

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
МУРМАНСКИЙ МОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

**Сёмин Виталий Леонидович**

**ЭКОЛОГИЯ ПОЛИХЕТ АЗОВСКОГО МОРЯ И ЛИМАНОВ  
РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ ЕГО ПОБЕРЕЖЬЯ**

Специальность 25.00.28. – океанология

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Мурманск  
2011

Работа выполнена в Институте аридных зон Южного научного центра Российской академии наук и Азовском филиале Мурманского морского биологического института РАН.

**Научный руководитель:** Доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Азовского филиала ММБИ КНЦ РАН **Кренёва С.В.**

**Официальные оппоненты:** Доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник кафедры гидробиологии Московского государственного университета **Жирков И.А.**  
Доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник ММБИ КНЦ РАН **Зензеров В.С.**

**Ведущая организация:** Астраханский государственный технический университет.

Защита диссертации состоится «08» ноября 2011 г. в 13:30 на заседании диссертационного совета Д 002.140.01 при Мурманском морском биологическом институте Кольского научного центра Российской академии наук по адресу: 183010, г. Мурманск, ул. Владимирская, 17.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ММБИ КНЦ РАН.

Автореферат разослан: «    » октября 2011 г.

Ученый секретарь  
специализированного диссертационного совета  
кандидат географических наук

Е.Э. Кириллова

## I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В последние десятилетия в Азовском море происходят значительные перестройки донных сообществ, в том числе и таксоцено полихет. Высокопродуктивные биоценозы двустворчатых моллюсков замещаются биоценозами эврибионтных видов, такими, как *Hydrobia* и *Nephtys*, для которых характерна низкая биомасса при высокой устойчивости к неблагоприятным условиям, в первую очередь аноксии. Полихеты, как одна из наиболее разнообразных в экологическом плане, богатых видами, многочисленных групп зообентоса представляет собой прекрасный объект для оценки состояния донных сообществ и степени воздействия на них океанологических и антропогенных факторов. С другой стороны, при хорошей изученности роли полихет в морских экосистемах, значение этой группы в солоноватых водоёмах, особенно антропогенно преобразованных, исследовано слабее. Кроме того, такие исследования проводились, в основном, для эстуарных зон полносолёных морей. Несомненно, большой интерес представляет экологическая характеристика этой группы в водоёме с солёностью выше критической, но ниже морской.

**Объект и предмет исследований.** Расположенное в густонаселенном регионе, испытывающее сильную антропогенную нагрузку, Азовское море во многих отношениях является одним из наиболее хорошо исследованных водоёмов юга России. В то же время, степень изученности отдельных компонентов экосистемы этого водоёма сильно различается. Так, слабо изученными оказываются полихеты – одна из ключевых групп донных биоценозов морских водоёмов. Кроме того, высокие темпы изменений океанологических и биотических факторов среды, обусловленные как естественными причинами, так и антропогенным воздействием на водоём, приводят к тому, что уровень знаний не соответствует современному состоянию экосистемы. Соответственно, предметом исследований были избраны качественные и количественные параметры таксоцено Polychaeta в Азовском море и связанных с ним водоёмах, и влияние на них океанологических факторов и деятельности человека.

**Степень разработанности проблемы.** Несмотря на достаточно хорошую изученность региона, в Азовском море, особенно в последние годы, проводились исследования с упором на непосредственную рыбохозяйственную значимость результатов (Селиванова, 1996; Фроленко, Семиглазова, 1996; Селиванова, Фроленко, 1998; Студеникина и др., 1998; Фроленко, 2000; Александрова, Баскакова, 2002). Фаунистические и экологические исследования проводились в основном в Черном море (Киселёва, 2004). Данные о состоянии таксоцено полихет Азовского моря отрывочны (за исключением упоминаний в определителях и кадастрах). Почти не проводились исследования пелагических личинок полихет в этом водоёме. Настоящая работа направлена на восполнение пробела в изученности фаунистических и экологических особенностей таксоцено Polychaeta Азовского моря.

**Методологическая, теоретическая и эмпирическая база исследования.** Методологической и теоретической базой диссертационного исследования являются работы А.П. Кузнецова по трофической структуре донных сообществ (Кузнецов, 1970, 1980), представления о барьерных значениях солёности и их значении для водных организмов, сформулированные в трудах В.В. Хлебовича, в первую очередь в работе 1974 г., понятие о пространственной и временной антропогенной сукцессии (Кренёва, 1992, 2003). Эмпирическая база исследования представляет собой данные, собранные автором на основе анализа литературных источников, протоколов обработки бентосных проб из архива ИАЗ ЮНЦ РАН и собственных сборов зообентоса на исследуемой акватории.

**Цель работы** – изучение особенностей экологии и распределения экотипов полихет и их личинок на акватории Азовского моря и лиманов его российского побережья под влиянием различных океанографических факторов. Для достижения этой цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Фаунистическое описание таксоценов Polychaeta в районах исследования.
2. Изучение трофической структуры таксоцено Polychaeta и роли полихет в биоценозах различных типов.
3. Изучение пространственно-временного распределения экологических типов и количественных характеристик полихет по изучаемой акватории в зависимости от океанологических факторов и антропогенного пресса.
4. Изучение качественного и количественного распределения личинок полихет.

### **Научные результаты, выносимые на защиту.**

1. Всего определено 47 видов полихет; в собственно море только восемь видов являются постоянными компонентами сообщества. Обнаружено 23 вида, ранее в Азовском море не отмечавшихся; десять видов, указанных для этого района в литературе, в настоящее время в море отсутствуют.
2. В Азовском море и Керченском проливе полихеты выступают в роли доминантов в пяти биоценозах: *Neanthes succinea*, *Nephtys* (*N. hombergii*/*N. cirrosa*), *Melinna palmata*, *Micronephthys stammeri*, *Hediste diversicolor*. Наибольшее значение среди перечисленных биоценозов в Таганрогском заливе и собственно море имеет биоценоз *N. succinea*. Биоценоз *M. palmata* является одним из основных в Керченском проливе.
3. Наибольшей численности личинки полихет достигают в районе горла Таганрогского залива и по периметру акватории моря, в то время как в центральной части моря они либо отсутствуют, либо представлены единичными экземплярами.

**Научная новизна.** В работе дополнен видовой список полихет Азовского моря и его лиманов, Таганрогского залива и Керченского пролива. Из 48 отмеченных форм 47 определены до вида; 23 вида отмечено нами впервые. Представлены качественные и количественные характеристики таксоценоза полихет в районе исследований в современный период, уточнены и пересмотрены данные по распространению и экологии некоторых видов. Впервые представлены и проанализированы многолетние данные по распределению личинок полихет в пелагиали Азовского моря. Дана характеристика современной трофической структуры донных биоценозов Азовского моря, особенностей её пространственно-временной динамики и роли, которую играют в трофике бентали таксоценоза полихет. Выявлено влияние океанологических факторов (солёность, тип грунта, течения) на видовую и трофическую структуру сообществ, количественные характеристики полихет. Проанализировано антропогенное влияние на донные биоценозы моря, выявлено отношение различных видов полихет к антропогенному прессу и характер его воздействия на структуру таксоценоза полихет в различных районах моря.

**Теоретическая и практическая значимость.** Полученные результаты могут быть использованы при оценке и прогнозировании влияния изменения климатических, океанологических и антропогенных факторов на донные сообщества Азовского моря; для целей мониторинга, планирования рационального природопользования и охраны природных ресурсов Азовского моря. Результаты работы также могут быть использованы при оценке рыбопродуктивности и прогнозировании динамики ценных промысловых видов рыб-бентофагов. Материалы работы могут быть использованы при составлении специальных курсов для высших учебных заведений по специальности гидробиология, океанология.

**Соответствие диссертации Паспорту научной специальности.** Диссертационное исследование соответствует п. 6 "Биологические процессы в океане, их связь с абиотическими факторами среды и хозяйственной деятельностью человека, биопроductивность районов Мирового океана" и п. 11 "Антропогенные воздействия на экосистемы Мирового океана" паспорта специальности 25.00.28 – "Океанология (науки о Земле)".

**Апробация и реализация результатов работы.** Отдельные результаты и положения работы докладывались на Молодёжной школе «Адаптации гидробионтов» (г. Ростов-на-Дону, 2005), конференциях «Комплексные гидробиологические базы данных: ресурсы, технологии и использование» (г. Ростов-на-Дону, 2005), «Всероссийская школа – семинар «Пресноводные коловратки России: систематика, экология, создание базы данных» (5-9 октября 2007 г., Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск), конференциях молодых ученых Мурманского морского биологического института КНЦ РАН (2004, 2005, 2008 гг.), внутри- и межлабораторных семинарах Южного научного центра РАН (2004-2011 гг.).

Отдельные результаты реализованы в ходе работ по проектам: «Закономерности функционирования экосистемы Азовского моря в условиях изменений климата и антропогенных воздействий», «Современные изменения в экосистемах Азовского моря», «Роль вселенцев в формировании структуры, биоразнообразия и продуктивности эстуарных экосистем Азовского и Черного морей», «Механизмы адаптации и их приложение в моделях водных экосистем», «Экологическое картирование акватории Азовского моря и береговой зоны на основе комплексного экосистемного мониторинга и современных информационных технологий», «Биоразнообразие, структура и продуктивность морских и эстуарных экосистем южных морей России», «Оценка экологических рисков натурализации

инвазийных видов в южные и северные моря России», «Органический углерод как индикатор влияния климатических и антропогенных факторов на экосистему Азовского моря».

**Публикации.** По результатам выполненных исследований опубликовано 15 работ, из которых 2 – в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 197 страницах вместе с приложениями и состоит из введения, четырёх глав, выводов, двух приложений и списка литературы. Работа проиллюстрирована 85 рисунками, 21 фотографией и 4 таблицами. Список литературы включает 208 источников, из них 56 иностранных.

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю д.б.н. С.В. Кренёвой, к.б.н. Е.А. Фроловой, сотрудникам группы зообентоса ИАЗ ЮНЦ РАН С.В. Бирюковой, к.б.н. Н.И. Булышевой, Е.М. Головкиной, Е.П. Коваленко, к.б.н. М.В. Набоженко, к.б.н. И.В. Шохину, сотрудникам группы планктона к.б.н. К.В. Кренёвой, к.б.н. В.В. Поважному и Л.Д. Свистуновой, за помощь и ценные замечания при выполнении работы и подготовке рукописи. Отдельную благодарность автор выражает председателю ЮНЦ РАН академику РАН Г.Г. Матишову, директору ИАЗ ЮНЦ РАН чл.-корр. РАН Д.Г. Матишову, и.о. директора ММБИ КНЦ РАН д.б.н. П.Р. Макаревичу за содействие и поддержку при выполнении данной работы.

## II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. В трофической структуре таксоцено полихет представлены подвижные и неподвижные сестонофаги, собирающие и безвыборочные детритофаги, полифаги (наибольшие количественные показатели), плотоядные (наибольшее количество видов). Количество представленных трофических групп возрастает от Таганрогского залива (2) к Керченскому проливу (6).
2. В Таганрогском заливе лидирующим океанологическим фактором, влияющим на структуру таксоцено Polychaeta, является солёность, в Керченском проливе – тип грунта, в собственно море влияние обоих факторов примерно равнозначно. На распределение пелагических личинок полихет влияют, главным образом, течения.
3. Влияние антропогенного преобразования биотопа на структуру таксоцено Polychaeta наиболее явно выражено в Керченском проливе, наименее – в собственно море. В Таганрогском заливе его влияние на структуру таксоцено выражено умеренно, несмотря на самый высокий уровень загрязнения.

## III. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### **Глава 1. Характеристика класса полихет и района исследований по литературным источникам.**

Глава состоит из пяти разделов. В ней рассмотрены особенности изучения класса Polychaeta и обоснован выбор системы класса, принятой в настоящей работе, даётся обзор истории изучения полихет в Азовском море и их зоогеографическая характеристика, рассматривается роль полихет в донных сообществах и в пищевых цепях. Кратко рассмотрена геологическая история бассейна Азовского моря, дана характеристика водоёма с акцентом на те его особенности, которые определяют условия жизни гидробионтов, и в первую очередь – бентосных организмов.

### **Глава 2. Материалы и методы.**

Район исследований включал в себя большую часть акватории Азовского моря, кроме Сиваша, лиманы и прибрежные воды восточного и южного Приазовья, Керченский пролив и Таганрогский залив. Материалом для данной работы послужили количественные и качественные пробы макрозообентоса и зоопланктона, отобранные автором и сотрудниками Южного научного центра РАН и Азовского филиала Мурманского морского биологического института Кольского научного центра РАН в ходе экспедиций с 2001 по 2010 г. Отбор и обработка проб производились согласно общепринятым методикам (Руководство..., 1980; Жирков, 1989; Киселёва, 2004).

Пробы из лиманов южного Приазовья и Керченского пролива отбирались в береговых экспедициях на Таманский полуостров с 2001 по 2008 г. Всего было проанализировано 27 количественных и 171 качественных проб, отобранных в 11 экспедициях. Пробы из Таганрогского залива отбирались в ходе тотальной бентосной съёмки залива с мая по сентябрь 2003 г. с борта НИС «Профессор Панов» дночерпателем ван-Вина. На мелководье

пробы отбирались с борта моторной лодки "Зодиак" дночерпателем Петерсена. В дальнейшем (2004 – 2006 гг.) пробы отбирались на 17 стандартных точках. Всего было проанализировано 134 количественные пробы, отобранные в 8 экспедициях. Пробы из собственно моря и Керченского пролива отбирались в июне 2003 г. с борта МРСТ «Казачий Ерик» и в июне 2004 и 2005 гг. с борта СЧС «Приморец». В 2007 - 2011 г. пробы отбирались с борта НИС ПТР «Денеб». Всего было проанализировано 102 количественные пробы и 67 качественных проб, отобранных в 8 экспедициях. Для изучения пелагических личинок полихет было отобрано 128 количественных и 34 качественные пробы. Лов производился сетями Джели и Апштейна в указанных рейсах, а также с борта д/э «Капитан Демидов» в январе-феврале 2006 г.

Для идентификации взрослых особей полихет были использованы определители п/ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского (Брайко, Бэческу, Виноградов, 1968) и М. И. Киселевой (2004), для определения пелагических личинок – М.И. Киселёвой (1957) и В.В. Муриной (2005). Определение проводилось автором по возможности до вида. Часть nereid из проб, отобранных летом 2003 г. в Азовском море с борта МРСТ «Казачий Ерик» и в Таганрогском заливе с борта НИС «Профессор Панов» определены О. В. Царько (АФ ММБИ КНЦ РАН).

Статистическая обработка велась в программах Microsoft Excel 2003, BioDiversity Pro v.2 (MacAleese et al., 1997), Past v.2.04 (Hammer, Harper, Ryan, 2001). Совместное влияние океанологических факторов оценивалось методом неметрического многомерного шкалирования (Kruskal, 1964а,б) и канонического анализа соответствий (Benzécri, 1973; Greenacre, 1984, 1993). Для оценки экологического состояния донных биоценозов по показателям зообентоса использовались индексы Шеннона и AZTI Marine Biotic Index (AMBI) (Muxika et al., 2005), которые рассчитывались для всего донного сообщества.

### Глава 3. Полученные результаты.

В наших пробах было обнаружено 48 форм полихет, относящихся к 20 семействам, 47 из которых было определено до вида. Список видов и распределение их по районам представлены в таблице 1.

Таблица 1. Распределение видов полихет по районам Азовского моря

Виды	Т	М	К	Виды	Т	М	К
<b>Личинки:</b>				<b>семейство Nephthyidae</b>			
<b>семейство Phyllodocidae</b>				<i>Nephtys cirrosa</i> Ehlers, 1868			
<i>Phyllodoce</i> sp.	-	-	++	<i>Nephtys hombergii</i> Savigny, 1818	-	+++	++
<b>семейство Nephthyidae</b>				<i>Micronephthys stammeri</i> Augener, 1932			
<i>Nephtys hombergii</i> Savigny, 1818	-	+	-	<b>семейство Glyceridae</b>			
<b>семейство Polynoidae</b>				<i>Glycera cornvoluta</i> Keferstein, 1862			
<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)	+	+	-	* <i>Glycera alba</i> (O.F. Muller, 1776)	-	-	+
<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparede, 1879)?	+	+	-	<b>семейство Polynoidae</b>			
<b>семейство Nereidae</b>				<i>Harmothoe imbricata</i> (Linnaeus, 1767)			
<i>Neanthes succinea</i> Frey et Leuckart, 1847	+++	+++	++	<i>Harmothoe reticulata</i> (Claparede, 1879)	-	++	++
<b>семейство Spionidae</b>				<b>семейство Sigalionidae</b>			
<i>Polydora ciliata</i> Johnston, 1838	+	+++	+++	<i>Sthenelais boa</i> (Johnston, 1839)			
<i>Pygospio elegans</i> Claparede, 1863	+	+	-	<i>Pholoe synophthalmica</i> Claparede 1868			
<i>Microspio metschnikowianus</i> Claparede, 1868	-	+	-	<b>семейство Nereidae</b>			
<b>Variæ</b>				<i>Perinereis cf. cultrifera</i> Grube, 1840			
<i>Polychaeta</i> sp. larvae	-	+	+	<i>Namanereis pontica</i> Bobretzky, 1872			
<b>Взрослые:</b>				<i>Platynereis dumerilii</i> Audouin et Milne-Edwards, 1869			
<b>семейство Phyllodocidae</b>				<i>Ceratonereis costae</i> Grube, 1840			
<i>Paranaitis lineata</i> (Claparede, 1870) (?)	-	-	+	<i>Nereis cf. zonata</i> Malmgren, 1867			
<i>Anaitides mucosa</i> Oersted, 1843	-	+	+	<i>Neanthes succinea</i> Frey et Leuckart, 1847			
<i>Eteone (Mysta) picta</i> Quatrefages, 1865	-	-	++	<i>Neanthes fucata</i> Savigny, 1820			
* <i>Eulalia viridis</i> (Linne, 1767)		x		<i>Hediste diversicolor</i> Muller, 1776			
* <i>Eumida sanguinea</i> (Oersted, 1843)		x		<i>Laeonereis glauca</i> (?) Claparede, 1970			
* <i>Genetyllis tuberculata</i> (Bobretzky, 1868)		x		<b>семейство Syllidae</b>			
* <i>Genetyllis nana</i>		x		<i>Exogone gemmifera</i> Pagenstecher, 1862			
* <i>Phyllodoce vittata</i>		x		-	-	+	

Виды	Т	М	К
<i>Brania clavata</i> Claparede, 1868	-	-	++
<i>Typosyllis nigrans</i> Bobretzky, 1870	-	-	+
<b>семейство Piliargiidae</b>			
<i>Ancistrotyllis tentaculata</i> Treadwell, 1941	-	-	+
<b>семейство Eunicidae</b>			
<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje, 1828)	-	-	+
<b>семейство Oweniidae</b>			
<i>Galathowenia</i> sp. Kerkegaard, 1959	-	-	+
<b>семейство Spionidae</b>			
<i>Spio filicornis</i> Muller, 1776	-	-	+
<i>Prionospio cirrifera</i> Wiren, 1883	-	-	+
<i>Microspio metschnikovianus</i> Claparede, 1868	-	-	+
<i>Pygospio elegans</i> Claparede, 1863	-	+	++
<i>Polydora ciliata</i> Johnston, 1838	-	++	++
<i>Pseudomalacoceros cantabra</i> (Rioja, 1918)	-	-	+
* <i>Pseudomalacoceros tridentata</i> (Southern, 1914)		x	
* <i>Scolelepis ciliatus?</i> (Keferstein, 1862)		x	
* <i>Scolelepis squamata</i> (Muller, 1806)?		x	
<b>семейство Paraonidae</b>			
<i>Aricidea claudiae</i> Laubier, 1967	-	-	+++
<b>семейство Capitellidae</b>			
<i>Capitomastus minimus</i> Langerhans, 1881	-	++	++

Виды	Т	М	К
<i>Capitella capitata capitata</i> Fabricius, 1780	-	-	++
<i>Heteromastus filiformis</i> Claparede, 1864	-	+++	++
<b>семейство Maldanidae</b>			
Maldaninae sp.	-	-	+
<i>Clymenura clypeata</i> (Saint-Joseph, 1894)	-	-	++
<b>семейство Trichobranchidae</b>			
<i>Terebellides stroemi</i> Sars, 1835	-	-	+
<b>семейство Ampharetidae</b>			
<i>Melinna palmata</i> Grube, 1870	-	+	+++
<i>Hypania invalida</i> Grube, 1860	+	-	-
<i>Hypaniola kowalewskii</i> Grimm, 1877	+++	-	-
<b>семейство Pectinariidae</b>			
<i>Lagis neapolitana</i> (Claparede, 1868)	-	-	++
<b>семейство Sabellidae</b>			
<i>Fabricia sabella</i> Ehrenberg, 1837	-	-	++
* <i>Manayunkia caspica</i> Annenkova, 1929	+	+	-
<b>семейство Serpulidae</b>			
<i>Pomatoceros triqueter</i> (Linne, 1767)	-	-	+
<i>Vermiliopsis infundibulum</i> (Linnaeus, 1788)	-	-	+
<i>Salmacina incrustans</i> Claparede, 1868	-	-	+
<b>семейство Spirobridae</b>			
<i>Janua pagenstecheri</i> (Quatrefages, 1865)	-	-	++

Примечание: Т – Таганрогский залив, М – собственно море, К – Керченский пролив; (-) – не отмечен, (+) – единично, (++) – часто, (+++) – массово, (x) – без указания района; (\*) – виды, приведённые по литературным данным, но в наших пробах не отмеченные; (?) – требует подтверждения.

Из 47 определённых нами до вида полихет 24 вида указывались для этого района в литературе; 23 вида отмечено нами впервые: *Paranaitis lineata* (?), *Nephtys cirrosa*, *Micronephthys stammeri*, *Harmothoe reticulata*, *Sthenelais boa*, *Pholoe synophthalmica*, *Neanthes fucata*, *Ceratonereis costae*, *Platynereis dumerilii*, *Laeonereis glauca*, *Typosyllis nigrans*, *Brania clavata*, *Exogone gemmifera*, *Ancistrotyllis tentaculata*, *Eunice vittata*, *Galathowenia* sp., *Prionospio cirrifera*, *Pseudomalacoceros cantabra*, *Aricidea claudiae*, *Clymenura clypeata*, *Terebellides stroemi*, *Vermiliopsis infundibulum*, *Salmacina incrustans*.

В течение всего периода исследований только 8 из 47 отмеченных нами форм встречались в собственно море, за исключением одного ювенильного экземпляра *Melinna palmata* с северо-запада. За это время отмечено пять фоновых форм (рис.1-2), три из которых представлены отдельными видами: *N. succinea*, *P. ciliata* и *H. filiformis*, а две – парами близких видов: *Nephtys hombergii*/*N. cirrosa* и *Harmothoe imbricata*/*H. reticulata*. *Capitomastus minimus* встречался в небольших количествах, обычно вместе с *H. filiformis*. Однако в пробах 2010 года уже отмечены *Phyllodoce mucosa* и *Eteone picta* в северо-западной части моря и *Pygospio elegans* в прикерченском и центральном районе моря. Следует отметить, что ещё по материалам 1998-2000 гг. Л.Н. Фроленко (2000) и Н.Г. Сергеева и О.Н. Буркацкий (2000) указывают для Азовского моря *M. palmata* (вместе со *Spio filicornis* и *Prionospio* sp.) как характерные для Азовского моря. В Таганрогском заливе встречались 5 видов (понтотаспийские реликты *Hypania invalida*, *Hypaniola kowalewskii* и эвригалинные виды морского происхождения *N. succinea*, *Neanthes fucata*, *Hediste diversicolor*). Наибольшее видовое богатство отмечено в Керченском проливе с Динским и Таманским заливами. Для этого района характерны как эврибионтные морские виды, распространённые в собственно море, так и более стеногалинные морские формы. Видовое разнообразие начинает повышаться в Керченском проливе в разные годы от окончания либо от центральной части косы Чушка.

При фаунистическом описании Азовского моря обычно выделяют два самостоятельных района: Таганрогский залив и собственно море с Керченским проливом. Таким образом, граница Азовского моря проводится по линии м. Панагия – м. Такиль. С учетом этого большинством авторов указывалось распространение отдельных видов, и проводилась граница между азовоморской и черноморской фаунами. Наши исследования

показали, что в настоящее время таксоцены полихет в Азовском море и Керченском проливе настолько различаются, что их следует рассматривать отдельно.

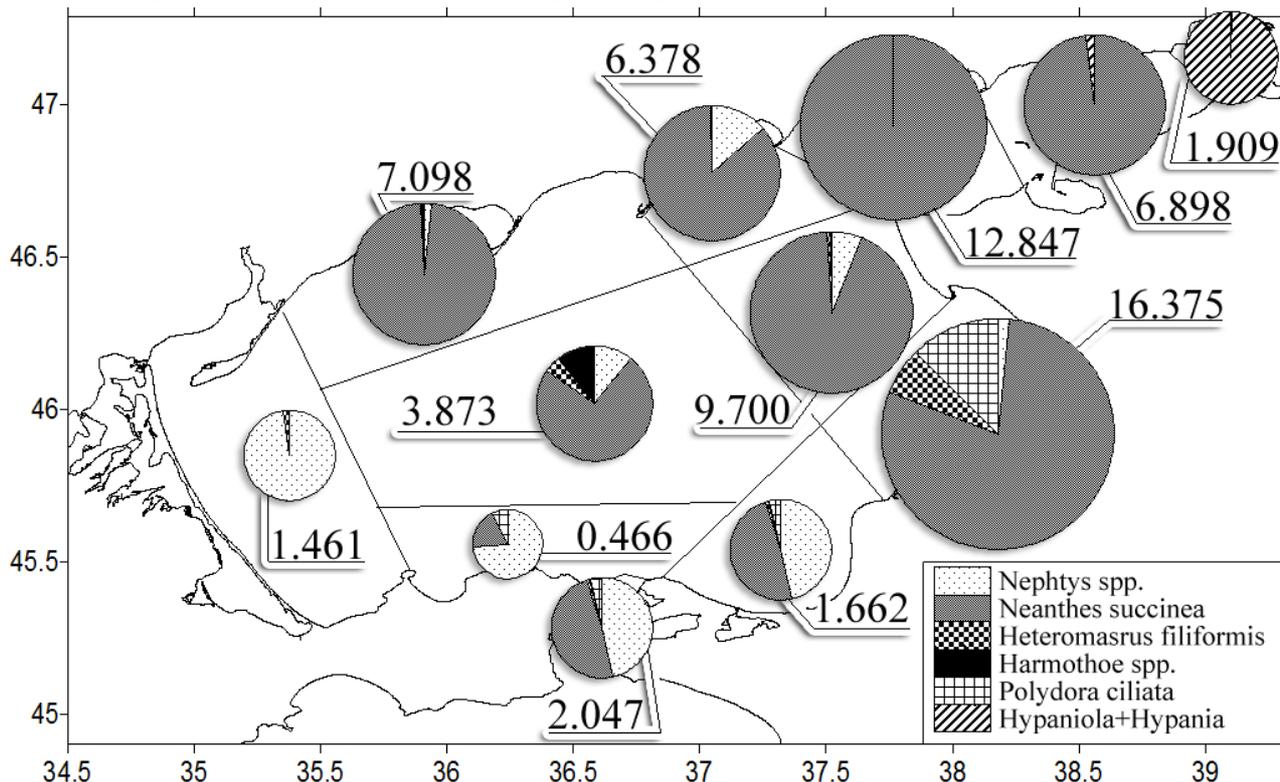


Рис.1. Распределение биомассы фоновых видов полихет по акватории моря в 2004 г.

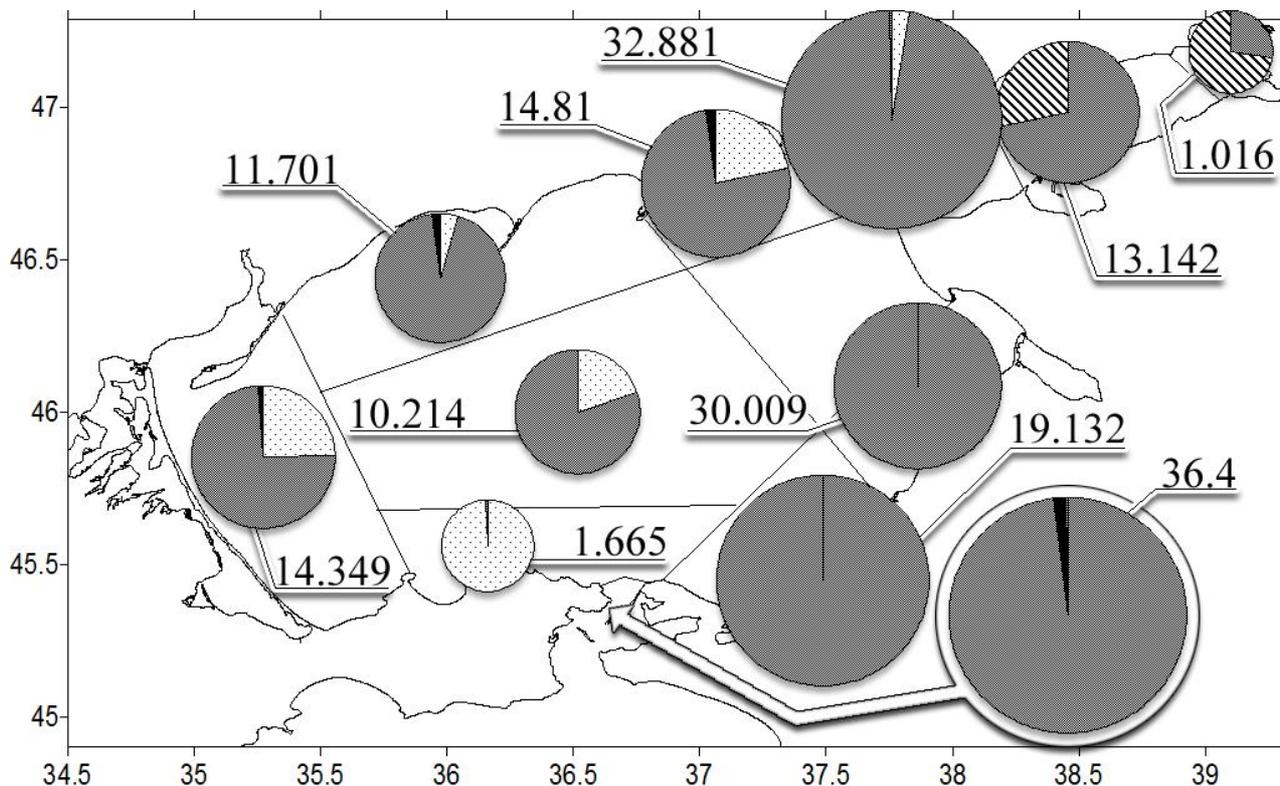


Рис.2. Распределение биомассы фоновых видов полихет по акватории моря в 2010 г. (обозначения те же, что и на рис.1)

Таким образом, выделяются три района, явно отличающиеся в фаунистическом отношении: Таганрогский залив, собственно море и Керченский пролив. Границы между ними могут смещаться в разные годы в зависимости от динамики солёности, течений и т.п. Таксоцен *Polyschaeta* Таганрогского залива имеет границу, более или менее совпадающую с географической границей (коса Долгая – коса Белосарайская). При осолонении залива она

может сдвигаться на восток, и тогда в западной его части встречаются виды, характерные для собственно моря – *H. imbricata*, *N. hombergii*. Граница моря и Керченского пролива также непостоянна и варьирует от окончания косы Чушка до её основания. Граница таксоценов *Polychaeta* Керченского пролива и Черного моря более стабильна, и соответствует географической границе (м. Панагия – м. Такиль). Южнее этой линии начинается увеличение глубины и смена типа грунта, что вкупе с повышением солёности обуславливает и смену видового состава.

### **3.2. Оценка видового разнообразия и распределение количественных характеристик полихет по акватории Азовского моря.**

Для массовых и фоновых видов даны карты распределения по акватории моря, Таганрогского залива и Керченского пролива. Отмечено, что наиболее богат в видовом отношении Керченский пролив, а особенно Таманский залив, где число видов в одной пробе достигало десяти, а общее число видов, зафиксированное на одной станции за время исследований, достигало пятнадцати. В то же время на большей части акватории Азовского моря число видов полихет на станции не превышает одного – трех, причем обычно один из них – *N. hombergii* (с 2006 г. практически полностью заместился *N. cirrosa*). Число видов несколько выше в западной части моря. Наибольшего видового богатства таксоцен *Polychaeta* достигал в западной части на ракушечных банках в биоценозе *Cerastoderma* (до 5 видов в пробе: *N. succinea*, *N. cirrosa/hombergii*, *H. imbricata/reticulata*, *P. ciliata*, *H. filiformis*). Наименьшее количество видов полихет наблюдалось в Таганрогском заливе. На одной станции обычно встречались один – два вида, но не более трех. Из них только два (*H. kowalewskii*, *N. succinea*) были массовыми. Биомасса таксоцена полихет значительно выросла за период исследований (рис. 1-2) за счет замены заморозустойчивых низкопродуктивных биоценозов более продуктивными и оксифильными, и соответствующего уменьшения доли плотоядных видов (*Nephtys spp.*, *Harmothoe spp.*) и увеличения доли полифагов *N. succinea* и детритофагов *M. palmata*, *Spionidae* (в Керченском проливе).

Фауна лиманов и солёных озёр, характерных для восточного побережья Азовского моря и Таманского полуострова, представляет собой обеднённую фауну прилежащих районов моря. С другой стороны, они могут выполнять и роль «рефугиумов», в которых вид сохраняется и тогда, когда в собственно море уже перестал встречаться. Так, нами отмечены nereиды *Platynereis dumerilii* в лиманах восточного побережья Азовского моря, в то время как в собственно море этот вид отсутствует. Степень обеднённости фауны лимана зависит от степени его связи с морем. В лиманах и солёных озёрах, лишённых прямой связи с морем, особенности существования донной фауны обусловлены прежде всего их мелководностью. Большинство лиманов может прогреваться летом до высоких температур (до 40-50°C), а зимой промерзает до дна. Другим следствием мелководности является неустойчивый солевой и газовый режим водоёмов. Всё это приводит к тому, что в водоёме сохраняются только высокоэврибионтные виды, причём предпочтение получает инфауна, благодаря своей способности переносить неблагоприятные условия, зарываясь в грунт. Особенностью таксоцена полихет в таких условиях является преобладание *H. diversicolor*, в море практически вытесненного *N. succinea*. Зообентос лиманов, имеющих постоянную связь с морем, более богат в видовом отношении. Этому способствуют более стабильные условия, формирующиеся в таких водоёмах и возможность постоянного притока организмов зообентоса и их пелагических личинок из моря.

В настоящее время происходит реколонизация Азовского моря видами полихет, ранее в нём встречавшимися, но полностью исчезнувшими из него к началу 2000-х гг. Причиной их исчезновения являлись, по-видимому, как предшествовавшее опреснение моря, так и ухудшение газового режима в придонном слое воды, приведшее к массовым заморам. Благодаря улучшению в конце 2000-х гг. кислородного режима площади, занятые заморозустойчивыми олигомикстными биоценозами типа *Hydrobia*, сократились, что, в сочетании с начавшимся в 2010 г. осолонением моря, существенно улучшило условия обитания для эвригаллиных морских видов. Уже в осенних пробах 2010 г. из северо-западной части моря в виде единичных находок отмечены два вида филлодоцид – *Phyllodoce (Anaitides) mucosa* и *Eteone (Mysta) picta*. Спионида *Pygospio elegans*, до сих пор встречавшаяся нами только в небольших количествах в Керченском проливе, в массе отмечена в южной части Аккумулятивной равнины Панова. Увеличением солёности объясняется и заход *Polydora ciliata* в западную часть Таганрогского залива.

Тенденции, отмеченные в 2010 г., сохраняются и в 2011 г.; очевидно, что дальнейшее

осолонение, при сохранении благоприятного кислородного режима, приведёт к дальнейшему распространению в Азовском море этих видов и проникновению новых из числа эвригалинных морских видов.

### **3.3. Характеристика донных биоценозов с доминированием полихет.**

**Биоценоз *Neanthes*.** Распространён в центральной и западной частях Таганрогского залива, где является основным биоценозом, в восточной части собственно моря. В Таганрогском заливе занимает пелитовые илы и заиленную ракушу, в собственно море – на грунте с любым соотношением ила и ракуши вплоть до чистой ракуши. Доминирующий вид *N. succinea* достигает биомассы до 243 г/м<sup>2</sup> и составляет до 100% зообентоса. Субдоминанты выражены умеренно (*Balanus improvisus* либо *Hydrobia acuta* в море, в Таганрогском заливе Tubificidae., в западной части – *H. acuta*, *Cerastoderma glaucum*). Среди второстепенных видов в Таганрогском заливе обычны кумовые раки, мизиды, *Rhithropanopeus harrisi tridentata*; в собственно море – *P. ciliata*, *H. filiformis*, *H. reticulata*, *Ampelisca diadema*, *Mytilaster lineatus*, *C. glaucum*. Видовое разнообразие, как правило, невысокое (1-3 вида), но в районе горла Таганрогского залива может повышаться (до 13 видов).

**Биоценоз *Nephtys*.** Встречается на илистой ракуше с запахом сероводорода в центральной части моря и в центре Таманского залива. Доминирующий вид *N. hombergii*, в последние годы – *N. cirrosa*, составляет до 100% от общей биомассы зообентоса. Биомасса в собственно море крайне невысокая (до 0,42 г/м<sup>2</sup>). Субдоминант, если имеется – *H. acuta*. В Таманском заливе биомасса всего зообентоса была выше и достигала до 20,27 г/м<sup>2</sup>, биомасса руководящего вида составляла около 50% от общей биомассы зообентоса (до 10,37 г/м<sup>2</sup>). В видовом отношении значительно богаче – до 16 видов. Субдоминант – *Lagis neapolitana*, второстепенные – *H. imbricata*, *H. filiformis*, *M. palmata*, *Retusa truncatella*, *Bittium reticulatum*, *Rissoa parva*, *H. acuta*. Разница между этими сообществами определяется их различным происхождением. Биоценоз *Nephtys* в центральной части моря образуется в результате выпадения руководящего вида из олигомиктного биоценоза *Hydrobia*. В Таманском заливе, по-видимому, нефтис становится доминантом в результате обеднения биоценоза *M. palmata*.

**Биоценоз *Melinna*.** Распространён в Керченском проливе, иногда в прикерченском районе собственно моря. Встречается на слабо заиленной ракуше с песком, редко на чёрных илах. Биомасса руководящего вида *M. palmata* обычно высокая, до 105,7 г/м<sup>2</sup>. Видовое разнообразие довольно высокое (до 24 видов). Субдоминантом может быть *C. glaucum*, также велика встречаемость *N. cirrosa*, *L. neapolitana*, *N. succinea*, *Clymenura clypeata*, *P. ciliata*, *Cyclope donovani*, *H. acuta*, *Actinia equina*, *Abra ovata*.

**Биоценоз *Micronephthys*.** Отмечен единично в Керченском проливе на илистом грунте. Кроме руководящего вида – *M. stammeri* – включал ещё четыре формы: *H. filiformis*, *M. palmata*, *Phoronis euxinicola*, Tubificidae sp. Как и биоценоз *Nephtys*, это малопродуктивный биоценоз (биомасса 1,057 г/м<sup>2</sup>). Четко выражено доминирование, биомасса руководящего вида 0,735 г/м<sup>2</sup> (69,5% от общей биомассы).

**Биоценоз *Hediste*.** Распространён в лиманах и солёных озёрах Таманского полуострова и западного побережья Азовского моря на илистых грунтах. В этих водоёмах *H. diversicolor* может быть единственным видом инфауны, в то время как эпифауна представлена в основном нектобентическими формами: гаммаридами, *Idotea baltica*, *I. viridis*, также *A. equina*. Следует отметить, что в 2003 г. нами встречен биоценоз полифагов с доминированием *H. diversicolor* в Таганрогском заливе. По структуре и количественным показателям этот биоценоз был идентичен биоценозу *N. succinea*. Субдоминантами были тубифициды и *N. succinea*, среди второстепенных видов представлены кумовые раки, личинки Chironomidae, *Corophium volutator*, *H. kowalewskii*, *R. harrisi tridentata*. Общая биомасса зообентоса составляла 29,9 г/м<sup>2</sup>, биомасса руководящего вида – 12, 17 г/м<sup>2</sup>, что составляло 40,7% от общей биомассы.

### **3.4. Распределение личинок полихет в Азовском море, Таганрогском заливе и Керченском проливе.**

Пелагические личинки полихет распространены по акватории моря неравномерно. В собственно море они представлены семействами Nephtyidae (*N. hombergii* и, возможно, *N. cirrosa*), Nereidae (*N. succinea*), Spionidae (*P. ciliata*, *P. elegans*, *Microspio metschnikowianus*) и Polynoidae (*H. imbricata* и, возможно, *H. reticulata*). В Керченском проливе отмечены нектохеты *N. succinea*, *P. ciliata*, метатрохофоры *Phyllodoce* sp. (в зимнее время), трохофоры *Polychaeta* sp. В Таганрогском заливе высокой численности достигают нектохеты *N. succinea*, нектохеты *P. ciliata* и *P. elegans* отмечены единично.

Наименьшая их численность наблюдается в центральной части моря: в ней они чаще всего отсутствуют. Наибольшее количество личинок полихет отмечается в северо-восточной части моря: в районе горла Таганрогского залива, банок косы Долгая, Ахтарской, Железничной, Бердянской косы. Районы с повышенной численностью могли наблюдаться в юго-восточной части моря: у северного побережья Таманского полуострова и в Темрюкском заливе. Западная часть моря характеризуется низким количеством личинок полихет. В целом, численность их понижается от прибрежных районов к центру моря. Основным абиотическим фактором, влияющим на распределение личинок в море, является картина течений. В Керченском проливе не выявлены чёткие закономерности в распределении личинок полихет, что отражает нестабильность гидрологической ситуации в этом районе.

В Таганрогском заливе во взрослом состоянии встречаются 5 видов полихет (амфаретиды *H. invalida*, *H. kowalewskii* и nereиды *N. succinea*, *N. fucata*, *H. diversicolor*). Из них только виды рода *Neanthes* имеют пелагическую личинку. В течение всего года, кроме конца зимы – первой половины весны, в пелагиали присутствуют нектохеты наиболее массового вида – *N. succinea*, реже встречаются заносные *P. ciliata*, единично – *P. elegans*. Также в районе горла залива встречается *H. imbricata*. В пробах, отобранных в конце зимы – начале весны, личинки полихет отсутствуют.

Обращает на себя внимание, что Керченский пролив и Таманский залив, несмотря на максимальное по сравнению с другими районами разнообразие взрослых полихет, характеризуются невысоким разнообразием их личинок. При этом в собственно море и Таганрогском заливе отмечены личинки видов, которые не встречались в этих районах во взрослом состоянии (*P. ciliata*, *P. elegans* и *H. reticulata* в Таганрогском заливе, *P. elegans* и *M. metschnikowianus* в собственно море). Такое несоответствие в распределении взрослых особей и личинок может быть объяснено тем, что значительная часть видов полихет, обитающих в Керченском проливе и Таманском заливе, при благоприятных условиях имеет короткую пелагическую стадию (Spiorobidae, большинство Spionidae), быстро оседают на дно и в пробы не попадают. В то же время, личинки, преобладающими течениями отнесенные в собственно море и Таганрогский залив, где отсутствуют подходящие условия для оседания, долгое время остаются в пелагиали и с большей вероятностью попадают в пробы.

По литературным данным, численность личинок полихет максимальна в придонном слое воды, и минимальна в поверхностном, причем разница составляет 2-3 раза. Связано это отчасти с тем, что в сетных пробах учитываются в основном нектохеты, характеризующиеся отрицательным фототаксисом (Киселева, 2004). Наши исследования дали в целом сходные результаты. Суммарная численность личинок полихет в поверхностных пробах была в среднем в 3 раза меньше таковой в тотальных пробах. Встречаемость личинок полихет составила в отдельных съёмках 90% в тотальных пробах и 71,4% в поверхностных. Метатрохофоры *Phyllodoce sp.* присутствовали только в тотальных пробах.

#### Глава 4. Обсуждение.

##### **4.1. Связь особенностей видового состава и количественных характеристик полихет с океанологическими характеристиками их местообитаний.**

Среди океанологических факторов, влияющих на распределение качественных и количественных характеристик таксоцены полихет в Азовском море, следует выделить тип грунта, солёность и кислородный режим.

По зависимости пространственного распределения от солёности, полихет исследованного района можно разделить на четыре группы.

К первой группе относятся представители реликтовой понто-каспийской фауны (*H. kowalewskii*, *H. invalida*, *Manayunkia caspica*). Это черви, которых можно отнести к истинно пресноводным организмам, не требующим для развития солёной воды. Для первых двух видов характерен IV тип соотношения солёностного спектра личинок и взрослых организмов по В.В. Хлебовичу (1974) (и личинки, и взрослые особи живут при солёности ниже хорогалиникума); для последнего – V тип (взрослые особи могут жить при солёности выше хорогалиникума, но развитие может идти только при значениях солёности ниже 5-8‰). В наших пробах при солёности более 5.5‰ не встречались.

Ко второй группе относятся два морских эвригаллиных вида *N. succinea* и *H. diversicolor*, являющиеся физиологически пресноводными, но требующие для размножения солёности не ниже 5-8‰ (III тип по В.В. Хлебовичу). Эти два вида встречаются во всём диапазоне значений солёности, включая опреснённые районы Таганрогского залива, за исключением самой восточной его части. По данным В.В. Хлебовича (1996), способны

образовывать псевдопопуляции в практически пресной воде, для размножения совершая миграции в более осолонённые районы.

Третья группа – эвригалитные морские виды, у которых распространение и взрослых, и личиночных стадий ограничено хорогалитной зоной. Сюда относятся виды, которые, вместе с *N. succinea*, составляют таксоценоз полихет в собственно море – *N. hombergii*, *N. cirrosa*, *H. imbricata*, *H. reticulata*, *P. ciliata*, *H. filiformis*, *C. minimus*. Восточнее горла Таганрогского залива практически не встречаются.

Наконец, четвёртая, самая многочисленная в видовом отношении, группа представлена видами, распространёнными в Керченском проливе и Таманском заливе (за исключением единичных находок в собственно море). По отношению к солёности виды, входящие в эту группу, неоднородны. Значительная часть их представлена морскими формами, не выносящими опреснение ниже 12-14‰, однако часть видов, по литературным данным, относится к эвригалитным (*P. elegans*, *Fabricia sabella*, *Capitella capitata*, *M. palmata* и некоторые другие). Очевидно, лимитирующим фактором здесь выступает не солёность, а заиливание грунта и расширение заморных зон. Косвенно это подтверждается и тем, что личинки некоторых видов встречаются значительно шире (например, нектохеты *P. elegans* отмечались в наших пробах из восточной части моря и даже единично в Таганрогском заливе). Таким образом, эти виды следует относить скорее к третьей группе.

С другой стороны, нижний предел солёности, указанный в литературе для некоторых видов, особенно их пелагических стадий, выше солёности Керченского пролива. Так, нижним пределом для личинок *Pomatoceros triqueter* М.И. Киселёва (2004) считает 20‰. Возможно, такие виды появляются в проливе во время затока черноморских вод, и, если повышенная солёность сохраняется достаточно долгое время, успевают пройти наиболее уязвимые стадии. В то же время *P. triqueter* постоянно встречается на скальных грунтах в Керченском проливе, что не позволяет считать его случайным элементом фауны.

По акватории Азовского моря полихеты этих четырёх групп распределены следующим образом. В наиболее опреснённых районах Таганрогского залива (до 1‰) таксоценоз полихет представлен только двумя видами понто-каспийского комплекса (*H. kowalewskii*, *H. invalida*). На большей части акватории залива (солёность до 5-5.5‰) полихеты представлены видами первой и второй групп. Наконец, в западной части залива (солёность до 8-9‰) отмечены только виды второй группы (в районе горла залива единично отмечались виды третьей группы – *N. hombergii*, *Nereis zonata* и *H. imbricata*). Показательная динамика распределения нерейд *N. succinea* в Таганрогском заливе при продвижении от кутовой части к горлу залива (рис. 3). При солёности, меньшей 0,48‰, неантес уже не встречался, в интервале 0,48 – 1,8‰ имеются единичные находки этого вида. И, наконец, от солёности выше 1,8‰ плотность *N. succinea* начинает закономерно возрастать.

Акватория собственно моря (9-12‰) заселена видами второй и третьей групп. Виды четвёртой группы отмечены в виде единичных экземпляров (*M. palmata*, *Phyllodoce (Anaitides) mucosa*). Наконец, в Керченском проливе с Таманским заливом встречаются виды всех групп, кроме первой. Представители второй и третьей группы распространены повсюду на мягких грунтах, разнообразие же четвёртой группы повышается по мере продвижения от Азовского моря к Черному. Практически одними видами четвёртой группы представлены таксоценозы полихет на твёрдых грунтах, также велика их доля в зарослевых сообществах. Наиболее массовым видом является *M. palmata*, формирующая биоценоз на илистых грунтах. *Terebellides stroemi*, в последние годы расширивший в Черном море ареал своего биоценоза у верхней границы фазеолиновых илов и занявший доминирующее положение в таксоценозе полихет на илистых грунтах в предпроливье (Синегуб, 2008; Терентьев, 2008), встречался в биоценозе мелинны в виде отдельных экземпляров. Поскольку эти два вида занимают сходную экологическую нишу, и на границе мидиевых и фазеолиновых грунтов в Черном море отмечалось их содоминирование (Якубова, 1948), возможно, что будет происходить дальнейшее увеличение доли *T. stroemi* в биоценозе *Melinna*.

Распределение численности личинок полихет в собственно море не показало зависимости от солёности воды; основными факторами в данном случае являются течения и местоположение размножающихся особей. Напротив, в Таганрогском заливе наблюдается четкая связь распределения личинок *N. succinea* с солёностью воды (рис.3, Б). Численность личинок возрастала с востока на запад от 0 до 1458 экз./м<sup>3</sup>. Локальное понижение численности имеется обычно в районе устья Миусского лимана. На рис. 1,Б. представлена динамика численности личинок в зависимости от солёности воды в Таганрогском заливе

(взяты средние значения по станциям). Наибольшие плотности, как личинок, так и взрослых особей, наблюдаются при солёности 6,5-7‰, то есть в пределах хорогалинной зоны.

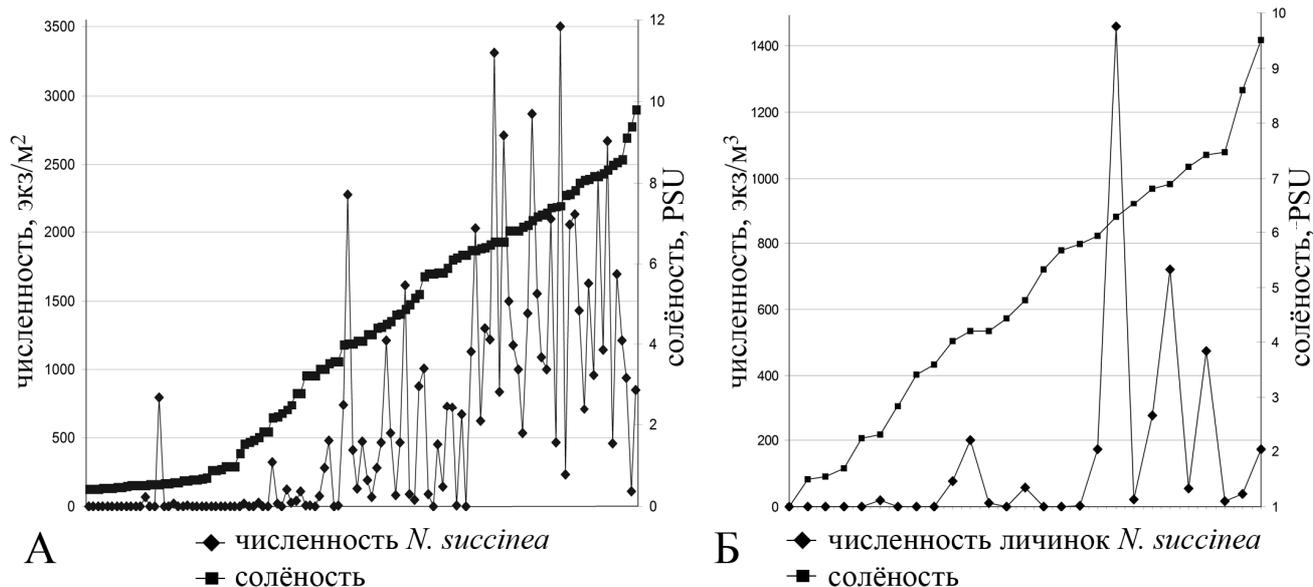


Рис.3. Значения численности *N. succinea* и солёности в Таганрогском заливе при продвижении от кутовой части к горлу залива  
А – взрослые особи (экз./м<sup>2</sup>); Б – личинки (экз./м<sup>3</sup>)

Зависимость распределения полихет от типа грунта. Зависимость от этого фактора выражена иначе, чем от солёности. Облигатная приуроченность наблюдалась главным образом на твёрдых и песчаных грунтах в Керченском проливе. В основном же влияние типа грунта и связанных с ним параметров (газовый режим, рельеф, гидродинамика) сказывается в первую очередь на соотношении видов и количественных характеристиках полихет.

Глубина как таковая в Азовском море для большинства видов не является важным фактором в связи с его крайней мелководностью.

Совместное влияние типа грунта и солёности. Совместное влияние океанологических факторов проанализировано с использованием неметрического многомерного шкалирования (non-metric Multi-Dimensional Scaling, non-metric MDS) и канонического анализа соответствий (Canonical Correspondence Analyses, CCA).

Ординация с помощью MDS видов полихет не дала приемлемого результата. Полученный график отражает только различия между видами по встречаемости и биомассе. Ординация исследованных станций, напротив, показала наличие двух факторов, которые можно с достаточной уверенностью интерпретировать как тип грунта и солёность.

Наиболее четкую зависимость от солёности демонстрируют станции в Таганрогском заливе и часть станций в Керченском проливе. Для остальных станций в Керченском проливе характерна большая зависимость от типа грунта, в то время как распределение станций из собственно моря в равной мере испытывает влияние обоих факторов.

Станции, относящиеся к Керченскому проливу, разделены на две части: компактная группа со сходной невысокой зависимостью от типа грунта и линейной зависимостью от солёности, и диффузно расположенные точки с самыми разнообразными величинами зависимости от обоих факторов. Данное разделение отражает разницу между станциями, расположенными вдоль центральной оси пролива, и в прибрежной зоне, вблизи кос и в заливах – то есть в таких местах, которые характеризуются высоким разнообразием биотопов, в первую очередь по типу грунта.

Точки, относящиеся к собственно морю, также разделяются на компактно расположенную группу и разбросанные по графику отдельные точки. В данном случае компактная группа включает станции с наиболее однородным и широко распространённым в море биотопом – заиленной ракушей, в то время как диффузно расположенные точки соответствуют ракушечным банкам и центральной части Аккумулятивной равнины Панова.

Ещё одной заметной особенностью является выраженный перелом зависимости от солёности точек, относящихся к Таганрогскому заливу. Место перелома примерно соответствует хорогалинной зоне – это станции, расположенные между линиями коса Ейская

– коса Кривая и коса Сазальницкая – гирло Миусского лимана. Смена направления влияния фактора хорошо согласуется с представлениями о воздействии критической солёности на гидробионтов (Хлебович, 1974).

На рис. 4 представлено исследование зависимости структуры таксоцено полихет от типа грунта и солёности по станциям с помощью канонического анализа соответствий. Отчетливо выделяются три группы станций, расположенные в Таганрогском заливе, собственно море и Керченском проливе. Очевидна смена лидирующего фактора при продвижении от Таганрогского залива к Керченскому проливу: если в Таганрогском заливе основное влияние на качественные и количественные характеристики таксоцено полихет оказывает солёность, то в Керченском проливе на первое место выходит тип грунта. Собственно море занимает промежуточное положение. Выпадающие из общего тренда точки представлены биоценозами ракушечных банок (неподвижные сестонофаги), для которых тип грунта играет значительно бóльшую роль по сравнению с остальными биоценозами.

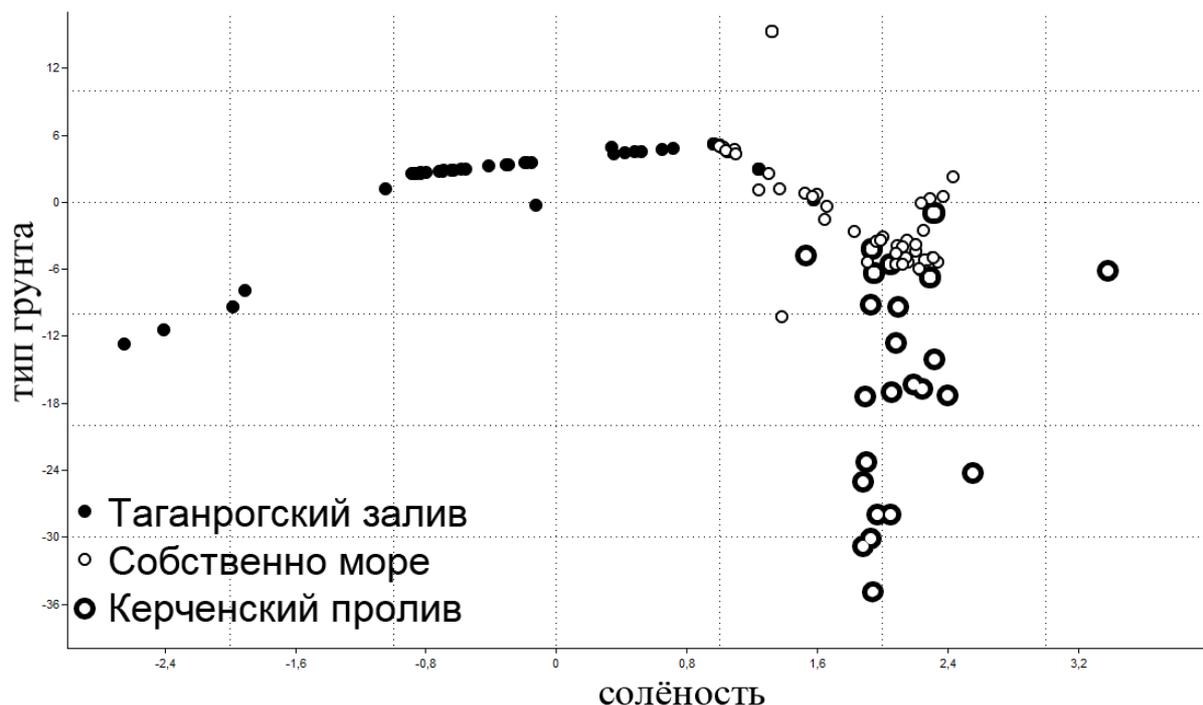


Рис. 4. Зависимость качественных и количественных характеристик таксоцено полихет от типа грунта и солёности (по станциям)

Большинство видов, характерных для Таганрогского залива и собственно моря, на графике расположены, как и станции, компактно, вдоль линии основного тренда (рис. 5). Однако значительное количество видов, чьё распространение внутри ареала определяется, главным образом, типом грунта, при этом достаточно стенобионтны в отношении солёности, что ограничивает их распространение в районе исследования Керченским проливом. Сюда относятся, в первую очередь, морские виды, приуроченные к твёрдым грунтам (серпулиды *Pomatoceros triqueter*, *Salmacina incrustans*, *Vermiliopsis infundibulum*) и зарослям макрофитов (*Exogone gemmifera*, *Typosyllis nigrans*, *Pholoë synophthalmica*), либо к двум этим биотопам (*Janua pagenstecheri*). Эти, а также некоторые другие (*Perinereis cultrifera*, *Laeonereis*, *Ceratonereis costae*, *Namanereis pontica*, *Sthenelais boa*, *Eunice vittata*), виды, для которых Керченский пролив является окраиной ареала, на графике легли наиболее далеко от основного тренда. В целом, от Таганрогского залива к Керченскому проливу увеличивается разброс в расположении на графике как станций, так и видов, что отражает, с одной стороны, увеличение гетерогенности фауны полихет и, с другой стороны, повышение разнообразия и нестабильности условий внешней среды в Керченском проливе.

В Азовском море солёность является, очевидно, определяющим фактором, на фоне которого уже проявляется действие типа грунта. Полихеты, будучи по происхождению морской группой, дают небольшое количество форм, способных обитать в опреснённых, и, тем более, пресных водах. Эвригалинность этих видов сочетается, как правило, с высокой эврибионтностью и в отношении других параметров среды. Это приводит, в свою очередь, к

тому, что распространение каждого вида в пределах ареала значительно меньше обусловлено такими факторами, как солёность или тип грунта, изменяется только их роль в биоценозах. Только в центральной части аккумулятивной равнины Панова при высоком уровне сероводородного заражения (особенно летом 2004 г.) давление среды приводит к выпадению всех видов, кроме *N. hombergii* либо *N. cirrosa*. Видовой состав меняется скачкообразно при некоторых барьерных значениях солёности на границах районов (Таганрогский залив – 0,3...9,5‰, собственно море – 9,5...11,5‰, Керченский пролив – 11,5...16‰).

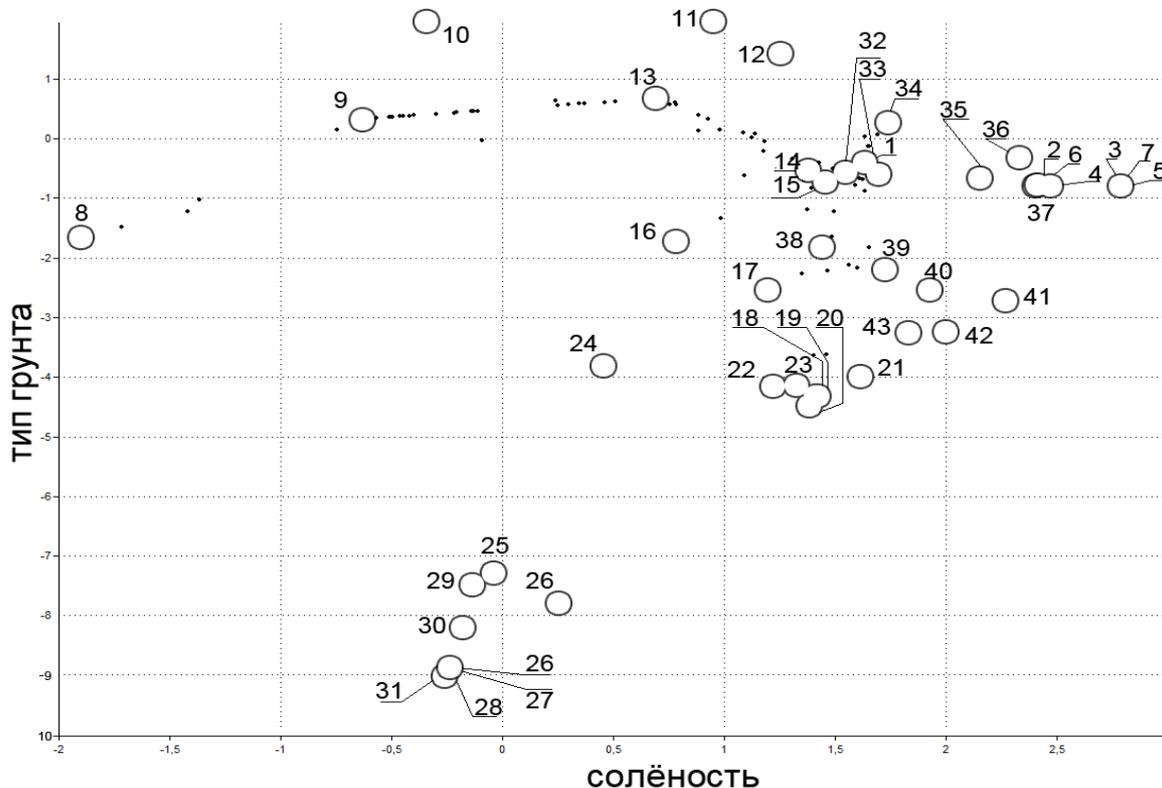


Рис. 5. Влияние типа грунта и солёности на распространение видов полихет  
 1 - *Anaitides mucosa*, 2 - *Perinereis cultrifera*, 3 - *Ceratonereis costae*, 4 - *Laeonereis glauca*, 5 - *Namanereis pontica*, 6 - *Paranaitis lineata*, 7 - *Sthenelais boa*, 8 - *Hypania invalida*, 9 - *Hypaniola kowalewskii*, 10 - *Nereis cf. zonata*, 11 - *Hediste diversicolor*, 12 - *Neanthes fucata*, 13 - *Neanthes succinea*, 14 - *Fabricia sabella*, 15 - *Heteromastus filiformis*, 16 - *Capitomastus minimus*, 17 - *Lagis neapolitana*, 18 - *Pygospio elegans*, 19 - *Microspio metschnikowianus*, 22 - *Brania clavata*, 23 - *Melinna palmata*, 24 - *Capitella capitata*, 25 - *Exogone gemmifera*, 26 - *Typosyllis nigrans*, 27 - *Salmacina incrustans*, 28 - *Eunice vittata*, 29 - *Pholoë synophthalmica*, 30 - *Janua pagenstecheri*, 31 - *Vermiliopsis infundibulum*, 32 - *Nephtys hombergii* + *N. cirrosa*, 33 - *Micronephthys stammeri*, 34 - *Polydora ciliata*, 35 - *Ancistrosyllis tentaculata*, 36 - *Prionospio cirrifera*, 37 - *Galathowenia sp.*, 38 - *Harmothoe imbricata* + *H. reticulata*, 39 - *Spio filicornis*, 40 - *Clymenura clypeata*, 41 - *Maldanidae sp.*, 42 - *Aricidea claudiae*, 43 - *Glycera convoluta*

Другим фактором, приводящим к сильному, по сравнению с другими группами, обеднению полихет в Азовском море, является практическое отсутствие в этом водоёме твёрдых грунтов. Благодаря этому из таксоценоза выпадает одна из важных трофических групп полихет – сестонофаги. В Керченском проливе, где условия приближаются к морским, структура таксоценоза полихет также приближается к характерной для Черного моря.

#### 4.2. Распределение полихет в районе исследований в зависимости от антропогенного пресса.

В пространственном распределении гидробионтов в районах, испытывающих антропогенное воздействие, можно выделить три зоны: угнетения, массового развития и фоновую. Для разных групп гидробионтов границы зон не совпадают, что отражает различный уровень устойчивости к антропогенному прессу. Одной из наиболее устойчивых форм являются олигохеты рода *Limnodrilus*, которые могут служить своего рода «эталоном» для сравнения с другими группами гидробионтов. Их средняя численность в зонах угнетения, массового развития и фоновой составляет, соответственно, 4462

экз./м<sup>2</sup>, 11000 экз./м<sup>2</sup> (до 15-20 тыс. экз./м<sup>2</sup>) и 1423 экз./м<sup>2</sup>. что свидетельствует об экстремально высокой концентрации органического вещества в воде. В зоне угнетения средняя индивидуальная масса олигохет в 1,9 раза меньше, чем таковая в фоновой зоне, т.к. здесь действуют два противоположно направленных фактора: массовое развитие, которое провоцирует избыток пищи, сдерживается токсическим эффектом.

Распространение полихет *H. kowalewskii* в районе г. Таганрог также позволяет выделить зоны угнетения, массового развития и фоновую, но отстоящие дальше от источника загрязнения – порта Таганрог. В зоне угнетения, частично включающей зону массового развития олигохет, эти полихеты представлены единичными экземплярами или отсутствуют. В зоне массового развития их численность вырастает до двух-трёх тысяч экз./м<sup>2</sup>, в среднем, в фоновой – снижается до нескольких сотен. Таким образом, эти полихеты являются индикаторами умеренного органического загрязнения.

Для оценки связи распределения полихет на исследованной акватории с состоянием донных биоценозов были использованы два показателя – АМБИ и индекс Шеннона. Индекс Шеннона может служить индикатором общего состояния сообщества (Шитиков и др., 2004), в то время как АМБИ, малочувствительный к динамике видового состава в градиенте солёности и к сезонной изменчивости сообществ (Report..., 2004), позволяет с достаточной степенью точности выделять сообщества, нарушенные в результате деятельности человека.

Характер связи структуры таксоценоза Polychaeta с индексами экологического состояния сообществ различался в Таганрогском заливе, собственно море и Керченском проливе (рис. 6). В Таганрогском заливе структура таксоценоза полихет практически не связана со значениями индекса Шеннона, за исключением небольшого числа станций, расположенных в опреснённых районах (авандельта Дона, район Миусского лимана). Изменчивость АМБИ в нём, напротив, самая высокая по акватории моря, что говорит о высокой степени антропогенной трансформации сообществ.

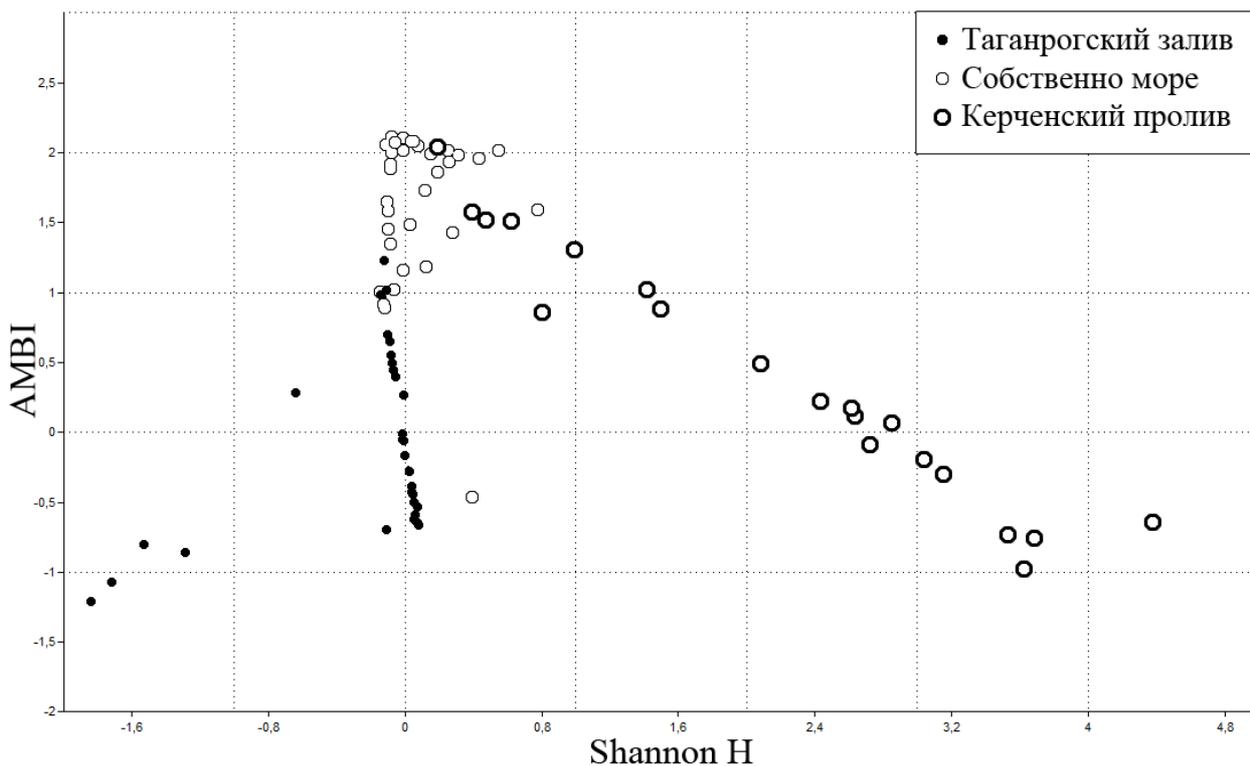


Рис. 6. Связь структуры таксоценоза Polychaeta с загрязнённостью биотопа (измерена по шкале АМБИ) и альфа-разнообразию биоценоза (измерено с помощью индекса Шеннона)

В собственно море изменчивость связи структуры таксоценоза полихет как с индексом Шеннона, так и с АМБИ, одинаково слабая. Это связано как с малой изменчивостью последнего на акватории собственно моря, так и с особенностями видового состава полихет в этом районе: здесь представлены только эврибионтные виды, особенно устойчивые к любому уровню содержания органики и газовому режиму.

В Керченском проливе отмечена сильная связь с обоими индексами. Наибольшей была связь с индексом Шеннона, однако она, по-видимому, в большей степени отражает рост

разнообразия зообентоса в целом, и в особенности полихет, по градиенту солёности (подробнее этот вопрос рассмотрен выше). Связь с индексом AMBI также была сильной, превышая даже таковую, отмеченную в Таганрогском заливе. Одной из причин этого является то, что эврибионтные виды, распространённые в море и Таганрогском заливе, дополняются в Керченском проливе не только видами-оппортунистами, более требовательными к солёности при аналогичной устойчивости к неблагоприятным условиям среды, но и значительным числом специализированных, слабо устойчивых к антропогенному прессу форм. Благодаря этому образуется чёткая картина распределения видов в зависимости от степени загрязнения биотопа, не зависящая от роста видового разнообразия по мере обогащения фауны морскими видами. В море отсутствуют сильные локализованные источники загрязнения, и донные сообщества подвержены воздействию антропогенного фактора достаточно равномерно на всей акватории, в то время как в Керченском проливе на небольшой площади имеется множество точечных источников загрязнения, постоянных (терминалы и портовая зона Порт-Кавказа, терминал в пос. Волна, и т.п.) и временных (открытая перевалка сыпучих грузов, разливы нефти). Благодаря этому зоны, населённые разными экологическими группами, выделяются более отчетливо, и различия между ними, как качественные, так и количественные, сильнее.

Характер связи также различается по районам. Если в Таганрогском заливе и Керченском проливе наблюдается как отрицательная, так и положительная зависимость структуры таксоцены Polychaeta от величины AMBI, то все станции из собственно моря находятся в области положительной зависимости.

При анализе распределения отдельных видов полихет выделяются три основные группы (рис. 7).

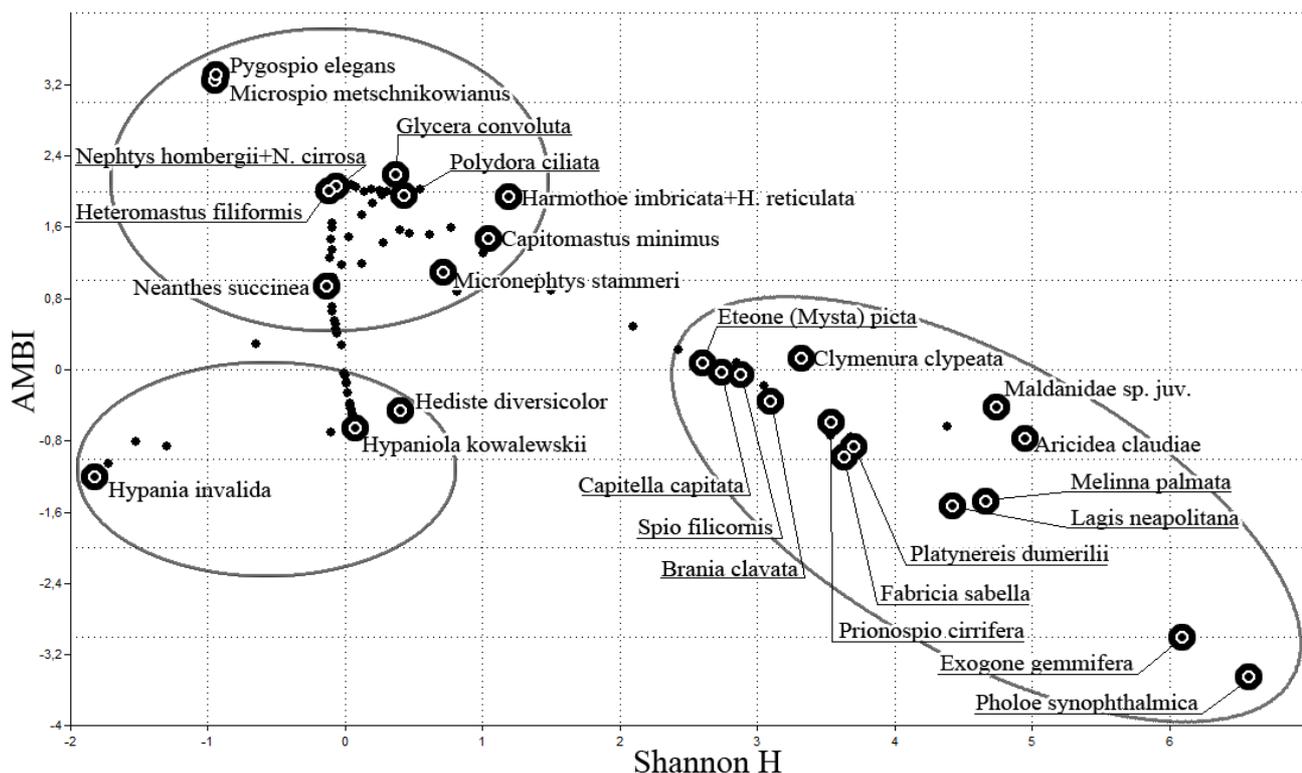


Рис. 7. Связь распространения видов полихет с загрязнённостью биотопа (измерена по шкале AMBI) и альфа-разнообразием биоценоза (измерено с помощью индекса Шеннона)

К первой группе относятся три вида, характерных для Таганрогского залива: *H. invalida*, *H. kowalewskii* и *H. diversicolor*. Два последних вида не связаны в своём распространении с разнообразием донных сообществ, а загрязнение биотопа оказывает на них слабое отрицательное воздействие. Вторая группа включает главным образом эврибионтные формы с наиболее широким распространением. В третью группу входят более или менее стенобионтные морские виды, распространённые в Керченском проливе. Однако присутствуют и эврибионтные виды, такие как *Capitella capitata*, *M. palmata*, *Spio filicornis*, *Aricidea claudiae*. Очевидно, эти виды, при высокой толерантности к органическому загрязнению, слабо устойчивы к другим неблагоприятным факторам (токсическое

загрязнение, физическое нарушение биотопа, etc.), более характерным для Керченского пролива по сравнению с собственно морем, что и обусловило их попадание в третью группу. Для количественных характеристик этих видов характерна сильная положительная связь со значениями индекса Шеннона и нулевая либо отрицательная связь со степенью загрязнённости биоценоза, причем, чем сильнее зависимость от биоразнообразия сообщества, тем меньше устойчивость вида к загрязнению (за редкими исключениями). Связано это, с одной стороны, с тем, что виды, которые включаются в донные сообщества по мере увеличения солёности, относятся в основном к стенобионтным формам. С другой стороны, те из них, кто при оптимальной солёности является устойчивым к неблагоприятным условиям среды, при крайних переносимых значениях солёности может становиться чувствительными к загрязнению.

#### **4.3. Трофическая характеристика таксоцена полихет в Азовском море.**

##### **4.3.1. Характеристика трофических типов биоценозов Азовского моря.**

В Азовском море представлены следующие трофические типы биоценозов: неподвижные и подвижные сестонофаги, собирающие детритофаги, плотоядные, полифаги. Безвыборочные детритофаги доминировали только по численности. Наиболее распространены биоценозы собирающих детритофагов (22-54% в разные годы). В настоящее время они представлены практически только олигомикстными низкопродуктивными биоценозами *H. acuta*. Из других представителей этой группы в море на отдельных станциях на юго-западе нами отмечен только биоценоз *Mya arenaria*. В отличие от биоценоза гидробии, для биоценоза мии характерна высокая биомасса, обусловленная большой индивидуальной массой моллюсков. В Керченском проливе широко распространён биоценоз *Melinna*. Подвижные сестонофаги (*Bivalvia*) составляли 27-48%. В собственно море они представлены биоценозами *Cerastoderma* и *Anadara*. Меньше развиты биоценозы неподвижных сестонофагов *M. lineatus* и *B. improvisus* (13-14% в разные годы). Небольшой разброс значений, по сравнению с другими группами, объясняется приуроченностью этих биоценозов к районам с активной гидродинамикой – банкам и пр., на которые практически не воздействуют такие важные для Азовского моря факторы, как концентрация кислорода и растворённой органики. «Периферические кольца» (Кузнецов, 1980) с доминированием сестонофагов имеют разорванный, мозаичный характер. Области с доминированием неподвижных сестонофагов приурочены к банкам, расположенным на минимальных глубинах (2–3 м), особенно к гребням. Подвижные сестонофаги доминируют, в основном, на больших глубинах (6-12 м), чаще всего на склонах банок или на банках, расположенных на большей глубине (юго-западная часть моря). В депрессиях рельефа сестонофаги встречаются редко, только при отсутствии сероводородного заражения. Наименее развиты полифаги (2-17% в разные годы) и плотоядные (0-2% в разные годы).

К 2010-2011 гг. биоценоз собирающих детритофагов значительно сократился по сравнению с 2004 г., исчез биоценоз плотоядных. Соответственно, расширились площади, занятые подвижными сестонофагами и полифагами.

Интересен биоценоз плотоядных, представленный, собственно, единственным видом – *N. hombergii*. В популяции *N. hombergii* в таком биоценозе имеются две возрастные группы – небольшое количество крупных половозрелых особей, и масса молоди (в основном недавно осевшие черви). Промежуточные размерные (возрастные) группы отсутствуют. Этот биоценоз приурочен к центральной части моря с пелитовыми илами и высокой концентрацией сероводорода. *N. hombergii*, возможно, используют ту же тактику, что и некоторые рыбы в моновидовых сообществах. Молодь осваивает недоступные взрослым кормовые ресурсы (планктон), а взрослые питаются собственной осевшей молодью. Повидимому, к образованию такого рода сообществ способен и *N. cirrosa*, в последнее время заменяющий в Азовском море *N. hombergii*.

Грунтоеды не доминировали по биомассе ни на одной станции, но по численности доминировали на относительно большой площади. В этой связи интересно отметить тот факт, что, по А.П. Кузнецову (1970, 1980) в составе основных видов Азовского моря отсутствуют безвыборочно заглатывающие грунт детритофаги (грунтоеды), что он связывает с гидрологическими особенностями водоёма, особенно с кислородным режимом. Тем не менее, достаточно высокие (до 3400 экз./м<sup>2</sup>) численности грунтоедов (в первую очередь, *H. filiformis*, также *Oligochaeta*, а в Керченском проливе – *A. claudiae*), хотя и при невысокой биомассе, говорят о том, что в Азовском море на границах зон со слабой и активной гидродинамикой создаются подходящие условия для массового развития грунтоедов:

благоприятный кислородный режим при наличии достаточного количества богатого легко гидролизуемой органикой ила. Утверждение А.П. Кузнецова (1970) об отсутствии в Азовском море массовых форм грунтоедов объясняется, вероятно, тем, что он пользовался материалами, собранными в то время, когда *H. filiformis* ещё не расселился широко по акватории моря. Однако уже в работе 1987 г. М.И. Киселёва указывается этот вид в качестве фонового, хотя не достигающего высоких численностей (не более 700 экз./м<sup>2</sup>). Биомасса, указанная М.И. Киселёвой для этого вида, составляла до 0,1 г/м<sup>2</sup>, что примерно в три раза меньше величин, отмеченных нами. Таким образом, *H. filiformis* продолжает расселяться и увеличивать свою плотность в Азовском море, увеличивая долю грунтоедов в биоценозах.

К 2010 г. значительно увеличилась встречаемость и биомасса полифагов *N. succinea*, входящих в состав сообщества подвижных сестонофагов. Если в ненарушенных сообществах *N. succinea* являются субдоминантами независимо от способа выделения биоценоза, то в менее благополучных, где отсутствует молодь и доминирующая группа представлена небольшим количеством крупных особей, эти нереиды преобладают по численности.

Наиболее стабильная структура наблюдается в биоценозах неподвижных сестонофагов. Это всегда *B. improvisus* + *M. lineatus*, причем доминировать может любой из них, возможно и содоминирование. Также, в противоположность предложенному А.П. Кузнецовым (1980) правилу, согласно которому трофический тип доминирующего вида совпадает с трофическим типом биоценоза, возможен вариант, когда доминирует представитель другой трофической группы (например, полифаги *N. succinea*), но *B. improvisus* и *M. lineatus* дают в сумме преобладающую численность и биомассу. Грунтоеды доминируют только по численности, всегда с субдоминантами из другой группы. Подвижные сестонофаги доминируют только по биомассе (т.к. представлены в основном *Bivalvia* с большой индивидуальной массой). Как правило, имеется субдоминант.

Роль видов и трофических групп в биоценозах представлена в таблице 2.

Таблица 2. Распределение организмов, принадлежащих к различным трофическим типам, в биоценозе по степени доминирования.

Троф. тип биоценоза	Доминирование	Доминант (вид)	Субдоминант (троф. группа)	Примечания
НС	выраженное	<i>M. lineatus</i> , <i>B. improvisus</i> , <i>N. succinea</i>	редко (6,7%) ПФ	Встречается содоминирование
ПС	выраженное, без субдоминантов (61,5%)	<i>Bivalvia</i> (обычно <i>C. glaucum</i> )	имеется в 38,5% СД, НС, ПФ	Разрыв между Дом. и С/дом. либо Вт. большой
СД	ярко выраженное (96%)	<i>H. acuta</i> , <i>M. arenaria</i> , <i>M. palmata</i>	имеется в 23% ПС, ПФ, П	Разрыв между Дом. и С/дом. либо Вт. большой
П	Собственно море: ярко выражено.	<i>N. hombergii</i> , <i>N. cirrosa</i>	нет	Моновидовое сообщество
	Керченский пролив: слабо выражено.	<i>Micronephthys stammeri</i>	нет	Постепенное снижение биомассы от Дом. к Вт.
	Таганрогский залив: ярко выражено	<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	ПФ	Разрыв между Дом. и С/дом. ( <i>N. succinea</i> ) небольшой
ПФ	ярко выражено	<i>N. succinea</i> , <i>H. diversicolor</i>	НС, Г	От моновидовых до олигомикстных сообществ, С/дом. выражен умеренно

Примечания: ПС – подвижные сестонофаги, НС – неподвижные сестонофаги, СД – собирающие детритофаги, ПФ – полифаги, П – плотоядные, Г – грунтоеды; Дом. – доминант, С/дом. – субдоминант, Вт. – второстепенный(-е) вид(-ы).

Таким образом, основным признаком трофической структуры внутренних морей – преобладание областей доминирования собирающих детритофагов и слабое развитие грунтоедов – сохраняется в Азовском море. При этом собирающие детритофаги представлены только биоценозом *Hydrobia*, ранее имевшим значительно менее широкое распространение (Студеникина и др., 1998). Больше 50% от биомассы второстепенных трофических групп в большинстве биоценозов в собственно море составляют полихеты,

однако в доминирующей группе они, как правило, составляют незначительную (0 – 3.5%) часть биомассы. В Керченском проливе за счет добавления морских видов (главным образом, плотоядных и сестонофагов, в меньшей степени детритофагов) они начинают играть значительную роль во всех биоценозах (50% от общей биомассы и выше).

#### 4.3.2. Распределение и характеристика биоценозов различных трофических типов в Таганрогском заливе.

В отличие от собственно моря, в Таганрогском заливе наблюдается практически полное совпадение доминантов, выделенных по численности и по биомассе. Связано это в значительной мере с тем, что здесь слабо развиты или отсутствуют виды, дающие большую биомассу за счет высокой индивидуальной массы крупных особей, как большинство *Bivalvia*. Наиболее широко распространённый в заливе биоценоз – это биоценоз полифагов с доминированием nereid – *N. succinea* либо (значительно реже) *H. diversicolor*. В отличие от собственно моря, где nereиды, несмотря на высокую встречаемость, становятся доминантами относительно редко, здесь они достигают массового развития на разных грунтах, наибольшего развития достигая на глинистых и ракушечных илах. *H. kowalewskii* собственного биоценоза не образует, но может входить в состав биоценоза подвижных сестонофагов наряду с амфиподами, в особенности корофидами, в тех местах, где достигает значительной численности, главным образом на ракушечных и песчаных грунтах.

#### 4.3.3. Характеристика особенностей и роли таксоценополихет в различных трофических типах донных сообществ Азовского моря и Таганрогского залива.

Полихеты составляют до 38% от количества видов зообентоса в Азовском море и являются одной из самых богатых в видовом отношении групп. Однако в собственно море встречаются только 8 массовых видов, относящихся к собирающим детритофагам (*P. ciliata*), полифагам (*N. succinea*), грунтоедом (*H. filiformis*, *Capitomastus minimus*) и плотоядным (*N. hombergii/N. cirrosa*, *H. imbricata/H. reticulata*). В прикерченском районе количество видов возрастает, и в самом проливе полихеты составляют 50% и выше от общего количества видов, в основном за счет сестонофагов (таблица 3).

Таблица 3. Доля видов полихет в трофических группах и их роль в биоценозах различных трофических типов.

Виды	Биоценоз (троф. тип)	Роль в биоценозах	Доля в троф. группе	Примечания
<b>Подвижные сестонофаги</b>				
<i>Hypania invalida</i>	ПС, ПФ	Вт.	<1%	
<i>Hypaniola kowalewskii</i>	Г ПФ, ПС, СД	Вт. – С/дом. Вт.	<1-100%	наибольшая доля в троф. группе (83-100) – в биоценозах грунтоедов.
<i>Fabricia sabella</i>	СД, НС	Вт.	1-2%	
<b>Неподвижные сестонофаги</b>				
<i>Pomatoceros triqueter</i>	НС	Вт. – С/дом.	До 20%	на скальных грунтах формируют со спирорбидами доминирующую троф. группу
<i>Vermillioopsis infundibulum</i>	НС	Вт. – С/дом.	До 20%	
<i>Salmacina incrustans</i>	НС	Вт.	1-5%	
Serpulidae sp.	НС	Вт.	<1%	
<i>Janua pagenstecheri</i>	НС ПС	Вт. – С/дом. Вт.	5-20%	минимальные значения на макрофитах
<b>Собирающие детритофаги</b>				
<i>Spio filicornis</i>	ПС, СД	Вт.	3-28%	
<i>Prionospio cirrifera</i>	ПС, НС, СД	Вт.	<1-21%	
<i>Microspio metschnikovianus</i>	ПС	Вт.	<1%	
<i>Pygospio elegans</i>	ПС	Вт.	<1%	
<i>Polydora ciliata</i>	ПС, НП, СД	Вт.	<1%- 100%	обычно не более 1-1.5%
<i>Terebellides stroemi</i>	СД	Вт.	1-5%	изредка входит в сообщество <i>M. palmata</i>
<i>Melinna palmata</i>	СД ПС	Дом. Вт. – С/дом.	5-87%	
<i>Lagis neapolitana</i>	ПС, СД	Вт.	5-10%	

Виды	Биоценоз (троф. тип)	Роль в биоценозах	Доля в троф. группе	Примечания
<i>Galathowenia sp.</i>	ПС, СД	Вт.	1%	
<b>Безвыборочно заглатывающие грунт детритофаги (грунтоеды)</b>				
<i>Aricidea claudiae</i>	СД	Вт.	37-88%	
<i>Capitomastus minimus</i>	ПС, СД	Вт.	<1%	
<i>Capitella capitata</i>	ПС, СД	Вт.	<1%	
<i>Heteromastus filiformis</i>	ПС, НС, СД, ПФ	Вт.	8-100%	обычно доминирует в трофической группе (80-100%)
Maldaninae sp.	СД	Вт.	<1%	
<i>Clymenura clypeata</i>	ПС, НС, СД	Вт.	16-69%	если вид представлен только молодью, могут составлять <1%
<b>Полифаги</b>				
<i>Namanereis pontica</i>	СД	Вт.	<1%	
<i>Perinereis cf. cultrifera</i>	СД	Вт.	<1%	
<i>Platynereis dumerilii</i>	ПС, НС, СД, ПФ	Вт. С/дом. – дом.	<1-100%	наибольшая доля – в биоценозе неподвижных сестонофагов
<i>Nereis cf. zonata</i>	ПФ	Вт.	<1%	
<i>Neanthes succinea</i>	ПС, НС, СД, Г, ПФ, П	Вт. – С/дом. Дом. С/дом	12-100%	чаще всего 64-100%
<i>Neanthes fucata</i>	ПФ, ПС	Вт.	<1%	
<i>Hediste diversicolor</i>	ПС, ПФ	Вт. Вт. – дом.	2-62%	в лиманах Таманского полуострова и западного приазовья часто составляет 100% от биомассы полифагов
<i>Ceratonereis costae</i>	ПС	Вт.	<1%	
<i>Laeonereis glauca (?)</i>	ПС	Вт.	<1%	
<b>Плотоядные</b>				
<i>Paranaitis lineata</i>	ПС	Вт.	<1%	
<i>Anaitides mucosa</i>	ПС	Вт.	<1%	
<i>Eteone picta</i>	ПС, НС	Вт.	3-50%	
<i>Nephtys cirrosa</i>	ПС, Г, СД, П	Вт. Вт. – С/дом. Дом.	6-100%	обычно 50-100%
<i>Nephtys hombergii</i>	ПС, НС, ПФ, СД, П	Вт. Вт. – С/дом. Дом.	<1-100%	обычно 66-100%
<i>Micronephthys stammeri</i>	ПС, НС, СД, П	Вт. Дом.	<1-100%	
<i>Glycera convoluta</i>	ПС, СД	Вт.	80-100%	
<i>Harmothoe imbricata</i>	ПС, НС, СД, ПФ	Вт.	<1-100%	за редким исключением <33%, чаще всего <1-2%
<i>Harmothoe reticulata</i>	ПС, НС, СД, ПФ	Вт.	14-62%	
<i>Sthenelais boa</i>	НС	Вт.	<1%	
<i>Pholoe synophthalmica</i>	СД	Вт.	6%	
<i>Exogone gemmifera</i>	СД	Вт.	<1%	
<i>Brania clavata</i>	НС, СД	Вт.	<1-100%	за счет мелких размеров биомасса небольшая даже при относительно высокой численности, поэтому составляют либо <1%, либо 100% от биомассы троф. группы
<i>Typosyllis nigrans</i>	НС	Вт.	<1%	
<i>Ancistrosyllis tentaculata</i>	ПС, СД	Вт.	<1%	

Виды	Биоценоз (троф. тип)	Роль в биоценозах	Доля в троф. группе	Примечания
<i>Eunice vittata</i>	НС	Вт.	2-100%	встречается в виде единичных экземпляров, но за счет крупных размеров может играть существенную роль в биомассе троф. группы

Примечания: ПС – подвижные сестонофаги, НС – неподвижные сестонофаги, СД – собирающие детритофаги, Г – грунтоеды, ПФ – полифаги, П – плотоядные; Дом. – доминант, С/дом. – субдоминант, Вт. – второстепенный вид.

Число трофических групп полихет возрастает от Таганрогского залива (2) к Керченскому проливу (6), где уже представлены все трофические группы, как и в прикерченском районе Черного моря (рис. 8).

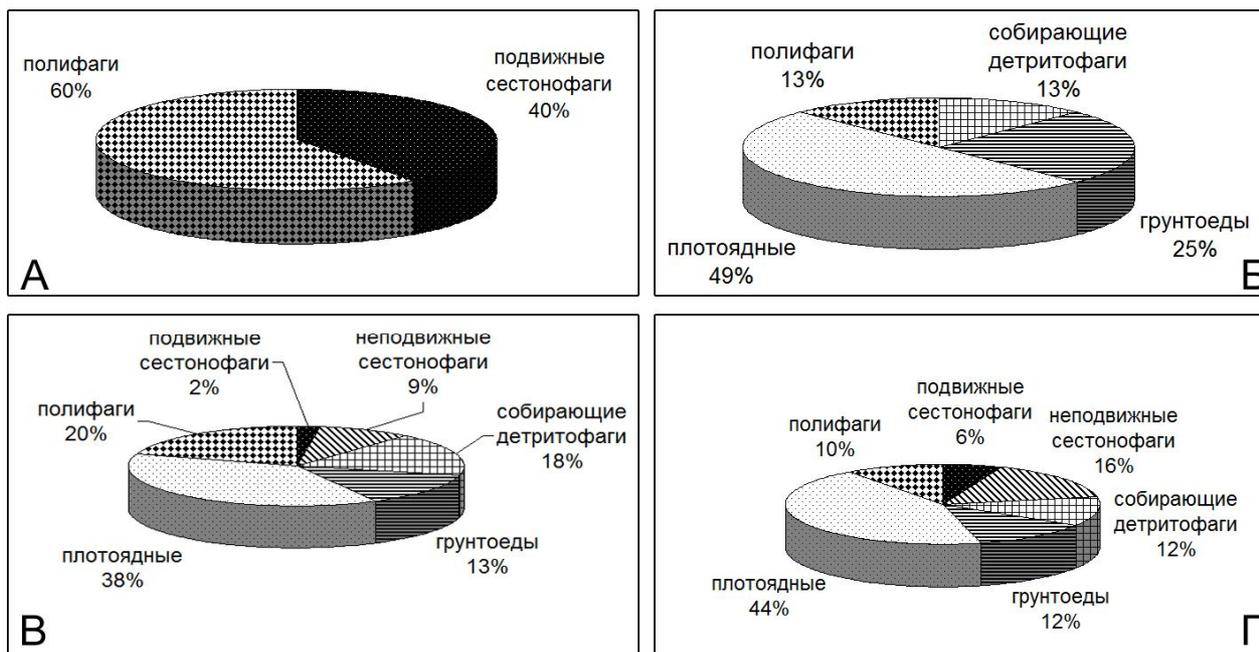


Рис. 8. Соотношение числа видов полихет различных трофических групп по районам. А – Таганрогский залив, Б – собственно море, В – Керченский пролив, Г – прикерченский район Черного моря

По трофическим группам полихеты распределены следующим образом. Собирающие детритофаги представлены относительно большим количеством видов полихет (17,5% всех видов), но имеют крайне невысокую биомассу, и составляют 0-3,5% от общей биомассы трофической группы; только в биоценозе *Melinna* руководящий вид достигает высоких значений численности и биомассы (до 50-100% от биомассы детритофагов). В Темрюкском заливе полихеты *P. ciliata* доминируют по численности. Только полихетами собирающие детритофаги представлены на некоторых станциях, на которых доминируют неподвижные сестонофаги *M. lineatus*. В среднем же полихеты составляют 13% от биомассы группы.

Группа грунтоедов представлена относительно небольшим количеством видов, достигающих нередко большой биомассы и численности. Помимо полихет в этой группе представлены только олигохеты сем. Tubificidae. Соответственно, во всех случаях в этой группе резко доминируют либо олигохеты, либо полихеты, составляя по 80-100%. В среднем полихеты составляют 36,6% от биомассы группы, и доминируют по численности в 71% биоценозов с доминированием грунтоедов.

Группа плотоядных среди полихет представлена наибольшим количеством видов (37% всех видов). К этой группе относятся ранее наиболее широко распространенный в море вид – *N. hombergii* – и сменивший его *N. cirrosa*, в олигомикстных биоценозах *Hydrobia* достигающие относительно большой биомассы (25% от общей биомассы, в среднем). В большинстве случаев они доминируют в группе, составляя до 100% (в среднем 80,5%).

Группа полифагов представлена видами сем. Nereidae, в первую очередь *N. succinea*, составляющим в большинстве случаев 64-100% от биомассы группы (в среднем 59%).

Сестонофаги представлены небольшим числом видов, относящихся, соответственно, к семействам Ampharetidae, Sabellidae (подвижные), Serpulidae и Spirobridae (неподвижные).

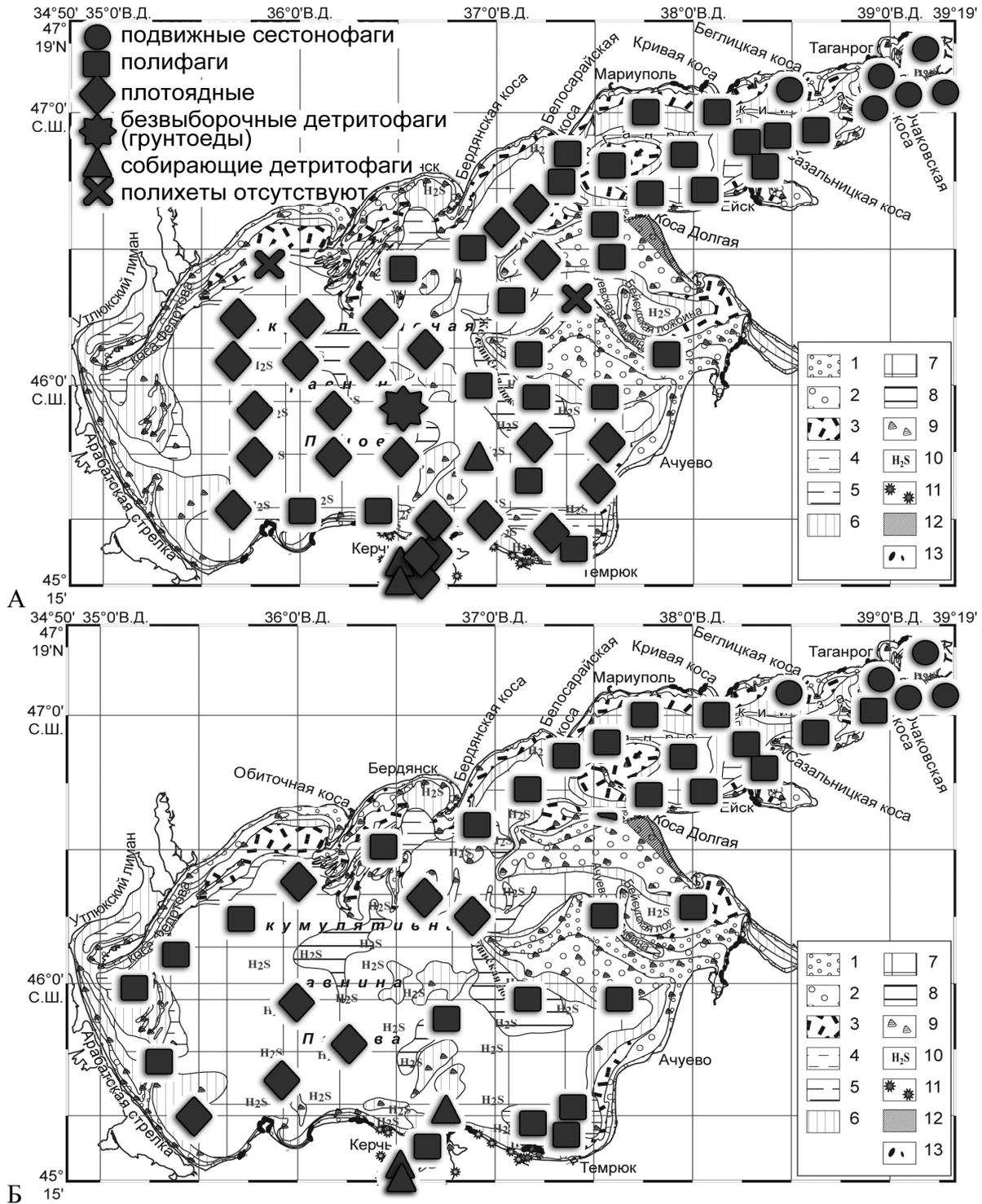


Рис. 9. Распределение доминирующих трофических групп полихет по грунтам в Азовском море в 2004 (А) и 2010 (Б) гг. (карта грунтов дана по: Матишов, 2007)

Изменения в распределении трофических типов биоценозов по акватории моря затронули и трофическую структуру таксоценоза полихет (рис. 9): уменьшилась доля плотоядных видов и увеличилась доля полифагов и детритофагов (в Керченском проливе).

Увеличение доли полифагов произошло как за счет расширения ареала биоценоза полифагов с доминирующим видом *N. succinea*, так и за счет значительного увеличения площади, занятой биоценозом подвижных сестонофагов (*Cerastoderma*), в котором *N. succinea* играет роль субдоминанта либо характерного вида первого порядка. В целом, происходит восстановление картины, характерной для периода осолонения.

#### IV. ВЫВОДЫ

1. В Азовском море, Керченском проливе, Таганрогском заливе и лиманах восточного побережья обнаружено 48 форм полихет, относящихся к 20 семействам. Из 47 определённых нами до вида полихет 24 вида указывались для этого района в литературе; 23 вида отмечено нами для района исследований впервые. Восемь видов, приводившихся ранее для Азовского моря в литературе, в наших пробах встречены не были.
2. Общая численность видов, входящих в таксоцены полихет, изменяется от 0 до 18557 экз./м<sup>2</sup>, 1640 экз./м<sup>2</sup> в среднем. Биомасса таксоцены полихет изменяется от 0 до 243 г/м<sup>2</sup>, 9,41 г/м<sup>2</sup> в среднем. Наибольшая биомасса наблюдается в западной части Таганрогского залива и северо-восточной части моря в биоценозе *N. succinea*. Наибольшая численность отмечается в центральной части Таганрогского залива при максимумах численности *H. kowalewskii* в составе биоценоза *N. succinea*.
3. Численность личинок полихет достигает 8000 экз./м<sup>3</sup>, 431,6 экз./м<sup>3</sup> в среднем. Наибольшие значения численности наблюдаются в районе горла Таганрогского залива и по периметру акватории моря, в то время как в центральной части моря численность личинок полихет равна нулю, либо они представлены единичными экземплярами. Наибольшей встречаемостью в собственно море характеризуются нектохеты *Polydora ciliata*, что объясняется их способностью к задержке оседания на грунт и нахождению в пелагиали до нескольких месяцев.
4. В Азовском море полихеты являются доминантами в пяти донных биоценозах: *N. succinea*, *Nephtys spp.* (*N. hombergii*/*N. cirrosa*), *M. palmata*, *M. stammeri*, *H. diversicolor*. Наибольшее значение среди перечисленных биоценозов в Таганрогском заливе и собственно море имеет биоценоз *N. succinea*. Биоценоз *M. palmata* является одним из основных в Керченском проливе, также характеризуется наибольшим разнообразием (до 24 видов, индекс Шеннона H до 1,311).
5. В связи с улучшением газового режима и начавшимся в 2010 г. осолонением, в настоящее время началась реколонизация собственно моря видами полихет, ранее в нём встречавшимися, но полностью исчезнувшими из него к началу 2000-х гг.
6. В трофической структуре таксоцены полихет представлены все трофические группы, отмеченные в районе исследований – подвижные и неподвижные сестонофаги, собирающие и безвыборочные детритофаги, полифаги, плотоядные. Плотоядные представлены наибольшим количеством видов, наибольшие количественные характеристики характерны для полифагов (Таганрогский залив и собственно море) и собирающих детритофагов (Керченский пролив). Количество представленных трофических групп возрастает от Таганрогского залива (2) к Керченскому проливу (6).
7. Относительное значение океанологических факторов неравнозначно в различных районах моря: в Таганрогском заливе лидирующим фактором является солёность, в Керченском проливе – тип грунта. Собственно море занимает промежуточное положение (влияние обоих факторов примерно равнозначно), за исключением районов ракушечных банок, где лидирующим фактором является тип грунта.
8. Влияние антропогенного фактора на структуру таксоцены Polychaeta наиболее явно выражено в Керченском проливе, несколько слабее, в силу бедности видового состава полихет – в Таганрогском заливе. В собственно море степень антропогенного преобразования биотопа имеет слабое влияние на структуру сообщества. Различные виды полихет по их отношению к антропогенному преобразованию биотопа образуют три группы: 1 – реликтовые понто-каспийские виды и *H. diversicolor* (слабое негативное воздействие), 2 – эвригалинные виды-оппортунисты морского происхождения (положительное влияние) и 3 – морские виды с широким спектром выносливости, распространённые в Керченском проливе (нулевая или отрицательная зависимость).

#### V. СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Кренёва К.В., Сёмин В.Л., Свистунова Л.Д. Оценка экологического состояния вод Таганрогского залива по ряду показателей микрозоопланктона и зообентоса // Известия Иркутского государственного университета. Серия "Биология. Экология". - 2008. - Т.1, вып. 1. С. 85-92.
2. Сёмин В.Л. Зависимость характеристик таксоцены Polychaeta в Азовском море от абиотических факторов // Вестник Южного научного центра РАН. Ростов-н/Д: изд-во ЮНЦ РАН, 2011. Т.7. №2. С. 69-77.

3. Кренёва К.В., Поважный В.В., Семин В.Л. Оценка экологического состояния лиманов Восточного Приазовья и Тамани с использованием индекса эвтрофирования // Экосистемные исследования Азовского моря и побережья. Т. IV. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. С. 235-244.
4. Семин В.Л. Распределение полихет в лиманах и прибрежных водах Восточного и Южного Приазовья // Материалы XXII конференции молодых учёных (г. Мурманск, апрель 2004 г.). Мурманск: Изд-во ММБИ КНЦ РАН, 2004. С. 153-156.
5. Поважный В.В., Семин В.Л. Материалы по фауне зоопланктона и зообентоса лиманов Восточного Приазовья и Таманского полуострова // Экосистемные исследования среды и биоты Азовского бассейна и Керченского пролива. – Апатиты: изд-во КНЦ РАН, 2005. Т. VII. С. 185-209.
6. Кренёва С.В., Семин В.Л. Влияние токсикантов и выявление адаптационных механизмов при изучении питания олигохет Таганрогского залива // Экосистемные исследования среды и биоты Азовского бассейна и Керченского пролива. – Апатиты: изд-во КНЦ РАН, 2005. – Т. VII. С. 209-217.
7. Семин В.Л. Распределение олигохет *Limnodrillus* в Таганрогском заливе и его использование для мониторинга органического загрязнения // Материалы XXIII конференции молодых ученых, посвященной 70-летию МБС-ММБИ. Апатиты, 2005. С. 106 – 109.
8. Шохин И. В., Набоженко М. В., Титова Е. П., Сарвилина С. В., Семин В.Л. Количественная характеристика фоновых видов макрозообентоса в Азовском море // Материалы XXIII конференции молодых ученых, посвященной 70-летию МБС-ММБИ. – Апатиты, 2005. С. 135 – 141.
9. Семин В.Л. Изменение видового состава донных сообществ Таганрогского залива в зависимости от солёности // «Комплексные гидробиологические базы данных: ресурсы, технологии и использование; Адаптации гидробионтов»: Материалы молодёжных школ (г. Азов, октябрь 2005 г.)/Отв.ред. Г.Г. Матишов. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2005. С. 214-222.
10. Семин В.Л. Распределение полихет и их личинок в Азовском море и Керченском проливе // Материалы конференции молодых учёных (г. Мурманск, 11 мая, 2006 г.). Мурманск: Изд-во ММБИ КНЦ РАН, 2006
11. Семин В.Л. Распределение полихет в Азовском море и Керченском проливе и его связь с абиотическими факторами // Экосистемные исследования Азовского, Черного, Каспийского морей – Апатиты: изд-во КНЦ РАН, - 2006. -Т. VIII. С. 165-174.
12. Кренёва К.В., Семин В.Л., Свистунова Л.Д. Оценка состояния вод Таганрогского залива на основе анализа микрозоопланктона и зообентоса // Экосистемные исследования Азовского, Чёрного и Каспийского морей и их побережий. Т. IX. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2007. – С. 129-139.
13. Семин В.Л. Опыт картирования Азовского моря по распределению трофических типов зообентоса // Материалы XXVI конференции молодых ученых Мурманского морского биологического института, проводимой в рамках Международного полярного года (г. Мурманск, май 2008 г.)
14. Матишов Г.Г., Бердников С.В., Степаньян О.В., Беспалова Л.А., Ковалева Г.В., Поважный В.В., Кренёва К.В., Польшин В.В., Дашкевич Л.В., Коваленко Е.П., Шохин И.В., Набоженко М.В., Семин В.Л., Лужняк В.А. Комплексный экосистемный подход с использованием современных информационных технологий при проведении экологического картирования акватории и береговой зоны Азовского моря // Наука Кубани. №3. Краснодар, 2008. С. 57–63.
15. Матишов Г.Г., Савицкий Р.М., Лужняк В.А., Набоженко М.В., Соьер В.Г., Степаньян О.В., Шохин И.В., Клещенков А.В., Семин В.Л., Аксенов Д.С., Ермолов В.С. Экосистемный мониторинг Керченского пролива после аварийных разливов нефтепродуктов в ноябре 2007 г. // Современные проблемы морской инженерной экологии (изыскания, ОВОС, социально-экономические аспекты). Материалы международной научной конференции (Ростов-на-Дону, 9–11 июня 2008 г.). Ростов-на-Дону: изд-во ЮНЦ РАН, 2008. С. 175–178.