

На правах рукописи

УДК 574.583 (262.54)

ПОВАЖНЫЙ Василий Владимирович

**ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА ТАГАНРОГСКОГО
ЗАЛИВА АЗОВСКОГО МОРЯ**

Специальность 25.00.28 – океанология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Мурманск
2009

Работа выполнена в Мурманском морском биологическом институте
Кольского научного центра
Российской академии наук,
Южном научном центре
Российской академии наук

Научный руководитель:

доктор биологических наук
Макаревич Павел Робертович

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук
Громов Валентин Валентинович
доктор биологических наук
Бакаева Елена Николаевна

Ведущая организация:

Биологический факультет Московского государственного
университета им. М.В. Ломоносова

Защита состоится «8» июня 2009 г. в 10.30 ч. на заседании
диссертационного совета Д. 002.140.01 при Мурманском морском
биологическом институте Кольского научного центра Российской
академии наук по адресу: 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Чехова, 41
(Азовский филиал ММБИ КНЦ РАН)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ММБИ КНЦ РАН

Автореферат разослан _____ 2009 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат географических наук

Е.Э. Кириллова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы определяется необходимостью расширить представления о функционировании зоопланктонного сообщества Таганрогского залива в связи с ежегодным вселением гребневика *Mnemiopsis leidyi* на фоне стабилизировавшегося запаса рыб-планктофагов. Очевидно, что существующие представления о продукционных характеристиках сетного планктона в изучаемом районе требуют уточнения на фоне происходящих изменений видового состава доминирующих групп зоопланктона и колебаний климатических факторов в регионе. При этом полученные в отдельных экспедициях данные отражают только основные особенности крайне динамичных сезонных изменений, происходящих в зоопланктоне залива. Сгонно-нагонные явления, локальные колебания основных факторов среды обитания создают более разнообразную картину пространственного и временного распределения зоопланктона, требующую детального изучения. Очевиден мезомасштабный характер распределения по акватории залива мнемииопсиса.

Абсолютные значения биомассы зоопланктона, получаемые при обработке проб, также требуют уточнения. Применяемые до последнего времени для вычисления биомассы таблицы средних весов зоопланктонных организмов, опубликованные для Азово-Черноморского региона Т.С. Петипа (1959) и Ф.Д. Мордухай-Болтовским (1954), приводят к получению завышенных значений биомассы сообщества, как было указано ранее.

В отличие от количественных характеристик более отчётливо выделяются изменения видового состава зоопланктонного сообщества, происходящие в осенний период в западной части залива под влиянием гребневика. Развитие мнемииопсиса приводит к задержке во времени осеннего пика развития эвритермных аборигенных копепод и к доминированию в течение продолжительного времени северо-атлантической копеподы *Acartia tonsa*, а также организмов меропланктона (личинки *Balanus improvisus*).

Установленное в работе соотношение вторичной продукции мезопланктона и первичной продукции в Таганрогском заливе является одной из важнейших характеристик планктонного сообщества. Особый интерес представляют количественные аспекты взаимодействия сетного зоопланктона, желетелых хищников и планктоноядных рыб, а также роль мезопланктона в цикле углерода в Таганрогском заливе. Составленные в настоящий момент схемы потоков вещества и энергии пелагиали Азовского моря носят общий характер. Выполненные диссертантом исследования позволяют детализировать роль мезопланктона в динамике взвешенного органического вещества Таганрогского залива.

Цель работы - выявление структурно-функциональной роли мезопланктонного сообщества и оценка его роли в трансформации органического углерода в Таганрогском заливе.

Задачи работы:

- обобщение и систематизация данных по сетному зоопланктону Таганрогского залива;
- оценка роли в мезопланктоне залива видов различного происхождения;
- установление общих сезонных закономерностей развития мезопланктона Таганрогского залива;
- анализ разнообразия и устойчивости мезопланктонного сообщества;
- оценка влияния гребневика *Mnemiopsis leidyi* на мезопланктон залива;
- количественная оценка роли сетного зоопланктона в цикле углерода в Таганрогском заливе в летний период;
- количественная оценка обеспеченности кормом основных потребителей зоопланктона в Таганрогском заливе.

Научная новизна. Проведены многолетние круглогодичные исследования сезонной динамики биомассы зоопланктона Таганрогского залива. В современный период отмечен один летний максимум биомассы зоопланктона - в июле. Проведена ревизия видового состава сетного планктона залива. По материалам инвентаризации фауны отмечено 11 видов новых для исследуемого района — 7 видов придонных кладоцер и 4 вида копепод-гарпактицид.

Установлено распределение массовых видов мезопланктона в Таганрогском заливе в зависимости от изменений температуры и солёности воды.

Впервые в Таганрогском заливе установлен мезомасштабный характер распределения гребневика *Mnemiopsis leidyi* в зависимости от основных океанографических факторов. Показано, что развитие мнemiопсиса приводит к задержке во времени осеннего пика развития эвритермных аборигенных копепод и к доминированию в течение продолжительного времени копеподы *Acartia tonsa*, а также организмов меропланктона.

Выполнена оценка роли мезопланктонного сообщества в деструкционных процессах, протекающих в весенне-летний период, а также установлена доля живого мезопланктона в общем количестве органической взвеси в заливе на основе результатов обработки комплексных гидробиологических проб.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов. Полученные результаты могут быть использованы при построении обобщенных схем и моделей функционирования и цикла углерода пелагических эстуарных экосистем южных морей. Данные о современном уровне развития зоопланктона, его сезонной динамике и продуктивности могут применяться при оценке рыбопродуктивности и прогнозировании динамики ценных промысловых видов.

Полученные в диссертации результаты могут быть использованы при оценке влияния климатических изменений на пелагическую экосистему Таганрогского залива, при прогнозе возможной динамики и картировании распределения видов-вселенцев. Результаты исследований могут быть использованы для целей мониторинга, планирования, разработки схем рационального природопользования и охраны природных ресурсов Азовского моря.

Результаты работы используются в лекционных курсах и на практических занятиях в рамках учебной дисциплины «Гидробиология» на кафедре океанологии геолого-географического факультета Южного федерального университета.

Защищаемые положения.

○ В современный период для мезопланктонного сообщества Таганрогского залива характерен сезонный ход развития с максимумом в июле. Снижение средней биомассы сообщества в июне и августе-сентябре связаны влиянием на зоопланктон хищничества рыб-планктофагов и гребневика *Mnemiopsis leidyi*.

○ Биомасса планктофагов и сетного зоопланктона достоверно отрицательно коррелируют между собой. Ориентировочное соотношение биомасс хищников и сетного зоопланктона (мгС/м^3), при котором затраты на основной обмен хищников удовлетворяются целиком за счёт продукции зоопланктона в летне-осенний период в Таганрогском заливе близко к 1:1.

○ Доля организмов мезопланктона в общей деструкции планктона Таганрогского залива изменяется в летний период от 0.1 % до 4.5 %. Доля живых организмов мезопланктона в общем количестве взвешенного органического вещества изменяется от 0.03 до 4-7 %.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались на конференции молодых ученых (апрель 2004 г., Мурманск), на молодёжной школе «Адаптации гидробионтов» (октябрь 2005 г., Азов), на международной летней научной школе “Climate change impact on marine ecosystems” (Анкара, Турция, 14.08.06 – 28.08.06), на семинарах АФ ММБИ и ЮНЦ РАН.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 печатных работ, из них 2 в журналах рекомендованных ВАК.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, семи глав, выводов и списка литературы. Общий объём работы составляет 129 листов машинописного текста, включает 29 рисунков и 7 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. В главе 1 изложены основные результаты, полученные при изучении сетного зоопланктона Азовского моря с начала регулярных наблюдений. Отмечены основные этапы изменений, происходивших в пелагическом сообществе моря в XX веке, выделяемые большинством авторов. Рассмотрен вклад исследований сетного зоопланктона Таганрогского залива в изучение эволюции понто-каспийской фауны, а также в развитие теории «критической солёности».

Дано описание основных вех геологического прошлого бассейна и океанографических характеристик Азовского моря, влияющих на развитие сетного планктона.

Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. В период с 2003 по 2008 гг. в Таганрогском заливе Азовского моря в ходе 26 комплексных экспедиций было отобрано и проанализировано 154 пробы мезопланктона и 245 проб желетелого планктона. В качестве орудия лова мезопланктона использовали среднюю сеть Джели с газом № 49 (размер ячеи 0.175 мм.). Пробы отбирали тотально от дна до поверхности. На малой глубине (менее 1.5 м) и в штормовых условиях использовалась малая сеть Апштейна (размер ячеи 0.075 мм), через которую фильтровали 100 л воды с поверхности. Сразу после отбора все пробы фиксировались 3% раствором формалина.

Пробы желетелого планктона отбирались средней сетью Джели, а также сетью ИКС-80 (размер стороны ячеи 0.5 мм) методом тотального вертикального лова. Полученные пробы обрабатывались на борту судна в живом виде. Изучалась биомасса и размерная структура популяции гребневика *Mnemiopsis*.

Обработка проб мезопланктона проводили по общепринятой методике (Абакумов, 1983). Обработка включала измерения длины зоопланктёров с последующим вычислением индивидуальной биомассы по уравнениям зависимости массы от длины тела. При обработке проб в силу высокой концентрации мелких организмов (коловраток, кладоцер) выбран счётный метод в камере Гензена объёмом 80 мл.

Данные по индивидуальным размерам и массам планктонных организмов, численность и биомасса каждого таксона в 1 м³, полученные при обработке проб, были обобщены в формате электронной базы данных.

Продукция зоопланктона Таганрогского залива вычислялась физиологическим методом в соответствии с Методическими рекомендациями (1984) и Алимовым (1989). Продукцию считали как долю от общего обмена с применением популяционных коэффициентов использования энергии на рост (K_2): 0.22 для копепод и кладоцер (Сушня, 1972), 0.47 для коловраток (Галковская, Сушня, 1978), 0.4 для науплиусов копепод и меропланктона (Зайка, 1972), температурного коэффициента $Q_{10}=2.25$ (Винберг, 1983) и оксикалорийного коэффициента 1 мл $O_2=4.86$ кал (Абакумов, 1983). Пересчет единиц энергии в биомассу гидробионтов осуществляли, используя эквивалент: 1 мг $C_{орг}=46$ Дж = 10.98 кал (Salonen et al., 1976). Калорийность ракообразных и меропланктона рассчитывалась по соответствующим методикам (Алимов, 1989, Александров, 2001), содержание органического углерода $C_{орг}$ (%) у коловраток рассчитывалось с использованием уравнения $C_{орг} = 4.85 (100WW)^{-0.49}$ (Телеш, 2006), где WW – сырой вес организма, мг. Исходя из этого, были рассчитана индивидуальная продукция зоопланктонных организмов Таганрогского залива в мг сырого веса/м³*сут.⁻¹

Интенсивность индивидуального обмена мнемииопсиса определялась по формуле $Q = 0.0042 * WW^{0.776}$ (при 20°C) (Finenko et al., 2006), где Q – интенсивность дыхания голодающих особей *Mnemiopsis*, мл $O_2 * \text{экз}^{-1} * \text{ч}^{-1}$, WW – сырой вес особей мнемииопсиса, г. Индивидуальная калорийность гребневика для оценки биомассы популяции в единицах энергии и углерода вычислялась по формуле $q = 48.196 * L^{-0.1873}$, полученной путём аппроксимации данных по индивидуальной калорийности особей мнемииопсиса (Finenko et al., 2006), где q – энергетическая ценность, Дж/г сырого веса, L – длина особи, мм. Индивидуальная масса тюльки по данным измерений длины рассчитывалась при помощи зависимости $WW = 0.0256 * L^{2.583}$ (где WW – масса, г, L – длина тела, см), аппроксимированной по данным, приведённым Майским (1951). Интенсивность стандартного обмена тюльки определялась по формуле $Q = 0.572 * WW^{0.75}$ (при 20°C) для кефали (Белокопытин, 1993), где Q – интенсивность основного обмена рыбы, мл $O_2 * \text{экз}^{-1} * \text{ч}^{-1}$, WW – сырой вес рыбы, г. При изучении максимальных рационов основных потребителей сетного планктона были использованы данные по скорости фильтрации желетелых организмов и мелких пелагических рыб (Sørnes, Aksnes, 2004).

В 2008 г. была выполнена серия определений первичной продукции, деструкции планктона, концентрации взвешенного органического вещества и фотосинтетических пигментов в Таганрогском заливе.

Первичная продукция и деструкция планктона определялись кислородной модификацией скляночного метода в соответствии с (Абакумов, 1983). Определение фотосинтетических пигментов проводилось по соответствующей методике (Государственный контроль..., 2001). Пробы взвешенного вещества отбирались с поверхности методом осаждения на стекловолокнистые фильтры марки MGF, предварительно доведённые до постоянного веса в муфельной печи (500°C) и взвешенные с точностью до 0.1 мг. В лабораторных условиях на фильтре после доведения до постоянного веса (60°C) определялось количество общего взвешенного вещества методом взвешивания с точностью до 0.1 мг и органического взвешенного вещества (ВОВ) методом мокрого сжигания в бихромате калия (Руководство по химическому анализу, 1977). Результаты определения первичной продукции и деструкции планктона, а также количества ВОВ были выражены в единицах $C_{\text{орг}}$ (Абакумов, 1983).

Глава 3. ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД. В пробах сетного планктона определяли гидроидных медуз, гребневиков, коловраток, кладоцер, копепод, мизид, меропланктонных личинок усоногих и десятиногих раков, брюхоногих и двустворчатых моллюсков, полихет, а также личинок рыб. Были проведены специальные исследования планктобентосных организмов. В частности, был изучен видовой состав придонных кладоцер сем. Chidoridae, Macrothricidae и Pycroptidae, а также придонных копепод отр. Harpacticoida. Ниже приводится список голо- и меропланктонных

организмов, отмеченных по всей акватории залива, с примерным указанием распространения и обилия таксонов по акватории залива (см. табл.1).

Таблица 1

Видовой состав зоопланктона Таганрогского залива в 2002 – 2008 гг.

№ п/п	Таксон	Восточная часть	Центральная часть	Западная часть
	Т. Ctenophora			
1.	<i>Mnemiopsis leidyi</i> A. Agassiz 1865	-	++	+++
	Т. Coelenterata			
2.	<i>Moerisia maeotica</i> (Ostroumov, 1896)	-	+	+
3.	<i>Blackfordia virginica</i> Mayer, 1910	-	+	-
	Кл. Rotifera			
4.	<i>Synchaeta baltica</i> Erenberg, 1834	+	++	++
5.	<i>Synchaeta vorax</i> Rousselet, 1902	+	++	++
6.	<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	++	+++	++
7.	<i>Brachionus plicatilis</i> O. F. Müller, 1785	+	++	++
8.	<i>Brachionus diversicornis</i> Daday, 1883	+	++	+
9.	<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766	+++	++	+
10.	<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	+++	++	+
11.	<i>Brachionus urceus</i> (Linne, 1758)	+	-	-
12.	<i>Filinia longiseta</i> Erenberg, 1834	+++	++	+
13.	<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof, 1891)	++	+	+
14.	<i>Keratella cochlearis</i> Gosse, 1851	+++	+	+
15.	<i>Keratella quadrata</i> (O. F. Müller, 1786)	+++	+	-
16.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	++	+	-
17.	<i>Trichocerca cyllindrica</i> (Imhof, 1891)	+	++	+
18.	<i>Trichotria pocillum</i> (O. F. Muller, 1776)	+	-	-
19.	<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	+++	++	-
20.	<i>Lecane luna</i> (O. F. Müller, 1776)	++	-	-
21.	<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)	+	+	+
22.	<i>Hexarthra oxiuris</i> (Zernov, 1902)	+	-	-
23.	<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+++	+++	+
24.	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	++	-	-
	п/т. Crustacea			
	Отр. Cladocera			
25.	<i>Pleopis polyphemoides</i> (Leuckart, 1859)	-	-	+
26.	<i>Podonevadne trigona</i> G.O.Sars, 1897	+	+++	++
27.	<i>Cornigerius maeoticus maeoticus</i> (Pengo, 1879)	+	+++	+++
28.	<i>Cornigerius bicornis</i> Zernov, 1902	-	+	-
29.	<i>Cercopagis pengoi</i> (Ostroumov, 1891)	-	++	+
30.	<i>Bosmina longirostris</i> O.F.Muller, 1785	+++	++	+
31.	<i>Diaphanosona brachyurum</i> (Lievin, 1848)	++	++	+
32.	<i>Daphnia longispina</i> O.F.Muller, 1785	+	-	-
33.	<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	+	+	-
34.	<i>Alona rectangula</i> Sars, 1861	+	-	-
35.	<i>Alona guttata</i> Sars, 1862	+	-	-

36.	<i>Rhynchotalona (Disparalona) rostrata</i> (Koch, 1841)	++	-	-
37.	<i>Chidorus sphaericus</i> (O. F. Müller, 1785)	++	+	-
38.	<i>Monospilus dispar</i> Sars, 1862	+	-	-
39.	<i>Ilyocryptis sordidus</i> (Lievin, 1848)	+	-	-
40.	<i>Macrotrix laticornis</i> (Jurine, 1820)	+	-	-
41.	<i>Moina micrura dubia</i> Guerne et Richard, 1892	++	++	+
42.	<i>Scapholeberis mucronatus</i> (O. F. Müller, 1785)	+	-	-
	кл. Maxillopoda			
	отр. Calanoida			
43.	<i>Calanipeda aquae dulcis</i> (Kritchzagin, 1873)	++	++	++
44.	<i>Acartia tonsa</i> Dana, 1849	+	+++	+++
45.	<i>Centropages ponticus</i> Karavaev, 1895	-	-	+
46.	<i>Eurytemora affinis</i> (Poppe, 1880)	+++	+++	++
47.	<i>Eurytemora velox</i> Lilljeborg, 1853	-	+	-
48.	<i>Heterocope caspia</i> G.O.Sars, 1863	++	+	-
	отр. Harpacticoida			
49.	<i>Onychocamptus mohammed</i> (Blanchard et Richard, 1891)	++	+	-
50.	<i>Nannopus palustris</i> Brady, 1880	+	-	-
51.	<i>Nitocra lacustris</i> (Schmankewich, 1875)	+++	+	-
52.	<i>Ectinosoma abrau</i> (Krichzagin, 1877)	+++	++	+
53.	<i>Limnocletodes behningi</i> (Boruzkiy, 1926)	++	-	-
54.	<i>Schizopera clandestina</i> (Klie, 1924)	-	-	+
55.	<i>Schizopera pontica</i> Chappuis et Serban, 1953	-	+	-
56.	<i>Cletocamptus retrogressus</i> Schmankewich, 1875	+	-	-
	отр. Cyclopoida			
57.	<i>Cyclops strenuus</i> Fischer, 1851	+	-	-
58.	<i>Cyclops vicinus</i> Uljanine, 1875	+	-	-
59.	<i>Acanthocyclops americanus</i> (Marsh.)	++	+	-
60.	<i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus, 1857)	+	-	-
61.	<i>Paracyclops chiltoni</i> (Thompson)	+	-	-
62.	<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	++	-	-
63.	<i>Halicyclops sp.</i>	+	+	+
	Varia			
64.	<i>Neanthes succinea</i> Leuckart, 1847	-	+	++
65.	<i>Oligochaeta gen.sp.</i>	+	+	-
66.	Bivalvia larvae	+++	++	++
67.	Gastropoda larvae	-	-	+
68.	<i>Argulus foliaceus</i> Linne, 1758	-	+	-
69.	<i>Balanus improvisus</i> Darwin, 1854	+	+	+++
70.	<i>Palaemon elegans</i> Rathke, 1837	-	-	+
71.	<i>Rhithropanopeus harrisi tridentata</i> (Maitland, 1814)	-	+	++
72.	Corophiidae gen.sp.	+	+	+
73.	Gammaridae gen.sp.	+	+	+
74.	Ostracoda gen.sp.	+	+	+
75.	<i>Mesopodopsis slabberi</i> (Van Beneden, 1861)	+	++	++
76.	<i>Pterocuma pectinata</i> (Sowinsky, 1893)	+	-	-
77.	<i>Stenocuma sp.</i>	+	+	+

« - »- отсу́тствует

« + » - редко
« ++ » - часто
« +++ » - масса

Таким образом, в планктоне Таганрогского залива нами было отмечено всего 77 таксонов зоопланктонных организмов, из которых 47 являются голопланктонными, 11 – меропланктонными, 19 – планктобентосными.

Приведённый выше современный список видов зоопланктона Таганрогского залива разделили на три общепринятых фаунистических комплекса (см. рис.1). Из 69 таксонов видового ранга 16 (23.1 %) были отнесены нами к средиземноморским элементам, 8 (11.5 %) – к понто-каспийским элементам и 45 (65.2 %) – к пресноводным элементам (см. рис 1). Такое обилие пресноводных таксонов объясняется, прежде всего, разнообразием в планктоне залива пресноводных коловраток (19 таксонов) и кладоцер (13 таксонов).

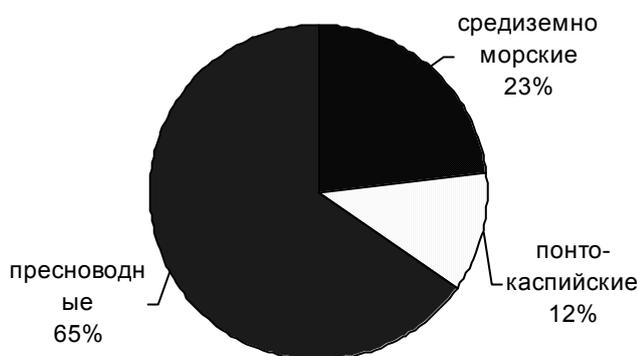


Рис.1. Соотношение отдельных компонентов фауны зоопланктона в Таганрогском заливе (2002 – 2008 гг.)

Сами виды организмов планктона, особенно средиземноморские элементы, не являются аналогичными видам, приводимым во всеобъемлющей фаунистической работе Ф. Д. Мордухая-Болтовского (1960б). Процесс пополнения фауны зоопланктона новыми элементами идёт непрерывно, требуя постоянного изучения видового состава.

Глава 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА. В главе рассматриваются особенности развития зоопланктонного сообщества Таганрогского залива по отношению к абиотическим факторам среды – температуре и солёности воды. Приводятся результаты собственных наблюдений, а также имеющиеся в литературе данные по экологии отдельных видов планктона.

Температура. В планктоне Таганрогского залива отмечаются эвритермные и теплолюбивые виды планктона. По отношению к температуре большинство копепод является эвритермными организмами, а большинство коловраток и кладоцер – стенотермными теплолюбивыми

формами. В зимний период при температуре воды 1 - 4° С в планктоне присутствуют эвритермные коляноиды *Calanipeda*, *Eurytemora*, гарпактициды *Ectinosoma*, зимующие на копепоидных стадиях, коловратка *Synchaeta*. С середины мая с повышением температуры воды до 14 - 16° С в планктонном сообществе присутствуют уже практически все его основные компоненты, включая теплолюбивых хищных кладоцер и копепод. К началу благоприятного температурного режима приурочен также первый пик численности меропланктона. При дальнейшем летнем повышении температуры до 23 – 25°С всё планктонное сообщество периодически подвергается угнетению из-за роста потребления кислорода на деструкционные процессы в воде (с возможным образованием заморов), а также из-за массового развития сине-зелёных водорослей в восточной и центральных частях залива. С осенним понижением температуры до 16 – 20° С в сообществе наступает осенний пик развития. Развивается второй период массового появления меропланктона. Организмы желетелого планктона в массе развиваются в конце летнего периода повышенной температуры. Это относится не только к проникающему из Чёрного моря гребневику *Mnemiopsis leidyi*, но и к обитающим в заливе постоянно гидроидам *Moerisia* и *Blackfordia*.

Солёность. Наиболее распространены в заливе виды широко эвригалинные, большей частью пресноводного происхождения: копеподы *Calanipeda aquae dulcis*, *Eurytemora affinis*, коловратки *Asplanchna priodonta*, *Brachionus quadridentatus*, *Br. plicatilis* и др. Однако и среди видов морского происхождения, в том числе недавних вселенцев, встречаются виды, выносящие сильное опреснение. Среди них краб *Rhitropanopeus harrisi tridentata*, гребневик *Mnemiopsis leidyi*, морской желудь *Balanus improvisus*, копепода *Acartia tonsa*, коловратки *Synchaeta*.

Вместе с тем, существуют организмы с более узким диапазоном устойчивости к фактору солёности. К ним относятся большинство придонных кладоцер и циклопов – пресноводные формы, обитающие лишь в кутовой части залива; азовоморская кладоцера *Pleopis polyphemoides*, а также копепода *Centropages ponticus*, попадающие в залив после продолжительных западных ветров с азовской водой. За пределами залива в Азовском море практически не встречаются понто-каспийские копеподы *Heterocope caspia*, кладоцеры *Cornigerius maeoticus*, *Cercopagis pengoi*.

Для более детального анализа совокупного влияния температуры и солёности на сообщество мезопланктона были выбраны виды, в сумме дающие более 50 % общей биомассы зоопланктона в большинстве проб, развивающиеся в массе при различных значениях температуры и солёности воды. Для восьми наиболее распространённых видов зоопланктона были построены графики распределения биомассы в зависимости от значений температуры и солёности.

Характеризуя распределение коловратки *Brachionus quadridentatus*, отметим широкую эвригалинность данного вида. При температуре выше

16°C брахионус интенсивно развивается на большей части акватории залива.

Коловратка *Asplanchna priodonta* является одним из ключевых компонентов зоопланктонного сообщества залива, в благоприятных условиях биомасса данного вида может достигать 2.3 г/м³. Отмечено массовое развитие аспланхны в водах восточной части Таганрогского залива с солёностью не выше 4 ‰ и температурой не ниже 17 °C.

Копепода-вселенец *Acartia tonsa* зачастую является единственным представителем планктонных копепод в западной части залива, вытесняя аборигенные виды из сообщества. Являясь по происхождению морским видом, обитающим в эстуариях и прибрежной зоне, акарция зачастую обнаруживается в практически пресной воде, однако, размножающиеся особи и науплии отмечены при солёности более 2 ‰. Акарция является термофильным видом, присутствующей в планктоне в летний период и зимующей на стадии покоящегося яйца. Наиболее интенсивное развитие данного вида проходит при температуре выше 16 °C (Gubanova, 2000).

Аборигенный вид калянид - *Eurytemora affinis* – встречается в заливе круглый год, однако наибольшее количество эуритеморы (более 10 тыс. экз/м³) отмечалось в пресноводной части при температуре, не превышающей 25 °C. В отличие от акарции, эуритемора интенсивно размножается как в пресной, так и в солоноватой воде залива.

Bosmina longirostris – теплолюбивый пресноводный вид кладоцер, при температуре выше 20 °C способный давать высокую биомассу. Область максимального развития босмины, в основном совпадает с областью наиболее интенсивного развития коловратки *Asplanchna priodonta*.

Podonevadne trigona – понто-каспийский вид кладоцер, встречаемый нами в весенне - летнее время на большей части акватории залива, область его массового распространения ограничена изогалиной 6 ‰, при температуре воды выше 15 °C подонэвадне уже достигает высокой численности (более 1500 экз/м³).

Меропланктонные организмы периодически отмечаются в водах залива в массовом количестве. В западной части залива в весенне-летний и осенний периоды происходит размножение усоногого рака *Balanus improvisus*. Обращает на себя внимание узкий диапазон температуры, при котором личинки баянуса отмечаются в массе. Явление массового размножения баянуса при температуре около 16 °C хорошо описано для других районов (Hines, 1978; Шалаева, Лисицкая, 2001). В Таганрогском заливе оно приводит к возникновению двух пиков численности его личинок – весеннего и осеннего. Развитие мнемипсиса в планктоне залива также связано с тёплыми водами солёностью более 2.5 ‰.

Глава 5. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА МЕЗОПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА. Зоопланктонное сообщество моря и Таганрогского залива рассматривалось в большинстве случаев как кормовая база для пелагических рыб, при этом вопросам

распределения отдельных видов зоопланктона и взаимодействия внутри сообщества уделялось меньшее внимание. По литературным данным средняя сырая биомасса зоопланктона (без учёта зимних месяцев) составляла в Таганрогском заливе 733 мг сырого веса/м³ (далее - мг/м³). В литературе отмечалось постепенное снижение средней годовой биомассы зоопланктона в ряду лет до 1986 г., начавшееся после 1960-х гг. (Гидрометеорология и гидрохимия ..., 1991).

В целом, рассматривая динамику биомассы зоопланктона по месяцам (1937 – 1986 гг.), можно отметить, что наиболее интенсивного развития зоопланктонное сообщество достигало в период естественного режима р. Дон (1930-е гг.), а также в 1960-е гг. после восстановления благоприятного режима солёности. Для сообщества залива в естественных условиях характерны широкие межгодовые колебания средней биомассы зоопланктона.

Рассмотрим особенности сезонного развития зоопланктонного сообщества в современный период.

Зима. Зимний период развития мезопланктона в Таганрогском заливе характеризуется повсеместным преобладанием в пробах зимующих старших копеподитных стадий *Eurytemora affinis* и *Calanipeda aquae dulcis*, а также коловратки *Synchaeta* sp. При отсутствии на акватории залива ледового покрова при температуре от 1.5 до 4°C в центральной части залива общая биомасса зоопланктона может достигать 123 мг/м³. Обобщённые данные по биомассе сообщества зоопланктона в зимний период (декабрь-февраль) за 2003 – 2006 гг. приведены на рисунке 2.

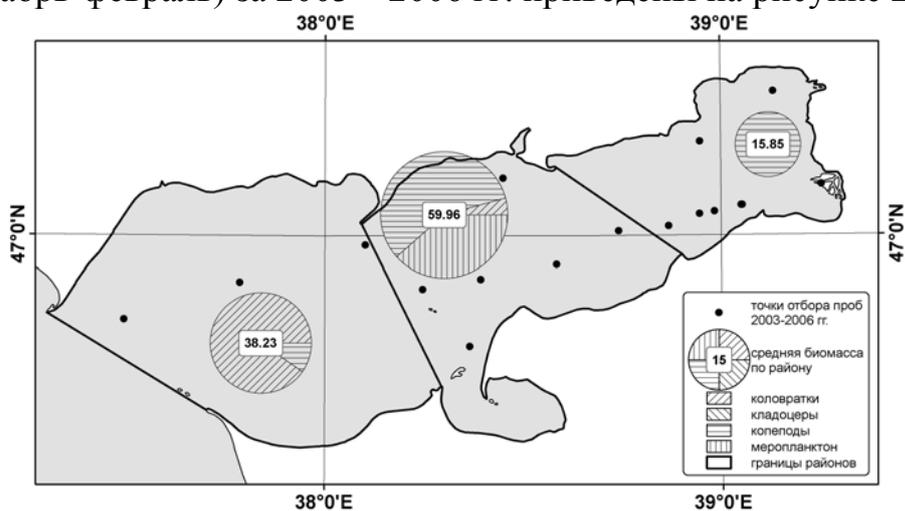


Рис. 2. Распределение средних значений биомассы (мг/м³) и состав сетного зоопланктона Таганрогского залива по районам в зимний период (декабрь-февраль 2003 – 2006 гг.)

Весна. В первой половине апреля в Таганрогском заливе развиваются холодноводные коловратки *Synchaeta* и *Notholca*, а также эвритермные копеподы *Eurytemora affinis* и *Calanipeda aquae dulcis*. Зачастую в западной части залива самой многочисленной копеподой в пробах является *Ectinosoma abrau*. Общая биомасса сообщества в этот период невелика и составляет 5-19 мг/м³, однако в случае массового

развития *Synchaeta* sp. в прибрежных районах в поверхностном горизонте может достигать 216 мг/м³. Во второй половине апреля происходит прогрев вод залива до 11-13 °С и дальнейшее увеличение биомассы зоопланктона до 50 мг/м³ в среднем по заливу. В конце месяца в мелководных районах залива при интенсивном прогреве воды начинается массовое размножение двустворчатых моллюсков и появление их велигеров в планктоне. К этому же времени приурочено начало массового захода азовской тюльки в залив на нерест.

В начале мая при температуре воды 11-15 °С в восточной и центральной частях залива в планктоне появляются теплолюбивые коловратки и клadoцеры на фоне продолжающегося массового размножения двустворчатых моллюсков. В западной части залива при периодических нагонах более холодной воды из Азовского моря эвритермные виды зоопланктона развиваются более продолжительное время. При повышении температуры воды до 15 °С в западной части залива начинается массовое размножение усонного рака *Balanus improvisus*. Личинки баянуса становятся доминантной группой зоопланктона, при этом биомасса сообщества может достигать 900 мг/м³. В конце мая температура воды в заливе повсеместно достигает летних значений. При этом во всём заливе начинает формироваться летний комплекс видов зоопланктона с преобладанием в восточной части залива коловраток и клadoцер, а в западной – копепод и меропланктонных организмов.

Схема распределения значений общей биомассы сетного зоопланктона в весенний период по данным за апрель-май 2003-2008 гг. показана на рисунке 3.

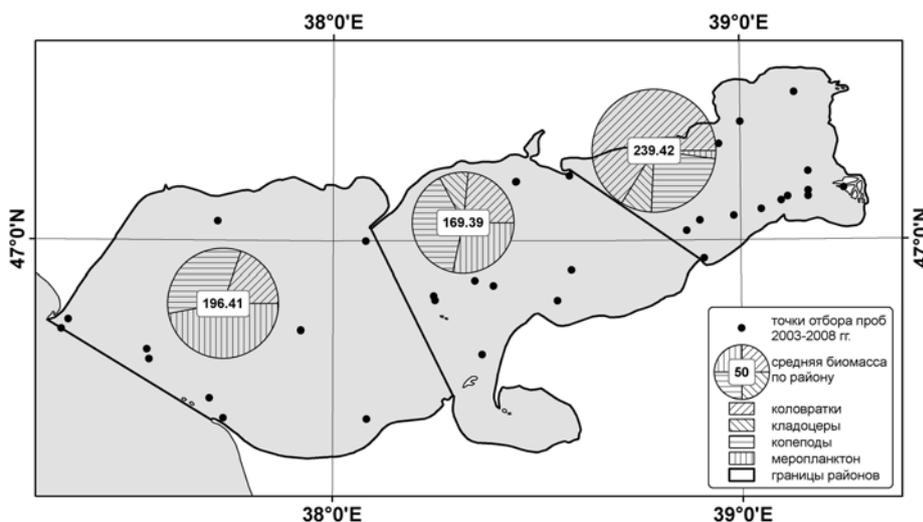


Рис.3. Распределение средних значений биомассы (мг/м³) и состав сетного зоопланктона Таганрогского залива по районам в весенний период (апрель-май 2003 – 2008 гг.)

Лето. В летний период в сообществе коловраток в восточной части залива основную роль играет *Asplanchna priodonta*. Область интенсивного развития планктонных клadoцер в последние годы приходится на тот же

район, что и коловраток. Наибольшую численность среди клadoцер имеет мелкая пресноводная *Bosmina longirostris*. Наряду с ним в больших количествах в пробах присутствует солоноватоводный *Podonevadne trigona*. Отмечается появление хищных клadoцер *Cercopagis pengoi*, *Leptodora kindtii* в количестве 9 – 16 экз/м³ в восточной и центральных частях залива, что говорит о достижении планктонным сообществом устойчивого состояния и снижении пресса со стороны рыб-планктофагов. Из копепод на всей акватории залива до изогалины 2.5 ‰ в планктоне доминирует *Acartia tonsa*. Лишь на более опреснённой акватории среди копепод преобладают пресноводные *Cyclopoida*, *Eurytemora affinis*, хищная *Heteroscope caspia*.

Из меропланктонных организмов стоит отметить появление в западной части залива зоа креветки *Palaemon elegans*. В районе порта Мариуполь она достигает численности 0.5 экз/м³. В июле отмечается развитие в планктоне гидроидных медуз *Moerisia maeotica* (единично по всей западной части залива) и *Blackfordia virginica* (массово в Ейском лимане).

В августе сообщество мезопланктона Таганрогского залива начинает испытывать влияние гребневика *Mnemiopsis leidy*. На акватории, свободной от гребневика, развиваются теплолюбивые виды зоопланктона, формирующие биомассу 100-200 мг сырого веса/м³. В присутствии даже единичных особей гребневика биомасса мезопланктона снижается в несколько раз (до 3 – 30 мг/м³), при этом в пробах отмечается снижение видового разнообразия сетного планктона за счёт исчезновения из сообщества клadoцер и копепод (за исключением *Acartia tonsa*).

Схема распределения значений общей биомассы сетного зоопланктона летом по данным за июнь-август 2003-2008 гг. показана на рисунке 4.

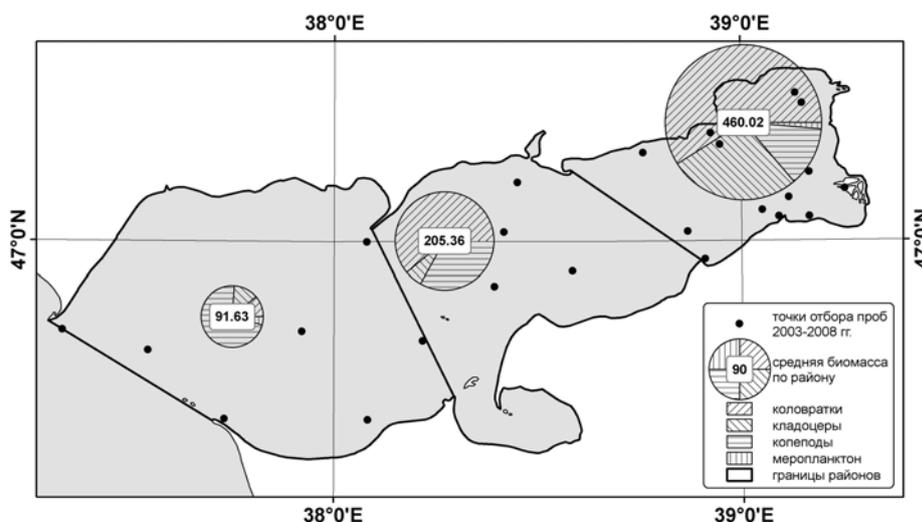


Рис.4. Распределение средних значений биомассы (мг/м³) и состав сетного зоопланктона Таганрогского залива по районам в летний период (июнь-август 2003 – 2008 гг.)

Осень. Сентябрь и октябрь – время максимального развития гребневика *Mnemiopsis leidy* в заливе. Детальный обзор процесса развития

мнемиопсиса в 2003-2005 гг. опубликован ранее (Поважный, Моисеев, 2006).

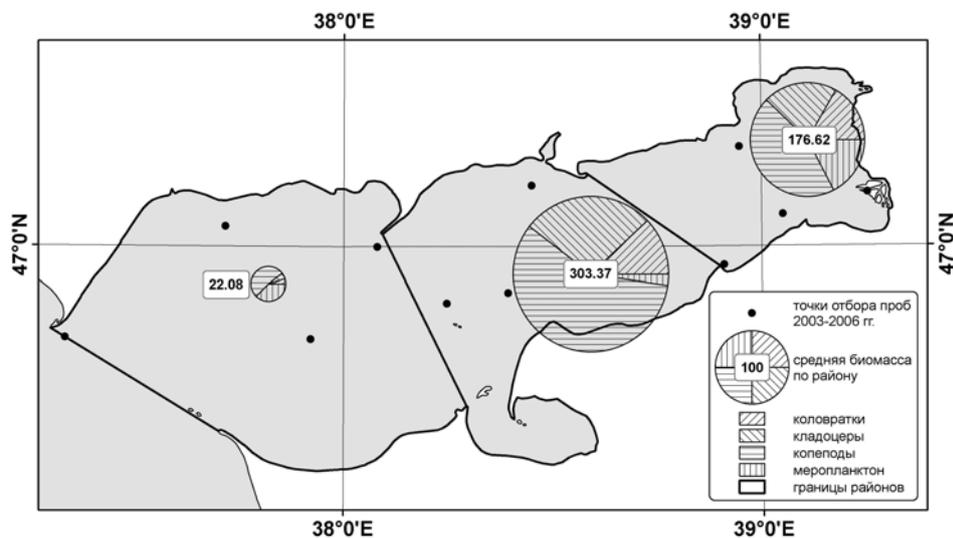


Рис. 5. Распределение средних значений биомассы (мг/м^3) и состав сетного зоопланктона Таганрогского залива по районам в осенний период (сентябрь-октябрь 2003 – 2006 гг.).

В западной части залива осенью в присутствии мнемиопсиса сообщество мезопланктона представлено крайне малочисленными коловратками *Brachionus quadridentatus*, младшими копеподами *Acartia tonsa*, меропланктонными личинками баянусов и полихет.

Температура воды осенью также влияет на развитие мезопланктона. В конце сентября - начале октября происходит охлаждение водных масс Таганрогского залива до 14 – 16 °С. В сообществе на акватории восточной и центральной частей залива повсеместно снижается роль клadoцер и коловраток и увеличивается доля копепод *Eurytemora affinis* и *Calanipeda aquae dulcis*. При этом исчезновение из планктона теплолюбивой акарции происходит постепенно, отдельные особи отмечаются в планктоне при температуре 4 °С вплоть до декабря. Схема распределения значений общей биомассы сетного зоопланктона осенью по данным за сентябрь-октябрь 2003-2006 гг. показана на рисунке 5.

Результаты измерений сырой биомассы зоопланктона обобщены на рисунке 6.

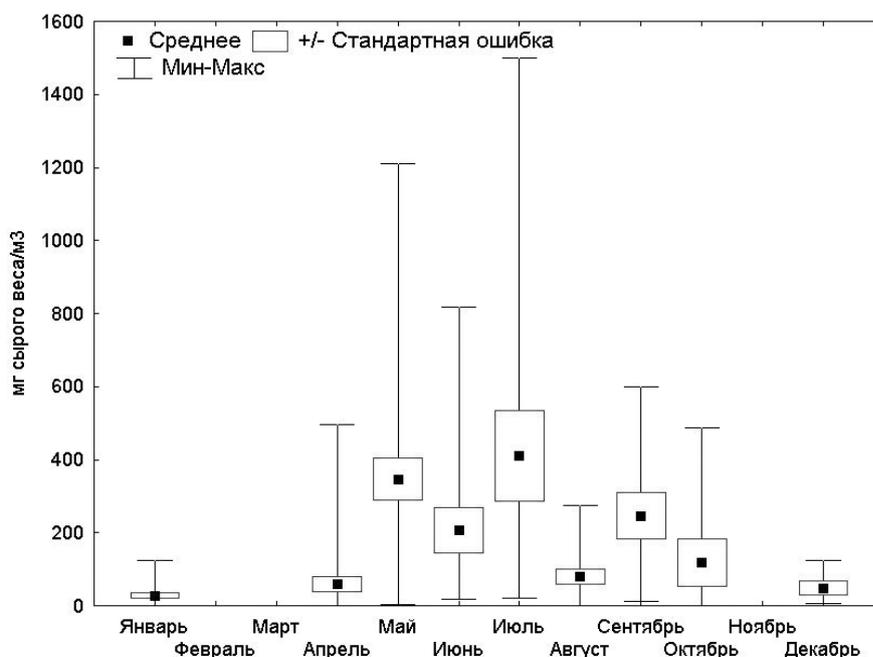


Рис. 6. Распределение средних, минимальных и максимальных значений биомассы сетного зоопланктона Таганрогского залива по месяцам по данным 2003 – 2008 гг.

По результатам обработки проб сетного зоопланктона в 2003-2008 гг. для мезопланктонного сообщества Таганрогского залива был отмечен сезонный ход развития с максимумом в июле. Средняя биомасса зоопланктона в заливе достигала в июле 358 мг/м³. При этом снижение средней биомассы сообщества в июне и августе могут быть связаны как со временем и местом отбора проб, так и с объективными причинами – влиянием на зоопланктон хищничества рыб-планктофагов и гребневика *Mnemiopsis*.

Глава 6. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ГРЕБНЕВИКА *MNEMIOPSIS LEIDYI* В ТАГАНРОГСКОМ ЗАЛИВЕ. В 1988 г. в Чёрном и Азовском морях был впервые отмечен гребневик *Mnemiopsis leidyi*, вероятнее всего, попавший в данные водоёмы с балластными водами танкеров (Виноградов и др., 1989). Под влиянием хищничества вселенца, в условиях снижения запасов пелагических рыб-планктофагов, сезонная динамика зоопланктонного сообщества Азовского моря приобрела вид кривой с одним пиком развития в весенне-летний период. В 1999 г. в Чёрное море вселился североатлантический хищный гребневик *Beroe ovata*, питающийся исключительно гребневиками (Финенко и др., 1999). Под влиянием выедания берое, сроки массового развития мнемииопсиса в Азовском море, сдвинулись на более поздний срок (середина-конец августа). В этих условиях зоопланктонное сообщество большую часть времени развивается в нормальных условиях, однако осеннего пика копепод, из-за выедания гребневиком, не наблюдается (Мирзоян и др., 2002). Первоначальная концепция о катастрофическом влиянии мнемииопсиса на черноморскую и

азовоморскую экосистемы подтверждается не полностью и требует дальнейшего всестороннего анализа.

В современный период мнemiопсис проникает в Таганрогский залив в начале-середине августа. Так, в августе 2003 г. в западной и центральной частях залива в пробах были отмечены значения сырой биомассы *Mnemiopsis leidy* от 0.5 до 132.8 г/м³, при среднем значении по заливу 38.6 г/м³. Гребневик встречался в водах с соленостью более 2.5 ‰. Участки с высокой концентрацией гребневика в целом были приурочены к выходу из залива. На границе центральной и западной частей залива также наблюдалась высокая концентрация данного организма. В начале августа 2004 г. на всей акватории залива мнemiопсис отсутствовал, за исключением акватории порта Мариуполь. Здесь в пробах был отмечен единственный экземпляр гребневика. В начале августа 2006 г. единичные взрослые особи гребневика были отмечены в районе косы Долгая. Биомасса вселенца в этот период была крайне низка и составила 0.825 г/м³. В пробе по численности преобладали особи мелкой (диаметр сферосомы 4–5 мм) группы. В присутствии даже единичных особей гребневика биомасса голопланктона снижается до 3–30 мг/м³, при этом в пробах отмечается снижение видового разнообразия сетного планктона за счет исчезновения из сообщества клadoцер и копепод (кроме *Acartia tonsa*).

Основное отличие большинства ведущих аборигенных видов рачкового планктона от акарции заключается в способе вынашивания яиц. Копеподы *Eurytemora affinis* и *Calanipeda aquae dulcis*, формировавшие основную часть осеннего пика биомассы зоопланктона в Таганрогском заливе до вселения гребневика (Гидрометеорология и гидрохимия..., 1991), вынашивают яйца в мешке, прикрепленном к генитальному сегменту. Гибель яйценосной самки приводит к гибели всего её потомства. *Acartia tonsa* вымётывает яйца непосредственно в воду. При этом часть яиц попадает на дно, формируя покоящуюся стадию. Даже при полном исчезновении половозрелых стадий акарции при интенсивном развитии гребневика в планктоне постоянно присутствуют науплиусы и младшие копеподиты этого рачка, вылупляющиеся из покоящихся яиц.

Сентябрь и октябрь – время максимального развития мнemiопсиса в заливе. В конце сентября – начале октября 2004 г. мнemiопсис был отмечен на большинстве станций в центральной и западной частях Таганрогского залива западнее косы Беглицкая. В районе порта Мариуполь биомасса гребневика достигала 344 г/м³. Средняя биомасса гребневика в центральной и западной частях залива составила 104 г/м³. Наибольшие значения биомассы вселенца отмечались в северо-западной части Таганрогского залива, на остальной акватории его биомасса не превышала 60 г/м³.

15–25 сентября 2005 г. в ходе мезомасштабной океанографической съёмки Таганрогского залива было установлено распределение гребневика в условиях сгонно-нагонных явлений и различной обеспеченности кормом. Мнemiопсис был отмечен в центральной и западной частях Таганрогского

залива, средняя биомасса вселенца составила 104.2 г/м^3 . Одновременно было оценено ориентировочное распределение главного пищевого конкурента мнемиипсиса – тюльки *Clupeonella cultriventris*. Полученные результаты показаны на рисунке 7.

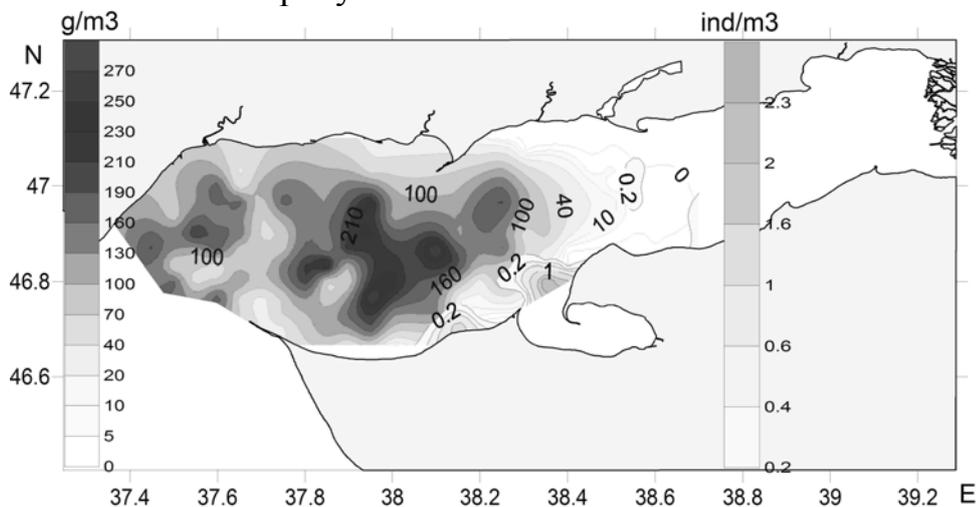


Рис. 7. Распределение биомассы гребневика *Mnemiopsis leidyi* (г/м^3) и численности тюльки (экз/м^3) в Таганрогском заливе 15-25 сентября 2005 г.

При незначительном ветро-волновом перемешивании на акватории залива формируются небольшие по площади участки с биомассой гребневика, различающейся в 2 – 5 раз (показаны на рис. 7 в западной части залива). При усилении волнения до 3 - 4 баллов распределение гребневика становится более однородным. При этом максимум биомассы вселенца формируется в глубоководной части залива (см. рис. 7, центральная часть залива). В центральной части залива тюлька отмечалась лишь в прибрежных районах с минимальной численностью гребневика.

В начале сентября 2006 г. процесс расселения и роста биомассы гребневика в Таганрогском заливе также стабилизировался. Мнемиипсис отмечался в пробах в центральной и западной частях залива, в районе Миусского лимана его биомасса достигала 148 г/м^3 . В сентябре 2006 г. в ночное время по кильватерной струе удалось проследить характер распределения гребневика на восточной границе его ареала на траверзе косы Беглицкая. Было установлено, что снижение биомассы вселенца на границе ареала происходит с 46 г/м^3 до практически полного отсутствия на участке акватории длиной 8 км. Появление столь резкой границы распространения вселенца, возможно, объясняется нагонными явлениями, вызванными ветрами западного направления, преобладавшими за день до отбора проб.

Динамика средней биомассы гребневика *Mnemiopsis leidyi* в период его максимального развития в Таганрогском заливе в исследованный период показана на рисунке 8.

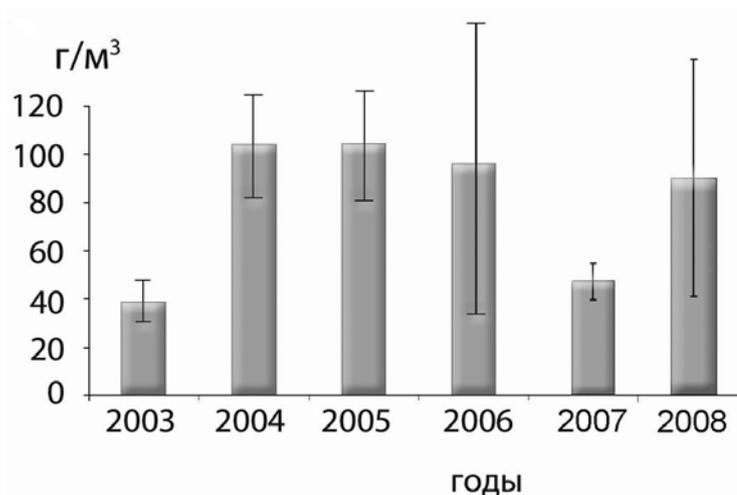


Рис. 8. Динамика средней сырой биомассы гребневика *Mnemiopsis leidyi* в западной и центральной частях Таганрогского залива в современный период (г/м³, ± ст. ошибка).

В западной части залива осенью в присутствии мнемииопсиса сообщество мезопланктона представлено крайне малочисленными коловратками *Brachionus quadridentatus*, младшими копеподитами *Acartia tonsa*, меропланктонными личинками баянусов и полихет.

За время, прошедшее с момента вселения, мнемииопсис стал одним из основных факторов, влияющих на распределение мезопланктона Таганрогского залива во второй половине года. Сроки его появления в заливе зависят от времени его проникновения в Азовское море, однако дальнейшее развитие его происходит из года в год по одному и тому же сценарию – в течение первых недель с момента проникновения биомасса вселенца резко возрастает, а затем поддерживается на одном уровне с небольшими колебаниями. При этом массовое развитие вселенца происходит в одних и тех же районах залива, захватывая далеко не всю акваторию с подходящими термохалинными условиями.

Глава 7. ПРОДУКЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА.

Продукция отдельных организмов сетного планктона, а также всего мезопланктонного сообщества изучалась в Азовском море с конца 60-х гг. с применением актуальных по сей день подходов (Маловицкая, 1967, 1973; Студеникина, 1974; Воловик, 1985). В продукционных исследованиях зоопланктона Таганрогского залива, по нашему мнению, существует несколько недостаточно разработанных в настоящий момент вопросов. Это, в первую очередь, соотношение первичной продукции фитопланктона и деструкции сетного планктона, вопросы обеспечения кормом планктоядных рыб в период нереста, их личинок в момент перехода на внешнее питание, а также временной популяции гребневика в период максимального её развития.

Физиологическим методом были рассчитаны обмен и вторичная продукция мезопланктонного сообщества в единицах углерода и сырого веса. Полученные данные также позволяют вычислить средний суточный Р/В-коэффициент мезопланктона залива для всех сезонов.

Динамика средних значений продукции за весь период исследований (мг сырого веса/м³*сут⁻¹) по месяцам показана на рисунке 9.

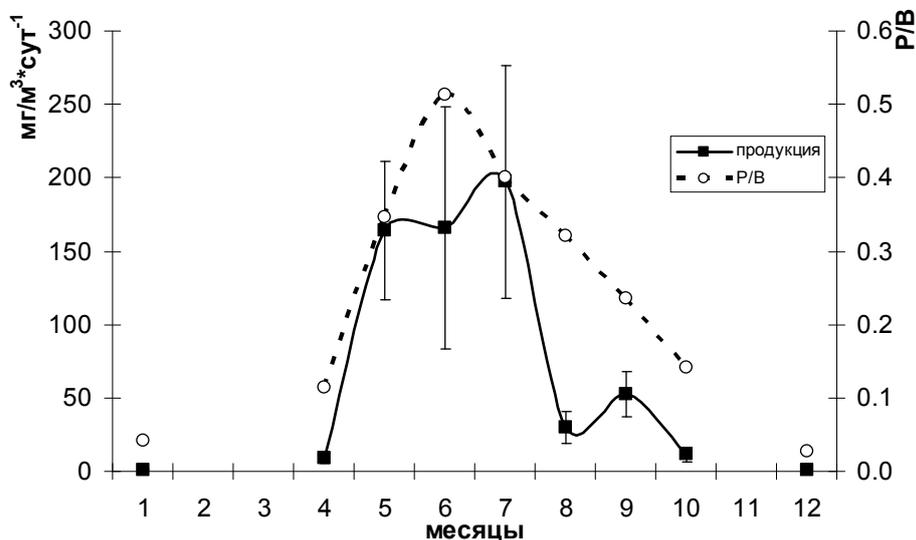


Рис. 9. Динамика средних значений вторичной продукции (мг сырого веса/м³*сут⁻¹, ± ст. ошибка) и Р/В-коэффициента мезопланктона Таганрогского залива в современный период.

На полученные расчётные величины вторичной продукции наиболее заметное влияние оказывает температура воды, измеренная в момент отбора проб. Изменениями температуры воды объясняется 44 % всей вариабельности значений вторичной продукции в анализируемом массиве данных. Значительное влияние на абсолютную величину продукции мезопланктона оказывает развитие в летне-осенний период в Таганрогском заливе временной популяции гребневика *Mnemiopsis leidyi*.

Доля деструкции сетного зоопланктона, рассчитанной физиологическим методом в общей деструкции планктона, определённой кислородной модификацией скляночного метода, в изученных районах оказалась незначительной. В кутовой части залива в летний период данный показатель составлял 2.5 – 4.5 % от общей суточной деструкции планктона, в центральной и западной частях залива доля ассимиляции составила 0.8 и 2.18 % от общей деструкции планктона, соответственно. В летний период на выходе из залива деструкция сетного планктона составила 0.1 % от общей деструкции планктона соответственно. Доля живых организмов мезопланктона в общем количестве взвешенного органического вещества в водах залива весной и летом 2008 г. также оказалась крайне невелика, и изменялась от 4-7 % в кутовой части залива до 0.03 % на выходе из залива.

Для оценки обеспеченностью пищей основных потребителей сетного планктона Таганрогского залива – тюльки *Clupeonella cultriventris* и её

личинки весной (май 2006 г.) и летом (июль 2004 г.) соответственно, а также гребневика *Mnemiopsis leidyi* осенью (2004 – 2008 гг.) были рассчитаны скорость фильтрации и рационы данных групп планктофагов. С использованием данных по индивидуальным размерам, численности, индивидуальному обмену хищников, температуре воды и продолжительности светового дня, а также биомассе (B_{300}), обмену и продукции (P_{300}) сетного планктона был рассчитан суточный обмен ($Q_{хищ}$) и рацион планктофагов ($R_{хищ}$), а также доля потенциальной вторичной продукции сетного планктона в максимальном рационе его потребителей ($P_{300}/R_{хищ}$) ($мгС/м^3 \cdot сут^{-1}$).

В большинстве исследованных районов в мае 2006 г. максимально возможный рацион тюльки был способен многократно компенсировать затраты рыб на обмен ($R_{хищ} \gg Q_{хищ}$, 2.11 – 3.62). Половозрелая тюлька на большинстве станций за светлое время суток теоретически была способна «профильтировать» весь объем воды, что, очевидно, должно было привести к снижению биомассы сетного планктона ($P_{300} \ll R_{хищ}$). Отмеченная ситуация, вероятно, возникает на некоторых участках акватории Таганрогского залива ежегодно, однако, длится недолго. После нереста большая часть производителей тюльки скатывается в море для нагула.

Во второй половине лета (июль 2004 г.) при переходе на активное питание для личинок тюльки складывались благоприятные трофические условия. Пищевые потребности личинок в изученный период при максимальном рационе $R_{хищ} = 1.9 - 8.8 Q_{хищ}$, удовлетворялись полностью, при этом выедание сетного планктона компенсировалось его продукцией ($P_{300}/R_{хищ} = 2.1 - 6.5$).

Биомасса гребневика, выраженная в единицах углерода, в момент его максимального развития оказывается сравнимой с биомассой производителей тюльки в момент их массового захода в Таганрогский залив. Сходными оказываются и их минимальные пищевые потребности. По данным расчётов, на исследованных станциях при $V_{хищ}/V_{300} > 1$ (преобладание крупных особей), либо при $V_{хищ}/V_{300} > 5$ (преобладание мелких неполовозрелых особей) во временной популяции гребневика обмен превышает максимально возможный рацион.

Биомасса планктофагов и сетного зоопланктона достоверно отрицательно коррелируют друг с другом ($r = - 0.83$; $p < 0.005$; $N = 17$). Ориентировочное соотношение биомасс хищников и сетного зоопланктона ($мгС/м^3$), при котором затраты на основной обмен хищников удовлетворяются целиком за счёт продукции зоопланктона в летне-осенний период в Таганрогском заливе, по нашему мнению, близко к 1:1.

В пелагиали Таганрогского залива периодически (начало мая; сентябрь-октябрь) формируются достаточно напряженные трофические взаимоотношения между сетным планктоном и его потребителями – тюлькой и гребневиком мнемипсисом. При этом высокая потенциальная продукция мезопланктона в летний период поддерживает высокую биомассу его потребителей.

Выводы:

1. В период с 2003 по 2008 гг. в планктоне Таганрогского залива было отмечено 77 таксонов зоопланктонных организмов, из которых 47 являются голопланктонными, 11 – меропланктонными, 19 – планктобентосными. Из 69 таксонов видового ранга 16 (23.1 %) были отнесены к средиземноморским элементам, 8 (11.5 %) – к понто-каспийским элементам и 45 (65.2 %) – к пресноводным элементам. Высокое обилие пресноводных таксонов объясняется, прежде всего, высоким разнообразием в планктоне залива пресноводных коловраток (19 таксонов) и кладоцер (13 таксонов). Процесс пополнения фауны зоопланктона новыми элементами идёт непрерывно, требуя постоянного изучения видового состава.

2. Большинство изученных видов зоопланктона интенсивно развивается в температурных пределах от 16 до 20 °С. По отношению к солёности соблюдается разделение сообщества на морские, эвригалитные и пресноводные виды. Пресноводные организмы достигают наибольшего обилия при солёности воды ниже 2.5 ‰, солоноватоводные, в большинстве своём понто-каспийские реликты – при солёности не выше 6 - 7 ‰, нижней границей распространения морских организмов в заливе является изогалина 2 ‰.

3. В динамике развития сетного зоопланктона мезопланктонного сообщества Таганрогского залива был отмечен один сезонный максимум - в июле. Средняя биомасса зоопланктона в заливе в июле превышала 300 мг/м³.

4. Максимум развития азовской псевдопопуляции гребневика *Mnemiopsis leidyi* в Таганрогском заливе приходится на конец августа-сентябрь, стабильно из года в год достигает высоких значений (106 – 125 г/м³ в западной части залива – в 2-3 раза больше чем в прибрежной зоне Черного моря). Показано, что уровень развития мнемииопсиса в Азовском море, определяется, прежде всего, состоянием кормовой базы гребневика в море и практически не зависит от уровня развития черноморской популяции этого вселенца. Отмечаемая в литературе положительная роль гребневика *Beroe ovata* в контроле численности мнемииопсиса в Черном море для Таганрогского залива значения не имеет.

5. Выявлены структурные изменения в мезопланктонном сообществе западной части залива в условиях выедания гребневиком. Показано, что развитие мнемииопсиса приводит к задержке во времени осеннего пика развития эвритермных аборигенных копепод (*Calanipeda aquae dulcis*, *Eurytemora affinis*) и к доминированию в течение продолжительного времени копеподы *Acartia tonsa*, а также организмов меропланктона (личинки *Balanus improvisus*).

6. По результатам экспедиционных исследований установлена роль мезопланктонного сообщества в деструкционных процессах, протекающих в Таганрогском заливе в весенне-летний период, а также доля живого мезопланктона в общем количестве органической взвеси в

заливе. Показано, что мезопланктон играет незначительную роль в общей деструкции планктона, это указывает на преобладающую роль низших гетеротрофов в динамике органического углерода в заливе.

7. В пелагиали Таганрогского залива периодически (начало мая; сентябрь-октябрь) формируются достаточно напряженные трофические взаимоотношения между сетным планктоном и его потребителями – тюлькой и гребневиком *Mnemiopsis*. Биомасса планктофагов и сетевого зоопланктона достоверно отрицательно коррелируют друг с другом. Биомасса *Mnemiopsis* в момент его максимального развития оказывается сравнимой с биомассой тюльки в момент ее массового захода в Таганрогский залив.

Список печатных работ, опубликованных по теме диссертации.

1. 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. Том IV. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002.- С. 235-244.

2. Поважный В.В. Видовой состав и биомасса зоопланктона Таганрогского залива в 2003 году //Материалы XXII конференции молодых учёных Мурманского морского биологического института (г. Мурманск, апрель 2004 г.). – Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2004. – С. 104 – 109.

3. Селифонова Ж.П., Поважный В.В. Современные тенденции изменений видового состава зоопланктона Таганрогского залива // Тез. докл. межд. науч.-практ. конф. «Проблемы литодинамики и экосистем Азовского моря и Керченского пролива» (Ростов-на-Дону, 8 – 9 июня 2004 г.). – Ростов-на-Дону: изд-во ООО «ЦВВР», 2004. – С. 84 – 85.

4. Поважный В.В., Семин В.Л. Фауна зоопланктона и зообентоса лиманов Восточного Приазовья и Таманского полуострова // Экосистемные исследования среды и биоты Азовского бассейна и Керченского пролива. Т. VII. – Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2005. - С. 185-209

5. Поважный В.В. Развитие массовых видов зоопланктона Таганрогского залива при различной температуре и солёности воды // «Комплексные гидробиологические базы данных: ресурсы, технологии и использование; «Адаптации гидробионтов»: Материалы молодёжных школ (г. Азов, октябрь 2005 г.) - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2005. С. 204-212.

6. Поважный В.В. Распределение гребневика *Mnemiopsis leidyi* в Таганрогском заливе Азовского моря в 2003 – 2004 гг. // «Естественные и инвазивные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем», тез. докл. - Ростов-на-Дону: изд-во ЮНЦ РАН, 2007. С. 243-245.

7. Поважный В.В. Особенности развития сообщества мезопланктона Таганрогского залива в современный период //

Экосистемные исследования среды и биоты Азовского бассейна и Керченского пролива. Т. VIII. – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2006. С. 114 – 125.

8. Поважный В.В., Моисеев Д.В. Современное состояние популяции гребневика *Mnemiopsis leidyi* (A. Adassiz) в Таганрогском заливе // Экосистемные исследования Азовского, Черного, Каспийского морей. Т. VIII. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2006. С. 132-141.

9. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Степаньян О.В., Лебедева Н.В., Инжебейкин Ю.И., Поважный В.В., Кренева К.В., Ковалева Г.В., Соьер В.Г., Савицкий Р.М., Калинин Б.Д., Липкович А.Д. Комплексные экосистемные исследования Азовского моря в зимний период (2003 – 2006 гг.) (ледокольные экспедиции и береговые наблюдения) / Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. – 100 с.

10. Кренёва К.В., Поважный В.В., Саяпин В.В., Свистунова Л.Д., Ясакова О.Н. Распределение планктона по Акватории Азовского моря в июне 2005 г. Материалы конференции молодых учёных (г. Мурманск, 11 мая, 2006 г.). Мурманск: Изд-во ММБИ КНЦ РАН, 2006.

11. Матишов Г.Г., Степаньян О.В., Поважный В.В., Ковалева Г.В., Кренева К.В. Функционирование экосистемы Азовского моря в зимний период // ДАН, 2007, Т. 412, №2, С. 1-14.

12. Поважный В.В. Соотношение минимальных пищевых потребностей гребневика *Mnemiopsis leidyi* и продукции мезопланктонного сообщества Таганрогского залива Азовского моря осенью 2006 г. // «Естественные и инвазивные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем», тез. докл./ Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007. С. 243-245.

13. Матишов Г.Г., Бердников С.В., Степаньян О.В., Курапов А.А., Архипова О.Е., Сорокина В.В., Цыганкова А.Е., Дашкевич Л.В., Поважный В.В., Бирюкова С.В., Кулыгин В.В., Сапрыгин В.В., Яицкая Н.А. Разработка инструментария для комплексной оценки воздействия на экосистему Северного Каспия при освоении морских нефтегазовых месторождений // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2009. № 1. с. 5-20.

14. Поважный В.В. Особенности динамики зоопланктонного сообщества Таганрогского залива // Вестник ЮНЦ РАН, №2, 2009 г. (в печати).