

Денисов В. В.

*На правах рукописи*

**КРЕНЁВА Катерина Валерьевна**

**ЭКОЛОГИЯ МАССОВЫХ ВИДОВ ПЛАНКТОННЫХ  
ИНFUЗОРИЙ АЗОВСКОГО МОРЯ**

Специальность 25.00.28 – океанология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Мурманск  
2006

14.08.2006

Работа выполнена в Азовском филиале Мурманского морского  
биологического института Кольского научного центра  
Российской академии наук

**Научный руководитель:**

доктор биологических наук  
**Макаревич Павел Робертович**

**Официальные оппоненты:**

доктор биологических наук  
**Мамаева Нила Васильевна**  
доктор биологических наук  
**Тимофеев Сергей Фёдорович**

**Ведущая организация:**

Институт глобального климата и экологии РАН (г. Москва)

Защита состоится «7» сентября 2006 г. в 16 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

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ММБИ КНЦ РАН

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2006 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат географических наук



Е.Э. Кириллова

Актуальность работы: Детальное изучение фаунистического состава, экологических особенностей и количественных характеристик мелких гетеротрофных организмов стремительно превращается в одну из наиболее актуальных проблем современной гидробиологии в связи с резким ростом роли этого сообщества в водных экосистемах под влиянием эвтрофирования вод.

Инфузории являются одной из наиболее распространенных, многочисленных и наименее изученных, но чрезвычайно перспективных показательных групп.

Инфузориям принадлежит существенная роль в продукционных процессах (Чорик, 1966, 1967, 1968; Щербаков, 1963; Заика и др., 1976; Сорокин П.Ю., 2002; Гуслапова, 2005 и др.) и самоочищении водоёмов. Они обладают повсеместным распространением, высокой скоростью размножения, быстро реагируют на загрязнение и нередко составляют основу трофической структуры водных экосистем.

Современный экосистемный подход к изучению водных объектов требует более подробного изучения всех компонентов планктонного сообщества.

В настоящее время стало очевидным, что без учёта всего разнообразия гетеротрофных микроорганизмов невозможен прогресс в изучении структуры и закономерностей функционирования планктонных сообществ, что служит необходимой теоретической основой рационального использования биологических ресурсов водных экосистем.

Данные о фаунистическом составе инфузорий для большинства водоёмов отсутствуют (Чорик, 1967). Исследования сообщества инфузорий Азовского моря весьма фрагментарны, многие довольно обширные районы не исследовались вовсе. Фаунистические описания инфузорий Азовского моря в литературе также носят фрагментарный характер. В большинстве имеющихся по данной теме работ, в лучшем случае, определялись лишь тинтиниды, что в значительной мере связано с трудностями, вызванными трудоёмкостью и методическими сложностями работы с прочими цилиатами.

Цель работы: Основной целью настоящего исследования является изучение видового состава, экологии и пространственно-временной изменчивости количественных показателей развития сообщества свободноживущих планктонных инфузорий Азовского моря.

Были поставлены и решены следующие задачи:

1. Фаунистическое описание массовых видов свободноживущих планктонных инфузорий.
2. Получение данных о численности и биомассе инфузорий в Азовском море.
3. Выявление закономерностей их пространственно-временного распределения.

4. Исследование изменчивости структуры сообществ планктонных инфузорий, связанной с влиянием различных океанографических факторов.

Научная новизна. Впервые проведены масштабные, системные наблюдения цилиатопланктона Азовского моря в течение восьмилетнего периода (1999-2006 гг.) в самых разнообразных условиях. Настоящими исследованиями впервые были охвачены все сезоны, выявлены фенологические особенности в структуре микрозоопланктонного сообщества. Систематическими наблюдениями были охвачены, как наиболее изучаемая центральная, относительно глубоководная часть моря, так и обширные мелководья: прибрежные акватории, множество заливов и лиманов отличающихся разнообразными экологическими условиями.

Всего за период исследований на акватории Азовского моря было идентифицировано 91 форма инфузорий (78 определены до вида, остальные до рода), представленных 57 родами, относящимися к 7 классам. Впервые для Азовского моря приводятся 72 формы цилиатопланктона (59 определены до вида). Получены достоверные данные о количественных характеристиках цилиатопланктона и их распределении по акватории Азовского моря. Впервые изучены структура сообщества планктонных инфузорий данной акватории и экологические особенности массовых видов. Изучена также динамика структуры сообщества инфузорий и количественных характеристик цилиатопланктона под влиянием биотических и абиотических факторов.

#### Защищаемые положения.

- современный фаунистический состав цилиатоценоза Азовского моря в основном состоит из видов-космополитов, широко распространённых в водоёмах разных типов, расположенных в различных географических зонах; размерная и трофическая структура планктонного цилиатоценоза Азовского моря имеют отличительные черты, характерные для гипертрофных водоёмов;

- динамика распределения пространственных и сезонных характеристик планктонного цилиатоценоза Азовского моря отличается высокой вариабельностью, обусловленной влиянием экологических и океанографических факторов;

- зоны гидродинамической активности характеризуются максимальной амплитудой колебаний количественных характеристик цилиатоценоза.

Практическое значение. Данные по фаунистическому составу сообщества инфузорий дополняют представления о биоразнообразии гидробионтов Азовского моря. Динамика количественных и структурных показателей микропланктонного сообщества может служить для существенного уточнения энергетических расчетов функционирования трофических сетей и может быть использована при оценке кормовой базы промысловых объектов. Достоверные показатели антропогенных изменений, полученные при исследовании сообщества инфузорий, будут полезны как для экспресс-анализа качества вод, так и при мониторинге долговременных

процессов, протекающих в бассейне Азовского моря.

Полученные данные используются в учебном процессе кафедры зоологии Ростовского госуниверситета.

Апробация работы. Результаты настоящих исследований докладывались на VIII съезде ГБО РАН (г. Калининград, 16-23 сентября, 2001 г.), на конференции «Экология, здоровье, человек» (29 марта, 2001 г., Ростов–на–Дону), на конференции «Основные проблемы водной токсикологии» (19-21 ноября, 2002г., г. Борок), на молодежной школе «Адаптации гидробионтов» (октябрь, 2005 г, г. Азов), на конференции молодых ученых (11 мая, 2006 г., г. Мурманск), на семинарах АФ ММБИ и ЮНЦ.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 27 печатных работ, из них 3 в журналах рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объём работы: Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов и списка литературы. Общий объём работы составляет 127 листов машинописного текста, включает 54 рисунка и 9 таблиц.

Автор выражает благодарность научному руководителю и коллегам по работе и коллегам из ИНБИОМа НАНУ. Особую благодарность автор выражает Бурковскому Игорю Васильевичу.

## **Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

В главе 1 приведены литературные данные о роли инфузорий в функционировании водных экосистем. Приведён ретроспективный анализ работ по изучению инфузорий в Азовском море с начала XX века до наших дней. Дано описание океанографических характеристик Азовского моря, влияющих на развитие инфузорий.

## **Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Приведена сравнительная характеристика ныне существующих методик обработки проб. Показаны их достоинства и недостатки. Обоснован выбор методик, применяемых в данной работе.

Пробы нативной воды отбирались с поверхности ведром или реакционно, по горизонтам, батометром Молчанова. Объём «живой» пробы определялся плотностью популяции инфузорий и варьировал от 0,1 до 0,5 л. Полученную пробу просчитывали в камере Богорова под биноклем МБС-10. Для идентификации инфузорий, их помещали на предметное стекло и рассматривали под световым микроскопом МикМед2Var2, при увеличении  $\times 375$ ,  $\times 600$ . Для определения морфометрических характеристик инфузорий использовался тот же микроскоп с окуляр-микрометром МОВ-1-16<sup>x</sup>.

Для выявления ядерного аппарата применялась окраска метиловым зелёным или гемалауном (по Майеру) с последующим осветлением соляной кислотой. Для выявления ресничного аппарата были использованы два метода окраски (Алекперов И.Х, Манафов А.А., 1995, Montagnes, Lynn, 1987).

Определение инфузорий проводилось с помощью следующих источников: Kahl A., 1935; Определитель..., 1977; Maeda M., Carey P.G., 1955; Брайко, Бэческу, Виноградов, 1968; Coffoid et Campbell, 1929. Кроме того, использовались фотогалереи и описания видов, выставленные в Интернет зарубежными коллегами: [www.liv.ac.uk/ciliate/](http://www.liv.ac.uk/ciliate/), [www.marbot.gu.se](http://www.marbot.gu.se)

Индивидуальные веса устанавливали по весовым характеристикам, полученным Ф.Д.Мордухай-Болтовским (1954), Ф.П.Чориком (1968) и Н.В.Мамаевой (1979). В отдельных случаях, использовалось пособие для расчёта объёма клеток планктонных инфузорий (Брянцева, Курилов, 2003). Плотность тела инфузорий принята равной 1.

Для фиксации бралась проба объёмом 1-2 л. Фиксация проба производилась кислым раствором Утермёлля. Концентрация фиксатора варьировала от 2 до 10%. Камеральная обработка фиксированного материала представляла собой комбинацию камерного и отстойного методов.

Материалом для данной работы послужили данные, собранные в экспедициях АФ ММБИ КНЦ РАН и ОМЭИ ЮНЦ РАН в период с декабря 1999 г. по 2006 г.. Всего было обработано 1024 пробы. Данные получены в 8 комплексных съёмках, охватывающих всю акваторию Азовского моря (2000-2006 гг.). Пробы брали с двух горизонтов – дно/поверхность. В зимних рейсах на д/э «Капитан Демидов» из-за ледовой обстановки пробы брали только ведром с поверхности.

Сезонная и вертикальная динамика распределения инфузорий изучалась в ежемесячных экспедициях по дельте р. Дон и кутовой части Таганрогского залива (август-ноябрь 2002 г.) и комплексных ежесезонных съёмках Таганрогского залива на НИК «Профессор Панов» (2003-2005 гг.).

Инфузории прибрежной зоны Азовского моря и лиманов Восточного Приазовья и Таманского полуострова изучались в 8 береговых экспедициях (1999 – 2005 гг.).

### Глава 3. ВИДОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ И ЭКОЛОГО-СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Большая часть инфузорий, обнаруженных на акватории моря, является видами-космополитами, широко распространёнными в водоёмах разных типов, расположенных в различных географических зонах.

Все виды инфузорий, приведённые в списке, были обнаружены в планктонных пробах. Кроме облигатно планктонных, свободноживущих видов, в списке присутствуют виды, относящиеся к другим экологическим группам инфузорий, и только 64 % являются эупланктонными. Прежде всего, это виды эпибионты – эпифитные, такие как *Vorticella anabaena* и *Zootamnium hentcheli*; и эпизойные -

*Rhabdostyla cyclopis*, *Pyxicola nolandi* и др. Кроме того, присутствуют перифитонные виды, использующие абиотические субстраты (Peritriha). Список содержит и 5 видов щупальцевых, сосущих инфузорий (Suctoria).

Таблица 1  
Список видов инфузорий обнаруженных в Азовском море  
(1999-2005 гг.)

СПИСОК ВИДОВ		Таганрогский залив	Открытая часть	Керченский пролив	Лиманы и протоки Таманского полу-ва	Троф. статус
1	2	3	4	5	6	7
	<b>кл. Karyorelictea Corliss, 1974</b>					
1.	<i>Tracheloraphis phoenicopteris</i> (Cohn, 1866) Dragesco, 1960				++	аф
2.	<i>Loxodes striatus</i> Penard, 1917				++	хщ
	<b>кл. Spirotrichea Butschli, 1889</b>					
3.	<i>Condilostoma patulum</i> Cl. et Lahm., 1858				++	аф
4.	<i>Spirostomum ambiguum</i> Ehrenberg, 1833	+				аф
5.	<i>Foliculina producta</i> Wridgt, 1859	+			+	мф
6.	<i>Tintinnopsis minuta</i> Wailes, 1925	+++	+++	++	++	мф
7.	<i>Tintinnopsis karajacensis</i> Brandt, 1908		+			аф
8.	<i>Tintinnopsis cylindrica</i> Daday, 1886		++		++	мф
9.	<i>Tintinnopsis lobiancoi</i> Daday, 1886	+++	+++	++	++	мф
10.	<i>Tintinnopsis beroidea</i> Entz, 1884		+			аф
11.	<i>Tintinnopsis subacuta</i> Jorg., 1899	++	++			аф
12.	<i>Tintinnopsis parvula</i> Jorg., 1912	++	++			мф
13.	<i>Tintinnopsis menueri</i> Kof. et Camp, 1920	++	++			аф
14.	<i>Tintinnopsis baltica</i> Brandt, 1896	++	++		+	мф
15.	<i>Eutintinnus lususundae</i> Entz, 1885		+			мф
16.	<i>Halteria grandinella</i> (O.F. Muller, 1773) Dujardin, 1841	++	+++	+++	+++	мф
17.	<i>Laboea strobila</i> (Lohm., 1908)			++		аф/мс
18.	<i>Strombidium cornucopiae</i> (Wailes, 1929)		+	++		мф

19.	<i>Strombidium pelagicum</i> (F.-Fr., 1924)	+	+			аф
20.	<i>Strombidium conicum</i> (Lohm., 1908)	+++	+++	+	+	аф/мс
21.	<i>Strombidium acutum</i> Leeg., 1915		+			аф/мс
22.	<i>Strombidium dalum</i> Lynn et al., 1988	+	+++	+	+++	мф
23.	<i>Strombidium epidemum</i> Lynn et al., 1988	+++	+++	+	+++	мф
24.	<i>Strombidium emergens</i> (Leeg., 1915)	+++	+++	+	+++	мф
25.	<i>Strombidium vestitum</i> (Leeg., 1915)	++	++	+	++	мф
26.	<i>Strombidium viridae</i> Stein, 1867	+	++	+	+	мф
27.	<i>Strombidium longipes</i> Menier, 1910	+++	+++	+	++	мф
28.	<i>Rimostrombidium caudatum</i> Kahl, 1932	++	++			а
29.	<i>Rimostrombidium velox</i> (F.-Fr., 1924)		+			мф
30.	<i>Rimostrombidium humile</i> (Penard, 1922)	+	+	+	+	мф
31.	<i>Spirostrombidium pulhrum</i> Leeg., 1915		+	+		мф
32.	<i>Strombidium sp. 1</i>	+				мф
33.	<i>Strombidium sp. 2</i>		+	+		аф
34.	<i>Strombidium sp. 3</i>				+	мф
35.	<i>Tontonia sp.</i>			+		аф
36.	<i>Pelagostrombidium spirales</i> (Leeg., 1915)	++	++	++	++	аф
37.	<i>Lohmaniella oviformis</i> Leeg., 1915	++	+++	++	+++	мф
38.	<i>Leegardiella sp.</i>	+	+			аф
39.	<i>Strombidium mirabile</i> Vuxanovici, 1962	+	+	+	+	аф
40.	<i>Strombidium acuminatum</i> (F.-Fr., 1924)		+			аф
41.	<i>Holosticha diademata</i> (Rees, 1883) Kahl, 1935				+	аф
42.	<i>Oxytricha marina</i> Kahl, 1932				+	мф
43.	<i>Oxytricha sp.</i>	+		++	++	аф
<b>кл. Prostomatea Schewiakoff, 1896</b>						
44.	<i>Burselopsis truncate</i> Kahl, 1927		++			аф
45.	<i>Balanion comatum</i> Wulf, 1919	+++	+++	++	++	аф
46.	<i>Coleps hirtus var. minor</i> Kahl, 1930	+				хл
47.	<i>Tiarina fuzus</i> (Cl. et Lach., 1858) Bergh, 1880			+		аф
48.	<i>Propodon teres</i> Ehrenberg, 1838	+	++	+	+	аф
49.	<i>Prorodon marinum</i> Cl. et Lach., 1858	+	++	+	+	аф
50.	<i>Urotricha farcta</i> Cl. et Lach., 1858	+	+			аф
51.	<i>Urotricha pelagica</i> Kahl, 1935	+	+			аф
<b>кл. Litostomatea Small et Lynn, 1981</b>						
52.	<i>Monodinium balbianii</i> Fab.-Dom., 1888	+	+	+	+	хш
53.	<i>Didinium gargantua</i> Mein., 1907	+	+	+	+	хш
54.	<i>Didinium nasutum</i> (O.F. Muller, 1876)	+	+	+	+	хш
55.	<i>Enhelys sp.</i>	+	+		+	аф
56.	<i>Lacrimaria sp.</i>			++	++	хш



57.	<i>Askenasia stellaris</i> Leegaard, 1920		++		++	хщ
58.	<i>Askenasia volvox</i> (Cl. et Lachm., 1858)		++			хщ
59.	<i>Marionecta rubra</i> (Lochmann, 1908)	++	+++	++	++	мс
60.	<i>Mesodinium pulex</i> (Cl. et Lachm., 1858)	++	+++	+	+++	аф/мс
61.	<i>Amphileptus tracheloides</i> Zach., 1893	++	+			хщ
62.	<i>Dileptus ancer</i> (O.F. Muller, 1876)		+			хщ
<b>кл. Phyllopharyngea</b>						
63.	<i>Chilodonella</i> sp.	+				аф
64.	<i>Chlamidodon triquertus</i> Dragesco, 1960				++	аф
	<i>Podophrya fixa</i> Ehrenberg, 1838	+	+			хщ
66.	<i>Thecacineta cothurnioides</i> Collin, 1909	+	+			хщ
67.	<i>Acineta compressa</i> Cl. et Lachm., 1858	++	++			хщ
68.	<i>Acineta tuberosa</i> Ehrenberg, 1834	+	+			хщ
69.	<i>Staurofrya elegans</i> Zacharias, 1893	+				хщ
<b>кл. Nassophorea Small et Lynn, 1981</b>						
70.	<i>Tiarina fusus</i> (Cl. et Lachm., 1857)				+	хщ
71.	<i>Urocentrum turbo</i> Kahl, 1931	+				мф
72.	<i>Euplotes patella</i> (Muller, 1773) Her., 1833	++			++	аф
73.	<i>Euplotes affinis</i> Dujardin, 1842	++			++	аф
74.	<i>Aspidisca costata</i> Dujardin, 1842	++			++	мф
75.	<i>Diophrys scutum</i> Dujardin, 1841	++			++	аф
76.	<i>Diophrus appendiculata</i> (Ehr., 1838)	++			++	аф
<b>кл. Oligohymenoforea de Puytorac et al., 1974</b>						
77.	<i>Philasterides armatus</i> Kahl, 1931	+				аф
78.	<i>Uronema marinum</i> Dujardin, 1841					мф
79.	<i>Cyclidium citrullus</i> Cohn, 1865	+++	+++	++	+++	мф
80.	<i>Cyclidium glaucoma</i> O.F. Muller, 1786	++	++	+	+++	мф
81.	<i>Pleuronema marinum</i> Dujardin, 1841		+	++	++	мф
	<i>Pleuronema coronata</i> Kent, 1880				+	мф
83.	<i>Pyxicola nolandi</i> Finley & Bacon, 1965	+				мф
84.	<i>Thuricola</i> sp.	+			+	мф
85.	<i>Vaginicola</i> sp.	+			+	мф
86.	<i>Rhabdostyla cyclopis</i> (Kahl, 1935)	+				мф
87.	<i>Vorticella anabaena</i> Still, 1940	+++	+		+	мф
88.	<i>Vorticella convalaria</i> Linne, 1758	+++	+		+	мф
89.	<i>Vorticella</i> sp.	++	+			мф
90.	<i>Zootamnium hentcheli</i> Kahl, 1931	+++	+++			мф
91.	<i>Colpoda cuculus</i> O.F. Muller, 1786	+++	+		++	мф

+ редкий вид; ++ обычный вид; +++ массовый вид  
 мф – микрофаг; аф – альгофаг; мс – миксотроф; хщ - хищник

В списке присутствует довольно большое количество (17 видов) бентосных инфузорий. Доля бентосных видов растет в прибрежных районах акватории, и в районах характеризующихся малыми глубинами и дном, покрытым обильной растительностью. Кроме того, представители этой группы могут быть факультативно планктонными. Учитывая малые глубины Азовского моря и ветровое перемешивание водной толщи, инфузории бентоса здесь часто присутствуют в планктоне.

Предыдущими исследователями в Азовском море было идентифицировано 25 форм планктонных инфузорий, из них 14 тинтиннид. Большинство авторов учитывало только тинтиннид, так как учет проводился в сетных пробах, фиксированных раствором формалина. Использование разных определителей и высокая фенотипическая изменчивость домиков привели к неодинаковым результатам при составлении списка видов азовоморских тинтиннид. Нами в Азовском море было обнаружено всего десять видов тинтиннид, 5 из которых не упоминались в работах предыдущих авторов. При анализе и сопоставлении рисунков, размерных характеристик и особенностей распределения указанных видов удалось выяснить несколько моментов. Для *Tintinnopsis cylindrica* в более ранних работах, вероятно, использовался синоним – *Leprotintinnus bottnica* Nordq, 1890. В работе Долгопольской и Паули (1964) указано, что в приводимых ранее сводках (Книпович, 1922) *Tintinnopsis menueri* мог определяться как *Tintinnopsis* (или *Codonella*) *relicta* Mink. Приводимые в работе Н.А. Шляховой (2000) *Tintinnopsis rossolimo* Morozovskaya nov. sp., *Tintinnopsis urnula* Meunier, 1910, скорее всего, являются фенотипическими вариациями *Tintinnopsis parvula* и *Tintinnopsis baltica*. Несколько видов приводятся авторами только для Чёрного моря. *Leprotintinnus pellucidus* Cleve, 1899 в наших пробах обнаружен не был.

Все обнаруженные виды были разделены на размерные классы. В качестве классификации была применена система Бивера и Крисмена (Beaver, Crisman, 1989) модифицированная П.Я. Лаврентьевым (1991). По этой классификации, всё сообщество планктонных инфузорий делится на три размерных группы: «мелкие» (до 40 мкм), «средние» (от 40 до 100 мкм) и «крупные» (от 100 до 200 мкм и более). Большая часть видов, обнаруженных нами на акватории Азовского моря, относится ко второму размерному классу. Однако следует учитывать, что комплекс массовых видов в Азовском море, в основном, состоит из видов «мелкой» размерной группы. Поэтому если провести пересчет на численность видов, то

доминирующей оказывается «мелкая» размерная группа, что характерно для цилиатоценозов, обитающих в экстремальных условиях. Подобная картина наблюдалась П.Я.Лаврентьевым (1991) в субарктических тундровых озёрах, испытывающих антропогенное воздействие. Высокая доля форм, относящихся к самой мелкой размерной группе, сильно затрудняет определение всего состава без специальной более мощной оптики, что не позволило достигнуть точного определения всех видов на данном этапе.

По трофической специализации в Азовском море, как и в Чёрном, можно выделить четыре основные трофические группы (Курилов, 2005). Это микрофаги, основой питания которых является бактериопланктон, детрит, ГОВ и ВОВ; альгофаги, питающиеся различными микроводорослями; хищники, которые потребляют других инфузорий и мелких коловраток; миксотрофы, содержащие фотоэндо симбионтов. Наиболее обширной группой, по количеству видов, в Азовском море являются микрофаги. Их доля в структуре сообщества составляет 42 %, что вполне закономерно для гиперэвтрофированного водоема. Доля альгофагов в структуре планктонного цилиатоценоза составляет 36 %. В Черном море, основу сообщества на протяжении всего года составляет группа альгофагов (Курилов, 2005).

**Сезонные комплексы.** На протяжении всего года на акватории Азовского моря постоянно встречаются не более чем 15-18 видов инфузорий. Комплекс массовых видов, интенсивно развивающихся в различные сезоны года, представлен 10-15 видами, причем эти две группы перекрываются более чем на 62 %. Можно ожидать, что перестройки структуры цилиатоценоза по сезонам в Азовском море будут не выражены. Однако, можно выделить группы видов, которые встречаются на протяжении всего года, но массовое развитие этих видов приурочено к одному или нескольким сезонам.

Основным фактором, влияющим на развитие инфузорий, является пища. Пищевые объекты инфузорий, например микроводоросли, обладают четкой сезонной сменой видов, обусловленной температурным режимом и содержанием питательных солей (Алдакимова, 1976). Плотность бактериопланктона, в свою очередь, зависит от содержания в водоёме органических веществ, большая часть которых образуется вследствие отмирания гидробионтов, например, микроводорослей, по окончании вегетационного сезона. Таким образом, мы можем наблюдать, опосредованное влияние биологических сезонов на структуру сообщества инфузорий через пищу и можем выделить сезонные комплексы инфузорий, обусловленные всплесками развития предпочтительного типа пищи.

Основу сообщества инфузорий Азовского моря составляют тинтиниды - *Tintinnopsis lobiancoi*, *T. minuta* и преимущественно мелкие, очень подвижные халтерииды - *Halteria grandinella*, *Strombidium conicum*, *Str. dalum*, *Str. emergens*, *Str. vestitum*, *Lohmaniella oviformis*.

Основу зимнего сезонного комплекса составляют мелкие стромбидиумы, такие как *Str. vestitum*, *Str. emergens* и несколько более крупный *Str. conicum*. Кроме того, в зимний период массового развития достигает и *T. parvula*. Необходимо отметить, что около половины инфузорий встречающихся в зимний период являются микрофагами. Доминирует мелкая размерная группа.

Для весеннего периода характерно массовое развитие относительно более крупных видов (50-120 мкм). Наряду с мелкими стромбидиумами высокой плотности достигают такие виды как *Pelagostrobilidium spirales*, *T. lobiancoi*, *Didinium nasutum*. В целом, в сообществе инфузорий в этот период увеличивается доля видов относящихся к средней и крупной размерным группам, например, таких как *Str. viridae*, *Urotricha pelagica* и другие. Количество видов-микрофагов уменьшается, хотя и остаётся на высоком уровне, а доминирующее положение занимают альгофаги. Параллельно с колониальными водорослями и мезозоопланктоном, в значительных количествах развиваются инфузории-эпибионты: эпифитные и эпизойные.

В этот период повышается доля инфузорий-миксотрофов за счет массового развития мелких представителей класса Litostomatea - *Mesodinium pulex* и *Marionecta rubra*.

Летний период отличается наибольшей сложностью при выделении комплекса массовых видов. В этот период на акватории моря можно встретить большую часть видов, выделенных нами в список массовых. По нашим наблюдениям, фактически для каждого из этих видов были отмечены вспышки численности в этот период, разнесённые по годам, месяцам и районам акватории моря. Отметим лишь некоторые закономерности, повторяющиеся на протяжении нескольких лет.

В июне-июле наиболее заметна интенсификация развития тинтиннид. Их доля в составе цилиатоценоза может достигать 90%. Доминируют в цилиатопланктоне в этот период *T. lobiancoi* и *T. minuta*. Уменьшается количество мелких стромбидиумов. Кроме того, начинается активное развитие *Vorticella anabaena*, *V. convalaria* (Peritricha). Эти месяцы характеризуются наименьшими показателями видового богатства и выравненностью. В августе, благодаря увеличению количества видов, показатели видового богатства несколько повышаются, однако выравненность остаётся на прежнем уровне. К осени, начинают появляться виды средней и крупной размерных групп, увеличивается количество видов мелких стромбидиумов.

В начале осени эта тенденция продолжает развиваться. В этот период отмечаются самые высокие показатели видового богатства, повышается выравненность. Наряду с высоким уровнем развития тинтиннид хорошо развиваются и относительно крупные виды, такие как *Askenasia stellaris*,

*Didinium balbianii* и крупные стромбидиумы *Str. cornucopiae*, *Laboea strobila*, *Str. conicum*.

В трофической структуре сообщества увеличивается доля микрофагов и хищников, доля альгофагов и миксотрофов уменьшается.

#### Глава 4. ЭКОЛОГИЯ МАССОВЫХ ВИДОВ ИНFUЗОРИЙ АЗОВСКОГО МОРЯ

В главе приведены карты распределения наиболее массовых видов тинтиннид и халтериид Азовского моря. Приведены данные по области распространения видов, распределению и диапазонах изменений количественного развития этих видов. Приведены данные по размерным и морфологическим характеристикам видов, проведено сравнение размеров домиков тинтиннид с литературными данными.

**Тинтинниды. Видовой и размерный состав.** В Азовском море нами было обнаружено 10 видов тинтиннид, 9 из которых относятся к сем. Codonellidae (Kent, 1881) род *Tintinnopsis* (Stein, 1867) и один к сем. Tintinnidae (Claparede & Lachmann, 1858) род *Eutintinnus* (Kofoid & Campbell, 1939).

Два вида являются массовыми (*Tintinnopsis minuta*, *T. lobiancoi*), 5 видов встречаются на большей части акватории и иногда дают вспышки численности, 2 вида встречаются довольно редко. *Eutintinnus lususundae* является видом-вселенцем, и пока не может в полной мере быть отнесён к постоянной фауне тинтиннид Азовского моря. Этот вид впервые был обнаружен в Азовском море в 2002 г. (Кренёва К.В., 2003). С 2002 г. *E. lususundae* встречается фрагментарно, в летний период на открытой части акватории. Этот вид, вероятно, заносится в Азовское море из Черного моря, где, по литературным данным он встречается с 2001 г. (Гаврилова, 2001). Он активно распространяется по акватории Азовского моря, достигая плотности до 1,3 млн. экз./м<sup>3</sup>, но исчезает с понижением температуры до 15°C. Так как *E. lususundae* является типичным видом для Средиземного моря, то, вероятно, температурный режим Азовского моря является для него слишком суровым, поэтому положение данного вида здесь неустойчиво.

**Массовые виды халтериид Азовского моря.** Стромбидиумы и стробилидиумы, относящиеся к данному семейству, в Азовском море, как и во всем Мировом океане, составляют основу планктонного сообщества.

Даны описания 7 видов стромбидиумов и 4 видов стробилидиумов дающих вспышки численности в Азовском море.

Наиболее часто дают вспышки численности «мелкие» виды халтериид, такие как *Strombidium dalum*, *Lohmaniella oviformis*, *Rimostrombidium caudatum*, *Strombidium vestitum*. Их плотность может достигать 7,6 млн. экз./м<sup>3</sup> (*Str. dalum*); 3,3 млн. экз./м<sup>3</sup> (*Lohmaniella oviformis*)

и составлять до 55% по удельному весу от общей численности цилиатопланктона. Доля этих видов в общей биомассе ниже, не превышает 30 %.

Плотность крупных видов халтериид не достигает таких высоких значений – 1,9 млн. экз./м<sup>3</sup> (*Str. pelagicum*); 0,7 млн. экз./м<sup>3</sup> (*Pelagostrobilidium spirales*). Вклад этих видов в биомассу значителен – 97,2 мг/м<sup>3</sup> (*Str. pelagicum*, до 33% от общей), 56,5 мг/м<sup>3</sup> (*Pelagostrobilidium spirales*, до 22% от общей).

#### Глава 4. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИЛИАТОЦЕНОЗА АЗОВСКОГО МОРЯ

**Сезонная динамика.** Сезонная динамика цилиатоценоза показана на примере Таганрогского залива. Имеющиеся данные по всей акватории Азовского моря более фрагментарны, что не позволяет проследить весь ход сезонной динамики. Однако можно сказать, что общие закономерности, прослеженные на примере Таганрогского залива, сохраняются на всей акватории с некоторыми флуктуациями. Необходимо отметить, что 2003 г. относится к периоду низкого уровня количественных характеристик цилиатоценоза.

За период исследований были отмечены колебания численности и биомассы планктонных инфузорий в Азовском море от 0,2 до 117 млн. экз./м<sup>3</sup> и от 6 до 1951 мг/м<sup>3</sup>, соответственно. В среднем эти показатели составили 7,3 млн. экз./м<sup>3</sup> и 163,2 мг/м<sup>3</sup>, соответственно.

Плотность инфузорий в зимний период в среднем составляла 0,9 млн экз./м<sup>3</sup> (рис. 1). На некоторых участках акватории их плотность достигала 2,1 млн. экз./м<sup>3</sup>. Это прежде всего связано с ледовой обстановкой. Плотность инфузорий была заметно выше на открытых участках, которые продолжительный период времени оставались свободными от льда. Те же тенденции наблюдались и в динамике биомассы инфузорий. При средних значениях биомассы цилиатопланктона в поверхностном горизонте 34,3 мг/м<sup>3</sup> на участках разводий она повышалась до 64,3 мг/м<sup>3</sup>.

В весенний период наблюдается постепенное повышение количественных характеристик сообщества микрозоопланктона на всех участках моря, в первую очередь за счет увеличения плотности (с 0,3 до 1 млн экз./м<sup>3</sup>) и количества видов тинтиннид (с 5 до 9) и мелких олиготрихид. Наибольшей плотности инфузории в весенний период достигают к маю – 2,8 млн экз./м<sup>3</sup> при биомассе 57 мг/м<sup>3</sup>.

Начало летнего периода характеризуется массовым развитием тинтиннид при уменьшении плотности мелких олиготрихид, что вызывает некоторое понижение количественных характеристик сообщества

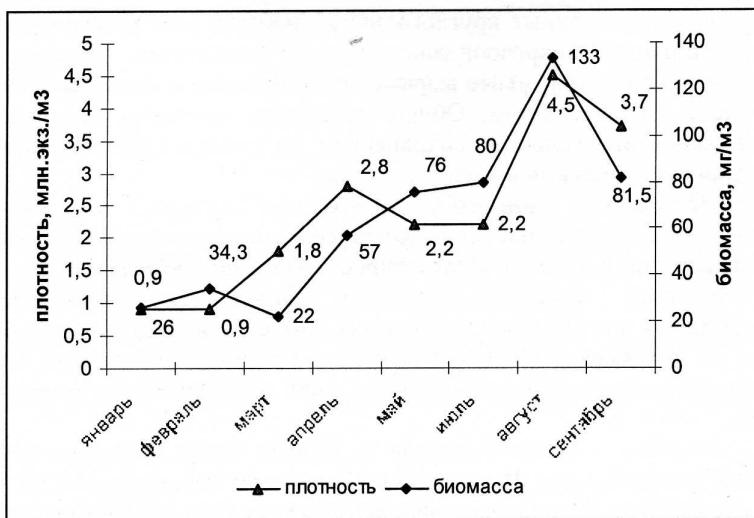


Рис. 1. Сезонная динамика планктонных инфузорий, Таганрогский залив (2003-2004 гг.)

микрозоопланктона в Таганрогском заливе. Плотность инфузорий в июне-июле составляла  $2,2$  млн. экз./м<sup>3</sup>, биомасса –  $76-80$  мг/м<sup>3</sup>.

Вероятно, это связано, с одной стороны, с активным выеданием микрозоопланктона мезозoopланктонными организмами и личинками пелагических рыб. С другой стороны, в этот период наблюдалось массовое развитие фитопланктона, на некоторых участках переходящее в “цветение”, что могло оказывать угнетающее действие на цилиатопланктон.

Максимальный пик численности инфузорий наблюдается в августе. Плотность цилиатопланктона в этот период (в 2003 г.) составила в среднем –  $1,5$  млн. экз./м<sup>3</sup>, биомасса –  $133$  мг/м<sup>3</sup>. На некоторых участках акватории плотность цилиатопланктона достигала  $16$  млн. экз./м<sup>3</sup> и  $460$  мг/м<sup>3</sup> соответственно. Большой диапазон колебаний плотности цилиатопланктона в этот период объясняется неравномерностью распределения мезозoopланктона в период интенсивного выедания гребневиком и воздействием неблагоприятного кислородного режима и пятен “цветения” фитопланктона. В августе начинает увеличиваться доля средних и крупных инфузорий.

В осенний период наблюдается наибольшее разнообразие цилиатопланктона – до 20 видов на станции. Плотность цилиатопланктона в этот период несколько понижается относительно августовского уровня, но остаётся достаточно высокой. В среднем она составляет  $3,7$  млн. экз./м<sup>3</sup> по численности и  $81,5$  мг/м<sup>3</sup> по биомассе.

Анализируя данные круглогодичных наблюдений, можно сказать, что сезонная динамика микрозоопланктона имеет циклический характер с двумя максимумами развития: менее выраженным весенним и более выраженным в конце лета - начале осени. Общие тенденции динамики количественных характеристик цилиатоценоза сохраняются, но уровень развития в различные годы отличается высокой вариабельностью.

**Межгодовая динамика.** Межгодовая динамика качественных и количественных характеристик развития сообщества инфузорий в различных частях акватории Азовского моря отличается большой вариабельностью.

Выделен комплекс массовых видов (22 вида) стабильно встречающихся на акватории Азовского моря. Эти виды присутствуют в пробах на протяжении большей части года в течение ряда лет. Вспышки численности данных видов нерегулярны, хотя и приурочены к определенным сезонам.

Сходство видового состава в разные годы выражено не четко. Значения коэффициента Чекановского-Серенсена варьируют от 0,3 до 0,5. Наиболее высокие значения коэффициента между 2001 и 2004 (0,45) и между 2004 и 2005 (0,5). Учитывая наличие комплекса массовых видов, встречающихся из года в год, можно предположить, что полученные данные занижены, из-за разницы в длине видовых списков разных лет.

Выделены зоны, которые с наибольшей вероятностью несут как максимальные, так и минимальные значения плотности (биомассы). К таким зонам относятся выход из Таганрогского залива и прилегающие к нему с обеих сторон участки акватории, центральный район открытой части акватории, Ясенской и Темрюкский заливы и Керченский пролив. При этом центральная открытая часть моря и заливы менее всего затронуты влиянием течений. Остальные районы, напротив, являются зонами смешения вод различной солености, т.е. подвержены активным гидрологическим процессам. Таким образом, зоны, характеризующиеся максимальной и минимальной гидрологической активностью, в различное время создают, как наиболее благоприятные, так и наиболее неблагоприятные условия для развития цилиатоценоза.

Динамика количественных характеристик цилиатоценоза, в целом, подвержена влиянию факторов окружающей среды и процессов, происходящих в гидробиоценозе и отличается большой вариабельностью.

**Горизонтальное распределение.** Кластерный анализ станций по видовому составу цилиатоценоза позволил обнаружить общее в видовых комплексах планктона для разных частей моря (рис. 2). Акватория Таганрогского залива характеризуется наибольшей однородностью видового состава сообщества планктонных инфузорий (1). Достаточно удалены от остальных групп комплексы видов микрозоопланктона Керченского пролива



(3). В отдельную группу можно объединить и комплекс центральной части Азовского моря (2).

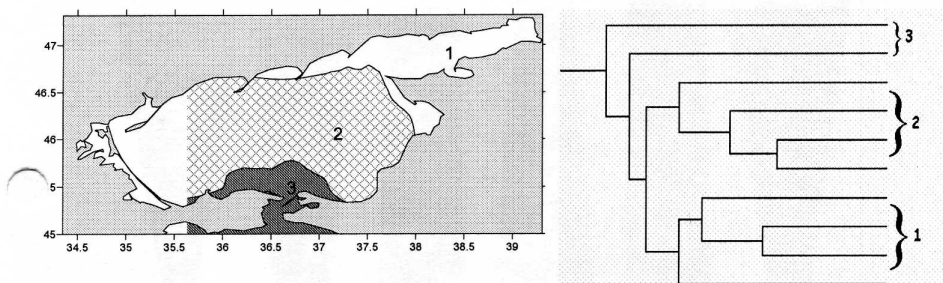


Рис. 2. Результаты кластерного анализа структуры цилиатоценоза Азовского моря  
Станции: 1- Таганрогский залив, 2 – открытая часть моря, 3 – Керченский пролив

**Вертикальное распределение.** Вследствие малых глубин и интенсивного ветрового перемешивания водной толщи, вертикальное распределение цилиатоценоза в Азовском море выражено слабо. Коэффициент сходства варьирует от 70 до 96 %. Можно отметить лишь тенденцию к некоторому повышению количественных характеристик цилиатоценоза в приповерхностном слое.

Нам удалось проследить суточную динамику вертикального распределения цилиатоценоза на акватории Таганрогского залива после 2-3 дней маловетренной погоды. Вследствие малой глубины исследования роводились только на двух горизонтах – приповерхностном и придонном (рис.3).

Значение минимальной плотности цилиатоценоза в приповерхностном горизонте приходится на 15 часов, максимальной – на 24 ч. Общая картина вертикальной суточной динамики по полученным нами данным совпадает с литературными данными по другим водоёмам (Заика и др., 1976, Мамаева, 1979).

Основные изменения в вертикальном распределении цилиатоценоза происходят за счет представителей группы альгофагов. Вертикальное распределение представителей остальных экологических групп менее выражено. Таким образом, можно предположить, что изменения в вертикальном распределении цилиатоценоза от режима светового дня

зависят опосредованно, через пищевой объект, т.е. связаны с режимом вертикальной суточной динамики фитопланктона.

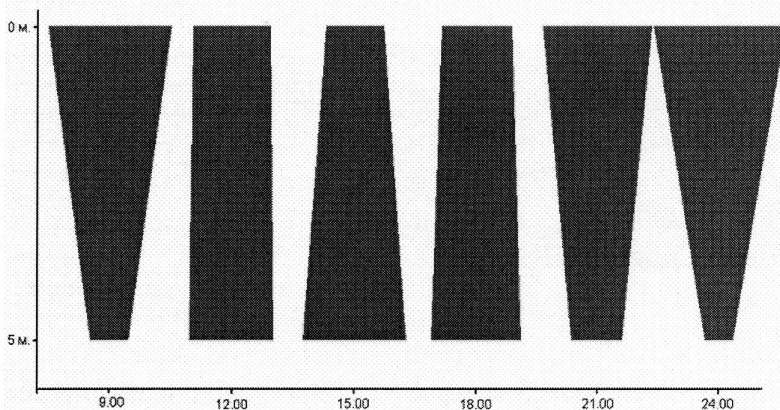


Рис. 3. Суточная динамика вертикального распределения цилиатопланктона (Таганрогский залив, 2003 г.)

## Глава 6. ВЛИЯНИЕ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАЗВИТИЕ ЦИЛИАТОЦЕНОЗА АЗОВСКОГО МОРЯ

В главе 6 сделан анализ океанографических и экологических факторов, влияющих на развитие инфузорий в Азовском море.

**Пища.** В Азовском море прослеживается зависимость между динамикой количественных характеристик и сменой видов фитопланктона и цилиатопланктона. На графике (рис.4) можно заметить, что, несмотря на флуктуации, вызванные, вероятно, другими факторами, в сезонной динамике прослеживаются общие тенденции к возрастанию и убыванию. Коэффициент корреляции по биомассе достигает 0,61.

Та же тенденция более выражена в распределении биомассы фитопланктона и цилиатопланктона по продольному разрезу акватории моря.

**Конкуренция.** Локальная планктонная проба в Азовском море содержит, в среднем, от 10 до 35 видов инфузорий, в зависимости от условий окружающей среды, биоты и района акватории моря. При статистической обработке (Lane and Naught, 1970) мы выяснили, что коэффициент перекрытия экологических ниш для массовых видов инфузорий Азовского моря очень низок. Самые высокие значения не превышают 0,4. Диапазон значений коэффициента от 0,3 до 0,4 характерен для описания взаимоотношений доминантного и субдоминантного видов.

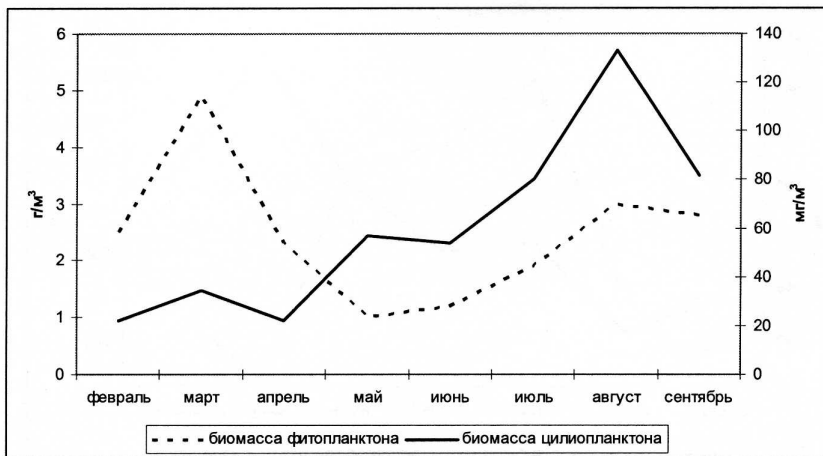


Рис. 4. Сезонная динамика биомасс фитопланктона и цилиопланктона в Азовском море (фитопланктон по: Алдакимова, 1976)

Таким образом, можно сказать, что конкуренция между планктонными инфузориями в Азовском море выражена слабо, что объясняется постоянным избытком пищевых ресурсов в гипертрофном водоеме.

**Хищничество.** При сравнении можно увидеть (рис.5) взаимосвязь сезонной динамики цилиопланктона и кормового зоопланктона. Резкие изменения плотности связаны с массовым развитием, в этот период, гребневика мнemiопсиса (*Mnemiopsis leidi*, Agasis). Гребневик выедает большую часть рачкового зоопланктона, тем самым, снижая пресс хищников на цилиопланктон, который, в свою очередь, получает благоприятные условия для массового развития. Наибольшая сопряженность динамики развития между цилиопланктоном и зоопланктоном наблюдается с копеподами - коэффициент корреляции достигает 0,80; и меропланктоном – 0,85. Достоверной связи с кладоцерами не выявлено, коэффициент корреляции не превышает 0,45.

**Температура.** Был проведён анализ корреляционных связей между количественными характеристиками цилиоценоза Азовского моря и распределением температуры воды по акватории моря, на момент исследований. Анализировались данные комплексных летних экспедиций с 2002 по 2005 гг.

В 2002-2003 гг. не удалось выявить достоверных значений коэффициента корреляции. Максимальное значение в этот период  $r = 0,33$ .

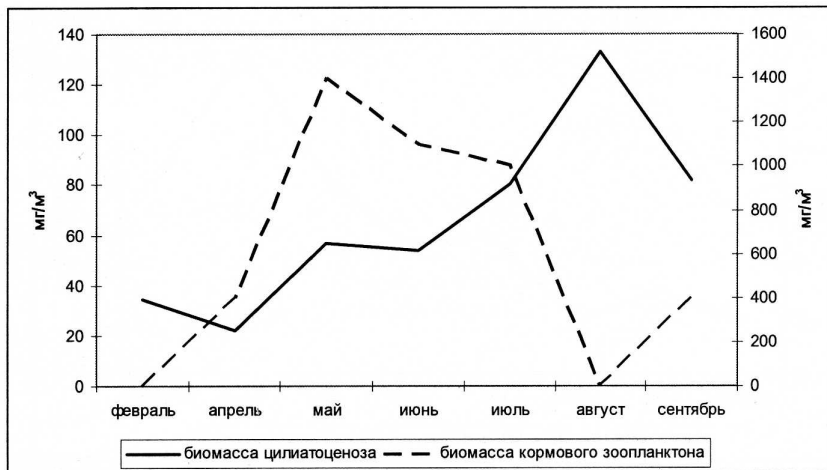


Рис. 5. Сезонная динамика биомасс цилиатоценоза и кормового зоопланктона (зоопланктон по: Селифонова, Поважный, 2004)

В 2004-2005 гг. были выявлены достоверные значения коэффициента (0,66 и 0,63; 0,50, соответственно). Однако и в этот период, коэффициент корреляции не превышал  $r=0,66$ , что при данной величине выборки является показателем слабых корреляционных связей.

Вероятно, это связано с широкой толерантностью инфузорий к температуре (Ноланд, Брегг, Полянский, 1959, 1964; Ирлина, 1962; Суханова, 1968; Кузнецов, Арсланова, 1980; Ванг, 1928). Они способны вести активный образ жизни в диапазоне от 0 до 50 градусов. Температура и другие условия имеют опосредованное влияние на них, обуславливая изменения концентрации водорослевой или бактериальной пищи.

**Солёность.** Большую часть фауны инфузорий Азовского моря составляют морские эвригалинные виды, которые встречаются на всей акватории моря. Однако некоторые пелагические виды инфузорий требуют для своего развития солёности порядка 12-15 ‰. Некоторая часть пресноводных инфузорий, приносимых реками, развивается только в авандельтах этих рек и пресноводных линзах.

Более подробно, влияние солёности было показано нами на примере группы тинтиннид.

Три вида тинтиннид встречаются на всей акватории моря. Это *Tintinnopsis minuta* Wailes, 1925, *Tintinnopsis baltica* Brandt, 1896 и *Tintinnopsis beroidea* Entz, 1884. *T. parvula* в зимний период обладает широким

диапазоном распространения, летом распространение этого вида ограничено изогалинами 2-5 ‰.

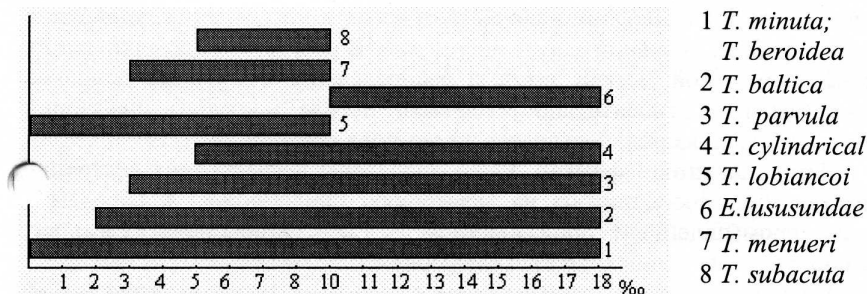


Рис. 6 Диапазоны развития тинтинид Азовского моря по солёности

Остальные виды развиваются при определённых значениях солёности. Для участков акватории с солёностью, соответствующей требованиям конкретного вида, характерна высокая плотность, на участках акватории с «неподходящей» солёностью эти виды встречаются в единичных экземплярах.

Халтерииды, обнаруженные в Азовском море, в основном являются эвригалинными. Только два массовых вида (*Str. pelagicum*, *Str. cornucopiae*) имеют ограниченное распространение по акватории. *Str. pelagicum* достигает массового развития только на акватории Таганрогского залива, а *Str. cornucopiae* – на акватории Керченского пролива. На открытой части акватории оба вида встречаются в незначительных количествах.

Таким образом, можно сказать, что солёность является одним из основных факторов, влияющих на распространение тинтинид в Азовском море.

**Кислородный режим.** Некоторые авторы отмечают, что инфузории способны существовать при остром дефиците кислорода вплоть до аналитического нуля (Ноланд 1925; Скадовский 1955; Лиэпа 1978; Бурковский, 1984). Однако, как показал С.И. Скадовский, среди свободноживущих инфузორий нет анаэробных видов.

Большинство из обнаруженных в планктоне Азовского моря видов инфузორий можно отнести к эвриоксибионтам, так как они встречаются при самом различном содержании кислорода, например *Prorodon marinus*, *Mesodinium pulex*, *Chlamydodon triquetrus*, *Pleuronema coronatum*, встречаются во всех районах Азовского моря. Другие виды инфузორий

(*Didinium balbianii*, *Askenasia stellaris*, *Tintinnopsis beroidea* и др.) встречаются только при высоком содержании кислорода и являются стеноксифобитами, избегающими низкого насыщения воды кислородом.

**Ветровая активность.** При штормовой погоде интенсивное перемешивание вод с большим количеством песка и острой ракушечной пыли приводит к гибели основной массы инфузорий. В результате численности их не превышают одной тысячи экз./л, а распределение становится довольно равномерным. При относительно устойчивой погоде, плотность инфузорий быстро восстанавливается, повышаясь на два порядка.

**Антропогенный фактор.** Были проведены исследования состояния сообщества микрозоопланктона на акваториях, прилегающих к городам развитым промышленным производством – Ейск, Мариуполь, Таганрог. Анализ полученных данных показал следующее.

На непосредственно прилегающих к городам акваториях резко падает общее число встречающихся видов (максимум 15 видов). Тогда как, в открытой части моря общее число встреченных видов равно 24. Наблюдаются изменения в структуре сообщества. На участках, прилегающих к городам доминирующий комплекс видов составляют мелкие олиготрихиды. Уменьшается количество видов и плотность тинтинниид. Крупные стромбидиумы встречаются в единичных экземплярах и на некотором удалении от городов. В структуре цилиоценоза этих участков моря увеличивается доля представителей подкласса Peritricha и эвриоксифобитных видов, таких как *Mesodinium pulex* Clap. et Lachm., 1858, *Chlamydonon triquetrus* O.F. Muller, 1786, *Cyclidium bergeri* O.F. Muller, 1786.

Наблюдалось также локальное понижение количественных характеристик сообщества микрозоопланктона в зонах, испытывающих наибольшее антропогенное влияние. В период исследования на открытых участках моря плотность цилиоценоза достигала 16 млн. экз./м<sup>3</sup>, в среднем 4,5 млн. экз./м<sup>3</sup>. В то же время на участках, прилегающих к городам, максимальная плотность достигала лишь 3,5 млн. экз./м<sup>3</sup>, и в среднем составила 0,9 млн. экз./м<sup>3</sup>.

Средние значения биомассы на участках, прилегающих к городам, более чем в два раза ниже её значений на открытых участках (50 и 133 мг/м<sup>3</sup>, соответственно), а максимальные - более чем в четыре раза (100 и 465 мг/м<sup>3</sup>, соответственно).

Таким образом, первые исследования отклика цилиоценоза на антропогенное загрязнение показали, что влияние промышленных городов, в гипертрофном Таганрогском заливе угнетающе действуют на сообщество микрозоопланктона, вызывая в нем признаки как экологического, так и метаболического регресса (Экологические модификации..., 1991).

В то же время вспышки наиболее мощного развития инфузорий в

Таганрогском заливе тяготеют, в основном, к прибрежью крупных городов. Зафиксированная плотность инфузорий здесь достигала 12,7 млн.экз./м<sup>3</sup> в районе Ейска, 34,7 млн.экз./м<sup>3</sup> в районе Мариуполя и 39,3 млн.экз./м<sup>3</sup> в районе Таганрога. Необходимо отметить, что вспышки численности здесь обеспечиваются массовым развитием не одного вида, а комплекса близкородственных, как таксономически, так и, что, вероятно, более важно – по спектру питания (с сохранением системы доминант-субдоминант). Так, в районе Мариуполя доминирующий комплекс складывается из таких видов, как *Tintinnopsis lobiancoi* Daday, 1886 (12,8 млн.экз./м<sup>3</sup>), *T. parvula*, Jorgensen, 1912 (6,3 млн.экз./м<sup>3</sup>) и *T. meunieri*, Kof et Camp., 1929 (6,0 млн.экз./м<sup>3</sup>). В районе Таганрога структура комплекса массовых видов несколько меняется. Здесь доминантом является *T. meunieri* (12,7 млн.экз./м<sup>3</sup>), а субдоминантами – *T. lobiancoi* (5,4 млн.экз./м<sup>3</sup>) и *Tintinnopsis minuta* Wailes, 1925 (4,6 млн.экз./м<sup>3</sup>). Необходимо отметить, что для *T. meunieri* не характерно массовое развитие в летний период. Этот вид приурочен к холодному времени года и летом, обычно, встречается в единичных экземплярах. Однако обилие подходящей пищи обеспечивает ему возможность массового развития даже в нехарактерный для него сезон, что свидетельствует в пользу доминирования пищевого фактора.

Кроме того, в восточной части Таганрогского залива наблюдается высокая плотность *Vorticella anabaena* Still, 1940 – до 6,9 млн.экз./м<sup>3</sup>, в среднем – 3,1 млн.экз./м<sup>3</sup>, что говорит о высокой плотности свободноплавающих бактерий, являющихся основной пищей, и колониальных водорослей, являющихся субстратом для данного вида.

### **Выводы:**

1. В исследованном водоёме обнаружена 91 форма планктонных инфузорий, представленных 57 родами, относящимися к 7 классам. Из них 72 формы приводятся для Азовского моря впервые. Основной цилиопланктона Азовского моря являются представители семейств Halteriidae и Tintinniidae (кл. Spirotrichea).

2. Выделены сезонные комплексы массовых видов планктонных инфузорий Азовского моря. Группа организмов, интенсивно развивающихся в различные сезоны года, представлена 10-15 видами. Их массовое развитие, приуроченное к одному или нескольким сезонам, связано, прежде всего, с четкой сезонной динамикой пищевых объектов, а затем, опосредованно (через развитие пищевых объектов) с климатическими сезонами.

3. Размерная структура цилиатоценоза Азовского моря представлена тремя размерными группами: «мелкие» (до 40 мкм), «средние» (от 40 до 100 мкм) и «крупные» (от 100 до 200 мкм и более). Из обнаруженных нами на акватории Азовского моря видов 46% относится ко второму размерному классу. Однако следует учитывать, что комплекс массовых видов в Азовском

море, в основном, состоит из видов «мелкой» размерной группы. Поэтому, если провести пересчет на численность видов, то доминирующей на протяжении половины года оказывается «мелкая» размерная группа (зима-лето). В остальное время (весна-осень) «мелкая» размерная группа лишь немногим отстаёт от «средней». Представители крупной размерной группировки чаще немногочисленны.

4. Трофическая структура цилиатоценоза Азовского моря представлена микрофагами, альгофагами, хищниками и миксотрофами. Основную роль в трофической структуре цилиатоценоза Азовского моря играют микрофаги и альгофаги. Альгофаги доминируют в течение короткого периода весеннего максимума развития фитопланктона, в остальное время доминируют микрофаги.

5. В сезонной динамике микрозоопланктона выделено два максимума развития: менее выраженный весенний и более выраженный в конце лета - начале осени. В зимний период наблюдается активное развитие некоторых видов инфузорий и качественные показатели сообщества цилиатоценоза находятся на том же уровне, что и в летний период, значения количественных показателей немного ниже. Общие тенденции динамики количественных характеристик цилиатоценоза в различные годы сохраняются, но уровень развития отличается высокой вариабельностью.

6. Межгодовая динамика качественных и количественных характеристик развития сообщества инфузорий в различных частях акватории Азовского моря отличается большой вариабельностью.

7. Наибольшей амплитудой колебаний количественных характеристик цилиатоценоза характеризуются зоны гидродинамической активности. К таким зонам относятся выход из Таганрогского залива и прилегающие к нему с обеих сторон участки акватории, центральный район открытой части акватории, Ясенской и Темрюкский заливы и Керченский пролив.

8. При анализе горизонтального распределения инфузорий можно выделить три комплекса, характеризующиеся однородностью: комплекс Таганрогского залива, комплекс собственно моря (центральная часть) и комплекс Керченского пролива. Вертикальное распределение микрозоопланктона в Азовском море носит однородный характер, вследствие морфо-гидрологических особенностей моря.

9. Выделены основные факторы внешней среды, определяющие развитие и распределение инфузорий в Азовском море, наиболее важным из которых является пищевой. Кроме него, значимую роль играют соленость, ветровая активность, пресс хищников, а также антропогенный фактор.



Список печатных работ, опубликованных по теме диссертации.

1. Кренева К.В. Видовой состав и распределение инфузорий Азовского моря // Закономерности океанографических и биологических процессов в Азовском море / Отв. ред. академик РАН Г.Г. Матишов. Апатиты, 2000. - С. 227-235.

2. Кренева К.В. Цианофитный планктон Керченского пролива и близлежащего участка Черного моря в зимний период // Конференция молодых ученых ММБИ КНЦ РАН. 10 апреля 2001 г. Мурманск, 2001

3. Кренева С.В., Кренева К.В. Пресноводный микрозоопланктон и его возрастающая роль в гидробиологии. // Тез. докл. VIII съезда гидробиологов РАН, Светлогорск, 16-23 сент. 2001 г. - Калининград, 2001, Т.2. - С. 137-138.

4. Кренева С.В., Кренева К.В. Количественные и структурные показатели гидробиоценозов как основа оценки антропогенного пресса // Тез. докл. XI Междун. симпоз. "Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга" 11-21 сент., 2001 г. Сыктывкар, Республика КОМИ, Россия. - Сыктывкар, - Коми научный центр УрОРАН, - 2001. - С. 90-91.

5. Кренева С.В. Кренева К.В. Роль и возможности сукцессионного подхода для дальнейшего развития экологического контроля вод. // Тез. докл. XI Междун. симпоз. "Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга" 11-21 сент., 2001 г. Сыктывкар, Республика КОМИ, Россия. - Сыктывкар, - Коми научный центр УрОРАН, - 2001. - С. 91-92.

6. Kreneva S.V., Gvozdenko S.I., Kreneva K.V. A System of Methods for Monitoring the Pollution of Water Bodies // 4<sup>th</sup> International Conference of the Balkan Environmental Association on "Transboundary Pollution" 18-21 Oct. 2001, Edirne / Turkey, Trakya University No : 44. - p. 197.

7. Кренёва К.В. Особенности распределения численности микрозоопланктона Азовского моря 1999-2001 г. // Материалы XX юбилейной конференции молодых учёных, г. Мурманск, апрель 2002 г., Мурманск: Изд-во ММБИ КНЦ РАН, 2002. - С. 73-76.

8. 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.

9. Кренёва К.В. Видовой состав Азовского моря как возможный показатель эвтрофирования // Экосистемные исследования Азовского моря и побережья. Том IV. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. - С. 260-264.

10. Макаров Э.В., Кренева С.В., Кренева К.В. Анализ пространственной антропогенной сукцессии биоценоза на примере одной из сахалинских рек // Гидробиол. журн., 2002, № 3. - С. 29-35.

11. Макаров Э.В., Кренева С.В., Кренева К.В. К вопросу о

сукцессионном анализе состояния гидробиоценозов // Гидробиол. журн., 2002, Т. 38, № 5. – С. 47-54.

12. Кренева С.В., Седакин В.П., Кренева К.В. Информационный индекс эвтрофирования // Проблемы прикладной экологии, Т.1. – М., 2002. – С.77-83.

13. Кренева С.В., Седакин В.П., Кренева К.В. Шкала оценок состояния экосистем // Проблемы прикладной экологии, Т.1. – М., 2002. – С.140-145.

14. Кренева С.В., Матишов Г.Г., Кренева К.В. Применение принципа пространственно-временных аналогий в анализе антропогенных сукцессий и концепции индивидуального нормирования нагрузки на водные экосистемы // ДАН, 2003, 388, № 4. - С. 565-567.

15. Кренева К.В. Характеристика сообщества микрозоопланктона Азовского моря в зимний период // Комплексный мониторинг среды и биоты Азовского бассейна. Том VI. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2004. - С. 136-141.

16. Кренева К.В. К вопросу о сезонной динамике планктонных инфузорий Азовского моря // Материалы XXII конференции молодых учёных (г.Мурманск, апрель, 2004 г.). Мурманск: Изд-во ММБИ КНЦ РАН, 2004. - С. 47-50.

17. Кренева С.В., Кренева К.В. Особенности эвтрофирования и контроля в реках разных широт // Тезисы докл. II Всероссийской конф. «Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана», 16-19 ноября 2004 г., Борок, 2004. – С. 44-45.

18. Кренева С.В., Кренева К.В. Антропогенные сукцессии биоценозов – эффективный инструмент оценки эвтрофирования и самоочищения малых рек // Тезисы докл. II Всероссийской конф. «Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана», 16-19 ноября 2004 г., Борок, 2004. – С.43-44.

19. Кренева С.В., Кренева К.В. Методы биологического анализа загрязненных вод для условий сложной гидродинамики // Современные информационные и биологические технологии в освоении ресурсов шельфовых морей, раздел 3.3 Сб. ММБИ, Изд.: «Наука». 2005. – С.225-234.

20. Кренева С.В., Кренева К.В. Структура микрозоопланктонного сообщества – перспективный показатель состояния водных экосистем // Наукові записки Тернопільського педагогічного університету ім. В.Гнатюка, Серія біологія, спеціальний випуск: Гідроecологія, т.3 (26), 2005. - С. 225-227.

21. Кренева С.В., Кренева К.В., Семин В.Л. Принципиально новый путь решения основных проблем водной экологии // «Современные проблемы водной токсикологии» Междун. конф. памяти доктора биологических наук, профессора Б.А.Флерова (2.04.1937-18.01.05), 20-24 сентября 2005 г., Борок.- Тезисы докладов. Борок, 2005. – С. 73-74. (Kreneva S.V., Kreneva K.V., Semin V.L. A NEW WAY OF CURING SOME PROBLEMS OF HYDROECOLOGY // “Modern problems of aquatic toxicology” International conference in commemoration of Dr. Prof. B. A. Flerov (2.04.1937-18.01.05), 20-24 of September 2005 г., Borok.- P. 65-66).

22. Кренева С.В., Кренева К.В., Семин Л.В. Соотношение токсического и эвтрофирующего эффектов при анализе антропогенной сукцессии // «Современные проблемы водной токсикологии» Междун. конф. Памяти доктора биологических наук, профессора Б.А.Флерова (2.04.1937-18.01.05), 20-24 сентября 2005 г., Борок.- Тезисы докладов. Борок, 2005.– С. 74-75. (Kreneva S.V., Kreneva K.V., Semin V.L. THE RATIO BETWEEN THE TOXIC AND EUTROPHIC EFFECTS WHEN ANALIZING ANTROPOGENIC SUCCESSION // “Modern problems of aquatic toxicology” International conference in commemoration of Dr. Prof. B. A. Flerov (2.04.1937-18.01.05), 20-24 of September 2005 г., Borok. - P. 66-67).

23. Кренева К.В. Динамика распределения инфузорий Таганрогского залива // Экосистемные исследования среды и биоты Азовского бассейна и Керченского пролива. Т. VII. – Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2005. - С.142-145.

24. Кренёва К.В. Влияние солёности на распределение тинтиннид Азовского моря // «Комплексные гидробиологические базы данных: ресурсы, технологии и использование»; «Адаптации гидробионтов»: Материалы молодежных школ, г.Азов, октябрь 2005 г. / Отв. ред. Г.Г.Матишов. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2005. – С. 184-187.

25. 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. - С.62-72.

26. Кренёва К.В., Свистунова Л.Д. Распределение микрозоопланктона в Азовском море (по результатам комплексной экспедиции, июнь 2005 г.) // Экосистемные исследования Азовского, Черного и Каспийского морей. Т. VIII. – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2006. -С. 126-132.

27. Кренёва К.В. Исследования микрозоопланктона Азовского моря// Океанологические и биологические исследования арктических и южных морей России (к 70-летию Мурманского морского биологического института). – Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2006. - С. 235-242.

Отпечатано в издательском центре ЮНЦ РАН  
Тираж 100 экз.  
Тел 8(863)266-64-26