах Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Показатель	Диапазон глубин, м			
	6,0–10,0	10,1–15,0	15,1–20,0	20,1–27,0
Количество таксонов, всего	85	77	61	53
в том числе червей	24	26	22	18
моллюсков	24	20	18	18
ракообразных	31	27	18	14
других групп	6	4	3	3
Средняя численность бентоса, экз. · м$^{-2}$	4686	3146	3265	1470
в том числе червей, экз. · м$^{-2}$	1159	1214	2410	1045
моллюсков, экз. · м$^{-2}$	2807	1523	719	326
ракообразных, экз. · м$^{-2}$	720	407	69	29
других групп, экз. · м$^{-2}$	< 1	2	67	70
Средняя биомасса бентоса, г · м$^{-2}$	892,784	935,094	331,226	89,154
в том числе червей, г · м$^{-2}$	8,670	7,194	39,021	18,659
моллюсков, г · м$^{-2}$	875,469	919,757	290,402	67,703
ракообразных, г · м$^{-2}$	6,900	7,980	1,508	2,225
других групп, г · м$^{-2}$	1,745	0,163	0,295	0,567
Средняя биомасса кормового бентоса, г · м$^{-2}$	140,530	141,239	90,186	36,337
кормового бентоса, %	15,7	15,1	27,2	40,8
Вселенцы, количество видов	8	8	6	6
средняя численность, экз. · м$^{-2}$	310	306	274	42
средняя биомасса, г · м$^{-2}$	30,703	18,367	56,020	7,595

Таблица 4.1.23

Сравнительная характеристика размерного состава (экз. · м$^{-2}$) популяции *Mytilus galloprovincialis* на разных глубинах Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Длина, мм	6,0–10,0 м	10,1–15,0 м	15,1–20,0 м	20,1–23,0 м
< 10,0	471	376	114	148
10,1–20,0	123	150	84	23
20,1–30,0	128	148	51	7
30,1–40,0	94	96	21	8
40,1–50,0	38	41	7	3
50,1–60,0	12	8	3	< 1
60,1–70,0	2	1	< 1	–
70,1–80,0	< 1	< 1	< 1	–
Всего	868	820	281	189

С увеличением глубины от 6,0–10,0 м до 20,1–27,0 м средняя биомасса кормовой части бентоса снизилась в 3,9 раза (с 140,530 до 36,337 г · м$^{-2}$), а ее доля в показателях общего бентоса выросла с 15,7 до 40,8 %. Изменилась и сама структура биомассы кормового компонента (табл. 4.1.24). Если на глубине 6,0–20,0 м доминировали моллюски, доля которых плавно снижалась

с 89,3 до 55,0 %, то на глубине 20,1–27,0 м преобладали черви (51,4 %), главным образом *M. palmata*. На каждом горизонте зарегистрированы от 8 до 6 инвазийных видов. С увеличением глубины от 6,0–10,0 м до 20,1–27,0 м их средняя численность уменьшилась в 7,5 раза (с 310 до 42 экз. · м$^{-2}$), а биомасса – в 4,0 раза (с 30,703 до 7,595 г · м$^{-2}$). При этом доля вселенцев в общей численности донной макрофауны снизилась (с 6,6 до 2,8 %), а их доля в общей биомассе увеличилась (с 3,4 до 8,5 %).

Таблица 4.1.24

Структура биомассы (В, г · м$^{-2}$) кормового (для рыб) компонента макрозообентоса на разных глубинах Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Таксономическая группа	Диапазон глубин, м							
	6,0–10,0		10,1–15,0		15,1–20,0		20,1–27,0	
	В, г · м$^{-2}$	%	В, г · м$^{-2}$	%	В, г · м$^{-2}$	%	В, г· м$^{-2}$	%
Черви	8,670	6,2	7,194	5,1	39,021	43,3	18,659	51,4
Моллюски	124,960	88,9	126,065	89,3	49,657	55,0	15,453	42,5
Ракообразные	6,900	4,9	7,980	5,6	1,508	1,7	2,225	6,1
Всего	140,530	100,0	141,239	100,0	90,186	100,0	36,337	100,0

Анализ распределения биоценозов по глубинам показал, что биоценоз мидии встречался на всех горизонтах, однако наибольшее количество его станций было на глубине менее 15,1 м (табл. 4.1.25). Преимущественно на глубине 6,0–15, м отмечен биоценоз *Chamelea gallina*. Наиболее глубоководным был биоценоз *Melinna palmata*: 96 станций из 99 отмечены на глубине более 15,1 м; На меньших глубинах этот биоценоз встречался как исключение. Остальные биоценозы выделены на ограниченном количестве (4–8) станций. Кроме того, на части станций на всех горизонтах биоценозы выделены не были. Наибольшее количество таких станций (21) было на глубине 20,1–27,0 м, что объясняется, прежде всего, их бедным качественным составом и низкими количественными показателями.

Таблица 4.1.25

Сравнительная характеристика количества станций донных биоценозов на разных глубинах Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Руководящий вид биоценоза	Диапазон глубин, м				Всего
	6,0–10,0	10,1–15,0	15,1–20,0	20,1–27,0	
Mytilus galloprovincialis Lamarck	52	37	9	16	114
Melinna palmata Grube	3	–	36	60	99
Chamelea gallina (L.)	14	10	1	–	25
Neanthes succinea Leuckart	4	2	1	1	8
Heteromastus filiformis Claparede	2	1	2	–	5
Mya arenaria L.	4	–	1	–	5
Nephtys hombergii Savigny	–	–	–	4	4
Биоценоз не выделен	11	4	2	21	38
Всего	90	54	52	102	298

Наиболее высокие показатели коэффициента общности таксонов (67,1–73,6 %) были между донной макрофауной смежных горизонтов глубин, наиболее низкие (58,0 %) – между наиболее удаленными горизонтами (6,0–10,0 и 20,1–27,0 м).

Сезонная динамика. При исследовании сезонной динамики макрозообентоса региона возникли определенные трудности. Во-первых, материалы 9 из 14 съемок (64,4 % станций) были собраны в период биологического лета (июнь – первая половина сентября), во-вторых, основу численности и биомассы макрозообентоса региона формируют таксоны (прежде всего, двустворчатые моллюски) с продолжительностью жизни более одного года. Поэтому данные по сезонной динамике объективно характеризуют только летний сезон, а для остальных носят рекогносцировочный характер.

Максимальное количество таксонов донной макрофауны (88) было встречено в летний период, что закономерно ввиду большого количества выполненных станций (табл. 4.1.26).

Таблица 4.1.26

Сравнительная характеристика количественных показателей макрозообентоса в разные сезоны на стандартных станциях Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Показатель	Сезон			
	весна	лето	осень	зима
Количество съемок	1	9	3	1
Количество станций	23	192	58	25
Количество таксонов, всего	52	88	68	48
в том числе червей	14	26	20	16
моллюсков	16	26	24	17
ракообразных	17	30	21	13
других групп	5	6	3	2
Средняя численность бентоса, экз. · м$^{-2}$	2730	3378	2208	2875
в том числе червей, экз. · м$^{-2}$	1304	1382	1205	1461
моллюсков, экз. · м$^{-2}$	1307	1599	737	1026
ракообразных, экз. · м$^{-2}$	98	349	254	373
других групп, экз. · м$^{-2}$	21	48	12	15
Средняя численность бентоса, экз. · м$^{-2}$	574,961	595,659	384,920	289,884
в том числе червей, экз. · м$^{-2}$	17,957	18,111	11,589	21,539
моллюсков, экз. · м$^{-2}$	555,574	572,199	371,397	251,372
ракообразных, экз. · м$^{-2}$	0,810	4,245	1,826	16,705
других групп, экз. · м$^{-2}$	0,620	1,104	0,108	0,268
Средняя биомасса кормового бентоса, г · м$^{-2}$	92,025	103,256	68,100	111,164
кормового бентоса, %	16,0	17,3	17,7	38,3
Вселенцы, количество видов	5	8	7	6
средняя численность, экз. · м$^{-2}$	73	205	134	562
средняя биомасса, г · м$^{-2}$	15,863	24,385	29,919	26,425

По сезонам альфа-разнообразие (среднее количество таксонов на станции) варьировало незначительно (12,8–13,4). Наиболее высокие показатели средней численности (3378 экз.·м$^{-2}$) и биомассы (595,659 г · м$^{-2}$) отмечены в летний период. Среди основных таксономических групп по численности в летний период доминировали моллюски (47,3 %), осенью и зимой – черви (54,6 и 50,8 % соответственно); весной численность червей и моллюсков была практически одинаковой. По биомассе (86,7–96,6 %) во все сезоны преобладали моллюски, основу которых (68,7–88,0 %) формировали мидии. Наиболее высокие показатели средней численности мидий были весной и летом, наиболее низкие – зимой (табл. 4.1.27). В составе популяции доля численности молоди мидий длиной менее 10 мм снижалась от весны (65,7 %) к зиме (31,6 %), что обусловлено особенностями их онтогенеза.

Таблица 4.1.27

Сравнительная характеристика размерного состава (экз. · м$^{-2}$) популяции *Mytilus galloprovincialis* в разные сезоны на стандартных станциях Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Длина, мм	Весна	Лето	Осень	Зима
< 10,0	455	344	105	51
10,1–20,0	77	111	30	42
20,1–30,0	75	93	38	39
30,1–40,0	55	62	32	22
40,1–50,0	25	23	17	4
50,1–60,0	5	7	3	2
60,1–70,0	1	1	1	1
70,1–80,0	–	< 1	1	–
Всего	693	641	227	161

Многолетняя динамика. Анализ донной макрофауны показал, что она характеризовалась относительным постоянством качественного состава, а отличия между отдельными годами и периодами обусловлены преимущественно за счет таксонов с низкими количественными показателями. В 2005–2015 гг., по сравнению с периодом 1994–1999 гг., биологическое разнообразие макрозообентоса региона увеличилось в 1,8 раза – с 53 до 93 таксонов, средняя численность – в 1,5 раза (с 2056 до 3058 экз. · м$^{-2}$), средняя биомасса уменьшилась в 2,1 раза (с 1087,324 до 527,393 г · м$^{-2}$). Наиболее весомый вклад в уменьшение средней биомассы донной макрофауны внесла мидия, средняя биомасса которой уменьшилась в 2,4 раза – с 1043,8 до 429,1 г · м$^{-2}$.

В соответствии с мозаичным характером распределения донных отложений количественные показатели макрофауны на отдельных станциях варьировали в широких пределах. В то же время флуктуации средних показателей численности и биомассы не выходили за пределы их

естественных колебаний – максимальные средние значения численности и биомассы в отдельные периоды не превышали их минимальных значений более чем в 3 раза (табл. 4.1.28).

Таблица 4.1.28

Динамика количественных показателей макрозообентоса Одесского морского региона в 1994–1999 и 2005–2015 гг.

Год	Коли-чество станций	Средняя глубина отбора, м	Коли-чество таксонов	Средняя численность, экз. · м$^{-2}$	Средняя биомасса, г · м$^{-2}$	
					всего	кормового компонента
1994–1999 гг.						
1994	45	15,1	32	1488	929,342	173,000
1995	54	15,6	35	1573	778,872	34,215
1996	55	15,7	36	1497	1077,841	35,040
1997	28	15,8	38	3546	1918,558	78,401
1998	50	15,5	46	2756	1018,246	89,096
1999	28	16,1	34	2258	1246,844	87,603
Среднее	–		–	2056	1087,324	81,100
2005–2015 гг.						
2005	75	15,6	67	2857	527,740	115,999
2006	22	17,0	48	2542	370,859	90,209
2007	21	15,3	52	2897	893,712	114,998
2008	40	16,0	58	2850	686,547	102,792
2009	39	15,6	45	1805	433,074	57,379
2010	21	16,3	50	2580	442,883	65,900
2011	24	15,0	55	5497	558,004	102,060
2012	19	15,6	64	2733	415,761	74,142
2013	19	15,7	54	2430	320,194	57,929
2015	18	15,5	63	6212	534,897	159,944
Среднее	–	15,7	–	3058	527,393	96,210

Среди основных таксономических групп в оба периода по количеству таксонов преобладали ракообразные, по биомассе (98,3–95,7 %) – моллюски, а численность червей и моллюсков была почти одинаковой.

Основу биомассы макрозообентоса (96,0 % в 1994–1999 гг., 81,4 % в 2005–2015 гг.) формировала мидия *Mytilus galloprovincialis*, популяция которой была представлена особями длиной до 80 мм. По численности преобладала молодь длиной до 20 мм, составляя в 1994–1999 гг. 52,6 %, в 2005–2015 гг. – 70,1 %. По сравнению с предшествующим периодом частота встречаемости мидии увеличилась (с 45,8 до 64,4 %), средняя численность уменьшилась в 1,2 раза, а биомасса – в 2,4 раза. Как следствие, средняя масса 1 экз. мидии уменьшилась в 2,1 раза (с 1,710 до 0,818 г).

По сравнению с 1994–1999 гг. биомасса кормовой (для рыб) части макрозообентоса увеличилась с 81,1 до 96,2 г · м$^{-2}$, а ее доля на фоне снижения биомассы общего бентоса – с 7,5 до 18,2 %. Сама же структура кормового компонента существенных изменений не претерпела.

Если ранее, в 1994–1999 гг., донная макрофауна была представлена исключительно эвригалинным морским комплексом, то в период 2005–2015 гг. зарегистрированы 7 видов стеногалинного морского комплекса, суммарная численность которых составила 37 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 2,347 г · м$^{-2}$.

В общих чертах современное состояние макрозообентоса ОМР можно охарактеризовать как относительно стабильное и удовлетворительное.

4.2. POLYCHAETA

В макрозообентосе ОМР обнаружено 23 вида полихет, относящихся к 11 семействам: Phyllodocidae (3 вида), Nephtyidae (1), Glyceridae (1), Polynoidae (2), Sigalionidae (1), Nereidae (5), Spionidae (6), Capitellidae (2), Terebellidae (1), Ampharetidae (1) и Pectinaridae (1) (рис. 4.2.1).

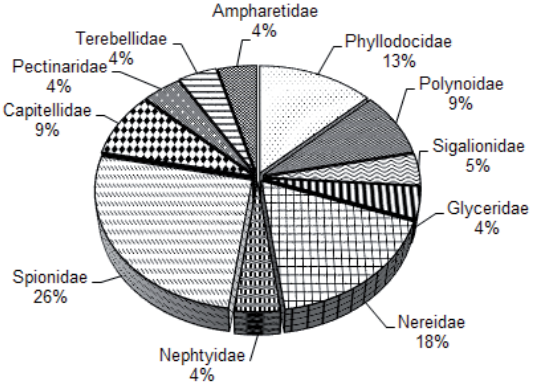


Рис. 4.2.1. Структура таксоцена полихет макрозообентоса Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Количество регистрируемых видов в отдельные съемки колебалось от 12 до 22 видов. За период исследования отмечен рост общего числа видов, наибольшее их количество указано в 2015 г. (рис. 4.2.2). Наиболее часто встречались: *Heteromastus filiformis* (в различные съемки отмечался в 51,9–100,0 % отобранных проб), *Melinna palmata* (52,4–80,0 %), *Alitta succinea* (27,7–71,4 %), *Polydora cornuta* – (16,7–66,7 %), *Harmothoe imbricata* (37,0–80,0 %), *Prionospio cirrifera* (31,8–60,0 %), *Nephtys hombergii* in Lamarck (33,3–77,8 %). В 2015 г. к основным видам по встречаемости отнесена *Glycera tridactyla* (отмечена в 55,5 % проб).

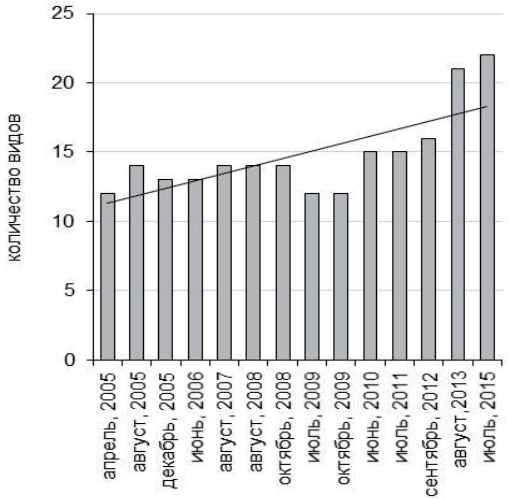


Рис. 4.2.2. Многолетняя динамика количества видов полихет в Одесском морском регионе (2005–2015 гг.)

Наибольший вклад в формирование общей численности полихет вносили *M. palmata* (34,7 %), *H. filiformis* (25,7 %) и *P. cirrifera* (12,3 %). По биомассе абсолютной доминантой выступала *M. palmata*, на долю которой приходилось 57,4 % от общего показателя. Общая численность полихет макрозообентоса на отдельных станциях колебалась от 20 до 9750 экз. · м$^{-2}$, но в большинстве случаев превышала 1000 экз. · м$^{-2}$. Минимальная биомасса составила 0,070 г · м$^{-2}$, максимальная – 87,150 г · м$^{-2}$. Учитывая агрегированный характер распределения полихет, анализ временной динамики их численности и биомассы проведен на основании средних геометрических показателей.

Общие численность и биомасса многощетинковых червей колебались в значительных пределах, снижаясь в период 2007–2010 гг. и восстанавливаясь с 2011 г. по 2015 г. (рис. 4.2.3, А). Аналогичная тенденция динамики количественных показателей наблюдалась для *M. palmata*, недавно восстановившейся в данном районе (рис. 4.2.3, Б). В то же время численность и биомасса *H. filiformis* наибольших значений достигали в период 2007–2010 гг. (рис. 4.2.3, В). *A. succinea* наиболее обилен был в 2011 г., снижая количественные характеристики в 2012–2015 гг. (рис. 4.2.3, Г).

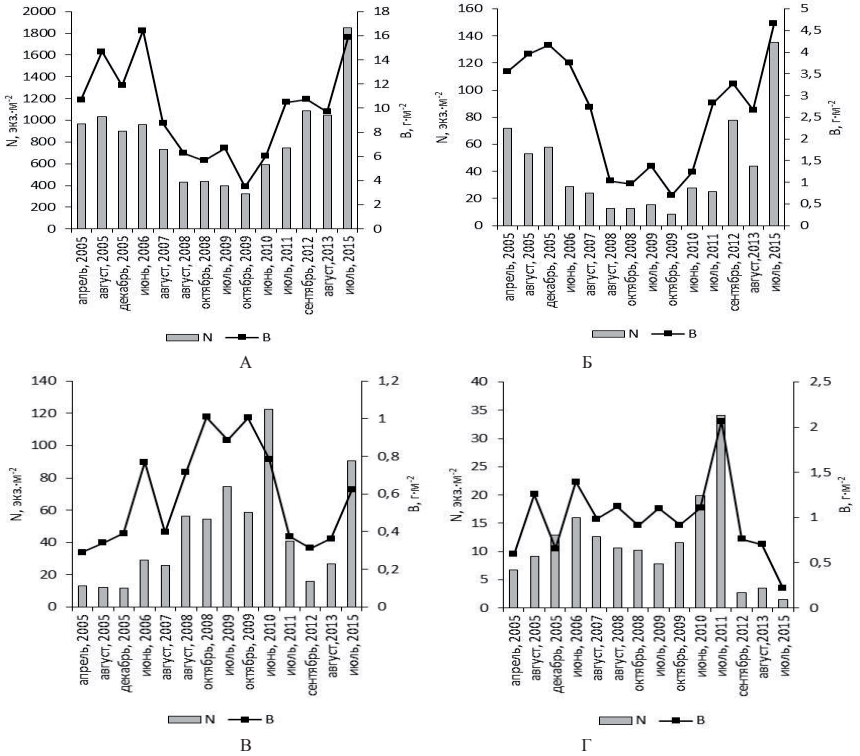


Рис. 4.2.3. Многолетняя динамика численности (N, экз. · м$^{-2}$) и биомассы (B, г · м$^{-2}$) полихет макрозообентоса (А) и некоторых доминирующих видов (Б – *Melinna palmata*, В – *Heteromastus filiformis*, Г – *Alitta succinea*) в Одесском морском регионе

Для выделения видовых комплексов многощетинковых червей макрозообентоса и изучения их пространственного распределения осуществлена иерархическая кластеризация станций на основе индекса подобия Брея – Кёртиса с учётом биомассы полихет. Данная процедура позволила выделить два таксоценотических комплекса, формирующихся на станциях, разделившихся на уровне сходства 20,0 % на два кластера (рис. 4.2.4). Об их статистически надежном разграничении свидетельствуют результаты однофакторного анализа сходства (ANOSIM-тест): R-статистика = 0,81, на уровне значимости 0,1 %.

Средний уровень сходства станций внутри первой группы (видовой комплекс I) равнялся 55,7 % (SIMPER-анализ). Более 90,0 % этого показателя формировали *A. succinea* (29,9 %), *H. filiformis* (22,1 %), *H. imbricata* (11,6 %), *P. cirrifera* (11,2 %), *P. cornuta* (10,2 %), *Spio filicornis* (4,8 %) и

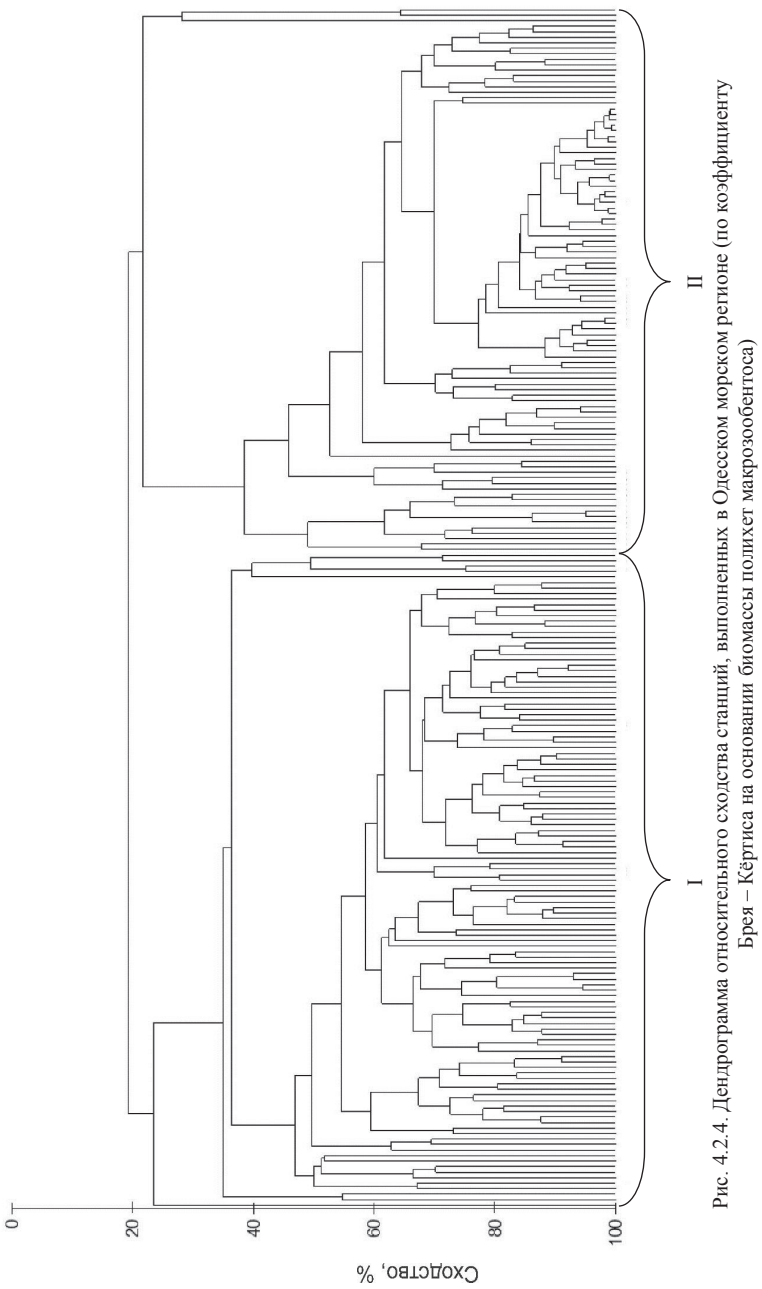


Рис. 4.2.4. Дендрограмма относительного сходства станций, выполненных в Одесском морском регионе (по коэффициенту Брея – Кёртиса на основании биомассы полихет макрозообентоса)

Harmothoe reticulata (4,1 %), их встречаемость превышала 50,0 %. Всего это сообщество насчитывало 22 вида полихет и характеризовалось высокими показателями разнообразия.

Среднее количество видов в пробе составляло 7 ± 0,2 вида. Общая численность достигала 1406 ± 138 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 11,034 ± 1,361 г · м$^{-2}$. Наиболее многочисленными в данном комплексе были *H. filiformis* (540 ± 86 экз. · м$^{-2}$), *P. cirrifera* (276 ± 37 экз. · м$^{-2}$), *A. succinea* (167 ± 22 экз. · м$^{-2}$) и *P. cornuta* (143 ± 25 экз. · м$^{-2}$). По биомассе доминировали *A. succinea* (4,460 ± 0,753 г · м$^{-2}$) и *H. filiformis* (2,617 ± 0,462 г · м$^{-2}$).

На станциях, вошедших во второй кластер, отмечено сообщество *M. palmata* и *N. hombergii* (видовой комплекс II). Их средний уровень сходства составил 58,3 %, более 90,0 % которого приходилось на долю выше указанных видов (51,2 и 41,3 % соответственно). В данном комплексе зарегистрировано 13 видов полихет, показатель α-разнообразия составил всего 3 ± 0,2 вида на пробу. К основным видам по встречаемости отнесены только определяющие этот видовой комплекс *M. palmata* (88,9 %) и *N. hombergii* (89,9 %), на 48,5 % станций встречался *H. filiformis*. Остальные 10 видов регистрировали на 1,0–18,2 % выполненных станций. Именно это сообщество характеризовалось присутствием *Dipolydora quadrilobate* – недавнего черноморского вселенца. В сообществе *M. palmata* и *N. hombergii* средняя численность полихет составила 1013 ± 98 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 22,889 ± 2,093 г · м$^{-2}$. Абсолютным доминантом по обоим показателям была *M. palmata*, средняя численность которой достигала 860 ± 87 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 19,462 ± 1,997 г · м$^{-2}$, что составило 84,9 и 85,0 % от общих количественных показателей многощетинковых червей соответственно.

Средняя численность *N. hombergii* в данном сообществе составляла 76 ± 7 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 2,658 ± 0,215 г · м$^{-2}$, что в процентном соотношении достигало лишь 7,6 и 11,6 % от общих количественных показателей полихет соответственно. Вклад остальных видов в формирование показателей обилия был незначительным. Их доля в общей численности колебалась от < 0,1 до 4,6 %, биомассе – от < 0,1 и 1,3 %.

Сравнительный анализ двух выделенных видовых комплексов многощетинковых червей позволил обнаружить отличия в их видовой структуре. Показатель среднего межгруппового различия этих сообществ составил 80,7 %. Видовой комплекс I является более многочисленным и разнообразным, о чём свидетельствуют индексы выравненности Пиелу, разнообразия по Шеннону и доминирования по Симпсону (табл. 4.2.1). Сообщество *M. palmata* и *N. hombergii* характеризовалось низкими индексами разнообразия и отличалось высокими показателями биомассы.

Таблица 4.2.1

Показатели биоразнообразия видовых комплексов полихет, выделенных в Одесском морском регионе

Показатель	Видовой комплекс	
	I	II
Общее число видов	22	13
α-разнообразие	6,91 ± 0,20	3,27 ± 0,16
Индекс Шеннона	1,87 ± 0,08	0,81 ± 0,05
Индекс Пиелу	0,70 ± 0,01	0,53 ± 0,03
Индекс доминирования Симпсона	0,37 ± 0,01	0,69 ± 0,02

Видовой комплекс I в большинстве случаев размещался на заиленной ракуше, ракуше с песком и детритом на глубине 6–22 м. Данное сообщество является, в основном, компонентом ландшафтов абразионного прибрежного склона и подводных возвышенностей – Одесской банки, находящихся на границе с Днепровским желобом и Ильичевской возвышенностью. Видовой комплекс *M. palmata* и *N. hombergii* занимал илы и заиленную ракушу на глубине 17–26 м и являлся компонентом ландшафта палеодолины Днепра.

Анализ распределения количественных характеристик полихет на различных типах субстрата показал, что их общая численность колебалась незначительно, в то время как биомасса максимальных значений достигала на илах (рис. 4.2.5), где доминирующим видом была *M. palmata*.

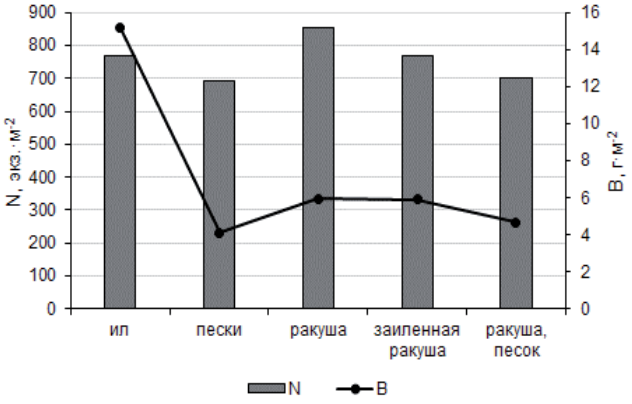


Рис. 4.2.5. Численность (N, экз. · м$^{-2}$) и биомасса (B, г · м$^{-2}$) полихет макрозообентоса Одесского морского региона на различных типах субстрата

Для выявления достоверных различий в структуре таксоценоза полихет различных субстратов проведен анализ ранговых сходств всех пар станций, выполненных на илах, песчаных и ракушечных субстратах. Получены данные о статистически достоверном разграничении видовых комплексов многощетинковых червей на различных типах грунта (ANOSIM-тест: R-статистика = 0,52, на уровне значимости 0,1 %). При попарном анализе вариабельности значений ранговых сходств установлено, что для пары ил – песчаный субстрат R-статистика составляет 0,64 (при уровне значимости 0,1 %), для пары ил – ракушечный субстрат – 0,56 (0,1 %), для пары песчаный субстрат – ракушечный субстрат – 0,03 (63,0 %), что демонстрирует достоверные отличия таксоценотического комплекса полихет, развивающегося на илах, от комплексов, занимающих другие типы субстрата, в то время как достоверных различий в структуре полихет на песчаных и ракушечных грунтах не обнаружено. На илах развивался выше описанный комплекс *M. palmata* и *N. hombergii*, на песчаных и ракушечных субстратах – комплекс с доминированием мелких детритоядных полихет. Рассмотрен характер изменения количественных показателей многощетинковых червей в ОМР в зависимости от глубины (в диапазоне 5–25 м). Она не оказывает прямого влияния на распространение донных животных, но является интегральным фактором, отражающим изменения температуры, солёности, освещённости, характера грунтов и ряда других физико-химических и биотических факторов (Гальцова, 1991), в том числе особенности распределения пищевого материала и условий осадконакоплений (Савилов, 1961).

Общее число видов полихет макрозообентоса в данном диапазоне глубин изменялось мало. На глубине до 10 м зарегистрирован 21 вид многощетинковых червей, в диапазоне 10,1–15,0 м обнаружено максимальное количество видов (23 вида), на 15,1–20,0 м полихеты были представлены 19 видами, минимальное их количество отмечено в диапазоне 20,1–25,0 м (16 видов). Распределение показателей численности и биомассы характеризовалось наличием пика в диапазоне 15,1–20,0 м (рис. 4.2.6).

На глубине 5–20 м количественные показатели формировали доминирующие в СЗЧМ виды *A. succinea*, *P. cirrifera*, *P. cornuta* и *H. filiformis*. С ростом значений данного фактора доминирующее положение, как по численности, так и по биомассе, занимала *M. palmata*, достигая максимальных значений на глубине 15,1–20,0 м, где также достаточно обильно был представлен *N. hombergii*. В больших количествах эти виды развивались на глубине 16–25 м, но показатели их обилия здесь колебались в больших пределах, что отражает их среднее геометрическое (рис. 4.2.7).

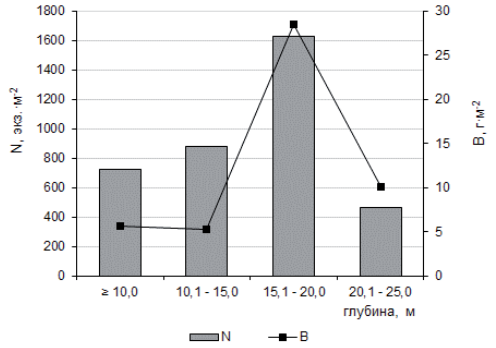


Рис. 4.2.6. Численность (N, экз. · м$^{-2}$) и биомасса (B, г · м$^{-2}$) таксоцена полихет Одесского морского региона на различной глубине (2005–2015 гг.)

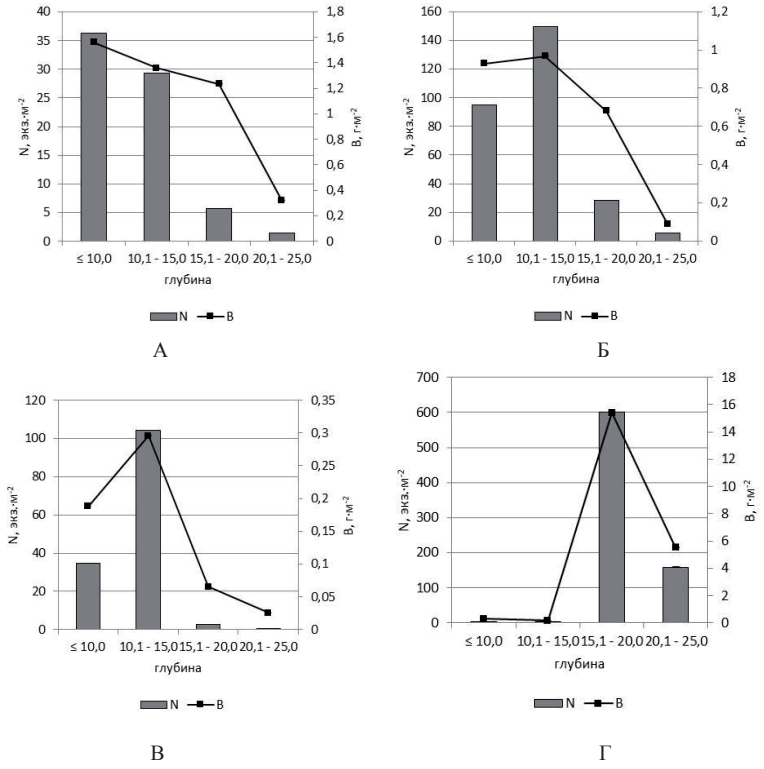


Рис. 4.2.7. Численность (экз. · м$^{-2}$) и биомасса (B, г · м$^{-2}$) некоторых доминирующих видов полихет (А – *Alitta succinea,* Б – *Heteromastus filiformis*, В – *Prionospio cirrifera*, Г – *Melinna palmata*) в Одесском морском регионе на различной глубине

Долгопериодные изменения. Как показывает анализ литературных данных, качественный состав и пространственное распределение количественных показателей полихет макрозообентоса СЗЧМ в целом и в ОМР в частности во второй половине XX столетия претерпели значительных изменений вследствие возрастания антропогенного пресса, приведшего к увеличению трофности данной акватории. В 1950–1960-х гг. фауна полихет северо-западной части Чёрного моря насчитывала 63 вида. За исключением ряда видов, зарегистрированных исключительно в Ягорлыцком, Тендровском и Каркинитском заливах, фауна которых по качественному составу отличается от остальных районов СЗЧМ и близка к таковой побережья Крыма, фауну полихет собственно СЗЧМ составляли 52 вида (Лосовская, 2003). В период развития заморов количество видов полихет в СЗЧМ резко сократилось: в 1974–1976 гг. на данной акватории обнаруживали только 26 видов, в 1977–1978 гг. – 22, а в 1983–1987 гг. – 18 (Лосовская, 2003).

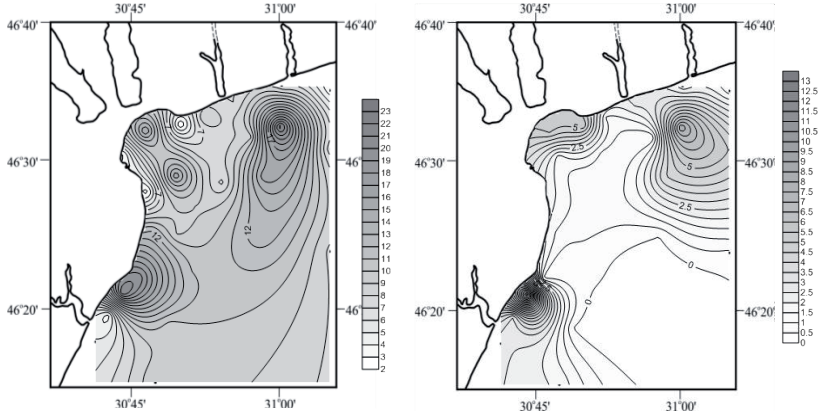
Исчезли или стали очень редкими относительно стенобионтные виды полихет – *Genetyllis tuberculata*, *Platynereis dumerilii*, *Terebellides stroemi*, *Spirobranchus triqueter*, *Janua pagenstecheri*. Произошла смена доминантов, если в конце 1970-х гг. на ракушечнике доминировали *P. cirrifera* и *S. filicornis*, то в 1983 г. – *P. cirrifera* и *A. succinea*, а в 1985 г. – только *A. succinea*. Произошли перестройки в пространственном распределении полихет. Так, в 1980-е гг. в открытые районы моря стали проникать *H. imbricata* и *A. succinea*, ранее распространенные только в прибрежных и в приустьевых районах.

В то же время на акватории СЗЧМ постепенно сократился ареал эврибионтного *H. diversicolor*, одного из наиболее устойчивых видов к загрязнению, который с 1980-х гг. не отмечался. В 1998 г. в исследованиях ОМР, выполненных по схеме станций, используемой в наших исследованиях, *H. diversicolor* не обнаружен (Лосовская, Синегуб, 2002). Предположительно отсутствие гетеронереидной стадии и, возможно, пелагической личинки, а также низкая плодовитость не позволили данному виду приспособиться к условиям периодически повторяющихся заморов бентоса, что привело к последующему его вытеснению конкурентом *A. succinea*.

Такие же особенности биологии характерны для *M. palmata*, которая до 1970-х гг. активно развивалась в СЗЧМ, где значительную часть дна занимал мелинновый ил, а также была расположена так называемая «севрюжья яма». В 1950–1960-х гг. на глубине 15–30 м численность данного вида составляла 2500–8500 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 40–80 г · м$^{-2}$ (Драголи, 1962). В 1982–1983 гг. наблюдалось резкое сокращение численности данного вида (максимум составил всего лишь 632 экз. · м$^{-2}$), что сопровождалось сокращением площади одноименного биоценоза (Лосовская, 1988), в 1985 г. биоценоз мелинны

вообще не обнаруживался. В 1998 г. в ОМР на станциях, расположенных на глубине более 15 м, где встречались вместе *M. palmata* и *A. succinea*, последняя по численности превосходила мелинну в несколько (до 10) раз (Лосовская, Синегуб, 2002). Таким образом, к 1998 г. в СЗЧМ и Одесском морском регионе в частности доминировали *H. filiformis* и *P. cornuta*, а *P. cirrifera* и *S. filicornis* были представлены единичными экземплярами, *A. succinea* характеризовался 100 % встречаемостью и занимал глубину более 15 м, где до 1980-х гг. регистрировался биоценоз *M. palmata*.

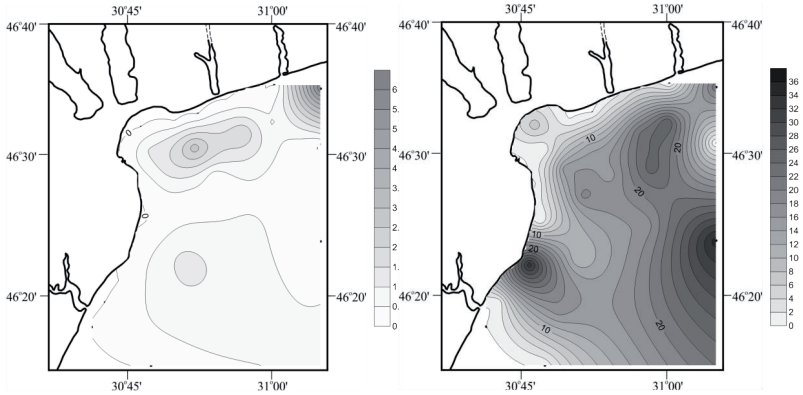
В современный период в составе доминирующих видов полихет ОМР зарегистрирован ряд изменений: рост общего количества видов, значительное снижение средних показателей обилия *A. succinea* и рост таковых *P. cirrifera* и *M. palmata*. Вид *A. succinea*, колонизировавший участки дна, занимаемые ранее биоценозом *M. palmata*, в настоящее время развивается в основном на глубине до 15 м, что было характерно для этого вида до 1980 г. (рис. 4.2.8). Вытесненный им вид *H. diversicolor* встречается только на небольшой глубине (узкоприбрежная зона, 0,3 м, район СБО «Северная», где его максимальная численность составила 1620 экз. · м$^{-2}$, а биомасса 14,600 г · м$^{-2}$).



1994–1999 гг. 2005–2015 гг.

Рис. 4.2.8. Пространственное распределение биомассы (г · м$^{-2}$) *Alitta succinea* в Одесском морском регионе

В период наших исследований на глубине 16–25 м на илах зарегистрировано восстановление популяции *M. palmata*, (рис. 4.2.9), динамика которой в ОМР характеризовалась некоторыми особенностями, описанными выше (см. рис. 4.2.3, Б).



1994–1999 гг. 2005–2015 гг.

Рис. 4.2.9. Пространственное распределение биомассы (г · м$^{-2}$) *Melinna palmata* в Одесском морском регионе

P. cirrifera, единично встречавшийся в конце 1990-х гг., в современный период массово развивался на ракуше и заиленной ракуше в биоценозе *Mytilus galloprovincialis* и вошёл в состав доминирующих видов по численности. Такая картина наблюдалась в конце 1970 – начале 1980-х гг. Наибольшие показатели численности *P. cirrifera* в ОМР зарегистрированы на ракуше на глубине 11–15 м (823 ± 147 экз. · м$^{-2}$). Средние арифметические показатели численности доминирующих в 1998 г. *H. filiformis* и *P. cornuta* в наших исследованиях достоверно не отличались от аналогичных показателей предыдущего периода (рис. 4.2.10).

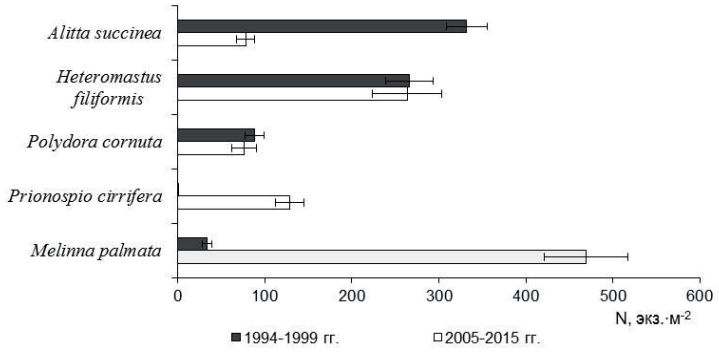


Рис. 4.2.10. Долгопериодные изменения численности (N, экз. · м$^{-2}$) доминирующих видов полихет макрозообентоса Одесского морского региона

Таким образом, в современный период произошли изменения в пространственном распределении и видовом составе видов полихет. Данный факт может быть расценен как отклик таксоцена полихет на некоторые положительные изменения качества среды в ОМР и в целом в СЗЧМ.

4.3. AMPHIPODA

В средине прошлого столетия фауну Одесского залива изучал С. Б. Гринбарт (Грінбарт, 1938, 1949, 1967). Однако непосредственно амфиподам уделялось мало внимания и приводилась информация только об отдельных или массовых видах. 27 видов амфипод для сообществ обрастаний Одесского залива приводятся в работах конца прошлого столетия (Каминская, Алексеев, Иванова, Синегуб, 1977 а; 1977 б; 1978; 1983; Алексеев, Синегуб, 1984; Воробьева, Синегуб, Кулакова, Гарлицкая, 1996), в которых дана информация о таксономическом составе всего макрозообентоса и в том числе амфипод.

Исследования по изучению бентосных форм в нейстоне проводили Ю. П. Зайцев и В. П. Закутский, в работах которых представлена информация о видовом составе и особенностях условий существования сообщества гипонейстона, для которого указывается 7 видов амфипод (Зайцев 1970; Закутский, 1965).

Во всех указанных работах приводятся данные по всему макрозообентосу и амфиподы указываются лишь как его составная часть без анализа их пространственного распределения, встречаемости отдельных видов и их количественных характеристик. В них слабо освещены вопросы сезонной динамики, особенностей биологии и экологии амфипод.

В 2003 г. в обрастаниях гидротехнических сооружений обнаружено 19 видов амфипод (Воробьева, Кудренко, 2005). Исследовались пространственное распределение и сезонная динамика количественных показателей (плотность, биомасса, доминирование) амфипод в Одесском заливе и прилегающих к нему акваториях в узкой прибрежной полосе. Определены доминирующие виды в формировании плотности и биомассы амфипод на водорослевом субстрате.

Данная работа основана на материалах, собранных в узкой прибрежной полосе побережья Одесского залива. В районах пляжей «Старик», «Дельфин» и в акватории порта отбирали только пробы обрастаний, в районах мыса Северного, пляжа «Отрада» (мыс Ланжерон), метеостанции ОдГЭКУ, биостанции ОНУ, Дачи Ковалевского пробы отбирали как на рыхлых грунтах, так и в обрастаниях ракушечника и гидротехнических сооружений. Всего

обработано 373 пробы макрозообентоса – 160 на рыхлых грунтах и 213 – обрастаний (табл. 4.3.1).

Несмотря на схожесть видового состава амфипод, обитающих в обрастаниях и на других типах донных субстратов, их соотношение и наличие видов специфичных для илистых и песчаных грунтов (*A. diadema*, *B. guilliamsoniana*, *P. maeoticus*) позволяет отметить различия в таксоцене амфипод этих биотопов. За время исследований обнаружено 23 вида представителей амфипод: 20 обитают в сообществах обрастаний и 18 – на других типах грунтов (табл. 4.3.2).

Таблица 4.3.1

Пробы, отобранные в Одесском заливе в 1991, 2003, 2004 и 2013 гг.

Место сбора	Год	Количество проб	
		обрастания	бентос
Район Дачи Ковалевского	2003	6	18
	2004	4	12
Район биостанции ОНУ	2003	6	18
	2004	4	12
Пляж «Старик»	1991	35	–
	2013	9	–
Пляж «Дельфин»	1991	38	–
	2013	9	–
Район метеостанции ОдГЭКУ	2003	8	18
	2004	5	15
Пляж «Отрада»	2003	8	20
	2004	5	14
Порт	2001	37	–
	2006	28	–
Район мыса Северного	2003	6	18
	2004	5	15
Всего	–	373	

Обрастания

В сообществе обрастания амфиподы встречены во всех без исключения пробах. *C. bonelli*, *E. olivii*, *A. ramondi*, *M. gryllotalpa*, *J. ocia* распространены повсеместно (табл. 4.3.2). Максимальные показатели встречаемости отмечены для обитателей сообщества обрастания – *E. olivii* в районе мыса Северный (100 %), *J. ocia* в районе пляжа «Дельфин» (93,6 %), *M. gryllotalpa* в районе Одесского порта (92,3 %).

Наиболее многочисленны амфиподы в сообществе обрастания твердых субстратов районов пляжей «Дельфин» и «Старик» (табл. 4.3.3). Меньшее количество амфипод отмечено на песчаных грунтах в районе пляжа «Отрада» и биостанции ОНУ. Максимальная численность в обрастаниях

зарегистрирована для *E. olivii* в районах пляжей «Старик», «Дельфин» и метеостанции; *C. bonelli* – мыса Северного; *J. ocia* – пляжа «Дельфин».

Таблица 4.3.2

Встречаемость (P, %) амфипод сообщества обрастания в узкой прибрежной полосе Одесского залива Черного моря в 1991, 1993, 2003, 2004 и 2013 гг.

Вид	Район							
	«Старик»	«Дельфин»	порт	мыс Северный	«Отрада»	метео-станция	биостан-ция ОНУ	Дача Кова-левского
Ampelisca diadema(Costa)	–	–	1,5	–	7,7	–	–	–
Ampithoe ramondi Audouin	62,2	85,1	29,2	27,3	76,9	71,4	80,0	90,0
Chaetogammarus ischnus Martynov	8,9	17,0	–	–	–	–	–	–
Corophium bonelli Milne-Edwards	80,0	80,9	30,8	90,9	69,2	78,6	60,0	80,0
Corophium crassicorne Bruzelius	–	–	–	–	–	7,1	20,0	–
Dexamine spinosa (Montagu)	4,4	2,1	12,3	27,3	7,7	21,4	20,0	30,0
Dikerogammarus villosus (Sowinsky)	8,9	2,1	–	–	–	–	–	–
Ericthonius difformis Milne-Edwards	64,4	70,2	6,2	18,2	15,4	7,1	10,0	20,0
Echinogammarus olivii (Milne-Edwards)	84,4	91,5	27,7	100,0	92,3	71,4	90,0	80,0
Gammarus aequicauda (Martynov)	–	–	–	36,4	–	7,1	–	–
Gammarus insensibilis Stock	4,4	4,3	–	–	–	–	–	–
Hyale perieri (Lucas)	6,7	6,4	10,8	18,2	23,1	14,3	70,0	40,0
Jassa ocia (Bate)	77,8	93,6	29,2	54,6	23,1	28,6	80,0	40,0
Melita palmata (Montagu)	75,6	89,4	87,7	–	15,4	7,1	40,0	10,0
Microdeutopus gryllotalpa Costa	80,0	89,4	92,3	45,5	53,9	50,0	80,0	50,0
Microprotopus minutus Sowinsky	4,4	–	–	54,6	46,2	64,3	60,0	40,0
Atylus guttatus (Costa)	–	–	–	9,1	7,7	21,4	30,0	10,0
Orchestia cavimana Heller	–	–	–	–	–	–	10,0	–
Stenothoe monoculoides (Montagu)	75,6	89,4	35,4	45,5	69,3	85,7	70,0	90,
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Такое распределение численности и биомассы амфипод обусловлено тем, что в районе пляжей «Дельфин» и «Старик» пробы отбирали с поверхности бетонных гидротехнических сооружений, где в большом количестве развились обрастания и биоценоз мидии.

Таблица 4.3.3

Средняя численность (экз. · м$^{-2}$) амфипод сообщества обрастания в узкой прибрежной полосе Одесского залива Черного моря в 1991, 1993, 2003, 2004 и 2013 гг.

Вид	Район							
	«Старик»	«Дельфин»	порт	мыс Северный	«Отрада»	метео-станция	биостан-ция ОНУ	Дача Кова-левского
Ampelisca diadema	–	–	0,2 ±0,2	–	48 ±48	–	–	–
Ampithoe ramondi	626 ±137	1010 ±194	116 ±66	11 ±6	253 ±147	446 ±169	808 ±280	598 ±182
Chaetogammarus ischnus	26 ±20	119 ±59	–	–	–	–	–	–
Corophium bonelli	957 ±303	1164 ±210	32 ±22	8025 ±3967	1042 ±574	669 ±308	1970 ±1144	333 ±197
Corophium chelicorne	–	–	–	–	–	–	3±2	–
Corophium crassicorne	–	–	–	–	–	71 ±71	57 ±54	–
Dexamine spinose	5 ±3,11	2 ±2	15 ±8	20 ±13	6 ±5	25 ±21	4 ±2	6 ±3
Dikerogammarus villosus	42 ±28	6 ±6	–	–	–	–	–	–
Ericthonius difformis	593 ±152	842 ±225	1 ±0,4	9 ±6	6 ±4	6 ±5	10 ±10,	15 ±10
Echinogammarus olivii	14284 ±3254	12491 ±3569	144 ±82	5480 ±1553	3300 ±1847	9516 ±4107	2069 ±1367	3608 ±1773
Gammarus aequicauda	–	–	–	200 ±165	–	14 ±14,	–	–
Gammarus insensibilis	38 ±27	6 ±4	–	–	–	–	–	–
Hyale perieri	49 ±31	36 ±24	38 ±20	4 ±3	50 ±42	24 ±21,	2660 ±1948	22 ±9
Jassa ocia	3231 ±1280	7710 ±1829	48 ±14	247 ±134	19 ±13	223 ±127	709 ±326	135 ±76
Melita palmata	1231 ±325	1336 ±161	740 ±133	–	8 ±5	35 ±32	101 ±94	2 ±2
Microdeutopus gryllotalpa	2140 ±474	4102 ±1030	1415 ±330	977 ±478	144 ±111	253 ±129	189 ±78	92 ±41
Microprotopus minutus	9 ±6	–	–	688 ±325	182 ±87	147 ±43	264 ±204	23 ±11
Atylus guttatus	–	–	–	36 ±36	2 ±1	28 ±24	17 ±9	9 ±7

Окончание табл. 4.3.3

Вид	Район							
	«Старик»	«Дельфин»	порт	мыс Северный	«Отрада»	метео-станция	биостан-ция ОНУ	Дача Кова-левского
Orchestia cavimana	–	–	–	–	–	–	0,8±0,4	–
Stenothoe monoculoides	1753 ±487	3553 ±1249	77 ±30	1547 ±1292	280 ±143	719 ±218	580 ±192	151 ±57
Всего	1086 ±625	1407 ±635	114 ±67	749 ±410	232 ±147	529 ±410	410 ±160	217 ±156

В обрастаниях твердых грунтов наибольшая биомасса отмечена амфипод в районах пляжей «Старик» и «Дельфин», мыса Северного и Дачи Ковалевского, наибольший вклад в формирование биомассы на этих участках отмечен у *E. olivii* (табл. 4.3.4).

Кроме указанного вида, высокие показатели биомассы *M. gryllotalpa*, *M. palmata* и *D. villosus* были в обрастании пляжей «Старик» и «Дельфин», *C. bonelli* – в районе мыса Северный, *H. perieri* – в порту. На рыхлых грунтах максимальная биомасса амфипод зарегистрирована в районах мыса Северного и метеостанции.

Таблица 4.3.4

Средняя биомасса (г · м$^{-2}$) амфипод сообщества обрастания в узкой прибрежной полосе Одесского залива Черного моря в 1991, 1993, 2003, 2004 и 2013 гг.

Вид	Район							
	«Старик»	«Дельфин»	порт	мыс Северный	«Отрада»	метео-станция	биостан-ция ОНУ	Дача Кова-левского
Ampelisca diadema	–	–	0,002 ±0,002	–	0,073 ±0,073	–	–	–
Ampithoe ramondi	1,454 ±0,331	2,432 ±0,436	1,085 ±0,923	0,025 ±0,015	0,440 ±0,219	0,513 ±0,169	1,117 ±0,447	1,103 ±0,450
Chaetogammarus ischnus	0,498 ±0,331	1,796 ±0,788	–	–	–	–	–	–
Corophium bonelli	0,536 ±0,175	0,983 ±0,281	–	3,150 ±1,765	0,389 ±0,227	–	0,710 ±0,410	0,120 ±0,092
Corophium chelicorne	–	–	–	–	–	–	0,003 ±0,003	–
Corophium crassicorne	–	–	–	–	–	0,098 ±0,098	0,158 ±0,155	–

Окончание табл.4.3.4

Вид	Район							
	«Старик»	«Дельфин»	порт	мыс Северный	«Отрада»	метео-станция	биостан-ция ОНУ	Дача Кова-левского
Dexamine spinosa	0,007 ±0,005	–	0,032 ±0,017	0,018 ±0,014	0,012 ±0,012	0,032 ±0,023	0,003 ±0,002	0,011 ±0,008
Dikerogammarus villosus	3,927 ±2,565	1,170 ±1,170	–	–	–	–	–	–
Ericthonius difformis	0,321 ±0,079	0,520 ±0,174	0,002 ±0,001	0,005 ±0,003	0,004 ±0,003	–	0,005 ±0,005	0,008 ±0,005
Echinogammarus olivii	54,913 ±14,174	50,483 ±19,882	0,351 ±0,172	4,903 ±1,556	4,235 ±2,050	5,475 ±3,134	0,673 ±0,203	6,536 ±3,000
Gammarus aequicauda	–	–	–	0,377 ±0,253	–	0,015 ±0,015	–	–
Gammarus insensibilis	3,151 ±2,235	0,404 ±0,297	–	–	–	–	–	–
Hyale perieri	0,180 ±0,121	0,128 ±0,097	0,053 ±0,034	0,007 ±0,005	0,027 ±0,020	0,023 ±0,022	1,560 ±0,797	0,025 ±0,013
Jassa ocia	1,276 ±0,409	2,991 ±0,571	0,032 ±0,011	0,059 ±0,031	0,007 ±0,004	0,055 ±0,028	0,239 ±0,119	0,070 ±0,047
Melita palmata	3,029 ±0,669	4,286 ±0,563	1,948 ±0,389	–	0,008 ±0,005	0,025 ±0,025	0,248 ±0,236	0,005 ±0,005
Microdeutopus gryllotalpa	2,363 ±0,500	4,447 ±0,816	1,346 ±0,323	0,727 ±0,369	0,060 ±0,037	0,093 ±0,042	0,253 ±0,107	0,069 ±0,049
Microprotopus minutus	0,002 ±0,002	–	–	0,066 ±0,026	0,031 ±0,015	0,028 ±0,010	0,058 ±0,047	0,007 ±0,003
Atylus guttatus	–	–	–	0,018 ±0,018	0,002 ±0,002	0,036 ±0,032	0,020 ±0,010	0,021 ±0,019
Orchestia cavimana	–	–	–	–	–	–	0,001 ±0,001	–
Stenothoe monoculoides	0,421 ±0,113	0,720 ±0,212	0,023 ±0,009	0,070 ±0,045	0,066 ±0,034	0,102 ±0,031	0,167 ±0,067	0,061 ±0,025
Всего	72,078 ±13,981	52,456 ±10,053	4,887 ±1,131	9,428 ±2,542	5,350 ±1,974	6,753 ±3,291	5,211 ±1,078	8,073 ±3,284

В формировании биомассы амфипод в биотопе рыхлых грунтов наибольший вклад в районе мыса Северный был у *E. olivii*, в районах пляжей «Отрада» и метеостанции – у *B. guilliamsoniana*, в районе мыса Северного – у *P. maeoticus*.

Рыхлые грунты

На различных типах рыхлых грунтов встречаемость амфипод меньше, чем в сообществе обрастания – от 50,0 % в районе пляжа «Отрада» до 84,8 % у мыса Северный. *C. bonelli*, *E. olivii*, *A. ramondi*, *M. gryllotalpa*, *J. ocia*, распространены повсеместно и встречаются наиболее часто (табл. 4.3.5).

Таблица 4.3.5

Встречаемость (Р, %) амфипод на рыхлых грунтах в узкой прибрежной полосе Одесского залива Черного моря в 2003–2004 гг.

Вид	Район				
	мыс Северный	«Отрада»	метео-станция	биостан-ция ОНУ	Дача Кова-левского
Ampelisca diadema (Costa)	24,2	2,9	3,0	–	–
Ampithoe ramondi Audouin	–	2,9	3,0	13,3	6,7
Bathyporeia guilliamsoniana (Bate)	12,1	26,5	48,5	–	3,3
Corophium bonelli Milne-Edwards	30,3	2,9	3,0	13,3	13,3
Corophium chelicorne G.O. Sars	–	–	–	3,3	–
Dexamine spinosa (Montagu)	6,1	2,9	–	6,7	–
Echinogammarus olivii (Milne-Edwards)	69,7	8,8	9,1	30,0	43,3
Gammarus aequicauda (Martynov)	3,0	2,9	–	–	–
Hyale perieri (Lucas)	–	5,9	–	3,3	–
Jassa ocia (Bate)	3,0	2,9	–	3,3	3,3
Melita palmata (Montagu)	3,0	–	–	10,0	10,0
Microdeutopus gryllotalpa Costa	3,0	2,9	–	13,3	3,3
Microprotopus minutus Sowinsky	15,2	2,9	18,2	20,0	13,3
Atylus guttatus (Costa)	3,0	8,8	–	3,3	26,7
Orchestia cavimana Heller	–	2,9	3,0	–	–
Perioculodes longimanus (Bate&Westwood)	–	5,9	3,0	–	–
Pontogammarus maeoticus (Sovinskij)	18,2	11,8	–	–	–
Stenothoe monoculoides (Montagu)	–	5,9	6,1	–	3,3
Всего	84,9	50,0	57,6	56,7	66,7

Часто встречались *E. olivii* – на песчаных грунтах в районе мыса Северный, биостанции ОНУ и Дачи Ковалевского; *C. bonelli* в районе мыса Северный и *B. guilliamsoniana*, в районе метеостанции. Также в районах мыса Северного и метеостанции зарегистрирован *P. maeoticus* обитающий исключительно в зоне заплеска.

На рыхлых грунтах максимальные показатели численности отмечены для амфипод в районах мыс Северный и метеостанции, минимальные – в районах пляжа «Отрада» и биостанции ОНУ. Максимальные показатели численности для *E. olivii* зарегистрированы в районах мыса Северного и Дачи Ковалевского, *B. guilliamsoniana* – в районе метеостанции, *C. bonelli* в районах пляжа «Отрада» и Дача Ковалевского (табл. 4.3.6).

E. olivii предпочитает субстрат, до 40–60 % которого представляет собой мелкий ракушечник, под которым он находит корм и убежище. В районах мыса Северного и Дачи Ковалевского дно покрыто мелким ракушечником, в районе пляжа «Отрада» для *C. bonelli* ситуация похожая, что, по видимому, и объясняет высокую численность этого ракообразного. Кроме того здесь

имеются гидротехнические сооружения, верхние горизонты которых покрыты мощными обрастаниями. *B. guilliamsoniana* обитает на песчаных грунтах с минимальным количеством примесей.

Таблица 4.3.6

Средняя численность (экз. · м$^{-2}$) амфипод на рыхлых грунтах в узкой прибрежной полосе Одесского залива Черного моря в 2003–2004 гг.

Вид	Район				
	мыс Северный	«Отрада»	метео-станция	биостан-ция ОНУ	Дача Кова-левского
Ampelisca diadema	15 ± 10	3 ± 2	1 ± 1	–	–
Ampithoe ramondi	—	57 ± 57	2 ± 1,5	10 ± 6	23 ± 21
Bathyporeia guilliamsoniana	4 ± 1	34 ± 19	578 ± 257	–	10 ± 9
Corophium bonelli	26 ± 14	91 ± 91	1 ± 1	5 ± 2	91 ± 89
Corophium chelicorne	–	–	–	2 ± 2	–
Dexamine spinosa	3 ± 2	3 ± 2	–	9 ± 7	–
Echinogammarus olivii	3490±2239	16 ± 12	33 ± 28	305 ± 291	456 ± 299
Gammarus aequicauda	1 ± 1	7 ± 5	–	–	–
Hyale perieri	–	3 ± 2	–	1 ± 1	–
Jassa ocia	1 ± 1	2 ±1	–	1 ± 1	1 ± 1
Melita palmata	1 ± 1	–	–	12 ± 8	20 ± 15
Microdeutopus gryllotalpa	1 ± 1	43 ± 43	–	5 ± 3	10±9
Microprotopus minutus	89 ± 66	2 ± 1	46 ± 26	24 ± 12	9 ± 5
Atylus guttatus	5 ± 5	5 ± 3	–	18 ± 18	18 ± 7
Orchestia cavimana	–	1 ± 1	1 ± 1	–	–
Perioculodes longimanus	–	7 ± 4	1 ± 1	–	–
Pontogammarus maeoticus	28 ± 14	14 ± 7	–	–	–
Stenothoe monoculoides	–	55 ± 54	4 ± 2	–	1 ± 1
Всего	159 ± 151	14 ± 5	28 ± 25	17 ± 13	27 ± 19

Максимальная биомасса амфипод зарегистрирована на песчаных грунтах в районах мыса Северного и метеостанции, основу которой формировали *E. olivii* и *P. maeoticus* (табл. 4.3.7). Также значительна биомасса *B. guilliamsoniana* в районах с чистым песчаным дном – в районах «Отрады» и метеостанции. Максимальный вклад этих видов обусловлен особенностью их биологии и благоприятными условиями обитания.

Таким образом, некоторые виды – *E. olivii*, *A .ramondi*, *C. bonelli*, *D. spinosa*, *H. perieri*, *J. ocia*, *M. palmata*, *M. gryllotalpa*, *M. minutus*, *A. guttatus* и *S. monoculoides* встречаются практически повсеместно, на всех станциях и на разных типах грунтов, что подтверждает данные об экологической пластичности большинства видов отряда Amphipoda. При этом большинство указанных видов наиболее многочисленны в обрастаниях твердых субстратов, чем на рыхлых грунтах. Также важно учитывать биологию отдельных видов,

многие из них «трубкожилы» – строят трубочки из детрита и предпочитают обитать на водорослевом субстрате, то что они обнаружены в пробах отобранных на рыхлых грунтах, по мнению автора, объясняется тем, что в узкой прибрежной зоне происходит отрыв водорослевого субстрата. *E. olivii* крупный, как для амфипод нашего региона, вид свободно передвигается в при брежной зоне (Грезе 1985).

Таблица 4.3.7

Средняя биомасса (г · м$^{-2}$) амфипод на рыхлых грунтах в узкой прибрежной полосе Одесского залива Черного моря в 2003–2004 гг.

Вид	Район				
	мыс Северный	«Отрада»	метео-станция	биостан-ция ОНУ	Дача Кова-левского
Ampelisca diadema	0,032 ±0,021	0,010 ±0,010	0,002 ±0,002	–	–
Ampithoe ramondi	–	0,087 ±0,087	0,015 ±0,014	0,012 ±0,009	0,029 ±0,026
Bathyporeia guilliamsoniana	0,009 ±0,005	0,073 ±0,050	0,779 ±0,343	–	0,007 ±0,007
Corophium bonelli	0,012 ±0,006	0,032 ±0,032	0,001 ±0,001	0,003 ±0,002	0,025 ±0,023
Corophium chelicorne	–	–	–	0,003 ±0,003	–
Dexamine spinosa	0,003 ±0,002	0,004 ±0,004	0,001 ±0,001	0,099 ±0,098	–
Echinogammarus olivii	4,722 ±3,268	0,004 ±0,003	0,029 ±0,024	0,055 ±0,046	0,575 ±0,429
Gammarus aequicauda	0,001 ±0,001	0,078 ±0,078	–	–	–
Hyale perieri	–	0,003 ±0,002	–	0,001 ±0,001	–
Jassa ocia	0,001 ±0,001	0,0004 ±0,0004	–	0,001 ±0,001	0,001 ±0,001
Melita palmata	0,001 ±0,001	–	–	0,008 ±0,005	0,059 ±0,052
Microdeutopus gryllotalpa	0,001 ±0,001	0,015 ±0,015	0,002 ±0,002	0,003 ±0,001	0,007 ±0,007
Microprotopus minutus	0,010 ±0,006	0,0004 ±0,0004	0,010 ±0,010	0,013 ±0,008	0,003 ±0,001
Atylus guttatus	0,003 ±0,003	0,004 ±0,003	0,001 ±0,001	0,012 ±0,012	0,015 ±0,006
Orchestia cavimana	–	0,004 ±0,004	0,001 ±0,001	–	–
Perioculodes longimanus	–	0,002 ±0,002	0,001 ±0,001	–	–

Вид	Район				
	мыс Северный	«Отрада»	метео-станция	биостан-ция ОНУ	Дача Кова-левского
Pontogammarus maeoticus	0,600 ±0,347	0,072 ±0,050	–	–	–
Stenothoe monoculoides	–	0,014 ±0,013	0,008 ±0,007	–	0,001 ±0,001
Всего	5,394 ±3,554	0,400 ±0,183	0,849 ±0,342	0,209 ±0,116	0,722 ±0,442

4.4. MOLLUSCA

В период 2005–2015 гг. в ОМР были зарегистрированы 26 видов моллюсков (табл. 4.4.1), в том числе 9 класса брюхоногих и 17 – класса двустворчатых. Встречаемость (по годам) от 50 % и более отмечена у 18 видов, которые отнесены к основным; среди них встречаемость 100 % имели 12 видов. К второстепенным (встречаемость 30–40 %) отнесены 6 видов: *Cylichnina strigella*, *Setia valvatoides*, *Mysella bidentata*, *Acanthocardia tuberculata*, *Pitar rudis, Polititapes aurea*. Низкая встречаемость (менее 25 %) отмечена у *Rissoa membranacea* и *Lucinella divaricata*, отнесённых к случайным видам. За 10 лет наблюдений *L. divaricata* была отмечена лишь один раз в 2015 г. Минимальное количество видов (15) зарегистрировано в 2006 г., максимальное (23) – в 2012 г.

Таблица 4.4.1

Состав и встречаемость (Р, %) моллюсков Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Вид	Год										Р, %
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2015	
Rissoa membranacea	–	–	–	–	–	–	–	+	+	–	20,0
Mohrensternia lineolata	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100,0
Setia valvatoides	–	–	+	–	+	–	+	+	–	–	40,0
Hydrobia acuta	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100,0
Bittium reticulatum	+	–	+	+	+	+	–	+	+	+	80,0
Rapana venosa	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–	60,0
Odostomia rissoides	+	+	–	+	+	–	+	+	–	+	70,0
Retusa truncatella	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100,0
Cylichnina strigella	+	–	+	–	–	–	–	+	–	–	30,0
Anadara inaequivalvis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100,0
Mytilaster lineatus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100,0

Окончание табл. 4.4.1

Вид	Год										P, %
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2015	
Mytilus galloprovincialis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100,0
Lucinella divaricata	–	–	–	–	–	–	–	–	–	+	10,0
Mysella bidentata	+	–	–	–	–	–	–	+	+	+	40,0
Acanthocardia tuberculata	+	–	–	+	–	+	–	–	–	+	40,0
Cerastoderma glaucum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100,0
Parvicardium exiguum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100,0
Pitar rudis	+	–	–	+	–	–	–	+	–	+	40,0
Chamelea gallina	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100,0
Polititapes aurea	+	–	+	–	–	–	+	+	–	–	40,0
Spisula subtruncata	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100,0
Abra nitida milachewichi	–	–	–	+	–	+	+	+	+	+	60,0
Abra ovata	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100,0
Abra alba occitanica	+	–	–	–	–	–	+	+	+	+	50,0
Mya arenaria	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	100,0
Lentidium mediterraneum	+	+	–	+	+	+	+	+	+	+	90,0
Всего	22	15	17	19	17	17	18	23	18	21	–

Моллюски ОМР в период 2005–2015 гг. характеризовались относительным постоянством качественного состава. Наибольшей величины (89,5 %) коэффициент общности видов моллюсков достигал между 2008 и 2010 гг. (табл. 4.4.2). За ними, по величине коэффициента (88,2 %), следуют 2006 и 2009 гг. Коэффициент общности видов в 81,8 % отмечен между 2008 и 2015 гг.

Наименьшей величины показатель коэффициента общности видов (52,0 %) достигает между 2007 и 2015 гг. Значительные различия показателя между различными годами (разница между минимальным и максимальным значениями составляет 37,5 %) зависят как от регулярности съёмок, так и от количества отобранных проб.

В 2005–2015 гг. максимальные показатели средней численности отмечены у двустворчатых моллюсков *M. lineatus* (546 экз. · м$^{-2}$) и *M. galloprovincialis* (476 экз. · м$^{-2}$). За ними следуют моллюски *M. lineolata* (103 экз. · м$^{-2}$) и *Ch. gallina* (99 экз. · м$^{-2}$) (табл. 4.4.3).

Таблица 4.4.2

Распределение коэффициента общности видов (%) моллюсков Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Год	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2015
2005	–	68,2	69,6	78,3	69,6	69,6	66,7	80,0	66,7	79,2
2006	68,2	–	68,4	78,9	88,2	77,8	73,7	58,3	65,0	63,6
2007	69,6	68,4	–	63,6	78,9	70,0	66,7	66,7	59,1	52,0
2008	78,3	78,9	63,6	–	80,0	89,5	68,2	68,0	68,2	81,8
2009	69,6	88,2	78,9	80,0	–	78,9	75,0	66,7	66,7	65,2
2010	69,6	77,8	70,0	89,5	78,9	–	66,7	60,0	75,0	72,7
2011	66,7	73,7	66,7	68,2	75,0	66,7	–	78,3	71,4	69,6
2012	80,0	58,3	66,7	68,0	66,7	60,0	78,3	–	78,3	76,0
2013	66,7	65,0	59,1	68,2	66,7	75,0	71,4	78,3	–	77,3
2015	79,2	63,6	52,0	81,8	65,2	72,7	69,6	76,0	77,3	–

Таблица 4.4.3

Средние показатели численности (N, экз. · м$^{-2}$) и биомассы (B, г · м$^{-2}$) моллюсков Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Вид	N, экз. · м$^{-2}$	B, г · м$^{-2}$
Rissoa membranacea	2	0,007
Mohrensternia lineolata	103	0,381
Setia valvatoides	< 1	0,0004
Hydrobia acuta	22	0,076
Bittium reticulatum	5	0,082
Rapana venosa	< 1	2,089
Odostomia rissoides	3	0,008
Retusa truncatella	2	0,023
Cylichnina strigella	1	0,006
Anadara inaequivalvis	8	9,793
Mytilaster lineatus	546	13,924
Mytilus galloprovincialis	476	419,267
Lucinella divaricata	< 1	0,012
Mysella bidentata	< 1	0,003
Acanthocardia tuberculata	< 1	0,093
Cerastoderma glaucum	33	3,966
Parvicardium exiguum	18	0,892
Pitar rudis	< 1	0,093
Chamelea gallina	99	32,009
Polititapes aurea	< 1	0,138
Spisula subtruncata	13	1,887
Abra nitida milachewichi	38	0,701
Abra ovata	11	0,869
Abra alba occitanica	2	0,136
Mya arenaria	25	8,807
Lentidium mediterraneum	3	0,069
Всего	1414	495,331

Максимальные средние показатели биомассы были у *M. galloprovincialis*, *Ch. gallina* и *M. lineatus*, которые равны 419,267 г · м$^{-2}$, 32,009 г · м$^{-2}$ и 13,924 г · м$^{-2}$ соответственно. Показатели средней биомассы остальных видов весьма незначительны и у большинства из них не достигали и 1 г · м$^{-2}$. Пик средней численности моллюсков (6212 экз. · м$^{-2}$) пришёлся на 2015 г. (рис. 4.4.1). В том году средняя численность *M. lineatus* составила 1835 экз. · м$^{-2}$, за счёт чего и была, в основном, сформирована общая численность моллюсков. Предыдущая высокая численность моллюсков – 3985 экз. · м$^{-2}$ отмечена в 2011 г., когда средняя численность *M. lineatus* составила 2200 экз. · м$^{-2}$.

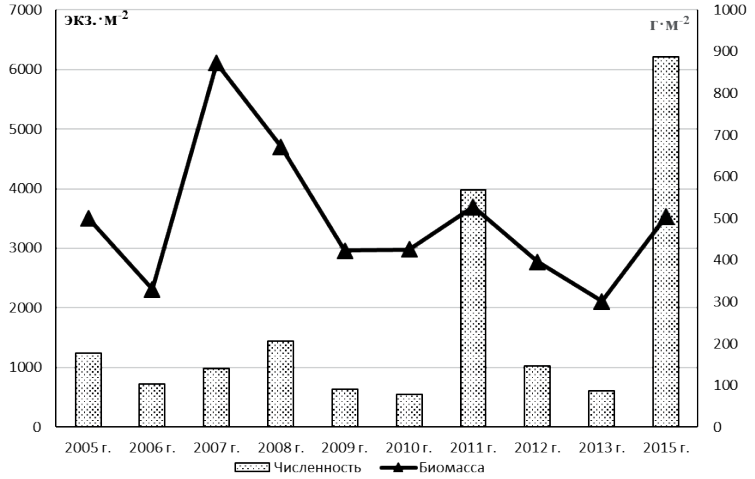


Рис.4.4.1. Распределение по годам средних показателей численности и биомассы моллюсков Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Основной вклад в высокие показатели численности моллюсков в эти годы внесли указанные выше *M. lineatus* и *M. galloprovincialis*. Среди брюхоногих наиболее многочисленной была *M. lineolata*, доминировавшая во все годы, за исключением 2007 г., когда её численность (3 экз. · м$^{-2}$) была минимальной.

В 2005–2015 гг. наиболее высокая средняя биомасса моллюсков (872,445 г · м$^{-2}$) зарегистрирована в 2007 г. В 2008 г. средняя биомасса составила 672,245 г · м$^{-2}$. В 2005, 2011 и 2015 гг. биомасса моллюсков располагалась в диапазоне от 500,940 г · м$^{-2}$ до 527,726 г · м$^{-2}$. В остальные годы её величины колебались в пределах от 300,973 г · м$^{-2}$ до 425,752 г · м$^{-2}$.

Основной вклад в формирование биомассы моллюсков ОМР отмечен у *M. galloprovincialis*, средняя биомасса которой варьировала от 238,866 г · м$^{-2}$ в 2013 г. до 800,871 г · м$^{-2}$ в 2007 г. В разные годы относительно высокая средняя биомасса (17,727– 55,769 г · м$^{-2}$) была у *Ch. gallina.* Третий по величине усреднённый показатель биомассы (13,924 г · м$^{-2}$) отмечен у моллюска *M. lineatus*. Ещё у четырех видов двустворчатых моллюсков (*A. inaequivalvis, C. glaucum, S. subtruncata, M. arenaria*) средняя биомасса была 1,887–9,793 г · м$^{-2}$; у остальных видов – менее 1 г · м$^{-2}$.

Большинство видов моллюсков приурочено к илистым грунтам. На протяжении 10 лет, за исключением 2008 и 2009 гг., количество их видов уменьшалось при переходе от илистых грунтов к более жестким донным отложениям, содержащим ракушу. Минимальное число видов характерно для песчаных грунтов (рис. 4.4.2). Наивысшие показатели численности и биомассы отмечены на ракушечнике (3178 экз. · м$^{-2}$ 868,004 г · м$^{-2}$) и песчаных грунтах (1733 экз. · м$^{-2}$ и 842,283 г · м$^{-2}$).

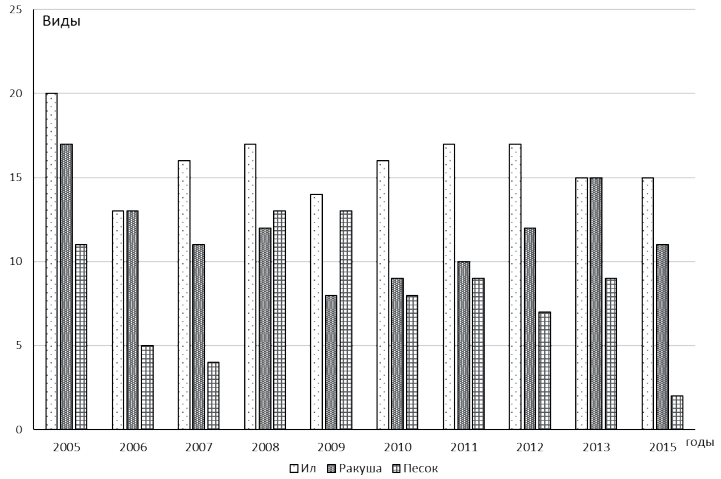


Рис. 4.4.2. Межгодовые колебания количества видов моллюсков Одесского морского региона на различных типах донных отложений

На илистых грунтах максимальные показатели численности моллюсков (5307 экз. · м$^{-2}$) отмечены в 2015 г., биомассы (604,299 г · м$^{-2}$) – в 2011 г. Наименьшие величины численности и биомассы – 197 экз. · м$^{-2}$ и 69,770 г · м$^{-2}$ – отмечены в 2012 и 2006 гг. соответственно (рис. 4.4.3, 4.4.4).

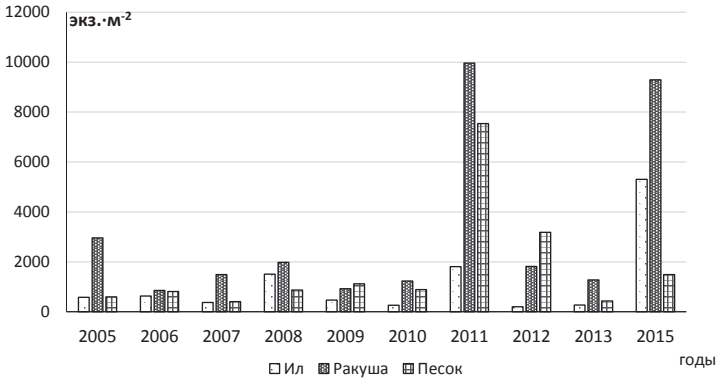


Рис. 4.4.3. Межгодовая динамика средних показателей численности (экз. · м$^{-2}$) моллюсков Одесского морского региона на различных типах донных отложений

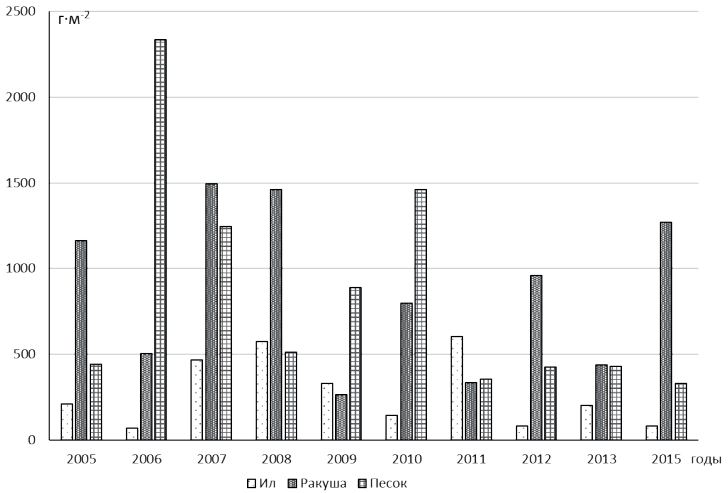


Рис. 4.4.4. Межгодовая динамика средних показателей биомассы (г · м$^{-2}$) моллюсков Одесского морского региона на различных типах донных отложений

Пик развития численности моллюсков на грунтах, содержащих ракушу, приходился на 2011 и 2015 гг. – 9960 экз. · м$^{-2}$ и 9293 экз. · м$^{-2}$ соответственно. Наибольшего развития показатели биомассы достигли в 2007 и 2008 гг. – 1492,02 г · м$^{-2}$ и 1460,77 г · м$^{-2}$ соответственно. 2006 и 2009 гг. отмечены самыми низкими показателями численности и биомассы.

Численность моллюсков на песчаных грунтах в 2011 г. достигла максимальных значений – 7540 экз. · м$^{-2}$. Скачок биомассы пришёлся на 2006 г. – 2336,19 г · м$^{-2}$. Падением показателя численности до 410 экз. · м$^{-2}$ отмечен 2007 г. Минимальная величина биомассы – 331,300 г · м$^{-2}$ – пришлась на 2015 г.

Анализ многолетних данных показал чёткую тенденцию (за некоторым исключением) к уменьшению количества видов моллюсков с увеличением глубины (рис. 4.4.5). Максимальное количество видов (19) на глубине 6–13 м отмечено в 2005 и 2012 гг. На глубинах 13–20 м и 20–27 м наибольшее число видов (17 и 12 соответственно) также приходится на 2005 г.

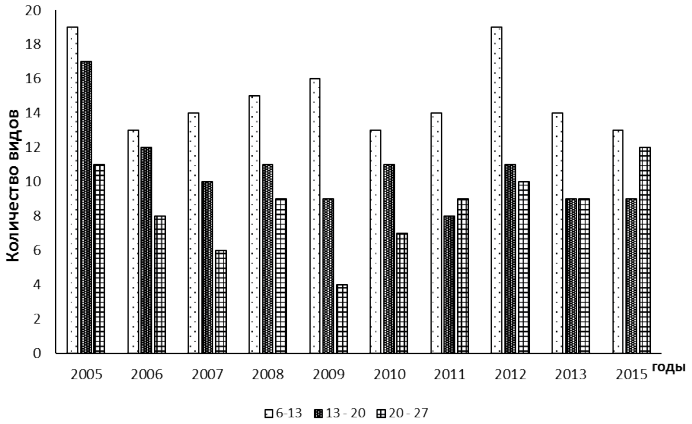


Рис. 4.4.5. Межгодовая динамика числа видов моллюсков Одесского морского региона в зависимости от глубины

Просматривается закономерность к уменьшению численности моллюсков с увеличением глубины (рис. 4.4.6), за исключением 2006 и 2008 гг. В 2006 г. на глубине 13–20 м численность моллюсков была незначительно выше, чем на глубине 6–13 м: 927 и 913 экз. · м$^{-2}$ соответственно. В 2008 г. показатель численности на глубине 20–27 м намного превосходил этот же показатель на глубине 13–20 м: 829 экз. · м$^{-2}$ и 381 экз. · м$^{-2}$ соответственно. Максимальная численность на всех глубинах отмечена в 2015 г. Наибольший вклад в высокие показатели численности внесли *M. lineatus*, *M. galloprovincialis* и *A. nitida milachewichi* со средними показателями 1835 экз. · м$^{-2}$, 448 экз. · м$^{-2}$ и 336 экз. · м$^{-2}$ соответственно.

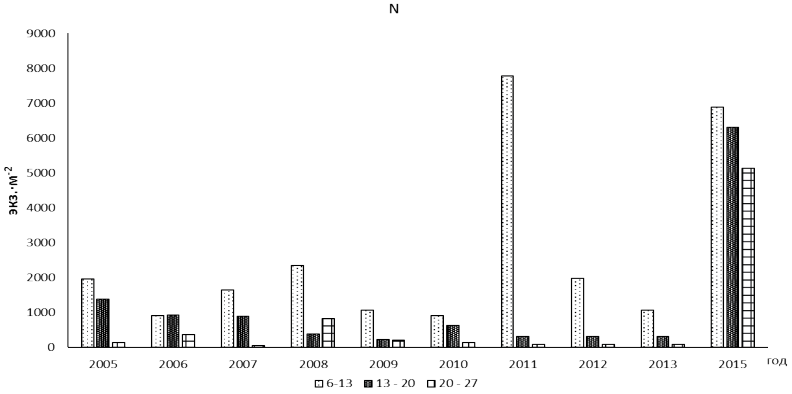


Рис. 4.4.6. Межгодовое распределение средней численности моллюсков (экз. · м$^{-2}$) Одесского морского региона в зависимости от глубины

Показатели биомассы моллюсков также подчиняются этому же распределению (исключение – 2013 г.). На глубине 13–20 м биомасса моллюсков в 1,2 раза превосходила таковую на глубине 6–13 м. На глубине 6–13 м максимальная биомасса отмечена в 2007 г. и составляла 1488,215 г · м$^{-2}$, минимальная – 397,532 г · м$^{-2}$ – в 2013 г. На глубине 13–20 м, максимальный показатель биомассы приходился на 2007 г. и составлял 734,840 г · м$^{-2}$. Минимальная биомасса (52,169 г · м$^{-2}$) отмечена в 2008 г. Наиболее глубоководный интервал глубин 20–27 м характеризуется незначительными величинами биомассы. Максимум приходился на 2005 г. и составлял 156,642 г · м$^{-2}$. Минимальное значение биомассы – 9,846 г · м$^{-2}$ отмечено в 2009 г. (рис. 4.4.7).

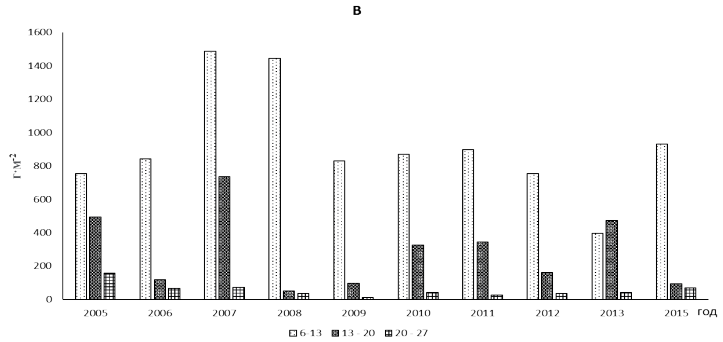


Рис. 4.4.7. Межгодовое распределение средней биомассы моллюсков (г · м$^{-2}$) Одесского морского региона в зависимости от глубины

Все 26 видов моллюсков ОМР относятся к четырём трофическим группам. К детритофагам относятся 3 вида рода *Abra*, к плотоядным – 4, к фитофагам – 5. Остальные 14 видов представляют группировку сестонофагов. В целом, за период 2005–2015 гг., как по численности (86,3 %), так и по биомассе (99,2 %) преобладали сестонофаги (табл. 4.4.4). Приблизительно такое же соотношение этих показателей было и в отдельные годы. Вследствие доминирования биомассы одной трофической группировки индекс однообразия пищевой структуры был высоким и составил 0,98.

Таблица 4.4.4

Сравнительная характеристика количественных показателей трофических групп таксоцена моллюсков Одесского морского региона в 2005–2015 гг.

Трофическая группа	Количество таксонов	Средняя численность		Средняя биомасса	
		экз. · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
Сестонофаги	14	1169	86,3	500,650	99,2
Детритофаги	3	36	2,7	1,520	0,3
Плотоядные	4	10	0,7	2,178	0,4
Фитофаги	5	139	10,3	0,545	0,1
Всего	26	1354	100,0	504,893	100,0

Моллюски Одесского региона относятся к двум систематическим группам – брюхоногим и двустворчатым. По количеству видов, показателям численности и биомассы двустворчатые моллюски во все годы исследования превосходили аналогичные показатели брюхоногих.

За период исследований количество видов брюхоногих моллюсков колебалось от 4 в 2013 г. и 2015 г. до 8 в 2012 г. (табл. 4.4.5).Показатели их численности варьировали от 41 до 290 экз. · м$^{-2}$. В течение ряда лет высокие показатели численности принадлежали моллюску *M. lineolata*. Максимальной численности (223 экз. · м$^{-2}$) он достиг в 2006 г. За ним следовал моллюск *H. acuta* с максимальным показателем численности 62 экз. · м$^{-2}$ в 2006 г. В 2013 г. и 2015 г. *H. acuta* в пробах не встречалась. Показатели плотности других моллюсков были незначительны.

Показатели биомассы брюхоногих моллюсков в различные годы колебались от 0,239 г · м$^{-2}$ до 9,321 г · м$^{-2}$. Наибольшие величины биомассы – 8,376 г · м$^{-2}$ и 9,321 г · м$^{-2}$ – отмечены в 2009 г. и 2010 г. соответственно, благодаря биомассе брюхоногого моллюска *R. venosa*. В эти годы его показатели составляли 7,846 г · м$^{-2}$ и 8,619 г · м$^{-2}$.

Количество видов двустворчатых моллюсков по годам изменялось от 10 до 15. Показатели численности двустворчатых моллюсков за этот же период составляли от 60 экз. · м$^{-2}$ в 2006 г. до 98 экз. · м$^{-2}$ в 2011 г. В течение всего периода исследований высокие показатели численности двустворчатых

моллюсков достигнуты благодаря высоким показателям *M. lineatus* и *M. galloprovincialis*.

Таблица 4.4.5

Сравнительная характеристика количественных показателей различных классов моллюсков Одесского морского региона по годам в период 2005–2015 гг.

Класс	Количество видов	Средняя численность		Средняя биомасса	
		экз. · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
2005 г.					
Брюхоногие	7	197	15,8	0,712	0,1
Двустворчатые	15	1050	84,2	500,228	99,9
Всего	22	1247	100,0	500,940	100,0
2006 г.					
Брюхоногие	5	290	40,2	1,071	0,3
Двустворчатые	10	431	59,8	329,052	99,7
Всего	15	721	100,0	330,123	100,0
2007 г.					
Брюхоногие	7	40	4,1	1,733	0,2
Двустворчатые	10	943	95,9	870,712	99,8
Всего	17	983	100,0	872,445	100,0
2008 г.					
Брюхоногие	6	82	5,7	3,303	0,5
Двустворчатые	14	1356	94,3	668,943	99,5
Всего	20	1438	100,0	672,246	100,0
2009 г.					
Брюхоногие	7	169	26,8	8,376	2,0
Двустворчатые	10	463	73,2	414,328	98,0
Всего	17	632	100,0	422,704	100,0
2010 г.					
Брюхоногие	5	139	25,2	9,321	2,2
Двустворчатые	12	412	74,8	416,431	97,8
Всего	17	551	100,0	425,752	100,0
2011 г.					
Брюхоногие	5	86	2,2	0,460	0,1
Двустворчатые	13	3899	97,8	527,266	99,9
Всего	18	3985	100,0	527,726	100,0
2012 г.					
Брюхоногие	8	232	22,7	0,899	0,2
Двустворчатые	14	790,	77,3	395,299	99,8
Всего	22	1022	100,0	396,198	100,0
2013 г.					
Брюхоногие	4	49	8,1	0,239	0,1
Двустворчатые	12	556	91,9	300,734	99,9
Всего	16	605	100,0	300,973	100,0
2015 г.					
Брюхоногие	4	119	4,0	0,604	0,1
Двустворчатые	15	2836	96,0	503,599	99,9
Всего	19	2955	100,0	504,203	100,0

В 2011 г. показатели их численности составили 2200 и 943 экз. · м$^{-2}$ соответственно. Биомасса двустворчатых моллюсков в различные годы меняла свои показатели от 300,734 г · м$^{-2}$ до 870,712 г · м$^{-2}$. Основной вклад в биомассу, за все годы, внёс исключительно моллюск *M. galloprovincialis*, который намного превышал показатели всех других двустворчатых моллюсков.

Моллюски ОМР относятся к двум экологическим группировкам – эпифауне и инфауне. К эпифауне принадлежат 11 видов, 9 из которых относятся к классу брюхоногих и 2 (*M. lineatus* и *M. galloprovincialis*) – к классу двустворчатых.

В 2013 г. и 2015 г. было отмечено по шесть видов моллюсков эпифауны. В 2013 г. они были представлены *R. membranacea*, *M. lineolata*, *B. reticulatum*, *R. truncatella*, *M. lineatus* и *M. galloprovincialis*; в 2015 г. – *M. lineolata*, *B. reticulatum*, *O. rissoides*, *R. truncatella*, *M. lineatus* и *M. galloprovincialis*. Наибольшее количество видов моллюсков эпифауны (10) отмечено в 2012 г. (рис. 4.4.8).

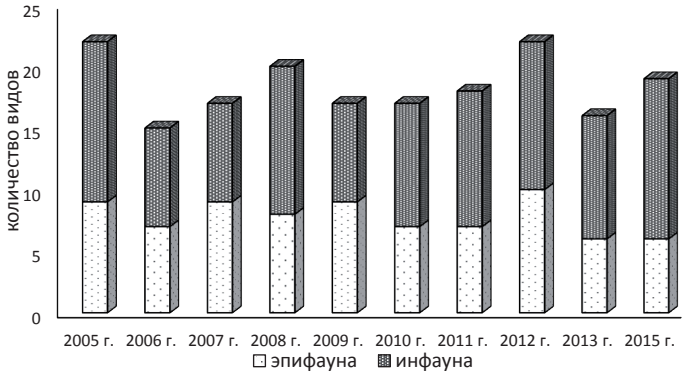


Рис. 4.4.8. Межгодовая динамика числа видов моллюсков эпи- и инфауны Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Численность моллюсков эпифауны в 2005–2015 гг. меняла показатель от 446 экз. · м$^{-2}$ в 2013 г. до 3229 экз. · м$^{-2}$ в 2011 г. Наибольший вклад в численность моллюсков эпифауны в 2011 г. внесли митилиды *M. lineatus* и *M. galloprovincialis* с показателями 2200 экз. · м$^{-2}$ и 943 экз. · м$^{-2}$ соответственно. Высокие показатели численности отмечены также в 2015 г. (2402 экз. · м$^{-2}$), в 2008 г. (1305 экз. · м$^{-2}$), в 2005 г. (1078 экз. · м$^{-2}$) (рис. 4.4.9).

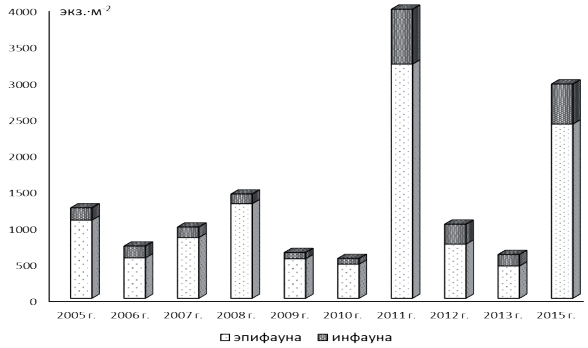


Рис. 4.4.9. Межгодовая динамика средней численности моллюсков эпи- и инфауны Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Минимальная биомасса моллюсков эпифауны (246,819 г · м$^{-2}$) отмечена в 2013 г., что составляло 82,0 % всей биомассы моллюсков. Максимум биомассы – 829,300 г · м$^{-2}$ пришёлся на 2007 г. (95,1 % биомассы всех моллюсков) (рис. 4.4.10).

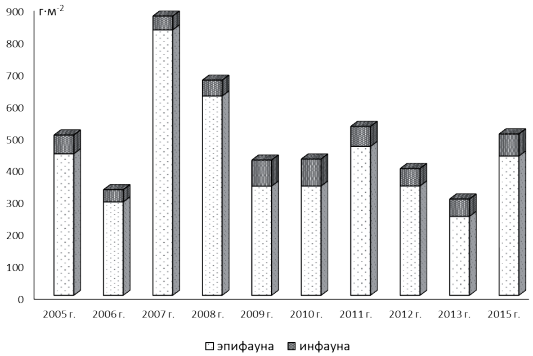


Рис. 4.4.10. Межгодовая динамика средней биомассы моллюсков эпи- и инфауны Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Значительный показатель биомассы – 622,857 г · м$^{-2}$ (92,7 %) отмечен в 2008 г. К моллюскам инфауны относится 15 видов. Все они принадлежат к классу двустворчатых моллюсков. По количественным характеристикам они намного уступают моллюскам эпифауны (за исключением количества видов). Число видов моллюсков инфауны в различные годы колебалось от 8 до 13.

В течение ряда лет их численность варьировала от 79 экз. · м$^{-2}$ (14,3 % общей численности) в 2010 г. до 756 экз. · м$^{-2}$ (19,0 %) в 2011 г. В течение шести лет, с 2005 по 2010 г., моллюски инфауны понижали свои показатели с 169 до 79 экз. · м$^{-2}$. В 2011 г., как указывалось выше, был отмечен наивысший показатель плотности моллюсков. С 2011 г. по 2013 г. снова произошло падение численности до 158 экз. · м$^{-2}$. В 2015 г. показатель численности снова возрос до 552 экз. · м$^{-2}$.

Биомасса моллюсков инфауны варьировала в диапазоне величин от 38,007 г · м$^{-2}$ (11,5 % общей численности) в 2006 г. до 84,094 г · м$^{-2}$ (19,8 %) в 2010 г. Наибольший вклад в максимальную биомассу внёс двустворчатый моллюск *Ch. gallina* с показателем 49,211 г · м$^{-2}$.

Таким образом, при сравнении показателей моллюсков эпифауны и инфауны можно отметить, что по численности моллюски эпифауны превосходили моллюсков инфауны от 2,7 до 9,8 раза. По показателям биомассы доминирование лежит в пределах от 4,1 до 19,2 раза.

По степени подвижности моллюски разделяются на две группировки – вагильные и сессильные. К группе вагильных в ОМР принадлежат 24 вида моллюсков, из которых 9 относятся к классу брюхоногих и 15 – к классу двустворчатых. К сессильным видам относятся только 2 вида двустворчатых – *M. lineatus* и *M. galloprovincialis*. Количество видов вагильных моллюсков из года в год варьировало. Минимальное количество видов (13) отмечено в 2006 г., максимальное – в 2005 г. и 2012 г., когда было отмечено по 20 видов.

Численность вагильных моллюсков в течение исследуемого периода постоянно менялась. В 2007 г. отмечен минимальный показатель численности – 186 экз. · м$^{-2}$ (18,9 % общей численности моллюсков). Максимальный показатель приходится на 2011 г. – 842 экз. · м$^{-2}$ (21,1 % общей численности).

Основной вклад в показатель численности внесли такие виды, как *Ch. gallina* с численностью 560 экз. · м$^{-2}$, *C. glaucum* – 81 экз. · м$^{-2}$, *A. inaequivalvis* – 42 экз. · м$^{-2}$, *S. subtruncata* и *M. arenaria* с показателями 24 экз. · м$^{-2}$. Следующий за ним по величине показатель в 671 экз. · м$^{-2}$ отмечен в 2015 г. Основной вклад в его величину внесли моллюски *A. nitida milachewichi* с численностью 336 экз. · м$^{-2}$, *Ch. gallina* – 101 экз. · м$^{-2}$, а также *S. subtruncata* – 59 экз. · м$^{-2}$. Биомасса вагильных моллюсков варьировала в пределах от 39,148 г · м$^{-2}$ в 2006 г. (11,9 % всей биомассы моллюсков) до 93,415 г · м$^{-2}$ в 2010 г. (21,9 %). Наибольшее значение для биомассы моллюсков вагильной группы в 2010 г. имели показатели таких видов, как *Ch. gallina* – 49,211 г · м$^{-2}$, *A. inaequivalvis* – 14,667 г · м$^{-2}$ и *M. Arenaria* – 9,188 г · м$^{-2}$.

К сессильной группировке в ОМР относятся всего два вида двустворчатых моллюсков – *M. lineatus* и *M. galloprovincialis*, которые за весь период исследований имели стопроцентную встречаемость.

Суммарная средняя численность *M. lineatus* и *M. galloprovincialis* варьировала от минимального показателя в 268 экз. · м$^{-2}$ (37,2 % общей численности) в 2006 г. до 3143 экз. · м$^{-2}$ (78,9 %) в 2011 г. Высокие значения показателя плотности отмечены также в 2015 г. – 2283 экз. · м$^{-2}$ (77,3 % общей численности) и в 2008 г. – 1223 экз. · м$^{-2}$ (85,0 %) (рис. 4.4.11).

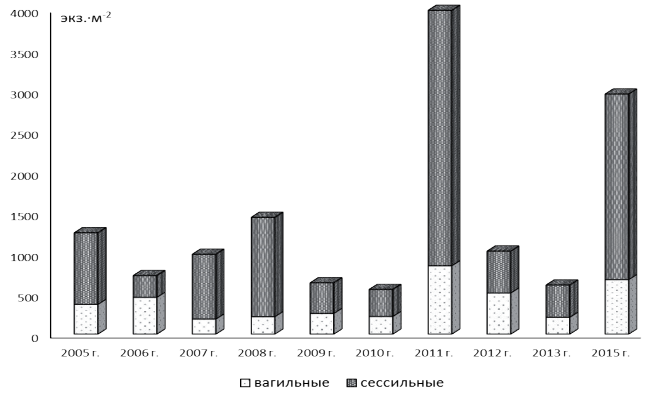


Рис. 4.4.11. Межгодовая динамика средней численности вагильных и сессильных моллюсков Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

Средняя биомасса сессильных моллюсков варьировала от 246,580 г · м$^{-2}$ (81,9 % общей численности) в 2013 г. до 827,567 г · м$^{-2}$ (94,9 %) в 2007 г. (рис. 4.4.12).

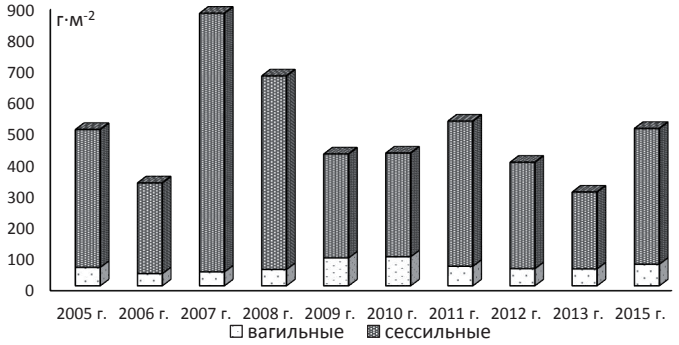


Рис. 4.4.12. Межгодовая динамика средней биомассы вагильных и сессильных моллюсков Одесского морского региона в период 2005–2015 гг.

По количеству видов доминировали вагильные формы. По численности за все годы наблюдений, за исключением 2006 г., показатели сессильных моллюсков превосходили показатели вагильных. Величина их доминирования располагалась в пределах от 1,02 (2012 г.) до 5,7 (2008 г.) раза. По биомассе доминирование лежит в пределах от 3,6 (2010 г.) до 18,4 (2007 г.) раза.

В результате проведённого анализа можно заключить, что за период 2005–2015 гг. видовой состав моллюсков ОМР не претерпел существенных изменений. Встречаемость 18 видов была от 50 % и более, что указывает на стабильность видового состава. Соотношение по количественным показателям между моллюсками трофических и таксономических групп, между моллюсками эпи- и инфауны, а также между показателями моллюсков вагильной и сессильной групп за все годы исследований осталось неизменными. Таким образом, анализ полученного материала за десятилетний период указывает на стабильность структуры таксоценоза моллюсков ОМР.

4.5. МАКРОЗООБЕНТОС ЗОНЫ ВЫПУСКА ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОКОВ

Материалом для работы послужили результаты обработки 55 проб макрозообентоса, собранных во время 3 съемок в период 2008–2010 гг. Пробы отбирали как непосредственно у оголовков выпусков СБО «Северная» (46º32,080 N, 30º44,665 E) и «Южная» (46º21,000 N, 30º44,000 E), так и на четырех разрезах к северу, западу, югу и востоку от них, на расстоянии 300, 800, 1000, 1200 и 1500 м, там, где позволяли конфигурация берега и глубины (рис. 2, 3, табл. 2).

СБО «Северная»

Район оголовка выпуска. В 5 м от оголовка (ст. С) на глубине 2,5 м донные отложения были представлены мелкими плотными заиленными песками. Во время трех съемок выполнены 3 станции, на которых зарегистрированы 15 таксонов донной макрофауны (червей, моллюсков и ракообразных – по 5).

Количественные показатели макрозообентоса у оголовка выпуска в отдельные съемки варьировали в незначительных пределах. Так, количество таксонов составляло от 8 до 12, численность – от 24370 до 43140 экз. · м$^{-2}$ (средняя 34070 экз. · м$^{-2}$), биомасса – от 57,190 до 217,180 г · м$^{-2}$ (средняя 120,207 г · м$^{-2}$). В соответствии с характером донных отложений макрозообентос был представлен почти исключительно мелкими организмами со средней массой тела всего 0,0035 г. Среди основных таксономических групп по численности (91,9 %) преобладали ракообразные, по биомассе –

моллюски (52,5 %) и ракообразные (40,9 %). Наиболее массовым видом у оголовка (91,7 % численности и 40,8 % биомассы) был бокоплав *Ampelisca diadema*. По качественному и размерному составу вся макрофауна (100,0 %) относится к кормовому компоненту.

Выделены три трофические группы. По количеству таксонов (10) и численности (95,4 %) доминировали детритофаги. Биомасса сестонофагов (52,0 %) и детритофагов (47,5 %) была почти одинаковой, поэтому индекс однообразия пищевой структуры был низким – 0,24. Во все съемки донная макрофауна у оголовка выпуска относилась к биоценозу *Ampelisca diadema – Lentidium mediterraneum.*

По количеству таксонов (12), численности (99,2 %) и биомассе (99,5 %) лидировали организмы инфауны. Весь бентос в районе оголовка выпуска относится к вагильному комплексу. Отмечен всего один инвазийный вид – *Mya arenaria* (0,7 % численности и 16,2 % биомассы).

Расстояние 300 м от оголовка выпуска. На глубине 2,0–4,5 м залегают мелкие плотные заиленные пески (7 станций), на глубине 5,0–5,5 м – пески с илом и ил серый с песком (2 станции).

Всего зарегистрированы 19 таксонов (червей и моллюсков – по 7, ракообразных – 5), в том числе 17 – на глубине 2,0–3,3 м и 11 – на глубине 4,5–5,5 м. Численность и биомасса бентоса на станциях в отдельные съемки варьировали в значительных пределах (табл. 4.5.1). Наиболее высокая средняя численность бентоса (35157 экз. · м$^{-2}$) была отмечена в июле 2009 г., наиболее высокая биомасса (143,617 г · м$^{-2}$) – в июне 2010 г., при этом средняя численность (8797 экз. · м$^{-2}$) была минимальной.

Таблица 4.5.1

Распределение количественных показателей макрозообентоса на станциях на расстоянии 300 м от оголовка выпуска СБО «Северная» в разные съемки в период 2008–2010 гг.

Дата отбора проб	Станция	Глубина, м	Количество таксонов	Численность, экз. · м$^{-2}$	Биомасса, г · м$^{-2}$	
					всего	кормовой компонент
15.10.2008 г.	СС300	2,0	6	10710	29,240	29,240
– « –	СВ300	4,5	7	15100	66,330	66,330
– « –	СЮ300	3,2	8	23980	54,110	54,110
07.07.2009 г.	СС 300	2,0	7	38060	142,080	142,080
– « –	СВ 300	5,0	9	7050	73,870	55,870
– « –	СЮ 300	3,0	9	60360	92,810	92,810
25.06.2010 г.	СС 300	2,0	6	13540	43,270	18,270
– « –	СВ 300	5,5	8	8190	303,850	61,850
– « –	СЮ 300	3,3	11	4660	83,730	83,730
Среднее	–	3,4	8	20183	98,810	67,140

По результатам трех съемок средние показатели численности (20770–29667 экз. · м$^{-2}$) и биомассы (71,530–76,883 г · м$^{-2}$) на ст. СС 300 и ст. СЮ 300, выполненных на глубине 2,0–3,2 м, были практически одинаковыми. По сравнению с ними, на ст. СВ 300 (глубина 4,5–5,5 м, мелкий плотный заиленный песок, песок с илом и ил серый с песком) средняя численность (10113 экз. · м$^{-2}$) была в 2–3 раза ниже, а биомасса (148,017 г · м$^{-2}$) – соответственно в 2 раза выше.

Соотношение численности основных таксономических групп (червей, моллюсков, ракообразных) на глубинах 2,0–3,3 и 4,5–5,5 м, среди которых доминировали ракообразные (93,3–90,1 %), было практически одинаковым. По биомассе преобладали моллюски, составляя 50,8 % на глубине 2,0–3,3 и 84,6 % – на глубине 4,5–5,5 м. В целом на расстоянии 300 м от оголовка выпуска по численности (92,8 %) доминировали ракообразные, по биомассе (67,7 %) – моллюски (табл. 4.5.2).

Таблица 4.5.2

Сравнительная характеристика количественных показателей основных таксономических групп макрозообентоса на расстоянии 300 м от оголовка выпуска СБО «Северная» в период 2008–2010 гг.

Основная таксономическая группа	Количество таксонов	Средняя численность		Средняя биомасса	
		экз. · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
Глубина 2,0–3,3 м					
Черви	6	641	2,6	6,154	8,3
Моллюски	6	1043	4,1	37,723	50,8
Ракообразные	5	23534	93,3	30,330	40,9
Всего	17	25218	100,0	74,207	100,0
Глубина 4,5–5,5 м					
Черви	4	386	3,8	6,543	4,4
Моллюски	6	620	6,1	125,214	84,6
Ракообразные	1	9107	90,1	16,260	11,0
Всего	11	10113	100,0	148,017	100,0
Глубина 2,0–5,5 м					
Черви	7	556	2,7	6,282	6,4
Моллюски	7	903	4,5	66,889	67,7
Ракообразные	5	18724	92,8	25,639	25,9
Всего	19	20183	100,0	98,810	100,0

Биомасса кормового компонента на глубинах 2,0–3,3 м и 4,5–5,5 м была почти одинаковой (соответственно 70,040 и 61,350 г · м$^{-2}$), при этом на глубине 2,0–3,3 м его доля составляла 94,4 %, на глубине 4,5–5,5 м – 41,4 %, а всего на расстоянии 300 м от оголовка – 67,143 г · м$^{-2}$ (68,0 %). Среди основных таксономических групп по биомассе доминировали моллюски (52,5 %) и ракообразные (38,2 %).

Среди основных трофических групп на расстоянии 300 м от оголовка по количеству таксонов (11) и численности (95,6 %) доминировали детритофаги, по биомассе – сестонофаги (67,0 %) (табл. 4.5.3). Индекс однообразия пищевой структуры составил 0,40. На глубине 2,0–3,3 м биомасса сестонофагов (50,1 %) и детритофагов (49,1 %) была практически
одинаковой, по биомассе на глубине 4,5–5,5 м преобладали моллюски (83,9 %).

Таблица 4.5.3

Сравнительная характеристика количественных показателей основных трофических групп макрозообентоса на расстоянии 300 м от оголовка выпуска СБО «Северная» в период 2008–2010 гг.

Основная трофическая группа	Количество таксонов	Средняя численность		Средняя биомасса	
		экз. · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
Глубина 2,0–3,3 м					
Сестонофаги	4	866	3,4	37,170	50,1
Детритофаги	10	24173	95,9	36,492	49,1
Фитофаги	1	175	0,7	0,503	0,7
Плотоядные	2	4	–	0,042	0,1
Всего	17	25218	100,0	74,207	100,0
Глубина 4,5–5,5 м					
Сестонофаги	5	217	2,1	124,147	83,9
Детритофаги	5	9493	93,9	22,803	15,4
Фитофаги	1	403	4,0	1,067	0,7
Всего	11	10113	100,0	148,017	100,0
Глубина 2,0–5,5 м					
Сестонофаги	5	651	3,2	66,165	67,0
Детритофаги	11	19279	95,6	31,927	32,3
Фитофаги	1	251	1,2	0,691	0,7
Плотоядные	2	2	–	0,027	–
Всего	19	20183	100,0	98,810	100,0

Как и у оголовка, на расстоянии 300 м от выпуска по количеству таксонов (15), численности (98,7 %) и биомассе (99,3 %) лидировали организмы инфауны. Весь бентос относится к вагильному комплексу. Отмечены три инвазийных вида (*Polydora cornuta, Anadara inaequivalvis, Mya arenaria*), суммарные количественные показатели которых составили 0,3 % численности и 35,8 % биомассы. На 6 станциях выделен биоценоз *Ampelisca diadema – Lentidium mediterraneum*, а также биоценозы *A. diadema* (1 станция) и *A. diadema – A. inaequivalvis* (1 станция).

Расстояние 800 м от оголовка выпуска. В направлении на север от оголовка на глубине 1,5–2,5 м залегают мелкие заиленные пески, на восток на глубине 6,0–8,0 м – пески с илом и ил серый, на юг на глубине 4,5–7,0 м – мелкие заиленные пески, пески с илом и ил серый с песком.

Всего зарегистрированы 19 таксонов (червей – 5, моллюсков – 9, ракообразных – 7). Количественные показатели бентоса по глубинам были

распределены неравномерно: на глубине 1,5–4,5 м средняя численность была в 6,0 раз выше, а биомасса – в 5,8 раза ниже, чем на глубине 6,0–8,0 м. Численность и биомасса бентоса на станциях в отдельные съемки варьировали в значительных пределах (табл. 4.5.4).

Таблица 4.5.4

Распределение количественных показателей макрозообентоса на станциях на расстоянии 800 м от оголовка выпуска СБО «Северная» в разные съемки в период 2008–2010 гг.

Дата отбора проб	Станция	Глубина, м	Количество таксонов	Численность, экз. · м$^{-2}$	Биомасса, г · м$^{-2}$	
					всего	кормовой компонент
15.10.2008 г.	СС 800	2,5	6	6760	16,01	16,01
– « –	СВ 800	6,0	11	4020	294,15	257,15
– « –	СЮ 800	4,5	5	9630	25,61	25,61
07.07.2009 г.	СС 800	1,5	9	42430	118,410	118,410
– « –	СВ 800	6,0	10	2290	326,960	80,960
– « –	СЮ 800	7,0	7	1750	43,930	43,930
25.06.2010 г.	СВ 800	8,0	7	2700	442,170	123,170
– « –	СЮ 800	6,0	12	5510	427,620	73,620
Среднее	–	4,8	8	9386	211,858	92,357

Наиболее высокая средняя численность бентоса (15490 экз. · м$^{-2}$) была отмечена в июле 2009 г., наиболее высокая биомасса (434,895 г · м$^{-2}$) – в июне 2010 г., при этом средняя численность (4105 экз. · м$^{-2}$) была минимальной.

По результатам трех съемок наиболее высокая численность (24580 экз. · м$^{-2}$) и наименьшая средняя биомасса (67,210 г · м$^{-2}$) были на ст. СС 800 (глубина 1,5–2,5 м, мелкий заиленный песок). На ст. СВ 800 и ст. СЮ 800 (глубина 4,5–8,0 м, мелкий плотный заиленный песок, песок с илом и ил серый с песком) средняя численность была в 4,4–8,2 раза ниже, а биомасса – соответственно в 2,5–5,3 раза выше, чем на ст. СС 800. Объясняется это тем, что на глубине 1,5–4,5 м среди основных таксономических групп как по численности (94,9 %), так и по биомассе (54,6 %) доминировали ракообразные (главным образом *Ampelisca diadema*), масса тела которых низка. На глубине 6,0–8,0 м численность ракообразных (1074 экз. · м$^{-2}$) была в 17,3 раза ниже, чем на глубине 1,5–4,5 м (18606 экз. · м$^{-2}$); численности основных таксономических групп (червей, моллюсков, ракообразных) были практически одинаковыми (30,4 – 36,6 %), а по биомассе (95,4 %) преобладали моллюски. В целом на расстоянии 800 м от оголовка выпуска по численности (81,5 %) доминировали ракообразные, по биомассе (89,8 %) – моллюски.

Всего на расстоянии 800 м от оголовка средняя биомасса кормового компонента составила 92,358 г · м$^{-2}$. На глубине 1,5–4,5 м этот показатель (53,343 г · м$^{-2}$) был в 2,2 раза ниже, чем на глубине 6,0–8,0 м (115,766 г · м$^{-2}$).

Доля биомассы кормового компонента в общей биомассе бентоса на расстоянии 800 м от оголовка составила 43,6 %, в том числе на глубине 1,5–4,5 м – 100,0 %, на глубине 6,0–8,0 м – 37,7 %. В составе биомассы кормового бентоса доминировали моллюски (76,5 %).

Среди основных трофических групп по количеству таксонов (10) и численности (91,3 %) доминировали детритофаги, по биомассе – сестонофаги (88,8 %) (табл. 4.5.5). Индекс однообразия пищевой структуры составил 0,73. На глубине 1,5–4,5 м по биомассе преобладали детритофаги (64,4 %), на глубине 6,0–8,0 м – сестонофаги (94,4 %). На глубине 1,5–4,5 м индекс однообразия пищевой структуры составил 0,31, на глубине 6,0–8,0 м – 0,84. По количеству таксонов (15), численности (94,4 %) и биомассе (99,2 %) лидировали организмы инфауны. За исключением одного малочисленного сессильного вида *Amphibalanus improvisus* (4 экз. · м$^{-2}$, 0,225 г · м$^{-2}$) весь бентос относится к вагильному комплексу.

Таблица 4.5.5

Сравнительная характеристика количественных показателей основных трофических групп макрозообентоса на расстоянии 800 м от оголовка выпуска СБО «Северная» в период 2008–2010 гг.

Основная трофическая группа	Количество таксонов	Средняя численность		Средняя биомасса	
		экз. · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
Глубина 1,5–4,5 м					
Сестонофаги	3	485	2,5	18,774	35,2
Детритофаги	6	19073	97,3	34,350	64,4
Растительно-детритоядные	2	6	–	0,086	0,2
Фитофаги	1	43	0,2	0,133	0,2
Всего	12	19607	100,0	53,343	100,0
Глубина 6,0–8,0 м					
Сестонофаги	7	194	6,0	289,696	94,4
Детритофаги	7	2262	69,5	15,098	4,9
Фитофаги	2	798	24,5	2,172	0,7
Всего	16	3254	100,0	306,966	100,0
Среднее					
Сестонофаги	7	302	3,2	188,099	88,8
Детритофаги	10	8567	91,3	22,310	10,5
Растительно-детритоядные	2	2	–	0,033	–
Фитофаги	2	515	5,5	1,408	0,7
Всего	21	9386	100,0	211,858	100,0

Зарегистрированы четыре вида-вселенца (*Polydora cornuta, Anadara inaequivalvis, Mya arenaria, A. improvisus*). Их суммарная численность составила 0,9 %, биомасса – 64,6 %.

На мелком заиленном песке на глубине 1,5–4,5 м выделен биоценоз *Ampelisca diadema – Lentidium mediterraneum*, на глубине 6,0 м – биоценоз *Chamelea gallina,* на сером иле с песком и сером иле – биоценоз *M. arenaria.*

Расстояние 1000, 1200 и 1500 м от оголовка выпуска. Пробы отбирали только в восточном направлении во время съемок в 2009 и 2010 гг. Глубина нарастала медленно: на удалении 1000 м от оголовка выпуска (ст. С) она составляла 7,5–8,5 м, на 1200 м – 8,0–9,5 м, на 1500 м – 8,0–9,0 м. Донные отложения на удалении 1000–1500 м были представлены серым илом. По сравнению со станциями, выполненными на расстоянии 300 и 800 м от оголовка выпуска, макрозообентос характеризовался более бедным качественным составом и более низкими показателями численности, но более высокими показателями биомассы.

На удалении 1000 м от оголовка средние численность (1425 экз. · м$^{-2}$) и биомасса (485,790 г · м$^{-2}$) были ниже, чем на расстоянии 1200 и 1500 м, где эти показатели были почти одинаковыми. Здесь зарегистрированы 9 таксонов, на расстоянии 1200 и 1500 м – по 11.

Среди основных таксономических групп по численности (64,9–83,0 %) и биомассе (97,2–97,9 %) доминировали моллюски (главным образом инвазийные виды *M. arenaria* и *A. inaequivalvis*).

Несмотря на значительную биомассу бентоса (485,790–851,650 г · м$^{-2}$), биомасса кормового компонента была низкой (60,790–39,170 г · м$^{-2}$). По мере удаления от оголовка выпуска доля биомассы кормового бентоса постепенно снижалась. Так, на расстоянии 1000 м она составляла 12,5 %, на 1200 м – 6,0 %, на 1500 м – 5,4 %. На расстоянии 1000 и 1200 м в составе биомассы кормового бентоса доминировали моллюски (78,4–65,3 %), на удалении 1500 м биомасса червей (52,7 %) и моллюсков (47,3 %) была почти одинаковой.

Среди основных трофических групп по численности доминировали детритофаги, причем по мере удаления от оголовка выпуска их доля увеличилась (с 77,2 % на удалении 1000 м до 83,2 % на удалении 1500 м); по биомассе – сестонофаги (96,7–97,8 %) (табл. 4.5.6). По причине значительного преобладания биомассы одной трофической группы индекс однообразия пищевой структуры был высоким (0,90 – 0,94).

В соответствии с характером донных отложений на удалении 1000, 1200 и 1500 м от оголовка по количеству таксонов (7–9), численности (87,2–90,0 %) и биомассе (99,8–99,9 %) организмы инфауны многократно преобладали над представителями эпифауны.

За исключением единичных сессильных форм (*Mytilaster lineatus, Mytilus galloprovincialis, Amphibalanus improvisus*) практически весь бентос (99,699,8 % численности и 99,6–99,9 % биомассы) относится к вагильному комплексу. Отмечены три инвазийных вида (*A inaequivalvis, Mya arenaria, A. improvisus*). По мере удаления от оголовка выпуска их численность уменьшилась (с 9,1 % на удалении 1000 м до 6,3 % – на удалении 1500 м), а

биомасса, наоборот, увеличилась (с 90,8 до 96,7 %). Все станции на удалении 1000–1500 м от оголовка (глубина 7,5–9,5 м, серый ил) относятся к биоценозу *Mya arenaria*. Биомасса руководящего вида на этих станциях составляла 52,1–66,7 %.

Таблица 4.5.6

Сравнительная характеристика количественных показателей основных трофических групп макрозообентоса на удалении 1000, 1200 и 1500 м от оголовка выпуска СБО «Северная» в период 2009–2010 гг.

Основная трофическая группа	Количество таксонов	Средняя численность		Средняя биомасса	
		экз. · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
Расстояние от оголовка выпуска 1000 м					
Сестонофаги	5	165	11,6	472,520	97,3
Детритофаги	3	1100	77,2	12,650	2,6
Фитофаги	1	160	11,2	0,620	0,1
Всего	9	1425	100,0	485,790	100,0
Расстояние от оголовка выпуска 1200 м					
Сестонофаги	4	190	9,4	833,100	97,8
Детритофаги	5	1585	78,3	17,675	2,1
Фитофаги	1	5	0,2	0,075	–
Плотоядные	1	245	12,1	0,800	0,1
Всего	11	2025	100,0	851,650	100,0
Расстояние от оголовка выпуска 1500 м					
Сестонофаги	3	145	6,6	702,300	96,7
Детритофаги	5	1835	83,2	22,935	3,2
Фитофаги	1	10	0,4	0,115	–
Плотоядные	2	215	9,8	0,820	0,1
Всего	11	2205	100,0	726,170	100,0

Таким образом, в период 2008–2010 гг. непосредственно у оголовка выпуска СБО «Северная» и на расстоянии до 1500 м от него на глубине 1,5–9,5 м были зарегистрированы 29 таксонов макрозообентоса (червей – 10, моллюсков – 11, ракообразных – 8). Непосредственно у оголовка встречены 15 таксонов, на удалении 300–800 м – 19–21, на удалении 1000–500 м – 9–11 (табл. 4.5.7).

У оголовка выпуска средняя численность макрофауны составила 34070 экз.·м$^{-2}$, биомасса – 120,207 г·м$^{-2}$ (табл. 4.5.8). Наиболее массовым видом (91,7 % численности, 40,8 % биомассы) был бокоплав *Ampelisca diadema.*

Таблица 4.5.7

Сравнительная характеристика состава и количественных показателей (N – средняя численность, экз. · м$^{-2}$, B – средняя биомасса, г · м$^{-2}$) макрозообентоса на разном расстоянии от оголовка выпуска СБО «Северная» в Одесском заливе в период 2008–2010 гг.

Таксон	Расстояние от оголовка выпуска, м															
	5		300		800		1000		1200		1500					
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B				
Eteone picta Quatrefages	–	–	1	0,023	–	–	–	–	–	–	–	–				
Harmothoe imbricata (L.)	–	–	1	0,004	–	–	–	–	5	0,075	5	0,100				
Glycera tridactila Schmarda	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	0,015				
Neanthes succinea Leuckart	10	0,040	136	3,644	399	6,268	635	11,410	905	15,400	615	16,500				
Hediste diversicolor O.F. Muller	880	7,380	338	2,442	166	1,960	–	–	–	–	–	–				
Spio filicornis (O.F. Muller)	307	0,463	33	0,058	10	0,019	–	–	–	–	–	–				
Polydora cornuta Bosc	–	–	1	0,001	1	0,001	–	–	–	–	–	–				
Prionospio cirrifera Wiren	–	–	–	–	–	–	–	–	35	0,025	5	0,010				
Heteromastus filiformis Claparede	13	0,013	46	0,110	345	0,955	290	0,840	575	2,175	1200	4,010				
Capitella capitata (Fabricius)	17	0,010	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–				
Mohrensternia lineolata (Michaud)	–	–	–	–	1	0,008	–	–	–	–	–	–				
Hydrobia acuta (Draparnaud)	260	0,613	251	0,691	514	1,400	160	0,620	245	0,800	215	0,820				
Amadara inaequivalvis (Bruguiere)	–	–	3	23,111	10	27,178	30	187,600	45	361,500	20	218,000				
Mytilaster lineatus (Gmelin)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	0,300				
Mytilus galloprovincialis Lamarck	–	–	–	–	–	–	–	–	5	3,350	–	–				
Cerastoderma glaucum Poiret	110	27,693	13	4,287	11	5,735	5	3,350	–	–	–	–				
Parvicardium exigium (Gmelin)	–	–	–	–	1	0,073	–	–	–	–	–	–				
Chamelea gallina (L.)	3	0,040	13	7,011	38	39,625	30	28,000	10	15,000	–	–				
Abra ovata (Philippi)	–	–	1	0,033	3	0,900	–	–	–	–	5	2,400				
Mya arenaria L.	230	19,473	47	12,213	65	109,520	95	253,100	130	453,250	120	484,000				
Lentidium mediterraneum (Costa)	940	15,333	574	19,540	174	5,745	–	–	–	–	–	–				
Amphibalanus improvisus Darwin	–	–	–	–	4	0,225	5	0,470	–	–	–	–				
Iphinoe maeotica (Sowinskyi)	43	0,037	3	0,003	1	0,001	–	–	–	–	–	–				
Iphinoe tenella G.O. Sars	7	0,010	2	0,002	4	0,004	–	–	–	–	–	–				

Окончание табл. 4.5.7

Таксон	Расстояние от оголовка выпуска, м											
	5		300		800		1000		1200		1500	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Sphaeroma pulchellum (Colosi)	–	–	–	–	1	0,020	–	–	–	–	–	–
Idotea baltica basteri Audouin	–	–	–	–	1	0,013	–	–	–	–	–	–
Ampelisca diadema A. Costa	31230	49,080	18717	25,632	7635	12,209	175	0,400	60	0,060	10	0,015
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa	3	0,007	1	0,001	3	0,001	–	–	10	0,015	–	–
Corophium bonelli (M. – Edwards)	17	0,013	1	0,001	–	–	–	–	–	–	–	–
Всего	34070	120,207	20183	98,810	9386	211,858	1425	485,790	2025	851,650	2205	726,170

Таблица 4.5.8

Сравнительная характеристика количественных показателей макрозообентоса на разном расстоянии от оголовка выпуска СБО «Северная» в Одесском заливе в период 2008–2010 гг.

Показатель	Расстояние от оголовка выпуска, м					
	5	300	800	1000	1200	1500
Глубина отбора проб, м	2,5	2,0–5,5	1,5–8,0	7,5–8,5	8,0–9,5	8,0–9,0
Количество таксонов, всего	15	19	21	9	11	11
в том числе червей	5	7	5	2	4	5
моллюсков	5	7	9	5	5	5
ракообразных	5	5	7	2	2	1
Количество таксонов на одной станции	8–12	6–11	8–12	6–11	7–11	6–11
Численность бентоса на одной станции, экз. · м$^{-2}$	24370–43140	4660–60360	2700–42430	1160–1690	1290–2760	1400–3010
Средняя численность бентоса, экз. · м$^{-2}$	34070	20183	9386	1425	2025	2205
в том числе червей, %	3,6	2,7	9,8	64,9	75,1	83,0
моллюсков, %	4,5	4,5	8,7	22,5	21,5	16,6
ракообразных, %	91,9	92,8	81,5	12,6	3,4	0,4

Окончание табл. 4.5.8

Показатель	Расстояние от оголовка выпуска, м					
	5	300	800	1000	1200	1500
Биомасса бентоса на одной станции, г · м$^{-2}$	57,190–217,180	29,240–142,080	16,010–442,170	280,000–690,780	534,970–1166,330	305,230–1147,110
Средняя биомасса бентоса, г · м$^{-2}$	120,207	98,810	211,858	485,790	851,650	726,170
в том числе червей, %	6,6	6,4	4,3	2,5	2,1	2,8
моллюсков, %	52,5	67,7	89,8	97,3	97,9	97,2
ракообразных, %	40,9	25,9	5,9	0,2	–	–
Средняя биомасса кормового бентоса, г · м$^{-2}$	120,207	67,143	92,358	60,790	51,150	39,170
в том числе червей, %	6,6	9,3	10,0	20,2	34,6	52,7
моллюсков, %	52,5	52,5	76,5	78,4	65,3	47,3
ракообразных, %	40,9	38,2	13,5	1,4	0,1	–
Средняя биомасса кормового бентоса, %	100,0	68,0	43,6	12,5	6,0	5,4
Индекс однообразия пищевой структуры	0,24	0,40	0,73	0,90	0,94	0,90
Вселенцы, количество видов	1	3	4	3	2	2
средняя численность, экз. · м$^{-2}$	230	51	80	130	175	140
средняя численность от общей, %	0,7	0,3	0,9	9,1	8,6	6,3
средняя биомасса, г · м$^{-2}$	19,473	35,326	136,924	441,170	814,750	702,000
средняя биомасса от общей, %	16,2	35,8	64,6	90,8	95,7	96,7

По мере удаления от оголовка, увеличения глубины и смены донных отложений (мелких заиленных песков на серый ил) численность макрофауны уменьшалась, а биомасса, наоборот, увеличивалась за счет относительно крупных двустворчатых моллюсков, прежде всего видов-вселенцев *Anadara inaequivalvis* и *Mya arenaria*.

Так, средняя численность бентоса на удалении 800 м была в 3,6, на удалении 1500 м – в 15,5 раза ниже, чем у оголовка, а биомасса соответственно – в 1,8 и 6,0 раза выше. Доля ракообразных в общей численности снизилась с 91,9 % у оголовка до 0,4 % на удалении1500 м, а численность червей, наоборот, увеличилась – с 3,6 до 83,0 %.

Доля биомассы моллюсков в общей биомассе бентоса увеличилась с 52,5 % непосредственно у оголовка до 97,2 % на удалении 1500 м от него. Если у оголовка длина двустворчатых моллюсков не превышала 20 мм, то с увеличением глубины их размеры, прежде всего у *M. arenaria* и *A. inaequivalvis*, увеличились до 40–50 мм. Как следствие, несмотря на увеличение общей биомассы бентоса по мере удаления от оголовка, биомасса его кормового компонента снижалась. Так, у оголовка биомасса кормового бентоса составляла 100,0 %, на удалении 800 м – 43,6 %, на удалении 1500 м – всего 5,4 %. Изменилась и сама структура биомассы кормового компонента. На удалении 1500 м, по сравнению с участком оголовка, из состава кормового бентоса практически выпали ракообразные, а биомасса червей увеличилась с 6,6 до 52,7 %.

Как у оголовка выпуска, так и на разном удалении от него, среди основных трофических групп по количеству таксонов и численности (88,4–96,8 %) доминировали детритофаги, по биомассе – сестонофаги (52,0–97,3 %). По мере удаления от оголовка индекс однообразия пищевой структуры увеличивался, составляя непосредственно у оголовка 0,24, на расстоянии 300 м – 0,40, 800 м – 0,73, 1500 м – 0,90.

В районе исследования зарегистрированы четыре вида-вселенца (*Polydora cornuta, A. inaequivalvis, M. arenaria, Amphibalanus improvisus*). Их суммарная численность в радиусе 800 м от оголовка выпуска составляла 0,3–0,9 %, на удалении 1000–1500 м – 6,3–9,1 %. По мере удаления от оголовка выпуска доля биомассы видов вселенцев в общей биомассе бентоса увеличивалась: у оголовка она составляла 16,2 %, на расстоянии 800 м – 64,6 %, на удалении 1500 м – 96,7 %.

Несомненно, что в районе оголовка выпуска должно иметь и имеет место влияние сбрасываемых вод на состав и структуру донной макрофауны, которое (теоретически) должно ослабевать по мере удаления от факела выпуска. Однако прямого влияния выпуска на макробентос прилегающего

участка дна нашими исследованиями не выявлено. Основным фактором, формирующим состав и пространственное распределение количественных показателей донной макрофауны данного участка моря, является характер донных отложений. На одном и том же расстоянии от выпуска и на почти одинаковых глубинах, но на разных типах донных отложений, состав и структура донной макрофауны имели существенные отличия.

СБО «Южная»

Район оголовка выпуска. Оголовок выпуска (ст. Ю) находится на глубине 15,0–16,0 м на илах. Во время трех съемок выполнены 3 станции, на которых зарегистрированы 17 таксонов донной макрофауны (червей – 9, моллюсков – 7, кишечнополостных – 1). По количеству таксонов (14), численности (94,3–99,6 %) и биомассе (97,7–99,8 %) лидировали вагильные организмы инфауны.

Качественный состав фауны характеризуется относительным постоянством: коэффициент общности видов между отдельными съемками составлял 50,0–60,0 %, а по итогам трех съемок – 55,6 %. Изменения качественного состава между съемками происходили за счет видов с низкими количественными показателями. Количество таксонов и численность макрозообентоса у оголовка выпуска в отдельные съемки варьировали в незначительных пределах, а биомасса в июне 2010 г. была ниже, чем в предыдущие съемки.

Среди основных таксономических групп по численности (98,0 %) преобладали черви, по биомассе – моллюски (82,3 %). Наиболее массовым видом (76,7 % численности) у оголовка выпуска была мелкая пелофильная детритоядная полихета *Heteromastus filiformis.* Наиболее весомый вклад в биомассу (65,3 %) отмечен у инвазийного двустворчатого моллюска *Mya arenaria*, длина отдельных особей которого достигала 30–50 мм. Биомасса кормового компонента составила 102,690 г · м$^{-2}$ (26,0 % от общей). Две трети (67,9 %) биомассы формировали полихеты, одну треть (32,1 %) – моллюски.

Выделены четыре трофические группы (сестонофаги, детритофаги, плотоядные, фитофаги). По численности (97,7 %) доминировали детритофаги, по биомассе (82,3 %) – сестонофаги. Индекс однообразия пищевой структуры составил 0,61.

Встречены три вида-вселенца – *Polydora cornuta, Anadara inaequivalvis* и *Mya arenaria*. В сумме они составили 6,3 % численности и 77,7 % биомассы. Во все три съемки донная макрофауна у оголовка выпуска относилась к биоценозу полихет *Neanthes succinea – Heteromastus filiformis.*

Расстояние 300 м от оголовка выпуска. На глубине 15,0–18,0 м залегают серые илы, на север и запад (в сторону берега) глубины уменьшаются

соответственно до 8,5 м и 12,0 м, а донные отложения представлены заиленной ракушей и песком с заиленной ракушей. Распределение количественных показателей макрозообентоса на отдельных станциях отражено в табл. 4.5.9.

Таблица 4.5.9

Распределение количественных показателей макрозообентоса на расстоянии 300 м от оголовка выпуска СБО «Южная» на отдельных станциях в разные съемки в период 2008–2010 гг.

Дата отбора проб	Станция	Глубина, м	Количество таксонов	Численность, экз. · м$^{-2}$	Биомасса, г · м$^{-2}$	
					всего	кормовой компонент
05.11.2008 г.	ЮС 300	8,5	14	1600	8,46	8,46
– « –	ЮВ 300	16,5	12	2010	51,59	51,59
– « –	ЮЗ 300	12,0	9	820	3,72	3,72
08.07.2009 г.	ЮС 300	16,0	9	1240	146,32	34,32
– « –	ЮВ 300	18,0	7	1640	37,47	37,47
– « –	ЮЮ 300	16,5	13	3750	176,42	138,42
– « –	ЮЗ 300	16,5	9	2100	190,62	63,12
27.06.2010 г.	ЮС 300	15,0	10	5460	113,69	37,69
– « –	ЮВ 300	16,7	9	7720	69,01	69,01
– « –	ЮЮ 300	17,0	14	10030	278,86	178,86
– « –	ЮЗ 300	15,5	11	5860	270,62	85,62
Среднее	–	15,3	11	3839	122,435	64,389

Всего зарегистрированы 30 таксонов (червей – 15, моллюсков – 10, ракообразных – 5). Средняя численность донной макрофауны на расстоянии 300 м от оголовка выпуска составила 3839 экз.·м$^{-2}$, биомасса – 122,435 г·м$^{-2}$.

Качественный состав макрозообентоса на глубине 8,5–12,0 м (заиленная ракуша и песок с заиленной ракушей, 2 станции) был беднее (17 таксонов), а средние показатели численности (1210 экз. · м$^{-2}$) и биомассы (6,090 г · м$^{-2}$) ниже, чем на глубине 15,0–18,0 м (серые илы, 9 станций) – соответственно 23 таксона, 4011 экз. · м$^{-2}$ и 148,289 г · м$^{-2}$.

Среди основных таксономических групп по численности (96,9 %) доминировали черви, по биомассе (65,7 %) – моллюски. На глубине 15,0–18,0 м (серые илы) также по численности (97,6 %) преобладали черви, по биомассе (66,2 %) – моллюски; на глубине 8,5–12,0 м (заиленная ракуша и песок с заиленной ракушей) как по численности (83,1 %), так и по биомассе (73,9 %) доминировали черви.

Наиболее массовым (67,6 %) по численности видом была мелкая детритоядная пелофильная полихета *Heteromastus filiformis*. Наиболее весомый клад в среднюю биомассу (40,8 %) отмечен у вселенца *Mya arenaria*, длина отдельных особей которого достигала 40–50 мм.

Биомасса кормового компонента составила 64,4 г · м$^{-2}$ (52,6 % от общей биомассы). Две трети ее (65,0 %) формировали полихеты, одну треть (34,8 %) – моллюски. На глубине 15,0–18,0 м на серых илах биомасса кормового компонента составила 77,3 г · м$^{-2}$ (52,2 % от общей биомассы); на глубине 8,5–12,0 м (заиленные ракуша и песок) – 6,1 г · м$^{-2}$ (100,0 %).

Среди пяти основных трофических групп по количеству таксонов (17) и численности (96,7 %) доминировали детритофаги, по биомассе (64,4 %) – сестонофаги (табл. 4.5.10). Индекс однообразия пищевой структуры составил 0,47.

Таблица 4.5.10

Сравнительная характеристика количественных показателей основных трофических групп макрозообентоса на разных глубинах на расстоянии 300 м от оголовка выпуска СБО «Южная» в период 2008–2010 гг.

Основная трофическая группа	Количество таксонов	Средняя численность		Средняя биомасса	
		экз. · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
Глубина 8,5–12,0 м; ракуша и песок заиленные					
Сестонофаги	1	10	0,8	0,30	4,9
Детритофаги	14	1185	97,9	5,60	92,0
Детрито-растительноядные	1	10	0,8	0,02	0,3
Плотоядные	1	5	0,5	0,17	2,8
Всего	17	1210	100,0	6,090	100,0
Глубина 15,0–18,0 м; ил серый					
Сестонофаги	6	75	1,9	96,259	64,9
Детритофаги	12	3876	96,6	50,890	34,3
Фитофаги	2	11	0,3	0,151	0,1
Плотоядные	3	49	1,2	0,985	0,7
Всего	23	4011	100,0	148,289	100,0
Глубина 8,5–18,0 м; все 11 станций					
Сестонофаги	6	58	1,5	78,812	64,4
Детритофаги	17	3710	96,7	42,657	34,8
Детрито-растительноядные	1	2	–	0,004	–
Фитофаги	2	19	0,5	0,124	0,1
Плотоядные	4	50	1,3	0,837	0,7
Всего	30	3839	100,0	122,435	100,0

По численности на глубине 8,5–12,0 м и 15,0–18,0 м преобладали детритофаги; по биомассе на глубине 8,5–12,0 м – детритофаги, на глубине 15,0–18,0 м – сестонофаги. На глубине 15,0–18,0 м индекс однообразия пищевой структуры составил 0,42, на глубине 8,5–12,0 м – 0,80.

В соответствии с преобладающим характером донных отложений (серые илы) по количеству таксонов (23), численности (97,5 %) и биомассе (99,3 %) лидировали организмы инфауны. По количеству таксонов (27) и биомассе (89,3 %) доминировали представители вагильного комплекса, по численности (88,1 %) – сессильного.

Отмечены четыре вида-вселенца (*Polydora cornuta, Dipolydora quadrilobata, Anadara inaequivalvis, Mya arenaria*), составившие в сумме 3,4 % численности и 53,2 % биомассы. Выделены два типа донных биоценозов, руководящими видами которых были полихеты *Neanthes succinea* – *H. filiformis* (8 станций) и *Melinna palmata* (3 станции).

Расстояние 800 м от оголовка выпуска. К северу от оголовка (ст. ЮС 800) на глубине 12,5–14,5 м залегают смешанные донные отложения (песок, ракуша, ил). На запад (ст. ЮЗ 800) на глубине 12,0 м – песок с заиленной ракушей, на остальных станциях, на глубине 15,0–20,0 м, – серый ил. В зависимости от глубины и характера донных отложений количественные показатели макрозообентоса на станциях, особенно биомасса, были распределены неравномерно (табл. 4.5.11). Средняя численность донной макрофауны на расстоянии 800 м от оголовка выпуска составила 3459 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 550,912 г · м$^{-2}$.

Таблица 4.5.11

Распределение количественных показателей макрозообентоса на расстоянии 800 м от оголовка выпуска СБО «Южная» на отдельных станциях в разные съемки в период 2008–2010 гг.

Дата отбора проб	Станция	Глубина, м	Количество таксонов	Численность экз. · м$^{-2}$	Биомасса, г · м$^{-2}$	
					всего	кормовой компонент
05.11.2008 г.	ЮС 800	13,0	12	1680	7,18	7,18
– « –	ЮВ 800	18,5	3	3870	51,52	51,52
– « –	ЮЗ 800	12,0	16	740	224,74	12,74
08.07.2009 г.	ЮС 800	14,5	21	2810	3370,42	48,42
– « –	ЮВ 800	20,0	7	5330	107,62	107,62
– « –	ЮЮ 800	18,5	10	5290	176,89	114,89
– « –	ЮЗ 800	15,0	11	2110	97,27	61,27
27.06.2010 г.	ЮС 800	12,5	20	5730	1580,22	212,22
– « –	ЮВ 800	18,0	16	4840	305,88	146,88
– « –	ЮЮ 800	18,0	13	3300	82,27	82,27
– « –	ЮЗ 800	14,5	11	2350	56,02	41,02
Среднее	–	15,9	13	3459	550,912	80,548

Как следствие, в отдельные съемки показатели макрозообентоса также были распределены неравномерно. Наиболее высокие средние показатели биомассы (938,050 г · м$^{-2}$) были отмечены в июле 2009 г., наиболее низкие (94,480 г · м$^{-2}$) – в ноябре 2008 г. (табл. 4.5.12).

По результатам трех съемок наиболее высокие показатели биомассы (1652,6 г · м$^{-2}$) отмечены на ст. ЮС 800, где на донных отложениях смешанного типа на глубине 12,5–14,5 м были отмечены поселения мидии, длина отдельных экземпляров которой достигала 55–65 мм.

Таблица 4.5.12

Распределение средних количественных показателей макрозообентоса на расстоянии 800 м от оголовка выпуска СБО «Южная» в разные съемки в период 2008–2010 гг.

Дата отбора проб	Глубина, м	Количество таксонов		Средняя численность, экз. · м$^{-2}$	Средняя биомасса, г · м$^{-2}$	
		всего	среднее		всего	кормовой компонент
05.11.2008 г.	12,0–18,5	23	10	2097	94,480	23,813
08.07.2009 г.	14,5–20,0	31	16	3855	938,050	83,050
27.06.2010 г.	12,5–18,0	35	20	4055	506,098	120,598
Среднее	–	30	16	3459	550,912	80,548

Всего зарегистрированы 44 таксона (червей – 17, моллюсков – 13, ракообразных – 11, прочих – 3), в том числе 36 – на глубине 12,0–14,5 м (ракуша и песок заиленные) и 27 – на глубине 15,0–20,0 м (ил серый). Количественные показатели бентоса по грунтам также были распределены неравномерно: на ракуше и заиленном песке (12,0–14,5 м) средняя биомасса была на порядок выше (1295,640 г · м$^{-2}$), чем на серых илах (15,0 – 20,0 м) – 125,353 г · м$^{-2}$. В целом, среди основных таксономических групп по количеству таксонов (17) и численности (72,8 %) доминировали черви, по биомассе (90,4 %) – моллюски. На глубине 12,0–14,5 м, где были поселения мидии, по численности (44,5 %) и биомассе (99,7 %) преобладали моллюски; на серых илах на глубине 15,0–20,0 м, где находились поселения *Melinna palmata*, как по численности (91,0 %), так и по биомассе (53,3 %) доминировали черви.

Видом, наиболее массовым по численности (48,0 %), на расстоянии 800 м от оголовка была детритоядная пелофильная полихета *M. palmata.* Наиболее весомый вклад в среднюю биомассу (86,1 %) отмечен у двустворчатого моллюска мидии. Биомасса кормового компонента составила 80,5 г · м$^{-2}$ (14,6 % от общей биомассы). Основу ее формировали полихеты (54,3 %) и моллюски (37,5 %). На глубине 12,0–14,5 м биомасса кормового компонента составила 70,1 г · м$^{-2}$ (или всего 5,4 % от общей биомассы); на глубине 15,0–20,0 м – 86,5 г · м$^{-2}$ (69,0 %).

Среди основных трофических групп на данном участке по количеству таксонов (18) и численности (75,8 %) доминировали детритофаги, по биомассе (91,9 %) – сестонофаги (табл. 4.5.13). Индекс однообразия пищевой структуры составил 0,81. На заиленных ракуше и песке (глубина 12,0–14,5 м) численность сестонофагов (47,8 %) и детритофагов (41,0 %) была более-менее одинаковой, по биомассе преобладали сестонофаги (99,4 %); индекс однообразия пищевой структуры составил 0,99. На сером иле (15,0–20,0 м) по численности (89,9 %) лидировали детритофаги, биомасса сестонофагов и

детритофагов составляла 47,6 % и 49,9 % соответственно, индекс однообразия пищевой структуры – 0,30.

Таблица 4.5.13

Сравнительная характеристика количественных показателей основных трофических групп макрозообентоса на разных глубинах на расстоянии 800 м от оголовка выпуска СБО «Южная» в период 2008–2010 гг.

Основная трофическая группа	Количество таксонов	Средняя численность		Средняя биомасса	
		экз.·м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
Глубина 12,0–14,5 м; ракуша и песок заиленные					
Сестонофаги	7	1310	47,8	1287,219	99,4
Детритофаги	17	1123	41,0	5,440	0,4
Детрито-растительноядные	2	122	4,5	0,920	0,1
Фитофаги	3	95	3,5	0,581	–
Плотоядные	6	90	3,2	1,480	0,1
Всего	35	2740	100,0	1295,640	100,0
Глубина 15,0–20,0 м; ил серый					
сестонофаги	8	327	8,4	59,672	47,6
детритофаги	11	3480	89,9	62,500	49,9
фитофаги	1	10	0,3	0,057	–
Плотоядные	5	53	1,4	3,124	2,5
Всего	25	3870	100,0	125,353	100,0
Глубина 12,0–20,0 м; все 11 станций					
Сестонофаги	12	684	19,8	506,053	91,9
Детритофаги	18	2623	75,8	41,752	7,6
Детрито-растительноядные	2	45	1,3	0,334	–
Фитофаги	3	41	1,2	0,247	–
Сестонофаги	9	66	1,9	2,526	0,5
Всего	44	3459	100,0	550,912	100,0

На расстоянии 800 м от оголовка выпуска по количеству таксонов (26) и численности (74,2 %) доминировали организмы инфауны, по биомассе (88,1 %) – эпифауны. По количеству таксонов (36) преобладали представители вагильного комплекса, по численности (66,8 %) и биомассе (94,2 %) – сессильного.

Зарегистрированы пять чужеродных видов (*Polydora cornuta, Dipolydora quadrilobata, Anadara inaequivalvis, Mya arenaria, Amphibalanus improvisus*), их суммарная численность составляла 5,2 %, биомасса – 12,9 %. На заиленной ракуше и песке виды-вселенцы составили 10,1 % численности и 1,3 % биомассы; на сером иле – 3,0 и 63,5 % соответственно.

Распределение донных биоценозов было мозаичным. Так, на ст. ЮС 800 (глубина 12,5–14,5 м) были выделены биоценозы *Neanthes succinea – Heteromastus filiformis* (2008 г.) и мидии (2009–2010 гг.). На ст. ЮВ 800 и ЮЮ 800 – биоценоз *Melinna palmata,* на ст. ЮЗ 800 (глубина 12,0 – 15,0 м) –

биоценозы мидии (2008 г.), *M. palmata* (2009 г.) и *N. succinea – H. filiformis* (2010 г.).

Расстояние 1100 и 1500 м от оголовка выпуска. На этом удалении пробы отбирали только в восточном направлении во время съемок в 2009 и 2010 гг. На удалении 1100 м глубина составляла 18,5–19,0 м, на 1500 м – 18,3–20,0 м. Донные отложения были однообразными и представлены серым илом. Количественные показатели макрофауны на отдельных станциях представлены в табл. 4.5.14.

Таблица 4.5.14

Распределение количественных показателей макрозообентоса на станциях на расстоянии 1100 и 1500 м от оголовка выпуска СБО «Южная» в период 2009–2010 гг.

Дата отбора проб	Станция	Глубина, м	Количество таксонов	Численность, экз. · м$^{-2}$	Биомасса, г · м$^{-2}$	
					всего	кормовой компонент
08.07.2009 г.	ЮЮ 1100	19,0	6	2710	219,71	92,21
– « –	ЮЮ 1500	20,0	3	1010	131,76	17,76
27.06.2010 г.	ЮЮ 1100	18,5	9	6350	1640,03	461,83
– « –	ЮЮ 1500	18,3	11	2740	354,46	115,46

На расстоянии 1100 м от оголовка выпуска средние показатели численности и биомассы донной макрофауны по итогам двух съемок были соответственно в 2,4 и 3,8 раза выше, чем на удалении 1500 м. Качественный состав макрофауны был относительно бедным. На удалении 1100 м от оголовка встречены 12 таксонов (червей – 6, моллюсков – 3, ракообразных – 1, прочих – 2), на расстоянии 1500 м – 13 (червей – 5, моллюсков – 6, ракообразных – 2). Среди основных таксономических групп на удалении 1100 м от оголовка по численности доминировали черви (59,3 %), на удалении 1500 м – моллюски (57,1 %); по биомассе преобладали моллюски (91,2 и 94,2 % соответственно).

Биомасса кормового компонента на удалении 1100 м от оголовка была 277,0 г · м$^{-2}$ (29,8 % от средней), на удалении 1500 м – 66,6 г · м$^{-2}$ (27,4 %). Основу биомассы кормового бентоса (70,3 % и 78,9 % соответственно) формировали моллюски, главным образом мидия.

Среди основных трофических групп на удалении 1100 м от оголовка по численности (57,1 %) доминировали детритофаги, по биомассе (91,3 %) – сестонофаги. На удалении 1500 м и по численности (52,8 %), и по биомассе (94,5 %) преобладали сестонофаги. На удалении 1100 м от оголовка выпуска индекс однообразия пищевой структуры составил 0,76, на удалении 1500 м – 0,86.

По численности и биомассе преобладали сессильные гидробионты, составляя на удалении 1100 м от оголовка выпуска соответственно 97,2 % и 93,8 %, на удалении 1500 м – 86,1 % и 74,3 %.

Отмечены по два вида-вселенца (*Anadara inaequivalvis, Amphibalanus improvisus*). На удалении 1100 м от оголовка выпуска они составляли 1,1 % численности и 5,6 % биомассы, на удалении 1500 м – 1,9 % и 23,8 %. В 2009 г. обе станции были отнесены к биоценозу *Melinna palmata,* в 2010 г. – к биоценозу мидии.

Таким образом, в период 2008–2010 гг. в районе выпуска СБО «Южная» на расстоянии до 1500 м от оголовка был зарегистрирован 51 таксон макрозообентоса (червей – 19, моллюсков – 15, ракообразных – 13, прочих – 4 (табл. 4.5.15). Непосредственно у оголовка встречены 17 таксонов, на удалении 300 м – 30, 800 м – 44, 1100 м – 12, 1500 м – 13. Средняя численность бентоса у оголовка составила 6337 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 394,717 г · м$^{-2}$ (табл. 4.5.16). Наименьшие средние показатели биомассы (122,435 г · м$^{-2}$) отмечены на расстоянии 300 м от оголовка. По мере удаления от оголовка доля червей в общей численности снижалась (с 98,0 % непосредственно у оголовка до 40,8 % на удалении 1500 м), и, соответственно, увеличивалась доля моллюсков (с 2,0 до 57,1 %).

С удалением от оголовка выпуска средняя биомасса кормового бентоса снизилась с 102,690 г · м$^{-2}$ непосредственно в месте выпуска до 66,610 г · м$^{-2}$ на расстоянии 1500 м. С увеличением удаления от оголовка доля червей в биомассе кормового компонента уменьшилась с 67,9 до 19,7 %, а доля моллюсков соответственно увеличилась (с 32,1 до 78,9 %).

Наиболее высокие средние показатели численности (397 экз. · м$^{-2}$) и биомассы (306,590 г · м$^{-2}$) видов-вселенцев отмечены у оголовка выпуска, что составило 6,3 и 77,7 % соответственно. С удалением от оголовка количественные показатели вселенцев снижались и на расстоянии 1500 м составили 35,0 экз. · м$^{-2}$ и 57,900 г · м$^{-2}$ (или 1,9 и 23,8 % соответственно).

По итогам трех съемок 2008–2010 гг. (29 станций) прямого влияния выпуска СБО «Южная» на показатели макрозообентоса прилежащего района моря не выявлено. Основным фактором, формирующим состав и пространственное распределение количественных показателей донной макрофауны, является характер донных отложений, который, в свою очередь, зависит от глубины. Анализ полученных результатов показал, что на одном и том же расстоянии от выпуска и почти одинаковых глубинах, но на разных типах донных отложений, состав и структура бентоса имели существенные отличия. В целом состояние макрозообентоса района выпуска СБО «Южная» в период 2008–2010 гг. можно охарактеризовать как удовлетворительное.

Таблица 4.5.15

Сравнительная характеристика состава и количественных показателей (N – средняя численность, экз. · м$^{-2}$; B – средняя биомасса, г · м$^{-2}$) макрозообентоса на разном расстоянии от оголовка выпуска СБО «Южная» в период 2008–2010 гг.

Таксон	Расстояние от оголовка выпуска, м															
	5		300			800			1100			1500				
	N	B	N	B		N	B		N	B		N	B			
Obelia longissima (Pallas)	+	0,027	–	–		–	–		+	0,100		–	–			
Turbellaria g. sp.	–	–	–	–		1	0,005		–	–		–	–			
Nemertini g. sp.	–	–	–	–		1	0,004		–	–		–	–			
Phyllodoce mucosa Oersted	–	–	–	–		1	0,018		–	–		–	–			
Eteone picta Quatrefages	–	–	–	–		1	0,007		–	–		–	–			
Harmothoe imbricata (L.)	13	0,653	46	0,532		34	0,588		35	0,270		20	0,360			
Harmothoe reticulata Claparede	–	–	1	0,031		16	0,138		5	0,040		-	-			
Neanthes succinea Leuckart	580	42,500	388	18,033		150	4,032		–	–		30	0,560			
Platynereis dumerilii (Aud. & M. – Edwards)	–	–	2	0,004		–	–		–	–		–	–			
Nephtys hombergii Savigny	3	0,007	1	0,249		10	1,729		60	5,460		20	0,880			
Spio filicornis (O.F. Muller)	20	0,047	62	0,157		50	0,123		–	–		–	–			
Polydora cornuta Bosc	320	0,490	104	0,246		84	0,137		–	–		–	–			
Dipolydora quadrilobata Jacobi	–	–	2	0,003		14	0,023		–	–		–	–			
Prionospio cirrifera Wiren	53	0,093	46	0,048		51	0,051		–	–		–	–			
Heteromastus filiformis Claparede	4860	16,980	2594	9,336		424	1,411		10	0,010		40	0,075			
Capitella capitata (Fabricius)	–	–	7	0,007		11	0,011		–	–		–	–			
Pectinaria koreni Malmgren	10	0,187	4	0,036		6	0,527		–	–		–	–			
Melinna palmata Grube	350	8,760	453	13,012		1662	34,944		2570	75,180		655	11,240			
Amphitrite gracilis (Grube)	–	–	6	0,136		–	–		–	–		–	–			
Oligochaeta g. sp.	–	–	6	0,005		5	0,003		5	0,005		–	–			
Phoronis euxinicola Saint-Long	–	–	–	–		17	0,017		5	0,005		–	–			
Mohrensternia lineolata (Michaud)	10	0,033	16	0,113		38	0,199		–	–		110	0,350			
Hydrobia acuta (Draparnaud)	–	–	3	0,011		–	–		–	–		–	–			
Odostomia rissoides Hanley	–	–	–	–		1	0,004		–	–		–	–			

Окончание табл. 4.5.15

Таксон	Расстояние от оголовка выпуска, м									
	5		300		800		1100		1500	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Bittium reticulatum (Costa)	–	–	–	–	1	0,042	–	–	–	–
Retusa truncatella (Locard)	–	–	3	0,025	3	0,033	–	–	–	–
Anadara inaequivalvis (Bruguiere)	23	48,433	6	14,945	2	8,618	5	50,500	5	57,000
Mytilaster lineatus (Gmelin)	–	–	–	–	24	1,353	–	–	–	–
Mytilus galloprovincialis Lamarck	3	0,020	1	0,003	532	474,073	1785	796,000	930	168,500
Cerastoderma glaucum Poiret	10	5,353	8	6,727	1	0,909	–	–	–	–
Parvicardium exigium (Gmelin)	–	–	6	0,584	31	1,618	–	–	15	0,650
Chamelea gallina (L.)	7	7,000	–	–	3	4,773	–	–	–	–
Spisula subtruncata (Costa)	20	6,467	19	6,571	3	1,009	5	1,100	5	2,520
*Abra ovata (*Philippi)	-	-	6	1,491	2	0,178	–	–	–	–
Mya arenaria L.	53	257,667	18	49,982	4	5,364	–	–	–	–
Mysella bidentata (Montagu)	–	–	–	–	–	–	–	–	5	0,030
Amphibalanus improvisus Darwin	–	–	–	–	66	5,955	45	1,200	30	0,910
Paramysis pontica Bacescu	–	–	–	–	1	0,007	–	–	–	–
Iphinoe maeotica (Sowinskyi)	–	–	1	0,001	–	–	–	–	–	–
Iphinoe tenella G.O. Sars	–	–	3	0,006	30	0,070	–	–	10	0,035
Ampelisca diadema A. Costa	–	–	1	0,013	2	0,009	–	–	–	–
Stenothoe monoculoides (Montagu)	–	–	–	–	2	0,002	–	–	–	–
Gamarus subtypicus Stock	–	–	–	–	44	0,327	–	–	–	–
Melita palmata (Montagu)	–	–	–	–	1	0,007	–	–	–	–
Dexamine spinosa (Montagu)	–	–	–	–	2	0,006	–	–	–	–
Microdeutopus gryllotalpa A. Costa	–	–	25	0,125	98	0,192	–	–	–	–
Jassa ocia (Bate)	–	–	–	–	31	0,029	–	–	–	–
Erichthonius difformis M. – Edwards	–	–	–	–	2	0,004	–	–	–	–
Corophium bonelli (M. – Edwards)	–	–	6	0,002	–	–	–	–	–	–
Molgula euproctla Drasche	–	–	–	–	3	1,364	–	–	–	–
Botryllus schlosseri (Pallas)	–	–	–	–	+	1,000	–	–	–	–
Всего	6337	394,717	3839	122,435	3459	550,912	4530	929,870	1875	243,110

Таблица 4.5.16

Сравнительная характеристика количественных показателей макрозообентоса на разном расстоянии от оголовка выпуска СБО «Южная» (Одесский морской регион) в период 2008–2010 гг.

Показатель	Расстояние от оголовка выпуска, м				
	5	300	800	1100	1500
Количество станций	3	11	11	2	2
Глубина отбора проб, м	15,0–16,0	8,5–18,0	12,0–20,0	18,5–19,0	18,3–20,0
Количество таксонов, всего	17	30	44	12	13
в том числе червей	9	15	17	6	5
моллюсков	7	10	13	3	6
ракообразных	–	5	11	1	2
прочих	1	–	3	2	-
Средняя численность бентоса, экз. · м$^{-2}$	6337	3839	3459	4530	1875
в том числе червей, %	98,0	96,9	72,8	59,3	40,8
моллюсков, %	2,0	2,2	18,6	39,6	57,1
ракообразных, %	–	0,9	8,0	1,0	2,1
прочих, %	–	–	0,6	0,1	–
Средняя биомасса бентоса, г · м$^{-2}$	394,717	122,435	550,912	929,870	243,110
в том числе червей, %	17,7	34,2	7,9	8,7	5,4
моллюсков, %	82,3	65,7	90,4	91,2	94,2
ракообразных, %	–	0,1	1,2	0,1	0,4
прочих, %	–	–	0,5	–	–
Средняя биомасса кормового бентоса, г · м$^{-2}$	102,690	64,389	80,548	277,020	66,610
в том числе червей, %	67,9	65,0	54,3	29,2	19,7
моллюсков, %	32,1	34,8	37,5	70,3	78,9
ракообразных, %	–	0,2	8,2	0,5	1,4
Средняя биомасса кормового бентоса, % от общего	26,0	52,6	14,6	29,8	27,4
Индекс однообразия пищевой структуры	0,61	0,47	0,81	0,76	0,86
Вселенцы, количество видов	3	4	5	2	2
средняя численность, экз. · м$^{-2}$	397	129	179	50	35
средняя биомасса, г · м$^{-2}$	306,590	65,176	71,131	51,700	57,910

4.6. POLYCHAETA ЗОНЫ ВЫПУСКА ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОКОВ

СБО «Северная». За период исследования в макрозообентосе зарегистрировано 10 видов полихет. Наиболее часто встречаемыми были *Alitta succinea* (73,1 %), *Heteromastus filiformis* (57,7 %), *Hediste diversicolor* (46,1 %), *Spio filicornis* (42,3 %). Встречаемость других видов колебалась от 3,8 до 11,5 %. Средний показатель общей численности полихет в данном районе составил 946 экз. · м$^{-2}$, биомассы – 9,808 г · м$^{-2}$. Наибольший вклад в численность вносили *A. succinea* (35,6 %), *S. filicornis* (29,8 %) и *H. diversicolor* (28,5 %). Доля остальных представителей колебалась от 0,01 до 5,3 %. По биомассе доминировал *A. succinea* (66,5 %). Относительный показатель биомассы *H. diversicolor* составил 23,5 %. Вклад остальных видов в этот показатель был низким и варьировал от 0,01 до 8,9 %.

Для изучения структурной организации многощетинковых червей и их пространственного распределения в данном районе осуществлена иерархическая кластеризация станций, что позволило выделить два видовых комплекса полихет (рис. 4.6.1). Об их статистически надежном разграничении свидетельствуют результаты однофакторного анализа сходства (ANOSIM-тест): R-статистика = 0,97, на уровне значимости 0,1 %.

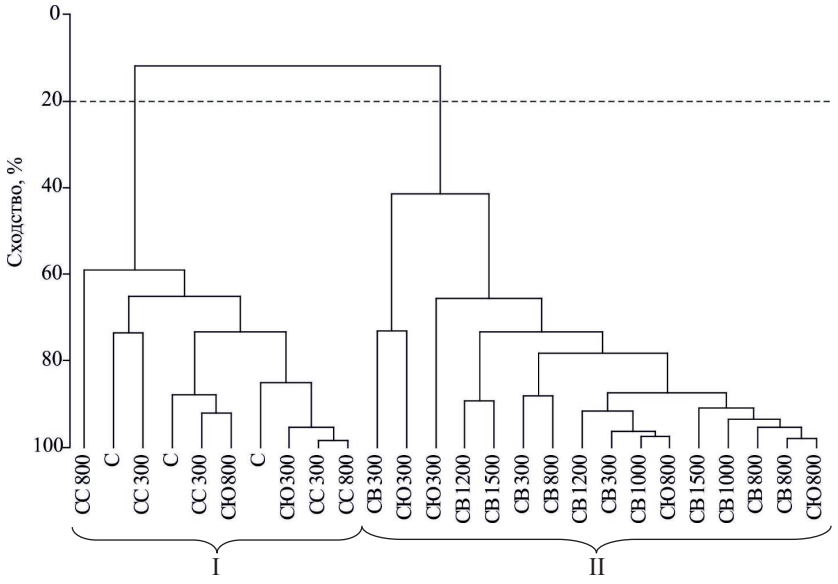


Рис. 4.6.1. Дендрограмма относительного сходства станций, выполненных в районе СБО »Северная» (по коэффициенту Брея – Кёртиса на основании биомассы полихет)

Средний уровень сходства станций внутри I группы составил 71,3 % (SIMPER-анализ), 81,7 % которого приходились на долю *H. diversicolor*. В нем зарегистрировано 5 видов полихет, из которых количественно доминировал определяющий вид *H. diversicolor*. Его средняя биомасса составила 5,973 г · м$^{-2}$ при численности 699 экз. · м$^{-2}$. Также относительно обильным был *S. filicornis* (125 экз. · м$^{-2}$). *A. succinea*, *H. filiformis* и *Capitella capitata*. здесь отмечены единичными особями. Показатель общей численности полихет этого сообщества достигал 838 экз. · м$^{-2}$, биомассы – 6,207 г · м$^{-2}$. Оно характеризовалось низкими показателями разнообразия. Так, индекс Шеннона составил всего 0,75 бит · особь$^{-1}$, а показатель доминирования Симпсона – 0,72, что указывает на доминирование одного вида. Данный таксоценоз располагался, как правило, на небольших глубинах (1,5–3,0 м), где залегают песчаные субстраты. На станциях, вошедших в кластер II, отмечено сообщество *A. succinea* и *H. filiformis*, которое развивалось на глубине от 3,0 до 9,5 м в основном на илистых субстратах с примесью песка. Средний уровень сходства станций внутри выделенной группы составил 71,1 %, 71,0 % которого приходилось на долю *A. succinea*. В данном видовом комплексе зарегистрировано 9 видов полихет. Средняя биомасса *A. succinea* составила 10,587 г · м$^{-2}$ при средней численности 544 экз. · м$^{-2}$. Относительно высоким показателем численности в данном сообществе характеризовался вид *H. filiformis* (456 экз. · м$^{-2}$, при биомассе 1,417 г · м$^{-2}$). *Mysta picta*, *Harmothoe imbricata*, *Glycera tridactila, H. diversicolor*, *S. filicornis, Polydora cornuta* и *Prionospio cirrifera* встречались крайне редко и были представлены единичными особями.

Показатель общей численности достигал 1014 экз. · м$^{-2}$, биомассы – 12,059 г · м$^{-2}$. Индекс Шеннона составил 1,12 бит · экз$^{-1}$, показатель доминирования Симпсона – 0,49.

Сравнительный анализ двух выделенных фаунистических комплексов показывает достоверные отличия в их видовой структуре, среднее межгрупповое различие достигало 99,2 %. Как указано выше, эти сообщества распределяются в первую очередь в зависимости от типа субстрата и развиваются на различной глубине. Непосредственного влияния выпуска на качественные и количественные показатели таксоцена многощетинковых червей в зависимости от удаления от его оголовка не зафиксировано.

Таким образом, в районе СБО «Северная» обнаружены два достоверно отличающихся по своей структуре видовых комплекса полихет. Необходимо отметить, что один из них определяет нереида *H. diversicolor* – вид, не регистрируемый на протяжении нескольких десятков лет в ОМР и, в целом,

встречающийся в СЗЧМ в современный период только в лиманах и опресненных прибрежных районах.

СБО «Южная». За период исследования зарегистрировано 17 видов полихет. Наиболее часто встречались *H. filiformis* (86,2 %), *Melinna palmata* (82,8 %), *A. succinea* (75,9 %), *P. cornuta* (72,4 %), *H. imbricata* (58,6 %) и *S. filicornis* (55,2 %). Показатель общей численности полихет в данном районе составил 3241 экз. · м$^{-2}$, биомассы – 46,136 г · м$^{-2}$. Наиболее многочисленными в данном районе были *H. filiformis* (50,9 %) и *M. palmata* (32,7 %). По биомассе доминировала *M. palmata* (54,3 %). Значительный вклад в этот показатель вносили *A. succinea* (27,8 %) и *H. filiformis* (12,7 %). Доля остальных видов составляла всего 0,01–2,6 %.

Иерархическая кластеризация станций позволила выделить два таксоценотических комплекса, формирующихся на станциях, разделившихся на уровне сходства около 30,0 % на два кластера, во втором кластере выделены две подгруппы станций (рис. 4.6.2).

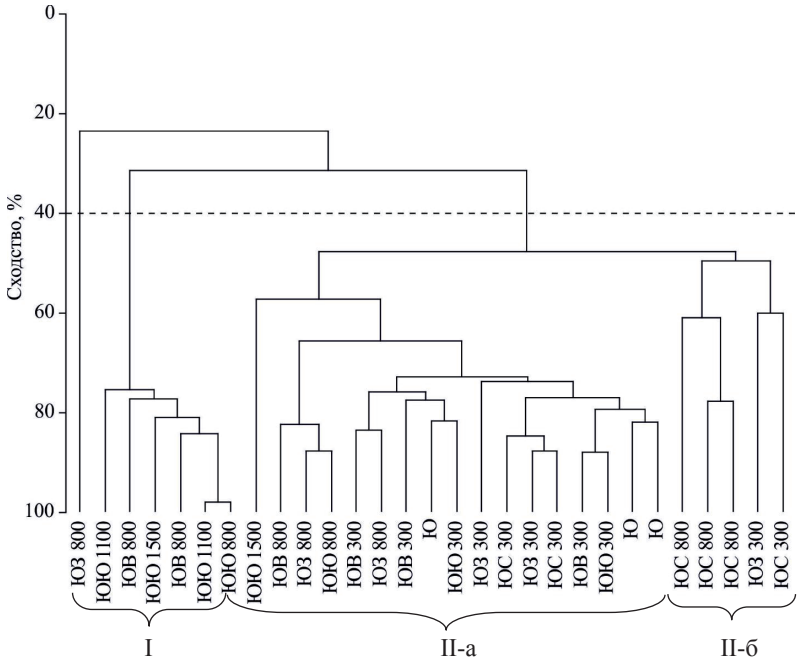


Рис. 4.6.2. Дендрограмма относительного сходства станций, выполненных в районе СБО »Северная» (по коэффициенту Брея – Кёртиса на основании биомассы полихет макрозообентоса)

О статистически надежном разграничении выделенных фаунистических комплексов полихет свидетельствуют результаты однофакторного анализа сходства (ANOSIM-тест) выделенных групп станций: R-статистика = 0,90 на уровне значимости 0,1 %.

В кластер I объединены станции, на которых развивалось сообщество *M. palmata* и *Nephtys hombergii*. Их средний уровень сходства составил 79,9 % (SIMPER-анализ). Более 90,0 % этого показателя приходились на долю определяющих сходство вышеуказанных видов. Всего в данном видовом комплексе зарегистрировано 5 видов полихет. Как по численности, так и по биомассе здесь доминировала *M. palmata* (2872 экз. · м$^{-2}$ и 59,477 г · м$^{-2}$ соответственно). Биомасса *N. hombergii* составила 3,367 г · м$^{-2}$, при этом его численность была очень низкой (всего 35 экз. · м$^{-2}$). Обилие *H. filiformis* составило 275 экз. · м$^{-2}$, *H. imbricata* и *Harmothoe reticulata* в данном сообществе были немногочисленны. Средняя численность этого видового сообщества составила 3197 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 63,935 г · м$^{-2}$. Показатель разнообразия по Шеннону составил всего 0,55 бит · экз$^{-1}$, доминирования по Симпсону – 0,81. Данный таксоценотический комплекс располагался на глубине 18–20 м, на удалении 300 и более метров от оголовка выпуска, занимая илистые субстраты. Количественные характеристики и показатели разнообразия указывают на близкое сходство рассматриваемого видового комплекса с сообществом *M. palmata* и *N. hombergii,* зарегистрированным на илах в ОМР.

На станциях, вошедших в кластер II-а, отмечено сравнительно разнообразное сообщество. Средний уровень сходства станций, внутри выделенной группы составил 70,8 %, более 90,0 % которого составляли *A. succinea*, *H. filiformis*, *M. palmata, P. cornuta* и *H. imbricata.* В данном видовом комплексе зарегистрировано 13 видов полихет. Общая численность полихет составила 4112 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 54,302 г · м$^{-2}$. Наиболее многочисленным был *H. filiformis* (2618 экз. · м$^{-2}$, при биомассе 9,052 г · м$^{-2}$). По биомассе доминировали *A. succinea* (21,269 г · м$^{-2}$, при численности 426 экз. · м$^{-2}$) и *M. palmata* (21,744 г · м$^{-2}$ и 790 экз. · м$^{-2}$). Именно в этом сообществе зарегистрирована недавно вселившаяся в Черное море *Dipolydora quadrilobata*, которая относится к видам-оппортунистам, многочисленна на румынском и болгарском шельфах, где заселяет илистые грунты и наиболее обильна в биоценозе фазеолинового ила на глубине 30–40 м (Surugiu, 2009; Todorova, 2006). Индекс Шеннона составил 1,61 бит · экз$^{-1}$, Симпсона – 0,33. Данный таксоценоз располагался, как правило, у оголовка выпуска и на удалении 300 метров, на глубине 12–20 м и занимал илистые грунты.

Третья группа станций (кластер II-б) характеризовалась сообществом, по видовому составу сходному с предыдущим, отличалась низкими показателями обилия и максимальными величинами индексов разнообразия. Всего в этом таксоценотическом комплексе зарегистрировано 12 видов многощетинковых червей. Их общая численность составила всего 932 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 5,858 г · м$^{-2}$. Индекс Шеннона достигал 2,68 бит · экз$^{-1}$, а показатель доминирования Симпсона – 0,21. Данное сообщество располагалось, как правило, на глубине 8,5–14 м на удалении от оголовка 300 и более метров и занимало смешанный тип субстрата. По качественному составу и разнообразию оно близко к сообществу мелких детритофагов, которое было зарегистрировано на ракушечных субстратах в ОМР.

Сравнительный анализ выделенных видовых комплексов полихет показал наличие четких структурных отличий этих сообществ. Так сообщество *M. palmata* и *N. hombergii* характеризовалось самым высоким показателем биомассы и низким разнообразием. Сообщество, развивающееся на смешанном типе субстрата, отличалось сравнительно высокими показателями разнообразия.

В районе выпуска СБО «Южная», который функционирует круглогодично, проведен анализ распределения численности и биомассы трех видов-оппортунистов *A. succinea*, *P. cornuta* и *H. filiformis*. В СЗЧМ и в ОМР, в частности, они максимально развились и стали доминирующими в период наиболее сильного антропогенного пресса на данную акваторию (1980-е – начало 1990-х гг.). В современный период отмечено уменьшение количественных показателей этих полихет в ОМР, в то же время в районе рассматриваемого выпуска их численность и биомасса сохраняются на высоком уровне. Как видно из представленных ниже рисунков (рис. 4.6.3, 4.6.4, 4.6.5), количественные показатели указанных оппортунистических многощетинковых червей максимальных значений достигают непосредственно у оголовка выпуска и уменьшаются на удалении от него. Обнаруженная закономерность распределения их обилия в районе выпуска СБО «Южная» с характерной его концентрацией у оголовка может представлять собой непосредственный отклик данных видов на этот тип антропогенного влияния.

Таким образом, наибольшие средние показатели численности и биомассы многощетинковых червей макрозообентоса зарегистрированы в районе выпуска СБО «Южная». У выпуска СБО «Северная» отмечены сообщества, характеризующиеся низкими показателями разнообразия. Концентрация численности и биомассы оппортунистов *A. succinea*, *P. cornuta* и *H. filiformis* у оголовка выпуска СБО «Южная» может представлять собой непосредственный отклик таксоцена полихет на загрязняющее влияние сточных хозяйственных вод.

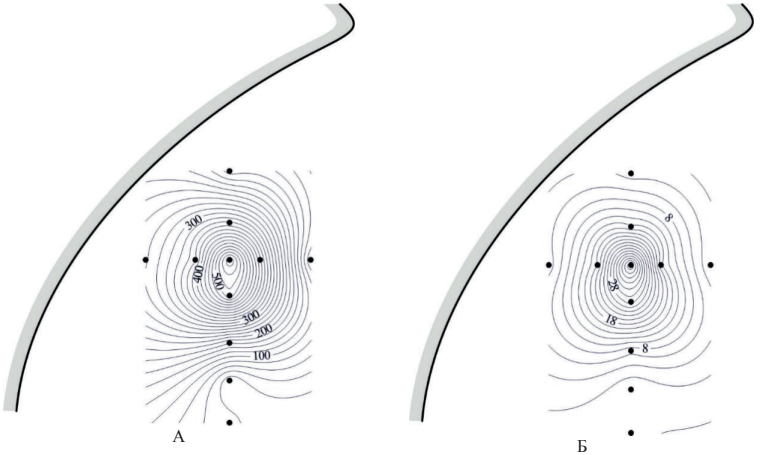


Рис. 4.6.3. Схема распределения численности (экз. · м$^{-2}$) (А) и биомассы (г · м$^{-2}$) (Б) *Alitta succinea* в районе выпуска СБО «Южная»

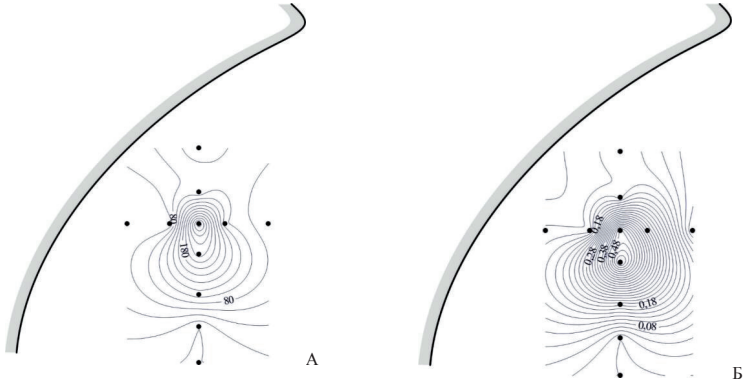
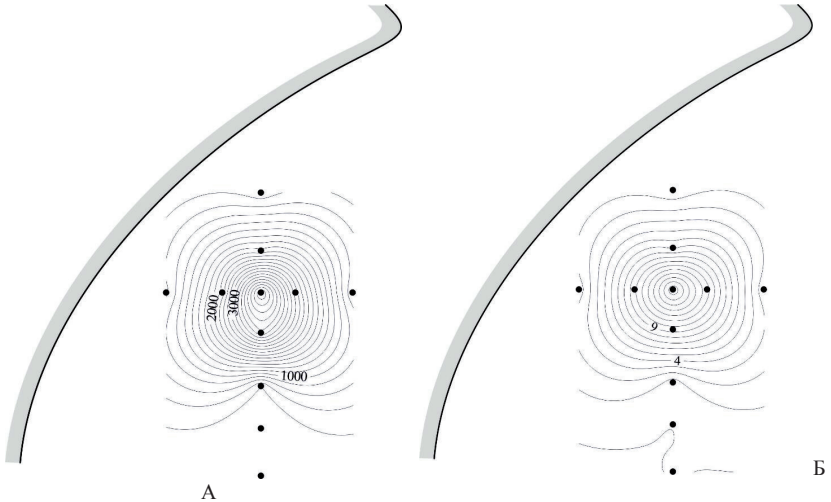


Рис. 4.6.4. Схема распределения численности (экз. · м$^{-2}$) (А) и биомассы (г · м$^{-2}$) (Б) *Polydora cornuta* в районе выпуска СБО «Южная»



А Б

Рис. 4.6.5. Схема распределения численности (экз. · м$^{-2}$) (А) и биомассы (г · м$^{-2}$) (Б) *Heteromastus filiformis* в районе выпуска СБО «Южная»

4.7. AMPHIPODA ЗОНЫ ВЫПУСКА ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОКОВ

Фауна ОМР вообще, и амфиподы в частности подвержены всё возрастающей антропогенной нагрузке. Сюда сбрасывается большое количество сточных и дренажных вод. Особое место в перечне источников антропогенной эвтрофикации занимают места сброса вод СБО. В ОМР их два – в районе Пересыпи (СБО «Северная») и Дачи Ковалевского (СБО «Южная»). Пробы отбирали с 2008 по 2010 г.

В районе выпуска СБО «Северная» пробы отбирали на глубине от 2,5 до 8,5 м, в районе выпуска СБО «Южная» – 15,3 до 19,2 м. Пробы на остальных участках региона отбирали в среднем на глубинах от 8,5 м до 20,0 м). Максимальные значения численности отмечены непосредственно у оголовка выпуска СБО «Северная» и на расстоянии 300 м от него – 4447 ± 4446 и 1895 ± 1894,63 экз. · м$^{-2}$ соответственно. Наибольшие значения биомассы в районе выпуска СБО «Северная» были непосредственно у оголовка и на расстоянии 300 и 1000 м – 2,38 ± 2,38 г · м$^{-2}$, 3,65 ± 3,65 г · м$^{-2}$ и 3,39 ± 3,39 г · м$^{-2}$ соответственно, встречаемость представителей отряда Amphipoda на этих точках 100 и 66,7 % (табл. 4.7.1).

В остальных участках ОМР (фоновые станции) амфиподы встречаются практически повсеместно (100 %), численность и биомасса достигают 1744,17 ± 1049,91 экз. · м$^{-2}$ и 13,95 ± 7,78 г · м$^{-2}$ и соответственно. Значения количественных показателей популяции амфипод в районе выпуска СБО

«Южная» уступают таковым у района выпуска СБО «Северная» и на фоновых станциях.

Таблица 4.7.1

Распределение количественных показателей (встречаемость – P, %; средняя численность, N, экз. · м$^{-2}$; средняя биомасса B, г · м$^{-2}$) амфипод в районах выпусков СБО «Южная» и «Северная» Одесского морского региона в период 2008–2010 гг.

СБО	Расстояние от оголовка	Глубина, м	Количество видов	P, %	N, экз. · м$^{-2}$	B, г · м$^{-2}$
«Северная»	0	2,5	3	100,0	4447 ± 4446	2,38 ± 2,38
	300	3,3	2	66,7	1895 ± 1894	3,65 ± 3,65
	800	4,8	1	33,3	629 ± 629	1,32 ± 1,32
	1000	8,0	1	33,3	40 ± 40	3,39 ± 3,39
	1200	8,75	2	66,7	15 ± 11	0,014 ± 0,009
	1500	8,5	1	33,3	2 ± 1,2	0,001 ± 0,001
«Южная»	0	16	2	40,0	0,3 ± 0,2	0,0003 ± 0,0002
	300	15,29	3	27,3	4 ± 2	0,012 ± 0,010
	800	15,86	8	72,7	15 ± 8	0,048 ± 0,030
	1100	18,75	–	–	–	–
	1500	19,15	–	–	–	–

За весь период исследований количество видов колебалось от одного до трех, за исключением точки, удаленной на 1000 м от сброса СБО «Южная», где отмечено 8 видов. Фауна амфипод, в исследуемых частях акватории ОМР моря, представлена двенадцатью видами. Согласно литературным данным, все они являются детритофагами. Амфиподы распределены неравномерно и возникают трудности в установлении массовых видов. В районе выпуска СБО «Южная» и на фоновых станциях обнаружено по 9 видов, в районе СБО «Северная» – 4. В каждом конкретном месте отбора проб количество видов колебалось от одного до трех, за исключением станции, удаленной на 1000 м от оголовка выпуска СБО «Южная», где отмечено 8 видов. В пробах, собранных на расстоянии 1100 и 1500 м от оголовка выпуска СБО «Южная», представители амфипод не обнаружены. (табл. 4.7.1; 4.7.2).

Таблица 4.7.2

Встречаемость (P, %) амфипод Одесского морского региона и выпусков СБО «Южная» и СБО «Северная» в период 2008–2010 гг.

Виды	Фоновые станции	СБО «Северная»	СБО «Южная»
Ampelisca diadema (Costa)	15,8	48,5	8,7
Corophium bonelli Milne-Edwards	7,0	3,0	21,7
Dexamine spinosa (Montagu)	12,3	–	8,7
Erichthonius difformis Milne-Edwards	–	–	4,4
Gammarus subtypicus Stock	26,3	–	8,7
Jassa ocia (Bate)	–	–	8,7
Echinogammarus olivii (Мильне-Эдвардс)	1,8	–	–
Melita palmata (Montagu)	21,1	–	4,4
Microdeutopus gryllotalpa Costa	36,8	9,1	47,8
Atylus (*Nototropis) guttatus* Costa	5,3	–	–
Stenothoe monoculoides (Montagu)	–	–	4,4
Phtisica marina Slabber	5,3	3,9	–

К наиболее часто встречаемым видам амфипод на фоновых станциях относятся *M. gryllotalpa*, *G. subtypicus* и *M. palmata*, встречаются на 36,8 %, 26,3 % и 21,1 % станций соответственно. В районе выпуска СБО «Северная» доминировал *A. diadema* – 48,5 %, остальные виды встречались редко. В районе выпуска СБО «Южная» часто встречались *M. gryllotalpa* (табл. 4.7.2).

Средняя численность амфипод в районе выпуска СБО «Северная» наибольшая (11849,3 ± 11845,5 экз. · м$^{-2}$), на фоновых станциях численность амфипод достигала 1744,2 ± 1049,9 экз. · м$^{-2}$. Основу численности в районе выпуска СБО «Северная» составляли *A. diadema* 5467,3 ± 1680,9 экз. · м$^{-2}$, численность трех других видов была крайне низкой. На фоновых станциях многочисленны *A. diadema* и *M. gryllotalpa* – 206,7 ± 201,0 экз. · м$^{-2}$ и 130,0 ± 41,8 экз. · м$^{-2}$ соответственно, показатели численности остальных видов варьировала от 0,6 ± 0,6 экз. · м$^{-2}$ у *E. olivii* до 16,9 ± 8,2 экз. · м$^{-2}$ у *M. palmata*. Средняя численность амфипод в районе выпуска СБО «Южная» была наименьшая – 195,8 ± 114,9 экз. · м$^{-2}$, основу численности составляли *M. gryllotalpa и G. subtypicus*. (табл. 4.7.3).

Средняя биомасса амфипод на фоновых станциях составляла 3,158 ± 1,774 г · м$^{-2}$. Наибольший вклад в формирование биомассы вносят *D. spinosa* и *A. guttatus* – 1,700 ± 1,518 г · м$^{-2}$ и 0,756 ± 0,755 г · м$^{-2}$. Биомасса в районе сброса вод СБО «Северная» – 10,011 ± 2,920 г · м$^{-2}$. В этом месте отмечена наибольшая численность и биомасса одного вида *A. diadema*. Биомасса остальных видов (*M. gryllotalpa, C. bonelli* и *P. marina)* в этом районе незначительна. В районе сброса вод СБО «Южная» зарегистрирована набольшая средняя масса амфипод – 16,000 ± 1,633 г · м$^{-2}$ (табл. 4.7.4).

Таблица 4.7.3

Средняя численность (N, экз. · м$^{-2}$) амфипод Одесскогоморского региона и районов выпусков СБО «Южная» и СБО «Северная» в период 2008–2010 гг.

Вид	Фоновые станции	СБО «Северная»	СБО «Южная»
Ampelisca diadema	206,7 ± 201,0	5467,3 ± 1681,0	1,0 ± 0,7
Atylus (*Nototropis) guttatus*	1,6 ± 0,9	–	–
Corophium bonelli	4,7 ± 4,2	0,4 ± 0,4	1,9 ± 1,9
Dexamine spinosa	3,6 ± 1,8	–	1,0 ± 0,6
Erichthonius difformis	–	–	0,6 ± 0,6
Gammarus subtypicus	16,0 ± 8,1	–	15,5 ± 14,5
Jassa ocia	–	–	11,0 ± 9,7
Echinogammarus olivii	0,6 ± 0,6	–	–
Melita palmata	16,9 ± 8,2	–	0,3 ± 0,3
Microdeutopus gryllotalpa	130,00 ± 41,79	1,2 ± 0,9	43,9 ± 20,9
Stenothoe monoculoides	–	–	0,7 ± 0,7
Phtisica marina	0,9 ± 0,5	0,04 ± 0,04	–
Gammarus subtypicus	16,0 ± 8,1	–	15,5 ± 14,5

Таблица 4.7.4

Средняя биомасса (г · м$^{-2}$) амфипод амфипод Одесского морского региона и районов выпусков СБО «Южная» и СБО «Северная» в период 2008–2010 гг.

Вид	Фоновые станции	СБО «Северная»	СБО «Южная»
Ampelisca diadema	0,421 ± 0,396	10,009 ± 2,920	0,008 ± 0,005
Atylus (*Nototropis) guttatus*	0,756 ± 0,755	–	–
Corophium bonelli	0,002 ± 0,002	0,0004 ± 0,0004	0,001 ± 0,001
Dexamine spinosa	1,700 ± 1,518	–	0,003 ± 0,002
Erichthonius difformis	–	–	0,001 ± 0,001
Gammarus subtypicus	0,085 ± 0,057	–	0,116 ± 0,112
Jassa ocia	–	–	0,010 ± 0,010
Echinogammarus olivii	0,001 ± 0,001	–	–
Melita palmata	0,034 ± 0,013	–	0,003 ± 0,003
Microdeutopus gryllotalpa	0,158 ± 0,050	0,0015 ± 0,0012	0,113 ± 0,064
Stenothoe monoculoides	–	–	0,001 ± 0,001
Phtisica marina Slabber	0,001 ± 0,0001	0,0004 ± 0,0004	–
Среднее	0,263 ± 0,147	0,834 ± 0,834	0,021 ± 0,013

Наибольшее количество видов отмечено на ракушечных и песчаных грунтах. На фоновых станциях на ракушечных грунтах отмечено 9 видов, на остальных типах грунтов отмечено 6 видов. На друзах мидий с фоновых станций (этот тип субстрата встречается только на фоновых станциях) обнаружено всего 3 вида Amphipoda – *A. diadema*, *G. subtypicus*, *M. gryllotalpa*. В районе выпуска СБО «Северная» обнаружено 3 вида на песчаном грунте и 2 вида на илах. В районах выпуска СБО «Южная» обнаружено 9 видов ракообразных, больше всего на песчаных грунтах и ракуше. На илах, за весь период исследований, в этом районе встречается только 2 вида амфипод (табл. 4.7.5).

Таблица 4.7.5

Количественные показатели амфипод на различных типах субстратов в Одесском регионе и районов выпусков СБО «Южная» и СБО «Северная» в 2008–2010 гг.

Участок	Субстрат	Количество видов	Средняя численность, экз. · м$^{-2}$	Средняя биомасса, г · м$^{-2}$
Одесский регион	Ил черный	6	5,9 ± 5,8	0,08 ± 0,07
	Ил серый	6	85,5 ± 77,2	0,71 ± 0,66
	Ракуша	9	34,6 ± 22,1	0,14 ± 0,09
	Песок	6	35,0 ± 30,8	0,60 ± 0,55
	Друзы мидий	3	18,1 ± 14,1	0,04 ± 0,02
	Всего	9	32,9 ± 19,8	0,26 ± 0,15
СБО «Северная»	Ил серый	2	97,6 ± 31,8	0,16 ± 0,15
	Песок	3	679,6 ± 679,5	1,23 ± 1,23
	Всего	4	455,7 ± 455,6	0,83 ± 0,83
СБО «Южная»	Ил черный	2	0,4 ± 0,3	0,0004 ± 0,0002
	Ил серый	1	0,04 ± 0,04	0,00004 ± 0,00004
	Ракуша	6	31,7 ± 18,9	0,15 ± 0,10
	Песок	8	32,8 ± 21,9	0,067 ± 0,04
	Всего	9	6,3 ± 3,7	0,02 ± 0,01

При более тщательном рассмотрении района сброса вод станции биологической очистки «Северная» удалось установить следующую зависимость. Показатели численности и биомассы амфипод уменьшаются по мере удаления от места сброса. Возможно, этот факт объясняется тем, что на этой станции приток биогенов способствовал увеличению популяции *A. diadema* (рис. 4.7.1).

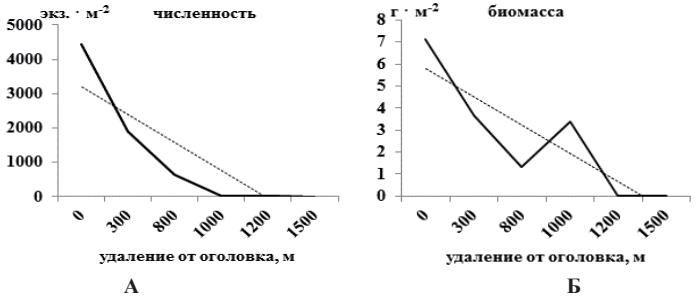


Рис. 4.7.1. Динамика средних показателей численности (А) и биомассы (Б) амфипод в районе выпуска СБО «Северная» по мере удаления от оголовка в период 2008–2010 гг.

В районе выпуска СБО «Южная» на расстоянии 800 м от «точки сброса» фауна амфипод представлена только *A. diadema*, благодаря вкладу этого же вида формируются большая численность и биомасса фауны амфипод, чем в

районе СБО «Северная». Также установлено общее уменьшение количественных показателей популяции амфипод по мере удаления от места сброса (табл. 4.7.1). На расстоянии 800 м от оголовка отмечено увеличение численности и биомассы – вероятно, это обусловлено наличием грунтов с ракушечниковыми грядами, на которых развивается сообщество обрастаний. Фауна амфипод на удалении 800 м сформирована восемью видами – *A. diadema, D. spinosa*, *E. difformis*, *G. subtypicus*, *J. ocia*, *M. palmata*, *M. gryllotalpa*, *S. monoculoides* (табл. 4.7.1; рис. 4.7.2).

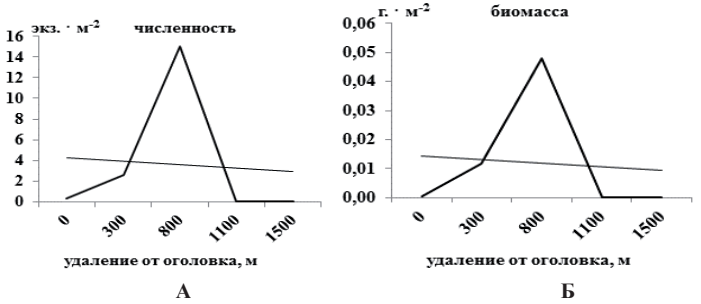


Рис. 4.7.2. Динамика средних показателей численности (А) и биомассы (Б) амфипод в районе выпуска СБО «Южная» по мере удаления от оголовка в период 2008–2010 гг.

Количественные показатели амфипод уменьшались с увеличением глубины. В районе выпуска СБО «Северная» наибольшие значения амфипод зарегистрированы на глубинах 1,5–3,2 метра (Рис. 4.7.3).

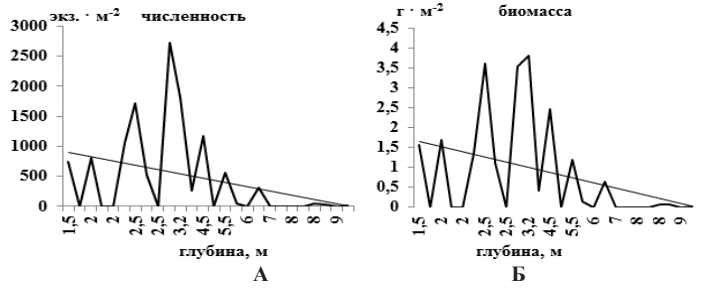


Рис. 4.7.3. Зависимость средних показателей численности (А) и биомассы (Б) амфипод от глубины в районе выпуска СБО «Северная» в период 2008–2010 гг.

Пробы в районе выпуска СБО «Южная» отбирали на глубинах от 15,3 м до 19,2 м. Максимальные показатели численности и биомассы зарегистрированы на глубине 12,0–14,5 м (рис. 4.7.4).

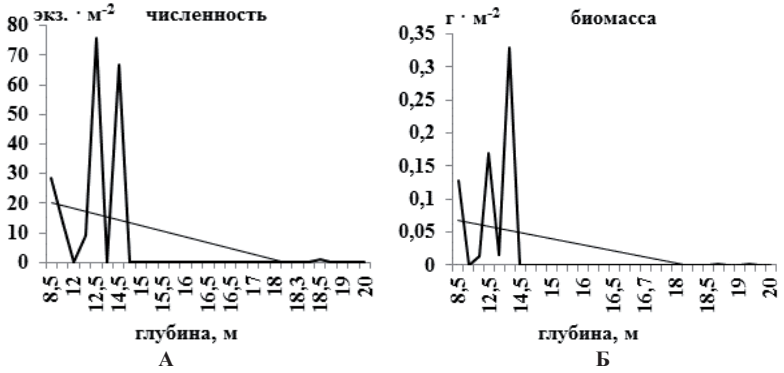


Рис. 4.7.4. Зависимость средних показателей численности (А) и биомассы (Б) амфипод от глубины в районе выпуска СБО «Южная» в период 2008–2010 гг.

4.8. MOLLUSCA ЗОНЫ ВЫПУСКА ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОКОВ

В основу работы положены материалы обработки 55 проб макрозообентоса, собранных в 2008–2010 гг. в районах выпусков СБО «Северная» и «Южная». Пробы отбирали как непосредственно у оголовков, так и на различном удалении от них, на глубинах от 2,5 до 20,0 м и различных типах донных отложений. Рассмотрены качественный состав, численность, биомасса, встречаемость и соотношения различных экологических группировок таксоцена моллюсков из района выпусков.

В районе выпуска (под районом выпуска подразумевается как сам оголовок выпуска, так и места отбора проб на различном удалении от него) СБО «Южная» отмечено 15 видов моллюсков. Из них 5 видов принадлежат к классу брюхоногих и 10 видов относятся к классу двустворчатых. 3 вида брюхоногих моллюсков (*Mohrensternia lineolata, Hydrobia acuta, Bittium reticulatum*) входят в состав трофической группы фитофагов, 2 вида (*Odostomia rissoides* и *Retusa truncatella*) являются плотоядными. Из 10 видов двустворчатых моллюсков 9 относятся к сестонофагам, 1 вид (*Abra ovata*) – к детритофагам.

В районе СБО «Северная» встречены 11 видов моллюсков – 2 вида брюхоногих и 9 – двустворчатых. Оба вида брюхоногих моллюсков (*M. lineolata, H. acuta*) относятся к группе фитофагов. Из двустворчатых моллюсков к детритофагам принадлежит *A. ovata*, остальные 8 видов принадлежат к сестонофагам.

10 видов встречены в районах обоих выпусков, остальные 6 – только в одном (табл. 4.8.1).

Таблица 4.8.1

Таксономический состав моллюсков районов выпусков СБО «Южная» и «Северная» в период 2008–2010 гг.

Вид	СБО «Южная»	СБО «Северная»	Трофическая группа
Mohrensternia lineolata (Michaud)	+	+	фитофаг
Hydrobia acuta (Draparnaud)	+	+	фитофаг
Odostomia rissoides Hanley	+	–	плотоядный
Bittium reticulatum (Costa)	+	–	фитофаг
Retusa truncatella (Locard)	+	–	плотоядный
Anadara inaequivalvis (Bruguiere)	+	+	сестонофаг
Mytilaster lineatus (Gmelin)	+	+	сестонофаг
Mytilus galloprovincialis Lamarck	+	+	сестонофаг
Cerastoderma glaucum Poiret	+	+	сестонофаг
Parvicardium exigium (Gmelin)	+	+	сестонофаг
Chamelea gallina (L.)	+	+	сестонофаг
Spisula subtruncata (Costa)	+	–	сестонофаг
Abra ovata (Philippi)	+	+	детритофаг
Mya arenaria L.	+	+	сестонофаг
Lentidium mediterraneum (Costa)	–	+	сестонофаг
Mysella bidentata (Montagu)	+	–	сестонофаг
Всего	15	11	–

В районе сброса СБО «Южная» в течение трёх лет пробы отбирали как непосредственно у оголовка, так и на удалении 300 и 800 м в северном, южном, западном и восточном направлениях от него. Показатели численности и биомассы по каждому из направлений, за годы исследований, усреднялись. В южном направлении пробы также отбирали и на удалении 1100 и 1500 м от оголовка, но из-за невозможности сравнения этих данных с аналогичными данными по другим направлениям они при вычислении средних величин не учитывались.

Общее количество видов моллюсков на удалении до 800 м от оголовка СБО «Южная» составило 9 (табл. 4.8.2). Непосредственно у оголовка отмечено 7 видов моллюсков – 1 класса брюхоногих и 6 –двустворчатых. На удалении 300 и 800 м встречены по 5 видов: по 1 виду гастропод и по 4 – двустворчатых.

В районе выпуска СБО «Южная» максимальные показатели численности (803 экз. · м$^{-2}$) и биомассы (839,88 г · м$^{-2}$) моллюсков отмечены в северном направлении от оголовка. При этом численность и биомасса *Mytilus galloprovincialis* составляли 84,2 % и 95,3 % соответственно от общих показателей моллюсков. Непосредственно у оголовка численность моллюсков была 127 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 324,97 г · м$^{-2}$. Основной вклад в биомассу моллюсков (257,60 г · м$^{-2}$ или 79,3 %) на ст. Ю вносила *Mya arenaria* (табл.

4.8.3). Этот вид встречался почти на всех станциях, кроме станций восточного направления. Двустворка *Anadara inaequivalvis* также имела высокую встречаемость и не была отмечена только в северном направлении. Три вида – *Mohrensternia lineolata*, *M. galloprovincialis* и *Spisula subtruncata* – отмечены на станциях всех направлений.

Таблица 4.8.2

Таксономический состав моллюсков на различном удалении от оголовка выпуска СБО «Южная» в восточном направлении в период 2008–2010 гг.

Вид	Удаление от оголовка выпуска, м		
	5	300	800
Mohrensternia lineolata (Michaud)	+	+	–
Retusa truncatella (Locard)	–	–	+
Anadara inaequivalvis (Bruguiere)	+	+	+
Mytilus galloprovincialis Lamarck	+	–	+
Cerastoderma glaucum Poiret	+	+	–
Parvicardium exigium (Gmelin)	–	+	+
Chamelea gallina (L.)	+	–	–
Spisula subtruncata (Costa)	+	+	+
Mya arenaria L.	+	–	–
Всего	7	5	5

Если сравнить состав и количественные показатели моллюсков непосредственно у оголовка выпуска (ст. С) с аналогичными показателями на станциях на различном удалении от него, то чёткой картины влияния выпуска на состав, численность и биомассу моллюсков макрозообентоса не просматривается. Биомасса моллюсков у оголовка составила 324,27 г · м$^{-2}$; наиболее низкая биомасса (47,580 г · м$^{-2}$) была на станциях восточного направления. Минимальный показатель численности отмечен на станциях западного направления. Мидии, имеющие невысокие количественные показатели в районе выпуска, на станциях северного направления имеют значительно более высокие показатели численности и биомассы, что связано с более плотным характером грунта, в состав которого входит ракуша. Такие виды, как *A. inaequivalvis*, *Cerastoderma glaucum*, *Chamelea gallina* и *M. Arenaria*, имеют более высокие показатели биомассы в районе выпуска, чем на других станциях. Анализ средней биомассы различных видов моллюсков также не выявил жёсткой привязанности к источнику сброса. Таким образом, приведённые сравнения не выявили явной зависимости распределения и количественных показателей моллюсков исследуемого района от влияния сточных вод СБО «Южная».

Таблица 4.8.3

Состав и средние показатели численности (N, экз. · м$^{-2}$) и биомассы (B, г · м$^{-2}$) моллюсков в районе выпуска СБО «Южная» в период 2008–2010 гг.

Вид	Станция									
	Ю		ЮС		ЮЮ		ЮЗ		ЮВ	
	Глубина, м									
	15,5		13,3		17,5		14,3		18,1	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Mohrensternia lineolata	10	0,033	50	0,278	13	0,075	22	0,103	20	0,140
Hydrobia acuta	–	–	5	0,020	–	–	–	–	–	–
Odostomia rissoides	–	–	2	0,007	–	–	–	–	–	–
Bittium reticulatum	–	–	–	–	–	–	2	0,077	–	–
Retusa truncatella	–	–	–	–	13	0,140	–	–	2	0,013
Anadara inaequivalvis	23	48,430	–	–	8	1,600	5	23,800	3	18,330
Mytilaster lineatus	–	–	40	1,247	–	–	3	1,233	–	–
Mytilus galloprovincialis	3	0,020	677	800,33	123	18,950	8	35,333	210	20,830
Cerastoderma glaucum	10	5,353	–	–	12	10,870	3	3,833	5	2,917
Parvicardium exigium	–	–	13	0,853	37	2,205	25	0,997	5	0,717
Chamelea gallina	7	7,000	2	4,167	–	–	3	4,583	–	–
Spisula subtruncata	20	6,467	2	0,013	25	10,520	5	2,233	17	4,633
Abra ovata	–	–	10	1,627	5	2,150	–	–	–	–
Mya arenaria	53	257,60	3	31,333	38	43,750	12	40,967	–	–
Всего	127	324,97	803	839,88	273	90,278	88	113,16	262	47,580
Количество видов	7		10		9		10		7	

В районе выпуска СБО «Северная» пробы отбирались по той же схеме, что и в районе выпуска СБО «Южная» – у оголовка и на удалении 300 и 800 м в северном, южном и восточном направлениях. В западном направлении пробы не отбирались из-за близости оголовка выпуска к берегу. В восточном направлении от оголовка пробы отбирали также и на удалении 1000, 1200 и 1500 м. Как и в предыдущем случае (выпуск СБО «Южная»), из-за невозможности сравнения этих данных с другими показателями при вычислении средних величин они не учитывались. Численность и биомасса по каждому из направлений усреднялась.

Станции отбора проб в районе выпуска СБО «Северная» отличаются небольшими глубинами (2,0–7,5 м, у оголовка – 2,5 м) и однородным характером донных отложений – мелким заиленным песком. Отмечено 9 видов моллюсков, из них два вида брюхоногих – *Mohrensternia lineolata* и *Hydrobia acuta* и 7 видов двустворчатых. Максимальная численность моллюсков (1543 экз. · м$^{-2}$) отмечена у оголовка выпуска (ст. С), максимальная

биомасса (233,13 г · м$^{-2}$) – на станциях восточного направления (табл. 4.8.4). Наибольшей численности (940 экз. · м$^{-2}$ или 61,1 % от общей численности) у оголовка выпуска достигал двустворчатый моллюск *Lentidium mediterraneum*. Высокие показатели численности этого вида были также на станциях северного (642 экз. · м$^{-2}$, или 88,7 %) и южного (475 экз. · м$^{-2}$, или 55,0 %) направлений. Наиболее высокие показатели биомассы *Mya arenaria* отмечены на станциях восточного (109,800 г · м$^{-2}$) и южного (53,383 г · м$^{-2}$) направлений. Четыре вида (*Hydrobia acuta*, *Cerastoderma glaucum*, *Mya arenaria* и *Lentidium mediterraneum*) встречены на всех направлениях. Таким образом, выпуск сточных вод СБО «Северная», как и выпуск СБО «Южная», на структуру популяции моллюсков существенного влияния не оказывает.

Таблица 4.8.4

Состав и средние показатели численности (N, экз. · м$^{-2}$) и биомассы (B, г · м$^{-2}$) моллюсков в районе выпуска СБО «Северная» в период 2008–2010 гг.

Вид	Станция							
	С		СС		СВ		СЮ	
	Глубина, м							
	2,5		2,0		7,5		4,4	
	N	B	N	B	N	B	N	B
Mohrensternia lineolata	–	–	–	–	2	0,010	–	–
Hydrobia acuta	260	0,613	34	0,103	730	1,947	308	0,887
Anadara inaequivalvis	–	–	–	–	17	59,737	2	11,167
Cerastoderma glaucum	110	27,693	13	6,483	8	5,637	15	2,507
Parvicardium exigium	–	–	–	–	–	–	2	0,097
Chamelea gallina	3	0,040	–	–	55	54,417	15	8,933
Abra ovata	–	–	–	–	2	0,733	3	0,517
Mya arenaria	230	19,473	34	1,535	85	109,80	43	53,383
Lentidium mediterraneum	940	15,333	642	24,248	63	0,850	475	15,410
Всего	1543	63,200	723	32,400	962	233,13	863	92,900
Количество видов	5		4		8		8	

Отмечена зависимость распределения численности и биомассы от глубины гастроподы *Hydrobia acuta* – по мере увеличения глубины эти показатели возрастают. Двустворчатый моллюск *Cerastoderma glaucum* имеет самые высокие показатели – 110 экз. · м$^{-2}$ и 27,693 г · м$^{-2}$ на ст. С, расположенной на глубине 2,5 м. На остальных станциях и глубинах показатели вида значительно ниже. Показатели биомассы *Mya arenaria* также проявляют зависимость от глубины.

При рассмотрении структуры питания сообщества моллюсков в районе выпуска СБО «Южная» выделены четыре трофические группы. Из них по всем направлениям по численности доминировали сестонофаги. Их значения (в процентах) варьировали в диапазоне от 73,6 % на станциях западного направления до 92,0 % непосредственно у оголовка выпуска. Наибольший показатель численности фитофагов (26,4 %) отмечен на станциях западного направления, наименьший (4,6 %) – на станциях южного направления. Доминирование сестонофагов также проявляется и по биомассе. Их показатели (97,0–99,8 %) намного превосходят показатели других трофических групп на станциях всех направлений (табл.4.8.5).

Таблица 4.8.5

Сравнительная характеристика средних показателей численности (N, экз.· м$^{-2}$) и биомассы (B, г · м$^{-2}$) трофических групп моллюсков в районе выпуска СБО «Южная» в период 2008–2010 гг.

Трофическая группа	Станция									
	Ю		ЮС		ЮЮ		ЮЗ		ЮВ	
	численность									
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Сестонофаги	117	92,0	737	91,7	243	88,8	65	73,6	240	91,7
Детритофаги	–	–	10	1,2	5	1,8	–	–	–	–
Фитофаги	10	8,0	55	6,8	13	4,6	23	26,4	20	7,6
Плотоядные	–	–	2	0,2	13	4,6	–	–	2	0,6
Всего	127	100,0	803	100,0	273	100,0	88	100,0	262	100,0
	биомасса									
	B	%	B	%	B	%	B	%	B	%
Сестонофаги	324,94	97,0	837,947	99,77	87,913	97,4	112,98	99,841	47,433	99,678
Детритофаги	–	–	1,627	0,19	2,150	2,4	–	–	–	–
Фитофаги	10,00	3,0	0,298	0,04	0,075	0,1	0,18	0,159	0,140	0,294
Плотоядные	–	–	0,007	0,001	0,140	0,1	–	–	0,013	0,027
Всего	334,94	100,0	839,879	100,0	90,278	100,0	113,16	100,0	47,586	100,0

Трофическая структура моллюсков в районе выпуска СБО «Северная» несколько отличается от таковой района СБО «Южная», хотя и присутствуют общие закономерности. В её состав входили три трофические группы, плотоядные отсутствовали. Как и районе СБО «Южная», по численности доминировали сестонофаги, а также фитофаги (табл. 4.8.6). По показателям биомассы степень доминирования сестонофагов (98,5–97 %) была ещё более высокой.

Таблица 4.8.6

Сравнительная характеристика средних показателей численности (N, экз. · м$^{-2}$) и биомассы (B, г · м$^{-2}$) трофических групп моллюсков в районе выпуска СБО «Северная» в период 2008–2010 гг.

Трофическая группа	Станция							
	С		СС		СВ		СЮ	
	численность							
	N	%	N	%	N	%	N	%
Сестонофаги	1283	83,2	689	95,3	228	23,7	552	63,9
Детритофаги	–	–	–	–	2	0,2	3	0,4
Фитофаги	260	16,8	34	4,7	732	76,1	308	35,7
Всего	1543	100,0	723	100,0	962	100,0	863	100,0
	биомасса							
	B	%	B	%	B	%	B	%
Сестонофаги	62,540	99,0	32,267	99,7	230,44	98,8	91,497	98,5
Детритофаги	–	–	–	–	0,733	0,3	0,517	0,6
Фитофаги	0,613	1,0	0,103	0,3	1,957	0,8	0,886	0,9
Всего	63,153	100,0	32,370	100,0	233,130	100,0	92,900	100,0

При сравнительном анализе сообществ моллюсков в районе выпусков СБО «Южная» и «Северная» отмечена близость их трофической структуры. В обоих районах наиболее высокие показатели численности и биомассы были у сестонофагов. Так, в районе СБО «Южная» они составляли 93,0 % и 99,7 % соответственно, в районе СБО «Северная» – 60,8 % и 99,5 % (табл.4.8.7). За сестонофагами следует группировка фитофагов. В районе СБО «Южная» численность фитофагов была 5,9 %, в районе СБО «Северная» – 39,0 %.

Таблица 4.8.7

Сравнительная характеристика средних показателей численности и биомассы трофических групп моллюсков в районах выпусков СБО «Южная» и «Северная» в период 2008–2010 гг.

Трофическая группа	Район выпуска СБО «Южная»				Район выпуска СБО «Северная»			
	численность		биомасса		численность		биомасса	
	экз. · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%	экз. · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
Сестонофаги	494	93,0	324,887	99,73	472	60,8	277,840	99,5
Детритофаги	3	0,6	0,689	0,21	1	0,2	0,490	0,2
Фитофаги	31	5,9	0,161	0,05	303	39,0	0,875	0,3
Плотоядные	3	0,5	0,029	0,01	–	–	–	–
Всего	531	100,0	325,766	100,0	776	100,0	279,204	100,0

Следует отметить, что в районах, не подвергнутых непосредственному влиянию сточных вод, группа сестонофагов в сообществе моллюсков, практически всегда имеет наиболее высокие показатели. Можно предположить, что в районах ОМР, находящихся под влиянием выпусков сточных вод СБО, значительных изменений трофической структуры таксоценоза моллюсков не произошло.

При анализе материалов, собранных в районе выпусков СБО «Северная» и «Южная», нами не выявлено существенных признаков негативного влияния сточных вод на состав, численность, биомассу и трофическую структуру донного сообщества моллюсков.

Глава 5. БИОЦЕНОЗЫ ОДЕССКОГО МОРСКОГО РЕГИОНА

Библиография о донных биоценозах ОМР сравнительно небольшая. В 1916 г., через три года после выхода фундаментальной работы С. А. Зернова о донных биоценозах Черного моря (Зернов, 1913), Н. Загоровский и Д. Рубинштейн (Загоровский, Рубинштейн, 1916) выделили в Одесском заливе на глубине 1–15 м пять биоценозов: прибрежных скал и камней, зостеры, диогенового песка, мидиевой гряды и мидиевого ила. С. Б. Гринбарт (Грінбарт, 1937, 1949), расширив зону исследования, выделил, еще один биоценоз – биоценоз *Lentidium mediterraneum*. Состав и количественные характеристики макро- и мейобентоса региона, распределение донных биоценозов в период заморов и восстановления донной фауны в 1993–1994 гг. приведены в работе Л. В. Воробьевой и соавторов (Воробьева и др., 1995, 1996). Ю. П. Зайцевым и соавторами (Зайцев и др., 1995) описаны четыре донных биоценоза залива, руководящими видами которых были двустворчатые моллюски *Mytilus galloprovincialis, Cerastoderma glaucum, Mya arenaria, L. mediterraneum*.

Состав и количественные показатели донных биоценозов ОМР в период 1994–1999 гг. на глубине 6–25 м рассмотрены в статье И. А. Синегуба и А. А. Рыбалко (Синегуб, Рыбалко, 2001). Выделены шесть донных биоценозов (*M. galloprovincialis, M. arenaria, C. glaucum, Melinna palmata, Neantes succinea, Heteromastus filiformis*. Наиболее значительные площади вдоль северных и западных берегов занимал биоценоз мидии. Временные биоценозы *N. succinea* и *H. filiformis* были выделены на илах центральной части региона во время и после заморов. В 1994–1999 гг. средняя численность 53 таксонов макрозообентоса, встреченных на 259 станциях ОМР, составляла 2055,9 экз. · м$^{-2}$, средняя биомасса – 1087,324 г · м$^{-2}$ (Синегуб, Рыбалко, 2001).

В 2009–2013 гг. в пределах ОМР выделены шесть типов донных биоценозов, руководящими видами которых были двустворчатые моллюски (*M. galloprovincialis, Chamelea gallina, M. arenaria*) и многощетинковые черви (*M. palmata, N. succinea, H. filiformis*). Наибольшие площади занимали биоценозы *M. galloprovincialis* и *M. palmata,* а также *Ch. gallina,* которые выделяли во все съемки. Остальные биоценозы выделяли эпизодически и на ограниченном количестве станций.

По сравнению с периодом 1994–1999 гг. в составе и пространственном распределении донных биоценозов ОМР произошли существенные изменения (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Сравнительная характеристика количественных показателей макрозообентоса донных биоценозов Одесского морского региона в период 1994–1999 и 2009–2013 гг.

Руководящий вид биоценоза	Количество станций		Диапазон отбора проб, м	Количество таксонов		Средние показатели	
	всего	% от общего количества		всего	среднее на одной станции	численности, экз. · м$^{-2}$	биомассы, г · м$^{-2}$
Mytilus galloprovincialis	101* 41	39,0 33,6	6–24 6–23	48 72	12 18	3797 4858	2740,8 1077,2
Mya arenaria	33 4	12,7 3,3	8–25 9–10	35 22	7 11	1259 4938	87,8 179,9
Cerastoderma glaucum	11 –	4,3 –	9–23 –	16 –	6 –	725 –	39,7 –
Melinna palmata	3 42	1,1 34,4	16–17 9–26	19 51	6 11	1267 1819	29,5 107,6
Neanthes succinea	74 3	28,6 2,5	8–24 6–22	37 22	6 9	1112 2263	31,5 20,2
Heteromastus filiformis	37 5	14,3 4,1	8–24 9–17	11 26	3 11	432 3070	3,7 74,1
Chamelea gallina	– 7	– 5,7	– 8–13	– 40	– 16	– 3829	– 506,7

* в числителе – показатели за период 1994–1999 гг., в знаменателе – за 2009–2013 гг.

Как и ранее, значительные площади дна региона (39,0 % станций в 1994–1999 гг., 33,6 % – в 2009–2013 гг.) вдоль северных и западных берегов на разных типах донных отложений на глубине 6–16 м, а также в южной части на илисто-ракушечных грунтах на глубине 17–23 м занимает автохтонный биоценоз *M. galloprovincialis.* По сравнению с периодом 1994–1999 гг., его качественный состав увеличился в 1,5 раза, средняя численность – в 1,3 раза, а средняя биомасса, наоборот, уменьшилась в 2,5 раза.

Также большие площади дна занимает биоценоз *M. palmata,* находящийся в стадии восстановления: в 1994–1999 гг. он был выделен на 3 (1,1 %) станциях, в 2009–2013 гг. – на 42 (34,4 %). Есть предположение (Лосовская, 2006), что деградация биоценоза произошла вследствие гибели молоди *M. palmata* в периоды длительной гипоксии, взрослые же особи этого вида достаточно устойчивы к неблагоприятному газовому режиму. Из-за отсутствия у *M. palmata* планктонной стадии развития, ее биоценоз восстанавливается значительно медленнее, чем, например, биоценоз мидии, вследствие оседания личинок, приносимых из других районов. Биоценоз расположен на глубине 16–26 м на илистых грунтах подводной котловины западнее оконечности Одесской банки и в подводном желобе (прадолине Днепра) севернее нее. Он занимает участки дна, где в 1994–1999 гг., в периоды массовых заморов донной фауны, располагались временные биоценозы

полихет *N. succinea* и *H. filiformis*. В 2009–2013 гг. эти биоценозы эпизодически выделяли на ограниченном количестве станций.

Значительно (с 33 до 4 станций) уменьшились площади, занимаемые ранее биоценозом вида-вселенца *M. arenaria*. В 2009–2013 гг. он был выделен на локальном участке севернее Одесского порта. Прекратил свое существование биоценоз двустворчатого моллюска *C. glaucum* (11 или 4,3 % станций), занимавший небольшие участки севернее Одесского порта и южнее мыса Большой Фонтан.

В стадии формирования находится новый для региона биоценоз *Ch. gallina,* который мы выделяем начиная с 2005 г. В этой связи интересно отметить, что в 1994–1999 гг. нами на 259 станциях не было встречено ни одного живого моллюска этого вида, хотя ранее, в 1934–1937 и 1946–1947 гг., «много *Ch. gallina* находили на песчаных, а также на илистых грунтах и на мидиевой гряде (на глубине 3,5–10,0 м)» (Грінбарт, 1949). В настоящее время биоценоз занимает небольшие площади на глубине 8–13 м у западного побережья региона и на западной оконечности Одесской банки.

В 2009– 2013 гг. наиболее высокие показатели численности и биомассы отмечены в биоценозах, руководящими видами которых были моллюски. На их фоне богатым качественным составом (рис. 5.1), высокими показателями численности (рис. 5.2) и биомассы (рис. 5.3) выделяется биоценоз мидии, который фактически и определяет состав и количественные характеристики донной макрофауны всего ОМР.

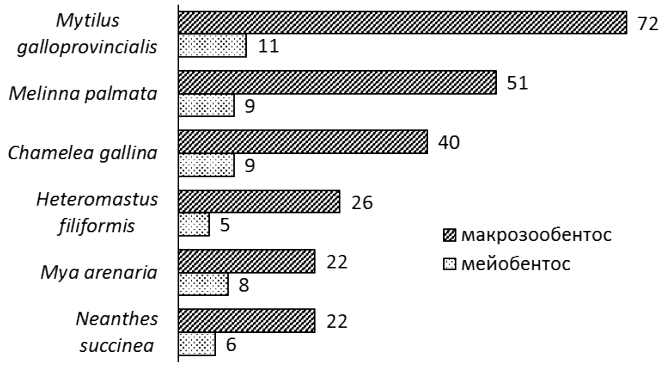


Рис. 5.1. Количество таксонов макрозообентоса и таксономических групп мейобентоса в различных биоценозах Одесского морского региона в период 2009–2013 гг.

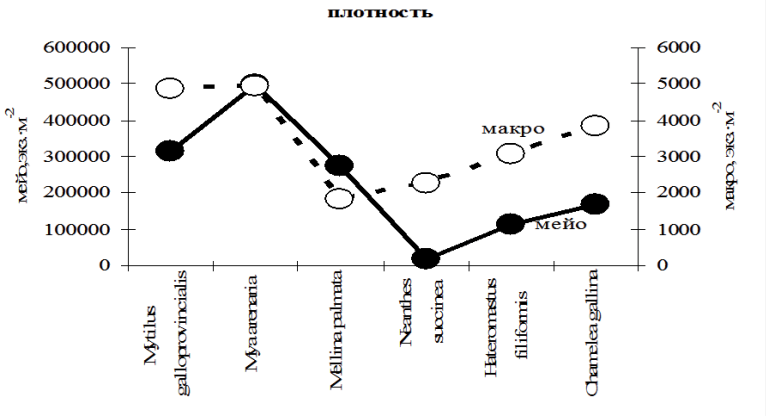


Рис. 5.2. Динамика численности мейо- и макробентоса в различных биоценозах Одесского морского региона в период 2009–2013 гг.

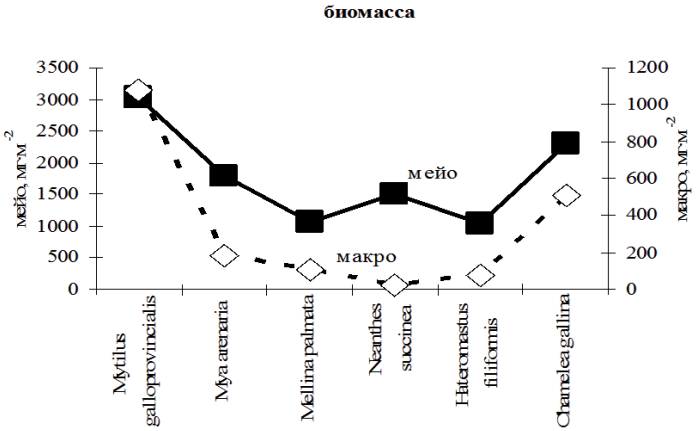


Рис. 5.3. Динамика биомассы мейо- и макробентоса в различных биоценозах Одесского морского региона в период 2009–2013 гг.

Биоценоз *Mytilus galloprovincialis*. В период 1994–1999 гг. средняя численность 48 таксонов макрозообентоса, встреченых в составе биоценоза, составляла 3797,0 экз.·м$^{-2}$, средняя биомасса – 2740,812 г·м$^{-2}$ (Синегуб, Рыбалко, 2001).

В 2009–2013гг. в биоценозе зарегистрированы 72 таксона макрозообентоса (червей – 23, моллюсков – 20, ракообразных – 24, прочих – 5). Средняя численность донной макрофауны составила 4858,1 экз.·м$^{-2}$,

средняя биомасса 1077,150 г · м$^{-2}$ (табл. 5.2). Среди основных таксономических групп по численности (65,5 %) и биомассе (98,4 %) преобладали моллюски.

Таблица 5.2

Сравнительная характеристика количественных показателей макрозообентоса донных биоценозов Одесского морского региона в период 2009–2013 гг.

Показатель	Руководящий вид биоценоза					
	Mytilus galloprovincialis	*Melinna palmata*	*Chamelea gallina*	*Mya arenaria*	*Neanthes succinea*	*Heteromastus filiformis*
диапазон глубин отбора проб, м	6–23	9–26	8–13	9–10	6–22	9–16,5
количество таксонов на одной станции	4–33	2–18	13–20	8–16	6–13	9–13
количество таксонов, всего	72	51	40	22	22	26
в том числе червей	23	17	14	9	12	9
моллюсков	20	19	13	10	5	11
ракообразных	24	12	13	3	5	5
прочих	5	3	–	–	–	1
средняя численность макробентоса, экз. · м$^{-2}$	4858	1819	3828	4937	2263	3070
руководящего вида, экз. · м$^{-2}$	1140	1189	2524	270	256	2206
руководящего вида, %	23	65	65	5	11	71
средняя биомасса макробентоса, г · м$^{-2}$	1077,2	107,6	506,7	179,9	20,2	74,1
руководящего вида, г · м$^{-2}$	983,2	19,7	421,0	87,3	8,9	7,6
руководящего вида, %	91,3	18,3	83,1	48,5	44,3	10,2
кормового бентоса, г · м$^{-2}$	107,4	53,3	152,7	130,8	20,2	43,7
кормового бентоса, %	10,0	49,6	30,1	72,7	100,0	59,0
индекс однообразия пищевой структуры	0,95	0,49	0,98	0,81	0,60	0,42
количество таксонов вселенцев, всего	8	6	5	4	4	3
средняя численность вселенцев, экз. · м$^{-2}$	4339	53	188	402	863	106
вселенцев, %	8,9	3,0	4,9	8,2	38,1	3,5
средняя биомасса вселенцев, г · м$^{-2}$	26,021	39,214	54,839	91,050	2,463	9,328
вселенцев, %	2,4	36,5	10,8	50,6	12,2	12,6

По сравнению с периодом 1994–1999 гг., количество таксонов донной макрофауны в биоценозе увеличилось в 1,5 раза, средняя численность – в 1,3 раза, а средняя биомасса снизилась в 2,3 раза, что объясняется уменьшением количества крупноразмерных мидий старших возрастных групп.

Распределение количественных показателей донной макрофауны по глубинам было неоднородным. С увеличением глубины от 6–10 до 17–23 м (и уменьшением количества выполненных станций) количество таксонов снизилось в 1,8 раза, средняя численность – в 3,7 раза, биомасса – в 3,3 раза (табл. 5.3).

Таблица 5.3

Сравнительная характеристика количественных показателей макрозообентоса в биоценозе *Mytilus galloprovincialis* Одесского морского региона на разных глубинах в период 2009–2013 гг.

Показатель	Диапазон глубин, м			Всего по биоценозу
	6–10	11–16	17–23	
средняя глубина отбора проб, м	8,9	11,9	20,3	11,9
количество таксонов, всего	59	47	33	72
в том числе червей	20	18	14	23
моллюсков	18	15	10	20
ракообразных	20	13	7	24
прочих	1	1	2	5
средняя численность макробентоса, экз. · м$^{-2}$	7096	3130	1917	4858
в том числе червей, экз. · м$^{-2}$	1022	1230	995	1088
моллюсков, экз. · м$^{-2}$	5223	1442	824	3181
ракообразных, экз. · м$^{-2}$	850	457	45	583
прочих, экз. · м$^{-2}$	0,5	0,7	51	5
средняя биомасса макробентоса, г · м$^{-2}$	1475,071	823,709	447,114	1077,150
в том числе червей, г · м$^{-2}$	5,841	6,481	16,124	7,815
моллюсков, г · м$^{-2}$	1454,003	810,776	429,359	1059,425
ракообразных, г · м$^{-2}$	8,080	5,845	1,457	6,186
прочих, г · м$^{-2}$	7,147	0,607	0,174	3,724
средняя биомасса руководящего вида, г · м$^{-2}$	1350,293	750,601	399,357	983,165
руководящего вида, %	91,5	91,1	89,3	91,3
кормового бентоса, г · м$^{-2}$	116,616	104,495	87,166	107,449
кормового бентоса, %	7,9	12,7	19,5	10,0
количество таксонов вселенцев, всего	7	7	6	8
средняя численность вселенцев, экз. · м$^{-2}$	481,0	490,0	184,0	433,0
вселенцев, %	6,8	15,7	9,6	8,9
средняя биомасса вселенцев, г · м$^{-2}$	27,430	22,556	28,926	26,021
вселенцев, %	1,9	2,7	6,5	2,4

Руководящий вид был представлен особями длиной до 75 мм, преобладали моллюски младших возрастных групп (табл. 5.4). В целом по биоценозу численность мидий длиной менее 20 мм составляла 65,8 %, в том числе: на глубине 6–10 м – 69,5 %, на глубине 11–16 м – 50,8 %, на глубине 17–23 м – 70,8 %. Показатели средней численности мидий на глубинах 11–16 м и 17–23 м были соответственно в 2,3 и 2,1 раза ниже, чем на глубине 6–10 м. Средняя биомасса руководящего вида на отдельных горизонтах составляла 89,3–91,5 % от общей, по всему биоценозу – 91,3 %.

Средняя биомасса кормового компонента по биоценозу составила 107,449 г · м$^{-2}$, а его доля – всего 10,0 % от общей, что значительно меньше, чем в других биоценозах (30,1–100,0 %). Как и в биоценозах *Ch. gallina* и *M. arenaria,* основу биомассы кормового бентоса (87,0 %) формировали

моллюски (табл. 5.5). В биоценозе мидии доля кормовых мидий (длиной до 20 мм) составила всего 5,6 % (55,531 г · м$^{-2}$) от их средней.

Таблица 5.4

Сравнительная характеристика размерного состава популяции *Mytilus galloprovincialis* в одноименном биоценозе Одесского морского региона на разных глубинах в период 2009–2013 гг.

Длина, мм	Диапазон глубин, м						Всего по биоценозу	
	6–10		11–16		17–23			
	экз. · м$^{-2}$	%	экз. · м$^{-2}$	%	экз. · м$^{-2}$	%	экз. · м$^{-2}$	%
< 10,0	973,0	61,35	203,0	29,23	358,0	47,52	605,0	53,09
10,1–20,0	129,0	8,19	150,0	21,54	175,0	23,31	144,0	12,67
20,1–30,0	226,0	14,25	221,0	31,79	144,0	19,13	210,0	18,47
30,1–40,0	166,0	10,50	92,0	13,33	67,0	8,91	124,0	10,91
40,1–50,0	63,0	3,97	23,0	3,39	7,0	0,94	40,0	3,51
50,1–60,0	21,0	1,36	4,0	0,62	1,0	0,19	12,0	1,07
60,1–70,0	4,0	0,25	–	–	–	–	2,0	0,17
> 70,0	2,0	0,13	0,7	0,10	–	–	1,0	0,11
всего	1586,0	100,0	696,0	100,0	754,0	100,0	1140,0	100,00

Таблица 5.5

Структура биомассы (г · м$^{-2}$) кормового компонента макрозообентоса донных биоценозов Одесского морского региона в период 2009–2013 гг.

Таксономическая группа	Руководящий вид биоценоза					
	Mytilus galloprovincialis	*Melinna palmata*	*Chamelea gallina*	*Mya arenaria*	*Neanthes succinea*	*Heteromastus filiformis*
Черви	7,815	27,214	3,281	8,560	11,994	24,834
Моллюски	93,448	25,512	146,717	116,258	7,650	18,604
Ракообразные	6,186	0,599	2,659	5,985	0,543	0,294
Всего	107,449	53,325	152,657	130,803	20,187	43,732

биомассы (табл. 5.6), что, в конечном итоге, и отразилось на относительно низких (по сравнению с общей биомассой) показателях кормового бентоса. Средняя биомасса кормовых мидий на разных горизонтах биоценоза была практически одинаковой (51,793–66,714 г · м$^{-2}$); однако их доля в средней биомассе мидий с увеличением глубины от 6–10 до 17–23 м выросла с 3,8 до 16,7 %, что объясняется уменьшением линейных размеров мидий (рис. 5.6).

В составе биоценоза зарегистрированы все восемь видов вселенцев, встреченных в ОМР в 2009–2013 гг.: актиния *Diadumene lineata*, полихеты *Polydora cornuta* и *Dipolydora quadrilobata,* моллюски *Rapana venosa*, *Anadara inaequivalvis*, *M. arenaria*, ракообразные *Amphibalanus improvisus* и *Rhithropanopeus harrisi tridentate*.

Таблица 5. 6

Сравнительная биомасса кормовых и некормовых мидий в биоценозе *Mytilus galloprovincialis* ОМР на разных глубинах в период 2009–2013 гг.

Длина, мм	Диапазон глубин, м						Всего по биоценозу	
	6–10		11–16		17–23			
	г · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%	г · м$^{-2}$	%
< 20	51,793	3,8	55,280	7,4	66,714	16,7	55,531	5,6
> 20	1298,500	96,2	695,321	92,6	332,643	83,3	927,634	94,4
всего	1350,293	100,0	750,601	100,0	399,357	100,0	983,165	100,0

Их суммарные показатели, как на отдельных горизонтах, так и в целом по биоценозу (8,9 % численности, 2,4 % биомассы), были сравнительно невелики. Наиболее массовым среди вселенцев был усоногий рак *A. improvisus* (322,7 экз.·м$^{-2}$), а наиболее заметный вклад в среднюю биомассу (11,878 г · м$^{-2}$) отмечен у плотоядного моллюска *R. venosa,* встреченного всего на трех станциях на глубине 9–11 м.

Изучение мейобентоса различных биоценозов ОМР в конце прошлого столетия (Воробьева, 1999) показало, что мейобентос в биоценозе мидии в различные годы был представлен 11 таксонами крупного ранга (фораминиферы, нематоды, гарпактикоиды, остракоды, турбеллярии, киноринхи, олигохеты, полихеты, личинки и молодь двустворчатых и брюхоногих моллюсков, личинки усоногих раков). Однако на отдельных станциях могли присутствовать лишь три – четыре группы, а на большинстве остальных концентрировалось до восьми групп мейобентоса. Как правило, могли отсутствовать турбеллярии, киноринхи, морские клещи и гастроподы.

Из сравнения процентного соотношения различных групп мейобентоса видно, что в мае 1994–1996 гг. по плотности поселений устойчиво доминировал нематодно-гарпактикоидный комплекс. Летом в зависимости от складывающегося гидрохимического режима мейобентос может носить нематодный характер (1994 г.), гарпактикоидно-наматодный (1995 г.) либо нематодно-фораминиферный (осень 1996 г.). Полученный материал по количественным параметрам мейобентоса в биоценозе мидии показывает, что общая численность беспозвоночных здесь относительно невысока. В весенний период разных лет средние показатели численности были максимальными в 1994 г., а затем из года в год снижались и в 1996 г. достигли минимального значения. Для августа и сентября значения средней плотности поселений варьировали незначительно.

В 2009–2011 гг. в биоценозе мидии, по сравнению с остальными, мейобентос был наиболее разнообразным. Отмечено 11 групп мейобентоса: Foraminifera, Nematoda, Harpaticoida, Ostracoda, Halacaridae, Kinorhyncha, Turbellaria, Oligochaeta, Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda. Встречаемость

нематод составила 100,0 %, гарпактикоид – 92,5 %, остракод – 75,0 %, у остальных представителей эвмейобентоса этот показатель был низким. Представители псевдомейобентоса отмечались в 70,0–85,0 % проб, однако плотность их поселений была низкой (в среднем 6742 ± 1436 экз. м$^{-2}$). Наличие разных типов донных отложений способствовало формированию относительно высокой концентрации ракообразных. Плотность гарпактикоид в среднем составляла 203192 ± 37358 экз. · м$^{-2}$, остракод – почти на порядок ниже (в среднем 8830 ± 1853 экз. · м$^{-2}$). Суммарная доля гарпактикоид и остракод составляла 29 % от общей численности организмов мейобентоса. Можно констатировать, что в биоценозе мидии преобладал нематодно-гарпактикоиднай комплекс (рис. 5.4).

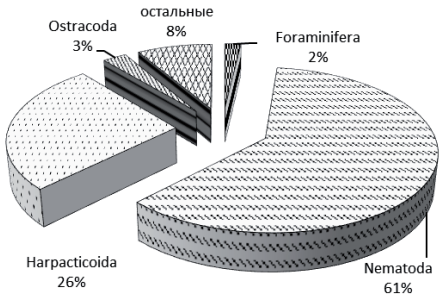


Рис. 5. 4. Доля (%) различных таксономических групп мейобентоса в биоценозе мидии

Общая численность мейобентоса варьировала от 17000 до 1167500 экз.·м$^{-2}$, составив в среднем 319579 ± 46967 экз.·м$^{-2}$. Общая биомасса мейобентоса, также как и плотность поселений мейобентонтов, значительно варьировала – от 143,42 до 12025,0 мг · м$^{-2}$. Основной вклад в формирование показателя общей биомассы вносили гарпактикоиды, полихеты и олигохеты. На долю псевдомейобентоса приходилось 48,3 % общей биомассы (1412,59 мг · м$^{-2}$).

Биоценоз *Melinna palmata* находится в стадии восстановления. Если в 1994–1999 гг. он был выделен всего на трех станциях, то в 2009–2013 гг. – на 42. В 1994–1999 гг. средняя численность 19 таксонов донной макрофауны составляла 1267 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 29,522 г · м$^{-2}$.

В 2009–2013 гг. в составе биоценоза зарегистрирован 51 таксон макрозообентоса (червей – 17, моллюсков – 19, ракообразных – 12, прочих – 5). Средняя численность донной макрофауны составила 1819,3 экз.·м$^{-2}$, биомасса – 107,576 г · м$^{-2}$ (табл. 5.7). Среди основных таксономических групп по численности (86,7 %) преобладали черви, по биомассе (73,8 %) – моллюски. Средняя численность руководящего вида составила 1189,0 экз·м$^{-2}$ (65,4 % от общей), биомасса – 19,686 г·м$^{-2}$ (18,3 %).

Распределение количественных характеристик донной макрофауны биоценоза по глубинам было неоднородным. Больше всего таксонов (39), наиболее высокие средние показатели численности (3070 экз.·м$^{-2}$) и биомассы (242,054 г·м$^{-2}$), как всего макрозообентоса, так и руководящего вида (соответственно 2086 экз.·м$^{-2}$ и 43,500 г·м$^{-2}$) были на горизонте 15–20 м (табл. 5.7).

Таблица 5.7

Сравнительная характеристика количественных показателей макрозообентоса в биоценозе *Melinna palmata* Одесского морского региона на разных глубинах в период 2009–2013 гг.

Показатель	Диапазон глубин, м			Всего по биоценозу
	9–14	15–20	21–26	
средняя глубина отбора проб, м	9,0	17,7	22,7	20,5
количество таксонов, всего	22	39	36	51
в том числе червей	8	14	14	17
моллюсков	11	14	12	19
ракообразных	3	8	7	12
прочих	–	3	3	3
средняя численность макробентоса, экз. · м$^{-2}$	1515,0	3070,0	1239,0	1819,0
в том числе червей, экз. · м$^{-2}$	965,0	2749,0	1057,0	1576,0
моллюсков, экз. · м$^{-2}$	505,0	211,0	78,0	140,0
ракообразных, экз. · м$^{-2}$	45,0	26,0	32,0	31,0
прочих, экз. · м$^{-2}$	–	83,0	70,0	71,0
средняя численность руководящего вида, экз. · м$^{-2}$	640,0	2086,0	797,0	1189,0
руководящего вида, %	42,2	68,0	64,3	65,4
средняя биомасса макробентоса, г · м$^{-2}$	103,270	242,054	43,146	107,576
в том числе червей, г · м$^{-2}$	13,820	54,268	15,180	27,214
моллюсков, г · м$^{-2}$	89,290	186,443	27,138	79,406
ракообразных, г · м$^{-2}$	0,160	0,868	0,501	0,599
прочих, г · м$^{-2}$	–	0,475	0,327	0,357
средняя биомасса руководящего вида, г · м$^{-2}$	8,475	43,500	9,050	19,686
руководящего вида, %	8,2	18,0	21,0	18,3
кормового бентоса, г · м$^{-2}$	78,270	98,343	29,801	53,325
кормового бентоса, %	75,8	40,6	69,1	49,6
количество таксонов вселенцев, всего	3	6	4	6
средняя численность вселенцев, экз. · м$^{-2}$	150,0	100,0	27,0	53,0
вселенцев, %	9,9	3,3	2,2	3,0
средняя биомасса вселенцев, г · м$^{-2}$	30,965	110,622	5,443	39,214
вселенцев, %	30,0	45,7	12,6	36,5

С увеличением глубины от 9–14 до 21–26 м доля *M. palmata* в средних показателях численности и, особенно, биомассы увеличилась с 8,2 до 21,0 %.

Средняя биомасса кормового (для рыб) компонента по биоценозу была 53,325 г · м$^{-2}$, что составило практически половину (49,6 %) общей биомассы.

Основу биомассы кормового бентоса формировали черви (51,0 %) и моллюски (47,8 %).

Встречены шесть видов-вселенцев: *D. lineata*, *P. cornuta, D. quadrilobata*, *A. inaequivalvis*, *M. arenaria*, *A. improvisus*, составивших в сумме 3,0 % численности и 36,5 % биомассы. Наиболее весомый вклад в биомассу отмечен у моллюсков *M. arenaria* (22,179 г · м$^{-2}$) и *A inaequivalvis* (16,326 г · м$^{-2}$).

В конце прошлого столетия качественный состав мейобентоса биоценоза мелинны был обеднен и представлен тремя группами: фораминиферы, нематоды, гарпактикоиды. По плотности поселений доминировали нематоды – 81,1 %; 15,4 % общего количества организмов составляли фораминиферы. Общая численность мейобентоса достаточно высока – 437 500 экз.·м$^{-2}$. Основную часть биомассы (1 152,6 мг·м$^{-2}$) формировали олигохеты (91,1 %).

В биоценозе мелинны в общей численности зообентоса преобладали представители мейобентоса (85,2 %), в биомассе донных беспозвоночных их процент очень высок (21,1 %).

Таким образом, в рассматриваемом биоценозе мейобентос обеднен, как по качественным, так и по количественным показателям. Общая численность была сформирована фораминиферами и нематодами (95 000 экз.·м$^{-2}$). Биомасса составила лишь 22,2 мг · м$^{-2}$, т. е. это минимальный показатель для всего района исследования.

В 2009–2011 гг. площадь, занимаемая биоценозом, значительно увеличилась. В этот период в биоценозе зарегистрированы 9 групп мейобентоса: Foraminifera, Nematoda, Harpaticoida, Ostracoda, Turbellaria, Oligochaeta, Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda. В пробах отсутствовали кишоринхи, гастротрихи, морские клещи и балянусы. Во всех пробах (100 %) присутствовали нематоды, которые имели наиболее высокую плотность поселений. Их максимальная численность составила 747000 экз. · м$^{-2}$ при среднемноголетней – 207607,0 ±3 4357,0 экз. · м$^{-2}$. Доля нематод в общей численности мейобентоса в среднем составляла 65,0 % (на 20 из 42 станций их доля была от 71,0 до 98,1 %). Таким образом, мейобентос в биоценозе мелинны, в отличие от всех остальных биоценозов, носил нематодный характер.

Плотность поселений фораминифер и гарпактикоид была практически равной (средняя численность гарпактикоид – 24985 ± 6487,4 экз.·м$^{-2}$, фораминифер – 20452,0 ± 4244,0 экз.·м$^{-2}$), а их доля была сравнительно низкой – 12,6 % и 9,6 % соответственно. Встречаемость остракод составляла 67,4 %, их средняя плотность – 13857,0 ± 38,0 экз.·м$^{-2}$. Представители псевдомейобентоса не образовывали плотных концентраций. Суммарная

средняя плотность поселений олигохет, полихет и молоди моллюсков была на уровне 8702 экз.·м$^{-2}$. На 19,0 % станций в пробах единичными экземплярами обнаружена молодь гастропод. Средний показатель общей численности мейобентоса в биоценозе мелинны составлял 276068 ± 38808 экз. · м$^{-2}$, при этом доля его постоянного компонента была чрезвычайно высокой – 94,1 %.

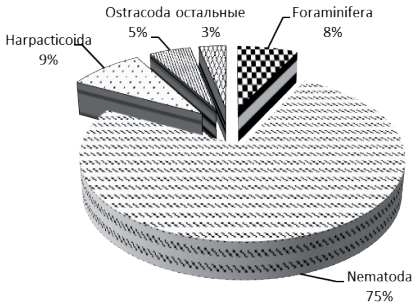


Рис. 5.5. Доля (%) различных таксономических групп мейобентоса в биоценозе *Melinna palmata*.

На 92,6 % станций биоценоза доля эвмейобентоса колебалась от 88,0 до 100,0 %. По численности нематоды и фораминиферы, обладающие очень низкой индивидуальной массой тела, составляли 83 % численности (рис. 5.5). Общая биомасса мейобентоса была низкой – 1053,2 ± 425,1 мг · м$^{-2}$. 75,5 % биомассы формировали гарпактикоиды, олигохеты и полихеты, несмотря на то, что их доля в общей численности составляла в сумме всего 17,3 %.

Биоценоз *Chamelea gallina*, который в пределах ОМР выделен с 2005 г. на 7 станциях на глубине 8–13 м с песчаным грунтом (местами с примесью ракуши и ила), находится в стадии формирования. Зарегистрировано 40 таксонов макрозообентоса (червей – 14, моллюсков и ракообразных – по 13, прочих – 5). Количество таксонов на станциях варьировало от 13 до 20. Средняя численность макрозообентоса была 3828 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 506,729 г · м$^{-2}$. Среди основных таксономических групп как по численности (76,2 %), так и по биомассе (98,8 %) доминировали моллюски.

Численность руководящего вида составила 2524 экз.·м$^{-2}$ (65,9 % от общей), биомасса – 421,000 г·м$^{-2}$ (83,1 %). *Ch. gallina* была представлена особями длиной до 26 мм, по численности (84,6 %) преобладали моллюски младших возрастных групп длиной 2–6 мм (табл. 5. 8).

Распределение размерного состава и количественных показателей *Ch. gallina* на разных участках биоценоза было неоднородным. На промытых песчано-ракушечных грунтах западной оконечности Одесской банки (глубина 8–9 м) средняя численность вида составила 6700 экз. · м$^{-2}$, преобладала размерная группа 2–6 мм (93,3 %). На заиленных песчано-ракушечных грунтах у западного побережья региона (глубина 8–13 м) численность *Ch. gallina* была значительно ниже (854 экз. · м$^{-2}$), доминировала размерная группа 4–8 мм (69,6 %). Биомасса *Ch. gallina* была здесь в 2,7 раза выше, чем на Одесской банке (соответственно 513,300 и 190,250 г · м$^{-2}$). Средняя биомасса кормового

компонента была 152,657 г·м$^{-2}$ (табл.5.8), (30,1 %). Ее основу (96,1 %) формировали моллюски, в том числе руководящий вид – 86,3 %.

Таблица 5.8

Сравнительная характеристика размерного состава популяции *Chamelea gallina* на разных участках в одноименном биоценозе Одесского морского региона в период 2009–2013 гг.

Длина, мм	Западное побережье региона		Западная оконечность Одесской банки		Всего по биоценозу	
	экз. · м$^{-2}$	%	экз. · м$^{-2}$	%	экз. · м$^{-2}$	%
< 2,0	–	–	350,0	5,22	100,0	3,96
2,1–4,0	66,0	7,73	5035,0	75,15	1485,0	58,86
4,1–6,0	422,0	49,41	1215,0	18,13	648,0	25,69
6,1–8,0	172,0	20,14	–	–	122,0	4,87
8,1–10,0	12,0	1,41	15,0	0,22	13,0	0,51
10,1–12,0	6,0	0,70	40,0	0,60	15,0	0,62
12,1–14,0	–	–	10,0	0,15	3,0	0,11
14,1–16,0	6,0	0,70	5,0	0,08	6,0	0,23
16,1–18,0	12,0	1,41	–	–	8,0	0,34
18,1–20,0	30,0	3,51	5,0	0,08	23,0	0,91
20,1–22,0	76,0	8,90	25,0	0,37	61,0	2,43
22,1–24,0	50,0	5,85	–	–	36,0	1,41
24,1–26,0	2,0	0,24	–	–	1,0	0,06
всего	854,0	100,0	6700,0	100,00	2524,0	100,00

Зарегистрированы пять видов-вселенцев: *P. cornuta, D. quadrilobata*, *A. inaequivalvis*, *M. arenaria*, *A. improvisus*. Наиболее массовой среди них была *P. cornuta* (1180 экз. · м$^{-2}$), наиболее весомый вклад в среднюю биомассу отмечен у *A. inaequivalvis* (46,700 г · м$^{-2}$).

Мейобентос в биоценозе *Ch. gallina* был представлен представителями 9 крупных таксонов: Nematoda, Harpaticoida, Ostracoda, Kinorhyncha, Turbellaria, Oligochaeta, Polychaeta, Bivalvia, Gastropoda. Фораминиферы отсутствовали. Повсеместно в пробах обнаружены представители лишь трех групп (нематоды, гарпактикоиды и молодь двустворчатых моллюсков). Мейобентос биоценоза на две трети представлен его постоянным компонентом, остальная часть (псевдомейобентос) – олигохетами, полихетами и молодью двустворчатых моллюсков. Преобладали многощетинковые черви, максимальный показатель их плотности составлял 44000 экз.·м$^{-2}$, среднем 18680 ± 7622 экз. · м$^{-2}$. По плотности поселений доминировали нематоды (49,8 % от численности всего мейобентоса). Субдоминантные группы – гарпактикоиды и полихеты (доля первых в общей численности составляла 19,5 %, вторых – 20,9 %). Средняя общая численность мейобентоса (168817 ± 68751 экз. · м$^{-2}$) была сопоставима с таковой в биоценозах *Neanthes succinea* и *Heteromastus filiformis*. Показатель общей биомассы в данном биоценозе был

сформирован, в основном, полихетами (в среднем 934,0 мг · м$^{-2}$) и гарпактикоидами (в среднем 835,2 мг · м$^{-2}$). Доля первых в биомассе составляла 40,4 %, вторых – 36,1 %. Общий показатель биомассы составил 2313,89 мг · м$^{-2}$, из которой на долю псевдомейобентоса приходилось 61,8 %.

Биоценоз *Mya arenaria* сформирован инвазийным видом. В 1994–1999 гг. в составе биоценоза были встречены 35 таксонов донной макрофауны, средняя численность которых составляла 1259 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 87,831 г · м$^{-2}$.

В 2009–2013 гг., по сравнению с периодом 1994–1999 гг., количество станций этого биоценоза уменьшилось с 33 до 4. Биоценоз выделен на глубине 9–10 м на илистых и илисто-песчаных донных отложениях в районе севернее Одесского порта (ст.9, 12). Зарегистрированы представители 22 таксонов макрозообентоса (червей – 9, моллюсков – 10, ракообразных – 3). Количество таксонов на станциях варьировало от 8 до 16. Средняя численность макрозообентоса была 4937 экз. · м$^{-2}$, биомасса – 179,853 г · м$^{-2}$.

Среди основных таксономических групп по численности (56,4 %) доминировали ракообразные, по биомассе (91,9 %) – моллюски. Индекс однообразия пищевой структуры составил 0,81. Средняя численность руководящего вида была 270 экз. · м$^{-2}$ (5,5 %), биомасса – 87,300 г·м$^{-2}$ (48,5 %), определяемые особями длиной до 30 мм, по численности (46,3 %) преобладала молодь длиной 5–10 мм.

Средняя биомасса кормового (для рыб) компонента была 130,803 г · м$^{-2}$ (72,7 % от общей). Основу кормового бентоса (88,9 %) формировали моллюски, в том числе руководящий вид – 29,2 %.

Зарегистрированы четыре вида-вселенцев: (*P. cornuta, A. inaequivalvis*, *M. arenaria*, *A. improvisus*), составившие в сумме 8,2 % численности и 50,6 % биомассы. Ранее состав и количественные показатели биоценоза мии анализировались на материале, собранном в ОМР весной и летом 1994 г. В мае 1994 г. биоценоз мии занимал значительную площадь на участке от Сухого лимана вдоль береговой линии вплоть до мыса Большой Фонтан (глубины от 12 до 23 м, грунт – черный ил). В качественном отношении мейобентос биоценоза был крайне обеднен. На каждой из выполненных станций обнаружено две–четыре группы из шести зарегистрированных: фораминиферы, нематоды, гарпактикоиды, кинорихи, олигохеты, полихеты. Общую численность определяли нематоды и фораминиферы, составив в сумме 88,3 %. Численность остальных групп (0,2–0,8 %) была крайне низкой (рис. 5.6).

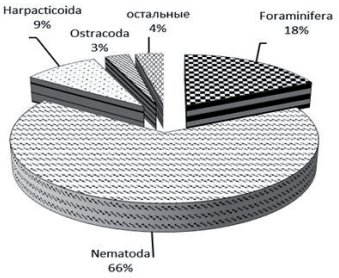


Рис. 5.6. Доля (%) различных таксономических групп мейобентоса в биоценозе *Mya arenaria*

В период 2009–2013 гг. в мейобентосе биоценоза *Mya arenaria* обнаружены представители 8 групп: Foraminifera, Nematoda, Harpaticoida, Ostracoda, Kinorhyncha, Oligochaeta, Polychaeta, Bivalvia. Большая часть крупных таксонов была отмечена на всех станциях биоценоза, и лишь кинорынхи, олигохеты и моллюски встречались редко и единичными экземплярами. Как и в конце прошлого столетия, в мейобентосе биоценоза преобладал нематодно-фораминиферный комплекс организмов: доля нематод составляла 66 % от общей численности, фораминифер – 18 %. Максимальная плотность фораминифер была 187500 экз.·м$^{-2}$, средняя – 89333 ± 48100 экз.·м$^{-2}$. Численность всего эвмейобентоса составила 96,9 % от общего количества организмов (482000 ± 204212 экз. · м$^{-2}$). Необходимо отметить, что в отличие от других биоценозов общая плотность мейобентоса в биоценозе *M. arenaria* была практически полностью (96,9 %) сформирована постоянным компонентом. Средняя численность мейобентоса в биоценозе составила 496830 экз.·м$^{-2}$, биомасса – 1801,14 мг·м$^{-2}$.

Молодь двустворчатых моллюсков и кинорынхи присутствовали единичными экземплярами на одной – двух станциях.

Биоценоз *Heteromastus filiformis* относится к временным биоценозам. В 1994–1999 гг. в его составе были встречены 11 таксонов донной макрофауны, средняя численность которых составляла 432 экз.·м$^{-2}$, биомасса – 3,721 г·м$^{-2}$.

В 2009–2013 гг., по сравнению с периодом 1994–1999 гг., количество станций, на которых выделен биоценоз, уменьшилось с 37 до 5. Биоценоз занимает илистые и илисто-ракушечные грунты на глубине 9–17 м. В его составе зарегистрированы 26 таксонов донной макрофауны (червей – 9, моллюсков – 11, ракообразных – 5, прочих – 1). Средняя численность макрозообентоса была 3070 экз.·м$^{-2}$, биомасса – 74,148 г·м$^{-2}$. Среди основных таксономических групп по численности (94,3 %) преобладали черви, по биомассе (66,1 %) – моллюски. Индекс однообразия пищевой структуры составил 0,42. Численность руководящего вида была 2206 экз. · м$^{-2}$ (71,9 % от общей), биомасса – 7,576 г · м$^{-2}$ (10,2 %). Биомасса кормового компонента составила 43,73 г · м$^{-2}$ (59,0 %).

Суммарная численность трех видов-вселенцев (*P. cornuta, A. inaequivalvis*, *M. arenaria*) составила 3,5 %, биомасса – 12,6 %.

Характерными особенностями мейобентоса биоценоза *H. filiformis* в период 1994–1996 гг. явились бедность качественного состава и значительное преобладание фораминифер и нематод, составляющих в различные сезоны и годы 88,3–98,8 % общей численности организмов (Воробьева, 1999). В этот период, в зависимости от характера гидрохимических условий в придонных слоях воды, получали развитие от пяти до восьми групп мейобентоса.

Как было указано выше, в 2009–2013 гг. площадь биоценоза значительно сократилась, занимая илистые и илисто-ракушечные грунты на глубинах 9–17 м. Мейобентос биоценоза представлен пятью группами: Nematoda, Harpaticoida, Turbellaria, Polychaeta, Bivalvia. На всех станциях биоценоза присутствовали нематоды и гарпактикоиды. Средняя плотность поселений нематод составила 87350 экз.·м$^{-2}$ (60,1 % от общей численности мейобентоса). Доля гарпактикоид в общей численности (19,6 %) была значительно ниже, чем нематод, при средней плотности 9700 экз.·м$^{-2}$. Общая численность мейобентоса в биоценозе не велика и составляла в среднем 113250 экз. · м$^{-2}$, 80,1 % которой приходилось на его постоянный компонент.

Среди трех групп псевдомейобентоса относительно большие скопления были характерны для полихет – 13550 экз. · м$^{-2}$. В формировании показателя общей биомассы мейобентоса в (среднем 1037,15 мг·м$^{-2}$) главную роль играли гарпактикоиды и полихеты. Первые составляли 35,9 % общей биомассы, вторые – 52,5 %. Таким образом, в биоценозе *H. filiformis* по биомассе преобладал псевдомейобентос, составляя в среднем 58,2 %.

Биоценоз *Neanthes succinea* также относится к временным биоценозам. Если в период массовых заморов 1994–1999 гг. биоценоз был выделен на 74 станциях, то в 2009–2013 гг. – всего на трех, в диапазоне глубин 6– 2 м.

В период 1994–1999 гг. в составе биоценоза были обнаружены представители 37 таксонов донной макрофауны; их средняя численность была 1112 экз.·м$^{-2}$, биомасса – 31,488 г·м$^{-2}$.

В 2009–2013 гг. зарегистрированы 22 таксона макрозообентоса (червей – 12, моллюсков и ракообразных – по 5). Средняя численность донной макрофауны была 2263 экз.·м$^{-2}$, биомасса – 20,187 г·м$^{-2}$. Среди основных таксономических групп по численности (73,6 %) и биомассе (59,4 %) доминировали черви. Индекс однообразия пищевой структуры составил 0,60. Численность руководящего вида составила 256 экз·м$^{-2}$ (11,3 % от общей), биомасса – 8,947 г · м$^{-2}$ (44,3 %). Весь макрозообентос полностью относится к кормовому компоненту.

Встречены четыре вида вселенцев (*P. cornuta, A. inaequivalvis*, *M. arenaria*, *A. improvisus*), составившие в сумме 38,1 % численности и 12,2 % биомассы.

В мейобентосе биоценоза *N. succinea* в 2009– 2013 гг. следует отметить отсутствие молоди двустворчатых моллюсков. Общая численность мейобентоса была относительно низкой (18867 экз.·м$^{-2}$), из которой две трети приходилось на представителей эвмейобентоса со средней численностью 164330 экз.·м$^{-2}$.

Главную роль в формировании общей биомассы мейобентоса играли полихеты, их доля составила 62,8 %.

Субдоминантными по данному показателю были гарпактикоиды (15,1 % с плотностью поселений 22667 экз. м$^{-2}$) и олигохеты (11,0 % с плотностью поселений 6000 экз.·м$^{-2}$).

Таким образом, биомасса постоянного компонента составляла менее трети от всей биомассы мейобентоса.

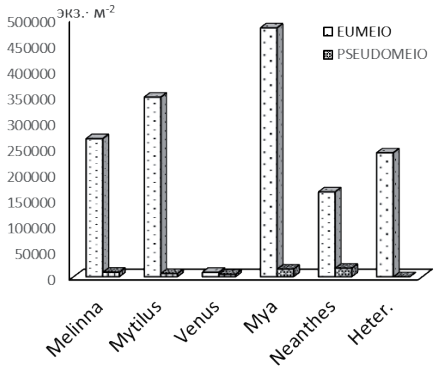


Рис. 5.7. Распределение средних показателей численности (экз.·м$^{-2}$) эв- и псевдомейобентоса в различных биоценозах Одесского морского региона

Как видно из выше изложенного, различные по своей структуре сообщества мейобентосных организмов формируются в благоприятных для себя условиях на участках бентали, занятых теми или иными биоценозами. Численность и биомасса представителей постоянного и временного компонентов мейобентоса в донных биоценозах варьируют в зависимости от различных абиотических факторов и могут значительно отличаться (рис. 5. 7). Как видно из представленного рисунка, общая численность мейобентоса во всех выше названных биоценозах формируется за счет представителей постоянного компонента мейобентоса. Наиболее высокие показатели численности эвмейобентоса характерны для биоценоза мидии и мии. Временный компонент (псевдомейобентос) присутствует в мейобентосе биоценозов незначительными показателями своей плотности поселений. Как было указано выше, временный компонент мейобентоса не обнаружен в биоценозе гетеромастуса.

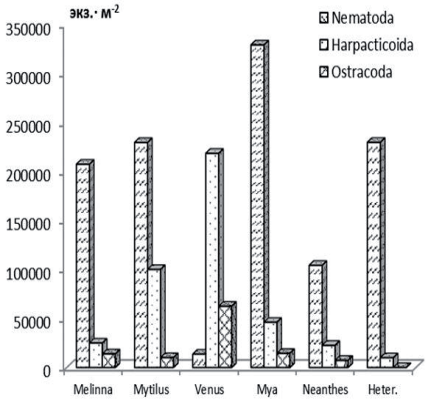


Рис. 5. 8. Распределение средних показателей численности (экз. · м$^{-2}$) некоторых таксономических групп мейобентоса (нематоды, гарпактикоиды, остракоды) в различных биоценозах Одесского морского региона

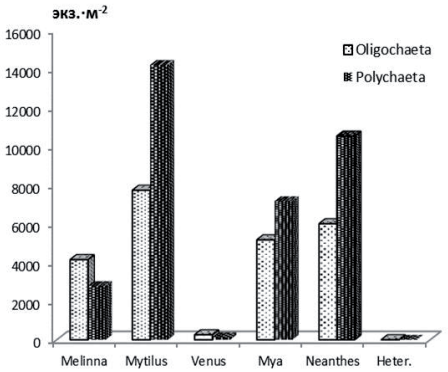


Рис. 5.9. Распределение средних показателей численности (экз. · м$^{-2}$) олигохет и полихет в различных биоценозах Одесского морского региона

Анализ распределения трех основных групп мейобентоса (нематод, гарпактикоид и остракод) показал, что максимальные плотности поселений во всех биоценозах характерны для нематод. Как видно из представленного рисунка (рис. 5.8), численность червей значительно варьирует в различных биоценозах – от минимума в биоценозе венуса до максимальных значений в биоценозе мии.

Среди представителей псевдомейобентоса наиболее значимы показатели численности и биомассы полихет и олигохет. Плотность поселений молоди двустворчатых моллюсков сравнима по своим значениям с полихетами и олигохетами лишь в биоценозе мидии (в среднем 8065,2 экз.·м$^{-2}$), в остальных биоценозах они либо отсутствовали либо их численность была очень низкой. Как видно из представленного рисунка (рис. 5.9.), многощетинковые черви и олигохеты образуют скопления лишь в трех биоценозах.

Таким образом, можно говорить о том, что в рассматриваемых биоценозах формировались различные условия для развития тех или иных представителей мейобентоса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования, проводимые в ОМР на протяжении почти двадцатилетнего периода, позволили дать оценку не только современному состоянию планктонных и бентосных сообществ организмов, но и акцентировать внимание на происшедших изменениях в биологической компоненте экосистемы очень важного района СЗЧМ.

Формирование планктонных и донных сообществ находится во взаимосвязи с абиотическими факторами среды, поступлением в акваторию ОМР как веществ аллохтонного, так и автохтонного происхождения, что в итоге определяет содержание органических веществ в пелагиали и бентали.

Установлено, что весьма характерным для ОМР является происшедшее снижение численности и биомассы стенобионтных видов с заменой их эврибионтными. Последнее является следствием резко возросшей изменчивости абиотических факторов среды, что обычно для любых, в том числе морских, экологических систем, выведенных на критические режимы функционирования.

За период исследований в составе фитопланктона ОМР найдено 516 видов и внутривидовых таксонов, относящихся к семи отделам, а именно диатомовые (Bacillariophyta) – 235, динофитовые (Dinophyta) – 100, криптофитовые (Cryptophyta) – 4, зеленые (Chlorophyta) – 95, синезеленые (Cyanophyta) – 46, золотистые (Chrysophyta) – 26 и эвгленовые (Euglenophyta) – 10 (рис. 1).

В составе фитопланктона найдены виды, характерные для микрофитобентоса, но часто регистрируемые в планктоне прибрежных вод ОМР: диатомовые *Attheya decora*, *Diploneis bombus, Gyrosigma fasciola*. *prolongatum* Cleve*,* динофитовая *Prodinophysis nasutum*, зеленые *Chlamydopodium sieboldii* var *simplex, Closteriopsis acicularis, Dictyosphaerium subsolitaria, Pyramimonas longicauda,* золотистая *Dinobryon cylindricum.*

Значительное влияние пресноводного стока отразилось на экологической структуре фитопланктона. В составе фитопланктона наряду с морскими и солоноватоводно-морскими видами, на долю которых приходилось 57,8 % от общего числа видов, многочисленны пресноводные и пресноводно-солоноватоводные виды (42,2 %). В целом, соотношение доминирующих отделов фитопланктона и его экологической структуры характерно для фитопланктона СЗЧМ. Вспышки численности микроводорослей чаще всего обусловлены явлением массового их развития, вызывающим «цветение» воды. В районе исследований это происходило неоднократно и формировалось диатомовыми (*Sceletonema costatum*),

динофитовыми (*Heterocapsa triquetra*) и синезелеными водорослями (*Jaaginema kisselevii*).

Изучение фитопланктона районов выпуска хозяйственно-бытовых стоков в Одесском заливе позволило сделать следующие выводы. В районе фоновых станций, расположенных в районе выпусков СБО «Южная» и «Северная», в составе фитопланктона найдено 125 видов водорослей, относящихся к шести отделам, а именно диатомовым(32), динофитовым, синезеленым, зеленым, (62), далее следовали синезеленые (9), зеленые (13), золотистые (6) и эвгленовые (3). Фитопланктон района выпусков хозяйственно-бытовых стоков был представлен несколько меньшим числом видов (114), также относящихся к шести отделам. В их составе уменьшилось число видов диатомовых (25), динофитовых (59), синезеленых (7), зеленых (11), эвгленовых (2) и возросло золотистых (10).

Для сопоставления современного состояния развития зоопланктона приведены ретроспективные данные (неопубликованные материалы Л. Н. Полищука, а также литературные данные), относящиеся к разным в экологическом отношении периодам, выделявшимся в СЗЧМ. Обильный речной сток обеспечивал на данной акватории благоприятное развитие биоты на всех её уровнях. С одной стороны, по сравнению с 1960-ми гг. уменьшилось видовое разнообразие зоопланктона, снизилось развитие отдельных видов, а с другой – из-за усиленного развития практически одного вида (показателя эвтрофикации) – некормового эврифага *Noctiluca scintillans* возросла численность и биомасса общего зоопланктона и доля некормовой компоненты. На формирование структуры зоопланктона ОМР и его развитие большое влияние имеет целый ряд разной природы факторов: сток р. Днепр (Днепровско-Бугская эстуарная система), вдольбереговой (в южном направлении) поток, который несет загрязненные воды с данной системы; сгонно-нагонные явления, которые очень характерны для прибрежной акватории, гидротехнические сооружения, промышленные и коммунальные стоки, выпуски дренажных вод, дождевые стоки, водообмен с открытыми участками моря и др. За период 2005–2013 гг. в Одесском регионе без идентификации представителей некоторых родов Rotatoria, Cyclopoida и Harpacticoida в структуре зоопланктона было обнаружено 79 видов. За этот же период в Придунайском районе было отмечено 113 видов. Общее число видов в двух исследованных районах 133, что составляет 74,5 % от количества зарегистрированных для северо-западной части за период 1966–2003 гг. Кроме того, за исследуемый период структура зоопланктона ОМР пополнилась двумя новыми черноморскими вселенцами – *Acartia tonsa* и *Oithona davisea*. Обращает на себя внимание и тот факт, что соотношение планктонных

комплексов – морского, солоноватоводного и пресноводного в структуре сообщества планктона ОМР и Придунайского района существенно отличается. Приднепровско-Бугская эстуарная система оказывает меньшее влияние на формирование структуры планктонного сообщества ОМР, чем Дунай на формирование структуры планктонного сообщества Придунайского района. В современных условиях наиболее сократилось число видов среди Hydrozoa (в 3 раза), Copepoda (в 1,7 раза), Rotatoria (в 1,2 раза), личинок Decapoda (в 2 раза). Современное видовое разнообразие личинок Polychaeta, Cirripedia, Bivalvia и Gastropoda также не достигает прежнего уровня. Полностью отсутствуют личинки Bryozoa, Phoronidae, Ascidiacea. За счет представителей пресноводно-солоноватоводного комплекса увеличилось видовое разнообразие Cladocera (в 1,5 раза). Незначительное увеличение видового разнообразия (в 1,2 раза) отмечено в группе раковинных инфузорий.

Обилие организмов различных таксонов мейобентоса в том или ином биотопе определяется наличием достаточного количества доступной для него пищи и соответственно этому – более активным заселением различных типов грунтов. В ОМР большая часть донных осадков представлена илами. На песках и ракушечниках преобладают хищники, на илах – грунтоеды и детритоеды. Распределение качественного состава и количественных показателей мейобентоса значительно варьируют в разных биотопах. Для илистого грунта характерны все крупные таксоны, встречающиеся в северо-западной части Черного моря. Здесь общая численность мейобентоса обычно формируется за счет представителей постоянного компонента (эвмейобентос), который в среднем составлял 97 %. Высказывается предположение, что наибольшее количество органического вещества накапливается в придонных слоях илов и именно здесь получают развитие мелкоразмерные, короткоцикличные представители мейобентоса. По мере укрупнения фракций грунта экологическая ситуация окружающей среды становится более благоприятной и развитие получают ракообразные, полихеты и молодь моллюсков. Мейобентос становится более ценным в кормовом отношении для молоди рыб и некоторых представителей макрозообентоса. Общая численность эвмейобентоса возрастает по мере увеличения глубины за счет развития мелких и короткоцикличных видов, таких как фораминиферы и нематоды, а плотность поселений представителей псевдомейобентоса снижается. Напротив, наиболее высока биомасса эвмейобентоса на глубине до 15м, что объясняется присутствием здесь значительных скоплений ракообразных. Доля псевдомейобентоса на глубине 11–25 м составляет от 45 до 51 % от общей биомассы всего мейобентоса.

Анализ формирования биомассы мейобентоса в различные сезоны года за многолетний период показал, что значительное развитие ракообразных весной и летом позволяет эвмейобентосу доминировать в ней, а псевдомейобентос формирует бóльшую часть биомассы всего мейобентоса зимой и осенью.

Концентрация кислорода – один из первых показателей качества водной среды, который наиболее быстро реагирует на усиление и развитие эвтрофирования. Указывается (Гаркавая, Богатова, 2006), что в весенне-летний период гипоксия формируется на глубине 5–10 м под слоем термоклина, в летне-осенний период по мере прогрева водной толщи и заглубления термоклина она перемещается на глубину 20–30 м.

При гипоксии резко снижается видовое разнообразие мейобентоса и усиливается доминирование нематод и фораминифер. Установлено, что некоторые виды фораминифер дают вспышку численности при содержании кислорода в придонных слоях воды менее 3мг · $л^{-1}$, другой комплекс этих простейших получает развитие при хорошем кислородном режиме.

Для ОМР выявлено 50 видов свободноживущих нематод, относящихся к 5 отрядам. Количество видов неодинаково на разных субстратах. Наиболее разнообразная в видовом отношении фауна нематод отмечается на илистых грунтах, на глубине 17–24 м. Здесь зафиксировано 35 видов. На заиленной ракуше (глубины 6–10 м) и песке с примесью ракуши (глубина 6 – 10 м) нематоды представлены беднее (29 и 23 вида соответственно). Как показали исследования, в ОМР основную роль на всех типах грунта играют неизбирательные детритофаги, составляя 35,7–58,0 % плотности поселений нематод. Доминируют виды *Sabatieria pulchra, Terschellingia pontica, Sphaerolaimus ostreae*, *Neochromadora poecilosomoides, Viscosia minor, Enoploides brevis*. Они характеризуются наиболее высокой стабильностью своего развития в сложившихся экологических условиях данного региона и служат показателем гидробиологических условий среды обитания (загрязнение). Это ключевые виды в данном районе, вокруг которых в различных сочетаниях группируются другие. Результаты данных исследований могут дополнить представление о нематодах в динамике и их роли в формировании количественных показателей мейобентоса в этом районе СЗЧМ.

Впервые проведено изучение гарпактикоид ОМР. В биотопах верхней сублиторали ОМР обнаружено 29 видов, относящихся к 19 родам и 13 семействам. Указанные биотопы имеют 12 общих видов, и при этом на ракуше зарегестрирован 21 вид, а на песке 20 видов. Из 13 обнаруженных семейств гарпактикоид можно выделить два семейства с наибольшим количеством видов: Dactylopusiidae (4), Laophontidae (5).

Особенностью фауны гарпактикоид иловых отложений является то, что ее видовое разнообразие напрямую зависит от типа ила. На серых илах обнаружен 21 вид (все обнаруженные виды), а на черных илах обнаружено всего 6 видов, которые являются общими для этих двух типов грунта. Относительно богато видами два семейства гарпактикоид – Miraciidae (4) и Tisbidae (3). Остальные семейства представлены одним или двумя видами копепод. При рассмотрении степени участия гарпактикоид в формировании общей численности постоянного компонента мейобентоса видно, что на илистом песке они преобладают не только по плотности поселений, но и по составной части всего мейобентоса.

Впервые для ОМР приводятся данные о полихетах, относящихся к категории мейобентоса. Полихеты его постоянного компонента в ОМР представлены только четырьмя видами: *Syllides longocirratus, Salvatoria clavata, Exogone (Exogone) naidina* и *Protodrilus flavocapitatus*. Наиболее редко встречаемыми на данной акватории были *E. naidina* и *P. flavocapitatus*.

Всего в период с 1994 по 2015 г. на 558 стандартных станциях ОМР были зарегистрированы 98 таксонов макрозообентоса: червей и моллюсков – по 27, ракообразных – 37, представителей других групп – 7 (кишечнополостных – 2, щупальцевых – 3, оболочников – 1, личинок насекомых – 1). Биологическое разнообразие макрозообентоса ОМР по сравнению с периодом 1994–1999 гг. увеличилось в 1,8 раза (с 53 до 93 таксонов), средняя численность – в 1,5 раза (с 2055,9 до 3058,3 экз. · $м^{-2}$), а средняя биомасса уменьшилась в 2,1 раза (с 1087,324 до 527,393 г · $м^{-2}$). Увеличение качественного состава во всех основных таксономических группах произошло почти исключительно за счет гидробионтов с низкими количественными показателями. По сравнению с предшествующим периодом перестали встречаться представители 5 таксонов, но в то же время обнаружены 45 таксонов, не отмеченных ранее.

Если ранее, в 1994–1999 гг. донная макрофауна была представлена исключительно эвригалинным морским комплексом, то в период 2005–2015 гг. было зарегистрировано 7 видов стеногалинного морского комплекса (двустворчатые моллюски *Acanthocardia tuberculata, Pitar rudis, Polititapes aurea, Spisula subtruncata, Abra nitida milachewitchi, Abra alba occitanica*, бокоплав *Corophium runcicorne*), представленных молодыми особями. Всего в 1994–2015 гг. в ОМР зарегистрировано 8 инвазийных видов (3 – в 1994–1999 гг. и 8 – в 2005–2015 гг.) макрозообентоса разных таксономических групп.

Не оказывая негативного влияния на распределение донных организмов вблизи выпуска коллектора СБО «Южная» и в прибрежной зоне до глубины 4 м, вследствие повышенной динамики вод и аэрации придонного слоя,

накопление органического вещества в осадках оказывает ингибирующее влияние на развитие бентоса в радиусе 1,5–2,0 км.

В макрозообентосе ОМР обнаружено 23 вида полихет, относящихся к 11 семействам: Phyllodocidae (3 вида), Nephtyidae (1), Glyceridae (1), Polynoidae (2), Sigalionidae (1), Nereidae (5), Spionidae (6), Capitellidae (2), Terebellidae (1), Ampharetidae (1) и Pectinaridae (1). За период исследований отмечен рост общего числа видов, наибольшее их количество указано для 2015 г. Наиболее часто встречались: *Heteromastus filiformis* (в различные съемки отмечался в 51,9–100,0 % отобранных проб), *Melinna palmata* (52,4–80,0 %), *Alitta succinea* (27,7–71,4) %, *Polydora cornuta*– (16,7–66,7 %), *Harmothoe imbricata* (37,0–80,0 %), *Prionospio cirrifera* (31,8–60,0 %), *Nephtys hombergii* 1818 (33,3–77,8 %). В 2015 г. к основным по встречаемости видам отнесена *Glycera tridactyla* (отмечена в 55,5 % проб), которая в данном районе до 2013 г. в макрозообентосе нами не отмечалась.

В современный период в составе доминирующих видов полихет зарегистрирован ряд изменений: рост общего количества видов, значительное снижение средних показателей обилия *A. succinea* и рост таковых *P. cirrifera* и *M. palmata*. Вид *A. succinea*, колонизировавший участки дна, занимаемые ранее биоценозом *M. palmata*, в настоящее время развивается в основном на глубине до 15 м, что было характерно для этого вида до 1980 г. Вытесненный им вид *H. diversicolor* встречается только на небольшой глубине.

Несмотря на схожесть видового состава амфипод, обитающих в обрастаниях и на других типах донных субстратов, их соотношение, и наличие видов специфичных для илистых и песчаных грунтов (*A. diadema*, *B. guilliamsoniana*, *P. maeoticus*) позволяет отметить различия в таксоцене амфипод этих биотопов. За время исследований обнаружено 23 вида представителей отряда амфипод. 20 видов обитают в сообществах обрастаний и 18 видов – на других типах грунтов.

За период с 2005 по 2015 г. в ОМР было обнаружено 26 видов моллюсков, из которых 9 относились к классу брюхоногих, а 17 – к классу двустворчатых моллюсков. Встречаемость (по годам) от 50 % и более отмечена у 18 видов: *Mohrensternia lineolata, Hydrobia acuta, Bittium reticulatum*, *Rapana venosa, Odostomia rissoides*, *Retusa truncatula, Anadara inaequivalvis, Mytilaster lineatus, Mytilus galloprovincialis, Cerastoderma glaucum, Parvicardium exigium, Chamelea gallina, Spisula subtruncata, Abra nitida milachewichi, Abra ovata*, *Abra alba occitanica*, *Mya arenaria* и *Lentidium mediterraneum*, которые отнесены к основным видам.

В 2009–2013 гг. в пределах ОМР выделены шесть типов донных биоценозов, руководящими видами которых были двустворчатые моллюски

(*M. galloprovincialis, Chamelea gallina, M. arenaria*) и многощетинковые черви (*M. palmata, N. succinea, H. filiformis*). Наибольшие площади занимали биоценозы *M. galloprovincialis* и *M. palmata,* а также *Ch. gallina,* которые выделяли во все съемки. Остальные биоценозы выделяли эпизодически и на ограниченном количестве станций. В 2009–2013 гг. наиболее высокие показатели численности и биомассы отмечены в биоценозах, руководящими видами которых были моллюски

Таким образом, в монографии обобщены результаты многолетних мониторинговых наблюдений в одном из наиболее подверженных антропогенному прессу районов Черного моря. В основе обобщений в основном использованы данные 2005–2015 гг., во многих случаях выводы делались на основании данных и 1994–1999 гг. Приведенные данные о состоянии планктонных и донных сообществ ОМР в конце прошлого и начале нынешнего столетия будут базовой основой для дальнейших исследований как сравнительный материал в многолетней динамике характеристик морской биоты.

Литература

1. *Александров Б. Г., Воробьева Л. В., Гаркавая Г. П. и др.* Влияние сточных вод на санитарно-экологическое состояние прибрежной зоны моря // Вода и здоровье-98: Матер. междунар. научно-практ. конф., 15–18 сентября г. Одесса, 1998 г. – Одесса: Астропринт, 1998. – С. 15–19.
2. *Александров Б. Г., Теренько Л. М., Нестерова Д. А.* Первый случай «цветения» воды в Черном море водорослью *Nodularia sputigena* Mert. ex Bornet et Flahault (Cyanoprokaryota) // Альгология. – 2012. – **22**, № 2. – С. 152–165.
3. *Алексеев Р. П., Зайцев Ю. П., Иванова Е. В., Синегуб И. А.* Формирование зооценоза различных искусственных рифов северо-западной части Черного моря // Искусственные рифы для рыбного хозяйства: Тез. докл. Всесоюз. конф. (Москва, 2–4 дек. 1987 г.). – М., 1987. – С. 57–59.
4. *Алексеев Р. П., Синегуб И. А.* Влияние гидротехнических сооружений на фауну ракообразных прибрежной зоны моря // Рациональное использование сырьевых ресурсов северо-западной части Черного моря: Тез. докл. обл. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Одесса, 1984. – С. 22–23.
5. *Басов И. А., Хусид Т. А.* О биомассе бентосных фораминифер в осадках Охотского моря // Океанология. – 1983. – **23**, 4 – С. 648–655.
6. *Беклемишев В. Н.* К фауне турбеллярий Одесского залива и впадающих в него ключей // Изв. Биол. НИИ и биол. станции при Перм. гос. ун-те. – 1927. – **5**. – С. 178–200.
7. *Бешевли Л. Е., Колягин В. А.* О находке моллюска *Mya arenaria* L. (Bivalvia) в северо-западной части Черного моря // Вест. зоологии. – 1967. – № 3. – С. 82–84.
8. *Блюм Н. С., Талденкова Е. Е*. Анализ морской микрофауны. Научное издание. №. 3. Методы палеогеографических реконструкций . – 2002. – С. 213–247.
9. *Богатова Ю. И., Бронфман А. М., Виноградова Л. А., Воробьева Л. В. и др.* Современное состояние и тенденции изменения экосистемы // Практическая экология морских регионов. Черное море. – К.: Наук. думка, 1990. – С. 192–200.
10. *Большаков В. С.* Гидрологический очерк / Биология северо-западной части Черного моря. – К.: Наук. думка, 1967. – С. 14–31.

11. *Большаков В. С., Розенгурт М. Ш., Балинська Н. С., Толмазін Д. М.* Характеристика водних мас північно-західної частини Чорного моря // Наук. зап. Одеськ. біол. станції. – 1964. – № 5. – С. 81–98.
12. *Бондаренко А. С.* Видовой состав и особенности распределения полихет западной части Черного моря // Экология моря. – 2009. – Вып. 78. – С. 22–27.
13. *Бондаренко О. С.* Характеристика стану таксоцену поліхет Одеського морського регіону в сучасний період // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2010. – № 3 (44). – С. 22–25.
14. *Брагинский Л. П.* Общие основы функционирования и структурных перестроек водных экосистем в условиях антропогенного пресса // Тези доп. II з'їзду гідроекол. тов-ва України. – Київ, 1997. – **1.** – С. 102–104.
15. *Броцкая В. А.* Количественный учет донной фауны Баренцева моря // Тр. ВНИРО, 1939. – **4.** – С. 5–126.
16. *Бубнова Н. П., Холикова Н. И.* Методы изучения макрозообентоса / Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – С. 21–38.
17. *Бурковский И. В.* Структурно-функциональная организация и устойчивость морских донных сообществ. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 208 с.
18. *Бучинский П. Н.* Зоологическая станция при Новороссийском университете // Записки Новорос. об-ва естествоиспытателей. – 1911. – **38**. – С. 3–15.
19. *Буяновская А. А.* Зоопланктон лиманов Измаильской области (Шаболат, Бурнас, Алибей) // Материалы по гидробиологии и рыболовству лиманов северо-западного Причерноморья (Кормовые ресурсы лиманов Измаильской области). – Одесса, 1952. – С. 7–23.
20. *Виленкин Б. Я.* Придонные течения, органические осадки и животное население морского дна // Вопросы географии. – 1982. – **81**, вып. 117. – С. 215–223.
21. *Винберг Г. Г.* Успехи лимнологии и гидробиологические методы контроля качества внутренних вод // Тр. Всесоюз. конф. «Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям». – М., 1981. – С. 16–25.
22. *Винникова М. А., Дьяков В. А.* К вопросу об изменениях зообентоса Одесского залива // II Всесоюз. конф. по биологии шельфа. – К.: Наук. думка, 1978. Ч. 2. – С. 16–17.
23. *Виноградов А. К., Хуторной С. А.* Ихтиофауна Одесского региона северо-западной части Черного моря (биологические, экологические, эколого-морфологические особенности). – Одесса: Астропринт, 2013. – 223 с.
24. *Виноградов А. К., Богатова Ю. И., Синегуб И. А.* Экосистемы акваторий морских портов Черноморско-Азовского бассейна (введение в экологию морских портов). – Одесса: Астропринт – 2012. – 521 с.
25. *Виноградов А. К., Богатова Ю. И., Синегуб И. А.* Экология морских портов (Черноморско-Азовский бассейн). – Одесса: Астропринт, 2014. – 565 с.
26. *Виноградов А. К., Богатова Ю. И., Синегуб И. А., Хуторной С. А.* Экологические закономерности распределения морской прибрежной ихтиофауны (Черноморско-Азовский бассейн). – Одесса: Астропринт, 2017. – 320 с.
27. *Виноградов К. А.* К фауне кольчатых червей (Polychaeta) Черного моря // Тр. Карадаг. биол. станции. – 1949. – Вып. 8. – С. 3–84.
28. *Виноградов К. А.* Очерки по истории отечественных гидробиологических исследований на Черном море. – К.: Изд-во АН Украинской ССР, 1958. – 155 с.
29. *Виноградов К. А.* Контактные зоны южных морей // Биологические проблемы океанографии южных морей. – К.: Наук. думка, 1969. – С. 45–48.
30. *Виноградов К. А., Лосовская Г. В.* Класс многощетинковые черви – Polychaeta // Определитель фауны Черного и Азовского морей. – К.: Наук. думка, 1968. – **1.** – С. 251–359.
31. *Володкович Ю. Л.* Методы изучения морского бентоса / Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений. – Л.: Гидрометеоиздат, 1980. – С. 150–165.
32. *Воробьев В. П.* Бентос Азовского моря // Тр. Аз.-Черномор. НИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. – 1949. – 193 с.
33. *Воробьева Л. В.* Изучение интерстициальной мейофауны // Биология моря. – К.: Наук. думка, 1977. – Вып. 43. – С. 64–68.
34. *Воробьева Л. В.* Интерстициальная мейофауна песчаных пляжей Черного моря. – К.: Наук. думка, 1992. – 144 с.
35. *Воробьева Л. В.* Мейобентос украинского шельфа Черного и Азовского морей. – К.: Наук. думка, 1999. – 301 с.
36. *Воробьева Л. В., Кудренко С. А.* Пространственное распределение и сезонная динамика количественных показателей амфипод в Одесском заливе // Екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне

використання ресурсів шельфу. – Севастополь, 2005. – Вип. 12. – С. 610–616.
37. *Воробьева Л. В., Портянко В. В.* Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) как компонент мейобентоса контурных биотопов Одесского морского региона // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – Севастополь, 2014. – Вып. 11 (30). – С. 179–186.
38. *Воробьева Л. В., Синегуб И. А., Кулакова И. И., Гарлицкая Л. А.* Современное состояние зообентоса Одесского залива / Ин-т биол. юж. морей АН УССР. Одес. фил. – Одесса, 1996. – 57 с. – Деп. в ВИНИТИ 13.03.1996, № 786–В 96.
39. *Воробьева Л. В., Синегуб И. А., Кулакова И. И., Рыбалко А. А., Гарлицкая Л. А.* Современное состояние макро- и мейобентоса западной части Приднепровско-Бугского района Черного моря / Ин-т биол. юж. морей АН УССР. Одес. фил. – Одесса, 1995. – 50 с. – Деп. в ВИНИТИ 06.03.1995, № 621–В 95.
40. *Гаврилова Н. А.* Новые виды тинтиннид в Черном море // Экология моря. – 2005. – № 69. – С. 5–11.
41. *Гальцова В. В.* Свободноживущие морские нематоды как компонент мейобентоса губы Чупа Белого моря // Нематоды и их роль в мейобентосе. – Л.: Наука, 1976. – С. 165–270.
42. *Гальцова В. В.* Мейобентос морских экосистем на примере свободноживущих нематод // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1991. – **224**. – 236 с.
43. *Гальцова В. В., Владимиров М. В.* Мейобентос юго-восточной части Кандалашского залива Белого моря // Экология бентоса юго-восточной части Кандалашского залива и сопредельных вод. – Л.: ЗИН АН СССР, 1988. – С. 47–74.
44. *Гальцова В. В., Петухов В. А.* Зависимость мейобентоса от состава грунта литорали губы Дальнезеленецкой // Зоол. журн. – 1975. – **54**, № 3. – С. 452–455.
45. *Гальцова В. В., Кулангиева Л. В., Павлюк О. Н., Рябченко В. Н.* Роль мейобентоса в трансформации веществ и энергии в морских экосистемах // Известия ТИНРО, 2001. – **128**, вып. 1. – С. 45–57.
46. *Гаркавая Г. П., Богатова Ю. И.* Современные источники эвтрофирования северо-зпадной части Черного моря // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2001. – № 3 (14). – С. 188–189.

47. *Гаркавая Г. П., Богатова Ю. И.* Кислородный режим / Северо-западная часть Черного моря: биология и екологія. – К.: Наук. думка, 2006. – С. 69–74.
48. *Гаркавая Г. П., Богатова Ю. И., Буланная З .Т.* Современные тенденции изменений гидрохимических условий северо-западной части Черного моря // Изменчивость экосистемы Черного моря. – М.: Наука, 1991. – С. 299–306.
49. *Гаркавая Г. П., Богатова Ю. И., Гончаров А. Ю.* Районирование шельфа по гидролого-гидрохимическим параметрам / Северо-западная часть Черного моря: биология и екологія. – К.: Наук. думка, 2006. – С. 83–86.
50. *Грезе И. И.* Бокоплавы // Фауна Украины. Высшие ракообразные. – К.: Наук. думка, 1985. – **5**, вып. 5. – 172 с.
51. *Грінбарт С. Б.* Матеріали до вивчення зообентосу Одеської затоки Чорного моря // Пр. Одеськ. держ. ун-ту. Серія Біологія. – 1937. – **2**. – С. 41–47.
52. *Грінбарт С. Б.* Обростання дерев'яних та кам'яних споруд в Одеській затоці // Пр. Одеськ. держ. ун-ту. Серія Біологія. – 1938. – **3.**– С. 53–57.
53. *Грінбарт С. Б.* Зообентос Одеської затоки // Пр. Одеськ. держ. ун-ту. Серія Біологія. – 1949. – **4.** – С. 51–73.
54. *Гринбарт С. Б.* Зообентос лиманов северо-западного Причерноморья и смежных с ним участков моря: Автореф. дис. … докт. биол. наук. – Одесса, 1967 – 52 с.
55. *Гусляков Н. И., Теренько Г. В.* Сезонная динамика фитопланктона прибрежной зоны Одесского залива Черного моря (Украина) // Альгология. – 1999. – **9**, № 4. – С. 10–23.
56. *Джуртубаев М. М., Чернолев М. М.* Донная фауна Одесского порта // II Всесоюз. конф. по биологии шельфа. – К.: Наук. думка, 1978. Ч. 2. – С. 41–42.
57. *Доценко С. А., Адобовский В. В.* Аномальные гидрологические явления в Одесском районе северо-западной части Черного моря в первой половине 2010 г. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2011. – **1,** № 25. – С. 228–233.
58. *Драголи А. Л.* К экологии черноморской полихеты *Melinna palmata* (Grube) // Вопросы экологии. – К., 1962. – **5.** – С. 55–57.
59. *Драпкин Е. И.* Новый моллюск в Черном море // Природа. – 1953. – **9**. – С. 92–95.
60. *Дубовский Н. В.* Материалы к познанию Ostracoda Черного моря // Тр. Карадаг. биол. станции, 1939. – Вып. 5. – С. 3–68.

61. *Дятлов С. Е.* Еколого-токсилогічна оцінка морських донних відкладів // Вісн. Одеськ. нац. ун-ту. – 2001. – **6**, вип. 1. – С. 88–95.
62. *Дятлов С. Е. Никулин В. В*. Естественные парагенетические ассоциации элементов и соединений в донных отложениях полигона «Одесский мегаполис» (Черное море) // Экология моря. – 2003. – № 63. – С. 30–35.
63. *Дятлов С. Е., Петросян А. Г., Кошелев А. В.* Биотестирование // Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. – К.: Наук. думка, 2006. – С. 87–101.
64. *Дятлов С. Е., Патлатюк Е. Г., Никаноров В. А. и др.* Качество дренажных, ливневых и сточных вод, сбрасываемых в море и Хаджибейский лиман // Экологические проблемы Черного моря. – Одесса, 2002. – С. 69–73.
65. *Дятлов С. Е., Петросян А. Г., Ходоков И. В и др*. Экспериментальная оценка качества прибрежных вод и донных отложений методами биотестирования // Исследования экосистемы Черного моря. – Одесса: УкрНЦЭМ, 1994. – Вып.1. – С. 141–148.
66. *Загоровский Н. А.* Очерки по черноморскому планктону: материалы к фауне ветвистоусых ракообразных Черного моря // Тр. I гидрологического съезда, 1925. – С. 123–132.
67. *Загоровский Н. А.* Прошлое и настоящее Одесского залива (малакофаунистический этюд) // Зап. Одесск. об-ва естествоисп. – 1928. – **44.** – С. 263–280.
68. *Загоровский Н. А., Рубинштейн Д.* Материалы к системе биоценозов Одесского залива // Зап. Импер. об-ва сельск. хоз. южной России. – 1916. – **86**, № 1.– С. 203–244.
69. *Заика В. Е., Коновалов С. К., Сергеева Н. Г.* Локальные и сезонные явления гипоксии на дне севастопольских бухт и их влияние на макробентос // Мор. экол. журн. – 2011. – **10**, № 3. – С. 5–25.
70. *Зайцев Ю. П.* Морская нейстонология. – К.: Наук. думка, 1970. – 264 с.
71. *Зайцев Ю. П.* Экологическое состояние шельфовой зоны Черного моря у побережья Украины (Обзор) // Гидробиол. журн. – 1992. – **28**, № 4. – С. 3–18.
72. *Зайцев Ю. П., Полищук Л. Н.* Вспышка численности медузы *Aurelia aurita* (L.) в Черном море // Экология моря. – 1984. – № 17. – С. 35–46.
73. *Зайцев Ю. П., Воробьева Л. В., Александров Б. Г.* Новый вид Ctenophora в Черном море / Ин-т биол. юж. морей АН УССР. Одес. фил. – Одесса, 1988. – 6 с. – Деп. в ВИНИТИ № 5844–В 88.
74. *Зайцев Ю. П., Александров Б. Г., Воробьева Л. В., Головенко В. К., Рясинцева Н. И., Синегуб И. А., Волков С. О.* Биологический контроль за состоянием экосистемы Одесского залива // Тр. междунар. конф. «Экологические проблемы Одесского региона и их решение». – Одесса, 1995. – С. 103–107.
75. *Закутский В. П.* Распределение и биомасса зообентоса северо-западной части Черного моря и питание некоторых бентосоядных рыб // Научн. конф., посвящ. 40-летию Новорос. биол. станции: Тез. докл. – Новороссийск, 1961. – С. 34–40.
76. *Закутский В. П.* Зообентос северо-западной части Черного моря: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Одесса, 1962. – 16 с.
77. *Закутский В. П.* Закономерности размещения донной фауны в северо-западной части Черного моря // Океанология. – 1963. – **11**, вып. 6. – С. 1085–1088.
78. *Закутский В. П.* Плотность макрозообентоса в северо-западной части Черного моря // Океанология. – 1964. – **4**, № 4. – С. 684–686.
79. *Закутский В. П.* Суточные изменения состава фауны в слое гипонейстона Черного и Азовского морей: Тез. докл. I съезда ВГБО // Вопросы гидробиологии. – М.: Наука, 1965. – С. 163.
80. *Закутский В. П.* Вертикальные перемещения организмов бентогипонейстона в холодное время года на мелководье / Биологические проблемы океанографии южных морей. – К.: Наук. думка, 1969. – С. 16.
81. *Закутский В. П., Виноградов К. А*. Макрозообентос / Биология северо-западной части Черного моря. – К.: Наук. думка, 1967. – С. 146–157.
82. *Зернов С. А.* К вопросу об изучении жизни Черного моря // Зап. Импер. Акад. наук. – Серия 8. – СПб., 1913. – **32**, № 1. – 299 с.
83. *Иванов А. И.* Характеристика качественного состава фитопланктона Черного моря // Исследования планктона Черного и Азовского морей. – К.: Наук. думка, 1965. – С. 17–35.
84. *Иванов А. И.* Фитопланктон северо-западной части Черного моря // Биология северо-западной части Черного моря. – К.: Наук. думка, 1967. – С. 59–75.
85. *Иванов А. И.* Фитопланктон устьевых областей рек северо-западного Причерноморья. – К.: Наук. думка, 1982. – 211 с.
86. *Калишевский М. В.* Материалы для карцинологической фауны Одесского залива // Зап. Новорос. об-ва естествоисп. – 1906. – **29**. – С. 1–32.
87. *Камаль Салем Аль-Ханун.* Зоопланктон Одеського залива и сопредельних акваторий : Дис. … канд. биол. наук. – Одесса, 1982. – 218 с.
88. *Каминская Л. Д., Алексеев Р. П., Иванова Е. В., Синегуб И. А.* Донная фауна прибрежной зоны Одесского залива и прилежащих районов в условиях гидростроительства // Биология моря. – К., 1977 а. – Вып. 43. – С. 54–64.

89. *Каминская Л. Д., Алексеев Р. П., Иванова Е. В., Синегуб И. А.* Донные биоценозы курортных участков прибрежной зоны шельфа Черного моря // Охрана природы и рац. использование природных ресурсов юга Украины: Тез. докл. республик. науч.-тех. конф. – Симферополь, 1977 б. – С. 46–47.
90. *Каминская Л. Д., Алексеев Р. П., Иванова Е. В., Синегуб И. А.* Обрастания берегозащитных сооружений Одесского залива // Биологические повреждения строительных и промышленных материалов: Матер. Всесоюз. школы-семинара. – К.: Наук. думка, 1978. – С. 235–237.
91. *Каминская Л. Д., Алексеев Р. П., Иванова Е. В., Синегуб И. А.* Опыт повышения вторичной продуктивности прибрежной зоны моря с помощью искусственного рифа // Состояние, перспективы улучшения и использование морской экологической системы прибрежной части Крыма: Тез. докл. науч.-практ. конф. – Севастополь, 1983. – С. 54–56.
92. *Касьянов В. Л.* Популяционные характеристики личинок морских донных беспозвоночных: Тез. докл. V съезда ВГБО. – М., 1986. – С. 94–95.
93. *Киселева М. И.* Сравнительная характеристика одноименных донных биоценозов из различных районов Черного моря // Донные биоценозы и биология бентосоядных организмов Черного моря. – К.: Наук. думка, 1967. – С. 18–27.
94. *Киселева М. И.* Пищевые спектры некоторых донных беспозвоночных Черного моря // Зоол. журн. – 1975. – **54**, вып. 11. – С.1595–1601.
95. *Киселева М. И.* Бентос рыхлых грунтов Черного моря. – К.: Наук. думка, 1981. – 165 с.
96. *Киселева М. И.* Многощетинковые черви (Polychaeta) Черного и Азовского морей. – Апатиты: Изд-во Кольского науч. центра РАН, 2004. – 409 с.
97. *Коваленко О. В.* Флора водоростей України. Синьозелені водорості. Порядок хроококальні. – К., 2009. – **1**. – 387 с.
98. *Коваль Л. Г.* Зоо- и некрозоопланктон Черного моря. – К.: Наук. думка, 1984. – 128 с.
99. *Коваль Л. Г., Лосовская Г. В., Настенко Е. В., Теплинская Н. Г.* Формирование трофических связей водных сообществ акваторий зоны берегозащитных сооружений // Науч. докл. высшей школы. Биологические науки. – 1976. – № 12. – С. 36–40.
100. *Кондратьєва Н. В.* Синьозелені водорості – Cyanophyta. Ч. 2. Клас Гормогонієві – Hormogoniophyceae. Визначник прісноводних водоростей Української РСР.– К.: Вид-во АН УРСР, 1968. – Вип. І. – 523 с.

101. *Кондратьєва Н. В., Коваленко О. В., Приходькова Л. П.* Визначник прісноводних водоростей Української РСР. І: Синьозелені водорості - Cyanophyta. Ч. 1. Загальна характеристика синьозелених водоростей – Cyanophyta. Клас хроококові – Chroococcophyceae. Клас хамесифонові – Chamaesiphonophyceae. – К., 1984. – 385 с.
102. *Конопльов Г. І.* Сезонні зміни зоопланктону Одеської затоки // Пр. Одеськ. держ. ун-ту. Серія Біологія. – Одеса, 1937. – **2.** – С. 29–41.
103. *Конопльов Г. І.* Зоопланктон Одеської затоки (Еколого-фауністична характеристика) // Пр. Одеськ. держ. ун-ту. Серія Біологія. – Одеса,1938. – **3**, № 2. – С. 25–36.
104. *Куделин Н. В.* Гидроиды Одесского залива // Зап. Новорос. об-ва естествоисп. – 1908. – **32**. – С. 133–137.
105. *Куделин Н. В.* К фауне губок Черного моря (Одесского залива) // Зап. Новорос. об-ва естествоисп. – 1910. – **35**. – С. 1–40.
106. *Кудренко С. А.* Амфиподы прибрежной зоны Одесского залива: Тез. IV Всеукраинской науч.-практ. конф. молодых ученых по проблемам Черного и Азовского морей «Понт Эвксинский – 2005». 24–27 мая 2005 г. – Севастополь, 2005. – С. 72–73.
107. *Кузьминова Н. С.* Действие различных концентраций сточных вод на морские организмы // Космос и биосфера: Тез. докл. междунар. конф. Партенит, 28 сент. – 4 окт. 2003 г. – Симферополь, 2003. – С. 164–165.
108. *Кузьминова Н. С.* Оценка токсичного действия хозяйственно-бытовых сточных вод на морские организмы: Автореф. дис. … канд. биол. наук. – Севастополь, 2006. – 20 с.
109. *Кулакова И. И.* Свободноживущие нематоды северо-западной части Черного моря // Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. – К.: Наук. думка, 2006. – С. 254–260.
110. *Кулакова И .И.* Современное состояние фауны свободноживущих нематод Одесского морского региона // Вісн. Одеськ. нац. ун-ту. Серія Біологія. – 2013. – **18**, вип. 3 (32). – С. 49–60.
111. *Куфтаркова У. А., Ковригина Н. П.* О влиянии сбросов сточных вод на гидрохимическую структуру прибрежной зоны моря // Исследования шельфовой зоны Азово-Черноморского бассейна. – Севастополь, 1995. – С. 65–70.
112. *Кучерявый В. П.* Екологія. – Львів: Світ, 2000. – 491 с.
113. *Лебедев В. В.* Наблюдения за составом и сменой поверхностного планктона Одесского залива // Зап. об-ва сельск. хоз. южной России. – 1916. – **87**, № 1. – С. 101–147.

114. *Лебедева Н. В., Криволуцкий Д. А.* Биологическое разнообразие и методы его оценки // География и мониторинг биоразнообразия. – М.: Изд-во науч. и учебно-методического центра, 2002. – 432 с.
115. *Лигнау Н. Г.* Процесс обрастания в море // Рус. гидробиол. журн. – 1924. – **3**, № 11–12. – С. 280–291.
116. *Лигнау Н. Г.* Процесс обрастания в море // Рус. гидробиол. журн – 1925. – **4**, № 1–2. – С. 1–10.
117. *Лосовская Г. В.* Неизвестная работа С. Ю. Кушакевича // Гидробиол. журн. – 1967. – **3**, № 2. – С. 80.
118. *Лосовская Г. В.* Экология полихет Черного моря. – К.: Наук. думка, 1977. – 91 с.
119. *Лосовская Г. В.* Многолетние изменения состава и распределения многощетинковых червей северо-западной части Черного моря // Гидробиол. журн. 1988 – **24**, № 4. – С. 21–25.
120. *Лосовская Г. В.* Изменение видового состава, экологических и морфологических характеристик полихет северо-западной части Черного моря за полувековой период // Экология моря. – 2003. – Вып. 63. – С. 41–45.
121. *Лосовская Г. В.* Макрозообентос. 7.1. Донные сообщества. 7.1.1 1970 – 1983 гг. // Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. – К.: Наук. думка, 2006. – С. 268–276.
122. *Лосовская Г. В., Нестерова Д. А.* О массовом развитии новой для Черного моря формы многощетинкового кольчатого червя *Polydora ciliata ssp. limicola* Annenkova в Сухом лимане (северо-западная часть Черного моря) // Зоол. журн. – 1964. – **43**, вып. 10. – С. 1559–1560.
123. *Лосовская Г. В., Синегуб И. А.* Детритоядные полихеты в экосистеме Одесского региона Черного моря // Экология моря. – 2002. – Вып. 62. – С. 5–9.
124. *Лосовская Г. В., Синегуб И. А.* Некоторые особенности макрозообентоса акватории Одесского порта // Гидробиол. журн. – 2007. – **43**, вып. 4. – С. 43–48.
125. *Лоция* Черного моря. – М.: Изд-во Министерства обороны СССР, 1976. – 507 с.
126. *Макаров А. К.* О некоторых новых элементах в составе фауны черноморских лиманов в связи с судоходством // Докл. АН СССР. – 1939. – **23**, вып. 8. – С. 818–821.
127. *Маринов Т.* Върху остракодната фауна на западното Черноморското крайбрежие // Изв. инст. рибов. рибол. – Варна, 1962. – № 2. – С. 55–79.

128. *Маринов Т.* Принос към остракодната фауна на Черно море // Изв. инст. рибов. рибол. – Варна, 1964. – № 4. – С. 39–60.
129. *Маринов Т.* Две непознати остракоди от Черно море // Изв. Зоол. инст. БАН. – 1965. – № 18. – С. 193–198.
130. *Маринов. Т.* Многочетинести червеи (Polychaeta) / Фауна на България. – София: Изд-воЪлг. АН, 1977. – **6**. – 258 с.
131. *Маринов Т.* Качествен състав и количественно разпределение на мейобентоса от българския участък на Черно море. – Изв. Инст. рибни ресурси. – Варна, 1978. – № 16. – С. 35–39.
132. *Маринов Т., Стойков С., М'Барек М.* Зообентосът от сублиторалното пясъчно и тинесто дъно на Варненския залив. – Изв. ИРР. – 1983. – **XX**. – С. 109–133.
133. *Маркузен И.* Заметки о фауне Черного моря. Предварительное сообщение // Тр. I съезда рус. естесствоисп. и врачей. Отд. зоологии. – СП, 1868. – С. 177–179.
134. *Мастепанова Э. А.* Интерстициальные полихеты морей России // Зоология беспозвоночных. – 2004. – **1**, № 1. – С. 59–64.
135. *Мечников И. И.* Заметки о пелагической фауне Черного моря // Тр. I съезда рус. естествоисп., 1868. – С. 267–270.
136. *Милейковский С. Н.* Личинки морских донных беспозвоночных и их роль в биологии моря. – М., 1985. – 117 с.
137. *Мокиевский В. О.* Экология морского мейобентоса. – М.: Т-во науч. изданий КМК., 2009. – 286 с.
138. *Мокиевский В. О., Колбасова Г. Д., Пятаева С. В., Цетлин А. Б.* Мейобентос. Методическое пособие по полевой практике. – М.: Т-во науч. изданий КМК, 2015. – 199 с.
139. *Мордухай-Болтовской Ф. Д.* Каспийская фауна в Азово-Черноморском бассейне. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – 288 с.
140. *Несис К. Н.* Некоторые вопросы пищевой структуры морских биоценозов // Океанология. – 1965. – **5**, № 4. – С. 701–704.
141. *Нестерова Д. А.* Расчет среднего веса клеток массовых видов фитопланктона на мелководье северо-западной части Черного моря // Гидробиол. журн. – 1976. – **12**, № 6. – С. 69–72.
142. *Нестерова Д. А.* Размерная структура фитопланктона западной части Черного моря в летний период // Океанология. – 1986. – **26**, № 3. – С. 474–480.
143. *Нестерова Д. А.* Влияние эвтрофирования на сукцессии фитопланктона северо-западной части Черного моря // Изменчивость экосистемы

Черного моря: естественные и антропогенные факторы. – М.: Наука, 1991. – С. 311–317.
144. *Нестерова Д. А., Теренько Л. М.* Фитопланктон прибрежной зоны северо-западной части Черного моря в районе марихозяйства мидий. – Одесса, 1992 а. – 17 с. – Деп. в ВИНИТИ 09.04.92, № 1217–В92.
145. *Нестерова Д. А., Теренько Л. М.* Фитопланктон северо-западной части Черного моря в августе 1991 года. – Одесса, 1992 б. – 24 с. – Деп. в ВИНИТИ 09.04.92, № 1216–В92.
146. *Нестерова Д. А., Теренько Л. М.* Фитопланктон Одесского региона в современных условиях // Экологическая безопасность прибрежных и шельфовых зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2000. – С. 383–390.
147. *Одум Ю.* Экология. – М.: Мир, 1986. – **2**. – 376 с.
148. *Переладов М. В.* Некоторые наблюдения за изменением биоценозов Судакского залива Черного моря // Тр. III Всесоюз. конф. по морской биологии (Севастополь).– К., 1988. – Ч. 1. – С. 237–238.
149. *Платонова Т. А.* Класс круглые черви – Nematoda // Определитель фауны Черного и Азовского морей. – К.: Наук. думка, 1968. – **1.** – С. 111–183.
150. *Полищук Л. Н., Настенко Е. В.* Мезо- и макрозоопланктон / Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. – К.: Наук. думка, 2006. – С. 229–237.
151. *Полищук Л. Н., Столярова Я. А.* Структура зоопланктона акватории порта Одесса // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2005. – № 4 (27). – С. 184–187.
152. *Портянко В. В.* Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) пелоконтура Одесского морского региона (Черное море) // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2015. – № 3–4. – С. 535–539.
153. *Протасов А. А.* Старые и новые проблемы исследования перифитона // Биология внутренних вод. – 2005. – № 3. – С. 3–11.
154. *Россолимо Л. Л.* Tintinnoinea Черного моря // Архив рус. протистол. об-ва. – 1922. – **1**. – С. 22–34.
155. *Рубинштейн Д. Л.* Непериодические миграции планктонных организмов в Одесском заливе // Рус. зоол. журн. – 1926. – **6**, № 1. – С. 1–60.
156. *Рясинцева Н. И., Саркисова С. А., Скрипник И. А. и др*. Комплексный экологический мониторинг – как основа регламентации антропогенных нагрузок (на примере прибрежной зоны моря в районе г. Одесса) // Глобальная система наблюдений Черного моря: фундаментальные и прикладные аспекты. – Севастополь, 2000. – С. 70–75.

157. *Савилов А. И.* Экологическая характеристика донных сообществ беспозвоночных Охотского моря // Тр. Ин-та океанол. АН СССР. – 1961. – **46**. – С. 3–84.
158. *Саидова Х. М*. Распределение фораминифер в донных отложениях Охотского моря // Тр. Ин-та океанол. АН СССР. – 1960. – **32**. – С. 207–209.
159. *Сальський В. О.* Молюски північно-західної частини Чорного моря. – К.: Вид-во Акад. наук УРСР, 1958. – 42 с.
160. *Свешников В. А.* Морфология личинок митилид // Промысловые двустворчатые моллюски – мидии и их роль в экосистемах. – Л., 1979. – С. 103–104.
161. *Северо-западная* часть Черного моря: биология и экология / Отв. ред. Зайцев Ю. П., Александров Б. Г., Миничева Г. Г. – К.: Наук. думка. – 2006. – 701 с.
162. *Синегуб И. А.* Макрозообентос акватории Одесского порта // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь, 2007. – Вып. 15. – С. 492–500.
163. *Синегуб И. А., Рыбалко А. А.* Состояние макрозообентоса Одесского региона Черного моря в период 1994–1999 гг. // Наук. зап. Терноп. пед. ун-ту. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2001. – № 3 (14). – С. 157–158.
164. *Тарасова Т. С., Преображенская Т. В*. Бентосные фораминиферы в условиях марикультуры приморского гребешка в бухте Миноносок Японского моря // Биология моря. – 2007. – **33**, № 1. – С. 25–36.
165. *Теплинская Н. Г., Нестерова Д. А., Полищук Л. Н.* К вопросу о современном состоянии планктонных сообществ Одесского залива и смежных акваторий северо-западной части Черного моря. – М., 1995. – 68 с. – Деп. ВИНИТИ 18.04.1995, № 1054.
166. *Теренько Л. М.* Сезонная динамика фитопланктона в прибрежных водах Одесского залива Черного моря (Украина) // Альгология. – 2010. – **20**, № 1. – С. 73–85.
167. *Теренько Л. М.* Род *Dinophisis* Ehrenb. (Dinophyta) в украинских прибрежных водах Черного моря: видовой состав, распределение, динамика // Альгология. – 2011. – **21**, № 3. – С. 346–357.
168. *Теренько Л. М., Нестерова Д. А.* Cyanoprokaryota (Cyanophyta) планктона северо-западной части Черного моря // Альгология. – 2015. – **25**, № 3. – С. 278–296.

169. *Теренько Л. М., Теренько Г. В.* Прибрежная зона // Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. – 2006. – С. 184–190.
170. *Теренько Л. М., Теренько Г. В.* Многолетняя динамика «цветений» микроводорослей в прибрежной зоне Одесского залива (Черное море) // Мор. экол. журн. – 2008. – **7**, № 2. – С. 76–85.
171. *Тучковенко Ю. С., Сапко О. Ю*. Оценка вклада речного стока и совокупности антропогенных источников в загрязнение морской среды Одесского региона // Екологічні проблеми Чорного моря: Тез. доп. – Одеса: ЦНТЕПІ ОНЮА, 2003. – С. 360–365.
172. *Ульянин В. Н.* О пелагической фауне Черного моря // Изв. Моск. об-ва любителей естествозн. – 1870. – **8**, № 1. – С. 58–62.
173. *Ульянин В. Н.* Материалы для фауны Черного моря // Изв. Моск. об-ва любителей естествозн., антроп. и этн. – 1872. – **9**, № 1. – С. 77–137.
174. *Усачев П. И.* О фитопланктоне северо-западной части Черного моря // Дневник Всесоюз. съезда ботаников. Ленинград, янв. 1928 г. – Л.: Рус. ботан. об-во, 1928. – С. 163–164.
175. *Филипьев И. Н.* Свободноживущие нематоды окрестностей Севастополя // Тр. особ. зоол. лаб. и Севаст. биол. станции. Рос. АН, 1918–1921. – (1/2) 4. – С. 1–614.
176. *Хайлов К. М., Празукин А. В., Смолев Д. М., Юрченко Ю. Ю.* Школа биогеоэкологии. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – 325 с.
177. *Цееб Я. Я.* Зоопланктон советского участка Дуная // Тр. Ин-та гидробиол. – К.: Наук. думка, 1961. – № 36. – С. 103–127.
178. *Чесунов А.* В. Биология морских нематод. – М.: Т-во науч. изданий КМК., 2006. – 367 с.
179. *Чухчин В. Д.* Экология брюхоногих моллюсков Черного моря. – К.: Наук. думка, 1984. – 176 с.
180. *Шорников Е. И.* Опыт выделения каспийских элементов фауны остракод в Азово-Черноморском бассейне // Зоол. журн. – 1964. – **43**, вып. 9. – С. 1276–1293.
181. *Шорников Е. И.* К изучению Ostracoda Азовского и Черного морей // Бентос. – К.: Наук. думка, 1965. – С. 103–121.
182. *Шорников Е. И.* Leptocythere (Crustacea, Ostracoda) Азово-Черноморского бассейна // Зоол. журн. – 1966. – **45**, вып. 1. – С. 32–49.
183. *Шорников Е. И.* Фауна черноморско-азовских остракод в экологическом и зоогеографическом аспектах // Донные биоценозы и биология бентосных организмов Черного моря. – К.: Наук. думка, 1967. – С. 122–143.

184. *Шорников Е. И.* Подкласс остракода, или ракушковые раки, – Ostracoda // Определитель фауны Черного и Азовского морей. – К.: Наук. думка, 1969. – **2.** – С. 163–260.
185. *Шорников Е. И.* Вопросы экологии азово-черноморских остракод // Экологические исследования донных организмов. – К.: Наук. думка, 1972. – С. 53–88.
186. *Шорников Е. И., Зенина М. А.* Остракоды как индикаторы состояния и динамики водных экосистем (на примере залива Петра Великого Японского моря). – Владивосток: Дальнаука, 2014. – 334 с.
187. *Якубова Л. И.* Список Archiannelidae и Polychaeta Севастопольской бухты Черного моря // Изв. АН СССР. – 1930. – № 9. – С. 863–881.
188. *Янко В.В., Троицкая Т. С.* Поздне-четвертичные фораминиферы Черного моря. – М.: Наука, 1987. – 100 с.
189. *Alexandrov B. G., Teren'ko L. M., Nesterova D. A.* The First Case of a Bloom of *Nodularia spumigena* Mert. ex Born. et Flah. (Cyanophyta) in the Black Sea // International J. on Algae. – 2012. – **14** (1). – P. 31–43.
190. *Alexsandrov B.G., Bogatova Yu. I., Garkavaya G. P., Voroyova L. V.* Odessa city groundwater quality and its influence on marine coastal ecosystem // GPOLL Workshop «Groundwater Pollution in Areas Ground-Water Overexploitation». – Moskow: MAX Press, 2000. – P. 9–11.
191. *Belmonte G., Mazzoccini M. B.* Records of *Acartia (Acartiura) margalefi* (Copepoda, Calanoida, Acartiidae) from the Norwegian and the Black Sea // Crustaceana. – 1997. – **70**, № 2. – P. 252–256.
192. *Bernhard J. M*. benthic foraminifera of dysoxic sediments: chloroplast sequestration and functional morphology // Earth-science rewiews. – 1999. – 46 p.
193. *Bernhardt I. M.* Survival, ATP pool, and ultrastructural characterization of benthic foraminifera from Drammensfjord (Norway): response to anoxia // Marine micropaleontology. – 1996. – **28**. – P. 5–17.
194. *Black Sea Biological Diversity. Ukraine* // Black Sea Environmental Series. – New York, 1998. – **7**. – 351 p.
195. *Black Sea Environmental* Priorities Study UKRAINE, GEE Black Sea Environmental Programme. – New York: United Nations Publications, 1998. – 1005 p.
196. *Boltovskoy E*. Foraminiferos v sur relations cin to medio // Vus. Argentine Cienc. Nat., Rev. Hidrobiol. – 1963. – **1**. – P. 23–32.
197. *Bray J. R., Curtis J. T.* An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin // Ecological Monograph. – 1957. – **27**, № 4. – P. 325–349.

198. *Bresler Vl., Yanko V.* Acute toxicity of heavy metals for benthic epiphytic Foraminifera *Pararotaria spinigera* (Le Calvez) and influence of seaweed-derived doc // Enviromental Toxicology and Chemistry. – 1995. – **14**, № 10. – P. 1687–1695.
199. *Buhrmann C., Westheide W., Purschke G.* Ultrastructure of the Genital Organs in the Interstitial Syllid Petitia amphophthalma (Annelida, Polychaeta) // Acta Zoologica. – 1996. – **77**, № 3. – P. 201–211.
200. *Caraion F. E.* Ostracode noi în Marea Neagrã (apele bosforice) // Com. Acad. R.P.R. – 1959. – **IX**, (3). – P. 265–273.
201. *Carey A. G., Montagna P. A.* Arctic sea ice faunal assemblage: first approach to description and source of the underice meiofauna // Mar. Ecol. Prog. Ser. 8. – 1982. – P. 1–8.
202. *Coull B. C.* Are members of the meiofauna food for higher trophic levels? // Transactions of the American Microscopical Society. – 1990. – **109** (3). – P. 233–246.
203. *Coull B. C.* Role of Meiofauna in estuarine soft-bottom habitats // Australian J. of Ecology. – 1999. – **24**. – P. 327 – 343.
204. *Deprez T. et al*. 2007. NeMys. http://www.nemys.ugent.be version consulted on April 2008.
205. *Fenchel T., Riedl R.* The sulfide system: a new biotic community underneath the oxidized layer of marine sand bottom // Mar. Biol. – 1970. – **7**, № 3. – P. 255–268.
206. *Garlitska L.* Distribution of harpacticoids in the Odessa coastal region (Black Sea) // ELIMCO (11th International Meiofauna Conference), 16–20 July 2001, Boston. – 2001. – P. 74.
207. *Gerlach S. A.* On the importance of marine meiofauna for benthos communities // Oecologia (Berl.). – 1971. – Bd. 6. – S. 176–190.
208. *Giere O*. Meiobenthology: the microscopic fauna in aquatic sediments. – Berlin et al.: Springer-Verlag, 1993. – 328 p.
209. *Giere O.* Meiobenthology: the microscopic motile fauna of aquatic sediments. – Berlin – Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. – 527 p.
210. *Graf G., Bengtson W., Diesner U. et al.* Benthic response to sedimentation of spring phytoplankton bloom: process and budget // Mar. Biol. – 1982. – **67**, № 2. – P. 201–208.
211. *Heip C., Vincx M., Vranken G*. The ecology of marine nematodes // Oceanography and Marine Biology. Annual Review. – London, 1985. – **23**. – P. 399–489.
212. *Hulings N. C*., *Gray J. S.* A Manual for the Study of Meiofauna // Smit. Contr. Zool. – 1971. – № 78. – 84 p.

213. *Jensen P.* Species distribution and a microhabitat theory for marine mud dwelling Comesomatidae (Nematoda) in European waters // Cah. Biol. Mar. – 1981. – **22**, № 2. – P. 231–241.
214. *Klie W*. Ostracoden und Harpacticoiden aus Bracigen Gewässern an der Bulgarischen Küste des Schwarzen Meeres // Mit. Köngl. Naturw. Inst. Sofia. – 1937. – **10**. – S. 335–347.
215. *Knowlton N.* Sibling species in the sea // Annual Review of Ecology and Systematic. – 1993. – **24**. – P. 189–216.
216. *Lambshead P. J. D., Gooday A. J.* The impact of saesonally deposit phytodetritus of epifaunal and shallow infaunal benthic foraminiferal populations in the bathyal northeast Atlantic: the assemblage // Deep-Sea Res. – 1990. – **37**. – P. 1263–1283.
217. *Marinov T.* Untersuchungen Über die Ostracodenfauna des Schwarzen Meeres // Kieler Meereforsch. – 1964. – **20**, Bd. 1. – S. 82–91.
218. *Marinov T*. Le specie del genere Leptocythere (Ostracoda, Crustacea) del litoral Bulgarovdl Mar Negro // Publ. Staz. Zool. Napoli. – 1967. – **35**. – P. 274–285.
219. *McIntyre A. D*. Ecology of marine meiobenthos // Biol. Rev. Cambridge Phil. Soc. – 1969. – **44**, № 2. – P. 245–290.
220. *McIntyre A. D., Murison D. J.* The meiofauna of flatfish nursery ground // Mar. Biol. Ass. U. K. – 1973. – **53**. – P. 93–118.
221. *Modin H, Olofsson E.* Responses of Baltic benthic invertebrates to hypoxic events //J. Exp .Mar. Biol. Ecol. – 1998. – **229**. – P. 133–148.
222. *Moodley L., Hess C*. Tolerance of infaunal benthic foraminifera for low and high oxygen concentrations // Biol. Bull. – 1992. – **183**, № 1. – P. 94–98.
223. *Moriarty D. J. W*. Measurement of bacterial biomass in sandy sediments // Proc. Int. Symp. Environ. Biogeochem (ISEB). – 1980. – P. 131–138.
224. *Nastenko E. V., Polishuk L. N.* The comb jelly Beroe (Ctenophora: Beroida) in the Black Sea // Доп. НАН України. – 1999. – № 11. – С. 159–161.
225. *Nesterova D. A*. Phytoplankton species Diversity in the North-Western Black Sea // Black Sea Biological Diversity Ukraine. Black Sea environmental Series. – 1997. – **7**. – P. 24–27, 124–143.
226. *Nesterova D.* State of Environment of the Black Sea (2001–2006/7) // The state of phytoplankton. – Istambul, Turkey, 2008. – P. 173–200.
227. *Olafson F., Elmgren R.* Seasonal dynamics of sublittoral meiobenthos in relation to phytoplankton sedimentation in Baltic Sea // Estuar. Coast. Shelf Sci. – 1997. – **45**, № 2. – P. 149–164.
228. *Phleger F. D.* Ecology and distribution of recent foraminifera. – Baltimor, 1960. – 180 p.

229. *Pielou E. C.* Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological successions // J. of Theoretical Biology. – 1966. – **10**. – P. 370–383.
230. *Platt H. M., Warwick R. M.* Free-living marine nematodes. Part I. British Enoplids // Synopsis of the British Fauna № 28. Cambridge: The Linnaean Society of London and The Estuarine and Brackish-water Sciences Association. – 1983. – 307 p.
231. *Platt H. M., Warwick R. M.* Free-living marine nematodes. Part II. British Chromadorids // Synopsis of the British Fauna (New Series) № 38. Leiden: The Linnaean Society of London and The Estuarine and Brackish-water Sciences Association. – 1988. – 502 p.
232. *Raffaelli D. G.* Monitoring with meiofauna a reply to Coull, Hicks and Wells (1981) and additional data // Var. Pollut. Bull. – 1981. – **12**, № 11. – P. 381–382.
233. *Risgaard-Petersen N. et al*. Evidence for complete denitrification in a benthic foraminifer // Nature. – 2006. – **443**. – P. 93–96.
234. *Rosenberg R.* Effect of oxygen deficiency on benthic macrofauna // Fiord oceanography. – New York: Plenum Publ. Corp., 1980. – P. 499–514.
235. *Scheltema R.* The relationship of salinity to larval sarvival and development in *Nassarius obsoletus* (Gastropoda) // Biol. Bull. – 1965. – **129**, № 2. – P. 340–354.
236. *Schornikov E. I.* Ostracoda (Crustacea) of the Caspian origin in the Azov-Black seas basin // Joannea Geologie und Paläontologia. – 2011. – **11**. – P. 180–184.
237. *Shannon C. E., Weaver W.* The mathematical theory of communication. – Urbana: University of Illinois Press, 1949. – 117 p.
238. *Thiel H.* Haufigkeit und Verteilung der Meiofauna im Bereich des Island-Faroer-Ruckens // Bereichte der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission fur Meeresforschung. – 1971. – **22**. – P. 99–128.
239. *Thiel H., Pfannkuche O., Schriever G. et al.* Phytodetritus on the deep-sea floor in a central oceanic region of the Northeast Atlantic // Biol. Ocenogr. – 1988/89. – № 6. – P. 203–239.
240. *Thorson G.* Bottom communities (sublittoral or shallow shelf) // Treatise on marine ecology and paleontology. – New York: Geol. Soc. Amer., 1957. – **1**. – P. 461–534.
241. *Thorson G.* Parallel level-bottom communities, their temperature adaptation, and their «balance» between predators and food animals // Perspectives in marine biology. – Berkeley – Los Angeles: Univ. Cal. press, 1958. – P. 67–86.
242. *Thorson G.* Light as an ecological factor in the dispersal and settlement of larvae of marine bottom invertebrates // Ophelia. – 1964. – **1**. – P. 167–208.
243. *Thorson G.* Some factors influencing the recruitment and establishment of marine benthic communities // Netherl. J. Sea Res. – 1966. – **3**, № 2. – P. 267–293.
244. *Tietjen J. H.* Microbial-meiofaunal interrelationships: a review // Microbiology. – 1980. – P. 335–338.
245. *Tsarenko P. M, Wasser S. P., Nevo E*. Algae of Ukraine: Diversity, Nomenclature, Taxonomy, Ecology and Geography. 1: Cyanoprocaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphydophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta, and Rhodophyta. – Gantner Verlag, 2006. – 713 p.
246. *Vincx M.* Meiofauna in marine and freshwater sediments / Methods for the examination of organismal diversity in soils and sediments. – Cambridge: University Press, 1996. – P. 187–195.
247. *Vorobyova L. V., Bondarenko O. S.* Meiobenthic bristle worms (Polychaeta) of the western Black Sea shelf // J. Black Sea/Mediterranean Environment. – 2009. – **15**, № 2/3. – P. 109–121.
248. *Vorobyova L. V., Bondarenko O. S., Izaak O. S.* Meiobenthos polychaetes in the northwestern Black Sea // Oceanological and Hydrobiological Studies. – 2008. – **XXXVII**, № 1. – P. 1–13.
249. *Vorobyova L. V., Kulakova I. I.* Contemporary state of the meiobenthos in the western Black Sea. – Odessa: Astroprint, 2009. – 126 p.
250. *Warwick R. M.* The influence of temperature and salinity on energy partitioning in the marine nematoda *Diplolaimelloides bruciei* // Oecologia (Berl.). – 1981. – **51**. – P. 318–325.
251. *Warwick R. M.* Species size distribution in marine benthic communities // Oecologia (Berl.). – 1984. – **61.** – P. 32–41.
252. *Warwick R. M.* The role of meiofauna in the marine ecosystem: evolutionary considerations // Zool. J. Linn. Soc. – 1989. – **96**. – P. 229–241.
253. *Warwick R. M., Price R.* Ecological and metabolic studies on freeliving nematodes from an estuarine sand flat // Eest. Cstl. Mar. Sci. – 1979. – **9**. – P. 257–272.
254. *Warwick R. M., Platt H. M., Somerfield P. J.* Free-living marine nematodes. Part III. Monhysterids. Shrewsbury: the Linnean Society of London and the Estuarine and Coastal Sciences Association. – 1998. – 296 p.
255. *Westheide W. Microphthalmus hamosus* sp. n. (Polychaeta, Hesionidae) – an Example of Evolution Leading from the Interstitial Fauna to a Macrofaunal Interspecofic Relationship // Zoologica Scripta. – 1982. – **11**, № 3. – P. 189–193.

256. *Westheide W., Basse M.* Chilling and freezing resistance of two interstitial polychaetes from a sandy tidal beach // Oecologia. – 1978. – **33**, № 1. – P. 45–54.
257. *Wieser W.* Die Beziehung zwichen Mundhölengestalt, Ernährungsweise und Vorkommen bei freilebenden Nematoden // Ark. Zool. – 1953. – S. 2. – Bd. 4, Hf. 5. – S. 439–484.
258. *Wieser W.* The effect of grain size on the distribution of small invertebrates inhabiting the beaches of Puget Sound // Limnol. Oceanogr. – 1959. – **4**, № 2. – P. 181–194.
259. *Williams D. D.* The brackish water hyporheic zone: invertebrate community structure across a novel ecotone // Hydrobiologia. – 2003. – № 510, – P. 153–173
260. *Wilson T. R. S.* Evidence for denitrification in aerobic pelagic sediments // Nature. –1978. – № 274.– P. 354–356.
261. *Wilson W. H*. Competition and predation in marine soft-sediment communities // Annu. Rev. Ecol. Syst. – 1991. – № 21. – P. 221–241.
262. World Register of Marine Species: http://www.marinespecies.org/index.php
263. *Worsaae K., Kristensen R. M.* Evolution of interstitial Polychaeta (Annelida) // Hydrobiologia. – 2005. – **535/536**. – P. 319–340.
264. *Yanko V, Anmand M., Kaminski M.* Morphological deformities of benthic Foraminiferal test in response to polunion by heavy metals: implications for pollution monitoring // J. of Foraminiferal Research. – 1998. – **28**, № 3. – P. 177–200.
265. *Zander C. D.* The distribution and feeding ecology of small-size epibenthic fish in the coastal Mediterranean Sea // Biology and ecology of shallow coastal waters. – Olsen & Olsen, Fredensborg, Denmark.,1993. – P. 369–376.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
Глава 1
ФИТОПЛАНКТОН 11
1.1. Общая характеристика фитопланктона (Нестерова Д. А. , Снигирева А. А.) 11
1.2. Фитопланктон зоны выпуска хозяйственно-бытовых стоков (Нестерова Д. А.) 22
Глава 2
ЗООПЛАНКТОН 39
2.1. Общая характеристика зоопланктона (Полищук Л. Н.) 43
2.2. Зоопланктон Одесского морского побережья в 2013–2014 годах (Олефир И. В.) 61
2.3. Зоопланктон зоны выпуска хозяйственно-бытовых стоков (Полищук Л. Н., Мигас Р. В.) 69
Глава 3
МЕЙОБЕНТОС 77
3.1. Общая характеристика мейобентоса (Воробьёва Л. В.) 77
3.2. Foraminifera (Воробьёва Л. В.) 108
3.3. Nematoda (Кулакова И. И.) 117
3.4. Harpacticoida (Воробьёва Л. В., Портянко В. В.) 131
3.5. Ostracoda (Узун Е. Е.) 145
3.6. Polychaeta (Бондаренко А. С.) 149
3.7. Мейобентос зоны выпуска хозяйственно-бытовых стоков (Кулакова И. И.) 154
Глава 4
МАКРОЗООБЕНТОС
4.1. Общая характеристика макрозообентоса (Синегуб И. А.) 161
4.2. Polychaeta (Бондаренко А. С.) 197
4.3. Amphipoda (Кудренко С. А.) 208
4.4. Mollusca (Рыбалко А. А.) 217
4.5. Макрозообентос зоны выпуска хозяйственно-бытовых стоков (Синегуб И. А.) 231
4.6. Polychaeta зоны выпуска хозяйственно-бытовых стоков (Бондаренко А. С.) 254
4.7. Amphipoda зоны выпуска хозяйственно-бытовых стоков (Кудренко С. А.) 260

4.8. Mollusca зоны выпуска хозяйственно-бытовых стоков (Рыбалко А. А.) 266
Глава 5
БИОЦЕНОЗЫ ОДЕССКОГО МОРСКОГО РЕГИОНА 274
(Синегуб И. А., Воробьева Л. В.)
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 292
ЛИТЕРАТУРА 299

Одесский регион Черного моря: гидробиология пелагиали
О-417 и бентали [монография] / Л. В. Воробьева, И. И. Кулакова, И. А. Синегуб [и др.] ; отв. ред. Б. Г. Александров. — Одесса : Астропринт, 2017. — 324 с.

ISBN 978–966–927–316–1

В монографии рассмотрено современное состояние пелагических и донных сообществ организмов Одесского региона Черного моря (акватория с севера от приустьевой зоны Малого Аджалыкского лимана до Сухого лимана с юга). Показаны закономерности формирования количественных показателей (численности и биомассы) фитопланктона, зоопланктона, макро- и мейобентоса в зависимости от абиотических факторов. Описаны особенности распределения пелагических и донных организмов в зонах влияния СБО «Южная» и «Северная». Впервые приводится характеристика биоценозов данного района северо-западной части Черного моря.

Книга будет полезна гидробиологам, экологам, преподавателям и студентам биологических факультетов высших учебных заведений.

УДК 574.5(262.5) (1–16)

Одеський регіон Чорного моря: гідробіологія пелагіалі і бенталі / авт. кол.: Л. В. Воробьова, І. І. Кулакова, І. О. Синьогуб, Л. М. Поліщук, Д. А. Нестерова, О. С. Бондаренко, А. О. Снігірьова, А. А. Рибалко, С. О. Кудренко, В. В. Портянко, Р. В. Мігас, Е. Е. Узун, І. В. Олефір.

У монографії розглянуто сучасний стан пелагічних і донних співтовариств організмів Одеського регіону Чорного моря (акваторія з півночі від пригирловой зони Малого Аджалицького лиману до Сухого лиману з півдня). Надані закономірності формування кількісних показників (чисельності та біомаси) фітопланктону, зоопланктону, макро- і мейобентосу в залежності від абіотичних факторів. Вивчено особливості розподілу пелагічних і донних організмів в зонах впливу СБО «Південна» і «Північна». Вперше наводиться характеристика біоценозів даного району північно-західній частині Чорного моря.

Книга буде корисна гідробіологам, екологам, викладачам і студентам біологічних факультетів вищих навчальних закладів.

Odessa region of the Black Sea: hydrobiology of pelagic and benthic areas / author's collective: L.V. Vorobyova, I. I. Kulakova, I. A. Synyogub, L.N. Polyschuk, D. A. Nesterova, A. S. Bondarenko, A. A. Snigirova, A. A. Rybalko, S. A. Kudrenko, V. V. Portyanko, R. V. Migas, Ye. Ye. Uzun, I. V. Olephir.

The monograph examines the current state of pelagic and benthic communities in the Odessa region of the Black Sea. Twenty years of monitoring observations describe regularities of the quantitative indicators` formation (abundance and biomass) of phyto- and zooplankton, macro- and meiobenthos under the influence of abiotic factors. Peculiarities of the distribution of pelagic and benthic organisms in the zones of influence of Stations of biological treatment «Yuzhnaya» and «Severnaya» are shown. For the first time authors gave the characteristic of biocenoses of Odessa region of the North-western Black Sea.

The book will be useful for marine biologists, ecologists, teachers and students of biological faculties of Universities.

Наукове видання

ВОРОБЬОВА Людмила Вікторівна,
КУЛАКОВА Ірина Іванівна,
СИНЬОГУБ Іван Олександрович
та інші

ОДЕСЬКИЙ РЕГІОН ЧОРНОГО МОРЯ:
гідробіологія пелагіалі і бенталі

Монографія

Російською мовою

Надруковано з готового оригінал-макета

Формат 60х84/16. Ум. друк. арк. 18,83.
Тираж 300 прим. Зам. № 353 (114).

Видавництво і друкарня «Астропринт»
65091, м. Одеса, вул. Разумовська, 21
Тел.: (0482) 37-07-95, 37-14-25, 33-07-17, (048) 7-855-855
e-mail: astro_print@ukr.net; www.astroprint.ua; www.stranichka.in.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1373 від 28.05.2003 р.