

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ ИМЕНИ А.О. КОВАЛЕВСКОГО РАН»

*На правах рукописи*

**Абибулаева Алие Шакировна**

**ИНФУЗОРИИ (CILIOPHORA) СООБЩЕСТВ ПЕРИФИТОНА  
ПРИБРЕЖЬЯ КРЫМА (ЧЕРНОЕ И АЗОВСКОЕ МОРЯ)**

1.5.16 – Гидробиология

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Научный руководитель:  
доктор биологических наук, профессор  
Довгаль Игорь Васильевич

Севастополь – 2026

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>                                                                                                                                        | <b>4</b>   |
| <b>ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И СОСТОЯНИЕ<br/>ИЗУЧЕННОСТИ ИНFUЗОРИЙ ПЕРИФИТОНА.....</b>                                                                      | <b>11</b>  |
| 1.1 Перифитон как экотопическая группировка.....                                                                                                            | 11         |
| 1.2 Состояние изученности инфузорий перифитона.....                                                                                                         | 16         |
| <b>ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....</b>                                                                                                         | <b>23</b>  |
| <b>ГЛАВА 3. ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИНFUЗОРИЙ<br/>ПЕРИФИТОНА ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ.....</b>                                                              | <b>36</b>  |
| <b>ГЛАВА 4. БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНFUЗОРИЙ<br/>ПЕРИФИТОНА ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ.....</b>                                                         | <b>81</b>  |
| 4.1. Видовые комплексы инфузорий перифитона побережья<br>Крымского полуострова (Черное и Азовское моря).....                                                | 81         |
| 4.2 Видовые комплексы инфузорий перифитона на макрофитах и<br>искусственных субстратах в побережье Крымского полуострова.....                               | 91         |
| <b>ГЛАВА 5. ОБИЛИЕ И ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА<br/>ИНFUЗОРИЙ ПЕРИФИТОНА В КАРАНТИННОЙ,<br/>СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ И КРУГЛОЙ БУХТАХ ГОРОДА<br/>СЕВАСТОПОЛЯ.....</b> | <b>104</b> |
| 5.1 Плотность и биомасса инфузорий в перифитоне Карантинной,<br>Севастопольской и Круглой бухт.....                                                         | 105        |
| 5.1.1 Плотность, биомасса и таксономическая структура таксоценов<br>инфузорий.....                                                                          | 105        |
| 5.1.2 Относительное обилие расселительных стадий сидячих<br>инфузорий перифитона в Карантинной, Севастопольской и Круглой<br>бухтах.....                    | 115        |

|                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2 Сезонная динамика плотности, биомассы и таксономической структуры таксоценов инфузорий перифитона в трех бухтах города Севастополя.....   | 123 |
| 5.2.1 Сезонная динамика плотности и биомассы инфузорий перифитона в Карантинной бухте.....                                                    | 123 |
| 5.2.2 Сезонная динамика плотности и биомассы инфузорий перифитона в Карантинной, Севастопольской и Круглой бухтах (сравнительный анализ)..... | 126 |
| 5.2.3 Сезонная динамика таксономической структуры инфузорий перифитона в Карантинной, Севастопольской и Круглой бухтах.....                   | 133 |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....                                                                                                                       | 149 |
| <b>ВЫВОДЫ</b> .....                                                                                                                           | 151 |
| <b>ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ</b> .....                                                                                                    | 153 |
| <b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....                                                                                                                | 154 |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ А</b> .....                                                                                                                     | 188 |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ Б</b> .....                                                                                                                     | 191 |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ В</b> .....                                                                                                                     | 194 |

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность и степень разработанности темы.** Перифитон – одна из наиболее продуктивных экотопических группировок гидробионтов. Сообщества перифитона характеризуются значительным таксономическим разнообразием, высокими показателями обилия [133] и выполняют важную роль в функционировании водных экосистем.

Существенным компонентом сообществ перифитона являются инфузории (*Ciliophora* Doflein, 1901).

Известно, что инфузории выполняют важную роль в трофических цепях морских биоценозов [189]. Изучение таксономического состава, экологических особенностей, а также анализ закономерностей географического и пространственного распространения инфузорий дают возможность более детально оценивать потоки энергии в экосистемах.

Инфузории относятся к наиболее важным индикаторам качества воды и состояния экосистем [7, 66, 67, 194], так как способны в короткий срок реагировать даже на незначительные изменения окружающей среды заметными перестройками в структурной организации сообщества [31]. На этом базируются методы экологического контроля, основанные на анализе сукцессий таксоценов цилиат [83, 162].

Ряд методов исследований основан на экспозиции в водоемах искусственных субстратов и сравнительном анализе обилия организмов разных таксонов на субстратах [1, 162, 199, 273]. При этом большее внимание уделяется прикрепленным (сессильным) инфузориям, которые на стадии трофонта не меняют своей локализации, соответственно, на них непосредственно влияют изменения факторов среды, в том числе антропогенных.

Проводились такие исследования и в акваториях Черного моря [43, 128]. Однако в сравнительном плане обычно анализировался качественный состав инфузорий перифитона в отдельных акваториях. Работ по сравнительной

оценке обилия перифитонных цилиат в разных акваториях очень мало, исследования обилия инфузорий как правило проводятся в одной акватории, например, в Севастопольской бухте Черного моря [29, 128]. Данные по биомассе инфузорий перифитона [100, 198], в основном, фрагментарны.

Также, в связи с развитием молекулярно-генетических методов исследования, система типа Ciliophora претерпела существенные изменения [220, 271]. Это требует систематической и номенклатурной ревизии таксономического состава инфузорий перифитона Черного и Азовского морей.

Исследования инфузорий перифитона как правило основаны на учетах видового состава и обилия (плотности) трофонтов сидячих инфузорий. При этом известно, что для сессильных инфузорий характерны полиморфные жизненные циклы с чередованием стадий трофонта на разных этапах бесполого размножения (почкования) и расселительных стадий – томитов [182, 220]. Однако при экологических исследованиях расселительные стадии сидячих инфузорий остаются неучтенными, так как отсутствуют надежные данные об их обилии в планктоне в связи с тем, что не существует методов их прямой оценки.

Следует также отметить, что при изучении перифитона учитывают и сидячие и подвижные организмы [133], но это зачастую не относится к вагильным (подвижным) видам инфузорий. Например, при перечислении основных таксонов инфузорий перифитона Черного моря, указываются только группы, в которых преобладают сессильные формы – перитрихи, суктории, хонотрихи [43].

При этом, степень изученности перифитонных инфузорий разнится в зависимости от субстрата. Если данные по видовому составу сидячих инфузорий на искусственных субстратах (стеклах обрастания) и на водных животных Черного и Азовского морей представлены в литературе, то инфузории эпифитона изучались только эпизодически. В большинстве работ [57, 113] перечисляется или описывается небольшое число сессильных видов,

а особенности биотопического распределения инфузорий, их приуроченность к тем или иным видам макрофитов или их сообществам, сезонные явления в таксоценозах цилиат практически не обсуждаются.

Таким образом, важная роль инфузорий в функционировании сообществ перифитона и, при этом недостаточная их изученность в прибрежье Крыма, определяют актуальность уточнения таксономического состава и изучения особенностей экологии инфузорий перифитона [2].

**Цель и задачи исследования.** Цель работы – установить таксономическое разнообразие, особенности хорологии и экологии инфузорий перифитона прибрежья Крыма (Черное и Азовское моря).

Для реализации цели поставлены следующие **задачи**:

1. Уточнить таксономический состав сессильных и вагильных инфузорий перифитона Черного и Азовского морей с учетом современной системы типа Ciliophora.
2. Провести сравнительный анализ видовых составов инфузорий перифитона в разных акваториях прибрежья Крыма.
3. Провести сравнительный анализ видовых составов инфузорий перифитона на разнотипных субстратах (разных таксонах макрофитов, искусственных субстратах).
4. Изучить таксономическую структуру и обилие инфузорий перифитона в Севастопольской, Карантинной и Круглой бухтах (г. Севастополь).
5. Провести сравнительный анализ сезонных изменений обилия и таксономической структуры инфузорий перифитона в Севастопольской, Карантинной и Круглой бухтах (г. Севастополь).

**Научная новизна.** Уточнен таксономический состав инфузорий перифитона Черного и Азовского морей. В собственных материалах обнаружено 74 вида цилиат. Впервые для Черного моря отмечены представители 1 семейства, 2 родов и 14 видов инфузорий. Впервые для Азовского моря – 1 отряда, 1 семейства, 2 родов и 5 видов инфузорий.

На основании сходства видовых составов впервые выделены видовые комплексы инфузорий перифитона в разных акваториях побережья Крыма, а также видовые комплексы на разнотипных субстратах.

Определены индивидуальные массы 43 видов инфузорий перифитона.

Выявлены значимые различия в плотности и биомассе инфузорий перифитона в Севастопольской, Карантинной и Круглой бухтах. Впервые получены данные об относительном обилии расселительных стадий (томитов) сидячих инфузорий в Круглой, Севастопольской и Карантинной бухтах.

Установлено, что характер сезонной динамики плотности и биомассы инфузорий перифитона может существенно отличаться в разных акваториях, выявлена связь плотности и биомассы цилиат с акваторией и сезоном.

**Теоретическое и практическое значение работы.** Полученные данные расширяют представления о видовом составе, показателях обилия и хронологии инфузорий перифитона.

Данные о видовом составе и обилии инфузорий перифитона, а также сезонных изменениях этих показателей могут быть использованы в мониторинговых исследованиях. Данные по индивидуальным массам, а также биомассе цилиат перифитона могут быть использованы при продукционных исследованиях и оценке роли цилиат в пищевых цепях.

**Методы исследования.** Для исследования таксономического состава, обилия инфузорий использовались стандартные методики отбора, фиксации и микроскопирования перифитонных проб. Параллельно измерялись температура и соленость воды. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программных пакетов MSExcel и Past 4.06b.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. В разных акваториях побережья Крыма формируются локальные видовые комплексы инфузорий перифитона, состав которых определяется пространственной близостью между акваториями и характером субстрата.

2. Высокое видовое богатство инфузорий перифитона обусловлено разнообразием как условий в разных акваториях, так и субстратов с разной архитектурой, к которым цилиаты проявляют избирательность.

3. Сезонные изменения обилия инфузорий перифитона в отдельных акваториях сопряжены с динамикой температуры и солености воды. Выявленные различия в динамике обилия в разных акваториях, в свою очередь, обусловлены спецификой условий каждой конкретной акватории.

**Достоверность полученных результатов.** Достоверность полученных результатов обеспечивается объемом собранного материала, использованием стандартных методов сбора, обработки, фиксации, окраски ядерного аппарата, импрегнации кинетома, идентификации, подсчета количества и расчета объемов клеток, фото и видеофиксации, применением статистической обработки данных с последующей интерпретацией результатов.

**Апробация работы.** Материалы работы были представлены на 10 отечественных и международных научных собраниях: XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием для молодых учёных по проблемам водных экосистем «Понт Эвксинский – 2019» (Севастополь, 23 – 27 сентября 2019 г.); Международном форуме Online poster session on protists (Онлайн, 10 – 14 августа 2020 г.); XI Всероссийской онлайн-школе-семинаре для молодых ученых, студентов и аспирантов «Современная гидробиология: глобальные проблемы Мирового океана» (Онлайн, 28 сентября – 2 октября 2020 г.); XII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием по проблемам водных экосистем «Понт Эвксинский – 2021» (Севастополь, 20 – 24 сентября 2021 г.); Международном форуме Международного общества протистологов (ISOP on-line meeting, 26 – 30 июля 2021 г.); Всероссийской конференции «Морская биология в 21 веке: систематика, генетика, экология морских организмов» (памяти академика Олега Григорьевича Кусакина) (Владивосток, 20 – 23 сентября 2022 г.); XI Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование. Maresedu-2022»

(Москва, 24 – 28 октября 2022 г.); XII Международной научно-практической конференции «Среда, окружающая человека. Природная, техногенная, социальная» (Брянск, 28 апреля 2023 г.); V Всероссийской конференции с международным участием «Актуальные проблемы планктонологии» с таксономическим тренингом для молодых ученых (Светлогорск, 8 – 12 сентября 2025 г.), IV Международной научно-практической конференции, посвященной 155-летию Севастопольской биологической станции – Института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского (Севастополь, 7 – 13 сентября 2026 г.).

**Личный вклад соискателя.** Тема, цель и задачи исследования определены автором совместно с научным руководителем. Автором проведен анализ литературных источников по теме диссертации, собран и обработан материал, проведено морфологическое изучение инфузорий, идентифицированы таксоны инфузорий, проведена статистическая обработка количественных данных и интерпретация ее результатов. Автор проводил подготовку и написание статей, материалов конференций и докладов как лично, так и в соавторстве.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 6 статей (из них 3 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ и 3 в зарубежных изданиях, входящих в Белый список, Web of Science и SCOPUS), 7 тезисов и материалов конференций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, списка использованных источников (273 работы, из них 152 отечественных и 121 иностранная) и трех приложений. Работа изложена на 194 страницах машинописного текста, иллюстрирована 55 рисунками и 9 таблицами.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую признательность и благодарность своему научному руководителю, доктору биологических наук Довгалю Игорю Васильевичу за ценные советы, поддержку и руководство на всех этапах работы.

Автор глубоко признателен за предоставленные материалы и ценные советы доктору биологических наук Сергеевой Нелли Григорьевне.

Выражаю благодарность к.б.н. Шадрину Н. В. – за предоставленные материалы, д.г.н. Панкеевой Т. В. – за предоставленные пробы и помощь в определении макрофитов, к.б.н. Мильчаковой Н. А. – за консультации по определению макрофитов, к.б.н. Гавриловой Н. А. – за поддержку, совместную обработку проб и ценные советы, Миронюк О. А. – за предоставленные пробы, совместные экспедиции и поддержку. Выражаю благодарность учителям и коллегам: д.б.н. Солдатову А. А., к.б.н. Андреевко Т. И., к.б.н. Куцыну Д. Н., к.б.н. Муханову В. С., к.б.н. Поспеловой Н. В., к.г.н. Горбуновой Т. Ю., к.г.н. Сафоновой М. С., н.с. Куршакову С. В., м.н.с. Данилюк О. Н. за советы и консультации.

## ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ И СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ИНФУЗОРИЙ ПЕРИФИТОНА

### 1.1 Перифитон как экотопическая группировка

Перифитон представляет собой отдельную экотопическую группировку организмов, обитающих на поверхностях в водоемах. По своему значению и месту в экосистеме он сопоставим с бентосом, планктоном, нектоном и нейстоном [133]. Сообщества перифитона отличаются высоким видовым богатством, значительной таксономической и функциональной гетерогенностью, интенсивными метаболическими процессами и оказывают существенное влияние на биопродуктивность водоемов. Так, в Черном море до 75 % первичной продукции и 90 % деструкции органического вещества в прибрежной зоне приходится на сообщества перифитона и обрастания антропогенных субстратов [13]. Также, значителен вклад организмов перифитона в продуктивность моря. Биомасса обрастания на искусственном субстрате чаще выше, чем на природных грунтах [121]. Например, М. А. Долгопольская [59] отмечала, что биомасса организмов на экспериментальных пластинах за год достигала 100 кг/м<sup>2</sup>.

Исследование перифитона имеет давнюю и обширную историю. Вопросы, касающиеся критериев его выделения и специфических характеристик, неоднократно становились предметом дискуссий как среди зарубежных, так и отечественных исследователей [79, 131, 133, 134, 135, 137, 138, 272].

Начало изучению перифитона положил А. Селиго в 1905 году. Именно он впервые выделил из бентоса сообщество микроорганизмов, обитающих на твердых поверхностях [63]. Сам же термин «перифитон», происходящий от греческого *περίφω* (приращивать кругом, обрастать), был введен в литературу гидробиологом А. Л. Бенингом [21].

В научной литературе наблюдается разнообразие трактовок понятия "перифитон", обусловленное включением в его состав подвижных организмов и обрастателей, обитающих на живых поверхностях. Как указывает С. Ф. Комулайнен [79], для описания подобных прикрепленных сообществ используется более тридцати различных терминов.

Нам близка точка зрения И. В. Довгалья [56], что перифитон стоит рассматривать как совокупность всех сообществ, формирующихся на границе «вода-твёрдое тело» вне зависимости от характера субстрата. В работе А. А. Протасова [132] также указывается, что сообщества перифитона представляют собой пространственно-сложную структуру, которая сочетает как прикрепленные (сессильные), так и подвижные (вагильные) формы, выполняющие специфические для них функции.

В литературе в качестве синонима термина «перифитон» используется термин «обрастание». Соответственно, организмы, входящие в состав обрастания, получили название "обрастатели" [142].

В литературе [44, 134] также встречается термин «микрообрастание» или «микрперифитон», под ним обычно понимается преобладание в составе представителей микроскопических таксонов (бактерии, одноклеточные водоросли, протисты). Часто это понятие также связывают с начальной стадией сукцессии на стерильном субстрате, когда микроорганизмы первыми колонизируют погруженные в воду поверхности [134]. На данном этапе сообщества часто называют бактериально-водорослевыми плёнками или биопленками (biofilms). Хотя четкие размерные границы для микрперифитона не всегда определены [56]. Так, И. В. Довгаль предложил рассматривать микрперифитон как совокупность мелких водных организмов (размером до одного миллиметра), обитающих на границе раздела «твёрдое тело – вода» в пределах гидродинамического пограничного слоя. Такая размерная характеристика, несмотря на свою условность, полезна для понимания роли этих организмов в водных экосистемах. Соответственно, инфузории по своим размерам должны быть отнесены к микрперифитону.

Важно отметить, что микроперифитон не является отдельной группировкой, а лишь составной частью более крупной экотопической группировки – перифитона.

В биотопах, населенных организмами перифитона, субстрат выполняет ключевую функцию. Это дает возможность выделять единый для перифитона биотоп – перифиталь [132].

Разнообразие естественных (камни, скалы, водные растения, покровы животных) и искусственных (причалы, волноломы) субстратов является определяющим фактором для формирования сообществ перифитона. Соответственно, структура сообществ перифитона в значительной мере определяется характером субстрата [101, 133].

Среди известных классификаций сообществ перифитона по типу субстрата наиболее распространенной является классификация чехословацкого гидробиолога Р. Шрамек-Гушека [133, 254 цит. по 253]: эпилитон — на камне, эпиксилон — на древесине, эпифитон — на растениях, эпизоон — на покровах животных, эпихолон — на других субстратах.

Эпифитон – это совокупность организмов, населяющих макроводоросли и высшие водные растения, и являющихся частью перифитона. В отечественной литературе термин «Эпифитон» применительно к морским сообществам был впервые упомянут в монографии Е. Б. Маккавеевой [93]. Он используется для описания сообществ организмов, которые предпочитают водные растения (макрофиты) в качестве местообитания [93].

Анализируя вышеизложенное, в настоящей работе под перифитоном мы понимаем совокупность всех сообществ (прикрепленные и подвижные формы), формирующихся на границе «вода – твердое тело» вне зависимости от характера субстрата.

В свою очередь, микроперифитон представляет собой часть перифитона, включающую мелкие водные организмы (размером до 1 мм), обитающие на границе раздела «твердое тело – вода» внутри гидродинамического

пограничного слоя. Эпифитон – это часть перифитона, населяющая высшие водные растения, а эпихолон – на других субстратах.

Таксономическое богатство перифитона довольно велико. В перифитали встречаются представители всех отделов водорослей, большинства типов животных.

В составе перифитонных сообществ инфузории (Ciliophora) занимают важное место. Цилиаты играют существенную роль в трофических отношениях в морских биоценозах. Характер питания инфузорий различен: среди них встречаются бактериофаги, альгофаги, фунгиофаги, хищники и даже каннибалы [85, 189]. Некоторые представители этого таксона могут постоянно поддерживать автотрофных симбионтов, или их хлоропласты (клептопласты) и получать питание за счет их деятельности [150, 152, 173, 261]. Особое внимание уделяется инфузориям как ключевому промежуточному звену между автотрофами и консументами второго и третьего порядка (например, коловратками, ракообразными, личинками рыб) [31]. Благодаря широкому спектру адаптаций к изменяющимся абиотическим факторам, инфузории играют центральную роль в трансформации органического вещества в водных экосистемах, участвуя в потоках вещества и энергии. Они вовлечены в процессы первичной продукции и деструкции органического вещества на начальных трофических уровнях, секретируют биологически активные вещества, стимулирующие деятельность микроорганизмов, и вносят вклад в самоочищение водоемов [10, 19, 40, 108, 152, 192, 220].

Следует отметить, что инфузории не формируют отдельных сообществ в перифитоне, цилиаты только входят в состав сообществ. В таком случае применимо понятие «таксоцен».

Понятие «таксоцен» (taxocene) ввел в научный обиход известный польский гидробиолог А. Ходоровский [171], который определял таксоцен, как все группы видов определенных таксонов, встречающиеся в данном сообществе.

Функция инфузорий в процессах самоочищения водоемов заслуживает отдельного рассмотрения. Многие представители этого типа, в частности перитрихи, проявляют выраженную фильтрационную или седиментационную активность. Эти механизмы позволяют им извлекать из водной среды взвешенные частицы, включая бактериальные клетки и клетки водорослей, что приводит к повышению прозрачности воды. В качестве примера можно привести *Carchesium polypinum* Linnaeus, 1758, одна особь которого в процессе питания за час пропускает через себя около 30 000 бактерий, при этом колонии данного вида могут насчитывать тысячи зооидов [41]. В литературе также достаточно подробно освещена роль инфузорий в процессах очистки сточных вод [69, 70, 80]. Отдельные исследования посвящены изучению вклада перифитонных инфузорий, колонизирующих различные очистные сооружения, в биоочистку сточных вод [108, 144]. Инфузории выступают в качестве биоиндикаторов качества очистки сточных вод и играют важную роль в структурообразовании активного ила [18, 20, 84, 143].

Многочисленные исследования подтверждают значение инфузорий как чувствительных биоиндикаторов качества водной среды и состояния экосистем [32, 66, 67, 68, 94, 95, 124, 164, 193, 194, 195].

Инфузории демонстрируют высокую реактивность даже к незначительным изменениям окружающей среды, что выражается в быстрых структурных перестройках их сообществ [31]. Это позволяет осуществлять мониторинг и прогнозирование состояния гидробиоценозов [82, 83]. Данный подход особенно эффективен применительно к сессильным (прикрепленным) формам инфузорий, поскольку их привязанность к субстрату на стадии трофонта обеспечивает прямое отражение в структуре их сообществ влияния факторов среды, включая антропогенные нагрузки.

В перифитонных сообществах обостряются биотические отношения, обуславливающие формирование сложной консорционной структуры [130]. В литературе приводятся данные по участию инфузорий в составе разных

консорций, как в качестве детерминанта консорции, так и в качестве консортов различных порядков [121, 166, 169, 190, 191, 230].

Анализируя вышеизложенное, можно сказать, что инфузории сообществ перифитона выполняют в них важную функциональную роль и их изучение имеет теоретическое и практическое значение.

## 1.2 Состояние изученности инфузорий перифитона

Наиболее распространенным методом изучения инфузорий перифитона является экспозиция искусственных субстратов, чаще всего стеклянных пластин (стекол обрастания). Данный метод впервые был применен К. Мёбиусом [227] с целью изучения мелких животных *in vivo*. Позже этот метод был использован А. Грубером [204], с некоторыми изменениями для изучения простейших – Ф. Зарагом [239], который погружал пластины непосредственно в море и аквариум с морской водой. В 1896 году метод К. Мёбиуса был использован Ф. Шаудином [240] для изучения простейших. Впоследствии, метод погруженных пластин неоднократно использовался многочисленными зарубежными и отечественными авторами.

Активно использовали метод погруженных пластин в пресных водоемах И. В. Довгаль, И. А. Мухин [58, 102].

Очень мало работ, в которых рассматривается зависимость формирования видовых комплексов прикрепленных форм инфузорий от архитектоники субстрата. В этом направлении можно выделить работу И.А. Мухина [102], в которой он показал формирование таксоцена инфузорий перифитона на разнотипных субстратах в пресных водоемах Вологодской области.

Что касается изучения морского перифитона, то здесь большой вклад в изучение инфузорий на стеклянных пластинах внесли коллеги из Китая [162, 199, 273].

В работе [199] ученые в течение года экспонировали стекла обрастания в прибрежных водах Циньдао (Желтое море), в результате чего идентифицировали 37 видов инфузорий. Они указывают, что пики численности и биомассы инфузорий наблюдались в ноябре, в основном за счет суктории *Corynophrya lyngbyi* (Ehrenberg, 1833), в то время как перитрихи (особенно *Pseudovorticella sinensis* Ji et al., 2003, *Zoothamnium duplicatum* Kahl, 1933 и *Z. plumula* Kahl, 1933) доминировали по численности и биомассе в августе. Исследование выявило закономерную сукцессию 12 доминирующих видов инфузорий на предметных стеклах в течение года, которая тесно коррелировала с колебаниями экологических факторов. Многомерный анализ данных позволил установить, что именно температура, концентрация питательных веществ и уровень солености являются ключевыми факторами, определяющими изменения в составе таксоценов инфузорий перифитона.

Исследования, проведенные группой китайских ученых [273] в той же акватории, показали, что максимальная численность простейших наблюдалась между 10 и 14 днями колонизации на обеих глубинах, после чего рост прекращался. Кроме того, число видов и скорость колонизации простейших были значительно выше на глубине 1 м, чем на глубине 3 м. В общей сложности за период наблюдений данные авторы отметили 76 видов перифитонных инфузорий.

Похожие результаты показали исследования в прибрежных водах северной части Бенгальского залива [162]. Для оценки биоэкологической обстановки тропической морской экосистемы было проведено исследование простейших, включая инфузорий, колонизирующих искусственный субстрат в зимний (декабрь) и муссонный (июль) сезоны (глубина 1 и 2 метра). Показано, что видовое богатство достигало равновесия через 10 – 14 дней, а численность видов была максимальной на глубине 1 м.

Работ по инфузориям морского эпифитона известно немного. В основном, в литературе представлены только данные по видовым составам инфузорий на отдельных видах макрофитов. Например, работа по инфузориям

с морской травы *Thalassia testudinum* Banks ex Koenig, 1805 [155], в которой приводится таксономический состав инфузорий, найденных на этом сосудистом растении, а также численность сидячих инфузорий на вегетативных органах (листьях) и ее зависимость от периода отбора проб.

Исследования И. В. Довгаля с коллегами [53, 56] выявили прямую зависимость между параметрами гидродинамического слоя у поверхности субстрата и микроструктурой группировок прикрепленных простейших. Процессы массообмена при обтекании водой создают на поверхности погруженных тел обогащенную питательными веществами среду, что привлекает микроорганизмы и ведет к усилению конкуренции [55]. Также, И. В. Довгаль [52] анализировал распределение пресноводных сидячих инфузорий (сукторий) по типам водоемов и группировкам макрофитов. Но эти данные касаются, в основном инфузорий эпизоона.

Первые общие сведения об инфузориях Черного моря приводятся в работах В. Н. Ульянина [145, 146], К. С. Мережковского [98], Ю. И. Андрусовой [14], С. М. Переяславцевой [122]. Последняя в 1886 году опубликовала работу «Protozoa Черного моря», в которой указала 56 видов инфузорий.

Далее следуют работы Н. А. Кеппена [78], А. А. Остроумова [110], Р. Минкевича [100], В. К. Совинского [139], В. А. Дагаевой [48], в которых имеется информация по инфузориям. Однако, сведения о сессильных инфузориях в данных работах представлены без указания субстратов.

Данные по перифитонным инфузориям Черного моря были получены, в основном, в рамках изучения сообществ обрастания в целом.

Из отечественных исследователей стеклянные пластины для изучения обрастания впервые применил Н. Г. Лигнау [88, 89], который был первым исследователем морского обрастания в Черном море. Эти работы были продолжены рядом исследователей [26, 27, 30, 38, 42, 43, 44, 45, 59, 60, 61, 72, 106, 107, 125]. В своих работах В. А. Гринцов [46, 47] также использовал

различные погруженные искусственные субстраты для изучения биоразнообразия перифитона Черного моря.

Специальных исследований инфузорий с использованием стекол обрастания, проводившихся в Черном море известно немного. Активно использовали данный метод М. А. Долгопольская и В. Д. Брайко [28, 29, 30, 62], Ю. А. Горбенко [43], Л. Б. Далёкая [49, 50], В. В. Жариков [65], И. В. Довгаль [58].

М. А. Долгопольская [59, 60] рассматривала обрастание как объект для моделирования биологических систем. В. Д. Брайко [28, 30] делала упор на динамику формирования сообществ обрастаний в Севастопольской бухте, а также в соавторстве с Л. Б. Далёкой оценивала роль бродяжек инфузорий ценоза обрастаний в продуктивности прибрежных районов моря [29]. В данной работе для Черного моря, в частности Севастопольской бухты, указано 13 видов перифитонных инфузорий.

В. В. Жариков изучал видовой состав инфузорий, их распределение и роль в обрастании в зависимости от различных факторов (побережье г. Геленджика). В своей работе [65] он указал 55 видов инфузорий, отмеченных на стеклах обрастания.

И. В. Довгаль использовал стекла обрастания для изучения видового состава инфузорий Черного моря. В его работе [58] указано 7 видов сукторий перифитона.

В публикации Д. Ф. Афанасьева и соавторов [15] представлен углубленный анализ сукцессионных стадий формирования перифитонных сообществ на искусственных субстратах в акватории Черного моря. Результаты исследования демонстрируют, что мезо- и макроперифитонные сообщества характеризуются возрастающей сложностью в процессе развития. Отмечено, что присутствие определенных видов выступает в роли аттрактора для колонизации вторичными обрастателями, инициируя формирование консорций и способствуя увеличению таксономического разнообразия. Таким образом, внесение искусственных поверхностей в водные экосистемы не

только повышает их самоочистительную функцию посредством функциональной активности перифитона, но и приводит к локальному обогащению биологического разнообразия.

Л. А. Попова с помощью лабораторного эксперимента показала участие инфузорий в процессах самоочищения в морской среде [126]. Автор регистрировала активное поглощение дрожжевых клеток инфузориями и показала существование пищевой цепи: нефть → нефтеокисляющие бактерии → инфузории. Также, данным автором [127] отмечено 10 видов перифитонных инфузорий в бухте Артиллерийской.

Что касается изучения инфузорий эпифитона Черного моря, то такие работы носили лишь эпизодический характер. Упоминания об инфузориях на водорослях можно встретить в работах Ю. И. Андрусовой [14], в которой на макрофитах указаны 4 вида перифитонных инфузорий, Р. П. Детчевой [177], Т. В. Павловской с соавторами [113], в которой указано 24 вида инфузорий гиперсоленого озера Херсонесское (Крым), из которых 21 вид отмечен в эпифитоне плавучих матов *Cladophora* sp., И. В. Довгаля [57] и др. В заметке о новых находках галобионтных инфузорий И. В. Довгаль с соавторами [57] также указали 6 видов инфузорий, прикрепленных к нитям водоросли *Cladophora* sp. в озере Херсонесское.

Важное значение имеет монография Е. Б. Маккавеевой [93], которая посвящена беспозвоночным зарослей макрофитов Черного моря, однако в списках видовых составов инфузории не приведены.

Стоит отметить работы, посвященные изучению видового состава других таксономических групп эпифитона Черного моря: диатомовых водорослей эпифитона [136], гастропод эпифитона [92]. Также, есть ряд работ, где сравниваются видовые составы диатомовых водорослей перифитона искусственных и естественных субстратов [87, 148].

Значительно больше работ посвящено находкам инфузорий эпизоона. Так, Н. Н. Найденова с соавторами [103, 104, 105] описывали инфузорий с ракообразных Черного моря. Ряд работ Е. Г. Бошко и И. В. Довгаля [24, 25]

также посвящены описанию эпизойных инфузорий. Данные по эпизойным сукториям Черного моря объединены в монографии И. В. Довгаля [58].

Стоит отметить ряд обзорных работ [37, 39, 48, 81], в которых приводятся видовые списки инфузорий Черного моря, однако без указания субстрата для прикрепленных видов. Так, В. О. Дагаева [49] привела список инфузорий Соленого озера, со ссылкой на М. А. Галаджиева [37], в котором указала 45 видов инфузорий Черного моря, среди которых 21 вид указан был впервые. Г. Н. Гассовский [39] в своей обзорной работе привел список из 103 перифитонных инфузорий для Черного моря (без указания конкретного субстрата и акватории). Л. А. Константиненко [81] привела в своей работе 8 видов инфузорий перифитона Черного моря.

Первые сведения о фауне обрастания Азовского моря были представлены в работах А. А. Остроумова [110, 111, 112] и В. К. Совинского [139], затем в работах Н. А. Бородина [23] и С. А. Зернова [73].

В частности, А. А. Остроумов [111] в своей работе указал три вида инфузорий: *Vaginicola* sp., *Zoothamnium* sp., *Pseudovorticella marina* (Greeff, 1870). Систематическое же изучение обрастания в Азовском море началось только в 60-е гг. XX века. Активно началось изучение обрастаний судов и технических сооружений [76, 86, 140, 141].

Большой вклад в изучение фауны обрастаний Азовского моря внесла Елена Михайловна Парталы, которая активно изучала перифитон Азовского моря, в том числе используя стекла обрастания. Ряд работ Е. М. Парталы посвящен непосредственно инфузориям обрастаний Азовского моря [114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121], в которых она указала 16 видов перифитонных инфузорий.

Также стоит упомянуть работу Д. Ф. Афанасьева с соавторами [15], посвященную перифитону искусственных субстратов Азовского моря, однако упоминания инфузорий в ней нет.

Таким образом, таксоцены инфузорий являются важным компонентом перифитонных сообществ. Данные по численности инфузорий перифитона

Черного и Азовского морей представлены в литературе [50, 65, 113, 121, 127, 128]. Однако, эти данные получены в основном в статике и изучались в одной акватории, никогда не проводился их сравнительный анализ в разных акваториях. Данных по биомассе перифитонных инфузорий Черного моря в литературе нет.

Учитывая важную роль инфузорий в функционировании сообществ перифитона и недостаточную изученность цилиофауны побережья Крыма, особую актуальность приобретает уточнение современного состава цилиофауны и изучение особенностей их экологии. Мало данных по численности и биомассе сидячих цилиат, что затрудняет оценку их роли в пищевых цепях.

При этом, степень изученности перифитонных инфузорий разнится в зависимости от субстрата. Если данные по видовому составу сидячих инфузорий на искусственных субстратах (стеклах обрастания) и на водных животных Черного и Азовского морей представлены в литературе, то инфузории эпифитона изучались только эпизодически. При этом в большинстве работ приводятся только списки обнаруженных видов, а приуроченность инфузорий разных таксонов к тем или иным макрофитам или их сообществам, сезонные явления и особенности распределения практически не обсуждаются.

Стоит также отметить, что поселение на различных субстратах вагильных (подвижных) видов инфузорий часто не принималось во внимание, а численность таких видов не учитывается.

По литературным данным, в Черном и Азовском морях насчитывается 184 вида перифитонных инфузорий, которые относятся к 10 классам, 27 отрядам, 56 семействам и 83 родам (Таблица 3.2). В Черном море зафиксировано 178 видов, а в Азовском – 16 видов.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал диссертационной работы собран в период с 2019 по 2023 гг. на 40 станциях в прибрежье Крыма (Черное и Азовское моря) (Рисунок 2.1, Таблица 2.1).

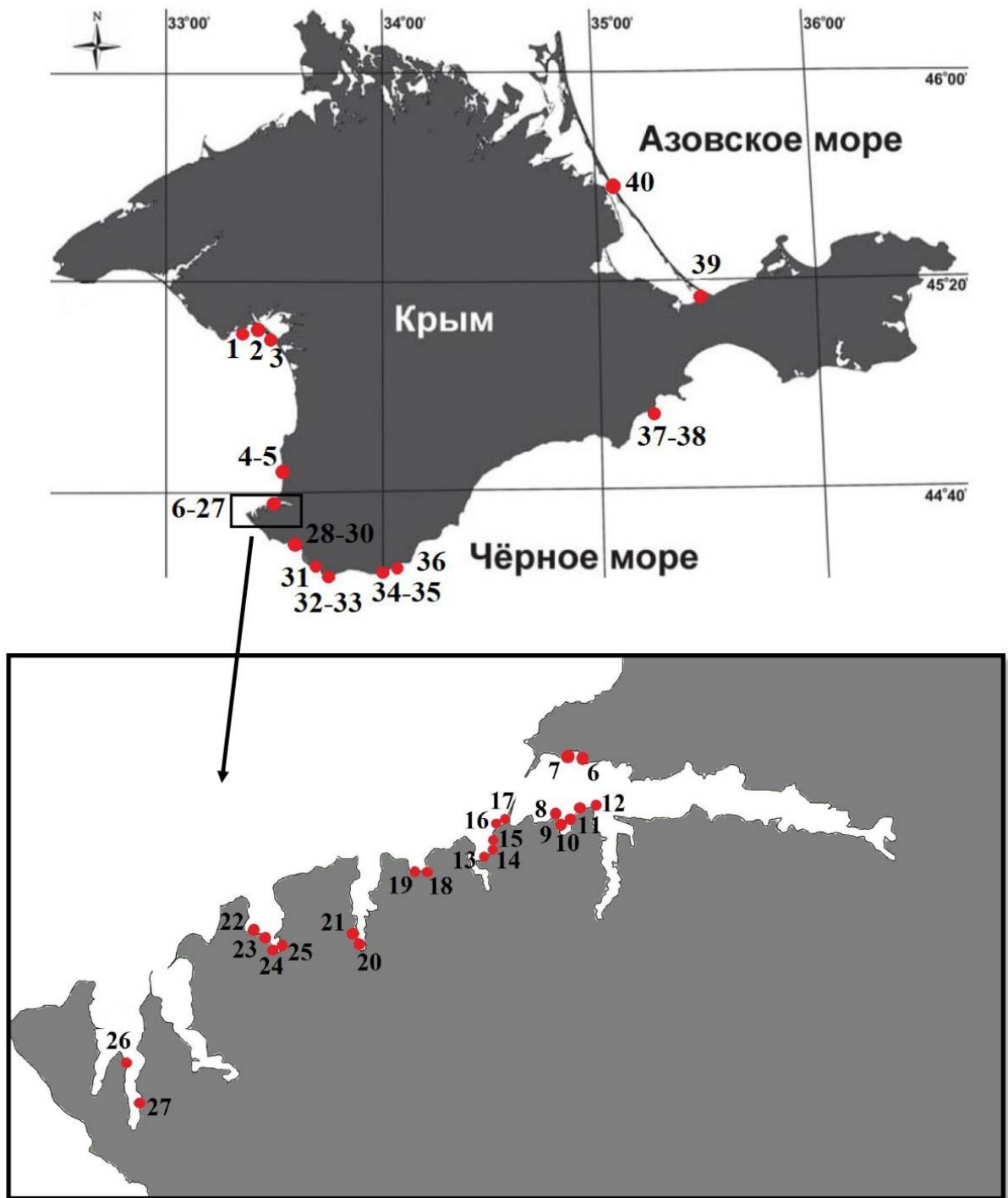


Рисунок 2.1 – Карта-схема расположения станций отбора проб

Таблица 2.1 – Характеристика станций отбора проб и объема материала

| № станции | Акватория              | Координаты                | Температура °С | Соленость ‰ | Кол-во проб | Примечания        |
|-----------|------------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------------|
| 1         | Прибрежье г. Евпатория | N45.174041<br>E33.337788  | 8,4            | 17,6        | 2           | Э                 |
| 2         | -                      | N45.188757<br>E33.418872  | 8,6            | 17,5        | 1           | Э                 |
| 3         | Прибрежье г. Саки      | N45.128073<br>E33.518889  | 24,3           | 18,5        | 3           | Э                 |
| 4         | Прибрежье пос. Орловка | N44.718522<br>E33.548381  | 20,2           | 17,9        | 2           | Э                 |
| 5         | -                      | N 44.720753<br>E33.548579 | 20,5           | 17,4        | 1           | Э                 |
| 6         | Бухта Матюшенко        | N44.628293<br>E33.524945  | 15,0           | 18,1        | 3           | Э                 |
| 7         | -                      | N44.629334<br>E33.522997  | 14,8           | 18,0        | 3           | Э                 |
| 8         | Севастопольская бухта  | N44.616385<br>E33.515511  | 22,0           | 16,7        | 3           | Э                 |
| 9         | -                      | N44.615401<br>E33.519357  | 15,9           | 17,3        | 3           | Э                 |
| 10        | -                      | N44.617008<br>E33.521797  | 17,0           | 18,4        | 3           | П                 |
|           |                        |                           | 15,1           | 17,2        | 3           | Э                 |
|           |                        |                           | 20,1           | 16,9        | 3           | Э                 |
| 11        | -                      | N44.618237<br>E33.524274  | 16,8           | 18,3        | 3+1         | П+С (эксперимент) |
|           |                        |                           | 11,5           | 17,6        | 2           | С                 |
|           |                        |                           | 12,0           | 17,7        | 4           | С, Э              |
|           |                        |                           | 14,9           | 17,4        | 2           | С                 |
|           |                        |                           | 25,8           | 17,9        | 2           | С                 |
|           |                        |                           | 26,1           | 18,1        | 2           | С                 |
| 12        | -                      | N44.618580<br>E33.527159  | 16,6           | 18,4        | 3           | П                 |
|           |                        |                           | 14,1           | 17,8        | 2           | С                 |
|           |                        |                           | 11,9           | 17,2        | 4           | С, Э              |
|           |                        |                           | 10,2           | 16,9        | 2           | С                 |
|           |                        |                           | 18,6           | 17,9        | 2           | С                 |
|           |                        |                           | 16,8           | 18,3        | 2           | С                 |
| 13        | Карантинная бухта      | N44.610031<br>E33.50022   | 15,4           | 17,8        | 6           | Э                 |
|           |                        |                           | 17,7           | 17,9        | 3           | П                 |
| 14        | -                      | N44.610672<br>E33.501164  | 18,1           | 17,8        | 3           | П                 |
| 15        | -                      | N44.612774<br>E33.502696  | 18,4           | 17,9        | 3           | П                 |

Продолжение таблицы 2.1

| № стан-ции | Акватория        | Координаты               | Температура °С | Соленость ‰ | Кол-во проб | Примечания           |
|------------|------------------|--------------------------|----------------|-------------|-------------|----------------------|
| 16         | -                | N44.616059<br>E33.504161 | 24,1           | 17,9        | 2           | С                    |
|            |                  |                          | 21,2           | 17,5        | 2           | С                    |
|            |                  |                          | 9,0            | 17,4        | 4           | С, Э                 |
|            |                  |                          | 16,1           | 17,7        | 4           | С, Э                 |
|            |                  |                          | 21,3           | 17,9        | 2           | С                    |
|            |                  |                          | 26,2           | 18,1        | 4           | С, Э                 |
|            |                  |                          | 17,9           | 18,0        | 1           | С<br>(эксперимент)   |
| 17         | -                | N44.615704<br>E33.503033 | 14,9           | 17,6        | 2           | С                    |
|            |                  |                          | 13,0           | 17,5        | 2           | С                    |
|            |                  |                          | 8,8            | 17,6        | 2           | С                    |
|            |                  |                          | 11,0           | 17,3        | 2           | С                    |
|            |                  |                          | 10,2           | 17,5        | 1           | С                    |
| 18         | Песочная бухта   | N44.609155<br>E33.485203 | 20,7           | 17,1        | 3           | Э                    |
| 19         | -                | N44.608261<br>E33.481312 | 7,2            | 16,9        | 6           | Э                    |
| 20         | Стрелецкая бухта | N44.593375<br>E33.470613 | 19,9           | 17,2        | 3           | Э                    |
| 21         | -                | N44.593826<br>E33.469840 | 7,8            | 16,9        | 6           | Э                    |
| 22         | Круглая бухта    | N44.599013<br>E33.441387 | 15,6           | 18,0        | 4           | П+С<br>(эксперимент) |
|            |                  |                          | 12,8           | 17,1        | 3           | Э                    |
|            |                  |                          | 24,9           | 18,1        | 6           | Э                    |
|            |                  |                          | 14,2           | 17,5        | 2           | С                    |
|            |                  |                          | 8,0            | 17,3        | 2           | С                    |
|            |                  |                          | 24,4           | 18,2        | 2           | С                    |
|            |                  |                          | 22,2           | 17,8        | 3           | Э                    |
|            |                  |                          | 16,6           | 17,7        | 2           | С                    |
| 23         | -                | N44.598041<br>E33.443781 | 17,5           | 17,9        | 3           | П                    |
|            |                  |                          | 22,2           | 17,9        | 2           | С                    |
|            |                  |                          | 14,2           | 17          | 3           | Э                    |
|            |                  |                          | 10,3           | 17,3        | 3           | Э                    |
|            |                  |                          | 15,6           | 18,0        | 2           | С                    |
| 24         | -                | N44.596353<br>E33.446776 | 21,1           | 17,9        | 3           | П                    |
|            |                  |                          | 18,3           | 17,2        | 3           | Э                    |
|            |                  |                          | 11,1           | 17,6        | 3           | Э                    |
|            |                  |                          | 24,4           | 17,9        | 6           | Э                    |
|            |                  |                          | 25,3           | 18,3        | 6           | Э                    |
|            |                  |                          | 22,2           | 17,9        | 6           | Э                    |

Продолжение таблицы 2.1

| № станции                                                                                                                                       | Акватория                        | Координаты                | Температура °С | Соленость ‰ | Кол-во проб | Примечания |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|----------------|-------------|-------------|------------|
| 25                                                                                                                                              | -                                | N44.595243<br>E33.448620  | 8,0            | 16,8        | 3           | Э          |
|                                                                                                                                                 |                                  |                           | 7,7            | 17,1        | 3           | Э          |
|                                                                                                                                                 |                                  |                           | 16,6           | 17,8        | 4           | Э          |
|                                                                                                                                                 |                                  |                           | 9,1            | 17,5        | 6           | Э          |
| 26                                                                                                                                              | Казачья бухта                    | N44.575199<br>E33.410175  | 20,6           | 17,0        | 3           | Э          |
| 27                                                                                                                                              | -                                | N44.566849<br>E33.413238  | 22,1           | 17,8        | 3           | Э          |
| 28                                                                                                                                              | Балаклавский канал               | N44.500562<br>E33.597010  | 10,0           | 19,0        | 9           | Э*         |
| 29                                                                                                                                              | Балаклавская бухта               | N44.497162<br>E33.599028  | 11,4           | 17,4        | 3           | Э          |
|                                                                                                                                                 |                                  |                           | 10,2           | 17,5        | 6           | Э          |
| 30                                                                                                                                              | -                                | N44.498137<br>E33.600307  | 26,0           | 18,2        | 3           | Э          |
| 31                                                                                                                                              | Бухта Ласпи                      | N44.412221<br>E33.715837  | 10,2           | 17,2        | 6           | Э          |
| 32                                                                                                                                              | Прибрежье пос. Форос             | N44.388520<br>E33.781979  | 21,8           | 17,5        | 5           | Э          |
| 33                                                                                                                                              | -                                | N44.388737<br>E33.787116  | 11,4           | 17,4        | 8           | Э          |
| 34                                                                                                                                              | Прибрежье пос. Симеиз            | N44.401695<br>E34.000704  | 25,1           | 18,2        | 3           | Э*         |
| 35                                                                                                                                              | -                                | N44.402505<br>E34.004556  | 25,2           | 18,2        | 3           | Э*         |
| 36                                                                                                                                              | Прибрежье г. Алушка              | N44.414154<br>E34.042374  | 13,0           | 17,6        | 3           | Э          |
| 37                                                                                                                                              | Карадагский природный заповедник | N44.911557<br>E35.202190  | 16,1           | 18,0        | 3           | Э          |
| 38                                                                                                                                              | -                                | N44.912469<br>E35.204262  | 16,0           | 18,0        | 3           | Э          |
| 39                                                                                                                                              | Залив Сиваш                      | N45.288782<br>E35.4667805 | 29,0           | 84,0        | 5           | Э*         |
| 40                                                                                                                                              | -                                | N45.618996<br>E35.077732  | 26,0           | 68,0        | 5           | Э*         |
| Всего проб эпифитона – 195<br>Всего проб стекол обрастания – 54 (270 стекол)<br>Всего планктонных проб для эксперимента – 9<br>Всего проб – 258 |                                  |                           |                |             |             |            |

**Обозначения в таблице:** Э – пробы эпифитона; С – стекла обрастания; П – планктонные пробы для лабораторного эксперимента.

Звездочкой (\*) отмечены материалы, предоставленные коллегами.

Анализировались качественный состав инфузорий и их обилие. Учитывались и сессильные (прикрепленные) и вагильные (подвижные) виды.

Температуру воды на момент отбора проб определяли в поверхностном слое с помощью электронного цифрового термометра с выносным датчиком ТРМ-10, соленость – с помощью оптического рефрактометра AQ-REF-SAL1 (АТС).

Всего нами собрано и изучено 258 проб: 195 проб эпифитона на 36 станциях, 54 пробы стекол обрастания (270 стекол) на 6 станциях и 9 проб планктона на 9 станциях.

### **Методы отбора проб эпифитона.**

Для исследования таксономического состава инфузорий эпифитона производился отбор проб водорослей ручным методом и путем соскоба с камней скребком.

Пробы отбирались в прибрежных зонах на глубинах от 0,1 до 2,0 м. Материал помещали в емкость с морской водой с места отбора пробы и доставляли в лабораторию для обработки.

Инфузории эпифитона изучались на 17 видах макрофитов, собранных на 36 станциях (станции 1 – 13, 16, 18 – 40), в общей сложности обработано 195 проб эпифитона. 25 проб макрофитов были предоставлены коллегами (Н. В. Шадриним, Т. В. Панкеевой, О. А. Миронюк, Н. Г. Сергеевой) (Таблица 2.1).

Для видовой идентификации макрофитов и высших водных растений использовались следующие работы [16, 74, 77]. Также идентификацию макрофитов проводили с помощью коллег из ФИЦ ИнБЮМ (Н. А. Мильчакова, Т. В. Панкеева). Часть видов макрофитов была определена коллегами, предоставившими материалы.

Фрагменты таллома водорослей или вегетативных органов морских трав помещались в чашку Петри, просматривались *in vivo* под малым увеличением микроскопа на предмет наличия цилиат, и далее под большим увеличением, для детального изучения и идентификации обнаруженных инфузорий.

При изучении биотопического распределения инфузорий эпифитона использовали классификацию морфологических типов макроскопических форм бентосной растительности, предложенную Г. Г. Миничевой с соавторами [99], согласно которой все морфологическое разнообразие строения талломов водорослей и вегетативных органов водных сосудистых растений можно разделить на простой и сложный типы.

Талломы (вегетативные органы) простого типа характеризуются однородностью своих частей, все участки таллома имеют схожую форму и незначительно отличаются по размерам. Максимальные и минимальные значения ключевых параметров, определяющих их функцию, отличаются не более, чем в пять раз. В свою очередь, талломы (органы) простого типа бывают цилиндрическими и пластинчатыми [99].

Талломы (вегетативные органы) сложного типа отличаются наличием различных структурных групп, которые имеют существенные различия как по форме, так и по размерам. Эти различия особенно заметны в параметрах, связанных с удельной поверхностью, где максимальное значение функционально значимых параметров может превышать минимальное более чем в пять раз. Талломы (органы) сложного типа подразделяются на сложные цилиндрические, сложные пластинчатые и сложные смешанные [99].

### **Методы отбора проб с использованием искусственных субстратов.**

Искусственные субстраты (предметные стекла размером 76×26×1 мм), экспонировались в 2021 – 2023 гг. в трех бухтах города Севастополя (Севастопольская (станции 11, 12), Карантинная (станции 16, 17) и Круглая (станции 22, 23) бухты (Рисунок 2.1). Стекла устанавливались раз в месяц, продолжительность экспозиции 10 суток. Такая экспозиция была выбрана по литературным данным. Как указывают [162, 273], после 10 суток экспозиции в морских акваториях плотности инфузорий на стеклах обрастания не увеличивается.

Данные, использующиеся в настоящей работе, были получены в результате обработки: 19 проб (95 стекол), экспонируемых в бухте Карантинная (станции 16, 17), 19 проб (95 стекол) – в бухте Севастопольская (станции 11, 12), 13 проб (65 стекол) – в бухте Круглая (станции 22, 23), 12 проб (78 стекол) обработаны в результате эксперимента (станции 10 – 16, 22 – 24) (Таблица 2.1).

Для экспозиции стекол обрастания были использованы пластиковые держатели (Рисунок 2.2). В каждый держатель устанавливали по 5 предметных стекол. По завершении экспозиции стекла извлекали, помещали в емкости с морской водой и транспортировали в лабораторию.

После доставки стекол в лабораторию производился просмотр материала *in vivo*. Часть материалов фиксировали 96 % спиртом либо 4 % формалином. Для изготовления постоянных препаратов, инфузорий помещали в глицерин и желатин-глицерин. В отдельных случаях, для более детального изучения, инфузории содержались в переживающей культуре с искусственной морской водой с добавлением риса [232].

**Методы световой микроскопии.** Изучение инфузорий производилось с помощью световых микроскопов Olympus CX41, С. Zeiss и Микромед 3 (U30). Фотографирование и промеры инфузорий проводили с помощью цифровой камеры TourCam и программы Tour View 3.7.

Для выявления ядерного аппарата (Рисунок 2.3) использовали метиловый зеленый [58], кинетом изучали с помощью импрегнации азотнокислым серебром по Клейну [214, 215]. Данный метод дает возможность выявлять детали оральной и соматической цилиатуры инфузорий [12].

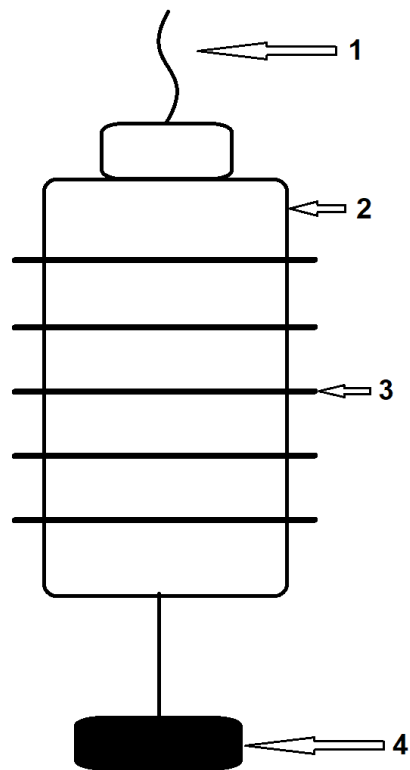


Рисунок 2.2 – Схема установки для экспонирования стекол обрастания:

1 – держатель, 2 – корпус, 3 – предметные стекла, 4 – груз.



Рисунок 2.3 – Зооиды *Epistylis clampi* Ma et Overstreet, 2006, макронуклеусы окрашены метиловым зеленым, масштабная линейка – 50 мкм.

**Идентификация инфузорий.** Видовая идентификация инфузорий производилась с использованием специальных определителей, а также диагнозов и иллюстраций, приведенных в монографиях и статьях [10, 11, 54, 58, 152, 161, 173, 174, 175, 196, 197, 207, 210, 222, 258, 268, 269, 270].

Систематическое положение таксонов инфузорий дано по Д. Линну [220], для класса Suctorea Claparede et Lachmann, 1859 – по И. В. Довгалю [58].

**Методы определения обилия инфузорий.** В качестве характеристик обилия инфузорий использовались плотность –  $N$ , экз./м<sup>2</sup>, биомасса –  $B$ , мг/м<sup>2</sup>, встречаемость –  $R$ .

В связи с невозможностью получения репрезентативных данных по численности инфузорий, обитающих на макрофитах, в качестве показателя обилия цилиат эпифитона использовали встречаемость.

Встречаемость видов ( $R$ ) определяли, как долю проб, в которых найден вид от общего числа [71, 237]. Если  $R > 0,8$ , вид считался константным, если значение данного коэффициента менее 0,8, но более 0,5, то можно говорить о высокой частоте встречаемости вида и он считается регулярным. В диапазоне значений коэффициента от 0,3 до 0,5 находятся виды, имеющие среднюю частоту встречаемости (нерегулярные виды) и при  $R < 0,25$  имела место низкая встречаемость вида и он считался случайным [237].

Оценка плотности ( $N$ , экз) инфузорий на предметном стекле производилась путем подсчета их численности в случайных полях зрения микроскопа [147]. Подсчет производили в 10 случайных полях зрения микроскопа, при этом отмечалось количество клеток каждого вида в каждом из полей зрения. Далее, зная площадь поля зрения микроскопа производили пересчет числа экземпляров на м<sup>2</sup>.

Для определения биомассы инфузорий в мг сначала рассчитывали индивидуальную массу каждого вида ( $B_{ind}$ ) как произведение объема тела на его удельную плотность, умноженную на  $10^{-9}$ . Объемы клеток видов определяли по формуле Симпсона [12, 246]:

$$V = \frac{h}{6} (b_1 + 4b_2 + b_3),$$

где:  $h$  – длина тела,  $b_1$  – площадь нижнего основания,  $b_2$  – площадь среднего сечения,  $b_3$  – площадь верхнего основания.

Удельную плотность инфузорий принимали равной 1 [12].

Полученные индивидуальные массы инфузорий перифитона приведены в Приложении В.

Биомассу ( $B$ , мг/м<sup>2</sup>) инфузорий рассчитывали по формуле:

$$B = \sum_{i=1}^n (B_{ind} \times N_i),$$

где:  $B_{ind}$  – индивидуальная масса вида в мг,  $N_i$  – плотность вида (в экз./м<sup>2</sup>),  $n$  – число видов.

Для статистической обработки данных использовались методы описательной статистики, а также кластерный, регрессионный, корреляционный и двухфакторный дисперсионный (two-way ANOVA) анализы.

Нормальность распределения выборок оценивали с помощью критерия Шапиро-Уилка [248]. В случаях, когда распределение не соответствовало нормальному, определяли медианы регистрируемых параметров. Достоверность разницы между медианами оценивали с помощью U-критерия Манна-Уитни.

Достоверность разницы между средними оценивали с помощью T-критерия Стьюдента.

При применении двухфакторного дисперсионного анализа в качестве факторов были выбраны «Сезон» со следующими градациями: 1 – зима; 2 – весна; 3 – лето; 4 – осень и «Акватория» с градациями: 1 – Круглая бухта; 2 – Карантинная бухта; 3 – Севастопольская бухта.

Силу влияния фактора по Плохинскому ( $h$ ) определяли как долю факториальной дисперсии от общей дисперсии.

Сходство видовых составов инфузорий разных акваторий Черного и Азовского морей анализировалось с помощью кластерного анализа по индексу фаунистического сходства Шимкевича-Симпсона, который рекомендуется при фрагментарности данных [123, 159, 184, 247].

Индекс Шимкевича-Симпсона определяется как  $M/N_{\min}$ , где  $M$  – число общих видов в двух списках, а  $N_{\min}$  – число видов в меньшем списке [123, 159, 184, 247]. Данный индекс изменяется в пределах от 0,00 до 1,00, его значение достигает 1,00, если все виды из меньшего списка включены в больший.

Оценка доминирования по плотности выполнена по шкале Е. Л. Любарского [91]: малозначимый вид ( $0 < n \leq 4$ ), второстепенный вид ( $4 < n \leq 16$ ), субдоминант ( $16 < n \leq 36$ ), доминант ( $36 < n \leq 64$ ), абсолютный доминант ( $64 < n \leq 100$ ), где  $n$  – доля вида в общей плотности, выраженная в процентах. Для биомассы использовалась аналогичная кубически трансформированная шкала, предложенная А. И. Бакановым [17]: малозначимый вид ( $0 < b \leq 1$ ), второстепенный вид ( $1 < b \leq 6$ ), субдоминант ( $6 < b \leq 22$ ), доминант ( $22 < b \leq 50$ ), абсолютный доминант ( $50 < b \leq 100$ ), где  $b$  – доля вида в общей биомассе, выраженная в процентах.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программных пакетов MSExcel и Past 4.06b [206].

### **Оценка относительного обилия расселительных стадий (томитов) сидячих инфузорий перифитона.**

Относительное обилие расселительных стадий сидячих инфузорий определяли по методу И. В. Довгаля и С. С. Крамаренко [51, 183]. Идея метода состоит в том, что темп заселения стерильного субстрата сидячими инфузориями пропорционален концентрации их томитов в планктоне. Соответственно, в лаборатории по численности осевших в единицу времени трофонтов оценивают динамику колонизации субстратов. Поскольку темп колонизации отражается угловым коэффициентом линейной регрессии, в

качестве меры относительного обилия томитов используют сравнение угловых коэффициентов [51, 183].

Для лабораторного эксперимента 15 мая 2023 года были отобраны пробы воды (объемом 6 л) в поверхностном слое воды на станциях 10 – 12, 13 – 15, 22 – 24 в бухтах Севастопольская, Карантинная и Круглая соответственно, в трех повторностях в каждой бухте (Рисунок 2.1, Таблица 2.1).

В лаборатории пробы воды помещались в пластиковые сосуды, в которые на пластиковых держателях помещалось по 7 вертикально ориентированных предметных стекол ( $76 \times 26 \times 1$  мм). Раз в сутки извлекали по одному стеклу из каждого сосуда и на них в 12-ти случайных полях зрения оценивали численность прошедших метаморфоз трофонтов сидячих инфузорий. Продолжительность эксперимента составляла 7 суток. В соответствии с рекомендацией [183] учитывались трофонты, осевшие на одной из сторон стекла. Затем число трофонтов пересчитывалось на  $\text{м}^2$  субстрата.

При обработке результатов лабораторного эксперимента разница между угловыми коэффициентами регрессии в повторностях оценивалась с помощью анализа ковариансы ANCOVA [183, 248]. Достоверность разницы между коэффициентами регрессии для отдельных бухт оценивали с помощью Т-критерия Стьюдента [248].

Для сравнительной оценки обилия сидячих инфузорий параллельно с лабораторным экспериментом в Севастопольской (станция 11), Карантинной (станция 16) и Круглой (станция 22) бухтах на глубине около 1 м экспонировали в специальных держателях вертикально ориентированные стекла обрастания (Рисунок 2.2). В связи с ограниченным доступом к отдельным участкам побережья бухт для постановки стекол обрастания были выбраны три станции (по одной в каждой бухте) с примерно одинаковыми условиями (каменистое дно с преобладанием бурых водорослей *Ericaria crinita*). Продолжительность экспозиции 7 суток. По окончании экспозиции

стекла доставлялись в лабораторию и на них в 12-ти случайных полях зрения оценивалась плотность трофонтов.

В рамках эксперимента и в лаборатории, и в природных акваториях учитывались только трофонты сессильных видов инфузорий.

### ГЛАВА 3. ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИНFUЗОРИЙ ПЕРИФИТОНА ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ

Как указано в главе 1, по литературным данным в Черном и Азовском морях насчитывается 184 вида перифитонных инфузорий. В результате наших исследований удалось уточнить и дополнить сведения о таксономическом составе инфузорий перифитона Черного и Азовского морей.

Также нами была проведена систематическая и номенклатурная ревизия инфузорий перифитона Черного и Азовского морей. Систематическая принадлежность видов указана в соответствии с общепринятой в настоящее время системой Д. Линна [220], за исключением класса Suctorea Claparede et Lachmann, 1858, для которого использовалась система И. В. Довгаля [58].

Часть приведенных в литературе видовых названий инфузорий перифитона Черного и Азовского морей, оказались младшими синонимами или омонимами, отдельные виды из старых работ были перемещены из типа Ciliophora в другие таксоны.

Так, вид *Crateromorpha mirabilis* Perejaslawzewa, 1886, указанный С.М. Переяславцевой [39], отмечен как «*nomen dubium*» [165]. Соответственно, род *Crateromorpha* Perejaslawzewa, 1886 также признан «*nomen dubium*» [154]. Вид *Diophrys norvegicus* (Claparede et Lachmann, 1858), указанный в работе [39], сведен в синонимы вида *Diophrys appendiculata* (Ehrenberg, 1838) [165].

Для вида *Zoothamnium plumosum*, указанного в работе С. М. Переяславцевой [122] под ее авторством, было предложено новое название – *Zoothamnium plumula* Kahl, 1933 в связи с омонимией [210]. Согласно статье 50.1 Международного кодекса зоологической номенклатуры [97] автором видового названия «*Zoothamnium plumula*» является А. Каль.

Вид, указанный в литературе [29, 39, 65, 111] как *Vorticella marina* Greeff, 1870 был перемещен в состав рода *Pseudovorticella* Foissner et Schiffman, 1975 как *Pseudovorticella marina* (Greeff, 1870) [208]. *Vorticella citrina* (Müller, 1773), указанный в работе [39], является синонимом вида *V. convallaria* Linnaeus,

1758 [186]. *Vorticella similis* Stokes, 1887, по мнению авторов [187] является пресноводной формой вида *V. nebulifera* Müller, 1773, однако Рейд [187] показал, что *V. nebulifera* var. *similis* входит в пределы изменчивости *V. convallaria* Linnaeus, 1758. В свою очередь, вид *Vorticella nebulifera* Müller, 1786, указанный В. О. Дагаевой [48] в списке инфузорий Соленого озера, был перенесен в род *Pseudovorticella* с видовым названием *Pseudovorticella nebulifera* (O. F. Müller, 1786) [150]. *Vorticella dudekemi* Kahl, 1933 [39] является синонимом вида *V. cratera* Kent, 1881 [269]. *Vorticella claparedei* Andrussowa, 1886 [14] из-за способа сокращения стебелька перенесен в род *Haplocaulis* с видовым названием *Haplocaulus claparedei* (Andrussowa, 1886) [269].

Вид *Maregastrostyla pulchra* (Pereyaslawzewa, 1886), указанный С. М. Переяславцевой [122], перемещен в состав рода *Protogastrostyla* Gong et al., 2007 в комбинации названий *Protogastrostyla pulchra* (Pereyaslawzewa, 1886) [200].

Вид *Puxicola socialis* (Gruber, 1879) был описан А. Грубером [202] под названием *Cothurnia socialis* без диагноза, рисунка и без указания местонахождения.

Только через год А. Грубер [203] опубликовал диагноз и рисунок *C. socialis*. В качестве местонахождения был указан аквариум с водой из Северного моря.

Но одновременно с А. Грубером в том же выпуске журнала Дж. Дэвис [176] опубликовал диагноз и рисунок вида *Cothurnia corrugata* Davis, 1879 со сходной морфологией.

С. Кент [212], в свою очередь, переместил *Cothurnia socialis* в состав предложенного им рода *Puxicola* как *P. socialis* [202]. С. Кент упомянул и *C. corrugata*, указав, что этот вид, вероятно, идентичен виду, описанному А. Грубером, несмотря на имеющиеся морфологические отличия, в частности наличие у *C. corrugata* двух выростов в нижней части раковины, которых нет у *P. socialis*. При этом С. Кент не включил этот вид ни в состав рода *Puxicola*, ни в состав рода *Cothurnia*.

Ф. Труба [262] свел название *C. corrugata* в синонимы *P. socialis*. Однако при этом возникла проблема приоритета. Поскольку первоначально название А. Грубера было обнародовано [202] без диагноза и рисунка, то, до момента их опубликования в 1880 г. [203], название *C. socialis* было *nomen nudum*. С другой стороны, название *C. corrugata* было опубликовано [176] с соблюдением необходимых формальностей. Таким образом, приоритет принадлежит Дж. Дэвису и *C. corrugata* является старшим синонимом. С учетом этого Ф. Труба [262] указал, что видовое название *corrugata* не использовалось более 50 лет после опубликования, тогда как название *socialis* встречается в десятках работ.

В таком случае, в соответствии со статьей 23.9 Международного кодекса зоологической номенклатуры [97], видовое название *corrugata* является *nomen oblitum*, тогда как название *socialis* – *nomen protectum*, поэтому использование названия *socialis* является предпочтительным.

Однако следует отметить, что вид, описанный Дж. Дэвисом, несомненно, относится к роду *Pyxicola*. При этом у *C. corrugata* имеются существенные отличия от других представителей *Pyxicola*, такие как наличие выростов дна лорики, уплощенное, а не округлое дно лорики, отсутствие эндостила. В связи с этим мы, до получения дополнительных данных, не включаем *Cothurnia corrugata* в список синонимов *Pyxicola socialis* и перемещаем *C. corrugata* в состав рода *Pyxicola* как *Pyxicola corrugata* [176] comb. n. [36].

Данные о представленности разных классов инфузорий в перифитоне Черного и Азовского морей приведены в таблице 3.1.

Таксономический состав инфузорий перифитона Черного и Азовского морей согласно литературным и собственным данным приведен в таблице 3.2.

Таблица 3.1 – Представленность классов типа Ciliophora в перифитоне Черного и Азовского морей (по литературным и собственным данным)

| Класс             | Количество таксонов |           |     |     |
|-------------------|---------------------|-----------|-----|-----|
|                   | Отряд               | Семейство | Род | Вид |
| Karyorelictea     | 1                   | 1         | 1   | 1   |
| Heterotrichea     | 1                   | 5         | 6   | 16  |
| Spirotrichea      | 5                   | 10        | 22  | 50  |
| Litostomatea      | 3                   | 5         | 7   | 19  |
| Phyllopharyngea   | 2                   | 4         | 5   | 19  |
| Suctorea          | 7                   | 11        | 14  | 24  |
| Nassophorea       | 2                   | 2         | 2   | 3   |
| Prostomatea       | 1                   | 4         | 5   | 7   |
| Plagiopylea       | 1                   | 1         | 1   | 1   |
| Oligohymenophorea | 5                   | 14        | 24  | 77  |
| Всего             | 28                  | 57        | 87  | 217 |

Всего в перифитоне Черного моря насчитывается 205 видов, а Азовского – 20 видов.

Наибольшим видовым богатством в перифитоне Черного и Азовского морей характеризуется класс Oligohymenophorea (77 видов, 35 % общего видового состава), а в пределах класса подкласс Peritrichia (55 видов, 25 %), наибольшим числом видов представлен род *Zoothamnium* (15 видов, 7 %). Несколько меньше видовое богатство отмечено для класса Spirotrichea (50 видов, 23 %). Следующие по числу видов классы Suctorea (24 вида, 11 %), Litostomatea (19 видов, 9 %), Phyllopharyngea (19 видов, 9 %) и Heterotrichea (16 видов, 7 %). Остальные классы представлены семью (Prostomatea), тремя (Nassophorea) и одним (Karyorelictea, Plagiopylea) видами соответственно (Таблица 3.1).

Таблица 3.2 – Таксономический состав инфузорий перифитона Черного и Азовского морей (по литературным и собственным данным)

| №<br>п/п                                                                                                                                                                                                                                      | Виды                                                                        | Черное<br>море | Азовское<br>море | Источник |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|----------|
| <p>Тип CILIOPHORA (Doflein, 1901)<br/>Подтип POSTCILIODESMATOPHORA Gerassimova et Seravin, 1976</p> <p><b>Класс Karyorelictea Corliss, 1974</b></p> <p>Отряд Protostomatida Small et Lynn, 1985<br/>Семейство Trachelocercidae Kent, 1881</p> |                                                                             |                |                  |          |
| 1.                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Trachelocerca phoenicopterus</i> subsp.<br><i>margaritata</i> Kahl, 1930 | +              | -                | [39]     |
| <p><b>Класс Heterotrichea Stein, 1859</b></p> <p>Отряд Heterotrichida Stein, 1859<br/>Семейство Blepharismidae Jankowski in Small et Lynn, 1985</p>                                                                                           |                                                                             |                |                  |          |
| 2.                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Blepharisma lateritum</i> Ehrenberg, 1831                                | +              | -                | [39]     |
| Семейство Climacostomidae Repak, 1972                                                                                                                                                                                                         |                                                                             |                |                  |          |
| 3.                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Fabrea salina</i> Hennessey, 1890                                        | +              | -                | [39]     |
| Семейство Condylomatidae Kahl in Doflein et Reichenow, 1929                                                                                                                                                                                   |                                                                             |                |                  |          |
| 4.                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Condyloma magnum</i> Spiegel, 1926                                       | +              | -                | [113]    |
| 5.                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Condyloma patens</i> O.F. Müller, 1786                                   | +              | -                | [39]     |
| 6.                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Condyloma patulum</i> Claparede et<br>Lachmann, 1858                     | +              | -                | [113]    |
| Семейство Folliculinidae Dons, 1914                                                                                                                                                                                                           |                                                                             |                |                  |          |
| 7.                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Folliculina aculeata</i> Stein, 1867                                     | -              | +                | [121]    |
| 8.                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Folliculina ampulla</i> O.F. Müller, 1773                                | +              | -                | [39, 29] |
| 9.                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Folliculina boltoni</i> Kent, 1881                                       | +              | -                | [29]     |
| 10.                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Folliculina elegans</i> Claparede et Lachmann,<br>1858                   | +              | -                | [65]     |
| 11.                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Folliculina similis</i> Dons, 1915                                       | +              | -                | [29]     |
| 12.                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Folliculina spirorbis</i> Dons, 1912                                     | -              | +                | [121]    |
| 13.                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Folliculina</i> sp. 1                                                    | +              | -                |          |
| 14.                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Folliculina</i> sp. 2                                                    | -              | +                | [121]    |
| 15.                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Folliculinopsis producta</i> (Wright, 1859)                              | -              | +                | [121]    |

## Продолжение таблицы 3.2

| №<br>п/п                                 | Виды                                             | Черное<br>море | Азовско<br>е море | Источник    |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------|-------------------|-------------|
| Семейство Stentoridae Carus, 1863        |                                                  |                |                   |             |
| 16.                                      | <i>Stentor multiformis</i> (O.F. Müller, 1786)   | ***            | -                 |             |
| 17.                                      | <i>Stentor polymorphus</i> (O.F. Müller, 1773)   | -              | +                 | [121]       |
| Подтип INTRAMACRONUCLEATA Lynn, 1996     |                                                  |                |                   |             |
| <b>Класс Spirotrichea Bütschli, 1889</b> |                                                  |                |                   |             |
| Подкласс Hypotrichia Stein, 1859         |                                                  |                |                   |             |
| Отряд Euplotida Small et Lynn, 1985      |                                                  |                |                   |             |
| Семейство Aspidiscidae Ehrenberg, 1830   |                                                  |                |                   |             |
| 18.                                      | <i>Actinotricha hyaline</i> Perejaslawzewa, 1885 | +              | -                 | [39]        |
| 19.                                      | <i>Aspidisca aculeata</i> (Ehrenberg, 1838)      | ++             | -                 | [65]        |
| 20.                                      | <i>Aspidisca caspica</i> Agamaliyev, 1967        | +              | -                 | [65]        |
| 21.                                      | <i>Aspidisca crenata</i> Fabre-Domergue, 1885    | +              | -                 | [65]        |
| 22.                                      | <i>Aspidisca leptaspis</i> Fresenius, 1865       | +              | -                 | [65]        |
| 23.                                      | <i>Aspidisca lyncaster</i> (O.F. Müller, 1773)   | +              | -                 | [39]        |
| 24.                                      | <i>Aspidisca lynceus</i> O.F. Müller, 1773       | +              | -                 | [39]        |
| 25.                                      | <i>Aspidisca plana</i> Perejaslawzewa, 1886      | +              | -                 | [39]        |
| 26.                                      | <i>Aspidisca polystyla</i> Stein, 1859           | +              | -                 | [39]        |
| 27.                                      | <i>Aspidisca pulcherrima</i> Kahl, 1932          | +              | -                 | [65]        |
| 28.                                      | <i>Aspidisca turrita</i> (Ehrenberg, 1831)       | +              | -                 | [39]        |
| Семейство Euplotidae Ehrenberg, 1838     |                                                  |                |                   |             |
| 29.                                      | <i>Euplotes balteatus</i> Kahl, 1932             | ++             | -                 | [5, 65]     |
| 30.                                      | <i>Euplotes charon</i> (O.F. Müller, 1786)       | ++             | -                 | [39, 65]    |
| 31.                                      | <i>Euplotes crassus</i> Dujardin, 1841           | +              | -                 | [65]        |
| 32.                                      | <i>Euplotes extensus</i> Fresenius, 1865         | +              | -                 | [39]        |
| 33.                                      | <i>Euplotes harpa</i> Stein, 1859                | ++             | -                 | [5, 39, 65] |
| 34.                                      | <i>Euplotes minuta</i> Yocum, 1930               | +              | -                 | [65]        |
| 35.                                      | <i>Euplotes patella</i> Ehrenberg, 1838          | +              | -                 | [39]        |
| 36.                                      | <i>Euplotes trisulcatus</i> Kahl, 1932           | ++             | -                 | [65]        |
| 37.                                      | <i>Euplotes vannus</i> (O.F. Müller, 1786)       | ++             | -                 | [39, 65]    |
| 38.                                      | <i>Euplotes</i> sp.                              | +              | -                 | [113]       |
| Семейство Uronychiidae Jankowski, 1975   |                                                  |                |                   |             |
| 39.                                      | <i>Diophrys appendiculata</i> (Ehrenberg, 1838)  | +              | -                 | [39, 65]    |
| 40.                                      | <i>Diophrys pontica</i> Andrussowa, 1886         | +              | -                 | [39]        |
| 41.                                      | <i>Diophrys scutum</i> (Dujardin, 1841)          | ++             | -                 | [39]        |
| 42.                                      | <i>Uronychia transfuga</i> (O.F. Müller, 1786)   | +              | -                 | [39, 65]    |

| №<br>п/п                                                                                                                           | Виды                                                        | Черное<br>море | Азовское<br>море | Источник |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------|------------------|----------|
| Подкласс Stichotrichia Small et Lynn, 1985<br>Отряд Stichotrichida Fauré-Fremiet, 1961<br>Семейство Amphisiellidae Jankowski, 1979 |                                                             |                |                  |          |
| 43.                                                                                                                                | <i>Amphisiella capitata</i> (Pereyaslawzewa, 1886)          | +              | -                | [39, 65] |
| 44.                                                                                                                                | <i>Amphisiella milnei</i> (Kahl, 1932)                      | +              | -                | [65]     |
| 45.                                                                                                                                | <i>Protogastrostyla pulchra</i> (Pereyaslawzewa, 1886)      | +              | -                | [39]     |
| Семейство Spirofilidae von Gelei, 1929                                                                                             |                                                             |                |                  |          |
| 46.                                                                                                                                | <i>Stichotricha merschkowski</i> Kahl, 1932                 | +              | -                | [39]     |
| 47.                                                                                                                                | <i>Stichotricha</i> sp.                                     | +              | -                | [113]    |
| 48.                                                                                                                                | <i>Urostrongylum caudatum</i> Kahl, 1935                    | +              | -                | [65]     |
| Отряд Sporadotrichida Fauré-Fremiet, 1961<br>Семейство Oxytrichidae Ehrenberg, 1830                                                |                                                             |                |                  |          |
| 49.                                                                                                                                | <i>Oxytricha saltans</i> (Cohn, 1866)                       | +              | -                | [39]     |
| 50.                                                                                                                                | <i>Rubrioxytricha ferruginea</i> (Stein, 1859)              | +              | -                | [39]     |
| 51.                                                                                                                                | <i>Tachysoma pellionellum</i> (O.F. Müller, 1773)           | +              | -                | [65]     |
| Отряд Urostylida Jankowski, 1979<br>Семейство Epiclontidae Wicklow et Borror, 1990                                                 |                                                             |                |                  |          |
| 52.                                                                                                                                | <i>Epiclontes auricularis</i> (Claparède et Lachmann, 1858) | +              | -                | [39]     |
| Семейство Pseudokeronopsidae Borror et Wicklow, 1983                                                                               |                                                             |                |                  |          |
| 53.                                                                                                                                | <i>Pseudokeronopsis flava</i> (Cohn, 1866)                  | +++            | -                |          |
| 54.                                                                                                                                | <i>Pseudokeronopsis rubra</i> (Ehrenberg, 1835)             | ++             | -                | [39, 65] |
| 55.                                                                                                                                | <i>Uroleptopsis viridis</i> (Pereyaslawzewa, 1886)          | +              | -                | [39]     |
| Семейство Urostylidae Bütschli, 1889                                                                                               |                                                             |                |                  |          |
| 56.                                                                                                                                | <i>Anteolosticha arenicola</i> (Kahl, 1932)                 | +              | -                | [65]     |
| 57.                                                                                                                                | <i>Anteolosticha scutellum</i> (Cohn, 1866)                 | +              | -                | [39]     |
| 58.                                                                                                                                | <i>Australothrix zignis</i> (Entz, 1884)                    | +              | -                | [65]     |
| 59.                                                                                                                                | <i>Holosticha gibba</i> (O.F. Müller, 1786)                 | +              | -                | [39, 65] |
| 60.                                                                                                                                | <i>Pseudoamphisiella alveolata</i> (Kahl, 1932)             | +              | -                | [65]     |
| 61.                                                                                                                                | <i>Uroleptus gibbus</i> (Claparede et Lachmann, 1858)       | +              | -                | [39]     |
| 62.                                                                                                                                | <i>Uroleptus</i> sp.                                        | ++             | -                |          |
| 63.                                                                                                                                | <i>Urostyla rubra</i> Andrussowa, 1886                      | +              | -                | [39]     |

| №<br>п/п                                                                                                                                                              | Виды                                                             | Черное<br>море | Азовское<br>море | Источник |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|----------|
| Подкласс Oligotrichia Bütschli, 1887/1889<br>Отряд Strombidiida Petz et Foissner, 1992<br>Семейство Strombidiidae Fauré-Fremiet, 1970                                 |                                                                  |                |                  |          |
| 64.                                                                                                                                                                   | <i>Strombidium capitatum</i> (Leegaard, 1915)                    | +              | -                | [113]    |
| 65.                                                                                                                                                                   | <i>Strombidium cylindromorphum</i><br>Perejaslawzewa, 1886       | +              | -                | [39]     |
| 66.                                                                                                                                                                   | <i>Strombidium styliifer</i> Levander, 1894                      | +              | -                | [39]     |
| 67.                                                                                                                                                                   | <i>Strombidium sulcatum</i> Claparède et Lachmann, 1859          | +              | -                | [39]     |
| Класс Litostomatea Small et Lynn, 1981<br><br>Подкласс Haptoria Corliss, 1974<br>Отряд Haptorida Corliss, 1974<br>Семейство Acropisthiidae Foissner et Foissner, 1988 |                                                                  |                |                  |          |
| 68.                                                                                                                                                                   | <i>Chaenea teres</i> (Dujardin, 1841)                            | +              | -                | [39]     |
| 69.                                                                                                                                                                   | <i>Chaenea vorax</i> Quennerstedt, 1867                          | +              | -                | [65]     |
| Семейство Enchelyidae Ehrenberg, 1838                                                                                                                                 |                                                                  |                |                  |          |
| 70.                                                                                                                                                                   | <i>Enchelys arcuata</i> Claparede et Lachmann, 1859              | +              | -                | [37, 48] |
| 71.                                                                                                                                                                   | <i>Enchelys pupa</i> O.F.Müller, 1786                            | +              | -                | [37, 48] |
| Семейство Lacrymariidae de Fromentel, 1876                                                                                                                            |                                                                  |                |                  |          |
| 72.                                                                                                                                                                   | <i>Lacrymaria coronata</i> Claparede et Lachmann, 1858           | +              | -                | [39, 65] |
| 73.                                                                                                                                                                   | <i>Lacrymaria elegans</i> Engelmann 1862                         | +              | -                | [39]     |
| 74.                                                                                                                                                                   | <i>Lacrymaria lagenula</i> var. <i>brevinucleata</i> Lepsi, 1962 | +              | -                | [39]     |
| 75.                                                                                                                                                                   | <i>Lacrymaria marina</i> Kahl, 1933                              | +***           | -                |          |
| 76.                                                                                                                                                                   | <i>Lacrymaria olor</i> (O.F. Müller, 1786)                       | +              | -                | [39, 65] |
| Отряд Pleurostomatida Schewiakoff, 1896<br>Семейство Litonotidae Kent, 1882                                                                                           |                                                                  |                |                  |          |
| 77.                                                                                                                                                                   | <i>Acineria incurvata</i> Dujardin, 1841                         | +              | -                | [39]     |
| 78.                                                                                                                                                                   | <i>Litonotus cygnus</i> (O.F. Müller, 1776)                      | +*             | -                | [39, 65] |
| 79.                                                                                                                                                                   | <i>Litonotus fasciola</i> (Wresniowski, 1870)                    | +*             | -                | [39, 65] |
| 80.                                                                                                                                                                   | <i>Litonotus lamella</i> Schewiakoff, 1896                       | +              | -                | [39, 65] |
| 81.                                                                                                                                                                   | <i>Litonotus</i> sp.                                             | +*             | -                |          |
| 82.                                                                                                                                                                   | <i>Loxophyllum grande</i> (Entz, 1879)                           | +              | -                | [39]     |
| 83.                                                                                                                                                                   | <i>Loxophyllum rostratum</i> Cohn, 1866                          | +*             | -                | [39, 65] |
| 84.                                                                                                                                                                   | <i>Loxophyllum setigerum</i> Quennerstedt, 1867                  | +              | -                | [39]     |
| 85.                                                                                                                                                                   | <i>Loxophyllum</i> sp.                                           | +*             | -                |          |

| №<br>п/п                                                                                                                                                                                         | Виды                                                       | Черное<br>море | Азовское<br>море | Источник |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------|------------------|----------|
| Отряд Cyclotrichiida Jankowski, 1980<br>Семейство Mesodiniidae Jankowski, 1980                                                                                                                   |                                                            |                |                  |          |
| 86.                                                                                                                                                                                              | <i>Mesodinium acarus</i> Stein, 1862                       | +              | -                | [39]     |
| <b>Класс Phyllopharyngea de Puytorac et al., 1974</b><br><br>Подкласс Cystophoria Faure-Fremiet in Corliss, 1956<br>Отряд Chlamydodontida Deroux, 1970<br>Семейство Chilodonellidae Deroux, 1970 |                                                            |                |                  |          |
| 87.                                                                                                                                                                                              | <i>Chilodonella caudata</i> Stokes, 1885                   | +              | -                | [65]     |
| 88.                                                                                                                                                                                              | <i>Chilodonella uncinata</i> (Ehrenberg, 1838)             | ++             | -                | [65]     |
| 89.                                                                                                                                                                                              | <i>Chilodonella cucullus</i> (O.F. Müller) Ehrenberg, 1833 | ++             | -                | [39]     |
| 90.                                                                                                                                                                                              | <i>Chilodonella helgolandica</i> Kahl, 1935                | ++             | -                | [65]     |
| Семейство Chlamydodontidae Stein, 1859                                                                                                                                                           |                                                            |                |                  |          |
| 91.                                                                                                                                                                                              | <i>Chlamydonon mnemosyne</i> Ehrenberg, 1835               | +              | -                | [39]     |
| 92.                                                                                                                                                                                              | <i>Chlamydonon pachydermis</i> Perejaslawzewa, 1885        | +              | -                | [39]     |
| 93.                                                                                                                                                                                              | <i>Chlamydonon triquetrus</i> (O.F. Müller, 1786)          | ++             | -                | [39, 65] |
| 94.                                                                                                                                                                                              | <i>Chlamydonon</i> sp.                                     | ++             | -                |          |
| Отряд Dysteriida Deroux, 1970<br>Семейство Dysteriidae Claparède et Lachmann, 1858                                                                                                               |                                                            |                |                  |          |
| 95.                                                                                                                                                                                              | <i>Dysteria angustata</i> (Claparede et Lachmann, 1859)    | +              | -                | [39]     |
| 96.                                                                                                                                                                                              | <i>Dysteria armata</i> Huxley, 1857                        | +              | -                | [39]     |
| 97.                                                                                                                                                                                              | <i>Dysteria marina</i> Gourret and Roeser, 1886            | ++             | -                | [65]     |
| 98.                                                                                                                                                                                              | <i>Dysteria monostyla</i> (Ehrenberg, 1838)                | ++             | -                | [39, 65] |
| 99.                                                                                                                                                                                              | <i>Dysteria oliva</i> (Entz, 1884)                         | +              | -                | [39]     |
| 100.                                                                                                                                                                                             | <i>Dysteria sulcata</i> Claparède et Lachmann, 1858        | +              | -                | [39]     |
| 101.                                                                                                                                                                                             | <i>Dysteria</i> sp.                                        | ++             | -                |          |
| 102.                                                                                                                                                                                             | <i>Trochilia marina</i> Mereschkowsky, 1881                | +              | -                | [39]     |
| 103.                                                                                                                                                                                             | <i>Trochilia sigmoides</i> Dujardin, 1841                  | +              | -                | [39, 65] |
| Семейство Hartmannulidae Poche, 1913                                                                                                                                                             |                                                            |                |                  |          |
| 104.                                                                                                                                                                                             | <i>Hartmannula entzi</i> Kahl, 1931                        | ++             | -                | [65]     |
| 105.                                                                                                                                                                                             | <i>Hartmannula</i> sp.                                     | ++             | -                |          |

| №<br>п/п                                                                                                                                                             | Виды                                                     | Черное<br>море | Азовское<br>море | Источник              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------|------------------|-----------------------|
| <b>Класс Suctorea Claparede et Lachmann, 1858</b><br><br>Подкласс Exogenia Collin, 1912<br>Отряд Podophryida Jankowski, 1973<br>Семейство Podophryidae Haeckel, 1866 |                                                          |                |                  |                       |
| 106.                                                                                                                                                                 | <i>Podophrya fixa</i> (O.F. Müller, 1786)                | +              | -                | [58]                  |
| 107.                                                                                                                                                                 | <i>Podophrya libera</i> Perty, 1852                      | +              | -                | [58]                  |
| Отряд Metacinetida Jankowski, 1978<br>Семейство Metacinetidae Butschli, 1889                                                                                         |                                                          |                |                  |                       |
| 108.                                                                                                                                                                 | <i>Metacineta mystacina</i> (Ehrenberg, 1832)            | +              | -                | [58]                  |
| Семейство Paracinetidae Jankowski, 1975                                                                                                                              |                                                          |                |                  |                       |
| 109.                                                                                                                                                                 | <i>Paracineta livadiana</i> (Mereschkowsky, 1881)        | ++             | -                | [14, 58, 98, 122]     |
| 110.                                                                                                                                                                 | <i>Paracineta patula</i> (Claparede et Lachmann, 1859)   | +              | -                | [122]                 |
| 111.                                                                                                                                                                 | <i>Paracineta saifulae</i> (Mereschkowsky, 1877)         | +              | -                | [39, 65, 177]         |
| 112.                                                                                                                                                                 | <i>Limnoricus ponticus</i> Dovgal et Lozowskiy, 2008     | +              | -                | [58]                  |
| Отряд Ephelotida Raabe, 1964<br>Семейство Ephelotidae Kent, 1881                                                                                                     |                                                          |                |                  |                       |
| 113.                                                                                                                                                                 | <i>Ephelota coronata</i> Wright, 1858                    | +              | -                | [62]                  |
| 114.                                                                                                                                                                 | <i>Ephelota crustaceorum</i> (Haller, 1880)              | +              | -                | [29]                  |
| 115.                                                                                                                                                                 | <i>Ephelota gemmipara</i> (Hertwig, 1876)                | +              | +                | [39, 65, 58, 78, 121] |
| 116.                                                                                                                                                                 | <i>Ephelota</i> sp.                                      | ++             | -                |                       |
| Отряд Vermigemmida Jankowski, 1973<br>Семейство Dentacinetidae Batisse, 1992                                                                                         |                                                          |                |                  |                       |
| 117.                                                                                                                                                                 | <i>Andrusoviella marina</i> (Andrusova, 1886)            | +              | -                | [14]                  |
| Подкласс Evaginogenia Jankowski, 1975<br>Отряд Discophryida Jankowski, 1975<br>Семейство Discophryidae Collin, 1912                                                  |                                                          |                |                  |                       |
| 118.                                                                                                                                                                 | <i>Discophrya cylindrica</i> (Perty, 1852)               | +              | -                | [58]                  |
| Семейство Periacinetidae Jankowski, 1978                                                                                                                             |                                                          |                |                  |                       |
| 119.                                                                                                                                                                 | <i>Kormosia linguifera</i> (Claparede et Lachmann, 1859) | +              | -                | [58]                  |

## Продолжение таблицы 3.2

| №<br>п/п                                                                                                                       | Виды                                                    | Черное<br>море | Азовское<br>море | Источник                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------|------------------|--------------------------------|
| Подкласс Endogenia Collin, 1912<br>Отряд Acinetida Raabe, 1964<br>Семейство Acinetidae Ehrenberg, 1838                         |                                                         |                |                  |                                |
| 120.                                                                                                                           | <i>Acineta compressa</i> Claparede et Lachmann, 1859    | ++             | +                | [39, 58, 78]                   |
| 121.                                                                                                                           | <i>Acineta foetida</i> Maupas, 1881                     | +              | +                | [58, 104]                      |
| 122.                                                                                                                           | <i>Acineta grandis</i> Kent, 1881                       | +              | -                | [29]                           |
| 123.                                                                                                                           | <i>Acineta poculum</i> Hertwig, 1876                    | +              | -                | [39]                           |
| 124.                                                                                                                           | <i>Acineta tuberosa</i> Ehrenberg, 1834                 | ++             | +                | [14, 29, 48, 58, 62, 104, 121] |
| 125.                                                                                                                           | <i>Acinetides infundibuliformis</i> (Wang et Nie, 1932) | +              | +                | [58, 113]                      |
| 126.                                                                                                                           | <i>Trematosoma complatana</i> (Gruber, 1884)            | +              | -                | [65]                           |
| Семейство Tokophryidae Jankowski, 1975                                                                                         |                                                         |                |                  |                                |
| 127.                                                                                                                           | <i>Tokophrya lemnae</i> (Stein, 1859)                   | +              | -                | [14]                           |
| Отряд Trichophryida Jankowski, 1978<br>Семейство Trichophryidae Bütschli, 1879                                                 |                                                         |                |                  |                                |
| 128.                                                                                                                           | <i>Marinecta columbiae</i> (Wailes, 1932)               | -              | +++              |                                |
| Семейство Solenophryidae Jankowski, 1981                                                                                       |                                                         |                |                  |                                |
| 129.                                                                                                                           | <i>Solenophrya crassa</i> Claparede et Lachmann, 1859   | +              | -                | [58]                           |
| <b>Класс Nassophorea Small et Lynn, 1981</b><br><br>Отряд Nassulida Jankowski, 1967<br>Семейство Nassulidae de Fromentel, 1874 |                                                         |                |                  |                                |
| 130.                                                                                                                           | <i>Nassula notata</i> O.F. Müller, 1786                 | +              | -                | [39]                           |
| Отряд Synhymeniida de Puytorac et al., 1978<br>Семейство Orthodonellidae Jankowski, 1968                                       |                                                         |                |                  |                                |
| 131.                                                                                                                           | <i>Orthodonella hamatus</i> (Gruber, 1884)              | ++             | -                | [65]                           |
| 132.                                                                                                                           | <i>Orthodonella</i> sp.                                 | ++             | -                |                                |

| №<br>п/п                                                                                                                                                                                                 | Виды                                               | Черное<br>море | Азовское<br>море | Источник |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------|------------------|----------|
| <b>Класс PROSTOMATEA Schewiakoff, 1896</b><br><br>Отряд Prorodontida Corliss, 1974<br>Семейство Prorodontidae Kent, 1881                                                                                 |                                                    |                |                  |          |
| 133.                                                                                                                                                                                                     | <i>Prorodon discolor</i> (Ehrenberg, 1831)         | +              | -                | [39]     |
| 134.                                                                                                                                                                                                     | <i>Prorodon ovum</i> (Ehrenberg, 1831)             | +              | -                | [37, 48] |
| 135.                                                                                                                                                                                                     | <i>Prorodon</i> sp.                                | +              | -                | [113]    |
| Семейство Placidae Small et Lynn, 1985                                                                                                                                                                   |                                                    |                |                  |          |
| 136.                                                                                                                                                                                                     | <i>Placus striatus</i> Cohn, 1866                  | +              | -                | [39]     |
| Семейство Colepidae Ehrenberg, 1838                                                                                                                                                                      |                                                    |                |                  |          |
| 137.                                                                                                                                                                                                     | <i>Tiarina fusus</i> Bergh, 1881                   | +              | -                | [39]     |
| Семейство Holophryidae Perty, 1852                                                                                                                                                                       |                                                    |                |                  |          |
| 138.                                                                                                                                                                                                     | <i>Bursellopsis spumosa</i> (Schmidt, 1920)        | +              | -                | [113]    |
| 139.                                                                                                                                                                                                     | <i>Holophrya discolor</i> Ehrenberg, 1834          | +              | -                | [37, 48] |
| <b>Класс Plagiopylea Small et Lynn, 1985</b><br><br>Отряд Plagiopylida Jankowksi, 1978<br>Семейство Sonderiidae Small et Lynn, 1985                                                                      |                                                    |                |                  |          |
| 140.                                                                                                                                                                                                     | <i>Sonderia vestita</i> Kahl, 1930                 | +              | -                | [65]     |
| <b>Класс Oligohymenophorea de Puytorac et al., 1974</b><br><br>Подкласс Peniculia Fauré-Fremiet in Corliss, 1956<br>Отряд Peniculida Fauré-Fremiet in Corliss, 1956<br>Семейство Frontoniidae Kahl, 1926 |                                                    |                |                  |          |
| 141.                                                                                                                                                                                                     | <i>Frontonia fusca</i> (Quennerstedt, 1869)        | +              | -                | [39]     |
| Отряд Philasterida Small, 1967<br>Семейство Cohnilembidae Kahl, 1933                                                                                                                                     |                                                    |                |                  |          |
| 142.                                                                                                                                                                                                     | <i>Cohnilembus pusillus</i> (Quennerstedt, 1869)   | +              | -                | [39]     |
| 143.                                                                                                                                                                                                     | <i>Cohnilembus reesi</i> (Kahl, 1931)              | +              | -                | [39]     |
| 144.                                                                                                                                                                                                     | <i>Cohnilembus verminus</i> (O.F. Müller, 1786)    | +              | -                | [39]     |
| Семейство Paralembidae Corliss et de Puytorac in Samall et Lynn, 1985                                                                                                                                    |                                                    |                |                  |          |
| 145.                                                                                                                                                                                                     | <i>Anophrys sarcophaga</i> Cohn, 1866              | -              | +                | [39]     |
| Семейство Philasteridae Kahl, 1931                                                                                                                                                                       |                                                    |                |                  |          |
| 146.                                                                                                                                                                                                     | <i>Philaster digitiformis</i> Fabre-Domergue, 1885 | +              | -                | [39]     |
| 147.                                                                                                                                                                                                     | <i>Helicostoma oblongum</i> Cohn, 1866             | +              | -                | [39]     |

| №<br>п/п                                                                                                                                         | Виды                                            | Черное<br>море | Азовское<br>море | Источник |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------|------------------|----------|
| Семейство Cinetochilidae Perty, 1852                                                                                                             |                                                 |                |                  |          |
| 148.                                                                                                                                             | <i>Cinetochilum margaritaceum</i> Perty, 1852   | +              | -                | [39]     |
| Семейство Uronematidae Thompson, 1964                                                                                                            |                                                 |                |                  |          |
| 149.                                                                                                                                             | <i>Uronema elegans</i> (Maupas, 1883)           | +              | -                | [39]     |
| 150.                                                                                                                                             | <i>Uronema marinum</i> Dujardin, 1841           | ++             | -                | [39]     |
| 151.                                                                                                                                             | <i>Uronema tortum</i> Маурас, 1883              | +              | -                | [39]     |
| 152.                                                                                                                                             | <i>Uronema</i> sp.                              | ++             | -                | [113]    |
| Отряд Pleuronematida Fauré-Fremiet in Corliss, 1956<br>Семейство Cyclidiidae Ehrenberg, 1838                                                     |                                                 |                |                  |          |
| 153.                                                                                                                                             | <i>Cyclidium heptatrichum</i> Schewiakoff, 1893 | +              | -                | [39]     |
| 154.                                                                                                                                             | <i>Cyclidium citrullus</i> Cohn, 1865           | +              | -                | [39]     |
| 155.                                                                                                                                             | <i>Cyclidium glaucoma</i> O. F. Müller, 1786    | +              | -                | [39]     |
| Семейство Pleuronematidae Kent, 1881                                                                                                             |                                                 |                |                  |          |
| 156.                                                                                                                                             | <i>Pleuronema crassum</i> Dujardin, 1841        | +              | -                | [39]     |
| 157.                                                                                                                                             | <i>Pleuronema</i> sp.                           | +              | -                | [113]    |
| Подкласс Hymenostomatia Delage et Herouard, 1896<br>Отряд Tetrahymenida Fauré-Fremiet in Corliss, 1956<br>Семейство Tetrahymenidae Corliss, 1952 |                                                 |                |                  |          |
| 158.                                                                                                                                             | <i>Tetrahymena pyriformis</i> (Ehrenberg, 1830) | +              | -                | [39]     |
| Семейство Turaniellidae Didier, 1971                                                                                                             |                                                 |                |                  |          |
| 159.                                                                                                                                             | <i>Colpidium colpoda</i> (Ehrenberg, 1830)      | +              | -                | [39]     |
| Подкласс Peritrichia Stein, 1859<br>Отряд Sessilida Stein, 1933<br>Семейство Epistylididae Kahl, 1933                                            |                                                 |                |                  |          |
| 160.                                                                                                                                             | <i>Epistylis anastatica</i> (Linnaeus, 1767)    | ++             | -                | [65]     |
| 161.                                                                                                                                             | <i>Epistylis clampi</i> Ma et Overstreet, 2006  | +++            | -                | [6]      |
| 162.                                                                                                                                             | <i>Epistylis</i> sp.                            | ++             | -                |          |
| 163.                                                                                                                                             | <i>Opisthostyla</i> sp.                         | +++            | -                |          |

| №<br>п/п                                   | Виды                                                          | Черное<br>море | Азовское<br>море | Источник          |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------|------------------|-------------------|
| Семейство Vaginicolidae de Fromentel, 1874 |                                                               |                |                  |                   |
| 164.                                       | <i>Cothurnia angusta</i> Kahl, 1933                           | -              | ***              | [3, 244]          |
| 165.                                       | <i>Cothurnia annulata</i> Stokes, 1885                        | +              | +                | [121]             |
| 166.                                       | <i>Cothurnia pedunculata</i> Dons, 1918                       | -              | ***              | [3, 244]          |
| 167.                                       | <i>Cothurnia compressa</i> Claparede et Lachmann, 1858        | +              | -                | [39]              |
| 168.                                       | <i>Cothurnia innata</i> O. F. Müller, 1786                    | +              | -                | [39]              |
| 169.                                       | <i>Cothurnia marina</i> Andrussowa, 1886                      | +              | -                | [39]              |
| 170.                                       | <i>Cothurnia maritima</i> Ehrenberg, 1838                     | +              | -                | [39]              |
| 171.                                       | <i>Cothurnia nodosa</i> Claparede et Lachmann, 1858           | +              | -                | [39]              |
| 172.                                       | <i>Cothurnia peloscolicis</i> Precht, 1935                    | -              | ***              |                   |
| 173.                                       | <i>Cothurnia</i> sp.                                          | +              | -                |                   |
| 174.                                       | <i>Cothurniopsis valvata</i> Stokes, 1893                     | -              | ***              | [3, 244]          |
| 175.                                       | <i>Pyxicola pusilla</i> Wrzesniowski, 1870                    | +              | -                | [65]              |
| 176.                                       | <i>Pyxicola socialis</i> (Gruber, 1879)                       | +              | -                | [36, 121, 263]    |
| 177.                                       | <i>Platycola longicollis</i> var. <i>reflexa</i> Mermod, 1914 | +              | -                | [65]              |
| 178.                                       | <i>Vaginicola gigantea</i> D'Udekem, 1862                     | -              | +                | [121]             |
| 179.                                       | <i>Vaginicola ingenta</i> (O.F. Müller, 1786)                 | +              | -                | [81]              |
| 180.                                       | <i>Vaginicola pontica</i> Mereschkowski, 1881                 | +              | -                | [39]              |
| 181.                                       | <i>Vaginicola</i> sp.                                         | +              | +                | [39]              |
| 182.                                       | <i>Pachytrocha cothurnoides</i> Kent, 1881                    | +              | -                | [81]              |
| Семейство Vorticellidae Ehrenberg, 1838    |                                                               |                |                  |                   |
| 183.                                       | <i>Vorticella campanula</i> Ehrenberg, 1831                   | +              | -                | [39, 29, 65, 105] |
| 184.                                       | <i>Vorticella campanulata</i> (Kahl, 1933)                    | +              | -                | [81]              |
| 185.                                       | <i>Vorticella convallaria</i> Linnaeus, 1758                  | +              | -                | [39, 81]          |
| 186.                                       | <i>Vorticella cratera</i> Kent, 1881                          | +              | -                | [39]              |
| 187.                                       | <i>Vorticella fusca</i> Precht, 1935                          | ***            | -                |                   |
| 188.                                       | <i>Vorticella globularia</i> O.F. Müller, 1773                | +              | -                | [29]              |
| 189.                                       | <i>Vorticella gracilis</i> Dujardin, 1841                     | +              | -                | [39]              |
| 190.                                       | <i>Vorticella longiseta</i> Dietz, 1964                       | ***            | -                |                   |
| 191.                                       | <i>Vorticella microstoma</i> Ehrenberg, 1830                  | +              | -                | [39]              |
| 192.                                       | <i>Vorticella parapulchella</i> Sun et al., 2006              | ***            | -                |                   |
| 193.                                       | <i>Vorticella pyriforme</i> Stiller, 1939                     | ***            | -                | [4, 153]          |
| 194.                                       | <i>Vorticella sinica</i> Sun et al., 2009                     | ***            | -                |                   |
| 195.                                       | <i>Vorticella striata</i> Dujardin, 1841                      | +              | -                | [29]              |
| 196.                                       | <i>Pseudovorticella marina</i> (Greeff, 1870)                 | +              | +                | [29, 39, 65]      |
| 197.                                       | <i>Pseudovorticella monilata</i> (Tatem, 1870)                | +              | -                | [81]              |
| 198.                                       | <i>Pseudovorticella nebulifera</i> (O.F. Müller, 1786)        | +              | -                | [48, 65, 81]      |
| 199.                                       | <i>Carchesium gemellum</i> O.F. Müller, 1786                  | +              | -                | [65]              |
| 200.                                       | <i>Carchesium polypinum</i> (Linnaeus, 1758)                  | +              | -                | [81]              |
| 201.                                       | <i>Carchesium</i> sp.                                         | +              | -                |                   |

## Продолжение таблицы 3.2

| №<br>п/п                             | Виды                                                      | Черное<br>море | Азовское<br>море | Источник     |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------|------------------|--------------|
| Семейство Zoothamniidae Sommer, 1951 |                                                           |                |                  |              |
| 202.                                 | <i>Zoothamnium alrasheidi</i> Ji et al., 2009             | ***            | -                |              |
| 203.                                 | <i>Zoothamnium alternans</i> Claparède et Lachmann, 1859  | +              | -                | [29]         |
| 204.                                 | <i>Zoothamnium arbuscula</i> Ehrenberg, 1839              | +              | -                | [81]         |
| 205.                                 | <i>Zoothamnium cienkowskii</i> Wrzesniowski, 1877         | +              | -                | [39]         |
| 206.                                 | <i>Zoothamnium commune</i> Kahl, 1933                     | ***            | -                |              |
| 207.                                 | <i>Zoothamnium dichotomum</i> Wright (in Kent, 1882)      | +              | -                | [29]         |
| 208.                                 | <i>Zoothamnium hentscheli</i> Kahl, 1935                  | +              | +                | [65, 121]    |
| 209.                                 | <i>Zoothamnium marinum</i> Mereschkowski, 1879            | +              | -                | [39, 65]     |
| 210.                                 | <i>Zoothamnium nutans</i> Claparède et Lachmann, 1858     | +              | -                | [29]         |
| 211.                                 | <i>Zoothamnium perejaslawzewae</i> (Perejaslawzewa, 1883) | +              | -                | [39]         |
| 212.                                 | <i>Zoothamnium plumula</i> Kahl, 1933                     | +              | -                | [39]         |
| 213.                                 | <i>Zoothamnium ponticum</i> Andrussowa, 1886              | +              | -                | [39, 65]     |
| 214.                                 | <i>Zoothamnium sinense</i> Song, 1991                     | ***            | -                | [4, 153]     |
| 215.                                 | <i>Zoothamnium vermicola</i> Precht, 1935                 | ***            | -                |              |
| 216.                                 | <i>Zoothamnium</i> sp.                                    | ***            | -                | [245]        |
| 217.                                 | <i>Haplocaulus claparedei</i> (Andrussowa, 1886)          | +              | -                | [14, 39, 65] |

(\*) – виды, зарегистрированные в собственных пробах; (\*\*) – виды, впервые отмеченные в акватории

Как видно из Таблицы 3.2, 14 видов инфузорий отмечены нами впервые для Черного моря, и 5 видов – для Азовского. Один вид (*Puxicola socialis*), отмечен впервые в прибрежье Крыма.

Ниже приводятся сведения о новых для Черного и Азовского морей видах инфузорий, даны их краткие описания, распространение, морфометрические характеристики, а также микрофотографии или (при отсутствии качественных фото) схематические рисунки.

Тип Ciliophora Doflein, 1901

Подтип Postciliodesmatophora Gerassimova et Seravin, 1976

Класс Heterotrichea Stein, 1859

Отряд Heterotrichida Stein, 1859

Семейство Stentoridae Carus, 1863

Род *Stentor* Oken, 1815

***Stentor multiformis* (Müller, 1786) (Рисунок 3.1)**

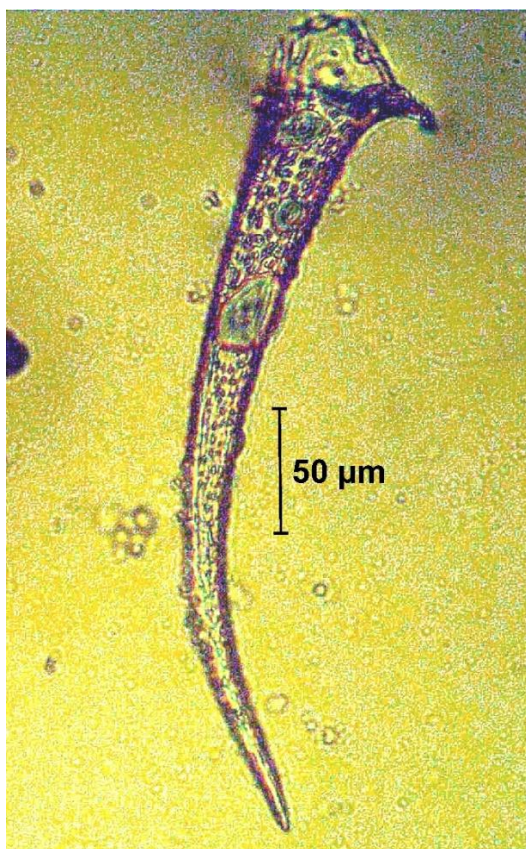


Рисунок 3.1 – *Stentor multiformis* (Müller, 1786) (*in vivo*)

**Диагноз** (по [195] и собственным данным). Клетка трубчатой формы, имеет бледно зеленую окраску. Макронуклеус сферический, расположен в центре клетки. Сократительная вакуоль одна, расположена на левой стенке ротовой воронки. Имеется 34 – 45 рядов ресничек, расстояние между которыми увеличивается по часовой стрелке.

**Размеры (мкм):** длина клетки в полностью расправленном состоянии – 340, ширина клетки в максимальной части – 42, диаметр аппертуры – 75, диаметр макронуклеуса – 31.

**Распространение.** Вид был найден в бентосе и поверхностной пленке солоноватоводных прудов и приливных бассейнов Северного и Балтийского морей, Атлантического и Тихого океанов [163, 217, 228, 255, 267]. По данным А. Каля [209], это типичная форма для соленой воды. Согласно более поздним исследованиям, вид также встречается в озерах и прудах [167, 198, 201, 231, 241, 243] и нередко в проточных водах [157, 233, 238]. П. Пьюторак с соавт. [236] отметили его в небольшом эвтрофном озере, покрытом сфагновым мхом, недалеко от Монреаля (Канада). А. Альбрехт [157] обнаружил *S. multiformis* на предметных стеклах в речной системе Везера (Германия). Подробная информация о распространении данного вида представлена в работе В. Фойсснера с соавторами [195].

В наших исследованиях вид обнаружен на стеклах обрастания в мае 2023 года (Карантинная бухта, Черное море) при температуре воды 18,4 °C и солености 17,9 ‰. Согласно литературным данным, находки семейства Stentoridae и рода *Stentor* для Черного моря неизвестны.

**Примечание.** Впервые вид был описан О. Ф. Мюллером [228], однако был отнесен к роду *Vorticella*. Позднее Х. Г. Эренберг [185] переместил его в род *Stentor* Oken, 1815.

Подтип Intramacronucleata Lynn, 1996

Класс Spirotrichea Bütschli, 1889

Подкласс Hypotrichia Stein, 1859

Отряд Urostylida Jankowski, 1979

Семейство Pseudokeronopsidae Borror et Wicklow, 1983

Род *Pseudokeronopsis* Borror et Wicklow, 1983

***Pseudokeronopsis flava* (Cohn, 1866) (Рисунок 3.2)**

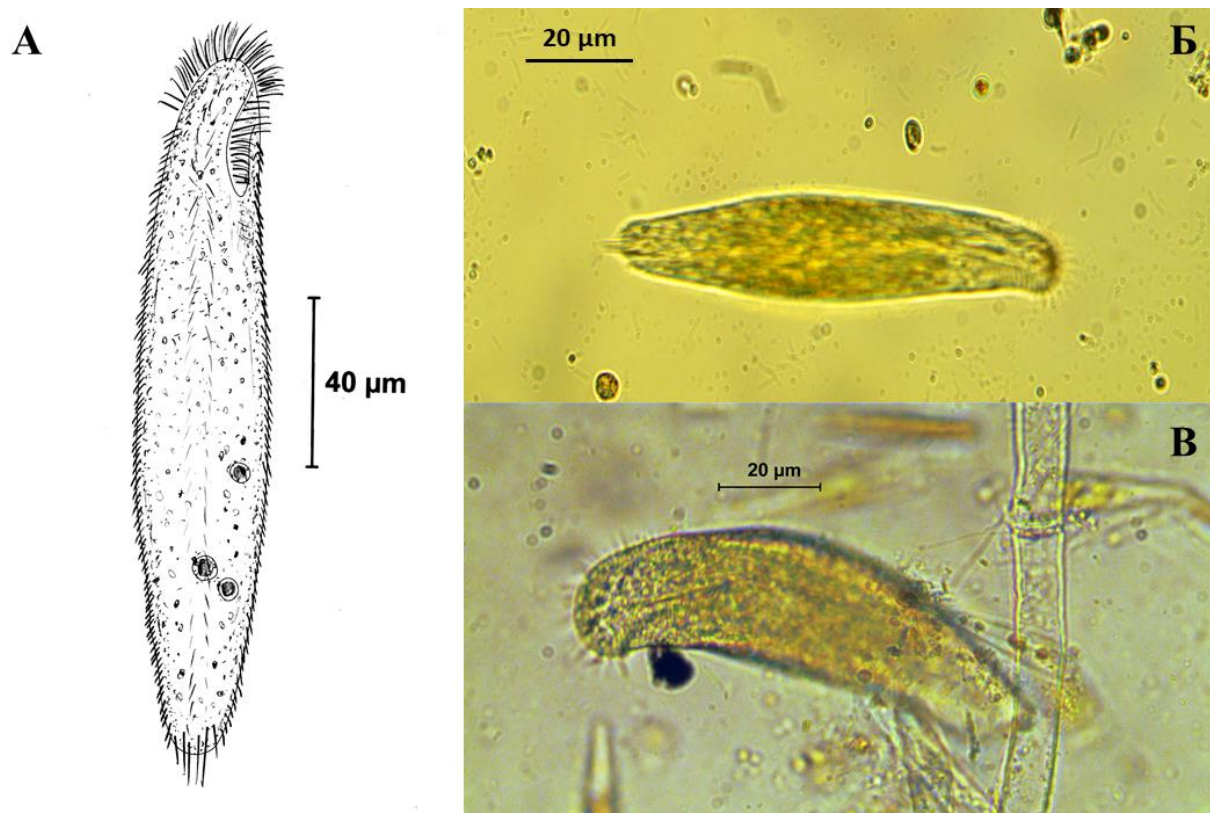


Рисунок 3.2 – *Pseudokeronopsis flava* (Cohn, 1866) (*in vivo*): А – схематический рисунок, Б, В – микрофотографии

**Диагноз** (по [251] и собственным данным). Клетка от желтого до желто-коричневого цвета, имеет вытянутую эллиптическую форму, оба конца закруглены и слегка сужены, передняя часть обычно вогнута влево. Одна сократительная вакуоль расположена ниже середины тела. Макронуклеус в виде многочисленных макронуклеарных узелков. Имеются два типа кортикальных гранул (1-й тип желто-коричневые, сгруппированные в узор вокруг цирр и ресничек, 2-й тип бесцветные, расположенны под гранулами первого типа). 10 – 12 фронтальных цирр, расположены в 2 ряда.

**Размеры (мкм):** длина тела – 165, максимальная ширина – 35.

**Распространение:** Европа (Англия, Франция, Дания, Германия, Италия и Польша), Северная Америка (США) [172], Азия (в прибрежных водах вблизи Чжаныцзяна, Южный Китай [251], Корея [172]. В наших исследованиях вид

обнаружен на стеклах обрастания в Карантинной и Севастопольской бухтах (Черное море) при температуре воды от 9 до 15 °С и солености 17,4 и 17,6 ‰.

Класс Litostomatea Small et Lynn, 1981

Подкласс Haptoria Corliss, 1974

Отряд Haptorida Corliss, 1974

Семейство Lacrymariidae de Fromentel, 1876

Род *Lacrymaria* Bory de St. Vincent, 1824

***Lacrymaria marina* Kahl, 1933 (Рисунок 3.3)**

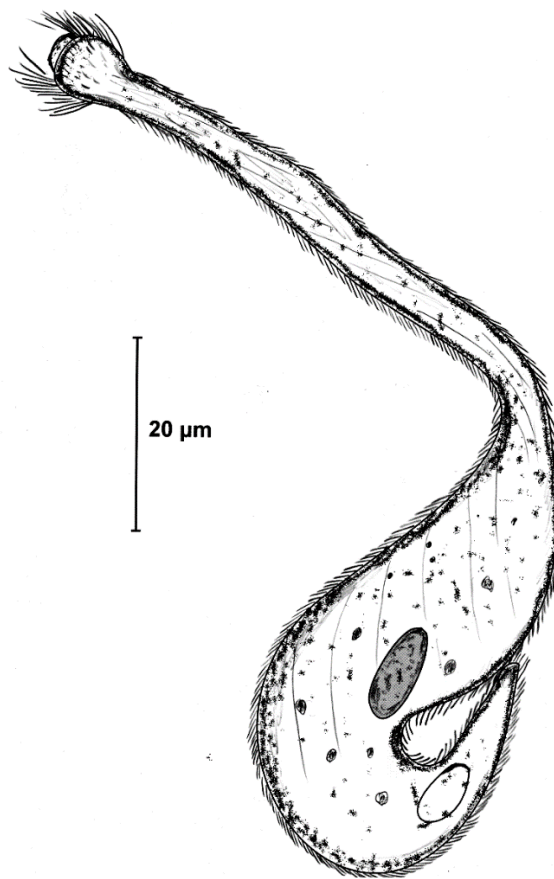


Рисунок 3.3 – *Lacrymaria marina* Kahl, 1933 (схематический рисунок) (*in vivo*)

**Диагноз** (по [252] и собственным данным). Тело веретенообразное, шея может вдвое превышать длину основного тела. Соматические ресничные ряды (кинеты) расположены спирально. Насчитывается около 20 соматических

кинет. Клетки серого цвета, непрозрачные, заполнены мельчайшими гранулами. Один эллипсовидный макронуклеус. Одна сократительная вакуоль расположена ближе к заднему концу тела. Питание в основном одноклеточными водорослями.

**Размеры (мкм):** длина тела – 110 – 300 в зависимости от сокращения, ширина – 10 – 25.

**Распространение.** Вид впервые указан А. Калем в акватории Северного моря (Германия) [209]. Позже были указания находок у побережья Вишакхапатнама (Индия) [211], для акватории Китая [252], Балтийского моря [226], Кореи [213]. В наших исследованиях вид обнаружен на стеклах обрастания в Карантинной бухте весной и летом при температуре воды от 11 до 26,2 °С и солености 17,3 – 18,1 ‰ соответственно и в Севастопольской бухте осенью при температуре воды 18,6 °С и 17,9 ‰.

Класс Suctorea Claparede et Lachmann, 1858

Подкласс Endogenia Collin, 1912

Отряд Trichophryida Jankowski, 1978

Семейство Trichophryidae Bütschli, 1879

Род *Marinecta* Jankowski, 2007

***Marinecta columbiae* (Wailes, 1932) (Рисунок 3.4)**

**Диагноз** (по [266] и собственным данным). Клетка цилиндрической формы с полусферическими концами и многочисленными щупальцами, распределенными по полюсам клетки. Макронуклеус сферический.

**Размеры (мкм):** длина клетки – 36 (по [266] длина клетки составляла от 60 до 75 мкм), диаметр – 25 (по [266] диаметр клетки – 40 – 48 мкм). Макронуклеус диаметром 9 (по [266] макронуклеус достигал диаметра 12 мкм). Длина щупалец – 10 – 15.



Рисунок 3.4 – *Marinecta columbiae* (Wailes, 1932). Препарат окрашен бенгальским розовым

**Распространение.** Вид редкий. Первоначально указан Г. Вайлесом [266] в планктоне Тихого океана (прибрежье острова Леннард, залив Клейоукот, Британская Колумбия). Другие находки данного вида не известны. В наших исследованиях вид обнаружен при обработке проб (предоставлены Н.В. Шадриным) из залива Сиваш (Азовское море), собраны в июне 2019 г. при температуре воды 26 °С и солености 68 ‰. Для Азовского моря данный отряд, семейство, род и вид отмечены впервые. В Черном море вид обнаружен не был.

**Примечание.** Первоначально вид описан как *Trichophrya columbiae* Wailes, 1932. Позже, А. В. Янковский [152] переместил его в род *Marinecta* Jankowski, 2007.

Класс Oligohymenophorea de Puytorac et al., 1974

Подкласс Peritrichia Stein, 1859

Отряд Sessilida Stein, 1933

Семейство Epistylididae Kahl, 1933

Род *Epistylis* Ehrenberg, 1830

***Epistylis clampi* Ma et Overstreet, 2006 (Рисунок 3.5)**

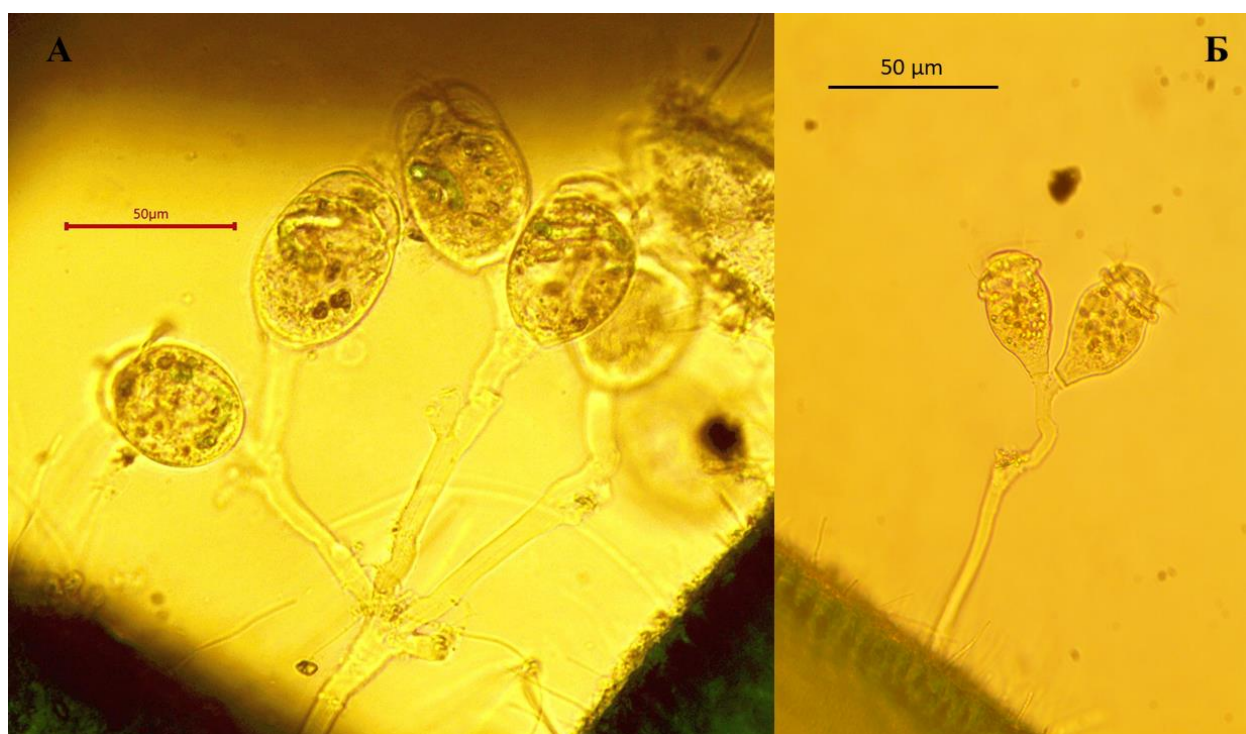


Рисунок 3.5 – *Epistylis clampi* Ma et Overstreet, 2006: А – общий вид колонии; Б – отдельные зооиды (*in vivo*)

**Диагноз** (по [221] и собственным данным). Колониальные инфузории с длинным асимметрично и дихотомически разветвленным стеблем. Ответвленные стебли, несущие отдельные пары зооидов, неравной длины. Стебель гладкий, с очень тонкой продольной исчерченностью. Форма зооида удлинённая, вазовидная. При сокращении, зооид складывается над передним концом стеблевой ветви, зооиды также уплощаются перед образованием расселительных стадий (телотрохов). Сократительная вакуоль одиночная,

апикальная, расположена ниже перистомального диска. Макронуклеус подковообразный, поперечно ориентирован в верхней половине зооида. Пелликула гладкая.

**Размеры (мкм):** длина зооидов 57 – 67, ширина 26 – 42 (*in vivo*). Диаметр стебля – 6 – 10. Ширина перистомальной губы – 29 – 65, высота – 5–7 (*in vivo*). Диаметр сократительной вакуоли – 8 – 10.

**Распространение.** Данный вид был описан с голубого краба *Callinectes sapidus* Rathbum, 1896 с атлантического побережья США [221], затем указан (без указания субстрата и точного местонахождения) для побережья Китая [252]. По данным авторов вида [221], особи встречались в изобилии на внешней поверхности наружного скелета краба и редко на жабрах и щетинках. В наших исследованиях вид зафиксирован в большом количестве на зеленой водоросли *Ulva linza* в мае 2022 г. (бухта Севастопольская, Черное море) при температуре 14,9 °С и солености 17,4 ‰. Таким образом, данная находка является третьей после первоописания вида.

Род *Opisthostyla* Stokes, 1886

***Opisthostyla* sp.** (Рисунок 3.6)

**Диагноз** (по [257] и собственным данным). Зооид имеет форму перевернутого колокола. Стебелек длинный, несократимый. Имеется изгиб стебелька в точке прикрепления к зооиду. При сокращении зооида стебель действует как пружина, отбрасывая клетку назад. Перистом имеет отчетливый выступ.

**Размеры (мкм):** длина зооида – 31, ширина – 23. Длина стебля – 30. Диаметр аппертуры – 18.

**Распространение.** По литературным данным, виды данного рода в Черном и Азовском море найдены не были. В литературе есть указания находок данного рода в Японском море [216], а также в качестве эпибионтов олигохет и пиявок [229, 242] без указания местонахождения.

Таким образом, род *Opisthostyla* является новым для региона. В наших исследованиях, вид зафиксирован прикрепленным к водоросли *Ericaria crinita* (Duby) Molinari and Guiry, 2020 (Севастопольская бухта, Черное море) в марте 2022 г. при температуре 11,5 °С и солености 17,6 ‰.

**Примечание.** Впервые род описан А. Стоксом [257] и включает в себя всего 2 вида [152].

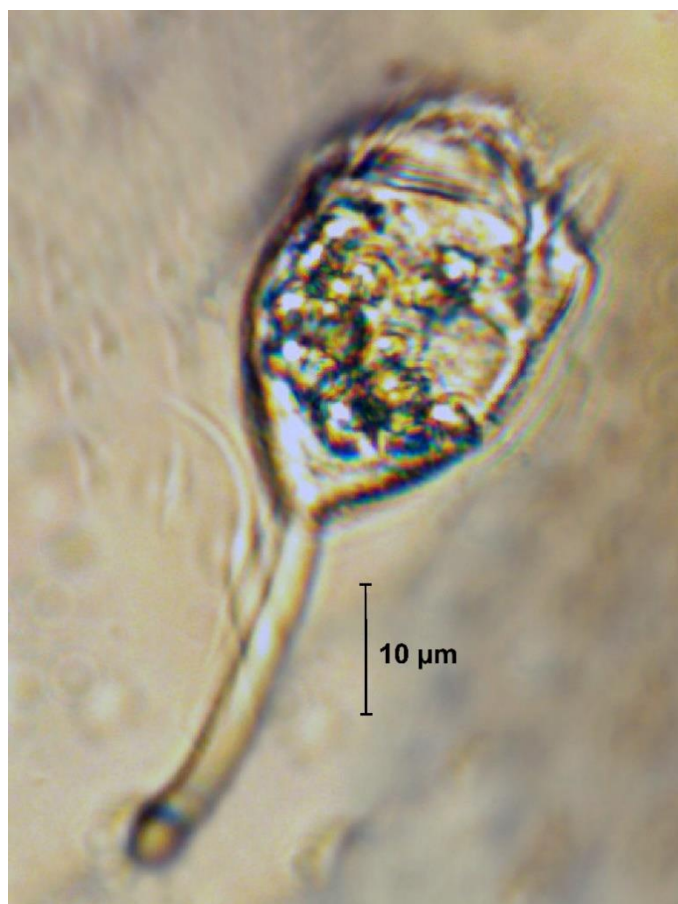


Рисунок 3.6 – *Opisthostyla* sp. (*in vivo*)

Семейство Vaginicolidae de Fromentel, 1874

Род *Cothurnia* Ehrenberg, 1831

***Cothurnia angusta* Kahl, 1933 (Рисунок 3.7)**



Рисунок 3.7 – *Cothurnia angusta* Kahl, 1933. Препарат окрашен бенгальским розовым

**Диагноз** (по [270] и собственным данным). Лорика удлиненная, закругленная сверху. Мезостил короткий, эндостил отсутствует. Зооид один и не выходит за пределы апертуры лорики. Пелликулярная исчерченность незаметна.

**Размеры (мкм):** длина лорики – 65, ширина – 26. Апертура диаметром 13. Внешний стебель длиной 12. Зооид длиной 44, шириной 20.

**Распространение.** Первоначально вид был обнаружен прикрепленным к остракодам [210, 235]; отмечен также на *Ulva intestinalis* Linnaeus, 1753 [270]. Ранее считалось, что этот вид обитает как в солоноватых, так и в пресных водах [270]. В наших исследованиях вид найден на зеленых нитчатых водорослях *Cladophora sivashensis* С. Meyer, 1922 в заливе Сиваш (Азовское море) в июне 2019 года при температуре воды 29 °С и солености 84 ‰ (пробы

предоставлены Н. В. Шадриным). В акватории Черного моря вид обнаружен не был.

***Cothurnia pedunculata* Dons, 1918 (Рисунок 3.8)**



Рисунок 3.8 – *Cothurnia pedunculata* Dons, 1918. Препарат окрашен бенгальским розовым

**Диагноз** (по [270] и собственным данным). Лорика цилиндрическая. Устье лорики овальное, если смотреть сверху. Имеется базальный диск, служащий для прикрепления к субстрату; мезостил короткий и широкий с заметными продольными бороздками; эндостил отсутствует. Лорика содержит два зооида, прикрепленных к ее основанию. Макронуклеус червеобразный, неравномерно закручен. Пелликулярная исчерченность незаметна.

**Размеры (мкм):** лорика 53 в длину и 32 в ширину. Большой диаметр устья лорики составляет 30. Внешний стебель длиной 8. Мезостил длиной 3,5 и шириной 5,5. Длина зооидов 36, ширина – 15 в сжатом состоянии.

**Распространение.** Первоначально вид был описан с водоросли *Polysiphonia violacea* (Roth) Sprengel 1827 из Кильского залива (Северное море) [179]. Позднее обнаружен на щетинках полихет *Pherusa plumosa* (Müller, 1776) из Трёнделага, Норвегия, Норвежское море [180, 181], а также из Кильской бухты, Германия [235]. Далее вид был зафиксирован на книдарии *Gonothyrea loveni* (Allman, 1859) и пикногониде *Callipallene brevirostris* (Johnston, 1837) из Кильской бухты, Германия [235]. Вид был также обнаружен на водорослях *Enteromorpha flexuosa* (Wulfen) J. Agardh, 1883 г. в лагуне Тамиахуа, Веракрус, Мексика [156]. И. И. Миронова с соавторами [226] также включили *C. pedunculata* в список инфузорий Балтийского моря. Также вид был найден как эпibiонт на энтопрокте *Barentsia* sp. в Индийском океане (Мумбаи, западное побережье Индии) [170]. Данная находка является первым достоверным сообщением об эпibiозе представителя рода *Cothurnia* на энтопроктах. В наших исследованиях вид обнаружен на зеленых нитчатых водорослях *Cladophora sivashensis* C. Meyer, 1922 в заливе Сиваш (Азовское море) в июне 2019 года при температуре воды 29 °C и солености 84 ‰ (пробы предоставлены Н. В. Шадриным).

### ***Cothurnia peloscolicis* Precht, 1935 (Рисунок 3.9)**

**Диагноз** (по [270] и собственным данным). Лорика сжата дорсовентрально. Апертура овальная. Мезостил короткий и широкий, эндостил отсутствует. Внешний стебель и мезостил имеют отчетливые продольные бороздки.

**Размеры (мкм):** длина лорики – 56, ширина – 28. Длина зооида – 39, ширина – 11. Мезостиль шириной 6, длиной 4. Внешний стебель длиной 10.



Рисунок 3.9 – *Cothurnia peloscolicis* Precht, 1935. Препарат окрашен бенгальским розовым

**Распространение.** Первоначально вид описан Г. Прехтом в качестве эпибионта на олигохете *Tubificoides benedii* из Кильского залива (Германия, Балтийское море) [235]. Также, он был обнаружен на щетинках полихеты *Sthenelais boa* (Johnston, 1833) из северной части Адриатического моря [225]. В наших исследованиях вид обнаружен на зеленых нитчатых водорослях *Cladophora sivashensis* С. Meyer, 1922 в заливе Сиваш (Азовское море) в июне 2019 г. при температуре воды 26 °С и солености 68 ‰ (пробы предоставлены Н. В. Шадринным). В акватории Черного моря вид обнаружен не был.

Род *Cothurniopsis* Stokes, 1893

***Cothurniopsis valvata* Stokes, 1893** (Рисунок 3.10)



Рисунок 3.10 – *Cothurniopsis valvata* Stokes, 1893. Препарат окрашен бенгальским розовым

**Диагноз** (по [270] и собственным данным). Зооид не выходит за пределы апертуры. Макронуклеус прямой, лежит продольно. Сократительная вакуоль одна и расположена ближе к апертуре. Пелликула тонко исчерчена. Данный вид характеризуется тем, что апертура лорики закрывается при сокращении зооида.

**Размеры (мкм):** длина лорики – 53, ширина – 26. Длина внешнего стебля – 11. Длина зооида – 40, ширина – 22.

**Распространение.** Первоначально вид был обнаружен прикрепленным к нитчатым водорослям в прибрежье Кони-Айленда, штат Нью-Йорк, США [258]; также выделен из мха в Швейцарии [234]. Считается, что он обитает в солоноватой или пресной воде [270]. В наших материалах вид обнаружен на зеленых нитчатых водорослях *Cladophora sivashensis* C. Meyer, 1922 в заливе

Сиваш (Азовское море) в июне 2019 г. при температуре воды 26 °С и солености 68 ‰ (пробы предоставлены Н. В. Шадриным). В акватории Черного вид обнаружен не был.

Род *Pyxicola* Kent, 1882

***Pyxicola socialis* (Gruber, 1879)** (Рисунок 3.11)



Рисунок 3.11 – *Pyxicola socialis* (Gruber, 1879). Масштабная линейка – 50 мкм

**Диагноз** (по [262] и собственным данным). Инфузория со светло-коричневой амфоровидной лорикой, которая имеет расширенную среднюю часть и несколько скошенную шейку. Стенка лорики имеет от трех до четырех широких кольцевых утолщений (валиков). Наружный стебель прямой, примерно такой же длины, как раковина, прикреплен к субстрату с помощью адгезивного диска, верхняя часть стебелька расширяется в небольшой физон. Зооид одиночный, прикреплен ко дну лорики коротким прямым эндостилом. Край клетки возле перистома разрастается, формируя характерную для видов рода крышечку (operculum), которая закрывает устье раковины при

сокращении зооида. Сократительная вакуоль одна, расположена в верхней части клеточного тела. Макронуклеус С-образный, расположен в нижней половине зооида.

**Размеры (мкм):** Длина лорики 65 – 79, ширина 29 – 34, диаметр апертуры лорики 22–27, длина наружного стебелька 65 – 72.

**Примечание.** По данным А. Грубера [202] характерной особенностью *P. socialis* является формирование агрегатов клеток за счет оседания особей друг на друга. Позднее [152] для таких агрегатов был предложен термин «гиперфоретические колонии», формулировка которого впоследствии была уточнена как «гиперфоретические псевдоколонии» [58, 223].

Однако гиперфоретические псевдоколонии данного вида встречались только в условиях аквариума и не встречались в естественных местообитаниях. Соответственно, данная особенность не может считаться характеристикой *P. socialis* [36].

**Распространение.** Со времени описания вида [202] известно немного работ, в которых упоминаются его находки. К. С. Мережковский обнаружил единичную особь вида в Белом море (Соловецкие острова), на мшанке [224]. К. Левандер [217] нашел вид на водорослях *Ceramium* sp. и *Oscillaria* sp. в прибрежье острова Лехтисаари (Балтийское море, Финляндия). К. Донс [180] упоминает находку данного вида в Тихом океане, на мшанках с восточного побережья острова Ванкувер (Канада). А. Каль [209] находил *P. socialis* на гидроидах *Cordylophora* sp. из Северного моря, у г. Бремерхафен (Германия). Г. Прехт [235] обнаружил вид на гидроидах *Cordylophora caspia* (Pallas, 1771), *Gonothyraea* sp. и моллюсках-гидробиях в Кильской бухте Северного моря (Германия). Также упоминается о находке вида в заливе Зёйдерзе на Нидерландском побережье Северного моря [265]. Дж. Стиллер [256] наблюдала *P. socialis* на гидроидах *Hydralmania falcata* (Linnaeus, 1758) и моллюсках *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758 из прибрежья острова Гельголанд (Северное море). Наконец, И. Бернацка [163] указывала на находку вида в Гданьском заливе Балтийского моря, а М. Фелинска [188] отмечает, что *P.*

*socialis* массово встречается на зеленых водорослях и детрите в прибрежье Северного моря, у Плимута (Великобритания). Е. М. Парталы [121] впервые нашла *P. socialis* в Азовском море – на гидроиде *Garveia franciscana* (Torrey, 1902) у г. Мариуполя.

Впервые о находке данного вида в Черном море упоминает Ю. И. Андрусова [14] со ссылкой на статью К. Мережковского [224]. В свою очередь, основываясь на данных статьи Ю. И. Андрусовой, С. Кент [212], К. Гамбургер и В. Будденброк [205] указали в качестве местонахождения Керченскую бухту Черного моря. Также включил *P. socialis* в список черноморских инфузорий Г. Н. Гассовский [39] со ссылкой на работу Ю. И. Андрусовой. Однако эти указания были ошибочными, так как К. Мережковский [224] находил данный вид только в Белом море. Впервые *P. socialis* в Чёрном море, в прибрежье Болгарии, обнаружил А. Валканов [159, 177, 263, 264]. Этот автор наблюдал массовые скопления особей данного вида в лиманах, эстуариях рек и соленых маршах черноморского побережья Болгарии при солёности от 0,1 до 20,0 ‰. По данным Ф. Труба [262], *P. socialis* встречается при солёности от 3,0 до 35,0 ‰.

Таким образом, нами *P. socialis* была впервые отмечена в прибрежье Крыма. В наших исследованиях [36], вид был найден в единичных экземплярах на талломах водоросли *Cladophora* sp. (Круглая бухта, март 2022 г., температура воды 9,1 °С, солёность 18,1 ‰), стеклах обрастания (Карантинная бухта, июнь 2022 г., температура воды 21,3 °С, солёность 17,7 ‰) и в планктоне Севастопольской бухты.

Семейство Vorticellidae Ehrenberg, 1838

Род *Vorticella* Linnaeus, 1767

***Vorticella fusca* Precht, 1935 (Рисунок 3.12)**

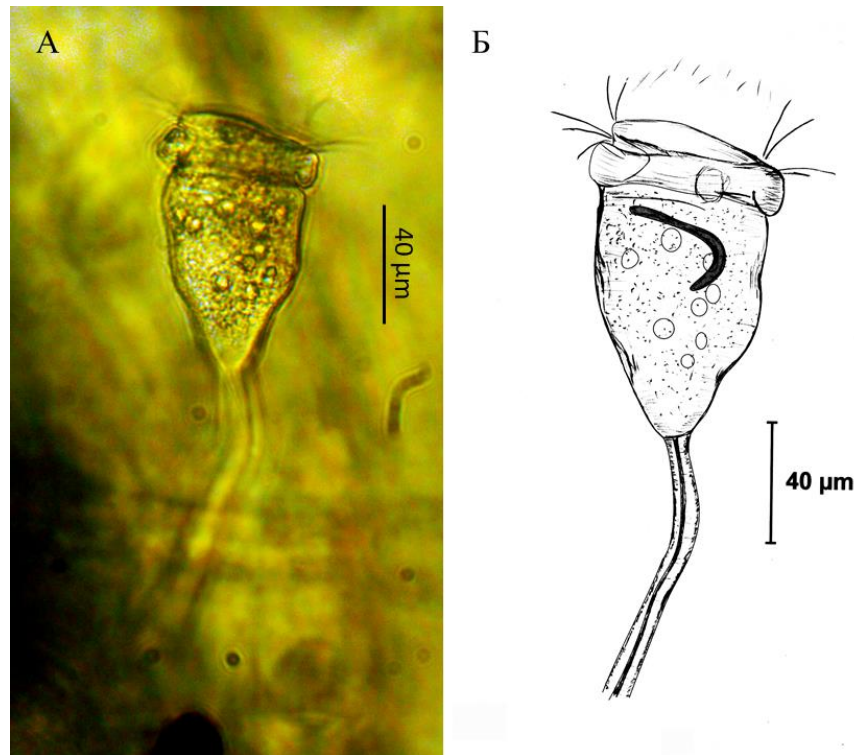


Рисунок 3.12 – *Vorticella fusca* Precht, 1935 (*in vivo*): А – микрофото; Б – схематический рисунок

**Диагноз** (по [269] и собственным данным). Крупная морская инфузория, зооид имеет форму перевернутого колокола с перетяжкой под перистомом. Перистомальный диск выпуклый и изогнут над перистомом. Макронуклеус J-образной формы, расположен продольно. Одиночная сократительная вакуоль расположена у дорсальной стенки воронки.

**Размеры (мкм):** зооид длиной 98 – 107, шириной 60 – 65. Внешний стебель достигает 200 мкм [269].

**Распространение.** Морской вид, первоначально описан Г. Прехтом в Кильской бухте Балтийского моря [235], прикрепленный к водорослям рода *Ulva* Linnaeus, 1753. Указан также для акватории прибрежной зоны Циндао на севере Китая [259]. В наших исследованиях вид встречался в Карантинной бухте на стеклах обрастания в осенний период при температуре 14,9 °С и солености 17,6 ‰, в бухте Матюшенко на морских травах *Stuckenia pectinata* (L.) Börner, 1912 и *Zostera noltei* Hornemann, 1832 (температура воды – 13,8 °С,

соленость – 17,4 ‰), а также прикрепленным к водоросли *Ceramium* sp. (температура воды – 12,6 °C, соленость – 17,5 ‰).

***Vorticella longiseta* Dietz, 1964 (Рисунок 3.13)**

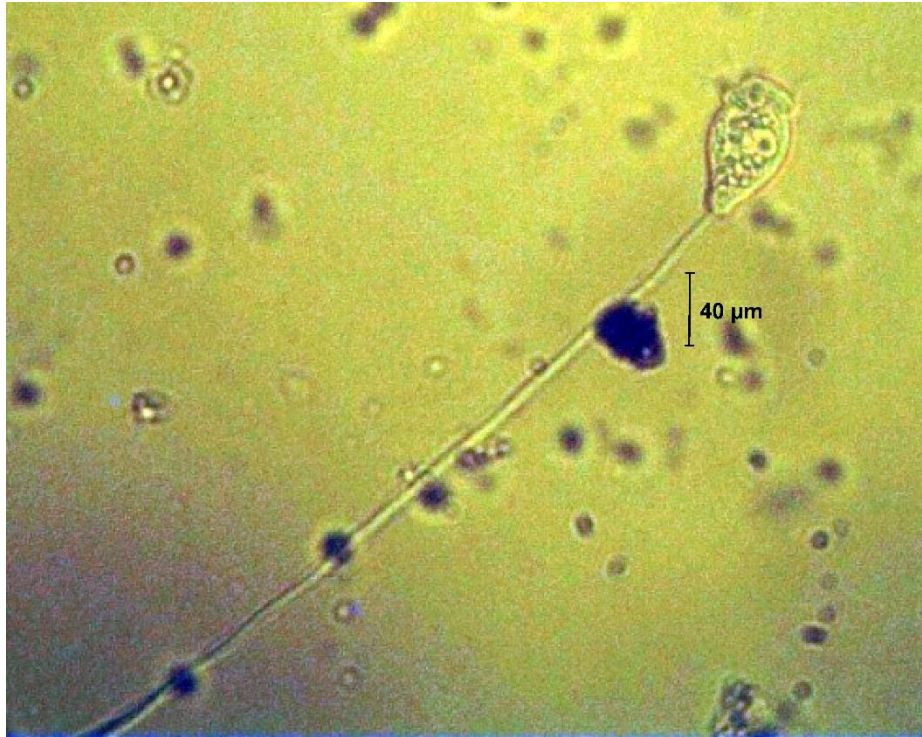


Рисунок 3.13 – *Vorticella longiseta* Dietz, 1964 (*in vivo*)

**Диагноз** (по [269] и собственным данным). Зооид имеет удлинённую форму и сужение ниже перистомальной губы. Перистомальный диск плоский и приподнят. Одиночная сократительная вакуоль находится под перистомом. Макронуклеус С-образной формы, расположен поперечно в центре зооида.

**Размеры (мкм):** длина зооида – 80, ширина – 50 (*in vivo*). Диаметр перистомальной губы – 65. Внешний стебель длинный, более 300 мкм *in vivo*.

**Распространение.** Вид редкий, морской. Первоначально описан Г. Дитсом [178]. Однако, о последующих находках данного вида сведений в литературе нет. В наших исследованиях вид обнаружен в Круглой бухте

(Черное море) на стеклах обрастания в летний период при температуре 24,4 °C и солености 18,2 ‰.

***Vorticella parapulchella* Sun et al., 2006 (Рисунок 3.14)**



Рисунок 3.14 – *Vorticella parapulchella* Sun et al., 2006 (*in vivo*)

**Диагноз** (по [259] и собственным данным). Зооид почти сферической формы с заметной пелликулярной исчерченностью. Макронуклеус С-образной формы, расположен поперечно. Одиночная сократительная вакуоль расположена немного выше средней части зооида. Спазмонема с многочисленными темно-серыми текоплазматическими гранулами по всей длине.

**Размеры (мкм):** длина зооида – 41, ширина – 29. Стебель достигает 80–100 в длину и 4 в ширину, относительно тонкий.

**Распространение.** Впервые указан для акватории прибрежной зоны Циньдао на севере Китая (Желтое море) [259]. В наших исследованиях вид обнаружен в Севастопольской бухте (Черное море) на стеклах обрастания в летний период при температуре 26,1 °С и солености 18,1 ‰, в Балаклавской бухте на водорослях *Phyllophora crispa* (Hudson) P.S.Dixon, 1964 в весенний период при температуре воды 11 °С и солености 17,5 ‰.

***Vorticella pyriforme* Stiller, 1939 (Рисунок 3.15)**



Рисунок 3.15 – *Vorticella pyriforme* Stiller, 1939 (*in vivo*)

**Диагноз** (по [269] и собственным данным). Зооид перевернутый колоколообразный, с перетяжкой под перистомальной губой. Перистомальный диск слегка приподнят. Сократительная вакуоль расположена в верхней части тела под перистомальным диском. Макронуклеус имеет С-образную форму и лежит поперечно по центру зооида. Пелликулярная исчерченность не видна.

**Размеры (мкм):** длина зооида 69 – 92, ширина 50 – 61. Длина стебля колеблется в пределах 190 – 212 (по литературным данным, длина стебля может достигать 400 мкм [269]).

**Распространение.** Вид эвригалинный. Й. Стиллер [256] описала этот вид и указала в качестве местонахождения архипелаг Гельголанд в Северном море (Германия). Позже, У. Неннингер [229] описал этот же вид под синонимичным названием *V. intermissa* Nenninger, 1948 из окрестностей Эрлангена (Германия). Нами вид обнаружен на зеленой нитчатой водоросли *Cladophora* sp., которая, в свою очередь, была прикреплена к бурой водоросли *Ericaria crinita* (Duby) Molinari & Guiry, 2020 (бухта Круглая, Черное море) в сентябре 2020 г. при температуре воды 24 °С и солености 18 ‰.

### ***Vorticella sinica* Sun et al., 2009 (Рисунок 3.16)**

**Диагноз** (по [259] и собственным данным). Небольшие инфузории, с зооидом цилиндрической формы. Перистомальный диск умеренно приподнят над перистомом. Макронуклеус С-образной формы. Одиночная сократительная вакуоль расположена выше средней части зооида. Пелликулярная исчерченность хорошо заметна даже при малом увеличении.

**Размеры (мкм):** длина зооида – 28, ширина – 19 (*in vivo*).

**Распространение.** Типовое местонахождение вида: шельф Желтого моря у Циньдао, Китай [259]. В наших исследованиях вид обнаружен на водоросли *Cladophora* sp. (бухта Форос, бухта Ласпи, Черное море) в сентябре 2020 г. (при температуре воды 22 °С и солености 17,1 ‰) и апреле 2022 г. (при температуре воды 11 °С и солености 16,9 ‰) соответственно. Указаний других находок данного вида в литературе не найдено.

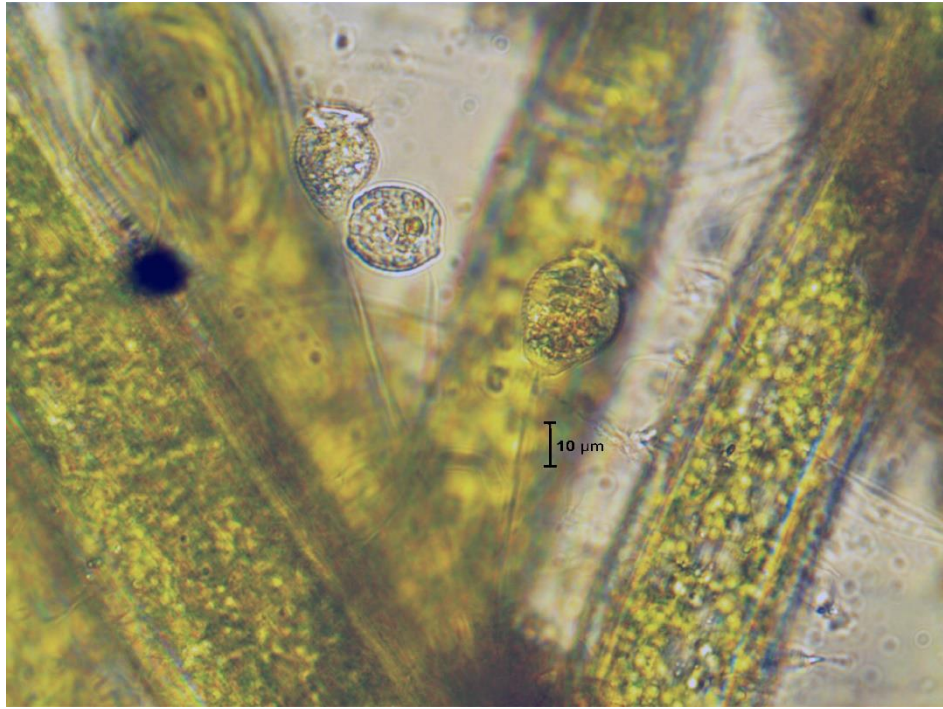


Рисунок 3.16 – *Vorticella sinica* Sun et al., 2009 (*in vivo*)

Семейство Zoothamniidae Sommer, 1951

Род *Zoothamnium* Bory de St. Vincent, 1824

***Zoothamnium alrasheidi* Ji et al., 2009** (Рисунок 3.17)

**Диагноз** (по [208] и собственным данным). Колонии данного вида могут быть маленькими (< 50 зооидов) попеременно разветвленными или большими (до 300 зооидов), достигающими 2 мм в высоту и неравномерно разветвленными. Имеются два типа зооидов – макрозооиды и микрозооиды. Макрозооиды при делении производят расселительные стадии (томиты), дающие начало новым колониям. Микрозооиды также размножаются, но производят только новые микро- и макрозооиды в той же колонии. Зооиды имеют вытянутую форму с толстой двухслойной перистомальной губой. Пелликула тонко исчерченная. Одна сократительная вакуоль расположена апикально. Макронуклеус С-образный, поперечно ориентирован.



Рисунок 3.17 – *Zoothamnium alrasheidi* Ji et al., 2009 (*in vivo*)

**Размеры (мкм):** длина зооидов 86–95, ширина 53–56 *in vivo*.

**Распространение.** Впервые указан для акватории прибрежной зоны Циньдао на севере Китая (Желтое море) [208]. В наших исследованиях вид обнаружен прикрепленным к водоросли *Ulva linza* Linnaeus, 1753 (п. Симеиз, Черное море) в июле 2022 г. при температуре воды 25 °C и солености 18,2 ‰, и на стеклах обрастания в Севастопольской бухте (Черное море) в весенний период при температуре воды 12 °C и солености 17,7 ‰.

***Zoothamnium commune* Kahl, 1933 (Рисунок 3.18)**

**Диагноз** (по [208] и собственным данным). Колонии поочередно разветвленные, включают до 50 зооидов. Зооиды удлинённые, имеют

колоколообразную форму, без дифференциации на макро и микрозоиды. Зооид имеет расширение непосредственно под перистомальной губой. Перистомальный диск слегка приподнят над перистомальной губой и содержит единственную сократительную вакуоль. Макронуклеус С-образный, ориентирован поперечно. Пелликула гладкая при малом увеличении.



Рисунок 3.18 – *Zoothamnium commune* Kahl, 1933 (*in vivo*)

**Размеры (мкм):** длина зооидов 74 – 93, ширина 48 – 54 *in vivo*. Внешний стебель диаметром 16.

**Распространение.** Вид был найден на гидроиде рода *Cordylophora* Allman, 1844 в слабой солоноватой воде около Бремерхафена [210], также был отмечен на стеклянных пластинах [210]. Указан для акватории прибрежной зоны Циньдао на севере Китая (Желтое море) [207]. В наших исследованиях

вид обнаружен в Карантинной бухте (Черное море) в весенний, осенний и зимний период на стеклах обрастания при температуре воды 9 – 15 °C и солености 17,3 – 17,6 ‰.

***Zoothamnium sinense* Song, 1991 (Рисунок 3.19)**



Рисунок 3.19 – *Zoothamnium sinense* Song, 1991 (*in vivo*): А – общий вид колонии, Б – отдельный зооид

**Диагноз** (по [249] и собственным данным). Небольшая колония из 7 – 12 зооидов, поочередно разветвленных. Зооиды имеют форму перевернутого колокола, без дифференциации на макро и микрозоиды. Перистомальный диск плоский, иногда слегка приподнят над отчетливо вывернутой перистомальной губой. При малом увеличении пелликула выглядит гладкой. Одна сократительная вакуоль расположена апикально. Макронуклеус С-образной формы, ориентирован поперечно, располагается в ротовой части тела и окружает аборальную часть воронки.

**Размеры (мкм):** длина зооидов варьируется в диапазоне 35 – 50, ширина 30 – 40 *in vivo*. Длина основного стебля 245 – 300, диаметр 6 – 9.

**Распространение.** Вид морской, изредка встречается в эвтрофных водах. *Zoothamnium sinense* первоначально был описан В. Сонгом [249] под названием *Z. truncatum*, но позже из-за омонимии тот же автор [250] предложил замещающее название *Z. sinense*. Этот вид был зарегистрирован в Северном Китае на стеклах обрастания [207]. В наших исследованиях вид обнаружен на зеленой нитчатой водоросли *Cladophora* sp. (бухта Круглая, Черное море) в сентябре 2020 г. при температуре воды 24 °С и солености 18 ‰.

***Zoothamnium vermicola* Precht, 1935 (Рисунок 3.20)**

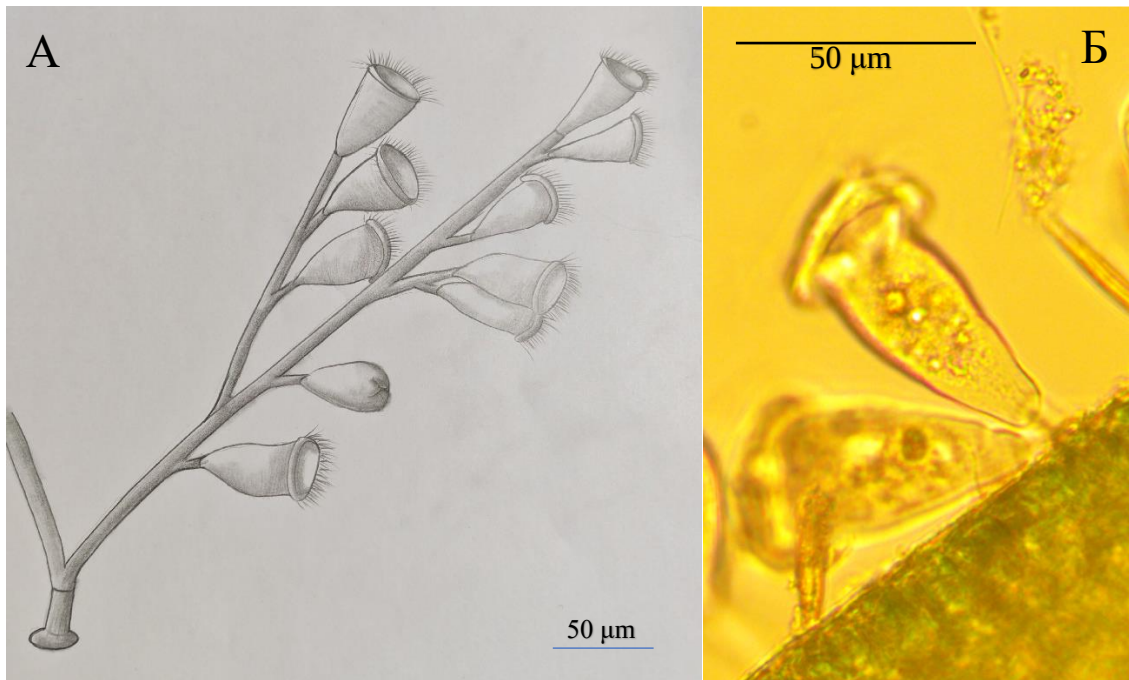


Рисунок 3.20 – *Zoothamnium vermicola* Precht, 1935 (*in vivo*): А – схематический рисунок колонии; Б – отдельные зооиды

**Диагноз** (по [252] и собственным данным). Колония с дихотомически разветвленным стеблем, ассиметричная. Поверхность стебля гладкая. Зооиды удлиненные, колоколообразные, без дифференциации на макро и микрозооиды. Наибольшее расширение у зооида – у перистомальной губы.

Перистомальный диск приподнят под уклоном над перистомальной губой. Пелликула гладкая.

**Размеры (мкм):** длина зооидов 65–80, ширина 40–50. Внешний стебель длиной 12–14.

**Распространение.** Первоначально вид описан Г. Прехтом в Кильской бухте Балтийского моря [235]. Также был выделен из мантийной полости морских моллюсков *Meretrix* sp., собранных на приливной отмели недалеко от Циньдао (Китай, Желтое море) [208]. Данных о других находках в литературе нет. В наших исследованиях вид обнаружен в Карантинной и Круглой бухтах на стеклах обрастания и водоросли *Gongolaria barbata* (Stackhouse) Kuntze, 1891 (диапазон температуры воды 8,8 – 22 °C, диапазон солености 17,3 – 18 ‰).

***Zoothamnium* sp.** (Рисунок 3.21)

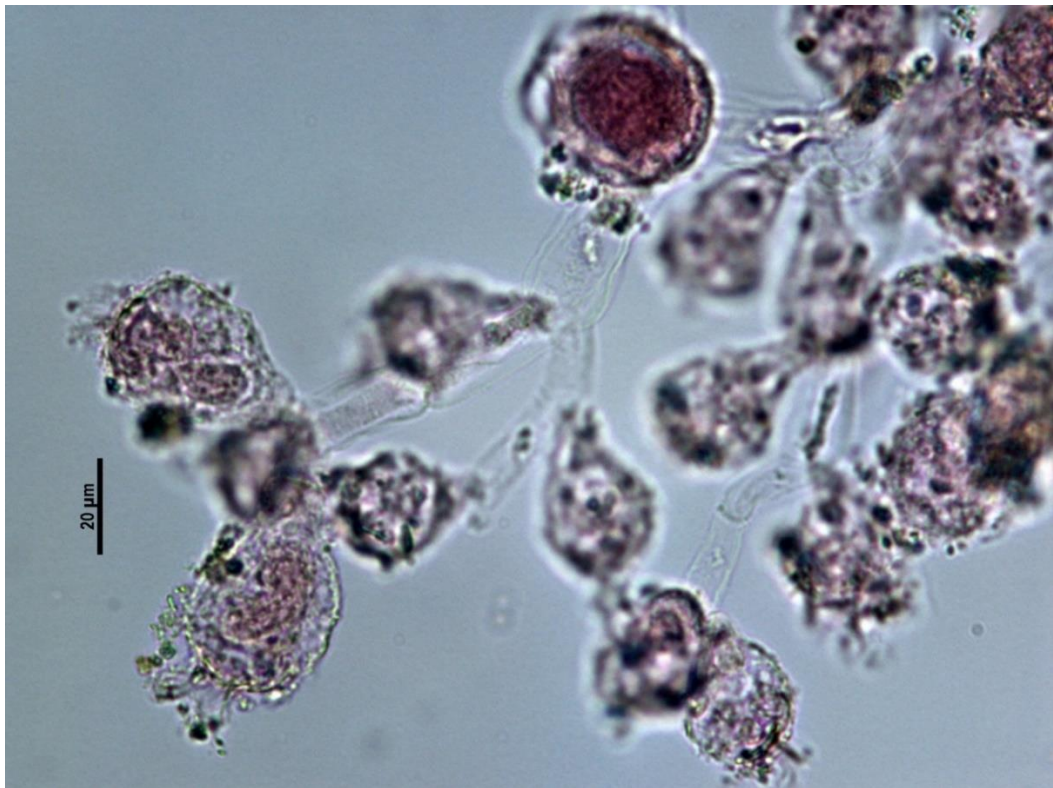


Рисунок 3.21 – *Zoothamnium* sp. Препарат окрашен бенгальским розовым

**Диагноз.** Колония представляет собой поочередно разветвленный стебель, содержащий до 40 зооидов. Поверхность стебля гладкая. Зооиды удлинённые, колоколообразные, имеются макро- и микрозооиды. Перистомальный диск плоский. При малом увеличении пелликула выглядит гладкой. Макронуклеус С-образной формы, ориентирован продольно.

**Размеры (мкм):** диаметр зооидов в сжатом состоянии 5 – 16. Стебель достигает длины в 150. Диаметр основной ветви стебля – 5.

**Распространение.** В наших исследованиях вид обнаружен в обрастании стен Балаклавского канала (Балаклавская бухта, Черное море) в марте 2022 года [245]. Образцы были собраны на глубине 5,5 м при температуре воды 10 °С и солености 19 ‰ (пробы предоставлены Н. Г. Сергеевой).

**Примечание.** В связи с тем, что данный вид был только на постоянном препарате, предоставленном Н. Г. Сергеевой, окрашенный бенгальским розовым, не было возможности изучить данный вид *in vivo*, и, соответственно, идентифицировать до видового уровня. Однако, исходя из морфометрических характеристик зооидов, формы колонии, характера ветвления и среды обитания, найденный вид не относится к ранее указанным для Черного моря представителям данного рода (Таблица 3.2). Таким образом, вид является новым для акватории.

### **Выводы по главе 3:**

По собственным и литературным данным, цилиофауна перифитона Черного и Азовского морей насчитывает 217 видов, относящихся к 2 подтипам, 10 классам, 28 отрядам, 57 семействам и 87 родам, из которых в собственных материалах обнаружены 74 вида (68 видов – в Черном море, 6 – в заливе Сиваш Азовского моря).

Впервые обнаружены и изучены в Черном море представители 1 нового для региона семейства (Stentoridae) и 2 родов (*Opisthostyla*, *Stentor*). Впервые для Черного моря указаны 14 видов инфузорий: *Stentor multiformis*, *Pseudokeronopsis flava*, *Lacrymaria marina*, *Epistylis clampi*, *Opisthostyla* sp.,

*Vorticella fusca*, *V. longiseta*, *V. parapulchella*, *V. pyriforme*, *V. sinica*, *Zoothamnium alrasheidi*, *Z. commune*, *Z. sinense*, *Z. vermicola* (Таблица 3.2). *Puxicola socialis* впервые обнаружена в черноморском побережье Крыма.

В Азовском море отмечены представители одного нового для региона отряда (Trichophryida), 1 семейства (Trichophryidae), 2 родов (*Marinecta*, *Cothurniopsis*) и 5 видов инфузорий (*Marinecta columbiae*, *Cothurnia angusta*, *C. pedunculata*, *C. peloscolicis*, *Cothurniopsis valvata*).

Основную долю азово-черноморских перифитонных инфузорий составляют виды класса Oligohymenophorea – 77 видов (35 %), а именно подкласс Peritrichia – 55 видов (25 %), из которого наибольшее число видов отмечено для рода *Zoothamnium* – 15 видов (7 %).

## **ГЛАВА 4. БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНFUЗОРИЙ ПЕРИФИТОНА ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ**

### **4.1. Видовые комплексы инфузорий перифитона побережья Крымского полуострова (Черное и Азовское моря)**

Как уже отмечалось, имеющиеся в литературе данные по распространению инфузорий перифитона представляют собой, в основном, списки видов отдельных акваторий без сравнительного анализа [14, 58, 113, 177].

Нами впервые была предпринята попытка установить, каким образом инфузории перифитона распределены в крымском побережье Черного и Азовского морей и существуют ли какие-либо группировки цилиат, характерные для отдельных акваторий.

Особенности распространения инфузорий перифитона в Черном и Азовском морях изучались нами на 40 станциях, характеристики которых приведены в главе 2.

Как указано в главе 2, проводился сравнительный анализ видовых списков инфузорий перифитона с помощью кластерного анализа на основе индекса фаунистического сходства Шимкевича-Симпсона.

Полученные значения индекса Шимкевича-Симпсона представлены в таблице 4.1.1.

Таблица 4.1.1 – Индексы фаунистического сходства (Шимкевича-Симпсона) между разными акваториями Черного и Азовского морей

|                 | Круглая | Севастопольская | Казачья | Стрелецкая | Песочная | Балаклавская | Форос | Сиваш | Карантинная | Матюшенко | Ласпи | Евпатория | Алупка | Карадаг | Орловка | Саки | Симеиз |
|-----------------|---------|-----------------|---------|------------|----------|--------------|-------|-------|-------------|-----------|-------|-----------|--------|---------|---------|------|--------|
| Круглая         |         | 0,36            | 0,38    | 0,50       | 0,43     | 0,44         | 0,33  | 0,00  | 0,45        | 0,33      | 0,25  | 0,40      | 0,67   | 0,44    | 0,33    | 0,50 | 0,71   |
| Севастопольская | 0,36    |                 | 0,50    | 0,17       | 0,43     | 0,44         | 0,22  | 0,00  | 0,39        | 0,67      | 0,13  | 0,60      | 0,67   | 0,44    | 1,00    | 1,00 | 0,43   |
| Казачья         | 0,38    | 0,50            |         | 0,33       | 0,29     | 0,25         | 0,00  | 0,00  | 0,13        | 0,00      | 0,00  | 0,00      | 0,00   | 0,00    | 0,00    | 0,00 | 0,00   |
| Стрелецкая      | 0,50    | 0,17            | 0,33    |            | 0,33     | 0,00         | 0,17  | 0,00  | 0,50        | 0,33      | 0,17  | 0,20      | 0,00   | 0,17    | 0,00    | 0,00 | 0,33   |
| Песочная        | 0,43    | 0,43            | 0,29    | 0,33       |          | 0,29         | 0,14  | 0,00  | 0,29        | 0,33      | 0,00  | 0,20      | 0,00   | 0,00    | 0,00    | 0,00 | 0,29   |
| Балаклавская    | 0,44    | 0,44            | 0,25    | 0,00       | 0,29     |              | 0,00  | 0,00  | 0,33        | 0,33      | 0,00  | 0,00      | 0,33   | 0,11    | 0,00    | 0,50 | 0,29   |
| Форос           | 0,33    | 0,22            | 0,00    | 0,17       | 0,14     | 0,00         |       | 0,00  | 0,44        | 0,33      | 0,75  | 0,20      | 0,33   | 0,33    | 0,33    | 0,00 | 0,14   |
| Сиваш           | 0,00    | 0,00            | 0,00    | 0,00       | 0,00     | 0,00         | 0,00  |       | 0,00        | 0,00      | 0,00  | 0,00      | 0,00   | 0,00    | 0,00    | 0,00 | 0,00   |
| Карантинная     | 0,45    | 0,39            | 0,13    | 0,50       | 0,29     | 0,33         | 0,44  | 0,00  |             | 1,00      | 0,38  | 0,60      | 0,67   | 0,33    | 0,67    | 0,75 | 0,57   |
| Матюшенко       | 0,33    | 0,67            | 0,00    | 0,33       | 0,33     | 0,33         | 0,33  | 0,00  | 1,00        |           | 0,33  | 0,67      | 0,00   | 0,00    | 0,33    | 0,33 | 0,33   |
| Ласпи           | 0,25    | 0,13            | 0,00    | 0,17       | 0,00     | 0,00         | 0,75  | 0,00  | 0,38        | 0,33      |       | 0,20      | 0,00   | 0,38    | 0,33    | 0,00 | 0,14   |
| Евпатория       | 0,40    | 0,60            | 0,00    | 0,20       | 0,20     | 0,00         | 0,20  | 0,00  | 0,60        | 0,67      | 0,20  |           | 0,00   | 0,00    | 0,67    | 0,50 | 0,40   |
| Алупка          | 0,67    | 0,67            | 0,00    | 0,00       | 0,00     | 0,33         | 0,33  | 0,00  | 0,67        | 0,00      | 0,00  | 0,00      |        | 1,00    | 0,00    | 0,33 | 0,33   |
| Карадаг         | 0,44    | 0,44            | 0,00    | 0,17       | 0,00     | 0,11         | 0,33  | 0,00  | 0,33        | 0,00      | 0,38  | 0,00      | 1,00   |         | 0,00    | 0,25 | 0,29   |
| Орловка         | 0,33    | 1,00            | 0,00    | 0,00       | 0,00     | 0,00         | 0,33  | 0,00  | 0,67        | 0,33      | 0,33  | 0,67      | 0,00   | 0,00    |         | 0,33 | 0,33   |
| Саки            | 0,50    | 1,00            | 0,00    | 0,00       | 0,00     | 0,50         | 0,00  | 0,00  | 0,75        | 0,33      | 0,00  | 0,50      | 0,33   | 0,25    | 0,33    |      | 0,50   |
| Симеиз          | 0,71    | 0,43            | 0,00    | 0,33       | 0,29     | 0,29         | 0,14  | 0,00  | 0,57        | 0,33      | 0,14  | 0,40      | 0,33   | 0,29    | 0,33    | 0,50 |        |

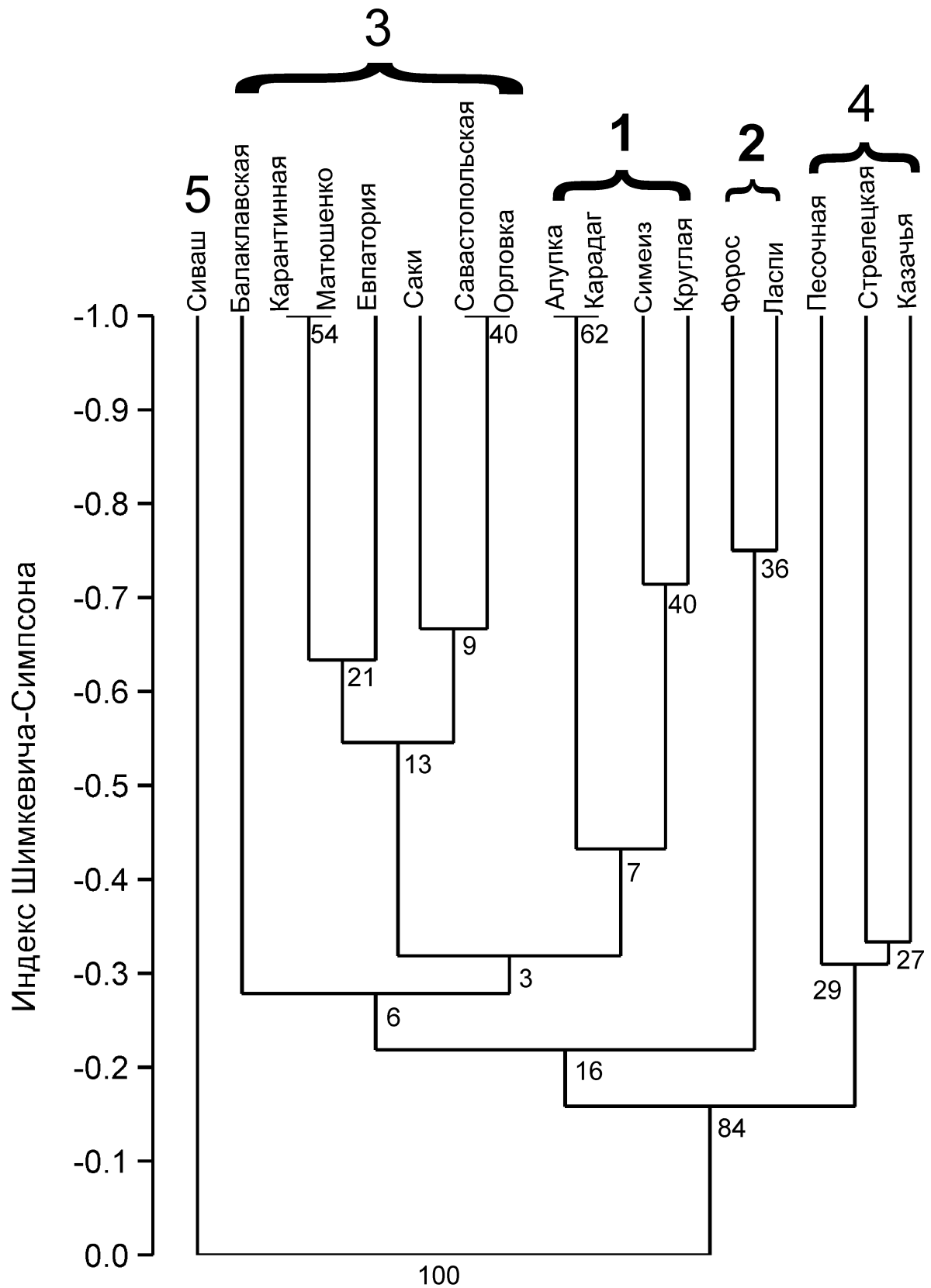


Рисунок 4.1.1 – Дендрогрaмма фаунистического сходства (индекс Шимкевича-Симпсона) между разными регионами побережья Крыма. В узлах приведены результаты Bootstrap-анализа при 10000 случайных перестановках

Как видно из рисунка 4.1.1 по сходству видовых составов могут быть выделены пять видовых комплексов инфузорий перифитона:

1. Комплекс, объединяющий списки бухты Круглой, побережья пос. Симеиз, г. Алушка и Карадагского природного заповедника;
2. Комплекс бухты Ласпи и побережья у поселка Форос;
3. Комплекс побережья у гг. Саки, Евпатория, пос. Орловка, бухт Матюшенко, Балаклавская, Севастопольская и Карантинная;
4. Комплекс бухт Стрелецкая, Казачья и Песочная;
5. Комплекс залива Сиваш Азовского моря.

Ниже приводятся характеристики каждого из комплексов.

Комплекс 1 объединил видовые списки пос. Симеиз, г. Алушка и Карадагского природного заповедника. Значения индекса Шимкевича-Симпсона изменялись в диапазоне от 0,29 в паре пос. Симеиз – Карадагский природный заповедник до 1,00 в паре Алушка – Карадагский природный заповедник (Таблица 4.1.1).

Таким образом, в составе комплекса преобладают видовые списки близко расположенных друг от друга пунктов юго-восточного побережья Крыма. Исключение составляет видовой список удаленной от юго-восточного побережья бухты Круглая. Однако высокое сходство видового состава инфузорий бухты Круглая с видовым составом у пос. Симеиз (индекс Шимкевича-Симпсона 0,71), которое и обеспечило его попадание в данный комплекс, может быть объяснено сходством условий в бухте и в акватории у Симеиза, и, наоборот, отличиями условий в бухте Круглая от соседних с ней севастопольских бухт.

Температура воды в указанных выше пунктах составляла от 7,7 до 25,3 °С, соленость от 17,3 до 18,2 ‰.

Данный видовой комплекс включает 28 видов инфузорий (Рисунок 4.1.2, Приложение А).

Как видно из рисунка 4.1.2, по встречаемости константных видов в данном комплексе не зафиксировано. Отмечено 3 регулярных вида: *Euplotes*

*balteatus* ( $R = 0,71$ ), *Vorticella globularia* ( $R = 0,56$ ), *Vorticella microstoma* ( $R = 0,51$ ) и 3 нерегулярных: *Zoothamnium alternans* ( $R = 0,32$ ), *Euplotes harpa* ( $R = 0,28$ ) и *Vorticella striata* ( $R = 0,27$ ). Остальные 24 вида являются случайными ( $R < 0,25$ ).

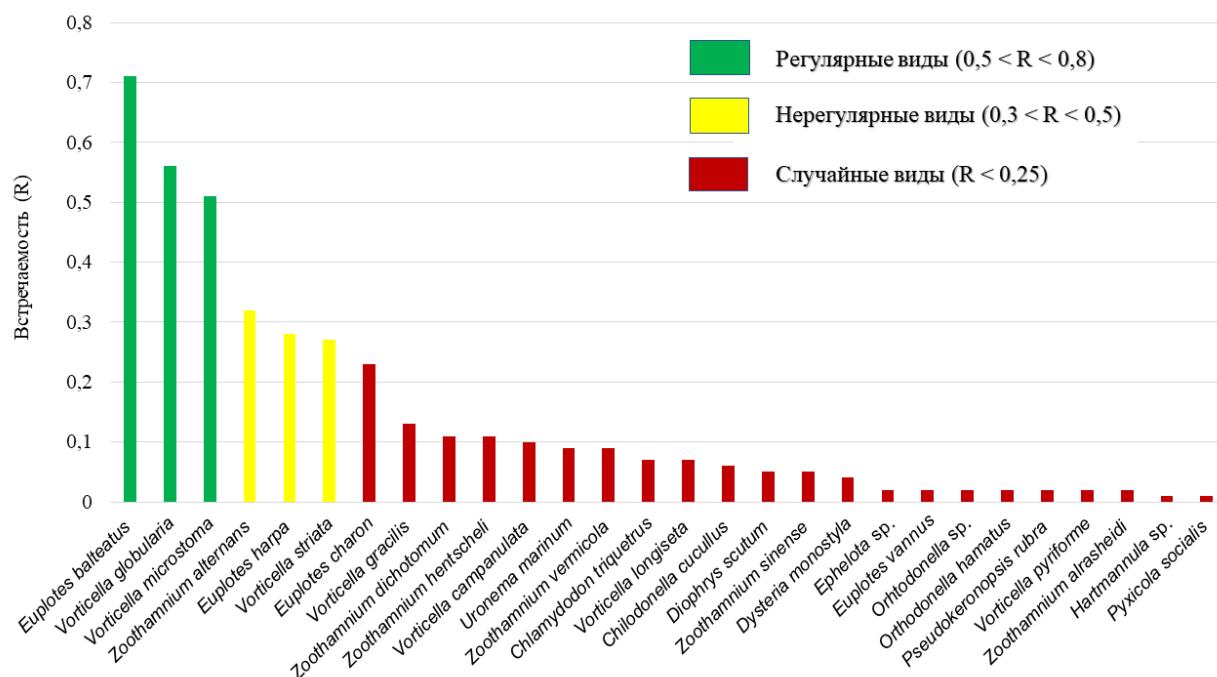


Рисунок 4.1.2 – Встречаемость (R) видов инфузорий комплекса 1

Комплекс 2 также объединяет видовые списки близко расположенных друг от друга акваторий: бухты Ласпи и побережья у пос. Форос. Индекс Шимкевича-Симпсона составил 0,75 (Таблица 4.1.1). Температура воды в этих пунктах на время сбора материала составляла от 9 до 22 °С, соленость от 17,1 до 18 ‰.

В данном комплексе отмечено 11 видов инфузорий (Рисунок 4.1.3, Приложение А). Встречаемость инфузорий в данном комплексе представлена на рисунке 4.1.3.

По встречаемости константных и регулярных видов в данном комплексе не зафиксировано. Отмечены 6 нерегулярных видов: *Euplotes charon* ( $R =$

0,47), *Vorticella globularia* ( $R = 0,37$ ), *Zoothamnium hentscheli* ( $R = 0,32$ ), *Euplotes vannus* ( $R = 0,32$ ), *E. harpa* ( $R = 0,26$ ), *Vorticella cratera* ( $R = 0,26$ ). Остальные 5 видов являются случайными ( $R < 0,25$ ).

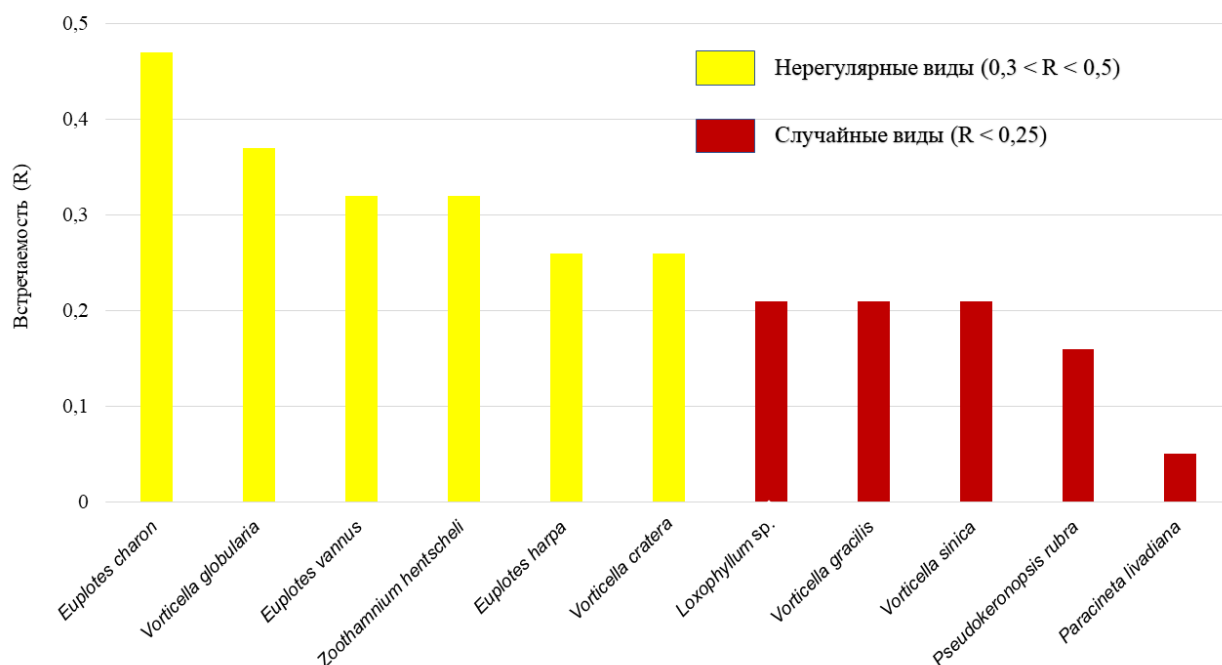


Рисунок 4.1.3 – Встречаемость (R) видов инфузорий комплекса 2

Комплекс 3 объединяет видовые списки побережья у г. Саки, г. Евпатория, с. Орловка, бухт Матюшенко, Севастопольская, Карантинная и Балаклавская. Значения индекса Шимкевича-Симпсона (Таблица 4.1.1.) варьировали от 0,33 (в парах г. Саки – пос. Орловка, пос. Орловка – бухта Матюшенко) до 1,00 (в парах бухта Севастопольская – пос. Орловка, г. Саки и бухта Карантинная – бухта Матюшенко).

Обособленность бухты Балаклавской в данном кластере скорее всего связана со случайными факторами, о чем косвенно свидетельствует крайне низкая устойчивость данного кластера (бутстреп-поддержка 6 %). По фаунистическому сходству видовой состав инфузорий бухты Балаклавская

наиболее близок к видовым составам бухты Севастопольская (индекс Шимкевича-Симпсона 0,44) и побережья г. Саки (0,50).

Температура воды в этих пунктах на время сбора материала составляла от 8,8 до 26,2 °С, соленость от 17,3 до 18,1 ‰.

В данном комплексе отмечено 48 видов инфузорий (Рисунок 4.1.4, Приложение А). По встречаемости константных видов в данном комплексе не зафиксировано. В качестве регулярного отмечен 1 вид: *Vorticella campanula* ( $R = 0,69$ ). Нерегулярные виды: *Euplotes charon* ( $R = 0,46$ ), *Vorticella convallaria* ( $R = 0,44$ ), *Vorticella globularia* ( $R = 0,37$ ), *Euplotes balteatus* ( $R = 0,34$ ) и *Vorticella striata* ( $R = 0,33$ ). Остальные виды оказались случайными ( $R < 0,25$ ).

Комплекс 4 объединил видовые списки бухт Стрелецкая, Казачья и Песочная. Следует отметить, что при невысоких значениях индексов Шимкевича-Симпсона (от 0,29 в паре бухта Песочная – бухта Казачья до 0,33 в паре бухта Казачья – бухта Стрелецкая) у данного кластера очень высокая бутстреп-поддержка (86 %, Рисунок 4.1.1).

Температура воды в этих пунктах на время сбора материала составляла от 10 до 23 °С, соленость от 17,1 до 18,3 ‰.

В данном комплексе отмечено 14 видов инфузорий (Рисунок 4.1.5, Приложение А). Список видов данного комплекса, ранжированный по встречаемости, представлен на рисунке 4.1.5.

По встречаемости константных видов в данном комплексе не зафиксировано. Отмечено 2 регулярных вида: *Vorticella convallaria* ( $R = 0,67$ ) и *V. microstoma* ( $R = 0,50$ ). Один вид был нерегулярным *Euplotes harpa* ( $R = 0,26$ ). Остальные 12 видов оказались случайными ( $R < 0,25$ ).

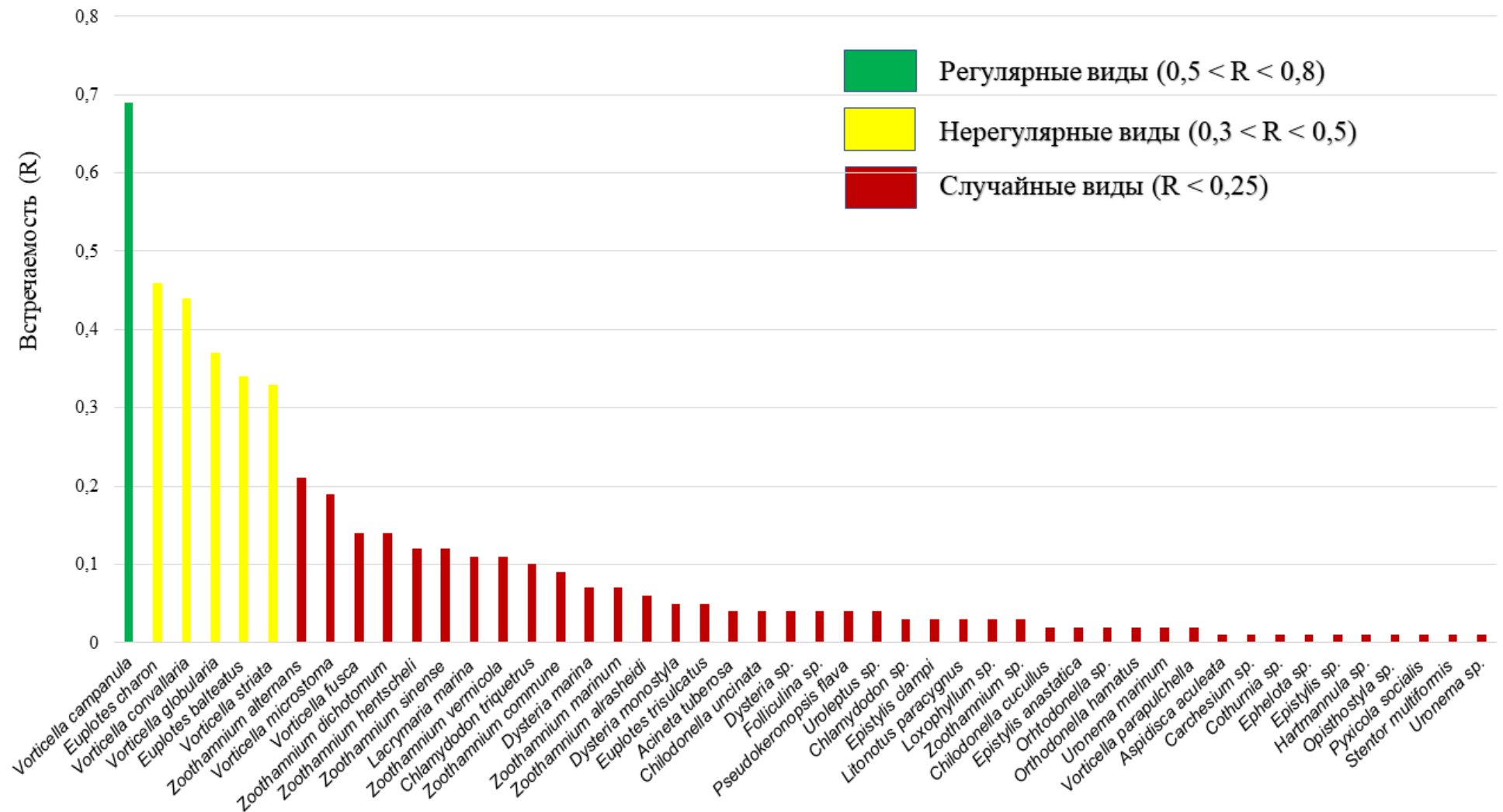


Рисунок 4.1.4 – Встречаемость (R) видов инфузорий комплекса 3

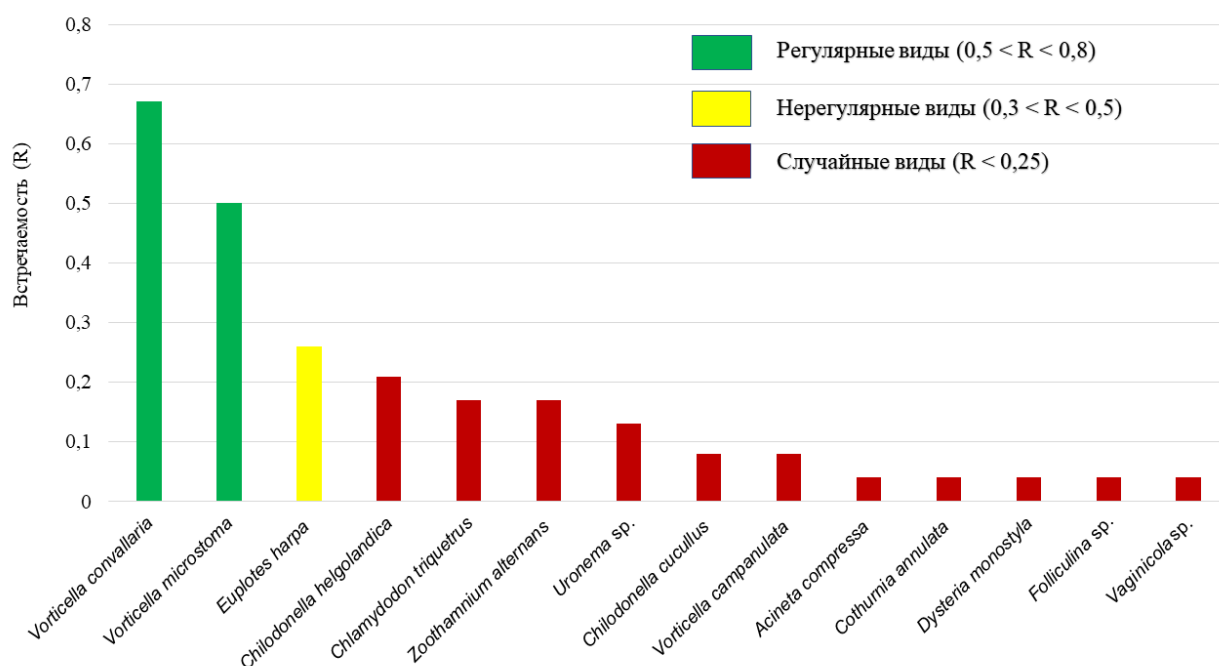


Рисунок 4.1.5 – Встречаемость (R) видов инфузорий комплекса 4

Комплекс 5 включает залив Сиваш Азовского моря. Температура воды в этом пункте на время сбора материала от 26 до 29 °С, соленость от 68 до 84 ‰. В заливе Сиваш не обнаружены общие виды инфузорий с другими видовыми комплексами. В данном комплексе отмечено 6 видов инфузорий (Рисунок 4.1.6, Приложение А).

Константных видов в данном комплексе не зафиксировано. По встречаемости вид *Cothurnia pedunculata* ( $R = 0,67$ ) отмечен как регулярный, *Cothurnia angusta* и *Marinecta columbiae* ( $R = 0,33$ ) как нерегулярные виды, *Cothurniopsis valvata*, *Cothurnia peloscolicis* и *Folliculina* sp. 2 ( $R = 0,17$ ) – случайные.

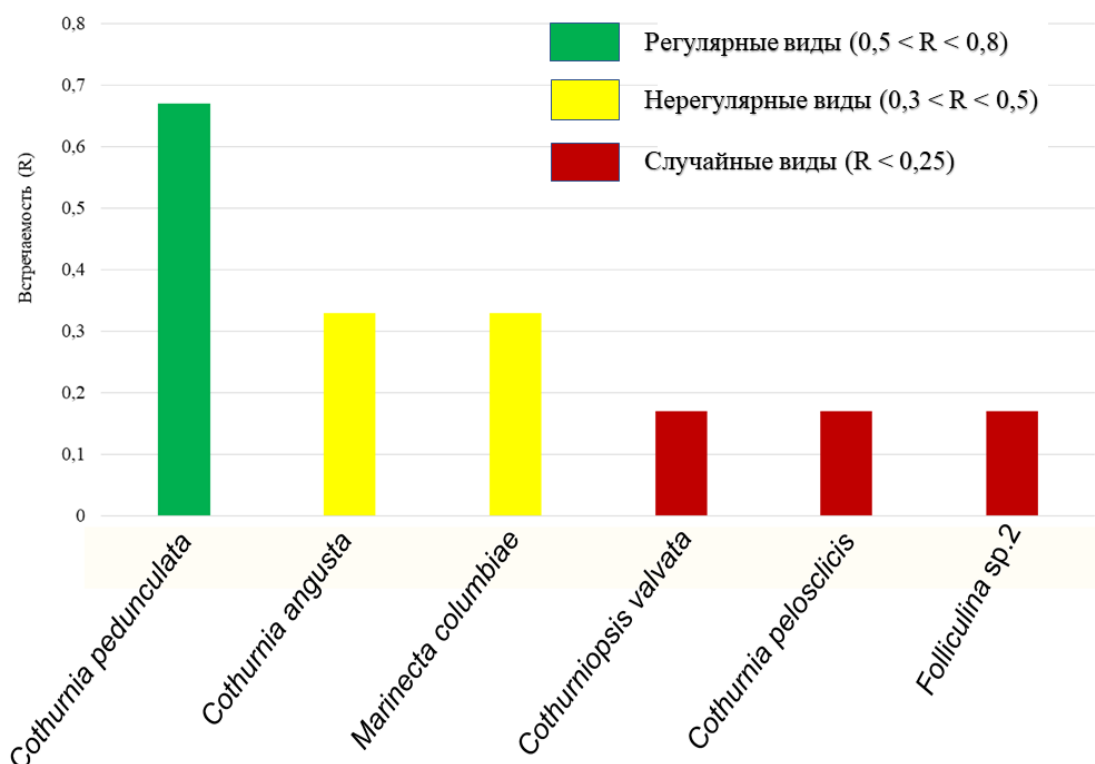


Рисунок 4.1.6 – Встречаемость (R) инфузорий залива Сиваш (комплекс 5)

Таким образом, инфузории перифитона неравномерно распределены в крымском побережье Черного и Азовского морей. На основании сходства видовых составов могут быть выделены пять видовых комплексов.

Что касается возможных факторов, которые определяют сходство видовых составов в пределах комплексов, то, как видно из приведенных выше данных, такие факторы как температура и соленость существенно не отличались в разных акваториях. Исключение составляет, залив Сиваш, специфичность видового состава инфузорий эпифитона в котором, вероятно, связана именно с соленостью.

Следует отметить, что оригинальность этих видовых комплексов (кроме залива Сиваш) невысокая.

Например, что касается видов, которые зафиксированы только в одном комплексе, то *Paracineta livadiana* отмечен только во втором комплексе, его встречаемость составила 0,05; вид *Opisthostyla* sp. зафиксирован в 3-м

комплексе; вид *Stentor multiformis* отмечен только в 3-м комплексе, его встречаемость составила 0,01; вид *Vorticella pyriforme* отмечен только для комплекса 1, его встречаемость составила 0,02. То есть все они относятся к редким видам с очень низкой встречаемостью.

Основным фактором, определяющим состав остальных видовых комплексов, на наш взгляд, является пространственный, так как видовые комплексы инфузорий в основном объединяют списки инфузорий из близко расположенных акваторий.

Следует отметить, что у большинства выделенных кластеров, которым соответствуют видовые комплексы (за исключением комплекса 4 и 5) низкая бутстреп-поддержка (от 6 до 36 %), что свидетельствует об их неустойчивости и, вероятно, эфемерности.

Это соответствует масштабной-зависимой модели биогеографии инфузорий (SDM), разработанной И. В. Довгалем и Н. А. Гавриловой [184], согласно которой при малых пространственно-временных масштабах видовые комплексы инфузорий эфемерны, их таксономическая структура подвержена постоянным изменениям.

Однако при этом сходство видовых составов комплексов инфузорий перифитона, несмотря на их эфемерность, определяется близостью акваторий, в которых они расположены.

#### **4.2 Видовые комплексы инфузорий перифитона на макрофитах и искусственных субстратах в прибрежье Крымского полуострова**

Как уже говорилось выше, в литературе мало сведений по биотопической приуроченности сидячих инфузорий.

И. В. Довгаль [52] анализировал распределение пресноводных сидячих инфузорий (сукторий) по типам водоемов и группировкам макрофитов. Но эти данные касаются, в основном инфузорий эпизона.

Что касается эпифитона, то в литературе представлены только данные по видовым составам инфузорий на отдельных видах макрофитов.

Например, можно упомянуть работу по инфузориям с морской травы *Thalassia testudinum* Banks ex Koenig, 1805 [155]. В работе приводится таксономический состав инфузорий, найденных на этом сосудистом растении, а также плотность сидячих инфузорий на вегетативных органах (листьях) и ее зависимость от периода отбора проб. В работах [57, 113] указаны инфузории в плавучих матах кладофоры в озере Херсонесское при солености 65 – 100 ‰.

Сравнительный анализ видовых составов инфузорий эпифитона на разных таксонах макрофитов ранее не проводился.

С целью выявления возможных закономерностей распределения инфузорий на разных таксонах макрофитов и субстратах разного типа нами были проанализировано распределение инфузорий на 17 видах макрофитов и морских трав: бурых водорослях *Ericaria crinita* (Duby) Molinari & Guiry, 2020, *Gongolaria barbata* (Stackhouse) Kuntze, 1891, *Pylaiella* sp., *Cladostephus spongiosus* (Hudson) C. Agardh, 1817, *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy, 1960; красных водорослях *Ceramium* sp., *Phyllophora crispa* (Hudson) P.S. Dixon, 1964, *Laurensia coronopus* J. Agardh, 1852, *Gelidium* sp.; зеленых *Ulva linza* Linnaeus, 1753, *U. rigida* C. Agardh, 1823, *Ulva* sp., *Cladophora sivashensis* Meyer, 1922, *Cladophora* sp., *Bryopsis plumosa* (Hudson) C. Agardh, 1823 и морских травах *Stuckenia pectinata* (L.) Börner, 1912 и *Zostera noltei* Hornemann, 1832.

Также в сравнительном плане анализировали видовой состав инфузорий с искусственных субстратов (стекол обрастания).

Сходство видовых составов инфузорий на макрофитах и стеклах обрастания анализировалось с помощью кластерного анализа по индексу фаунистического сходства Шимкевича-Симпсона.

Полученные значения индекса Шимкевича-Симпсона представлены в таблице 4.2.1.

Таблица 4.2.1 – Индексы фаунистического сходства (Шимкевича-Симпсона) между субстратами

|                                    | <i>Cladophora<br/>sivashensis</i> | <i>Laurensia<br/>coronopus</i> | <i>Gelidium</i> sp. | <i>Cladophora</i> sp. | <i>Stuckenia<br/>pectinata</i> | <i>Zostera noltei</i> | <i>Ulva linza</i> | <i>Ulva</i> sp. | <i>Ulva rigida</i> | <i>Ericaria<br/>crinita</i> | <i>Padina<br/>pavonica</i> | <i>Gongolaria<br/>barbata</i> | <i>Ceramium</i> sp. | <i>Pylaiella</i> sp. | <i>Bryopsis<br/>plumosa</i> | <i>Phyllophora<br/>crispa</i> | <i>Cladostephus<br/>spongiosus</i> | Стекла<br>обрастания |
|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| <i>Cladophora<br/>sivashensis</i>  | -                                 | 0,00                           | 0,00                | 0,00                  | 0,00                           | 0,00                  | 0,00              | 0,00            | 0,00               | 0,00                        | 0,00                       | 0,00                          | 0,00                | 0,00                 | 0,00                        | 0,00                          | 0,00                               | 0,00                 |
| <i>Laurensia<br/>coronopus</i>     | 0,00                              | -                              | 0,55                | 0,33                  | 0,00                           | 0,00                  | 0,00              | 0,00            | 0,00               | 0,82                        | 0,22                       | 0,55                          | 0,55                | 0,44                 | 0,67                        | 0,10                          | 0,50                               | 0,73                 |
| <i>Gelidium</i> sp.                | 0,00                              | 0,55                           | -                   | 0,00                  | 0,00                           | 0,13                  | 0,00              | 0,00            | 0,00               | 0,50                        | 0,11                       | 0,29                          | 0,29                | 0,33                 | 0,67                        | 0,10                          | 0,67                               | 0,43                 |
| <i>Cladophora</i> sp.              | 0,00                              | 0,33                           | 0,00                | -                     | 0,00                           | 0,00                  | 0,00              | 0,00            | 0,00               | 0,67                        | 0,33                       | 0,67                          | 0,67                | 0,00                 | 0,00                        | 0,00                          | 0,00                               | 0,67                 |
| <i>Stuckenia pectinata</i>         | 0,00                              | 0,00                           | 0,00                | 0,00                  | -                              | 1,00                  | 0,00              | 0,00            | 0,00               | 0,14                        | 0,00                       | 0,00                          | 0,00                | 0,00                 | 0,00                        | 0,00                          | 0,00                               | 0,71                 |
| <i>Zostera noltei</i>              | 0,00                              | 0,00                           | 0,13                | 0,00                  | 1,00                           | -                     | 0,00              | 0,00            | 0,00               | 0,13                        | 0,00                       | 0,00                          | 0,00                | 0,00                 | 0,00                        | 0,00                          | 0,00                               | 0,63                 |
| <i>Ulva linza</i>                  | 0,00                              | 0,00                           | 0,00                | 0,00                  | 0,00                           | 0,00                  | -                 | 1,00            | 0,80               | 0,11                        | 0,00                       | 0,11                          | 0,00                | 0,11                 | 0,00                        | 0,11                          | 0,00                               | 0,67                 |
| <i>Ulva</i> sp.                    | 0,00                              | 0,00                           | 0,00                | 0,00                  | 0,00                           | 0,00                  | 1,00              | -               | 0,25               | 0,00                        | 0,00                       | 0,00                          | 0,00                | 0,00                 | 0,00                        | 0,00                          | 0,00                               | 0,75                 |
| <i>Ulva rigida</i>                 | 0,00                              | 0,00                           | 0,00                | 0,00                  | 0,00                           | 0,00                  | 0,80              | 0,25            | -                  | 0,00                        | 0,00                       | 0,20                          | 0,20                | 0,20                 | 0,00                        | 0,20                          | 0,00                               | 1,00                 |
| <i>Ericaria crinita</i>            | 0,00                              | 0,82                           | 0,50                | 0,67                  | 0,14                           | 0,13                  | 0,11              | 0,00            | 0,00               | -                           | 0,56                       | 0,88                          | 0,80                | 0,56                 | 0,67                        | 0,40                          | 0,83                               | 0,42                 |
| <i>Padina pavonica</i>             | 0,00                              | 0,22                           | 0,11                | 0,33                  | 0,00                           | 0,00                  | 0,00              | 0,00            | 0,00               | 0,56                        | -                          | 0,44                          | 0,33                | 0,00                 | 0,11                        | 0,89                          | 0,33                               | 0,67                 |
| <i>Gongolaria<br/>barbata</i>      | 0,00                              | 0,55                           | 0,29                | 0,67                  | 0,00                           | 0,00                  | 0,11              | 0,00            | 0,20               | 0,88                        | 0,44                       | -                             | 0,53                | 0,56                 | 0,67                        | 0,40                          | 0,33                               | 0,50                 |
| <i>Ceramium</i> sp.                | 0,00                              | 0,55                           | 0,29                | 0,67                  | 0,00                           | 0,00                  | 0,00              | 0,00            | 0,20               | 0,80                        | 0,33                       | 0,53                          | -                   | 0,44                 | 0,56                        | 0,20                          | 0,50                               | 0,60                 |
| <i>Pylaiella</i> sp.               | 0,00                              | 0,44                           | 0,33                | 0,00                  | 0,00                           | 0,00                  | 0,11              | 0,00            | 0,20               | 0,56                        | 0,00                       | 0,56                          | 0,44                | -                    | 0,33                        | 0,00                          | 0,17                               | 0,67                 |
| <i>Bryopsis plumosa</i>            | 0,00                              | 0,67                           | 0,67                | 0,00                  | 0,00                           | 0,00                  | 0,00              | 0,00            | 0,00               | 0,67                        | 0,11                       | 0,67                          | 0,56                | 0,33                 | -                           | 0,11                          | 0,17                               | 0,67                 |
| <i>Phyllophora crispa</i>          | 0,00                              | 0,10                           | 0,10                | 0,00                  | 0,00                           | 0,00                  | 0,11              | 0,00            | 0,20               | 0,40                        | 0,89                       | 0,40                          | 0,20                | 0,00                 | 0,11                        | -                             | 0,33                               | 0,60                 |
| <i>Cladostephus<br/>spongiosus</i> | 0,00                              | 0,50                           | 0,67                | 0,00                  | 0,00                           | 0,00                  | 0,00              | 0,00            | 0,00               | 0,83                        | 0,33                       | 0,33                          | 0,50                | 0,17                 | 0,17                        | 0,33                          | -                                  | 0,50                 |
| Стекла<br>обрастания               | 0,00                              | 0,73                           | 0,43                | 0,67                  | 0,71                           | 0,63                  | 0,67              | 0,75            | 1,00               | 0,42                        | 0,67                       | 0,50                          | 0,60                | 0,67                 | 0,67                        | 0,60                          | 0,50                               | -                    |

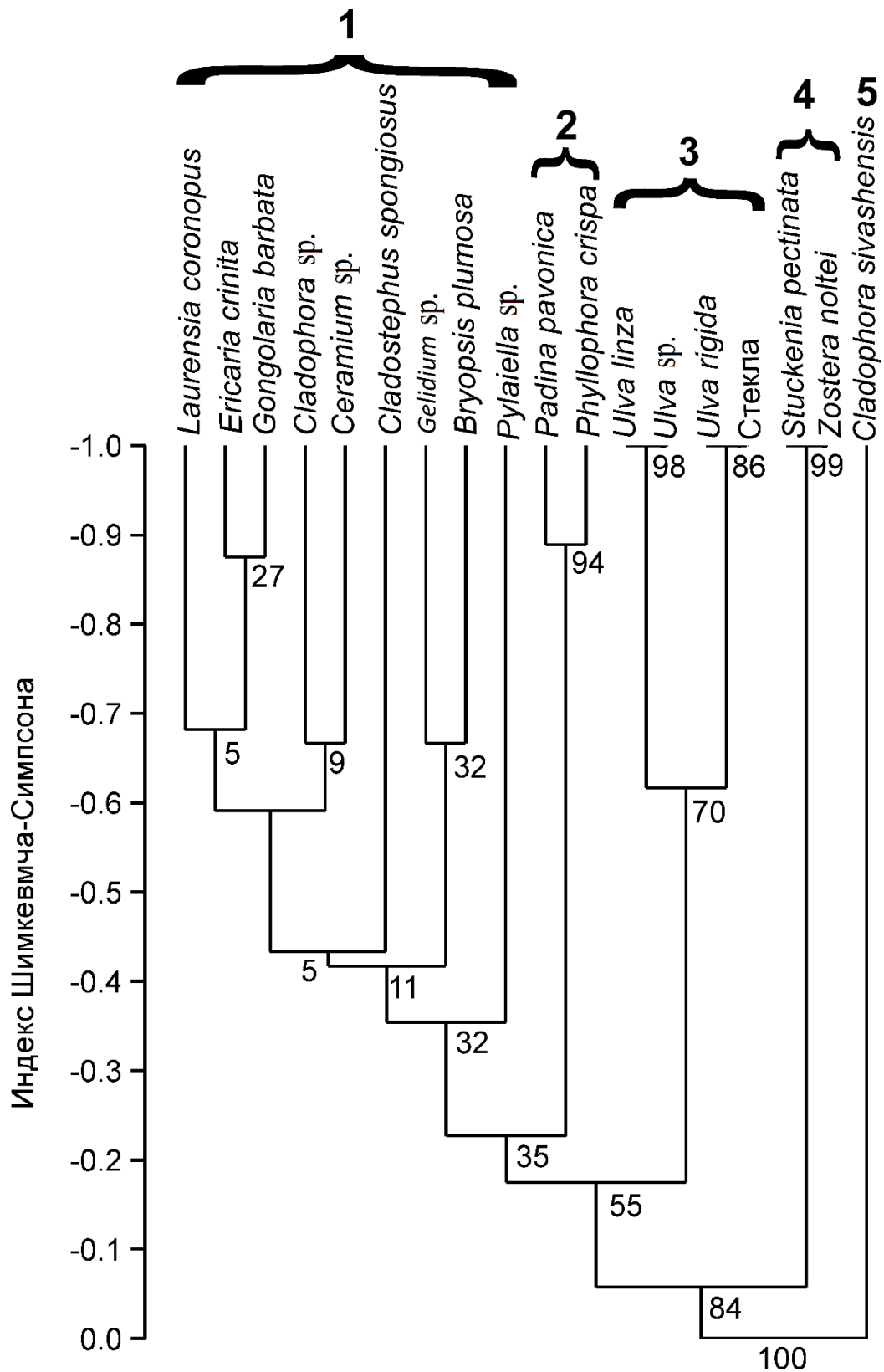


Рисунок 4.2.1 – Дендрогамма фаунистического сходства (индекс Шимкевича-Симпсона) инфузорий эпифитона и эпихолона (стекло обрастания). В узлах приведены результаты Bootstrap-анализа при 10000 случайных перестановок.

По результатам кластерного анализа (Рисунок 4.2.1) выделены 5 видовых комплексов, объединенных по сходству видовых составов инфузорий:

1. Комплекс инфузорий эпифитона *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Pylaiella* sp., *Cladostephus spongiosus*, *Ceramium* sp., *Laurensia coronopus*, *Cladophora* sp., *Gelidium* sp., *Bryopsis plumosa*.
2. Комплекс инфузорий эпифитона *Padina pavonica* и *Phyllophora crispa*.
3. Комплекс инфузорий эпифитона *Ulva linza*, *U.* sp., *U. rigida* и эпихолона (стеклообрастания).
4. Комплекс инфузорий эпифитона *Stuckenia pectinata* и *Zostera noltei*.
5. Комплекс инфузорий эпифитона *Cladophora sivashensis*.

Ниже приводятся характеристики выделенных видовых комплексов.

Комплекс 1 объединяет видовые списки инфузорий с водорослей с талломом сложного цилиндрического морфотипа: бурых водорослей *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Pylaiella* sp., *Cladostephus spongiosus*, красных водорослей *Ceramium* sp., *Laurensia coronopus*, *Gelidium* sp., зеленых водорослей *Cladophora* sp., *Bryopsis plumosa*.

Значения индекса Шимкевича-Симпсона изменялись в диапазоне от 0,17 в паре *Bryopsis plumosa* - *Cladostephus spongiosus* до 0,88 в паре *Ericaria crinita* - *Gongolaria barbata*.

Данный видовой комплекс включает 38 видов инфузорий, встречаемость которых представлена на рисунке 4.2.2 и в Приложении Б.

По встречаемости константных видов в данном комплексе не зафиксировано. Регулярных видов 2: *Vorticella convallaria* ( $R = 0,56$ ) и *V. microstoma* ( $R = 0,51$ ). Зафиксировано 3 нерегулярных вида: *Euplotes balteatus* ( $R = 0,39$ ), *Vorticella globularia* ( $R = 0,33$ ) и *Zoothamnium vermicola* ( $R = 0,32$ ). Остальные виды отмечены как случайные.

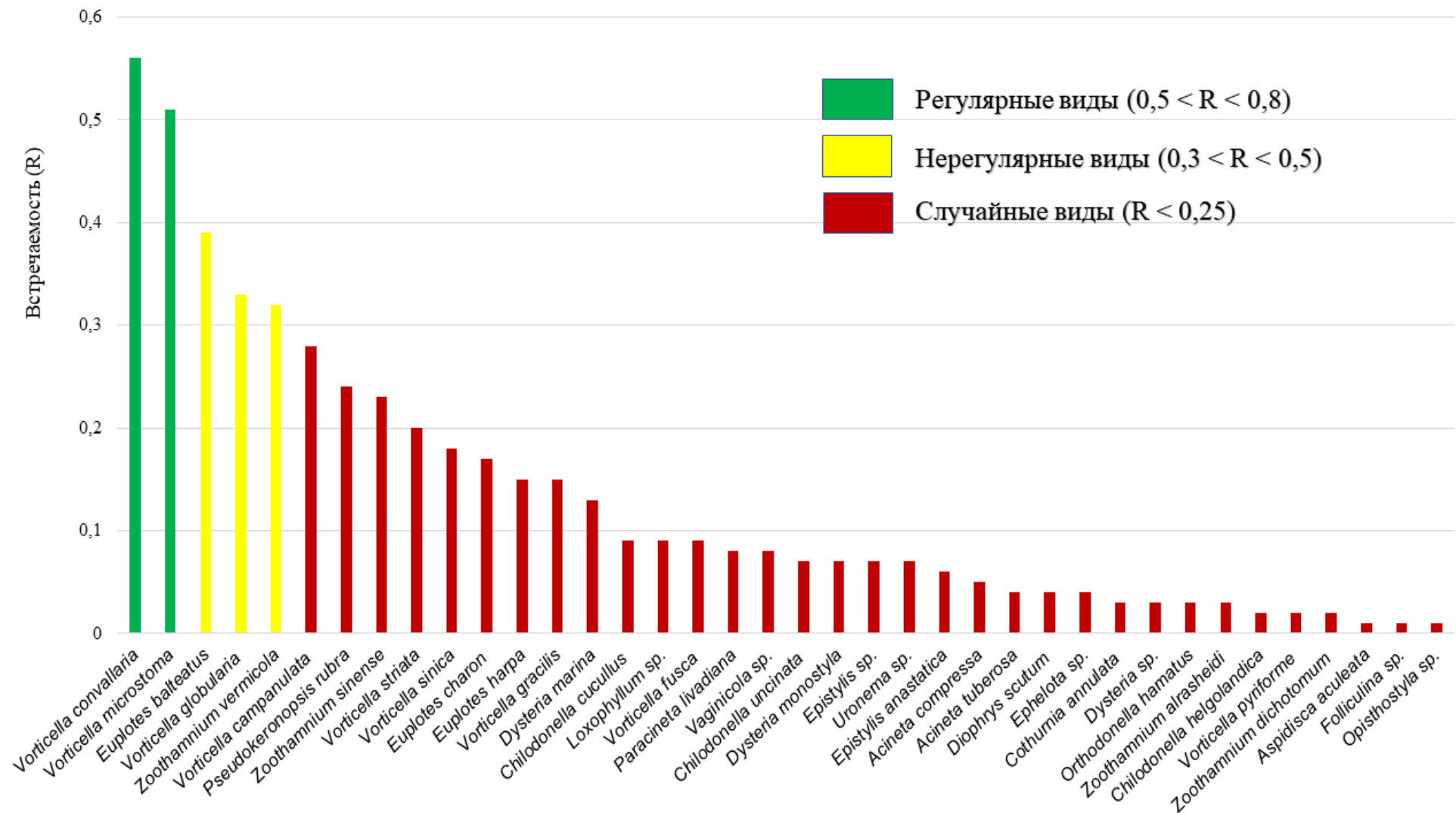


Рисунок 4.2.2 – Встречаемость (R) видов инфузорий на макрофитах сложного цилиндрического морфотипа

Комплекс 2 объединил видовые списки инфузорий с водорослей с талломами сложного пластинчатого морфотипа – бурой водоросли *Padina pavonica* и красной водоросли *Phyllophora crispa*. Индекс Шимкевича-Симпсона в данной паре составил 0,89.

Данный видовой комплекс включает 12 видов инфузорий (Приложение Б). Видовой состав инфузорий данного комплекса, отранжированный по встречаемости представлен на рисунке 4.2.3.

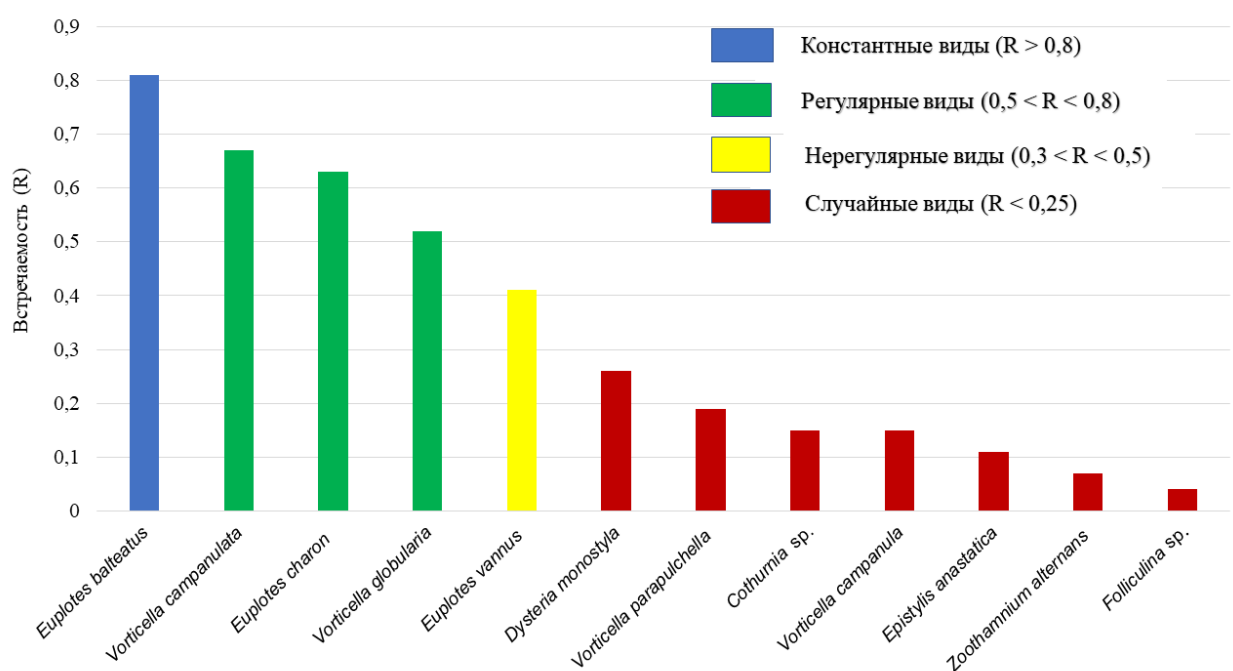


Рисунок 4.2.3 – Встречаемость (R) инфузорий на макрофитах сложного пластинчатого морфотипа

В данном комплексе зафиксирован один константный вид *Euplotes balteatus* ( $R = 0,81$ ), три регулярных вида: *Vorticella campanulata* ( $R = 0,67$ ), *Euplotes charon* ( $R = 0,63$ ) и *Vorticella globularia* ( $R = 0,52$ ). Один вид *Euplotes vannus* ( $R = 0,41$ ) отмечен как нерегулярный, остальные 7 видов являются случайными.

Комплекс 3 объединяет видовые списки инфузорий эпифитона с зеленых водорослей с талломом пластинчатого морфотипа *Ulva linza*, *U. rigida*, *Ulva* sp., а также эпихолона (стекол обрастания).

Значения индекса Шимкевича-Симпсона изменялись в диапазоне от 0,25 в паре *Ulva* sp. – *U. rigida* до 1,0 в парах *Ulva* sp. – *U. linza* и *U. rigida* – стекла обрастания. Также, стоит отметить высокую устойчивость данного комплекса к случайным перестановкам (бутстреп-поддержка 71 %).

Данный видовой комплекс включает 51 вид инфузорий (Приложение Б). Встречаемость инфузорий данного комплекса представлена на рисунке 4.2.4.

По значениям коэффициента встречаемости константных видов в данном комплексе не зафиксировали. Отмечен 1 регулярный вид *Vorticella globularia* ( $R = 0,51$ ) и 3 нерегулярных вида: *Vorticella striata* ( $R = 0,45$ ), *Euplotes balteatus* ( $R = 0,42$ ) и *Zoothamnium marinum* ( $R = 0,30$ ). Остальные виды оказались случайными.

В четвертый комплекс объединились инфузории с морских трав *Stuckenia pectinata* и *Zostera noltei*, имеющие пластинчатые вегетативные органы. Данный кластер характеризуется высоким значением индекса Шимкевича-Симпсона (1,0) и имеет высокую бутстреп-поддержку (99 %).

Данный видовой комплекс включает всего 7 видов инфузорий, встречаемость которых представлена на рисунке 4.2.5 и в Приложении Б.

В данном комплексе константных видов не зафиксировано. Вид *Vorticella cratera* отмечен как регулярный ( $R = 0,58$ ), зафиксировано 3 нерегулярных вида: *Cothurnia arcuata* ( $R = 0,47$ ), *Zoothamnium dichotomum* ( $R = 0,42$ ) и *Vorticella fusca* ( $R = 0,37$ ). Остальные 3 вида относятся к случайным.

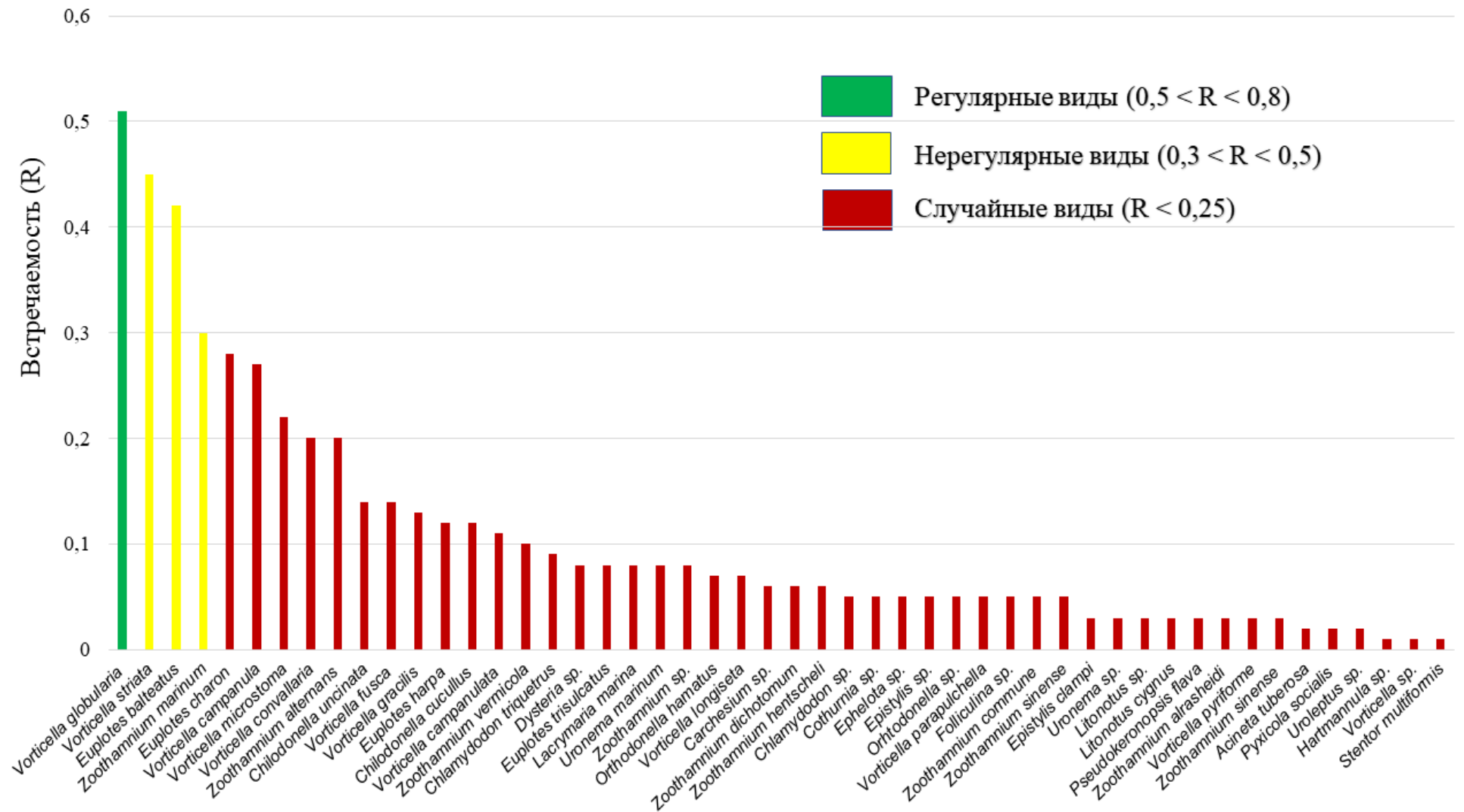


Рисунок 4.2.4 – Встречаемость (R) инфузорий на водорослях пластинчатого морфотипа и стеклах обрастания

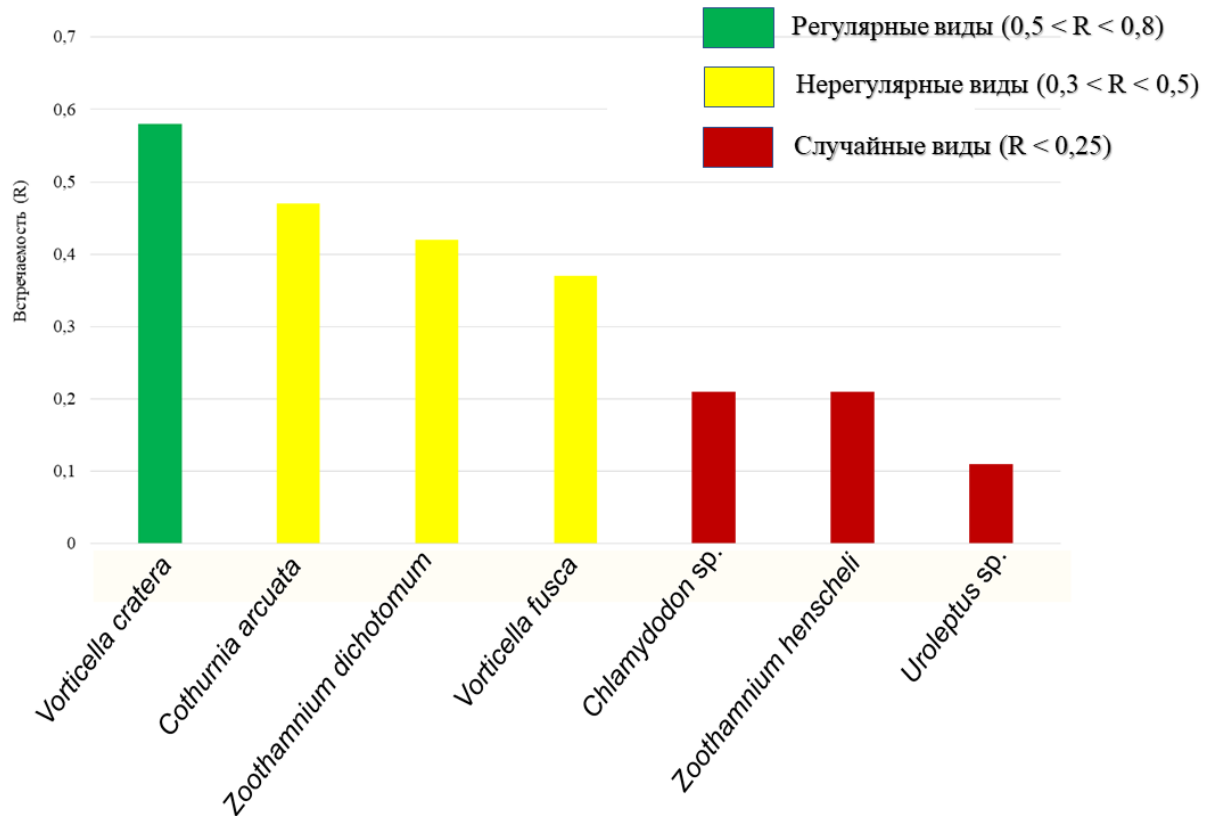


Рисунок 4.2.5 – Встречаемость (R) инфузорий на морских травах, имеющих пластинчатые вегетативные органы

В пятый кластер выделилась водоросль *Cladophora sivashensis*, имеющая сложный цилиндрический таллом, однако в этом случае специфичность видового состава эпифитона на данной водоросли, вероятно, связана с повышенной соленостью залива Сиваш, где был собран материал. Найденные здесь виды инфузорий, вероятно, являются галофилами.

В связи с тем, что в заливе Сиваш изучался только один тип субстрата, то данные по видовому разнообразию и встречаемости инфузорий, идентичны информации, представленной в разделе 4.1 (Рисунок 4.1.6, Приложение Б).

Как можно заметить, среди инфузорий эпифитона не оказалось видов, приуроченных к определенным таксонам макрофитов. Так, комплекс 1 объединил видовые составы инфузорий с бурых, красных и зеленых водорослей, имеющих сложный цилиндрический морфотип; комплекс 2 – видовые составы инфузорий с бурой и красной водоросли со сложным

пластическим морфотипом таллома; комплекс 3 объединяет видовые списки инфузорий эпифитона зеленых водорослей с талломом пластинчатого морфотипа и стекол обрастания.

В четвертом комплексе объединены инфузории с морских трав, имеющих пластинчатые вегетативные органы. При этом сосудистые растения относятся к разным семействам порядка Частухоцвётные (Alismatales): *Stuckenia pectinata* – к семейству Рдестовых (Potamogetonaceae), а *Zostera noltei* – к семейству Взморниковые (Zosteraceae).

Что касается 5-го видового комплекса на *Cladophora sivashensis*, то его видовой состав полностью совпадает с комплексом залива Сиваш и включает галофильные виды инфузорий. То есть его обособленность связана с высокой соленостью в данной акватории.

Следует отметить, что инфузории эпихолона (стекло обрастания) не выделяются в отдельный кластер.

Таким образом, обнаруженная нами кластеризация видовых составов инфузорий не связана с таксономической принадлежностью субстрата (макрофита или искусственного субстрата), а определяется иными факторами, в значительной степени, архитектурой субстрата. Это особенно заметно на примере комплекса 3, объединяющего с высокой степенью сходства (до 1,00, Таблица 4.2.1) видовые составы комплексов стекол обрастания и зеленых водорослей. Так, И. А. Мухин [102] показал, что структура сообщества в большей степени зависит от типа архитектуры в микробиотопе. Характер субстрата в большей степени определяет видовой состав и соотношение видов в сообществе. При этом, разные по своей природе субстраты, имеющие сходную архитектуру, оказываются в одной группе по сходству видового состава инфузорий.

Как указано в главе 2, при анализе распределения инфузорий по разным субстратам мы использовали классификацию морфотипов талломов макроводорослей и тел высших водных растений, разработанную Г. Г. Миничевой с соавторами [97]. Ранее эту классификацию использовала А. Г.

Широян [148] при анализе биотопического распределения диатомовых водорослей эпифитона Черного моря.

Выделенные видовые комплексы инфузорий определяются приуроченностью входящих в них видов инфузорий к макрофитам с определенным морфотипом. При этом в изученных акваториях Черного и Азовского морей не отмечено инфузорий, специфичных к определенному таксону макрофитов.

Виды инфузорий, отмеченные только на макрофитах одного морфотипа редкие, и имеют низкую встречаемость (например, виды *Cothurnia annulata* ( $R = 0,03$ ), *Vorticella gracilis* ( $R = 0,15$ ), *Vorticella pyriforme* ( $R = 0,02$ ) которые отмечены только в комплексе 1; виды *Vorticella longiseta* ( $R = 0,07$ ), *Zoothamnium commune* ( $R = 0,05$ ) и *Epistylis clampi* ( $R = 0,03$ ) отмеченные только в комплексе 3.

Только *Cothurnia arcuata* имеет относительно высокую встречаемость ( $R = 0,47$ ) и зафиксирован только в комплексе 4 с морских трав.

Видовые комплексы инфузорий перифитона на разных типах субстратов более стабильны, чем комплексы отдельных акваторий, что подтверждается бутстреп-поддержкой образованных кластеров (например, для комплекса 2 она составила 94 %, для комплекса 3 – 70 %).

Таксоцены инфузорий перифитона обладают сложной структурой, в них формируются видовые комплексы цилиат, приуроченные к отдельным акваториям и типам субстрата. При этом для инфузорий эпифитона и эпихолона не отмечено специфичности к субстрату, но имеет место избирательность части видов инфузорий к определенным субстратам, которая и приводит к формированию видовых комплексов.

Также следует принять во внимание, что макрофиты указанных морфотипов представлены во всех изученных акваториях, то есть видовые комплексы инфузорий с макрофитов, в свою очередь, входят в состав видовых комплексов акваторий.

При этом некоторые виды макрофитов (*Cladophora* sp., *Gelidium* sp., *Laurensia coronopus*, *Bryopsis plumosa*, *Ceramium* sp., *Cladostephus spongiosus*, *Pylaiella* sp., *Ulva linza*) поселяются на более крупных водорослях, таких как *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Phyllophora crispa* и тем самым входят в состав консорций этих водорослей. На этих консортах, с свою очередь, формируются собственные видовые комплексы инфузорий.

В частности, на *Phyllophora crispa* были отмечены инфузории: *Vorticella campanulata*, *V. globularia*, *V. campanula*, *V. parapulchella*, *Euplotes balteatus*, *E. charon*, *Zoothamnium alternans*, *Dysteria monostyla*, *Epistylis anastatica*. При этом в состав консорций *Phyllophora crispa* входили водоросли *Gelidium* sp. со своим составом инфузорий: *Vorticella microstoma*, *Uronema* sp., *Ephelota* sp., *Orthodonella hamatus*.

#### **Выводы по главе 4:**

1. По сходству видовых составов в разных акваториях побережья Крыма отмечены пять видовых комплексов, четыре из которых объединяют видовые списки инфузорий близко расположенных акваторий. Видовой состав комплекса залива Сиваш включает небольшое число галофильных видов и не имеет общих видов с другими комплексами.

2. В пределах видовых комплексов отдельных акваторий формируются 5 видовых комплексов перифитонных цилиат, приуроченных к субстратам со сходной архитектоникой, в том числе сходных морфотипах макрофитов. При этом виды, обнаруженные на стеклах обрастания не образуют отдельного видового комплекса.

3. В состав консорций более крупных макрофитов, могут входить макрофиты иных морфотипов, со своим набором инфузорий эпифитона. В результате, в побережье Крыма формируется сложная иерархия потенциальных местообитаний для инфузорий перифитона, что, в свою очередь, способствует высокому видовому богатству этой экологической группы цилиат.

## **ГЛАВА 5. ОБИЛИЕ И ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ИНФУЗОРИЙ ПЕРИФИТОНА В КАРАНТИННОЙ, СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ И КРУГЛОЙ БУХТАХ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ**

В задачи данного исследования входит сравнительная оценка обилия (плотности, биомассы) инфузорий перифитона, относительной представленности отдельных видов цилиат (таксономической структуры, доминирования) в разных акваториях, а также изучение сезонных изменений этих количественных показателей.

Однако в случае эпифитона крайне сложно или невозможно получить репрезентативные данные для количественной характеристики таксоценоза инфузорий. Для этого традиционно используются модельные, искусственные субстраты [158], в частности, стекла обрастания.

Как показано в Главе 4, видовой состав инфузорий эпифитона весьма сходен с таковым на стеклах обрастания (эпихолоне). В частности, сходство видовых составов цилиат на водорослях с пластинчатым талломом (виды рода *Ulva*) и на стеклах по индексу Шимкевича-Симпсона достигает 100 %.

Таким образом, данные, полученные с использованием искусственных субстратов, сопоставимы с результатами, полученными для субстратов другого типа, в том числе, для поверхности макрофитов.

Оценка обилия инфузорий проводилась в трех бухтах города Севастополя (бухты Карантинная, Севастопольская и Круглая), где нами в течение 2021 – 2023 гг. проводились систематические исследования с использованием искусственных субстратов (стекол обрастания).

## **5.1 Плотность и биомасса инфузорий в перифитоне Карантинной, Севастопольской и Круглой бухт**

### **5.1.1 Плотность, биомасса и таксономическая структура таксоценов инфузорий**

В настоящем разделе приводятся результаты изучения плотности и биомассы трофонтов как сессильных (прикрепленных), так и вагильных (подвижных) видов цилиат на искусственных субстратах.

Распределение выборок из всех трех бухт соответствовало нормальному. Так по плотности для бухты Круглой значение критерия Шапиро-Уилка составило 0,92 при  $p = 0,00001$ , для бухты Карантинной 0,97 при  $p = 0,0001$ , для бухты Севастопольской 0,99 при  $p = 0,01$ . По биомассе для бухты Круглой значение критерия составило 0,55 при  $p = 0,0001$ , для бухты Карантинной 0,74 при  $p = 0,0001$ , для бухты Севастопольской 0,67 при  $p = 0,0001$ . Это позволило в дальнейшем анализировать средние значения плотности и биомассы инфузорий.

Наибольшая средняя плотность инфузорий зафиксирована в бухте Карантинной ( $3493 \pm 85$  тыс. экз./м<sup>2</sup>), наименьшая – в бухте Круглой ( $2622 \pm 135$  тыс. экз./м<sup>2</sup>) (Рисунок 5.1.1.1). В Севастопольской бухте средняя плотность инфузорий составила  $3189 \pm 93$  тыс. экз./м<sup>2</sup>. При сравнении средних по Т-критерию Стьюдента разница оказалась значимой для всех трех бухт.

По биомассе соотношение было сходным: наибольшая средняя биомасса инфузорий отмечена в Карантинной бухте ( $1099 \pm 74$  мг/м<sup>2</sup>), наименьшая – в бухте Круглой ( $563 \pm 84$  мг/м<sup>2</sup>) (Рисунок 5.1.1.2). В Севастопольской бухте средняя биомасса инфузорий составила  $759 \pm 67$  мг/м<sup>2</sup>. Однако, при сравнении средних биомасс по Т-критерию Стьюдента разница в значениях биомассы инфузорий бухты Круглой и Севастопольской оказалась не достоверной.

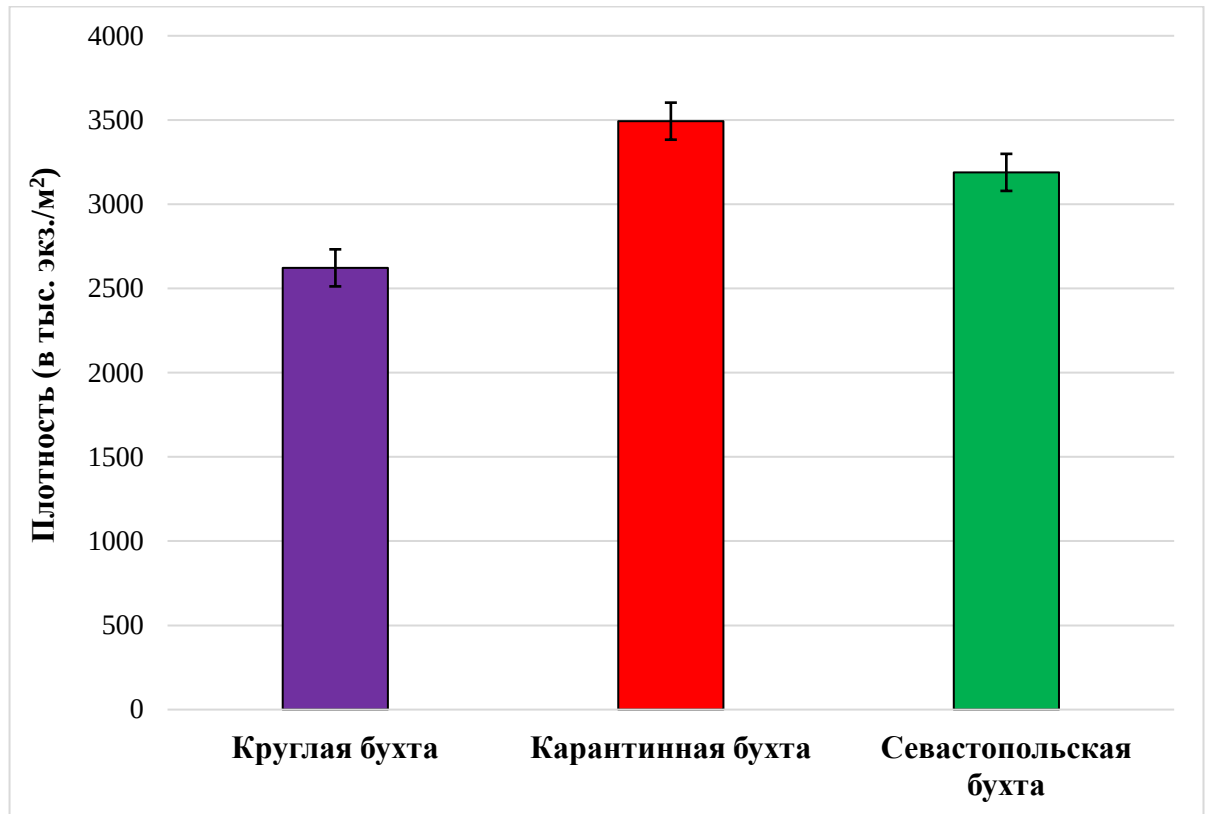


Рисунок 5.1.1.1 – Средние плотности инфузорий в трех бухтах города Севастополя

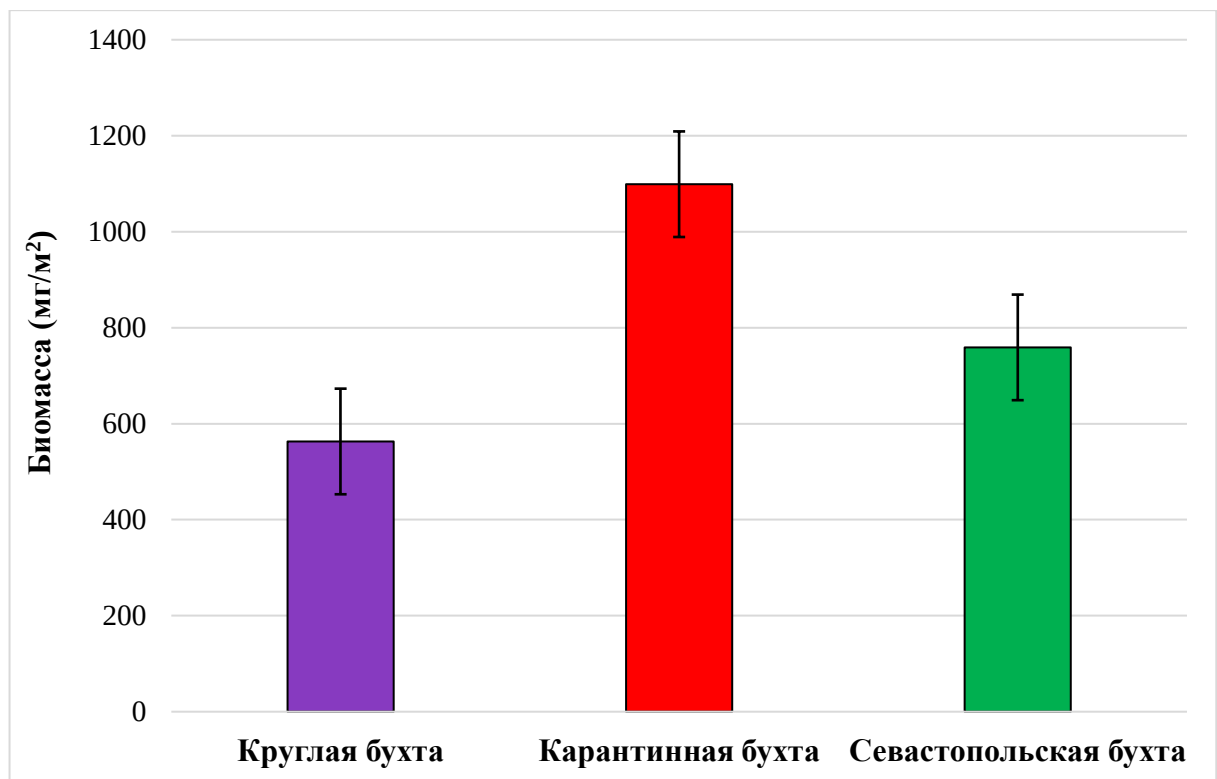


Рисунок 5.1.1.2 – Средние биомассы инфузорий в трех бухтах города Севастополя

Как указано выше, одновременно с экспозицией стекол обрастания фиксировались такие параметры как температура и соленость воды. В связи с тем, что распределение полученных нами данных по температуре и солености не соответствовало нормальному, вычислялись их медианы.

За период наблюдений температура и соленость в бухтах менялась в следующих пределах: в Карантинной бухте температура была зафиксирована нами в диапазоне от минимальных значений в феврале (8,8 °С) до максимальных в июле (26,2 °С), соленость от минимальной в марте (17,3 ‰) до максимальной в июле (18,1 ‰); в Севастопольской бухте температура была отмечена в пределах от 10,2 °С в январе до 26,1 °С в августе, соленость – от 16,9 ‰ в январе до 18,1 ‰ в августе; в Круглой бухте температура изменялась в пределах от 8,0 °С в январе до 24,4 °С в июне, соленость – от 17,3 ‰ в январе до 18,2 ‰ в июне. Медианы температуры и солености представлены на рисунках 5.1.1.3 и 5.1.1.4. Стоит отметить, что по критерию Манна-Уитни разница между медианами этих факторов для разных бухт не достоверна.

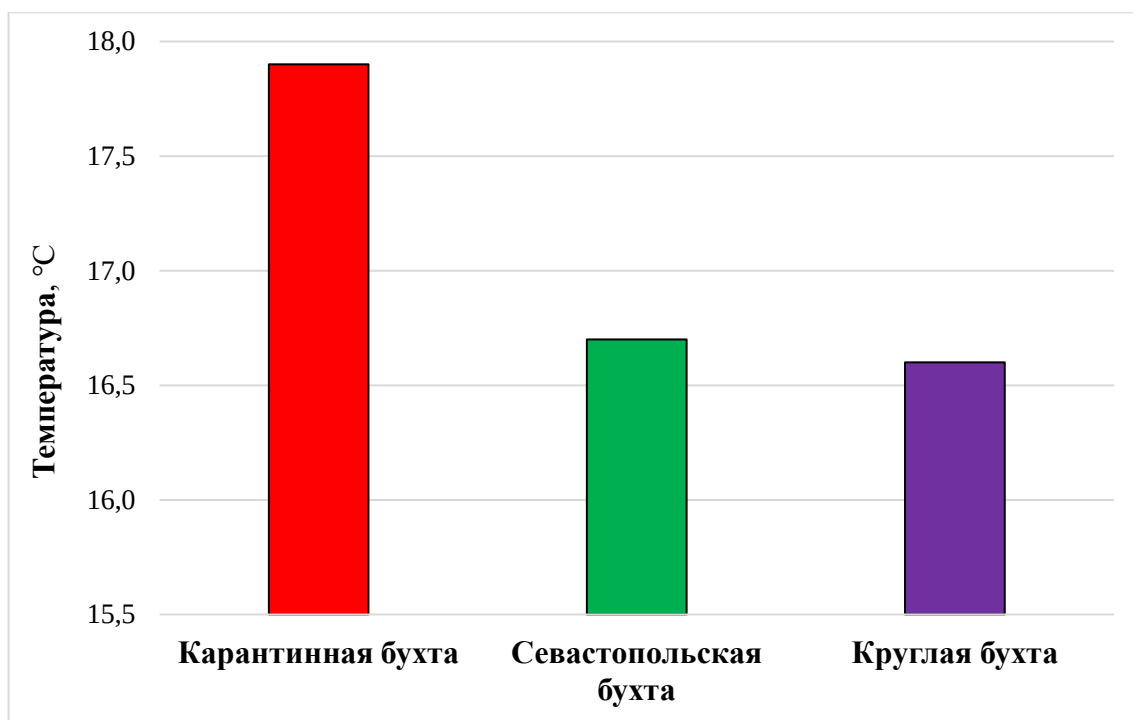


Рисунок 5.1.1.3 – Медианы температуры воды в трех бухтах города Севастополя

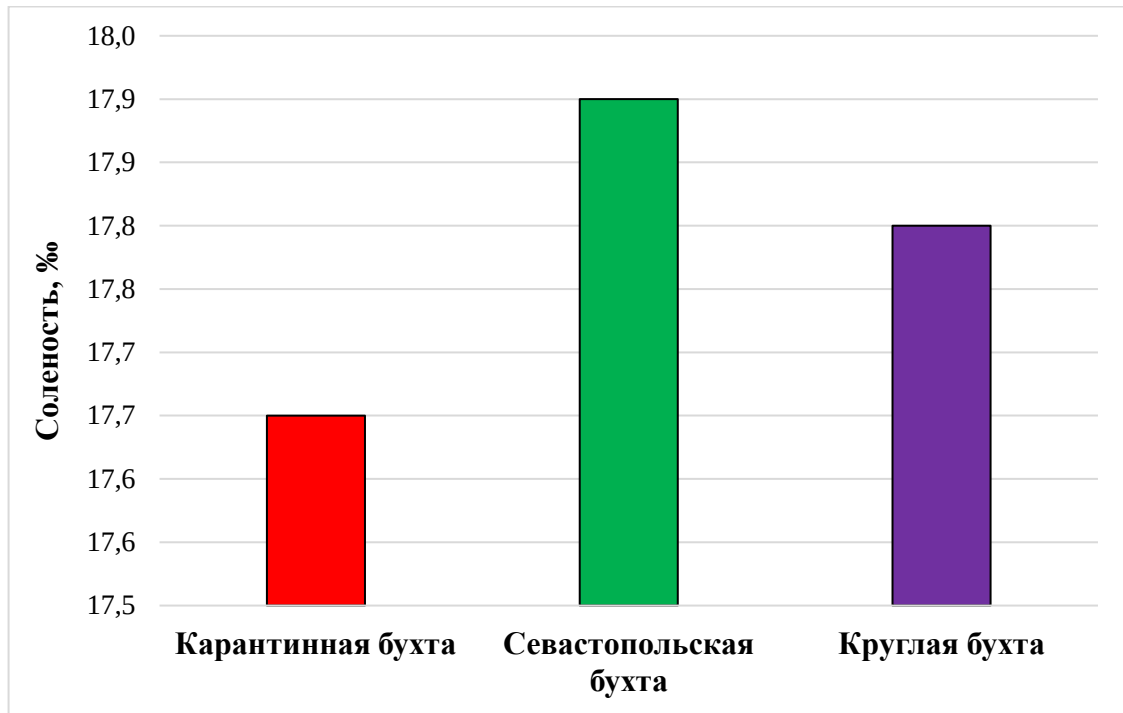


Рисунок 5.1.1.4 – Медианы солености воды в трех бухтах города Севастополя

Далее приведены результаты оценки различий в таксономических структурах инфузорий перифитона в трех бухтах.

Как видно из рисунка 5.1.1.5А, в Карантинной бухте в исследуемый период по плотности не зафиксированы абсолютные доминанты, доминанты и субдоминанты. Отмечено 7 второстепенных видов: *Vorticella globularia* ( $N_{cp.} = 805 \pm 59$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, его доля в таксономической структуре составила 12 %), *Euplotes charon* ( $N_{cp.} = 797 \pm 63$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 11 %), *Vorticella campanula* ( $N_{cp.} = 707 \pm 61$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 9 %), *V. convallaria* ( $N_{cp.} = 627 \pm 53$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 9 %), *Euplotes balteatus* ( $N_{cp.} = 604 \pm 49$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 8 %), *Vorticella striata* ( $N_{cp.} = 550 \pm 47$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 7 %), *Vorticella fusca* ( $N_{cp.} = 492 \pm 39$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %).

Остальные 24 вида отмечены как малозначимые, их доля составляла менее 4 %: *Zoothamnium hentscheli*, *Z. vermicola*, *Z. commune*, *Uroleptus* sp., *Chilodonella uncinata*, *C. cucullus*, *Chlamydodon triquetrus*, *Epistylis* sp., *Lacrymaria marina*, *Litonotus cygnus*, *Pseudokeronopsis flava*, *Uronema marinum*, *Acineta tuberosa*, *Chlamydodon* sp., *Dysteria* sp., *Folliculina* sp., *Hartmannula* sp.,

*Loxophyllum* sp., *Orthodonella hamatus*, *Orthodonella* sp., *Pyxicola socialis*, *Vorticella* sp., *Euplotes harpa*, *Zoothamnium sinense*.

По биомассе в бухте Карантинной в исследуемый период отмечен абсолютный доминант – вид *Vorticella globularia* ( $B_{\text{ср.}} = 1610 \pm 142 \text{ мг/м}^2$ ), его доля в таксономической структуре составила 78 %. Доминантов и субдоминантов зафиксировано не было (Рисунок 5.1.1.5Б). Отмечено 2 второстепенных вида: *Vorticella campanula*, доля которого составляла 6 % ( $B_{\text{ср.}} = 162 \pm 18 \text{ мг/м}^2$ ) и *Vorticella convallaria* ( $B_{\text{ср.}} = 72,7 \pm 9 \text{ мг/м}^2$ ), доля которого составляла 3 %.

Все остальные виды оказались малозначимыми, их доля по биомассе не превысила 1 %: *Euplotes charon*, *E. balteatus*, *E. harpa*, *Vorticella striata*, *V. fusca*, *Zoothamnium hentscheli*, *Z. vermicola*, *Z. commune*, *Z. sinense*, *Uroleptus* sp., *Chilodonella uncinata*, *C. cucullus*, *Chlamydodon triquetrus*, *Chlamydodon* sp., *Epistylis* sp., *Lacrymaria marina*, *Litonotus cygnus*, *Pseudokeronopsis flava*, *Uronema marinum*, *Acineta tuberosa*, *Dysteria* sp., *Hartmannula* sp., *Loxophyllum* sp., *Orthodonella hamatus*, *Orthodonella* sp., *Pyxicola socialis*.

Таким образом, можно выделить инфузорий, которые составляют основу таксоценоза инфузорий перифитона Карантинной бухты: по плотности преобладали виды *Vorticella globularia*, *V. campanula*, *V. convallaria*, *Euplotes charon*, *E. balteatus*; по биомассе – *Vorticella globularia*.

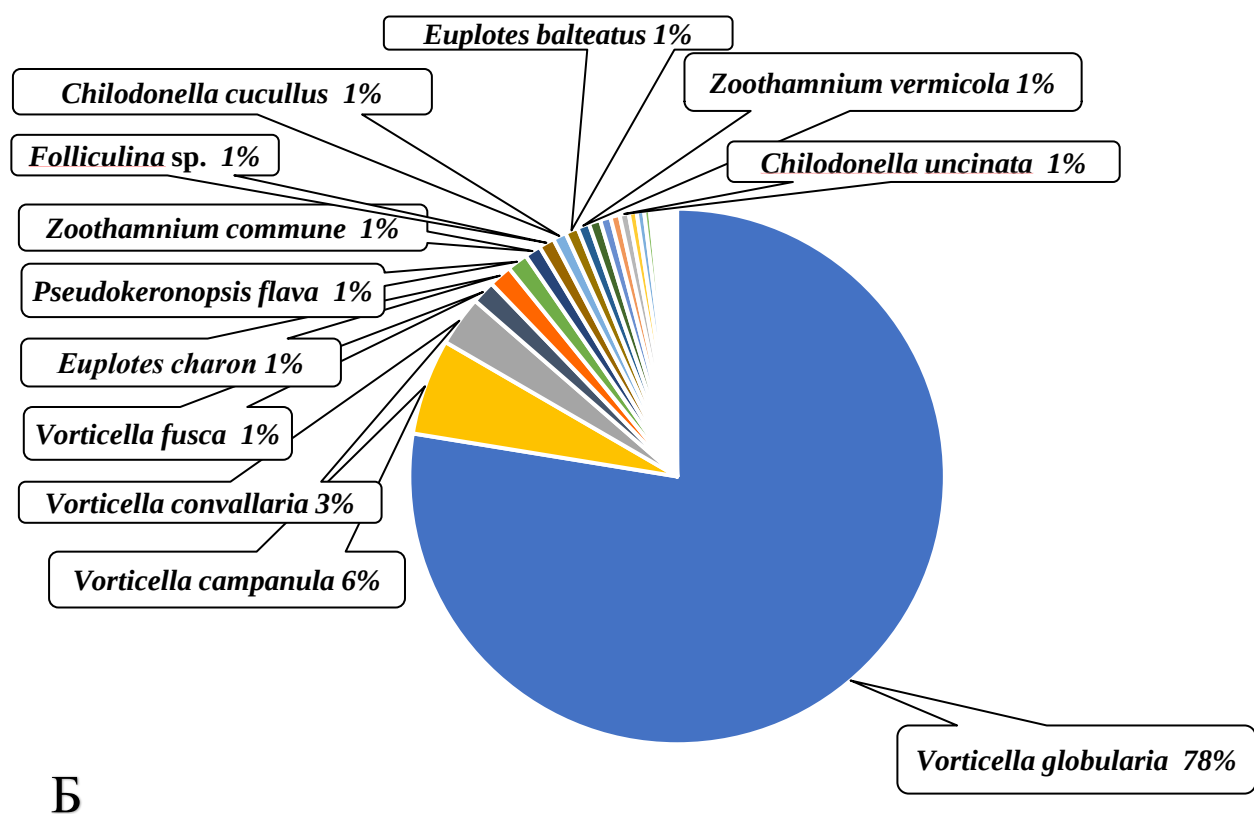
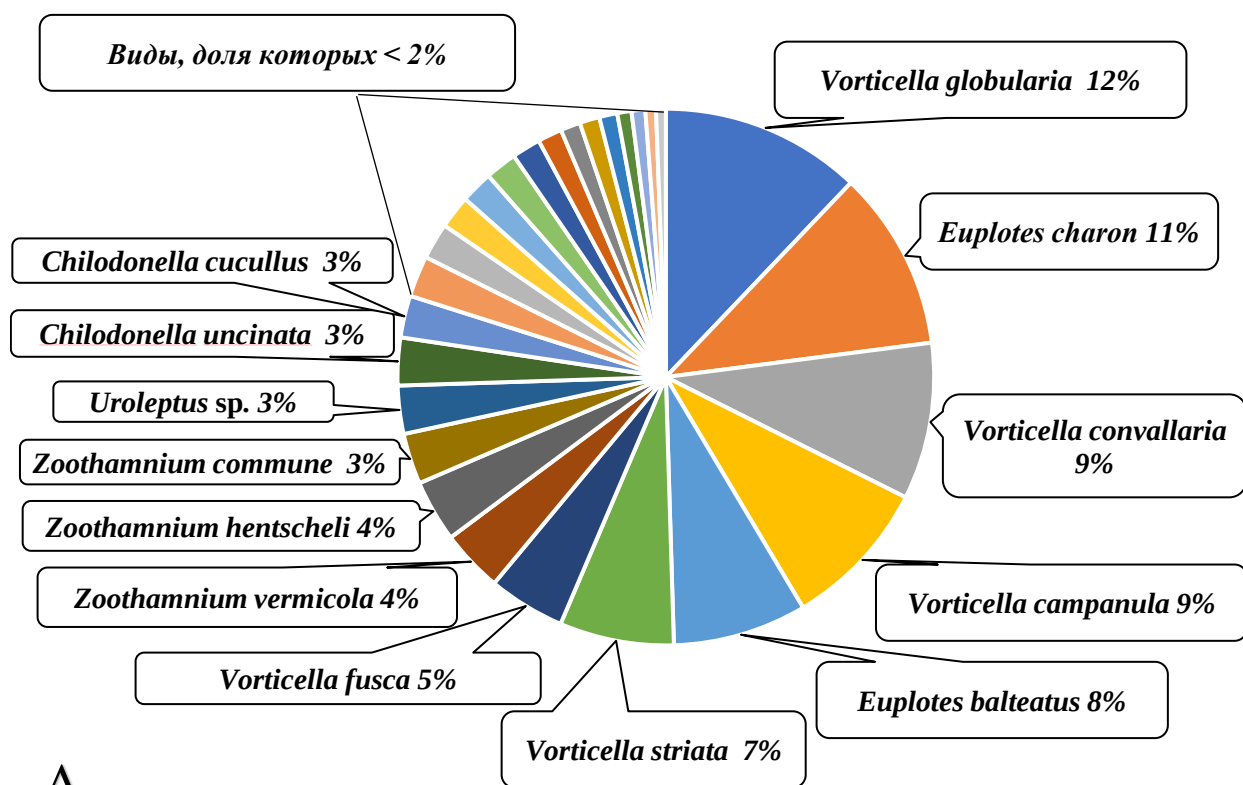


Рисунок 5.1.1.5 – Таксономическая структура по плотности (А) и биомассе (Б) таксоцены инфузорий перифитона Карантинной бухты

В Севастопольской бухте (Рисунок 5.1.1.6А) по плотности также не зафиксировано абсолютных доминантов, доминантов и субдоминантов. Отмечено 9 второстепенных видов: *Euplotes charon* ( $N_{\text{ср.}} = 818 \pm 67$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, его доля составила 11 %), *Vorticella convallaria* ( $N_{\text{ср.}} = 776 \pm 73$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, доля 10 %), *V. campanula* ( $N_{\text{ср.}} = 695 \pm 70$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 9 %), *V. globularia* ( $N_{\text{ср.}} = 673 \pm 71$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 8 %), *Euplotes balteatus* ( $N_{\text{ср.}} = 643 \pm 68$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 8 %), *Vorticella striata* ( $N_{\text{ср.}} = 621 \pm 82$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 6 %), *Zoothamnium marinum* ( $N_{\text{ср.}} = 600 \pm 70$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %), *Euplotes trisulcatus* ( $N_{\text{ср.}} = 593 \pm 54$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %), *Zoothamnium dichotomum* ( $N_{\text{ср.}} = 448 \pm 49$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %).

Остальные 19 видов оказались малозначимыми, их доля не превышала 4 %: *Dysteria* sp., *Uroleptus* sp., *Vorticella microstoma*, *Uronema* sp., *Vorticella parapulchella*, *Chilodonella cucullus*, *Chilodonella uncinata*, *Folliculina* sp., *Chlamydodon* sp., *Ephelota* sp., *Zoothamnium alrasheidi*, *Epistylis* sp., *Pseudokeronopsis flava*, *Zoothamnium alternans*, *Litonotus* sp., *Cothurnia* sp., *Lacrymaria marina*, *Vorticella pyriforme*, *Chlamydodon triquetrus*.

Как видно из рисунка 5.1.1.6Б, наибольший вклад в биомассу в данной бухте в период наблюдения вносил абсолютный доминант *Vorticella globularia* ( $B_{\text{ср.}} = 1390 \pm 109$  мг/м<sup>2</sup>), доля которого от общей биомассы составила 66 %. Также зафиксированы 2 субдоминанта: *Folliculina* sp. ( $B_{\text{ср.}} = 366 \pm 28$  мг/м<sup>2</sup>) и *Vorticella campanula* ( $B_{\text{ср.}} = 67 \pm 5$  мг/м<sup>2</sup>), доля которых составляла по 7 %.

3 вида являлись второстепенными, их доля не превышала 6 %: *Vorticella convallaria*, *Zoothamnium marinum*, *Euplotes charon*.

Остальные 22 вида оказались малозначимыми, их доля по биомассе не превышала 1 %: *Euplotes balteatus*, *E. trisulcatus*, *Vorticella striata*, *V. microstoma*, *V. parapulchella*, *V. pyriforme*, *Zoothamnium dichotomum*, *Z. alrasheidi*, *Z. alternans*, *Dysteria* sp., *Uroleptus* sp., *Uronema* sp., *Chilodonella cucullus*, *C. uncinata*, *Chlamydodon* sp., *C. triquetrus*, *Ephelota* sp., *Epistylis* sp., *Pseudokeronopsis flava*, *Litonotus* sp., *Cothurnia* sp., *Lacrymaria marina*.

Таким образом, можно выделить виды, составляющие основу таксоцены инфузорий перифитона (более 50 % от всей плотности) бухты

Севастопольской в исследуемый период: по плотности – *Euplotes charon*, *Vorticella convallaria*, *V. campanula*, *V. globularia*, *Euplotes balteatus*, *Vorticella striata*; по биомассе – *V. globularia*.

Как видно из рисунка 5.1.1.7А, в бухте Круглой в исследуемый период отмечен субдоминант по плотности – вид *Vorticella microstoma* ( $N_{\text{ср.}} = 816 \pm 67$  тыс. экз./м<sup>2</sup>), его доля составила 18 %.

Второстепенных видов отмечено 9: *Euplotes balteatus* ( $N_{\text{ср.}} = 780 \pm 92$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, доля 14 %), *Vorticella longiseta* ( $N_{\text{ср.}} = 751 \pm 87$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 9 %), *V. globularia* ( $N_{\text{ср.}} = 804 \pm 92$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 8 %), *Euplotes harpa* ( $N_{\text{ср.}} = 693 \pm 75$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 8 %), *E. charon* ( $N_{\text{ср.}} = 684 \pm 69$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 6 %), *Zoothamnium hentscheli* ( $N_{\text{ср.}} = 615 \pm 55$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %), *Z. vermicola* ( $N_{\text{ср.}} = 541 \pm 54$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %), *Z. dichotomum* ( $N_{\text{ср.}} = 533 \pm 49$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %), *Vorticella campanulata* ( $N_{\text{ср.}} = 525 \pm 51$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %).

Остальные 9 видов оказались малозначимыми: *Chilodonella cucullus*, *Zoothamnium alternans*, *Hartmannula* sp., *Uronema marinum*, *Dysteria* sp., *Vorticella gracilis*, *Ephelota* sp., *Orthodonella hamatus*, *Chlamydodon triquetrus*.

По биомассе также, как и в других двух бухтах абсолютным доминантом был крупный вид *Vorticella globularia* ( $B_{\text{ср.}} = 1608 \pm 112$  мг/м<sup>2</sup>), доля которого от общей биомассы составила 74 %. Субдоминантом оказался вид *Vorticella longiseta* ( $B_{\text{ср.}} = 150 \pm 13$  мг/м<sup>2</sup>), на него приходилось 9 %.

4 вида отмечены как второстепенные: *Vorticella microstoma* ( $B_{\text{ср.}} = 29 \pm 3$  мг/м<sup>2</sup>, 3 %), *Vorticella campanulata* ( $B_{\text{ср.}} = 42 \pm 3$  мг/м<sup>2</sup>, 2 %), *Chilodonella cucullus* ( $B_{\text{ср.}} = 33 \pm 2$  мг/м<sup>2</sup>, 2 %), *Euplotes balteatus* ( $B_{\text{ср.}} = 23 \pm 2$  мг/м<sup>2</sup>, 2 %) (рисунок 5.1.1.7Б).

Доля остальных видов не превышала 1 %, они отмечены как малозначимые: *Zoothamnium vermicola*, *Z. dichotomum*, *Z. alternans*, *Euplotes harpa*, *E. charon*, *Uronema marinum*, *Dysteria* sp., *Vorticella gracilis*, *Ephelota* sp., *Orthodonella hamatus*, *Chlamydodon triquetrus*, *Hartmannula* sp.

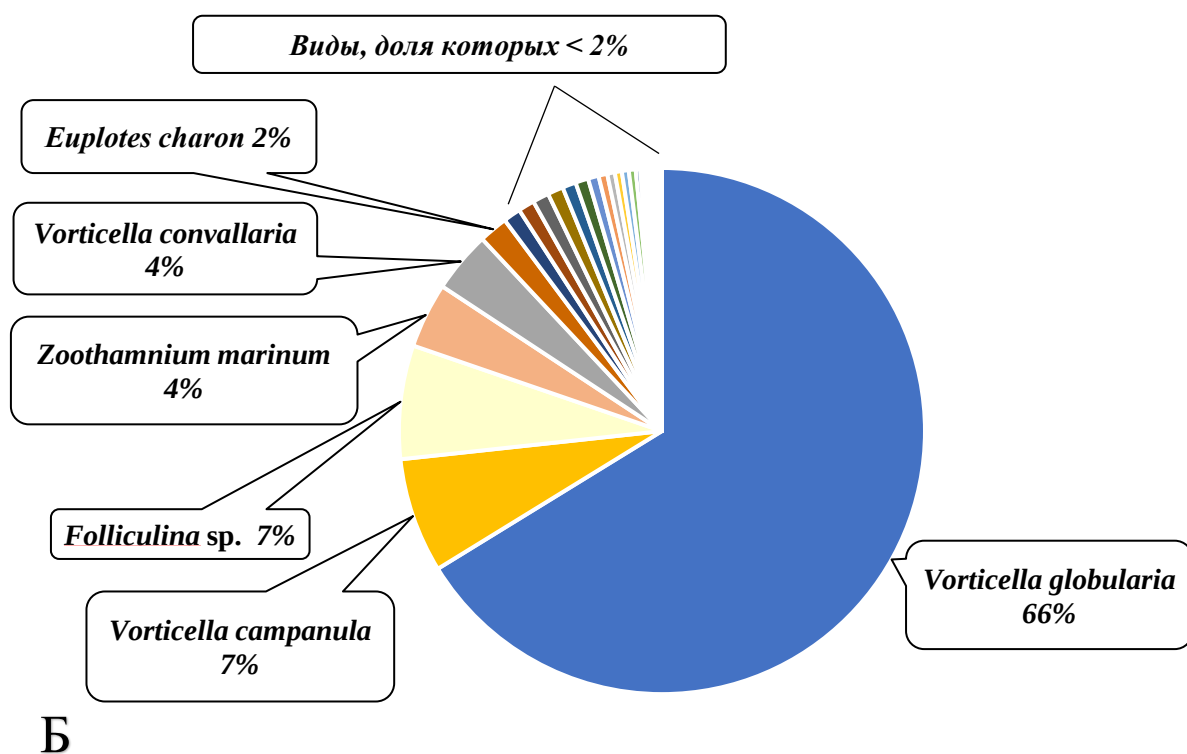
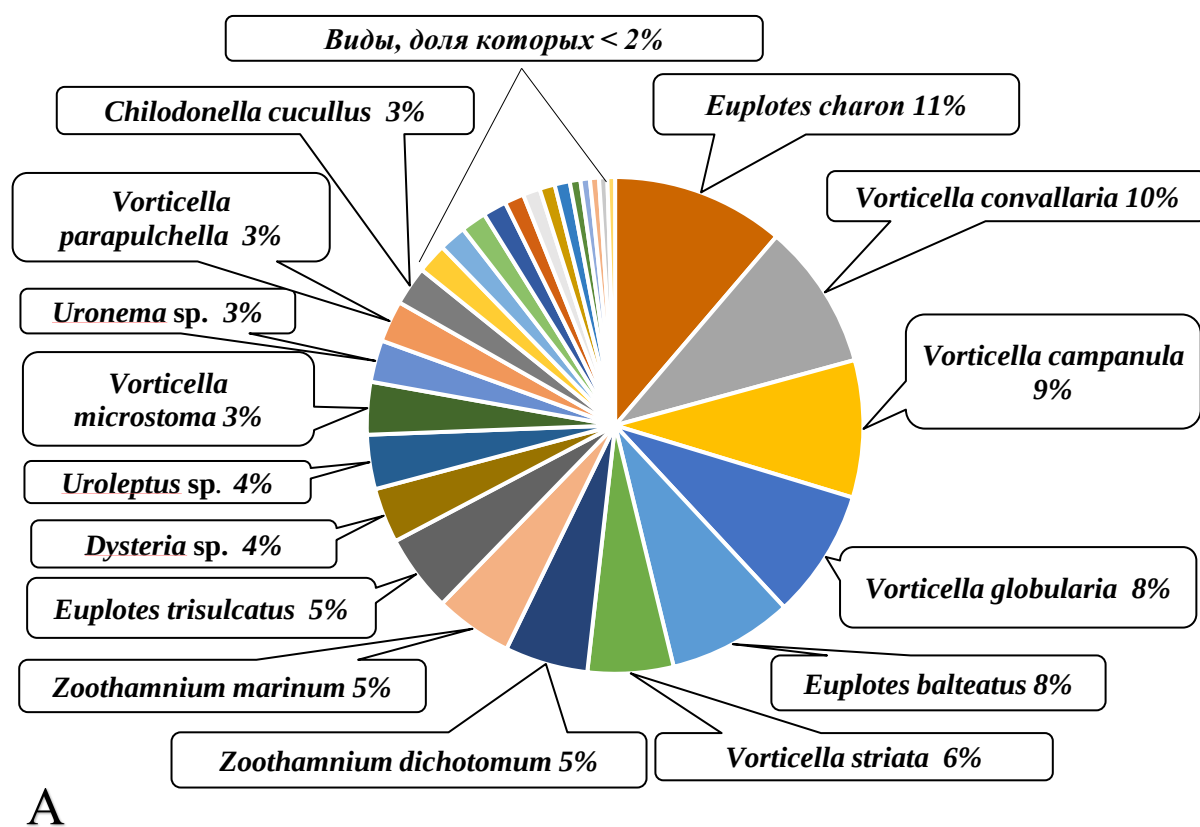


Рисунок 5.1.1.6 – Таксономическая структура по плотности (А) и биомассе (Б) таксоцена инфузорий в Севастопольской бухте

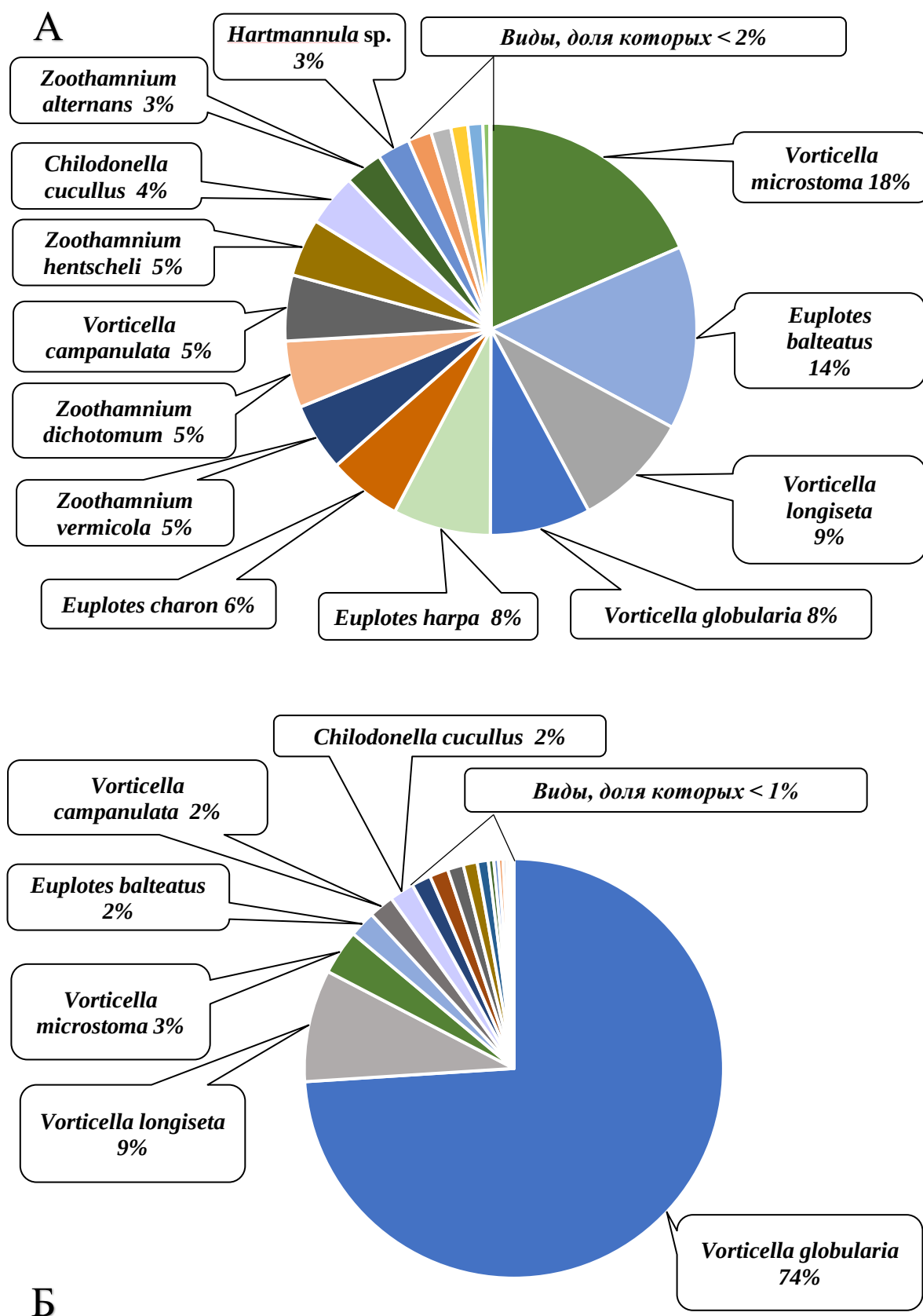


Рисунок 5.1.1.7 – Таксономическая структура по плотности (А) и биомассе (Б) таксоцена инфузорий в Круглой бухте

Таким образом, можно выделить виды, составляющие основу таксоцены инфузорий бухты Круглой в исследуемый период: по плотности – *Vorticella microstoma*, *V. longiseta*, *V. globularia*, *Euplotes balteatus*; по биомассе – *V. globularia*.

Обобщая выше сказанное, плотность инфузорий перифитона бухт Карантинная, Севастопольская и Круглая значительно различалась, что, по всей видимости, связано со своеобразием комплексов факторов среды в каждой бухте.

В свою очередь, биомасса инфузорий значительно не различалась только в паре Круглая бухта – Севастопольская бухта.

При этом, как указано выше, по температуре воды и солености значимых различий между бухтами не обнаружено.

Стоит отметить, что во всех трех бухтах по плотности в исследуемый период абсолютных доминантов, доминантов и субдоминантов выявлено не было (исключение – бухта Круглая, в котором отмечен субдоминант); все виды являлись второстепенными и малозначимыми. При этом, в бухтах преобладали разные виды: в Карантинной бухте *Vorticella globularia*, в Севастопольской – *Euplotes charon*, в Круглой бухте – *Vorticella microstoma*.

По биомассе во всех трех бухтах был общий абсолютный доминант – *Vorticella globularia*.

### **5.1.2 Относительное обилие расселительных стадий сидячих инфузорий перифитона в Карантинной, Севастопольской и Круглой бухтах**

В рамках данного исследования представляло интерес провести сравнение не только обилия трофонтов сессильных представителей таксоцены инфузорий, но и их расселительных стадий – томитов [8, 9].

Для этого в мае 2023 года было проведено экспериментальное исследование относительного обилия томитов цилиат на основе

сравнительного анализа темпов колонизации субстратов в пробах воды из данных бухт по методике И. В. Довгаля и С. С. Крамаренко [51, 183]. Целью данной работы было апробировать указанный метод в условиях морских акваторий и получить данные по относительному обилию томитов сидячих инфузорий в бухтах Карантинная, Круглая и Севастопольская (Черное море), а также данные по плотности трофонтов в исследуемых бухтах путем параллельной с лабораторным экспериментом экспозиции искусственных субстратов в природных акваториях.

### ***Оценка относительного обилия томитов***

Первоначально разница между угловыми коэффициентами регрессии оценивалась между всеми повторностями. При этом анализ ковариансы (ANCOVA) подтвердил отсутствие разницы между угловыми коэффициентами в повторностях из одной бухты, тогда как для повторностей из разных бухт во всех случаях отмечены статистически значимые различия ( $F = 7,206$ ,  $p = 0,001$ ). Это позволило объединить повторности по каждой бухте и, в дальнейшем, обрабатывать их как единые выборки.

В результате лабораторного эксперимента были получены следующие результаты.

На стеклах преобладали виды сидячих инфузорий родов *Vorticella* Linnaeus, 1767, *Zoothamnium* Bory de St. Vincent, 1824 и *Epistylis* Ehrenberg, 1830 (подкласс Peritrichia Stein, 1859). Также встречались единичные экземпляры представителей родов *Acineta* Ehrenberg, 1834 (класс Suctorea Claparede & Lachmann, 1858) и *Folliculina* Lamarck, 1816 (класс Heterotrichea Stein, 1859).

Были получены следующие зависимости (Рисунок 5.1.2.1):

Для Круглой бухты линейная функция имела вид  $y = -293 + 190x$ ; для Карантинной бухты  $y = -48 + 88x$ ; для Севастопольской бухты  $y = -136 + 117x$ .

Соответственно, для Круглой бухты угловой коэффициент составлял 190; для Карантинной бухты 88; для Севастопольской бухты 117.

Т-критерий для пары угловых коэффициентов Круглая бухта – Карантинная бухта составлял 3,78, т.е. разница значима при  $p = 0,001$ . Т-критерий для пары угловых коэффициентов Круглая бухта – Севастопольская бухта был 2,85, т.е. разница значима при  $p = 0,01$ , Т-критерий для пары угловых коэффициентов Карантинная бухта – Севастопольская бухта равен 2,24, разница значима при  $p = 0,05$ .

Таким образом, наибольшее относительное обилие томитов сидячих инфузорий отмечено в Круглой бухте, наименьшее – в Карантинной (Рисунок 5.1.2.1).

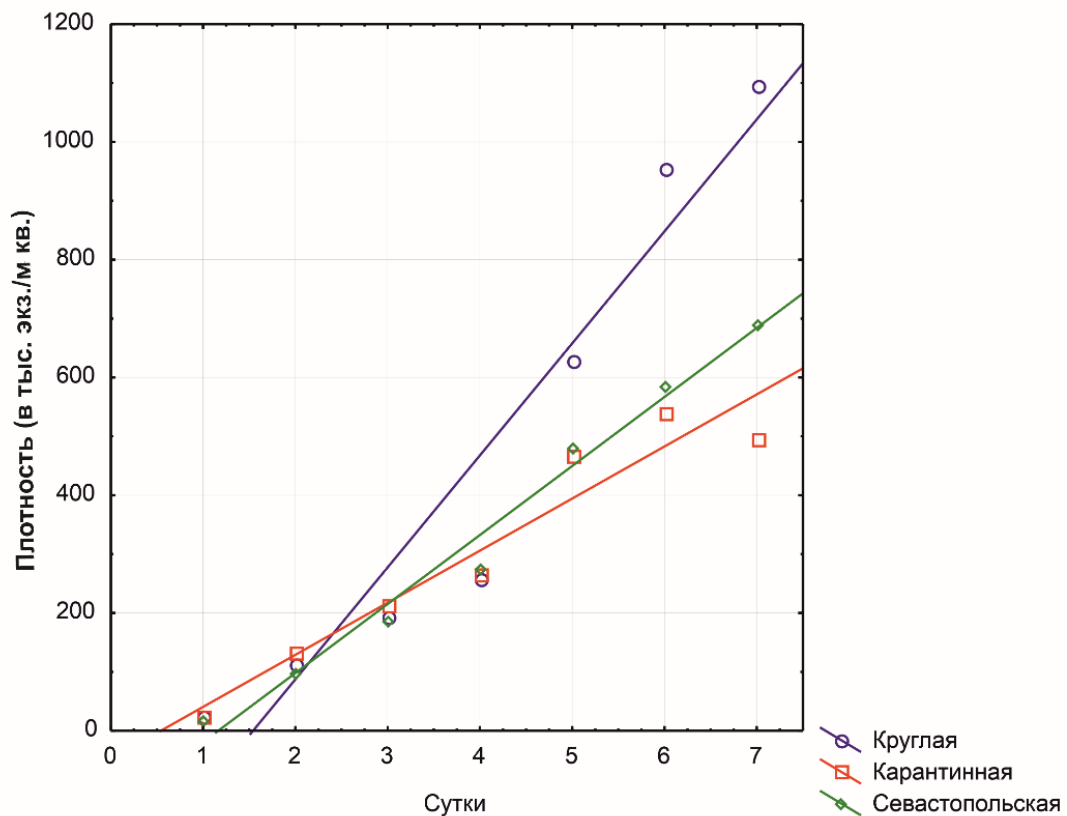


Рисунок 5.1.2.1 – Динамика колонизации субстратов томитами сидячих инфузорий в пробах воды из разных бухт (результаты лабораторного эксперимента, аппроксимация линейной функцией)

### *Относительная плотность трофонтов*

Медианы плотности трофонтов после 7 суток экспозиции стекол в лаборатории составили для Круглой бухты 1274 тыс. экз./м<sup>2</sup>, для Карантинной бухты 318 тыс. экз./м<sup>2</sup> и для Севастопольской бухты 637 тыс. экз./м<sup>2</sup> (Рисунок 5.1.2.2). То есть соотношение медиан соответствует соотношению обилия томитов в бухтах (наибольшее обилие в Круглой бухте, наименьшее в Карантинной).

При этом U-критерий для пары Круглая бухта – Карантинная бухта составил 327,5, т.е. разница между медианами достоверна при  $p = 0,0003$ , а для пары Круглая бухта – Севастопольская бухта  $U = 419,5$  ( $p = 0,01$ ). Однако для пары Карантинная бухта – Севастопольская бухта  $U = 506,0$ , разница недостоверна ( $p = 0,1$ ).

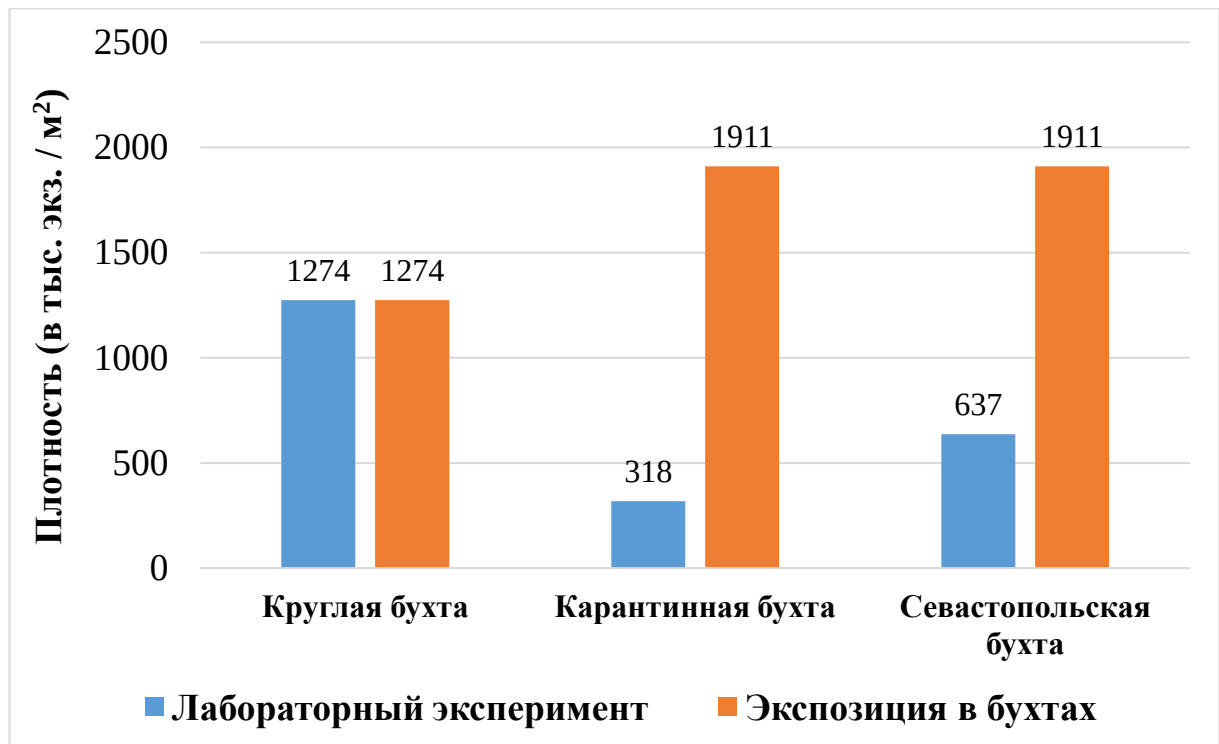


Рисунок 5.1.2.2 – Медианы плотности трофонтов (в тыс. экз./м<sup>2</sup>) в пробах воды из трех севастопольских бухт (результаты лабораторного эксперимента) и по результатам экспозиции искусственных субстратов в бухтах

**Оценка относительной плотности трофонтов сидячих инфузорий  
(натурный эксперимент)**

На искусственных субстратах в бухте Круглой преобладали представители подкласса Peritrichia: *Vorticella campanulata* (Kahl, 1933), *V. microstoma* Ehrenberg, 1830, *Zoothamnium dichotomum* Wright-Kent, 1882. Также отмечались единичные особи *Cothurnia arcuata* Mereschowsky, 1879. В Карантинной бухте преобладали *Z. vermicola* Precht, 1935, *V. convallaria* Linnaeus, 1758 и *V. globularia* Müller, 1773. В Севастопольской бухте преобладали виды *V. striata* Dujardin, 1841, *V. globularia* Müller, 1773 и *Z. alternans* Claparède et Lachmann, 1859.

После 7 суток экспозиции стекол в природных условиях плотность трофонтов инфузорий в Круглой бухте была такой же, как в лаборатории (медиана 1274 тыс. экз./м<sup>2</sup>), тогда как в Карантинной и Севастопольской бухтах медианы плотности оказались одинаковыми, но их значения были существенно выше, чем в Круглой бухте, а именно, 1911 тыс. экз./м<sup>2</sup> (Рисунок 5.1.2.2).

Разница между медианами плотности трофонтов сидячих инфузорий в Круглой и Карантинной бухтах и в Круглой и Севастопольской бухтах была статистически значимой ( $U = 440,0$  при  $p = 0,01$  и  $U = 623,5$  при  $p = 0,02$ , соответственно).

Таким образом, оценка относительного обилия томитов сидячих инфузорий по темпам колонизации субстрата показала наличие существенных различий в изученных бухтах.

Однако результаты оценки относительной плотности трофонтов, полученные на искусственных субстратах в водоемах и в условиях лаборатории существенно различались. В лабораторных условиях относительная плотность трофонтов (как и относительное обилие томитов) была наибольшей в материале из Круглой бухты, тогда как в природных условиях этот показатель в данной бухте был наименьшим. При этом

показатели относительного обилия трофонтов, полученные в лаборатории и в Севастопольской и Карантинной бухтах были сопоставимы.

В. Д. Брайко и Л. Б. Далекая [29] высказали мнение, что более высокая плотность трофонтов инфузорий на искусственных субстратах обусловлена высокой численностью их томитов в планктоне. Однако на примере наших результатов для Круглой бухты видно, что высокое обилие трофонтов не всегда сопряжено с высоким обилием томитов.

Это может быть связано как с воздействием характерного для Круглой бухты комплекса факторов среды, так и общих для сравниваемых акваторий факторов, которые по-разному влияют на планктонные и прикрепленные стадии жизненного цикла инфузорий.

В литературе крайне мало данных о факторах среды, которые могут влиять на численность сидячих инфузорий. Обычно обсуждаются такие факторы как температура, соленость (для морских видов), концентрации кислорода, РОВ, рН. Как видно из характеристик станций отбора проб, температура и соленость воды в бухтах (включая Круглую) на момент отбора проб практически не отличались (Таблица 5.1.2.1). Соответственно, на результатах экспозиции стекол в море оказывают влияние другие факторы, возможно, связанные с разной геоморфологией бухт.

Известно, что на сидячих инфузориях могут негативно влиять течение воды и ветро-волновые нагрузки, например, при сильном волнении на мелководье рек колонизация субстратов инфузориями может практически останавливаться [51]. Темп колонизации субстратов инфузориями существенно зависит от скорости течения [51, 183]. Под воздействием работы ГЭС возникает варьирование скорости течения и турбулентности воды, что приводит к снижению видового разнообразия и численности инфузорий в перифитоне [66]. У. Тэйлор [260] отмечал повышенную смертность трофонтов сидячих инфузорий при наличии течения.

Таблица 5.1.2.1 – Соленость и температура воды в трех севастопольских бухтах

|                                                              | Карантинная бухта | Севастопольская бухта | Круглая бухта |
|--------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| Диапазоны солености<br>(в ‰, на момент отбора проб)          | 17,8 – 18,0       | 18,3 – 18,5           | 17,9 – 18,0   |
| Диапазоны температуры<br>(в °С, на момент отбора проб)       | 15,6 – 21,1       | 16,6 – 17,0           | 17,7 – 18,4   |
| Медианы солености<br>(в ‰, по данным сезонных наблюдений)    | 17,7              | 17,9                  | 17,8          |
| Медианы температуры<br>(в °С, по данным сезонных наблюдений) | 17,9              | 16,7                  | 16,6          |

Геоморфологическими особенностями Круглой бухты, которые во многом определяют ее гидрологический режим, являются ее мелководность и наличие в ее центральной части каменистого поднятия дна [90]. Вследствие нагонного эффекта, вызываемого северными, северо-западными и северо-восточными ветрами обеспечивается вентиляция всей бухты, усиливается водообмен с открытой частью моря и развивается система течений по всей глубине бухты. Наибольшая скорость таких течений 10 – 17 см/с на поверхности и 5 – 12 см/с у дна [90].

Севастопольская бухта представляет собой полузамкнутую акваторию эстуарного типа. Ветровой режим Севастопольской бухты во многом зависит от рельефа берегов, в частности от вытянутости бухты. Под влиянием преобладающих восточных ветров в бухте формируется поверхностное течение, направленное с востока на запад, скорость которого в средней части бухты достигает 10 – 15 см/с [75, 101]. Гидрологический режим Карантинной бухты, смежной с Севастопольской, сходен с гидрологическим режимом последней [96].

В связи с этим, можно предположить, что в Круглой бухте имеет место усиление ветро-волновой нагрузки, которая, в связи со спецификой геоморфологии бухты, может приводить к повышенной смертности трофонтов сидячих инфузорий, но в меньшей мере сказываться на обилии их расселительных стадий.

Следует указать, что полученные результаты являются предварительными, они не учитывают временные, в том числе сезонные изменения факторов среды в изученных акваториях и могут быть отнесены только ко времени проведения эксперимента.

## **5.2 Сезонная динамика плотности, биомассы и таксономической структуры таксоценов инфузорий перифитона в трех бухтах города Севастополя**

Наблюдения за сезонными изменениями плотности и биомассы инфузорий перифитона в бухтах Круглая, Карантинная, Севастопольская проводились в период 2021 – 2023 гг.

### **5.2.1 Сезонная динамика плотности и биомассы инфузорий перифитона в Карантинной бухте**

В бухте Карантинная нами проводились систематические (ежемесячные) наблюдения, что позволило отследить сезонную динамику обилия инфузорий перифитона, а также динамику температуры и солености воды в течении года.

Как видно на рисунке 5.2.1.1, в бухте наблюдались характерные для акваторий зоны умеренного климата циклические сезонные изменения плотности инфузорий.

Максимальная средняя плотность цилиат зафиксирована в июне ( $4554 \pm 322$  тыс. экз./м<sup>2</sup>), минимальная – в январе ( $2028 \pm 227$  тыс. экз./м<sup>2</sup>).

Изменения температуры воды в Карантинной бухте в исследуемый период проходили по схеме с минимальными показателями в зимне-весенний период, летним пиком и снижением осенью. Минимальная температура, зафиксированная нами, составила 8,8 °С в феврале, максимальная – 26,2 °С в июле. При этом соленость в исследуемой бухте менялась незначительно, минимальные значения зафиксированы нами в марте (17,3 ‰), максимальные – в июле (18,1 ‰). Однако общая динамика солености имела те же сезонные особенности, что и динамика температуры.

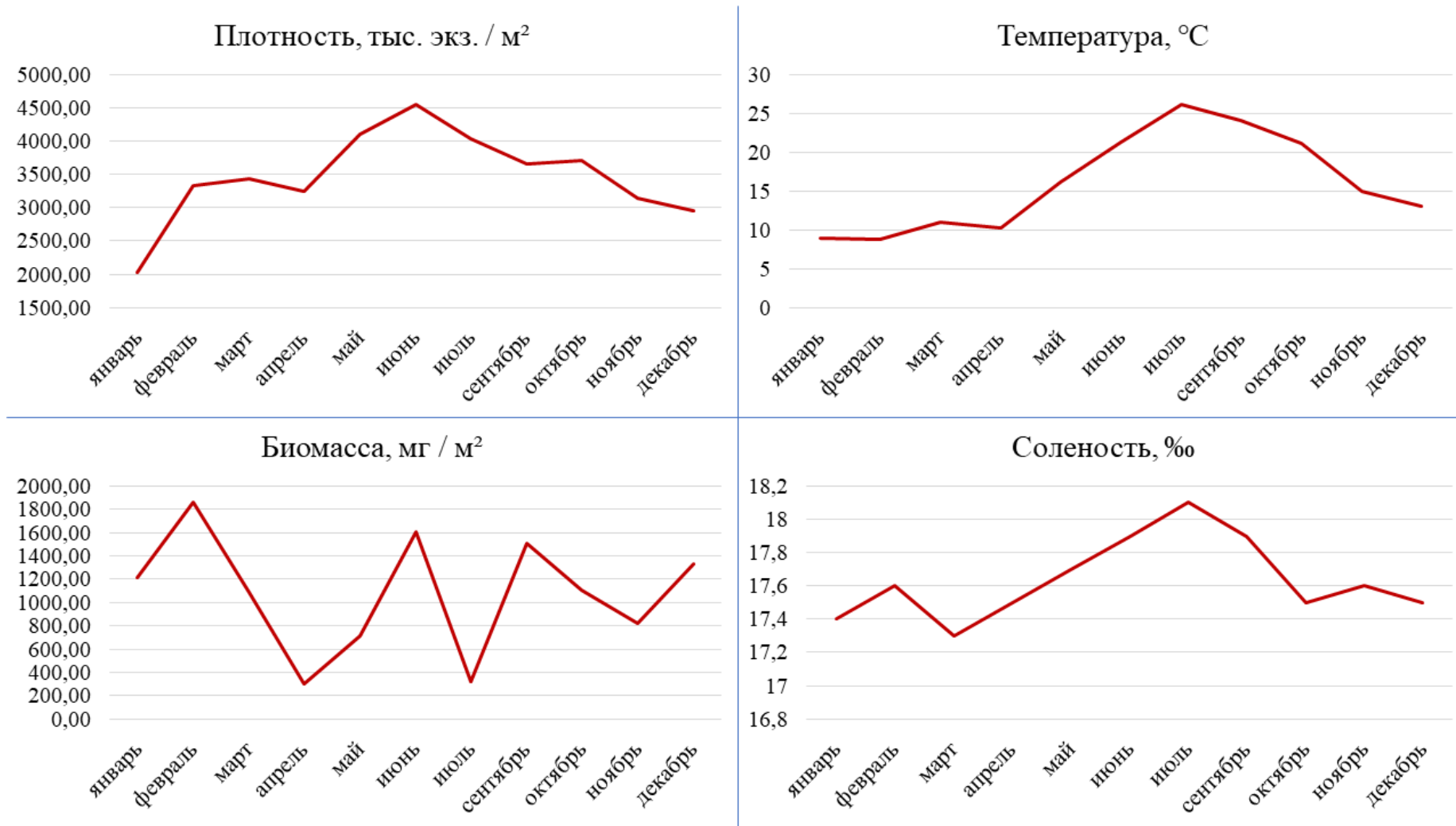


Рисунок 5.2.1.1 – Сезонная динамика обилия инфузорий, температуры и солености в Карантинной бухте в период 2021–2022 гг.

Как видно из рисунка 5.2.1.1, динамика плотности цилиат в Карантинной бухте сопряжена с динамикой температуры и солености. Корреляционный анализ подтвердил эту закономерность. Отмечена слабая, но статистически значимая корреляция между плотностью инфузорий, температурой и соленостью воды (для плотности и температуры  $r = 0,28$ ,  $p < 0,05$ ; для плотности и солености  $r = 0,27$ ,  $p < 0,05$ ).

Низкие значения коэффициента корреляции можно объяснить тем, что на плотность инфузорий, кроме температуры и солености влияют дополнительные, не учтенные нами факторы, что снижает значения коэффициента корреляции.

В отличие от плотности, динамика биомассы инфузорий в Карантинной бухте была иной. Как показано на рисунке 5.2.1.1 сезонное изменение биомассы не сопряжено с динамикой температуры и солености. Корреляция между биомассой и температурой с соленостью оказалась недостоверной ( $r = 0,03$  при  $p > 0,05$ ).

Несовпадение пиков плотности и биомассы инфузорий, вероятно, связано с доминированием разных по индивидуальной массе видов инфузорий в разные сезоны.

Например, пиковое значение биомассы в феврале ( $1860 \pm 350$  мг/м<sup>2</sup>) на фоне незначительного повышения плотности ( $3328 \pm 260$  тыс. экз./м<sup>2</sup>) связано с присутствием двух крупных видов *Vorticella globularia* (индивидуальная масса 0,002 мг) и *Folliculina* sp. (индивидуальная масса 0,001 мг). И, напротив, очень низкие значения биомассы в июле ( $323 \pm 39$  мг/м<sup>2</sup>) на фоне довольно высоких значений плотности ( $4044 \pm 430$  тыс. экз./м<sup>2</sup>) связано с преобладанием мелких видов *Euplotes charon*, *Vorticella striata*, *Dysteria* sp. и *Zoothamnium hentscheli*.

### 5.2.2 Сезонная динамика плотности и биомассы инфузорий перифитона в Карантинной, Севастопольской и Круглой бухтах (сравнительный анализ)

В соответствии с поставленными задачами, мы оценили связь сезонных изменений обилия и таксономической структуры инфузорий перифитона с особенностями акваторий, в которых проводились исследования. Для проверки наличия связи плотности и биомассы инфузорий с акваторией и сезоном мы использовали двухфакторный дисперсионный анализ (two-way ANOVA).

По плотности инфузорий получили следующие результаты (Таблица 5.2.2.1): фактор «Сезон» влияет с высокой степенью значимости ( $F = 25,96$ ;  $p = 0,0000005$ ; сила влияния 0,55); фактор «Акватория» также влияет с высокой степенью значимости ( $F = 18,34$ ;  $p = 0,0000001$ ; сила влияния 0,39). Кроме того, отмечено значимое совместное влияние двух факторов ( $F = 3,69$ ;  $p = 0,001$ ; сила влияния 0,05). Таким образом, связь плотности инфузорий с акваторией и сезоном подтверждается результатами дисперсионного анализа.

Таблица 5.2.2.1 – Влияние факторов «Сезон» и «Акватория» на плотность инфузорий перифитона (результаты дисперсионного анализа)

|                                 | Сумма квадратов откл-ий | Число степеней свободы | Дисперсия | Критерий Фишера F | Уровень знач. p | Сила влияния фактора по Плохинскому h |
|---------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------|-------------------|-----------------|---------------------------------------|
| По фактору «Сезон»              | 1,73E+14                | 3                      | 5,78E+13  | 25,96             | 0,0000005       | 0,55                                  |
| По фактору «Акватория»          | 8,17E+13                | 2                      | 4,08E+13  | 18,34             | 0,0000001       | 0,39                                  |
| Совместное влияние 2-х факторов | 4,93E+13                | 6                      | 8,21E+12  | 3,69              | 0,001           | 0,05                                  |
| Остаточная                      | 1,68E+15                | 753                    | 2,23E+12  |                   |                 |                                       |
| Общая                           | 1,98E+15                | 764                    | 1,09E+14  |                   |                 |                                       |

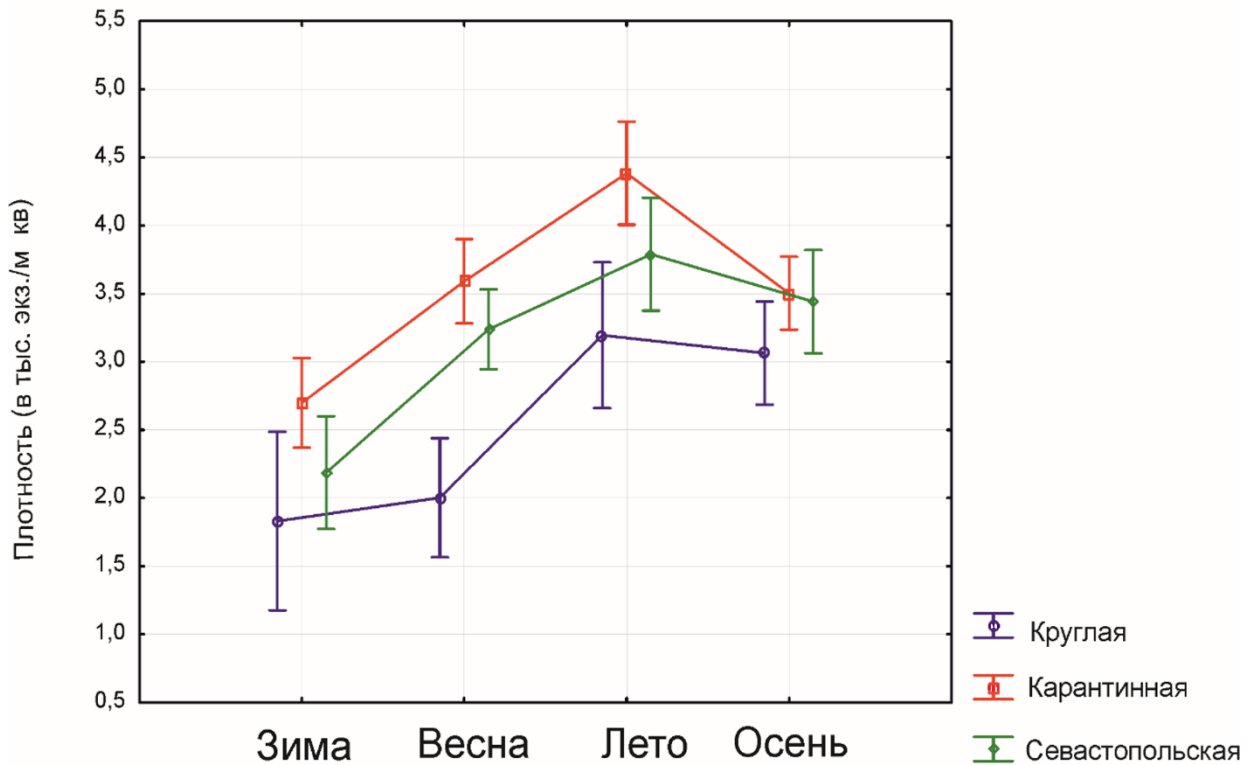


Рисунок 5.2.2.1 – Групповые средние плотности инфузорий перифитона в трех бухтах города Севастополя

Как видно из рисунка 5.2.2.1, сезонные изменения плотности инфузорий во всех трех бухтах происходят с сезонным максимумом летом и минимумом зимой. При этом отмечены значимые отличия групповых средних плотности между Круглой и Карантинной бухтами весной и летом, и между Круглой и Севастопольской бухтами весной. Именно эти отличия обеспечили высокую дисперсию по фактору «Акватория». В Севастопольской и Карантинной бухтах групповые средние плотности весной, летом и осенью значимо превышали зимние групповые средние. В Круглой бухте наблюдалось значимое превышение летней и осенней групповых средних над зимней и весенней (Таблица 5.2.2.3). Эти отличия, на наш взгляд, обеспечили высокую дисперсию по фактору «Сезон».

Особого внимания заслуживает значимое совместное влияние двух факторов на плотность инфузорий. Как видно из рисунка 5.2.2.1, сезонные

изменения плотности в Карантинной и Севастопольской бухтах происходят практически синхронно, тогда как динамика в Круглой бухте имеет свои особенности. В Круглой бухте, в отличие от двух других, практически не выражены весенний рост (зимняя и весенняя групповые средние значимо не отличаются) и осеннее снижение плотности инфузорий (летняя и осенняя групповые средние не отличаются). Это, по всей видимости, и приводит к повышению дисперсии по совместному влиянию двух факторов.

Для проверки этого мы исключили из анализа данные по Круглой бухте. В результате, влияние фактора «Сезон» подтвердилось с высокой степенью значимости ( $F = 25,07$ ;  $p = 0,0000001$ ), влияние фактора «Акватория» также подтвердилось с высоким уровнем значимости ( $F = 6,43$ ;  $p = 0,01$ ), однако, совместное влияние двух факторов не зафиксировано ( $F = 1,55$ ;  $p = 0,2$ ).

При этом исключение данных по Карантинной и Севастопольской бухтам на ситуации не отразилось. Наблюдалось как влияние факторов «Сезон» и «Акватория», так и совместное влияние этих двух факторов.

Таким образом, совместное влияние факторов, на наш взгляд, связано со своеобразием сезонных процессов в бухте Круглая.

Аналогично, нами было проанализирована сезонная динамика биомассы в трех бухтах города Севастополя. В результате проведения дисперсионного анализа по биомассе инфузорий получили следующие результаты (Таблица 5.2.2.2): фактор «Сезон» влияет с высокой степенью значимости ( $F = 6,86$ ;  $p = 0,0001$ ; сила влияния 0,26); фактор «Акватория» также влияет с высокой степенью значимости ( $F = 12,76$ ;  $p = 0,000001$ ; сила влияния 0,46). При этом также отмечено совместное влияние двух факторов с высоким уровнем значимости ( $F = 6,22$ ;  $p = 0,000002$ ; сила влияния 0,23).

Таким образом, дисперсионный анализ подтвердил наличие связи биомассы инфузорий с акваторией и сезоном (Таблица 5.2.2.2).

Таблица 5.2.2.2 – Влияние факторов «Сезон» и «Акватория» на биомассу инфузорий перифитона (результаты дисперсионного анализа)

|                                 | Сумма квадратов откл-ий | Число степеней свободы | Дисперсия | Критерий Фишера F | Уровень знач. p | Сила влияния фактора по Плохинскому h |
|---------------------------------|-------------------------|------------------------|-----------|-------------------|-----------------|---------------------------------------|
| По фактору «Сезон»              | 2,91E+07                | 3                      | 9,70E+06  | 6,86              | 0,0001          | 0,26                                  |
| По фактору «Акватория»          | 3,61E+07                | 2                      | 1,80E+07  | 12,76             | 0,000004        | 0,46                                  |
| Совместное влияние 2-х факторов | 5,27E+07                | 6                      | 8,79E+06  | 6,22              | 0,000002        | 0,23                                  |
| Остаточная                      | 1,05E+09                | 743                    | 1,41E+06  |                   |                 |                                       |
| Общая                           | 1,17E+09                | 754                    | 9,70E+06  |                   |                 |                                       |

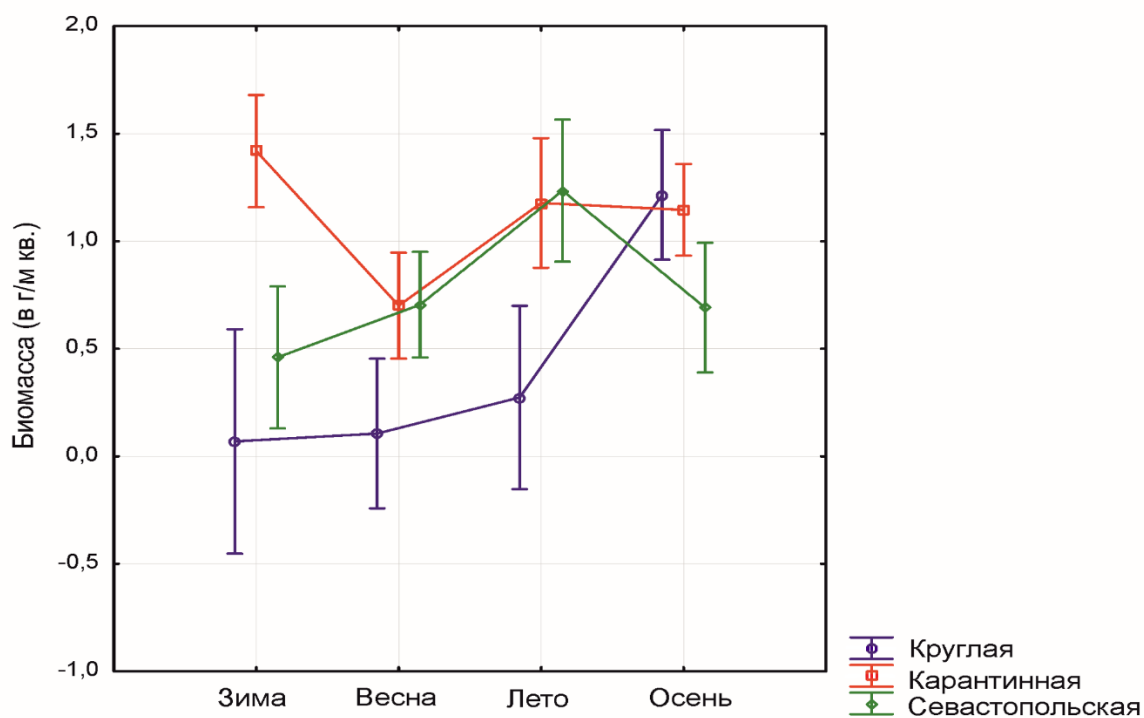


Рисунок 5.2.2.2 – Групповые средние биомассы инфузорий перифитона в трех бухтах города Севастополя

Как видно из рисунка 5.2.2.2, сезонные изменения биомассы инфузорий во всех трех бухтах происходят по разным схемам, в отличие от сезонных изменений плотности, которые в общих чертах были сходными. При этом отмечены значимые отличия между средней биомассой в бухте Карантинной и биомассами в бухтах Круглой и Севастопольской зимой, а также средней биомассой в бухте Круглой и биомассами в бухтах Карантинной и Севастопольской весной и летом (Таблица 5.2.2.3). Именно эти отличия обеспечили высокую дисперсию по фактору «Акватория».

В Карантинной бухте групповые средние биомассы зимой значимо превышали групповые средние весной (Таблица 5.2.2.3), тогда как в Круглой бухте наблюдалось значимое превышение осенних групповых средних над групповыми средними в другие сезоны, что обеспечило высокую дисперсию по фактору «Сезон».

Сезонные изменения биомассы инфузорий (Рисунок 5.2.2.2) только в Севастопольской бухте проходили с летним максимумом ( $B_{\text{ср.}} = 1235,44 \pm 207 \text{ мг/м}^2$ ) и зимним минимумом ( $B_{\text{ср.}} = 460,21 \pm 110 \text{ мг/м}^2$ ). В Круглой бухте наблюдался только осенний пик биомассы ( $B_{\text{ср.}} = 1215,58 \pm 190 \text{ мг/м}^2$ ), хотя рост плотности при этом не наблюдается. Разницы между групповыми средними зимой, весной и осенью не было.

В Карантинной бухте, где сезонные изменения плотности проходили синхронно с изменениями плотности в Севастопольской бухте, динамика биомассы, как уже обсуждалось выше, существенно отличалась. Так при минимальной плотности инфузорий в Карантинной бухте зимой ( $N_{\text{ср.}} = 2699 \pm 152 \text{ тыс. экз./м}^2$ ), биомасса была наибольшей ( $B_{\text{ср.}} = 1419 \pm 182 \text{ мг/м}^2$ ). Весной, на фоне роста плотности ( $N_{\text{ср.}} = 3591 \pm 154 \text{ тыс. экз./м}^2$ ), биомасса резко снижалась и была минимальной для бухты ( $B_{\text{ср.}} = 700,78 \pm 115 \text{ мг/м}^2$ ) (Таблица 5.2.2.3).

Таблица 5.2.2.3 – Групповые средние показателей обилия инфузорий и медианы абиотических факторов в трех бухтах города Севастополя в разные сезоны 2021 – 2023 гг.

| Бухта<br>Сезон  | Плотность,<br>тыс. экз./м <sup>2</sup> | Биомасса,<br>мг/м <sup>2</sup> | Медиана<br>температуры,<br>°С | Медиана<br>солености,<br>‰ |
|-----------------|----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Круглая         |                                        |                                |                               |                            |
| Зима            | 1 831 ± 306                            | 69,27 ± 13                     | 8,0                           | 17,7                       |
| Весна           | 2 002 ± 191                            | 106,09 ± 10                    | 10,7                          | 17,7                       |
| Лето            | 3 195 ± 378                            | 273,57 ± 26                    | 24,7                          | 18,1                       |
| Осень           | 3 064 ± 208                            | 1 215,58 ± 190                 | 20,1                          | 17,8                       |
| Карантинная     |                                        |                                |                               |                            |
| Зима            | 2 699 ± 152                            | 1 419,35 ± 182                 | 10,0                          | 17,5                       |
| Весна           | 3 591 ± 154                            | 700,78 ± 115                   | 16,9                          | 17,8                       |
| Лето            | 4 384 ± 258                            | 1 178,08 ± 217                 | 24,0                          | 18,1                       |
| Осень           | 3 503 ± 120                            | 1 146,02 ± 111                 | 20,7                          | 17,6                       |
| Севастопольская |                                        |                                |                               |                            |
| Зима            | 2 186 ± 177                            | 460,21 ± 110                   | 10,0                          | 17,3                       |
| Весна           | 3 238 ± 134                            | 705,21 ± 114                   | 16,6                          | 17,9                       |
| Лето            | 3 789 ± 232                            | 1 235,44 ± 207                 | 25,8                          | 18,0                       |
| Осень           | 3 441 ± 188                            | 691,56 ± 90                    | 17,9                          | 17,9                       |

При этом, следует отметить, что сравнение солевого и температурного режимов в бухтах не показало существенных различий (Рисунок 5.2.2.3, 5.2.2.4). По критерию Манна-Уитни (U) статистически значимая разница между сезонными медианами по температуре между бухтами не отмечена, кроме весеннего сезона, когда разница между медианой температуры в Круглой бухте (10,7 °С) и медианой температуры в Севастопольской бухте (16,6 °С) была значимой ( $U = 4,5$ ,  $p = 0,05$ ). При этом, разница между весенней температурой в Круглой бухте (10,7 °С) и в Карантинной бухте (16,9 °С) была недостоверной. По критерию Манна-Уитни (U) статистически значимая разница между сезонными медианами по солености не отмечена.

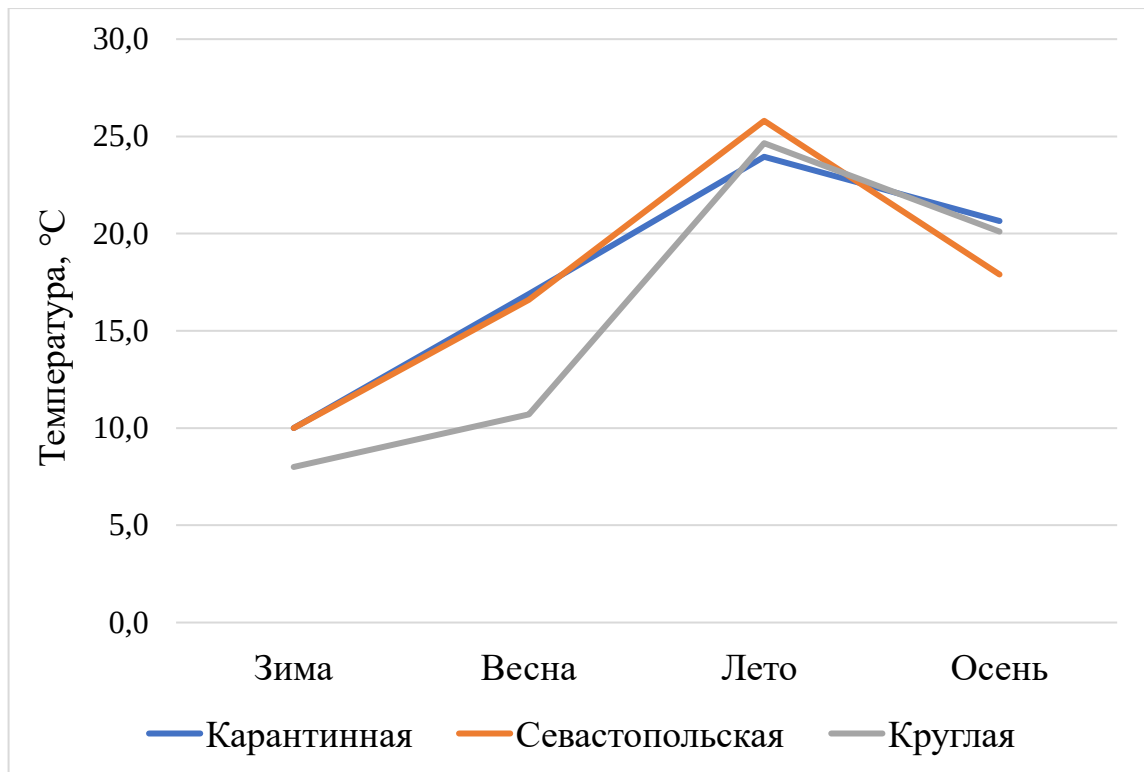


Рисунок 5.2.2.3 – Медианы температуры воды в трех бухтах города Севастополя

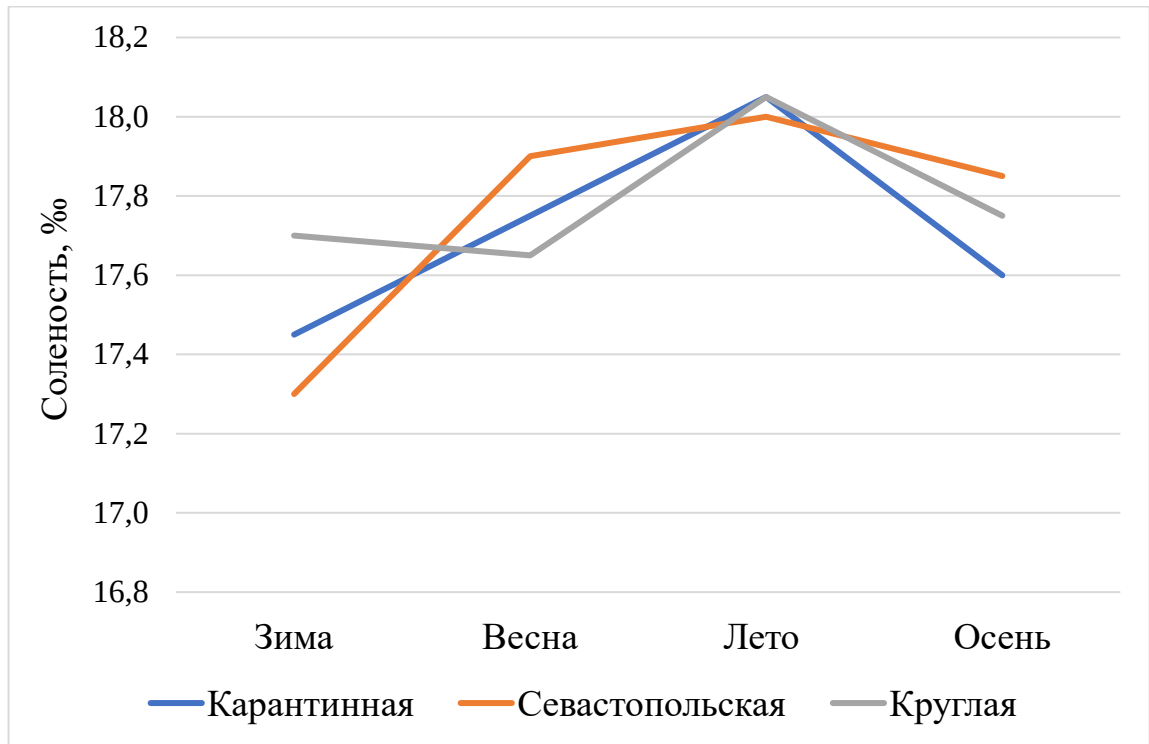


Рисунок 5.2.2.4 – Медианы солёности воды в трех бухтах города Севастополя

Таким образом, сезонные изменения биомассы имели свои особенности в каждой из трех изученных бухт. В Севастопольской бухте биомасса была максимальна летом и минимальна зимой. В Круглой бухте биомасса была максимальна осенью и оставалась на одном низком уровне зимой, весной и летом. В Карантинной бухте наблюдался зимний пик биомассы (при минимуме по плотности), в остальные сезоны динамика биомассы была синхронной с таковой в Севастопольской бухте.

### 5.2.3 Сезонная динамика таксономической структуры инфузорий перифитона в Карантинной, Севастопольской и Круглой бухтах

Нами также были прослежены сезонные изменения таксономической структуры таксоценов инфузорий в разных бухтах по плотности и биомассе.

### Карантинная бухта

В летний период (Рисунок 5.2.3.1) по плотности абсолютных доминантов и доминантов зафиксировано не было, однако, в перифитоне бухты преобладал субдоминант, а именно вид *Vorticella convallaria* ( $N_{\text{ср. (лето)}} = 1044 \pm 121$  тыс. экз./м<sup>2</sup>), его доля в таксономической структуре в летний период составила 20 %. 7 видов отмечены как второстепенные: *Vorticella globularia* ( $N_{\text{ср. (лето)}} = 881 \pm 184$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 10 %), *Euplotes charon* ( $N_{\text{ср. (лето)}} = 839 \pm 157$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 10 %), *Zoothamnium hentscheli* ( $N_{\text{ср. (лето)}} = 629 \pm 88$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 10 %), *Euplotes balteatus* ( $N_{\text{ср. (лето)}} = 746 \pm 79$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 9 %), *Epistylis* sp. ( $N_{\text{ср. (лето)}} = 517 \pm 98$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 8 %), *Vorticella campanula* ( $N_{\text{ср. (лето)}} = 700 \pm 105$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %), *V. striata* ( $N_{\text{ср. (лето)}} = 605 \pm 102$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %). Остальные виды оказались малозначимыми, их доля не превышала 4 % (Рисунок 5.2.3.1).

В зимний период отмечен субдоминант – *Vorticella globularia* ( $N_{\text{ср. (зима)}} = 849 \pm 105$  тыс. экз./м<sup>2</sup>), доля которого составила 25 %. 6 видов отмечены как второстепенные: *Vorticella striata* ( $N_{\text{ср. (зима)}} = 772 \pm 115$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 14 %), *Euplotes balteatus* ( $N_{\text{ср. (зима)}} = 764 \pm 109$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 11 %), *Euplotes charon* ( $N_{\text{ср. (зима)}} = 908 \pm 150$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 8 %), *Loxophyllum* sp. ( $N_{\text{ср. (зима)}} = 435 \pm 62$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 6 %), *Chilodonella uncinata* ( $N_{\text{ср. (зима)}} = 573 \pm 78$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %), *Lacrymaria marina* ( $N_{\text{ср. (зима)}} = 493 \pm 74$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %). Доля остальных видов не превышала 4 % (Рисунок 5.2.3.1).

Весной в данной бухте не были отмечены абсолютные доминанты, доминанты и субдоминанты. Как второстепенные отмечены *Vorticella campanula* ( $N_{\text{ср. (весна)}} = 908 \pm 112$  тыс. экз./м<sup>2</sup>), на него приходилось 15 % от общей плотности инфузорий в весенний период; *Uronema marinum* ( $N_{\text{ср. (весна)}} = 764 \pm 123$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 8 %), *Zoothamnium vermicola* ( $N_{\text{ср. (весна)}} = 701 \pm 91$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 8 %), *Vorticella convallaria* ( $N_{\text{ср. (весна)}} = 573 \pm 83$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 8 %), *V. striata* ( $N_{\text{ср. (весна)}} = 517 \pm 68$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 7 %), *Euplotes balteatus* ( $N_{\text{ср. (весна)}} = 589 \pm 102$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 7 %), *Uroleptus* sp. ( $N_{\text{ср. (весна)}} = 439 \pm 73$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 7 %),

*Pyxicola socialis* ( $N_{\text{ср. (весна)}} = 237 \pm 31$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 6 %), *Euplotes charon* ( $N_{\text{ср. (весна)}} = 418 \pm 73$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %), *Vorticella globularia* ( $N_{\text{ср. (весна)}} = 439 \pm 82$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %). Остальные 8 видов были малозначимыми, их доля по плотности весной не превышала 4 % (Рисунок 5.2.3.1).

Осенью был зафиксирован один субдоминант – свободноживущий вид *Euplotes charon* ( $N_{\text{ср. (осень)}} = 1079 \pm 95$  тыс. экз./м<sup>2</sup>), доля которого составила 22 %. 5 видов отмечены как второстепенные: *Vorticella globularia* ( $N_{\text{ср. (осень)}} = 701 \pm 80$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 13 %), *Euplotes balteatus* ( $N_{\text{ср. (осень)}} = 866 \pm 94$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 12 %), *Vorticella campanula* ( $N_{\text{ср. (осень)}} = 796 \pm 96$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 10 %), *Chilodonella cucullus* ( $N_{\text{ср. (осень)}} = 533 \pm 64$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %), *Vorticella convallaria* ( $N_{\text{ср. (осень)}} = 514 \pm 77$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 5 %). Доля остальных видов по плотности весной не превышала 4 % (Рисунок 5.2.3.1).

По биомассе в бухте Карантинной наблюдалась несколько иная картина. Если по значениям средней плотности максимальные показатели были летом, то по средним значениям биомассы, они достигались в зимний период (Таблица 5.2.2.3, Рисунок 5.2.2.1, 5.2.2.2).

Это связано с присутствием в зимний период двух крупных видов: абсолютного доминанта *Vorticella globularia* ( $B_{\text{ср. (зима)}} = 1698 \pm 142$  мг/м<sup>2</sup>, доля от общей биомассы – 90 %), и второстепенного вида *Folliculina* sp. ( $B_{\text{ср. (зима)}} = 175 \pm 15$  мг/м<sup>2</sup>, доля от общей биомассы – 3 %), индивидуальная масса которых составляет 0,002 мг и 0,001 мг соответственно (Приложение А). При этом, если *Vorticella globularia* имеет и большую численность, то *Folliculina* sp. имея низкую численность ( $N_{\text{ср. (зима)}} = 175 \pm 19$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, доля по численности < 1 %) дает большие значения биомассы. Стоит отметить, что вид *Folliculina* sp. в данной бухте был зарегистрирован только в зимнее время (Рисунок 5.2.3.2). Доля остальных видов по биомассе зимой не превышала 1 %, они отмечены как малозначимые: *Chilodonella uncinata*, *Chlamydonodon triquetrus*, *Euplotes balteatus*, *E. charon*, *Lacrymaria marina*, *Loxophyllum* sp., *Orthodonella hamatus*, *Pseudokeronopsis flava*, *Uroleptus* sp., *Vorticella campanula*, *V. convallaria*, *V. striata*, *Zoothamnium sinense*, *Z. vermicola*.

Весной абсолютным доминантом по биомассе также был вид *Vorticella globularia* ( $B_{\text{ср. (весна)}} = 1847 \pm 142 \text{ мг/м}^2$ ), но доля его составляла уже 59 %. В качестве субдоминанта отмечен вид *Vorticella campanula* ( $B_{\text{ср. (весна)}} = 182 \pm 14 \text{ мг/м}^2$ ), его доля составила 17 %. 6 видов отмечены как второстепенные, их доля составляла от 1 % до 6 % (Рисунок 5.2.3.2). Остальные виды были малозначимыми, их доля по биомассе составляла менее 1 %: *Acineta tuberosa*, *Chilodonella uncinata*, *Chlamydodon triquetrus*, *Chlamydodon* sp., *Euplotes balteatus*, *E. charon*, *Lacrymaria marina*, *Litonotus cygnus*, *Vorticella striata*, *Zoothamnium hentscheli*.

Летом, на фоне роста средней плотности, также наблюдался рост биомассы. В данный период абсолютным доминантом был вид *Vorticella globularia* ( $B_{\text{ср. (лето)}} = 1762 \pm 137 \text{ мг/м}^2$ ) с долей 76 %. Вид *Vorticella convallaria* ( $B_{\text{ср. (лето)}} = 104 \pm 9 \text{ мг/м}^2$ ), доля которого составила 8 % отмечен как субдоминант. Три вида отмечены как второстепенные, их доля составляла от 1 % до 6 % (Рисунок 5.2.3.2). Остальные виды были малозначимыми, их доля по биомассе составляла менее 1 %: *Acineta tuberosa*, *Chilodonella cucullus*, *Chilodonella uncinata*, *Chlamydodon triquetrus*, *Euplotes balteatus*, *E. charon*, *Lacrymaria marina*, *Litonotus cygnus*, *Orthodonella hamatus*, *Vorticella striata*, *Zoothamnium hentscheli*.

Однако, на фоне выраженного спада плотности в осенний период (Таблица 5.2.2.3, Рисунок 5.2.2.1), средние значения биомассы оставались примерно на том же уровне, что и летом (Таблица 5.2.2.3, Рисунок 5.2.2.2). Высокие значения биомассы сохранялись за счет присутствия абсолютного доминанта, крупного вида *Vorticella globularia* ( $B_{\text{ср. (осень)}} = 1401 \pm 118 \text{ мг/м}^2$ , на которого пришлось 75 % биомассы. 6 видов зафиксированы как второстепенные (Рисунок 5.2.3.2). Остальные виды оказались малозначимыми, их доля по биомассе была менее 1 %: *Chilodonella uncinata*, *Chlamydodon triquetrus*, *Euplotes balteatus*, *E. charon*, *Litonotus cygnus*, *Orthodonella hamatus*, *Pyxicola socialis*, *Uroleptus* sp., *Vorticella striata*, *Zoothamnium sinense*, *Z. vermicola*, *Z. hentscheli*, *Z. vermicola*.

### Севастопольская бухта

В Севастопольской бухте по плотности в летний период отмечен один субдоминант – *Zoothamnium marinum* ( $N_{\text{ср. (лето)}} = 849 \pm 94$  тыс. экз./м<sup>2</sup>), его доля в таксономической структуре составила 18 %. 7 видов отмечены как второстепенные: *Vorticella globularia*, *V. parapulchella*, *Euplotes trisulcatus*, *E. charon*, *Uroleptus* sp., *Vorticella convallaria*, *Uronema* sp. Остальные виды были малозначимыми (Рисунок 5.2.3.3).

Зимой в бухте отмечены 2 субдоминанта: *Euplotes charon* ( $N_{\text{ср. (зима)}} = 565 \pm 87$  тыс. экз./м<sup>2</sup>), доля которого составила 21 % и *Vorticella convallaria*, который имея большую среднюю плотность ( $N_{\text{ср. (зима)}} = 1025 \pm 142$  тыс. экз./м<sup>2</sup>) встречался реже, соответственно его доля от общей плотности была ниже – 19 %. 5 видов отмечены как второстепенные: *Vorticella microstoma*, *V. campanula*, *Zoothamnium dichotomum*, *Vorticella striata*, *V. globularia*. Доля остальных видов зимой не превышала 4 %, они отмечены как малозначимые (Рисунок 5.2.3.3).

Весной и осенью, в Севастопольской бухте, аналогично бухте Карантинной, групповые средние по плотности не сильно отличались (Таблица 5.2.2.3, Рисунок 5.2.2.1). Весной и осенью по плотности встречались только второстепенные и малозначимые виды (Рисунок 5.2.3.3).

Как уже отмечалось, динамика биомассы в бухте Севастопольской сопряжена с динамикой плотности (с максимальными значениями в летний период, минимальными – в зимний) (Таблица 5.2.2.3, Рисунок 5.2.2.1, Рисунок 5.2.2.2).

Абсолютным доминантом по биомассе в бухте Севастопольской зимой был вид *Vorticella globularia* ( $B_{\text{ср. (зима)}} = 1154 \pm 108$  мг/м<sup>2</sup>), на которого приходилось 50 % всей биомассы, хотя по плотности доля данного вида зимой не превышала 5 %. 3 вида были отмечены как субдоминанты: *Folliculina* sp. ( $B_{\text{ср. (зима)}} = 382 \pm 27$  мг/м<sup>2</sup>), доля которого составила 17 %, *Vorticella campanula* ( $B_{\text{ср. (зима)}} = 39 \pm 4$  мг/м<sup>2</sup>, доля – 10 %) и *Vorticella convallaria* ( $B_{\text{ср. (зима)}} = 205 \pm$

22 мг/м<sup>2</sup>, доля – 9 %). 4 вида зафиксированы в качестве второстепенных, их доли были в пределах от 1 % до 6 % (Рисунок 5.2.3.4). Доля остальных видов не превышала 1 %, они отмечены как малозначимые: *Chilodonella cucullus*, *Chlamydodon* sp., *Epistylis* sp., *Euplotes trisulcatus*, *Vorticella striata*.

Летом также абсолютным доминантом была *Vorticella globularia* ( $B_{\text{ср. (лето)}} = 1638 \pm 141$  мг/м<sup>2</sup>), её доля от общей биомассы составляла 79 %. Субдоминантом был вид *Zoothamnium marinum* ( $B_{\text{ср. (лето)}} = 170 \pm 18$  мг/м<sup>2</sup>), доля которого составляла 17 %. 3 вида отмечены как второстепенные: *Vorticella convallaria*, *Zoothamnium alrasheidi*, *Uroleptus* sp. (Рисунок 5.2.3.4). Остальные виды оказались малозначимыми.

Весной и осенью по биомассе абсолютным доминантом также был вид *Vorticella globularia*, доля которого составляла 63 % (Рисунок 5.2.3.4). Осенью один вид отмечен как субдоминант: *Vorticella campanula* ( $B_{\text{ср. (осень)}} = 106 \pm 10$  мг/м<sup>2</sup>, доля – 15 %). Весной наблюдались 2 субдоминанта: *Folliculina* sp. ( $B_{\text{ср. (весна)}} = 361 \pm 31$  мг/м<sup>2</sup>, доля – 13 %) и *Vorticella campanula* ( $B_{\text{ср. (весна)}} = 61 \pm 5$  мг/м<sup>2</sup>, доля – 7 %). Остальные виды были второстепенными и малозначимыми.

### ***Круглая бухта***

В зимний период по плотности в бухте Круглой отмечены 2 субдоминанта: *Euplotes balteatus* ( $N_{\text{ср. (зима)}} = 923 \pm 201$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, доля – 25 %), и *E. harpa* ( $N_{\text{ср. (зима)}} = 701 \pm 185$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, доля – 19 %). 4 вида отмечены как второстепенные: *Vorticella gracilis*, *Zoothamnium dichotomum*, *Hartmannula* sp., *Zoothamnium vermicola*. Вид *Chlamydodon triquetrus* отмечен как малозначимый (Рисунок 5.2.3.5).

Летом субдоминантов было 3: *Vorticella longiseta* ( $N_{\text{ср. (лето)}} = 873 \pm 145$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, 23 %), *Zoothamnium hentscheli* ( $N_{\text{ср. (лето)}} = 616 \pm 121$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, доля – 19 %), *Euplotes balteatus* ( $N_{\text{ср. (лето)}} = 576 \pm 97$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, доля – 18 %). Остальные 4 вида отмечены как второстепенные: *Vorticella microstoma*,

*Zoothamnium vermicola*, *Euplotes charon*, *Orthodonella hamatus*. Малозначимых видов летом отмечено не было (Рисунок 5.2.3.5).

Весной 2 вида отмечены как субдоминанты: *Vorticella microstoma* ( $N_{\text{ср. (весна)}} = 623 \pm 82$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, доля – 31 %), *Zoothamnium dichotomum* ( $N_{\text{ср. (весна)}} = 563 \pm 91$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, доля – 19 %). Второстепенных видов было 5, малозначимых видов весной также не зафиксировано (Рисунок 5.2.3.5).

Осенью наблюдались 2 субдоминанта по плотности в бухте Круглой: *Vorticella microstoma* ( $N_{\text{ср. (осень)}} = 860 \pm 112$  тыс. экз./м<sup>2</sup>), на него приходилось 19 % и *V. globularia* ( $N_{\text{ср. (осень)}} = 804 \pm 109$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, доля – 17 %). Второстепенных видов зафиксировано 6: *Euplotes balteatus*, *E. harpa*, *Vorticella longiseta*, *Zoothamnium alternans*, *Z. vermicola*, *Hartmannula* sp. Доля остальных видов была ниже 4 % (Рисунок 5.2.3.5).

Осенью в бухте Круглой доминировал крупный вид *Vorticella globularia* ( $B_{\text{ср. (осень)}} = 1608 \pm 155$  мг/м<sup>2</sup>), на который приходилось 88 % биомассы (Рисунок 5.2.3.6). 2 вида также рода *Vorticella* имели доли 4 % и 2 % соответственно и отмечены как второстепенные: *V. longiseta* ( $B_{\text{ср. (осень)}} = 153 \pm 13$  мг/м<sup>2</sup>), *V. microstoma* ( $B_{\text{ср. (осень)}} = 34 \pm 4$  мг/м<sup>2</sup>). Доля остальных видов не превышала 1 %, они оказались малозначимыми: *Euplotes balteatus*, *E. charon*, *E. harpa*, *Chilodonella cucullus*, *Uronema marinum*, *Vorticella campanulata*, *Zoothamnium alternans*, *Zoothamnium vermicola*.

Зимой, в Круглой бухте, значительный вклад в биомассу вносили мелкие свободноживущие виды рода *Euplotes*: *E. harpa* ( $B_{\text{ср. (зима)}} = 28 \pm 1$  мг/м<sup>2</sup>, доля – 19 %), *E. balteatus* ( $B_{\text{ср. (зима)}} = 27 \pm 2$  мг/м<sup>2</sup>, доля – 18 %) и *E. charon* ( $B_{\text{ср. (зима)}} = 24 \pm 2$  мг/м<sup>2</sup>, доля – 16 %), которые за счет высоких значений плотности имели высокие значения биомассы и отмечены как субдоминанты. Также к субдоминантам в данный период относились *Vorticella gracilis* ( $B_{\text{ср. (зима)}} = 11 \pm 0,6$  мг/м<sup>2</sup>, доля – 18 %), *Zoothamnium dichotomum* ( $B_{\text{ср. (зима)}} = 22 \pm 1$  мг/м<sup>2</sup>, доля – 15 %) и *Zoothamnium vermicola* ( $B_{\text{ср. (зима)}} = 11 \pm 0,5$  мг/м<sup>2</sup>, доля – 8 %). Второстепенных было только 2 вида, малозначимых видов не зафиксировано (Рисунок 5.2.3.6).

Летом абсолютным доминантом по биомассе в Круглой бухте был вид *Vorticella longiseta* ( $B_{\text{ср. (лето)}} = 149 \pm 12 \text{ мг/м}^2$ ), доля которого составляла 60 %. 4 вида отмечены как субдоминанты: *Zoothamnium hentscheli* ( $B_{\text{ср. (лето)}} = 25 \pm 2 \text{ мг/м}^2$ , 10 %), *Z. vermicola* ( $B_{\text{ср. (лето)}} = 32 \pm 2 \text{ мг/м}^2$ , 9 %), *Vorticella microstoma* ( $B_{\text{ср. (лето)}} = 25 \pm 2 \text{ мг/м}^2$ , 7 %), *Euplotes balteatus* ( $B_{\text{ср. (лето)}} = 26 \pm 3 \text{ мг/м}^2$ , 7 %). 2 вида были второстепенными, малозначимых видов не зафиксировано (Рисунок 5.2.3.6).

Весной отмечены 2 доминанта, доля которых составляла по 23 %: *Vorticella campanulata* ( $B_{\text{ср. (весна)}} = 37 \pm 3 \text{ мг/м}^2$ ), *V. microstoma* ( $B_{\text{ср. (весна)}} = 25 \pm 2 \text{ мг/м}^2$ ) и 2 субдоминанта, доля которых составила 21 % и 18 % соответственно: *Chilodonella cucullus* ( $B_{\text{ср. (весна)}} = 33 \pm 2 \text{ мг/м}^2$ ), *Zoothamnium dichotomum* ( $B_{\text{ср. (весна)}} = 28 \pm 2 \text{ мг/м}^2$ ). Остальные 3 вида отмечены как второстепенные (Рисунок 5.2.3.6).

Таким образом, сезонная динамика таксономической структуры таксоцены инфузорий перифитона в каждой из трех изученных бухт имела свои особенности.

Зимой по плотности в каждой из бухт доминировали разные виды: в Карантинной бухте отмечен 1 субдоминант, вид *Vorticella globularia*; в Севастопольской бухте 2 – *Vorticella convallaria* и *Euplotes charon*. В Круглой бухте доминировали 2 вида (*Euplotes harpa* и *E. balteatus*). По биомассе – в Карантинной и Севастопольской бухтах абсолютным доминантом был вид *Vorticella globularia*. В Круглой бухте состав доминантов по биомассе был примерно таким же, как по плотности.

Сходная картина наблюдалась весной и летом – отмечены различия в составе доминантов в каждой бухте по плотности и сходство доминантов в Карантинной и Севастопольской бухтах по биомассе.

Осенью по плотности также отличался состав доминантов, но по биомассе во всех трех бухтах отмечен один субдоминант *Vorticella globularia*.

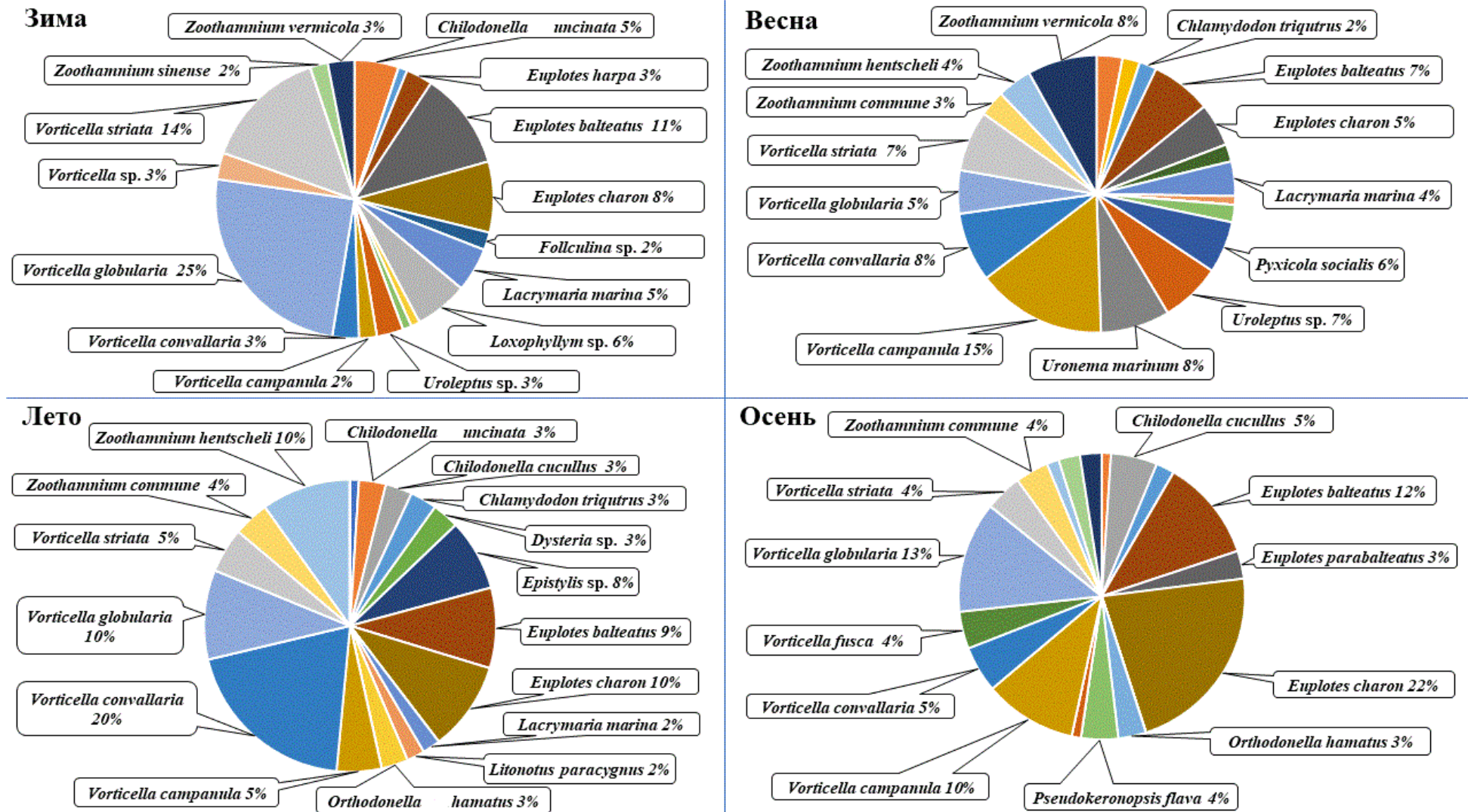


Рисунок 5.2.3.1 – Сезонные изменения таксономической структуры таксоцена инфузорий перифитона Карантинной бухты (по плотности)

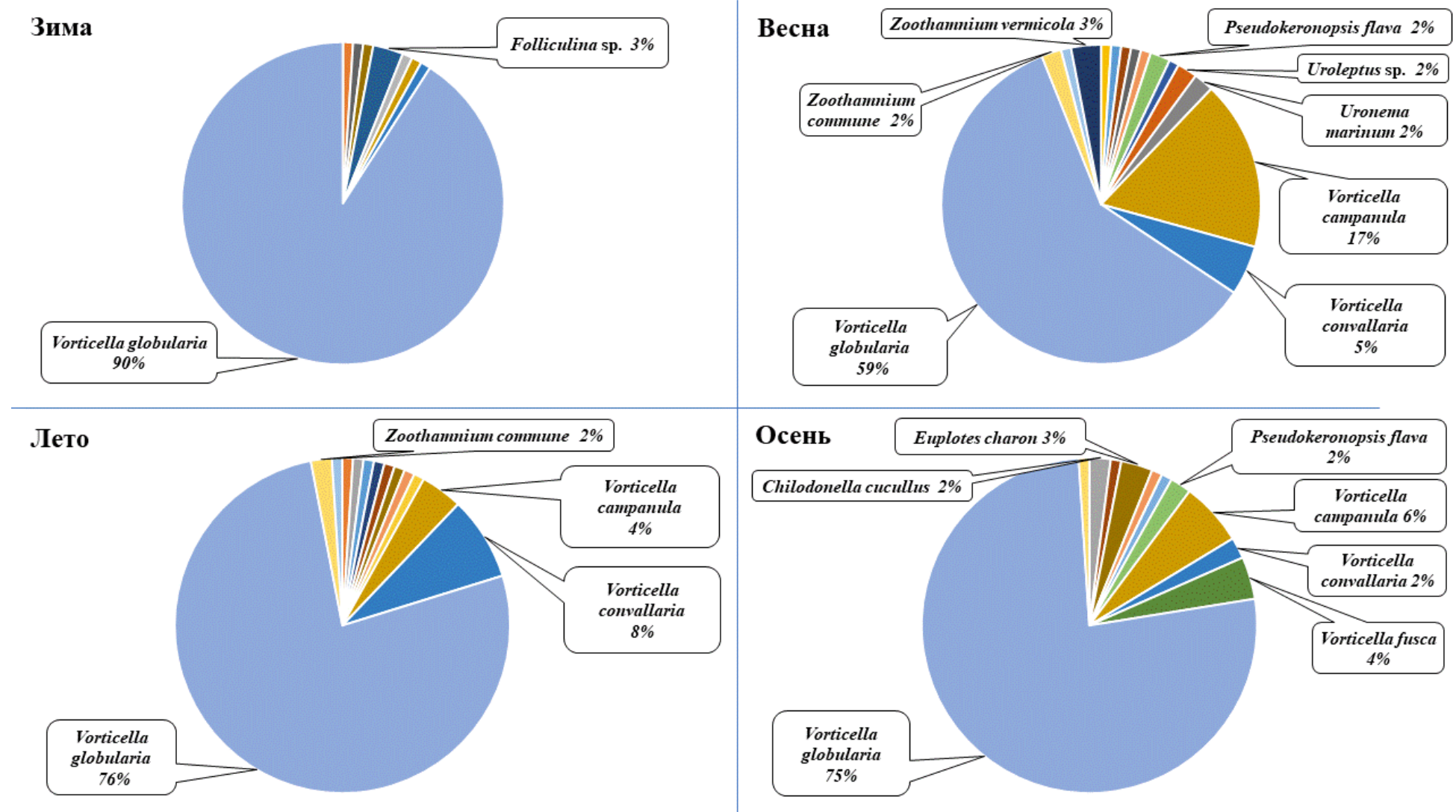


Рисунок 5.2.3.2 – Сезонные изменения таксономической структуры таксоцена инфузорий перифитона Карантинной бухты (по биомассе)

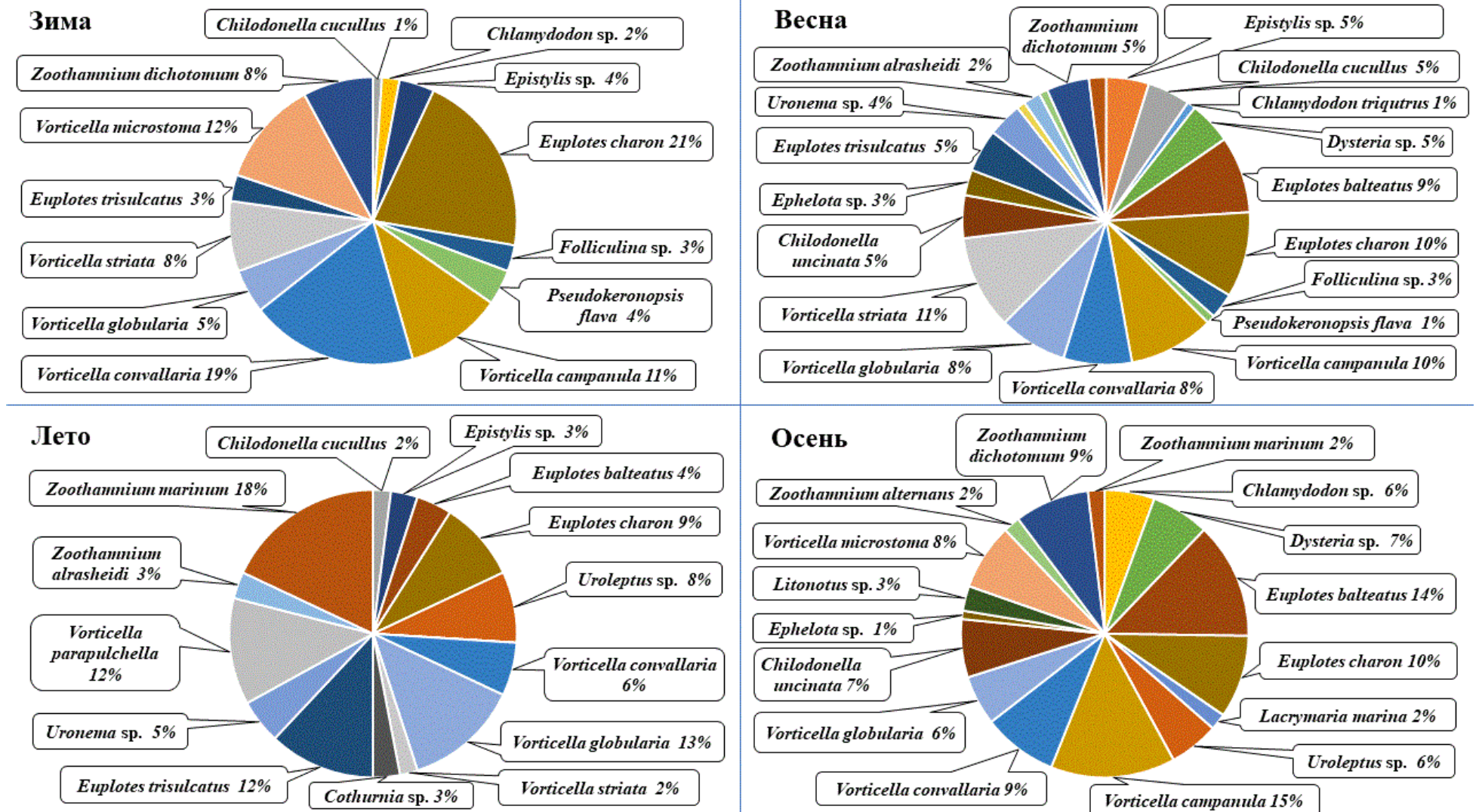


Рисунок 5.2.3.3 – Сезонные изменения таксономической структуры таксоценоа инфузорий перифитона в Севастопольской бухте (по плотности)

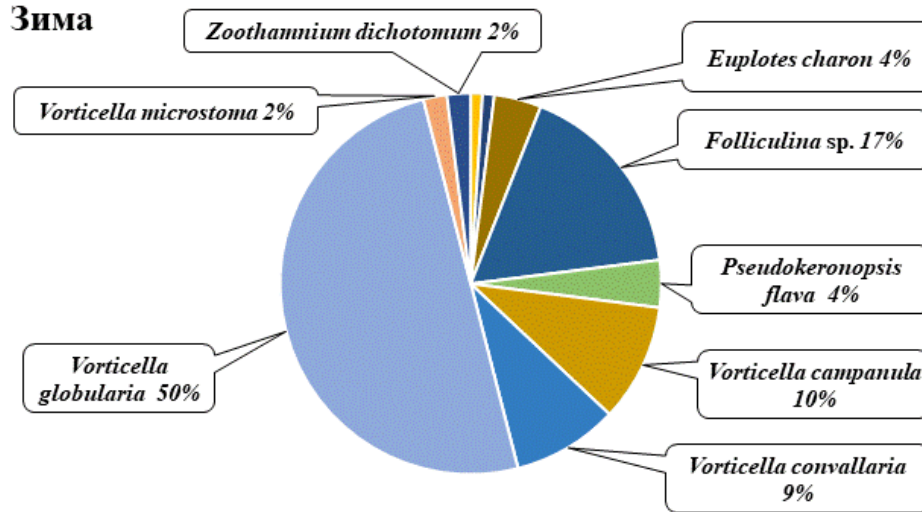
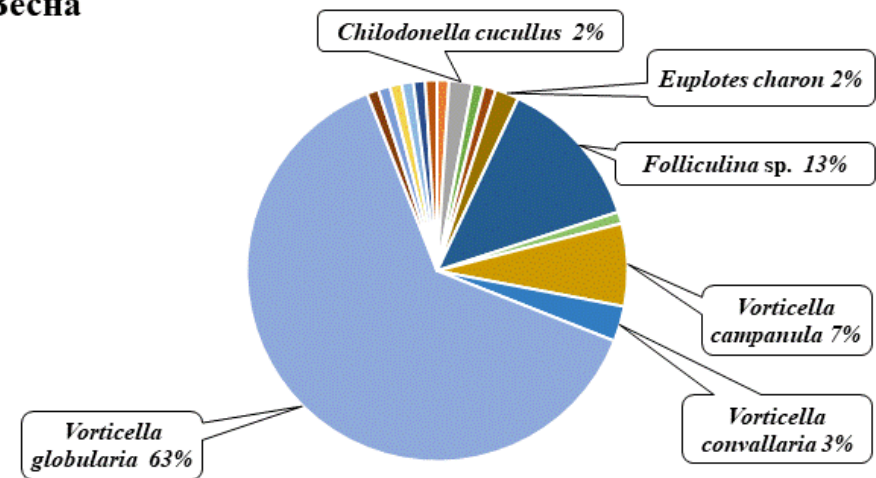
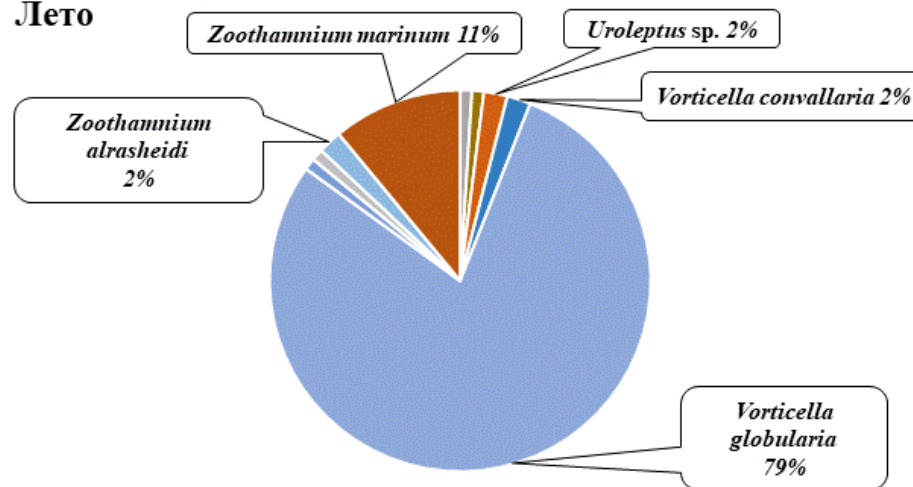
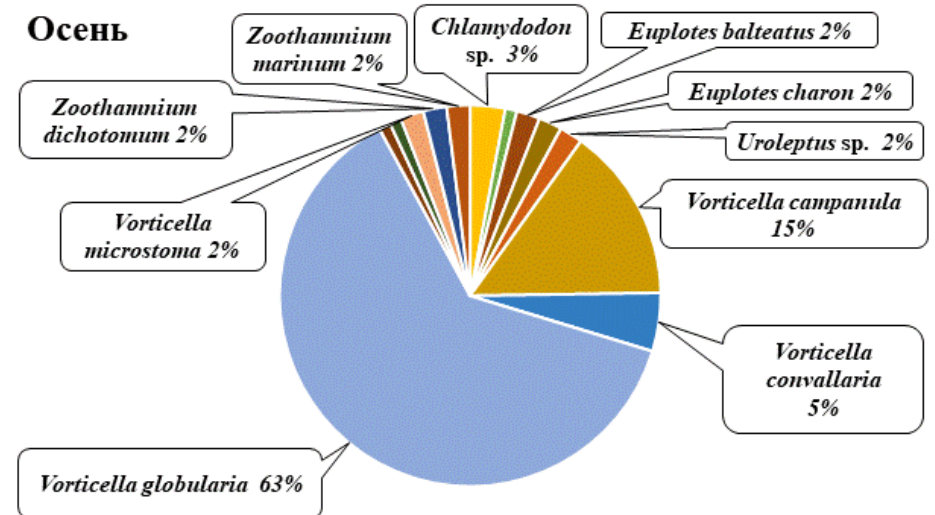
**Зима****Весна****Лето****Осень**

Рисунок 5.2.3.4 – Сезонные изменения таксономической структуры таксоценоа инфузорий перифитона в Севастопольской бухте (по биомассе)

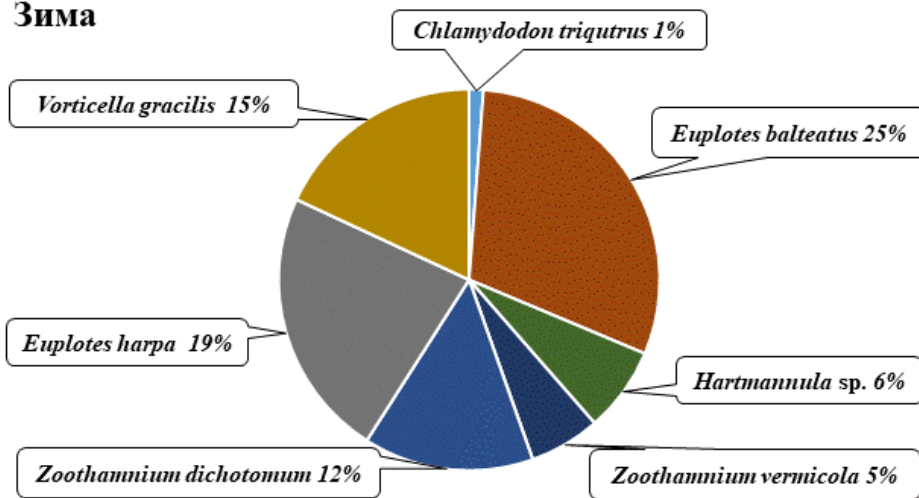
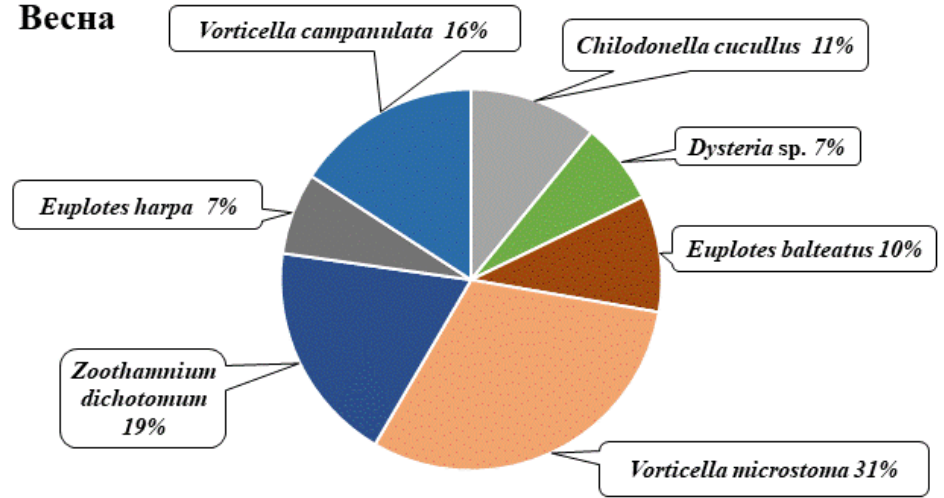
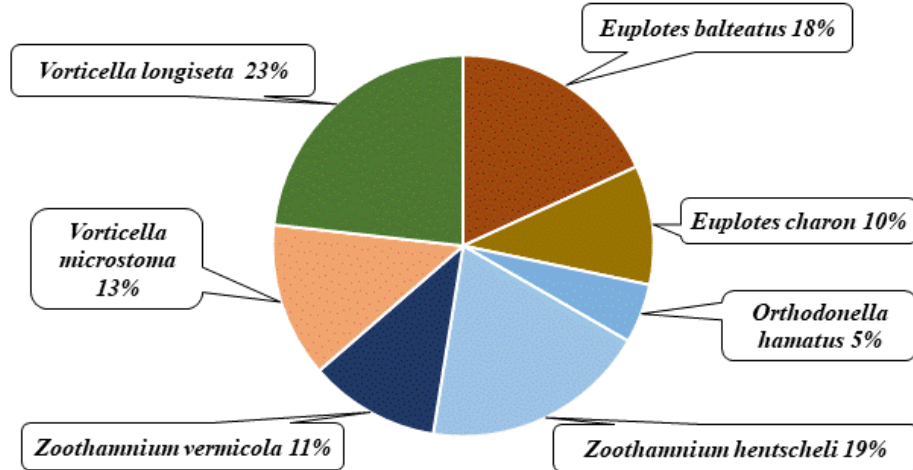
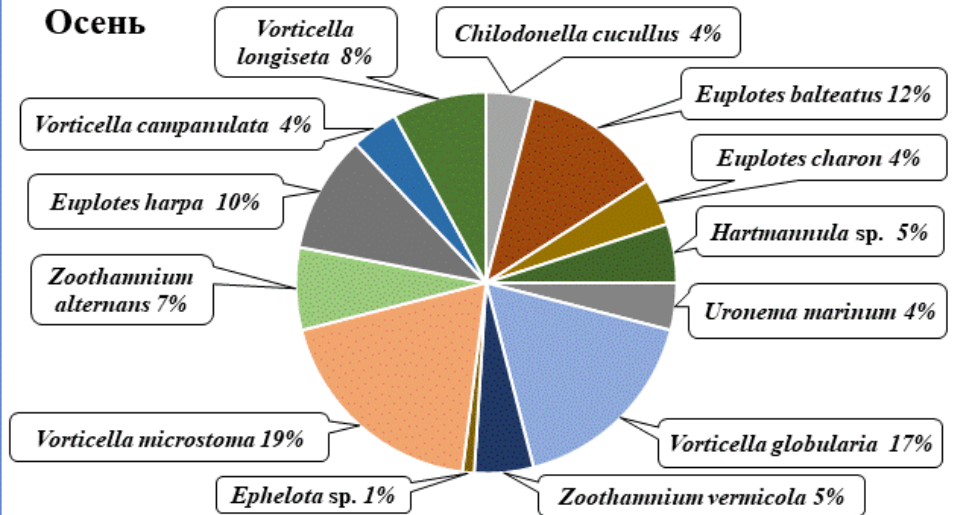
**Зима****Весна****Лето****Осень**

Рисунок 5.2.3.5 – Сезонные изменения таксономической структуры таксоцена инфузорий перифитона в Круглой бухте (по плотности)

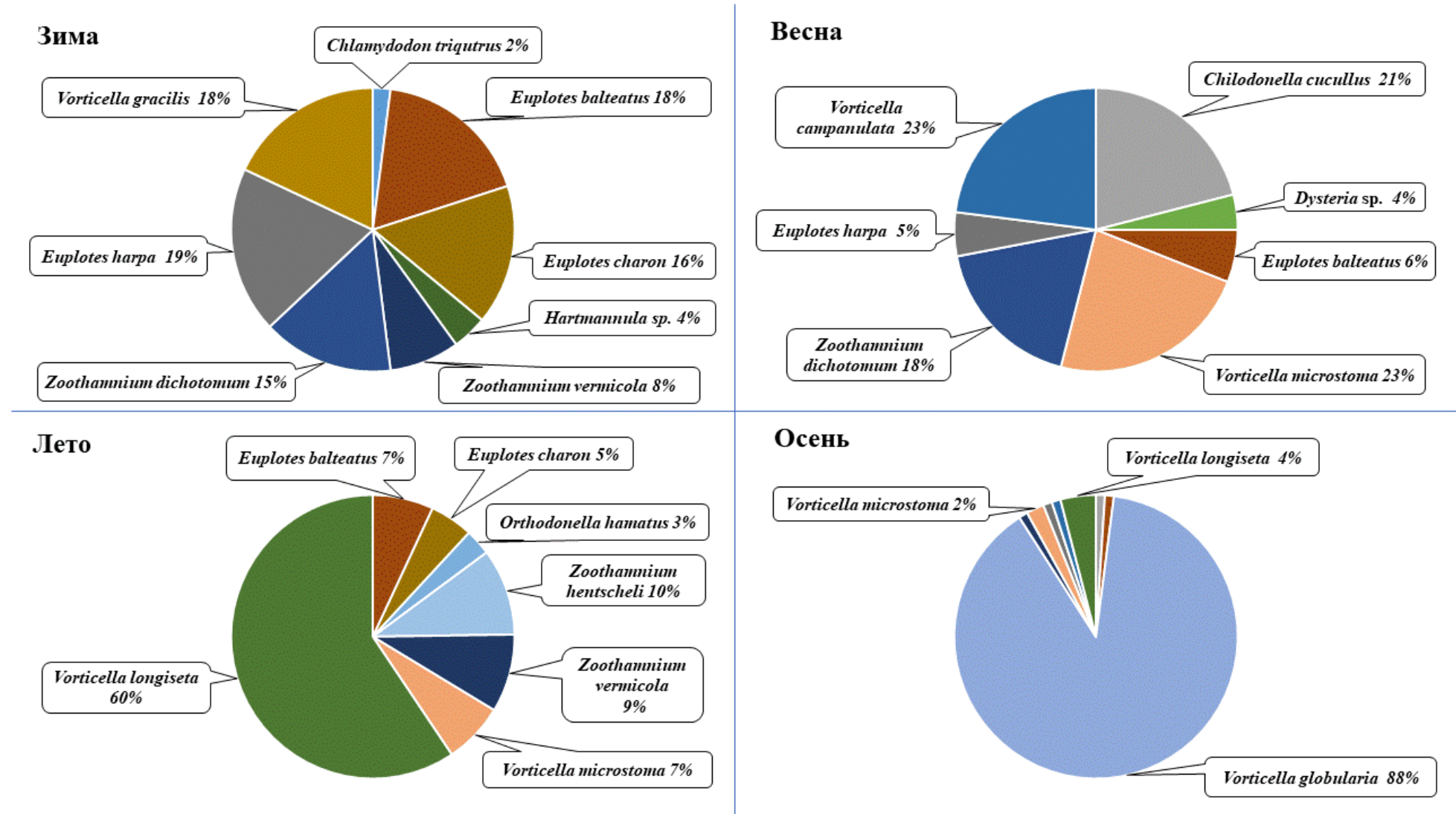


Рисунок 5.2.3.6 – Сезонные изменения таксономической структуры таксоцена инфузорий перифитона в Круглой бухте (по биомассе)

**Выводы по главе 5:**

1. Средняя плотность инфузорий перифитона в Карантинной бухте составляла  $3493 \pm 85$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, в Севастопольской бухте  $3189 \pm 93$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, Круглой бухте  $2622 \pm 135$  тыс. экз./м<sup>2</sup>. Средняя биомасса в Карантинной бухте составляла  $1099 \pm 74$  мг/м<sup>2</sup>, Севастопольской бухте  $759 \pm 67$  мг/м<sup>2</sup>, Круглой бухте  $563 \pm 84$  мг/м<sup>2</sup>. При этом по таким параметрам, как температура воды и соленость, значимых различий между бухтами не обнаружено. Соответственно, указанные различия в плотности и биомассе, вероятно, определяются другими факторами.

2. Во всех трех бухтах в исследуемый период не было выявлено абсолютных доминантов и доминантов по плотности, все виды являлись второстепенными и малозначимыми. По биомассе во всех трех бухтах был общий абсолютный доминант – *Vorticella globularia*.

3. Относительное обилие томитов сидячих инфузорий в мае 2023 года было наибольшим в Круглой бухте, в Севастопольской бухте этот показатель был ниже, а в Карантинной бухте наименьшим. При этом медианы плотности трофонтов по результатам параллельной экспозиции стекол в бухтах составили 1274 тыс. экз./м<sup>2</sup> в Круглой бухте и по 1911 тыс. экз./м<sup>2</sup> в Карантинных и Севастопольских бухтах.

4. Отмеченные различия в относительном обилии расселительных стадий и трофонтов сидячих инфузорий, вероятно, связаны с тем, что на планктонные и прикрепленные стадии сидячих цилиат влияют разные комплексы абиотических факторов, которые существенно отличаются в Круглой бухте.

5. Установлена связь плотности и биомассы инфузорий с акваторией и сезоном. При этом сезонные изменения плотности инфузорий во всех трех бухтах проходили с сезонным максимумом летом и минимумом зимой. Но, если в Севастопольской и Карантинной бухтах групповые средние плотности весной, летом и осенью значительно превышали зимние групповые средние, то в

Круглой бухте не наблюдались значимые различия между зимней и весенней, и летней и осенней групповыми средними.

6. Сезонные изменения биомассы имели свои особенности в каждой из трех изученных бухт. В Севастопольской бухте биомасса была максимальна летом и минимальна зимой. В Круглой бухте биомасса была максимальна осенью и оставалась на одном уровне зимой, весной и летом. В Карантинной бухте наблюдался зимний пик биомассы (при минимуме по плотности), в остальные сезоны динамика биомассы была синхронной с таковой в Севастопольской бухте. Установлено, что это связано с доминированием в разные сезоны видов цилиат, отличающихся по размерам и индивидуальной массе.

7. Сезонная динамика таксономической структуры плотности инфузорий перифитона в каждой из трех изученных бухт имела свои особенности, вероятно, связанные с особенностями бухт. При этом динамика таксономической структуры по биомассе имела некоторые общие черты за счет развития во всех бухтах крупного вида *Vorticella globularia*.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате наших исследований отмечена неравномерность биотопического распределения инфузорий перифитона в побережье Крыма. Выделены 5 видовых комплексов цилиат, таксономическая структура таксоценов инфузорий, в которых, вероятно, определяется пространственной близостью акваторий и сходством условий в них (возможно, геоморфологией побережья).

В пределах видовых комплексов отдельных акваторий формируются 5 видовых комплексов перифитонных цилиат, приуроченных к субстратам со сходной архитектоникой, в том числе сходных морфотипах макрофитов. При этом виды, обнаруженные на стеклах обрастания не образуют отдельного видового комплекса.

На некоторых макрофитах (в основном, на крупных водорослях *Ericaria crinita*, *Gongolaria barbata*, *Phyllophora crispa* и др.) в качестве консортов селятся более мелкие макрофиты (*Cladophora* sp., *Gelidium* sp., *Laurensia coronopus*, *Bryopsis plumosa*, *Ceramium* sp., *Cladostephus spongiosus*, *Pylaiella* sp., *Ulva* sp.), которые относятся к другим морфотипам и на них, соответственно, формируются видовые комплексы инфузорий, характерные для данных морфотипов.

Таким образом, в побережье Крыма формируется иерархия потенциальных местообитаний инфузорий перифитона (акватории → субстраты с разной архитектоникой → макрофиты → водоросли-консорты макрофитов).

При этом специфичных к определенным акваториям или субстратам видов цилиат не обнаружено, то есть вполне вероятен постоянный обмен видами инфузорий между комплексами. Исключение составляет таксоцен инфузорий эпифитона кладофоры из залива Сиваш Азовского моря, представляющий собой комплекс галофильных видов цилиат, у которого нет общих видов с другими видовыми комплексами.

Сезонная динамика таксономической структуры и обилия инфузорий перифитона в значительной мере определяется различиями в условиях в отдельных акваториях. Это проявляется в различиях в сезонных изменениях плотности цилиат в разных акваториях, но особенно в сезонной динамике биомассы, которая определяется доминированием видов, отличающихся индивидуальной массой.

Сезонная динамика таксономической структуры таксоцена инфузорий перифитона по плотности в трех изученных бухтах также имела свои особенности, вероятно, обусловленные спецификой условий каждой конкретной акватории. При этом динамика таксономической структуры по биомассе имела некоторые общие черты за счет развития крупного вида *Vorticella globularia*.

Указанные особенности – сложная структура местообитаний, разнообразие условий в акваториях способствуют высокому разнообразию цилиат перифитона прибрежья Крыма.

## ВЫВОДЫ

1. Таксономический состав инфузорий перифитона Черного и Азовского морей по собственным и литературным данным насчитывает 217 видов, относящихся к 2 подтипам, 10 классам, 28 отрядам, 57 семействам и 87 родам. Впервые обнаружены и изучены в Черном море представители 1-го нового для региона семейства, 2-х родов и 14 видов инфузорий. В Азовском море – 1-го нового для региона отряда, 1-го семейства, 2-х родов и 5-ти видов инфузорий.

2. На основании сходства видовых составов выделены пять видовых комплексов, в которые объединяются видовые списки перифитонных инфузорий близко расположенных акваторий.

3. Выделены пять видовых комплексов перифитонных инфузорий, которые объединяют видовые списки цилиат на субстратах со сходной архитектоникой, в том числе сходных морфотипах макрофитов.

4. Специфичных к определенным акваториям или субстратам видов цилиат не обнаружено, за исключением таксоцена инфузорий эпифитона кладофоры из залива Сиваш Азовского моря, включающего комплекс галофильных видов и не имеющего общих видов с другими видовыми комплексами.

5. Наибольшая плотность инфузорий перифитона,  $3493 \pm 85$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, наблюдалась в Карантинной бухте, в Севастопольской бухте она составляла  $3189 \pm 93$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, в Круглой бухте  $2622 \pm 135$  тыс. экз./м<sup>2</sup>. Средняя биомасса цилиат перифитона в Карантинной бухте составляла  $1099 \pm 74$  мг/м<sup>2</sup>, в Севастопольской бухте  $759 \pm 67$  мг/м<sup>2</sup>, в Круглой бухте  $563 \pm 84$  мг/м<sup>2</sup>. При этом изученное в мае 2023 года относительное обилие расселительных стадий сессильных инфузорий было наибольшим в Круглой бухте, а наименьшим в Карантинной бухте.

6. Сезонные изменения плотности инфузорий перифитона во всех трех бухтах происходят с сезонным максимумом летом и минимумом зимой.

В Карантинной бухте плотность таксоцена инфузорий перифитона была наибольшей (летом  $N_{\text{ср.}} = 4384 \pm 258$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, зимой  $N_{\text{ср.}} = 2699 \pm 152$  тыс. экз./м<sup>2</sup>); в Севастопольской бухте: летом  $N_{\text{ср.}} = 3789 \pm 232$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, зимой  $N_{\text{ср.}} = 2186 \pm 177$  тыс. экз./м<sup>2</sup>; наименьшие показатели были в Круглой бухте (летом  $N_{\text{ср.}} = 3195 \pm 378$  тыс. экз./м<sup>2</sup>, зимой  $N_{\text{ср.}} = 1831 \pm 306$  тыс. экз./м<sup>2</sup>).

7. Сезонные изменения биомассы инфузорий перифитона имели свои особенности в каждой из трех изученных бухт. В Севастопольской бухте биомасса была максимальна летом ( $B_{\text{ср.}} = 1235,44 \pm 207$  мг/м<sup>2</sup>) и минимальна зимой ( $B_{\text{ср.}} = 460,21 \pm 110$  мг/м<sup>2</sup>). В Карантинной бухте наблюдался зимний пик биомассы ( $B_{\text{ср.}} = 1419 \pm 182$  мг/м<sup>2</sup>) (при минимуме по плотности), в остальные сезоны динамика биомассы была синхронной с таковой в Севастопольской бухте. В Круглой бухте биомасса была максимальна осенью ( $B_{\text{ср.}} = 1215,58 \pm 190$  мг/м<sup>2</sup>) и оставалась на одном низком уровне зимой, весной и летом.

**ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

РОВ – растворенное органическое вещество;

$B$  – биомасса, мг/м<sup>2</sup>;

$B_{ind}$  – индивидуальная масса вида, мг;

$B_{ср.}$  – средняя биомасса, мг/м<sup>2</sup>;

$N$  – плотность, тыс. экз./м<sup>2</sup>;

$N_{ср.}$  – средняя плотность, тыс. экз./м<sup>2</sup>;

$T$  – критерий Стьюдента;

$U$  – критерий Манна-Уитни;

$F$  – критерий Фишера;

$h$  – сила влияния фактора по Плохинскому;

$p$  – уровень значимости;

$r$  – коэффициент корреляции;

$R$  – встречаемость;

$V$  – объем клетки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакумов, В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / В. А. Абакумов. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.
2. Абибулаева, А. Ш. О целесообразности изучения прикрепленных и свободноживущих инфузорий микроперифитона Крымского побережья Чёрного моря / А. Ш. Абибулаева // Понт Эвксинский – 2019 : материалы XI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых по проблемам водных экосистем, посвященная памяти д. б. н., проф. С. Б. Гулина, г. Севастополь, 23–27 сентября 2019 г. – Севастополь : ФИЦ ИнБЮМ, 2019. – С. 10–11. – <https://www.elibrary.ru/ggfdod>
3. Абибулаева, А. Ш. Новые находки сидячих инфузорий (Ciliophora, Peritrichia) на зеленых нитчатых водорослях *Cladophora sivashensis* в заливе Сиваш (Азовское море) / А. Ш. Абибулаева // Современная гидробиология: глобальные проблемы Мирового океана : материалы XI Всероссийской онлайн-школы-семинара для молодых ученых, студентов и аспирантов, г. Севастополь, 28 сентября – 2 октября 2020 г. – Севастополь : ФИЦ ИнБЮМ, 2020. – С. 7–8. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/8669>
4. Абибулаева, А. Ш. Первая находка сидячих перитрих *Vorticella pyriforme* Stiller, 1939 и *Zoothamnium sinense* Song, 1991 (Ciliophora, Peritrichia) в Черном море / А. Ш. Абибулаева // Понт Эвксинский – 2021 : материалы XII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых по проблемам водных экосистем, посвященная 150-летию Севастопольской биологической станции – ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», 20–24 сентября 2021 г., – Севастополь : ФИЦ ИнБЮМ, 2021. – С. 9–10. – <https://www.elibrary.ru/qtrkpo>
5. Абибулаева, А. Ш. Эпифитонные инфузории прибрежной зоны бухты Круглой (Чёрное море) / А. Ш. Абибулаева, И. В. Довгаль // Морская биология в 21 веке: систематика, генетика, экология морских организмов :

тезисы докладов Всероссийской конференции (памяти академика Олега Григорьевича Кусакина), 20–23 сентября 2022 г., Владивосток, Россия. Владивосток : ННЦМБ ДВО РАН, 2022. – С. 22–24. – <https://www.elibrary.ru/urgiar>

6. Абибулаева, А. Ш. Первая находка инфузории *Epistylis clampi* Ma et Overstreet, 2006 (Ciliophora: Peritrichia) в Чёрном море / А. Ш. Абибулаева, И. В. Довгаль // Морские исследования и образование (MARESEDU-2022) : труды XI Международной научно-практической конференции, 24–28 октября 2022 г., Москва, РФ. Тверь : ООО «ПолиПРЕСС», 2022. – Т. 3 (IV). – С. 412–415. – <https://www.elibrary.ru/fwslfz>

7. Абибулаева, А. Ш. Использование перифитонных инфузорий как биоиндикаторов в экологическом мониторинге / А. Ш. Абибулаева // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная : материалы XII Международной научно-практической конференции, 28 апреля 2023 г., Брянск, Россия. – Брянск : ФГБОУ ВО «БГИТУ», 2023. – С. 7–10. – <https://elibrary.ru/jrskgz>

8. Абибулаева, А. Ш. Относительное обилие планктонных расселительных стадий сидячих инфузорий в трех бухтах г. Севастополя / А. Ш. Абибулаева, И. В. Довгаль // Актуальные проблемы планктонологии : материалы V Международной конференции с таксономическим тренингом для молодых ученых, 8–12 сентября 2025 г., Светлогорск (Калининградская область), Россия. Калининград : ФГБОУ ВО «КГТУ», 2025. – С. 11–12. – <https://elibrary.ru/yvmqsb>

9. Абибулаева, А. Ш. Относительное обилие сидячих инфузорий в трех бухтах Черного моря у г. Севастополь: оценка с учетом разных стадий жизненного цикла / А. Ш. Абибулаева, И. В. Довгаль // Биология внутренних вод. – 2026. – Т. 19, вып. 5. – С. 1109–1117.

10. Алекперов, И. Х. Атлас свободноживущих инфузорий (Классы Kinetofragminophora, Colpodea, Olygohymenophora, Polyhymenophora) / И. Х. Алекперов. – Баку : Борчалы, 2005. – 310 с.

11. Алекперов, И. Х. Свободноживущие инфузории Азербайджана (экология, зоогеография, практическое значение) / И. Х. Алекперов. – Баку : Элм, 2012. – 520 с.
12. Алекперов, И. Х. Свободноживущие инфузории и их использование в биотестировании окружающей среды / И. Х. Алекперов. – Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2023. – 141 с.
13. Александров, Б. Г. Гидробиологические основы управления состоянием прибрежных экосистем Чёрного моря / Б. Г. Александров. – Киев : Наукова думка, 2008. – 343 с.
14. Андрусова, Ю. И. Об инфузориях Керченской бухты / Ю. И. Андрусова // Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. – Санкт Петербург, 1886. – Т. 17, вып. 1. – С. 236–259.
15. Афанасьев, Д. Ф. Характеристика перифитона искусственных рифовых систем Темрюкского залива Азовского моря / Д. Ф. Афанасьев, И. Г. Корпакова, Т. О. Барабашин, Б. Д. Елецкий // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2009. – № 11. – С. 18–31. – <https://elibrary.ru/lajnyh>
16. Афанасьев, Д. Ф. Морские и солоноватоводные виды водорослей семейства *Cladophoraceae* и рода *Aegagropila* Понто-Каспийского бассейна : полевой определитель / Д. Ф. Афанасьев, Е. Г. Сушкова, А. Н. Камнев. – Москва ; Ростов-на-Дону : Перо, 2020. – 76 с.
17. Банина, Н. Н. Эволюция прикрепленных перитрих с адаптивно-экологической точки зрения / Н. Н. Банина // Протозоология : сборник научных трудов / АН СССР, Всесоюз. о-во протозоологов. – Ленинград : Наука, Ленингр. отд-ние, 1990. – Вып. 13. Экология свободноживущих морских и пресноводных простейших. – С. 99–117.
18. Баканов, А. И. Количественная оценка доминирования в экологических сообществах / А. И. Баканов ; АН СССР, Институт биологии внутренних вод. – Борок, 1987. – Деп. в ВИНТИ 08.12.1987; № 8593-В87. – 63 с.

19. Бараусова, О. М. Адаптивная изменчивость инфузорий рода *Vorticella* / О. М. Бараусова // Протозоология : сборник научных трудов / АН СССР, Всесоюз. о-во протозоологов. – Ленинград : Наука, Ленингр. отд-ние, 1990. – Вып. 13. Экология свободноживущих морских и пресноводных простейших. – С. 93–98.
20. Бараусова, О. М. Кругоресничные инфузории рода *Vorticella* как биоиндикаторы степени загрязнения воды / О. М. Бараусова // Инфузории в биотестировании : тезисы докладов международной заочной научно-практической конференции, октябрь 1997. – Санкт-Петербург : Архив ветеринарных наук, 1998. – С. 117.
21. Бенинг, А. Л. К изучению придонной жизни реки Волги / А. Л. Бенинг. – Саратов : [Сарполиграфпром], 1924. – 398 с. – (Монографии Волжской биологической станции Саратовского общества естествоиспытателей ; № 1).
22. Бобкова, А. Н. Сезонные изменения структуры и биохимического состава микроперифитона / А. Н. Бобкова // Гидробиологический журнал. – 1990. – Т. 26, № 2. – С. 33–37. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/11079>
23. Бородин, Н. А. Результаты зоологической экспедиции по Азовскому морю на пароходе «Ледокол Донских гирл» / Н. А. Бородин // Ежегодник Зоологического музея Академии наук. – 1901. – Т. 6, вып. 1. – С. 112–129.
24. Бошко, Е. Г. Первая находка пилисукторид (*Ciliophora*, *Pilisuctorida*) в Чёрном море / Е. Г. Бошко, И. В. Довгаль // Вестник зоологии. – 2000. – Т. 34, № 6. – С. 112. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/11493>
25. Бошко, Е. Г. Сидячие инфузории (*Ciliophora*) / Е. Г. Бошко, И. В. Довгаль // Карадаг. Гидробиологические исследования : сборник научных трудов, посвященный 90-летию Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского и 25-летию Карадагского природного заповедника НАН Украины.

– Симферополь : СОНАТ, 2004. – Кн. 2. – С. 313–316. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/432>

26. Брайко, В. Д. Мшанки Чёрного моря / В. Д. Брайко // Труды Севастопольской биологической станции. – 1960. – Вып. 13. – С. 128–154. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/5464>

27. Брайко, В. Д. Биолого-фаунистическое изучение мшанок Чёрного моря и их роль в обрастании : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 105 - Гидробиология / В. Д. Брайко ; АН УССР, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. – Севастополь, 1970. – 20 с. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/9166>

28. Брайко, В. Д. Роль прикрепленных видов инфузорий и их бродяжек в ценозе обрастания / В. Д. Брайко // Биология шельфовых зон Мирового океана : тезисы докладов Второй всесоюзной конференции по морской биологии, Владивосток, сентябрь 1982 г. – Владивосток, 1982. – Ч. 1. – С. 6–7. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/14412>

29. Брайко, В. Д. Роль бродяжек инфузорий ценоза обрастания в планктоне и особенности их экологии / В. Д. Брайко, Л. Б. Далекая // Известия АН СССР. Серия биологическая. – 1984. – Вып. 6. – С. 880–886. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/11912>

30. Брайко, В. Д. Обрастание в Чёрном море / В. Д. Брайко ; Академия наук Украинской ССР, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. – Киев : Наукова думка, 1985. – 123 с. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/8324>

31. Бурковский, И. В. Экология свободноживущих инфузорий / И. В. Бурковский. – Москва : Изд-во МГУ, 1984. – 208 с.

32. Васин, А. Е. Адаптация инфузорий *Paramecium multimicronucleatum* к солям некоторых тяжелых металлов / А. Е. Васин // Вестник Самарского государственного университета. Естественная серия. – 2006. – № 7. – С. 12–18.

33. Винберг, Г. Г. Гидробиология как экологическая наука / Г. Г. Винберг // Гидробиологический журнал. – 1977. – Т. 13, вып. 5. – С. 5–15.
34. Воробьев, В. П. Бентос Азовского моря / В. П. Воробьев. – Симферополь : Крымиздат, 1949. – 193 с. – (Труды Азово-Черноморского научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии ; вып. 13). – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/16260>
35. Воскабович, Н. Н. Видовой состав коловраток, ассоциированных с макрофитами / Н. Н. Воскабович // Биология внутренних вод. – 2006. – № 4. – С. 47–52. – <https://elibrary.ru/hykwub>
36. Гаврилова, Н. А. Первые находки *Puxicola socialis* (Ciliophora, Peritrichia) в крымском побережье Чёрного моря / Н. А. Гаврилова, А. Ш. Абибулаева, О. Н. Данилюк, И. В. Довгаль // Биоразнообразие и устойчивое развитие. – 2024. – Т. 9, вып. 2. – С. 3–10. – <https://doi.org/10.21072/eco.2024.09.2.01>
37. Галаджиев, М. А. Материалы к фауне Protozoa пресных вод окрестностей Севастополя / М. А. Галаджиев // Труды Крымского научно-исследовательского института. – 1927. – Т. 1, вып. 2. – С. 106–117.
38. Галаджиев, М. А. Материалы по фауне коловраток Чёрного моря / М. А. Галаджиев // Труды Севастопольской биологической станции. – 1948. – Т. 6. – С. 224–235. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/5301>
39. Гасовський, Г. М. Практичне значення інфузорій та історія їх дослідження на Україні / Г. М. Гасовський // Збірник праць Зоологічного музею / АН УРСР, Інститут зоології. – Київ : Наукова думка, 1960. – Вип. 29. – С. 58–89.
40. Гельцер, Ю. Г. Простейшие (Protozoa) как компонент почвенной биоты (систематика, экология) : учебное пособие для студентов биол.-почв. фак. и фак. почвоведения ун-тов / Ю. Г. Гельцер ; МГУ им. М. В. Ломоносова, Фак. почвоведения. – Москва : Изд-во МГУ, 1993. – 175 с.

41. Голубовская, Э. К. Биологические основы очистки воды : учебное пособие для строительных специальностей вузов / Э. К. Голубовская. – Москва : Высшая школа, 1978. – 271 с.
42. Горбенко, Ю. А. Сообщество перифитонных микроорганизмов как биологическая система / Ю. А. Горбенко // Океанология. – 1969. – Т. 9, вып. 2. – С. 318–328. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/13790>
43. Горбенко, Ю. А. Экология морских микроорганизмов перифитона / Ю. А. Горбенко ; АН Украинской ССР, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. – Киев : Наукова думка, 1977. – 252 с. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/7972>
44. Грінбарт, С. Б. Обростання потонулих суден у Чорному морі / С. Б. Грінбарт // Труды Одеського державного університету. Серія біологічна. – 1937. – Т. 2, вип. 53. – С. 49–55.
45. Грінбарт, С. Б. Обростання мідіями гідротехнічних споруд / С. Б. Грінбарт, Г. І. Конопльов // Труды Одеського державного університету. Серія біологічна. – 1948. – Т. 2, вип. 53. – С. 83–90.
46. Гринцов, В. А. Формирование биоразнообразия в сообществах обрастания и на коллекторах мидийной фермы / В. А. Гринцов // Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов Мирового океана : материалы конференции, г. Москва, 9–10 ноября 2005 г. – Москва, 2005. – С. 151–152. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/15103>
47. Гринцов, В. А. Роль искусственных субстратов в сохранении биоразнообразия прибрежной зоны Чёрного моря / В. А. Гринцов // Экологические аспекты защиты техники и материалов. Теория и практика натурных испытаний : материалы 2-ой всероссийской научно-практической конференции, г. Адлер, 27–29 апреля 1998 г. – Москва, 2000. – Ч. 2. – С. 20–24. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/14807>
48. Дагаева, В. А. Инфузории Соляного озера Круглой бухты близ Севастополя / В. А. Дагаева // Труды Севастопольской биологической станции

АН СССР. – 1930. – Т. 2. – С. 31–46. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/5263>

49. Далекая, Л. Б. Некоторые особенности сукцессии сообщества обрастания в Севастопольской бухте / Л. Б. Далекая // III Всесоюзная конференция по морской биологии, г. Севастополь, 18–29 октября 1988 г. : тезисы докладов. – Киев : Наукова думка, 1988. – Ч. 1. – С. 212–213. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/8492>

50. Далёкая, Л. Б. Особенности сукцессии в обрастании Севастопольской бухты / Л. Б. Далекая // Современные технологии мониторинга и освоения природных ресурсов южных морей : тезисы докладов Международного семинара, г. Ростов-на-Дону, 15–17 июня 2005 г. – Ростов-на-Дону, 2005. – С. 53–56. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/14781>

51. Довгаль, И. В. Влияние проточности на колонизацию щупальцевыми инфузориями (Ciliophora, Suctoria) стекол обрастания / И. В. Довгаль // Гидробиологический журнал. – 1990. – Т. 26, № 2. – С. 37–41. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/10042>

52. Довгаль, И. В. Особенности биоценотического распределения щупальцевых инфузорий в водоемах правобережья Полесья Украины / И. В. Довгаль // Вестник зоологии. – 1991. – Т. 25, № 4. – С. 54–57. <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/11483>

53. Довгаль, И. В. Адаптации прикрепленных простейших к факторам, связанным с проточностью / И. В. Довгаль, В. А. Кочин // Вестник зоологии. – 1995. – Т. 29, № 4. – С. 19–24.

54. Довгаль, И. В. Определитель щупальцевых инфузорий (Ciliophora, Suctoria) фауны Украины / И. В. Довгаль // Вестник зоологии. – 1996. – Отд. вып. 2. – С. 3–42.

55. Довгаль, И. В. Гидродинамические факторы эволюции пространственной структуры сообществ обрастания / И. В. Довгаль // Палеонтологический журнал. – 1998. – № 6. – С. 12–15.

56. Довгаль, И. В. Микропространственная структура сообществ перифитонных простейших и ее связь с гидродинамическими факторами / И. В. Довгаль // Вестник Тюменского государственного университета. – 2005. – № 5. – С. 12–23.

57. Довгаль И. В. Новые находки галобионтных инфузорий (Ciliophora) / И. В. Довгаль, Н. В. Шадрин, Л. П. Гапонова // Вестник зоологии. – 2006. – Т. 40, № 5. – С. 462. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/11553>

58. Довгаль, И. В. Суктории (Ciliophora, Suctorea) / И. В. Довгаль ; науч. ред. В. И. Монченко. – Киев : Наукова думка, 2013. – 266 с. – (Фауна Украины / Нац. акад. наук Украины, Ин-т зоологии им. И. И. Шмальгаузена ; т. 36, вып. 1).

59. Долгопольская, М. А. Экспериментальное изучение процесса обрастания в море (Предварительное сообщение о первом годе исследований) / М. А. Долгопольская // Труды Севастопольской биологической станции. – 1954. – Т. 8. – С. 157–173. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/5331>

60. Долгопольская, М. А. Развитие обрастаний в зависимости от глубины погружения в отдаленном от берега участке Чёрного моря в районе Крыма / М. А. Долгопольская // Труды Севастопольской биологической станции. – 1959. – Т. 12. – С. 193–208. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/5435>

61. Долгопольская, М. А. Состояние изученности обрастаний в Чёрном море и современные средства борьбы с ними / М. А. Долгопольская // Биологические исследования Чёрного моря и его промысловых ресурсов : сборник статей / отв. ред. В. А. Водяницкий. – Москва : Наука, 1968. – С. 124–132. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/370>

62. Долгопольская, М. А. Обрастание как объект для моделирования биологических систем / М. А. Долгопольская, В. Д. Брайко // Исследование структуры и механизмов функционирования морских экологических систем :

материалы Всесоюзного семинара, г. Севастополь, май 1974 г. – Киев : Наукова думка, 1974. – С. 19–20. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/7739>

63. Дуплаков, С. Н. Материалы к изучению перифитона / С. Н. Дуплаков // Труды лимнологической станции в Косине. – 1933. – Вып. 16. – С. 3–160.

64. Дурнова, Н. А. Биотопическая приуроченность перифитонных хирономид в водоёмах Саратовской области / Н. А. Дурнова, М. Ю. Воронин, Е. И. Сухова // Поволжский экологический журнал. – 2011. – № 3. – С. 304 – 313. – <https://elibrary.ru/oppzhh>

65. Жариков, В. В. Участие простейших в обрастании стекол в Чёрном море / В. В. Жариков // Вестник Ленинградского университета. Серия 3: Биология. – 1980. – № 15. – С. 21–32. – <https://elibrary.ru/pkedpt>

66. Жариков, В. В. Реакция бентосных инфузорий на изменения гидрологического режима в Куйбышевском водохранилище / В. В. Жариков, В. А. Селезнев // Водные ресурсы. – 1993. – Т. 20, № 6. – С. 730–735. – <https://elibrary.ru/xpietj>

67. Жариков, В. В. Специфика водохранилищ Волги как среды обитания гидробионтов (на примере свободноживущих инфузорий) / В. В. Жариков // Теоретические проблемы экологии и эволюции (Третьи Любимцевские чтения), г. Тольятти. – Тольятти : Институт экологии Волжского бассейна РАН, 2000. – С. 64–72.

68. Жариков, В. В. Инфузории бассейна Волги и специфика условий развития их сообществ в водохранилищах каскада / В. В. Жариков // Тезисы докладов VIII съезда Гидробиологического общества РАН, Калининград, 16–23 сент. 2001 г. – Калининград : Калинингр. гос. техн. ун-т, 2001. – Т. 1. – С. 233–234.

69. Жмур, Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – Москва : АКВАРОС, 2003. – 506 с.

70. Жуков, А. В. Эколого-биологические особенности и индикационное значение цилиофауны очистных сооружений г. Хабаровска : дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Андрей Валерьевич Жуков. – Хабаровск, 2012. – 150 с.

71. Зданович, В. В. Встречаемость / В. В. Зданович, Е. А. Криксунов // Зданович, В. В. Гидробиология и общая экология : [словарь терминов] / В. В. Зданович, Е. А. Криксунов. – Москва : Дрофа, 2004. – С. 44–192. – (Биологические науки : словарь терминов).

72. Зенкевич, Л. А. Некоторые наблюдения по обрастанию в Екатерининской гавани (Кольский залив) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. биологии. – 1935. – Т. 44, № 3. – С. 103–110. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/16286>

73. Зернов, С. А. Планктон Азовского моря и его лиманов. (Предварительное сообщение). [Результаты зоологической экскурсии по Азовскому морю на пароходе «Ледокол Донских гирл» с 10 по 20 мая 1900 г. Вып. 2.] / С. А. Зернов // Ежегодник зоологического музея Императорской Академии наук. – 1901. – Т. 6. – С. 559–584. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/16220>

74. Зинова, А. Д. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР / А. Д. Зинова. – Москва ; Ленинград : Наука, 1967. – 397 с.

75. Иванов, В. А. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под воздействием климатических и антропогенных факторов / В. А. Иванов, Е. И. Овсяный, Л. Н. Репетин, А. С. Романов, О. Г. Игнатьева. – Севастополь : МГИ НАН Украины, 2006. – 90 с. – <https://elibrary.ru/ygiouu>

76. Иванова, К. Л. Материалы по видовому составу водорослей в обрастании судов на Азовском и Чёрном морях / К. Л. Иванова // Труды Института океанологии. – 1961. – Вып. 49. – С. 137–146.

77. Калугина-Гутник, А. А. Фитобентос Чёрного моря / А. А. Калугина-Гутник. – Киев : Наукова думка, 1975. – 248 с. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/5645>
78. Кеппен, Н. А. Наблюдения над щупальцевыми инфузориями (Tentaculifera) / Н. А. Кеппен // Записки Новороссийского Общества естествоиспытателей. – 1888. – Т. 13, № 2. – С. 1–79.
79. Комулайнен, С. Ф. Питание беспозвоночных перифитона в небольшой реке / С. Ф. Комулайнен // Экология. – 2006. – № 5. – С. 372–378. – <https://elibrary.ru/hvaezh>
80. Константиненко, Л. А. Круговійчасті інфузорії (Ciliophora, Peritrichia) в аеротенках очисних споруд м. Житомира / Л. А. Константиненко // Весник зоології. – 2007. – Т. 41, № 2. – С. 73–77.
81. Константиненко, Л. А. Реєстр прісноводних круговійчастих інфузорій України / Л. А. Константиненко // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2014. – Вип. 64. – С. 21–32.
82. Кренева, С. В. Пресноводный микрозоопланктон и его возрастающая роль в гидробиологии / С. В. Кренева, К. В. Кренева // Тезисы докладов VIII съезда гидробиологического общества РАН. – 2001. – Т. 2. – С. 137–138.
83. Кренева, С. В. Применение принципа пространственно-временных аналогий в анализе антропогенных сукцессий и концепции индивидуального нормирования нагрузки на водные экосистемы / С. В. Кренева, Г. Г. Матишов, К. В. Кренева // Доклады академии наук. – 2003. – Т. 388, № 4. – С. 565–567. – <https://elibrary.ru/oqodql>
84. Крючкова, Н. М. Роль простейших в процессах самоочищения водоемов / Н. М. Крючкова // Успехи современной биологии. – 1968. – Т. 65, вып. 3. – С. 466–475.
85. Курилов, А. В. Инфузории как компонент планктона прибрежной зоны Чёрного моря / А. В. Курилов // Экологические проблемы Чёрного моря : [сборник статей]. – Одесса : ОЦНТЭИ, 1999. – С. 253–257.

86. Лебедев, Е. М. Обрастание судов, плавающих в Азовском море и Керченском проливе / Е. М. Лебедев // Труды Московского общества испытателей природы. – 1958. – Т. 11. – С. 270–275.

87. Левадная, Г. Д. Наблюдения над процессами обрастания в водохранилище Новосибирской ГРЭС / Г. Д. Левадная // Труды Центрального сибирского ботанического сада. – 1964. – Вып. 8. – С. 63–68.

88. Лигнау, Н. Г. Процесс обрастания в море / Н. Г. Лигнау // Русский гидробиологический журнал. – 1924. – № 11–12. – С. 280–290. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/9043>

89. Лигнау, Н. Г. Процесс обрастания в море / Н. Г. Лигнау // Русский гидробиологический журнал. – 1925. – Т. 4, № 1–2. – С. 1–10. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/9047>

90. Ломакин, П. Д. Система течений в бухте Круглой (Крым) на основе численного моделирования и данных наблюдений / П. Д. Ломакин, Ю. Н. Рябцев // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2022. – № 4. – С. 79–89. – <https://elibrary.ru/ultqhh>

91. Любарский, Е. Л. К методике экспресс-квалификации и сравнения описаний фитоценозов / Е. Л. Любарский // Количественные методы анализа растительности : материалы IV Всесоюзного совещания / АН СССР, Башк. филиал. Ин-т биологии. – Уфа : [б. и.], 1974. – С. 123–125.

92. Макаров, М. В. Фауна *Gastropoda* в эпифитоне морской травы *Zostera* sp. у побережья Крыма / М. В. Макаров // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. – 2025. – № 1. – С. 8–16. – <https://elibrary.ru/liwuvv>

93. Маккавеева, Е. Б. Беспозвоночные зарослей макрофитов Чёрного моря / Е. Б. Маккавеева. – Киев : Наукова думка, 1979. – 228 с. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/5666>

94. Мамаева, Н. В. Инфузории как компонент планктонного сообщества : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.08. / Н. В. Мамаева ;

Ленинградский государственный университет им. А. А. Жданова. – Ленинград, 1986. – 34 с.

95. Мамаева, Н. В. Вертикальное распределение инфузорий в пелагиали мирового океана / Н. В. Мамаева // Экология свободноживущих морских и пресноводных простейших : сборник научных статей. – Ленинград : Наука, Ленингр. отд-ние 1990. – С. 9–16.

96. Манилюк, Ю. В. Исследование сейшевых колебаний в смежных бухтах на примере Севастопольской и Карантинной бухт / Ю. В. Манилюк, Д. И. Лазоренко, В. В. Фомин // Морской гидрофизический журнал. – 2020. – Т. 36, № 3. – С. 261–276. – <https://doi.org/10.22449/0233-7584-2020-3-261-276>

97. Международный кодекс зоологической номенклатуры : принят Междунар. союзом биол. наук : вступил в силу с 1 янв. 2000 г. / Междунар. комис. по зоол. номенклатуре ; [пер. с англ. и фр. И. М. Кержнера]. – 4-е изд. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2000. – 221 с.

98. Мережковский, К. С. Материалы для фауны инфузорий Чёрного моря / К. С. Мережковский. – Санкт-Петербург : тип. В. Демакова, 1880. – 13 с.

99. Миничева, Г. Г. Методические рекомендации по определению морфофункциональных показателей одноклеточных и многоклеточных форм водной растительности / Г. Г. Миничева, А. Б. Зотов, М. Н. Косенко ; Национальной академии наук Украины, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского, Одесский филиал. – Одесса : [б. и.], 2003. – 39 с. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/16304>

100. Минкевич, Р. Краткий отчет о поездке на Севастопольскую биологическую станцию летом 1899 года / Р. Минкевич // Труды Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей. – 1899. – Т. 30, вып. 1. – С. 354–363.

101. Морозов, А. Н., Течения в Севастопольской бухте по данным ADCP-наблюдений (июнь 2008 года) / А. Н. Морозов, Е. М. Лемешко, С. А.

Шутов, В. В. Зима // Морской гидрофизический журнал. – 2012. – № 3. – С. 31–43. – <https://www.elibrary.ru/tmjxdx>

102. Мухин, И. А. Формирование перифитонных цилиосообществ на разнотипных субстратах / И. А. Мухин. – Вологда : Вологодский государственный университет, 2020. – 159 с.

103. Найденова, Н. Н. Два новых вида инфузорий – эпибионтов ракообразных Чёрного моря / Н. Н. Найденова // Биология моря. – 1978. – Вып. 45. – С. 44–49. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/2254>

104. Найденова, Н. Н. Паразиты и комменсалы прибрежных ракообразных Чёрного моря / Н. Н. Найденова, Т. Н. Мордвинова // Симпозиум по паразитологии и патологии морских организмов : тезисы докладов советских участников, Ленинград, 13-16 октября 1981 г. – Ленинград : Наука, Ленингр. отд-ние, 1981. – С. 61–69.

105. Найденова, Н. Н. Новый род и новые виды кругоресничных инфузорий Peritrichidea (Sessilida) на ракообразных Чёрного моря / Н. Н. Найденова // Экология моря. – 1985. – Вып. 20. – С. 58–65. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/3670>

106. Никитин, В. Н. Биология обрастания судов в Чёрном море / В. Н. Никитин // Доклады академии наук СССР. – 1947. – Т. 58, № 6. – С. 1183–1186. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/14227>

107. Никитин, В. Н. Процессы обрастания в Чёрном море. Оседание личинок в районе Геленджика / В. Н. Никитин, Е. Н. Турпаева // Доклады академии наук СССР. – 1958. – Т. 121, № 1. – С. 172–174.

108. Никитина, Л. И. Видовой состав, сезонная динамика и морфо-экологические особенности цилиофауны аэротенков очистных сооружений / Л. И. Никитина, А. В. Жуков, М. М. Трибун // Вода: химия и экология. – 2011. – № 12. – С. 56–62. – <https://elibrary.ru/oobvdb>

109. Николук, В. Ф. Почвенные простейшие СССР / В. Ф. Николук, Ю. Г. Гельцер. – Ташкент : ФАН УзССР, 1972. – 312 с.

110. Остроумов, А. А. Отчёт об участии в научной поездке по Азовскому морю на транспорте " Казбек " летом 1891 г. / А. А. Остроумов // Записки Императорской Академии наук. – 1892. – Т. 69, № 6. – С. 1–19. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/2772>
111. Остроумов, А. А. Научные результаты экспедиции "Атманая" / А. А. Остроумов // Изв. импер. АН. – 1896. – № 4. – С. 251–267.
112. Остроумов, А. А. О гидробиологических исследованиях в устьях южнорусских рек в 1896 г. / А. А. Остроумов // Известия Петербургской Академии наук. – 1897. – Т. 6, вып. 4. – С. 104–107.
113. Павловская, Т. В. Сезонные явления в сообществе инфузорий гиперсолёного озера Херсонесское (Крым) / Т. В. Павловская, А. В. Празукин, Н. В. Шадрин // Морской экологический журнал. – 2009. – Т. 8, № 2. – С. 53–63. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/1009>
114. Парталы, Е. М. К изучению мезо- и микрообрастания Азовского моря / Е. М. Парталы // Первый съезда советских океанологов : тезисы докладов. Вып. 2. Биология и химия океана. Проблемы загрязнения океана. Экономика океана. – Москва : Наука, 1977. – С. 117–118.
115. Парталы, Е. М. Видовой состав оброста пластин в районе г. Жданова / Е. М. Парталы // Биоповреждения материалов и защита от них : [сборник статей]. – Москва : Наука, 1978. – С. 102–105.
116. Парталы, Е. М. Некоторые черты экологии *Zoothamnium hentscheli* Kahl (PERITRICHIA, INFUSORIA) – массового микрообрастания в Азовском море / Е. М. Парталы // Журнал общей биологии. – 1978. – Т. 39, № 2. – С. 248–253.
117. Парталы, Е. М. К экологии разноресничных инфузорий морского обрастания / Е. М. Парталы // Пространственно-функциональная структура биогеоценозов. Днепропетров. Б.и. – 1978. – С. 148–149.
118. Парталы, Е. М. Инфузория *Folliculina producta* в обрастании Азовского моря / Е. М. Парталы // Зоологический журнал. – 1978. – Т. 57, вып. 11. – С. 1618–1622.

119. Парталы, Е. М. Сосущие инфузории морского обрастания / Е. М. Парталы // Гидробиологический журнал. – 1979. – Т. 15, № 3. – С. 103–104.
120. Парталы, Е. М. К изучению вертикальной структуры биоценоза морского обрастания / Е. М. Парталы // Биология моря. – 1980. – Т. 6, № 4. – С. 79–81.
121. Парталы, Е. М. Обрастание в Азовском море / Е. М. Парталы. – Мариуполь : Рената, 2003. – 378 с.
122. Переяславцева, С. М. Protozoa Чёрного моря / С. М. Переяславцева // Записки Новороссийского общества естествоиспытателей. – 1886. – Т. 10, вып. 2. – С. 79–114. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/2774>
123. Песенко, Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – Москва : Наука, 1982. – 288 с.
124. Петросян, А. Г. Инфузории рода *Euplotes* как тест-организмы в морском биотестировании / А. Г. Петросян, С. Е. Дятлов // Экология моря. – 2000. – Вып. 50. – С. 105–108. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/4275>
125. Петухова, Т. А. Оседание личинок организмов обрастания и морских сверлильщиков (TEREDENIDAE) в районе Геленджика и Новороссийска / Т. А. Петухова // Труды Института океанологии. – 1963. – Т. 70. – С. 151–156.
126. Попова, Л. А. Развитие инфузорий при питании морскими нефтеокисляющими бактериями и дрожжами / Л. А. Попова // Биоразнообразие. Экология. Эволюция. Адаптация : материалы II Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвящ. 100-летию со дня рождения выдающегося украинского лишенолога М. Ф. Макаревича (Одесса, 15-18 мая 2007 г.). – Одесса : Печатный дом, 2007. – С. 263.
127. Попова, Л. А. Характеристика цилиоперифитона супралиторали в Севастопольской бухте (Чёрное море) / Л. А. Попова // Экология моря. – 2008. – Вып. 75. – С. 66–70. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/4802>

128. Попова, Л. А. Цилиоперифитон искусственных субстратов (гидротехнических сооружений) и его участие в передаче нефтяных углеводородов по пищевой цепи / Л. А. Попова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : сборник научных трудов / Морской гидрофизический институт. – Севастополь, 2012. – Т. 1, вып. 26. – С. 81–87. – <https://elibrary.ru/vuuyw>

129. Практикум по микробиологии / под ред. А. И. Нетрусова. – Москва : Центр «Академия», 2005. – 608 с.

130. Протасов, А. А. О топических отношениях и консортивных связях в сообществах / А. А. Протасов // Сибирский экологический журнал. – 2006. – Т. 13, № 1. – С. 97–103. – <https://elibrary.ru/juebsj>

131. Протасов, А. А. О концепции экологической группировки гидробионтов / А. А. Протасов // Морской экологический журнал. – 2008. – Т. 7, № 1. – С. 5–16. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/939>

132. Протасов, А. А. Перифитон как экотопическая группировка гидробионтов / А. А. Протасов // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. – 2010. – Т. 3, № 1. – С. 40–56. – <https://elibrary.ru/muqasj>

133. Протасов, А. А. Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии / А. А. Протасов. – Киев : Академперіодика, 2011. – 704 с.

134. Раилкин, А. И. Процессы колонизации и защита от биообрастания / А. И. Раилкин. – Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербургского государственного университета, 1998. – 272 с.

135. Раилкин, А. И. Колонизация твердых тел бентосными организмами / А. И. Раилкин. – Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербургского государственного университета, 2008. – 427 с.

136. Рябушко, Л. И. Диатомовые водоросли эпифитона макрофитов Крымского побережья Чёрного моря / Л. И. Рябушко, А. Г. Широаян, Д. Н. Лишаев // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского –

природного заповедника РАН. – 2020. – № 3 (15). – С. 5–11. – <https://doi.org/10.21072/eco.2021.15.01>

137. Скальская, И. А. Зооперифитон водоемов бассейна Верхней Волги / И. А. Скальская. – Рыбинск : Рыбинский дом печати, 2002. – 256 с. – <https://elibrary.ru/ueqgun>

138. Скальская, И. А. Концептуальные и методические проблемы совместного изучения зооперифитона и зообентоса / И. А. Скальская, А. И. Баканов, Б. А. Флеров // Биология внутренних вод. – 2003. – № 4. – С. 3–9. – <https://elibrary.ru/oncvhh>

139. Совинский, В. К. Введение в изучение фауны Понто-Каспийско-Аральского морского бассейна, рассматриваемой с точки зрения самостоятельной зоогеографической провинции / В. К. Совинский // Записки Киевского общества естествоиспытателей. – 1902. – Т. 18, № 487. – С. 1–217. – <https://repository.marine-research.ru/handle/299011/7077>

140. Старостин И. В. Видовой состав и количественное развитие макрообрастаний системы морского водопровода металлургического завода на Азовском море / И. В. Старостин, Ю. Е. Пермитин // Труды Института океанологии. – 1963. – Т. 70. – С. 124–141.

141. Старостин И. В. Об обрастании технических водоводов на наших южных морях и некоторых способах борьбы с ним / И. В. Старостин // Труды Института океанологии. – 1963. – Т. 70. – С. 101–123.

142. Тарасов, Н. И. О морском обрастании / Н. И. Тарасов // Зоологический журнал. – 1961. – № 4. – С. 477–489.

143. Трифонов, О. В. Прикрепленные инфузории (Peritrichia) водоотводных каналов вторичных отстойников и их роль в очистке воды / О. В. Трифонов // Водоочистка. – 2011. – № 9. – С. 34–37. – <https://elibrary.ru/oxdhjn>

144. Трифонов, О. В. Роль перифитона в очистке сточной воды от бактерий и минерализации органического вещества / О. В. Трифонов //

Теоретическая и прикладная экология. – 2012. – № 3. – С. 65–67. – <https://elibrary.ru/pyfyix>

145. Ульянин, В. Н. О пелагической фауне Чёрного моря / В. Н. Ульянин // Известия Московского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. – 1870. – Т. 8, вып. 2. – С. 79–132.

146. Ульянин, В. Н. Материалы для фауны Чёрного моря, Отчет о поездке к берегам Чёрного моря, совершенных по поручению Общества в летние месяцы 1868 и 1869 гг. / В. Н. Ульянин // Известия Московского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. – 1871. – Т. 9, вып. 1. – С. 54–112.

147. Хайбулаев, К. Х. Кровепаразитические простейшие рыб Каспийского моря : автореф. дис. ... канд. биол. наук / К. Х. Хайбулаев. – Баку, 1970, 16 с.

148. Широян, А. Г. Диатомовые водоросли эпифитона макрофитов Крымского побережья Чёрного моря : дис. ... канд. биол. наук / А. Г. Широян ; Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН. – Севастополь, 2022. – 167 с.

149. Янковский, А. В. Таксономический очерк класса *Suctorina* Claparede et Lachmann, 1858 / А. В. Янковский // Отчетная научная сессия по итогам работ 1972 года Зоологического института АН СССР. – Ленинград, 1973. – С. 30–31.

150. Янковский, А. В. Конспект новой системы типа *Ciliophora* / А. В. Янковский // Труды Зоологического института АН СССР. – 1980. – Т. 94. – С. 103–121.

151. Янковский, А. В. Жизненные циклы и систематика родов групп *Scyphidia*, *Heteropolaria*, *Zoothamnium* и *Cothurnia* (класс *Peritricha*) / А. В. Янковский // Труды Зоологического института АН СССР. – 1985. – Т. 129. – С. 74–100.

152. Янковский, А. В. Тип *Ciliophora* Doflein, 1901. Инфузории. Систематический обзор / А. В. Янковский // Протисты: Руководство по

зоологии / под ред. А. Ф. Алимова. – Санкт-Петербург : Наука, 2007. – Ч. 2. – С. 415–993.

153. Abibulaeva, A. S. The first finding of sessile ciliates *Vorticella pyriforme* Stiller, 1939 and *Zoothamnium sinense* Song, 1991 (Ciliophora, Peritrichia) in the Black Sea / A. S. Abibulaeva, I. V. Dovgal // *Ecologica Montenegrina*. – 2021. – Vol. 43. – P. 69–75. – <https://doi.org/10.37828/em.2021.43.10>

154. Aescht, E. Catalogue of the generic names of ciliates (Protozoa, Ciliophora) / E. Aescht // *Denisia*. – 2001. – Vol. 1. – 350 p.

155. Aladro-Lubel, M. A. Epibiotic protozoa (Ciliophora) on a community of *Thalassia testudinum* Banks ex König in a coral reef in Veracruz, Mexico / M. A. Aladro-Lubel, M. E. Martínez-Murillo // *Aquatic Botany*. – 1999. – Vol. 65, iss. 1-4. – P. 239–254. – [https://doi.org/10.1016/S0304-3770\(99\)00043-1](https://doi.org/10.1016/S0304-3770(99)00043-1)

156. Aladro-Lubel, M. A. Registro actualizado de ciliados (agosto 2004). Listados faunísticos de México / M. A. Aladro-Lubel, R. Mayén-Estrada, M. Reyes-Santos. – México : Instituto de Biología, UNAM, 2006. – 97 p.

157. Albrecht, J. Zur Autökologie ausgewählter Aufwuchsciliaten des Weser-Flußsystems (Protozoa: Ciliophora) / J. Albrecht // *Decheniana*. – 1984. – Bd. 37. H. 1. – P. 132–167.

158. Artificial Substrates / Ed. J. Jr. Cairns. – Ann Arbor, Mich. : Ann Arbor Science Publishers, 1982. – 279 p.

159. Azovsky, A. I. A conspectus of the Black Sea fauna of benthic ciliates / A. I. Azovsky, Y. A. Mazei // *Protistology*. – 2003. – Vol. 3, no. 2. – P. 72–91. – <https://www.elibrary.ru/oxzqal>

160. Azovsky, A. I. Do microbes have macroecology? Large-scale patterns in the diversity and distribution of marine benthic ciliates / A. I. Azovsky, Y. A. Mazei // *Global Ecology and Biogeography*. – 2013. – Vol. 22, no. 2. – P. 163–172. – <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2012.00776.x>

161. Berger, H. Monograph of the Amphiseliidae and Trachelostylidae (Ciliophora, Hypotricha) / H. Berger. – Dordrecht, Springer, 2008. – 737 p. – (Monographiae Biologicae ; vol. 88).

162. Bhuain, M. J. H. Colonization dynamics of periphytic protozoa in a tropical marine ecosystem / M. J. H. Bhuain, M. N. A. Sikder, S. M. B. Haider, A. S. M. Sharif, S. A. Uddin, S. M. Sharifuzzaman, H. Xu // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. – 2023. – Vol. 103. – Art. e62 (9 p.). – <https://doi.org/10.1017/S0025315423000528>

163. Biernacka, I. Die Protozoenfauna in der Danziger Bucht. II. Die Charakteristik der Protozoen in untersuchten Biotopen der Seeküste / I. Biernacka // Polskie Archiwum Hydrobiologii. – 1963. – Vol. 11. – P. 53–75.

164. Biosensors in Environmental Monitoring / Eds: U. Bilitewski, A. Turner. – London : Routledge, 2004. – 427 p.

165. Borror, A. C. Revision of the order Hypotrichida (Ciliophora, Protozoa) / A. C. Borror // Journal Protozoology. – 1972. – Vol. 19, iss. 3. – P. 1–23. – <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.1972.tb03407.x>

166. Baldrighi, E. The Cost for Biodiversity: Records of Ciliate–Nematode Epibiosis with the Description of Three New Suctorian Species / E. Baldrighi, I. Dovgal, D. Zeppilli, A. Abibulaeva, C. Michelet, E. Michaud, A. Franzo, E. Grassi, L. Cesaroni, L. Guidi, M. Balsamo, R. Sandulli, F. Semprucci // Diversity. – 2020. – Vol. 12, iss. 6. – Article no. 224 (25 p.). – <https://doi.org/10.3390/d12060224>

167. Bovee, E. C. Protozoa of the Mountain Lake Region, Giles County, Virginia / E. C. Bovee // Journal Protozoology. – 1960. – Vol. 7. – P. 352–361.

168. Caspers, H. Epizoen auf Cordylophora in der Unterelbe / H. Caspers // Zoologischer Jahrbucher, Systematik. – 1949. – Bd. 78, H. 3. – P. 251–262.

169. Chatterjee, T. A checklist of ciliates (Ciliophora) inhabiting on ostracods (Crustacea, Ostracoda) / T. Chatterjee, I. Dovgal, R. Mayén-Estrada, F. Fernandez-Leborans // Zootaxa. – 2020. – Vol. 4763, no. 1. – P. 17–30. – <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4763.1>

170. Chatterjee, T. Report of *Cothurnia* cf. *pedunculata* Dons, 1918 (Ciliophora: Peritrichia) found as epibiont on Entoprocta from the Indian Ocean / T. Chatterjee, I. Dovgal, S. Sautya, A. Abibulaeva, S. K. Padhi // Cahiers de Biologie Marine. – 2022. – Vol. 63, no. 1. – P. 83–87. – <https://doi.org/10.21411/CBM.A.D1F8DCA4>
171. Chodorowski, A. Ecological differentiation of turbellarians in Harzs-Lake / A. Chodorowski // Polskie Archiwum Hydrobiologii. – 1959. – Vol. 6, no. 19. – P. 33–73.
172. Choi, J. M. First record of two urostyloid ciliates (Spirotrichea: Urostylida: Urostyloidea) from brackish water in Korea / J. M. Choi, J. H. Kim, M. K. Shin // Korean Journal of Systematic Zoology. – 2011. – Vol. 27, no. 3. – P. 228–238. – <http://dx.doi.org/10.5635/KJSZ.2011.27.3.228>
173. Corliss, J. O. The Ciliated Protozoa / J. O. Corliss. – Oxford : Pergamon Press, 1979. – 455 p.
174. Curds, C. R. British and other freshwater Ciliated Protozoa. Pt 1: Ciliophora - Kinetofragminophora. Keys and notes for the identification of the free-living genera / C. Curds, D. M. Kermack, S. K. Barnes. – Cambridge : Cambridge University Press, 1982. – 387 p. – (Synopsis of the British Fauna Series ; no. 22).
175. Curds, C. British and other freshwater ciliated protozoa. Part II: Oligohymenophora and Polyhymenophora / C. Curds, M. Gates, D. Roberts. – Cambridge : Cambridge University Press, 1983. – 314 p.
176. Davis, J. On a new species of *Cothurnia* / J. Davis // Journal of the Royal Microscopical Society. – 1879. – Vol. 2, pt 2, no. 6. – P. 653–655.
177. Detcheva, R. B. Catalogi faunae Bulgaricae. 1. Protozoa, Ciliophora / R. B. Detcheva. – Sofia : Academiae Scientiarum Bulgaricae, 1992. – 134 p.
178. Dietz, G. Beiträg zur Kenntnis der Ciliatenfauna einiger Brackwasserstümpfel (e´tangs) der franzo’sischen Mittelmeerküste / G. Dietz // Vie Milieu. – 1964. – Vol. 15. – P. 47–93.
179. Dons, C. Neue marine Ciliaten und Suctorien / C. Dons // Tromsø Museums Aarschefter. – 1918. – Bd. 38–39. – P. 75–100.

180. Dons, C. Papers from Dr. Th. Mortensen's Pacific Expedition, 1914-16. V. Notes sur quelques Protozoaires marins / C. Dons // Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorisk Forening i Kjøbenhavn. – 1922. – Bd. 73. – P. 49–84.
181. Dons, C. Zwei neue Cothurnien / C. Dons // Det Kongelige Norske Videnskabers Selskabs. – 1946. – Vol. 12. – P. 119–121.
182. Dovgal, I. V. Evolution, phylogeny and classification of Suctorea Clapere de et Lachmann, 1858 / I. V. Dovgal // Protistology. – 2002. – Vol. 2, no. 4. – P. 194–270.
183. Dovgal, I. V. The estimation of the sessile microorganism numbers by means of evaluation of relative abundances of their migratory stages / I. V. Dovgal, S. S. Kramarenko // Natura Montenegrina. – 2012. – Vol. 11, no. 3. – P. 555–561.
184. Dovgal, I. V. Biogeography of marine tintinnid ciliates (Ciliophora, Tintinnida): a Scale-Dependent Model / I. V. Dovgal, N. A. Gavrilova // Ecologica Montenegrina. – 2023. – Vol. 66. – P. 82–104. – <https://doi.org/10.37828/em.2023.66.6>
185. Ehrenberg, C. G. Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Ein Blick in das tiefere organische Leben der Natur. / C. G. Ehrenberg. – Leipzig : Leopold Voss Verlag, 1838. – 612 p.
186. Fauré-Fremiet, E. La *Vorticella citrina* et la fonction adipogénique chez les Vorticellinae / E. Faure-Fremiet // Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances et Mémoires de la Société de Biologie. – 1904. – T. 57, t. 2. – P. 390–392.
187. Noland, L. E. Studies on the taxonomy of the genus *Vorticella* / L. E. Noland, H. E. Finley // Transactions of the American Microscopical Society. – 1931. – Vol. 50. – P. 81–123.
188. Felinska, M. Marine ciliates from Plymouth: Peritricha, Vaginicolidae / M. Felinska // Journal of the Marine Biological Association United Kingdom. – 1965. – Vol. 45, iss. 1. – P. 229–239. – <https://doi.org/10.1017/S0025315400004094>
189. Fenchel, T. Ecology of Protozoa. The Biology of Free-living Phagotrophic Protists / T. Fenchel. – Berlin ; Heidelberg : Springer, 1987. – 197 p.

– (Brock Springer Series in Contemporary Bioscience) –  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-06817-5>

190. Fernandez-Leborans, G. Ciliate–decapod epibiosis in two areas of the north west Mediterranean coast / G. Fernandez-Leborans // Journal of Natural History. – 2003. – Vol. 37, no. 14. – P. 1655–1678. –  
<https://doi.org/10.1080/00222930210132256>

191. Fernandez-Leborans, G. Epibiosis and hyperepibiosis on *Pagurus bernhardus* (Crustacea: Decapoda) from the west Coast of Scotland / G. Fernandez-Leborans, P. Dávila, E. Cerezo, C. Contreras // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. – 2013. – Vol. 93, iss. 5. – P. 1351–1362. –  
<https://doi.org/10.1017/S0025315412001610>

192. Foissner, W. Biometrische und morphologische Untersuchungen über die Variabilität von argyrophilen Strukturen bei peritrichen Ciliaten / W. Foissner, H. Schiffmann // Protistologica. – 1975. – Vol. 11. – P. 415–428.

193. Foissner, W. Taxonomic and nomenclatural revision of Sladceks list of ciliates (Protozoa: Ciliophora) as indicators of water quality / W. Foissner // Hydrobiologia. – 1988. – Vol. 166. – P. 1–64.

194. Foissner, W. Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Bd. I: Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea / W. Foissner, H. Berger, F. Kohmann // Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft. – 1991. – Vol. 1, no. 91. – 478 p.

195. Foissner, W. Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems—Band II: Peritrichia, Heterotrichida, Odontostomatida / W. Foissner, H. Berger, F. Kohmann // Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft. – 1992. – Vol. 5, no. 92. – 502 p.

196. Foissner, W. Revision of the genus *Stentor* Oken (Protozoa, Ciliophora) and description of *S. araucanus* nov. spec, from South American lakes / W. Foissner, S. Wölfl // Journal of Plankton Research. – 1994. – Vol. 16, iss. 3. – P. 255–289. –  
<https://doi.org/10.1093/plankt/16.3.255>

197. Foissner, W. Identification and ecology of limnetic plankton Ciliates / W. Foissner, H. Berger, J. Schamburg // Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft. – 1999. – no. 3. – 793 p.
198. Gajewskaja, N. S. Morphologie und Systematik der Infusorien des Baikalsee / N. S. Gajewskaja // Zoologica. – 1933. – Vol. 32 (1–5). – S. 1–298.
199. Gong, J. Periphytic ciliate colonization: annual cycle and responses to environmental conditions / J. Gong, W. Song, A. Warren // Aquatic Microbial Ecology. – 2005. – Vol. 39. – P. 159–170. – <https://doi.org/10.3354/ame039159>
200. Gong, J. Taxonomic redescrptions of two ciliates, *Protogastrostyla pulchra* n. g., n. comb. and *Hemigastrostyla enigmatica* (Ciliophora: Spirotrichea, Stichotrichia), with phylogenetic analyses based on 18S and 28S rRNA gene sequences / J. Gong, S. J. Kim, S. Y. Kim, G. S. Min, D. M. Roberts, A. Warren, J. K. Choi // Journal of Eukaryotic Microbiology. – 2007. – Vol. 54. – P. 468–478.
201. Grabacka, E. Protozoans in ponds filled with sugar factory wastes / E. Grabacka // Acta Hydrobiologica. – 1973. – Vol. 15 – P. 97–111.
202. Gruber, A. Observations on new infusoria / A. Gruber // Journal of the Royal Microscopical Society. – 1879. – Vol. 2, pt 2. – P. 899–900.
203. Gruber, A. Neue Infusorien / A. Gruber // Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie. – 1880. – Bd. 33. – P. 439–466.
204. Gruber, A. Die Protozoen des Hafens von Genua / A. Gruber // Nova acta Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Germanicae Naturae Curiosorum. – 1884. – Vol. 46, no. 4. – P. 473–539.
205. Hamburger, C. Nordische Ciliata mit Ausschluss der Tintinnoidea / C. Hamburger, W. Buddenbrock // Nordisches Plankton. – 1911. – Bd. 8, hft. 13. – 152 p.
206. Hammer, Ø. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis / Ø. Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Ryan // Paleontologia Electronica. – 2001. – Vol. 4, iss. 1. – Art. 4 (9 p.).
207. Ji, D. Redescrptions of three marine peritrichous ciliates, *Zoothamnium alternans* Claparède et Lachmann, 1859, *Z. sinense* Song, 1991 and

*Z. commune* Kahl, 1933 (Ciliophora, Peritrichia), from North China / D. Ji, W. Song, A. Warren // *Acta Protozoologica*. – 2006. – Vol. 45. – P. 27–39.

208. Ji, D. Taxonomic characterization of three marine peritrichous ciliates from China: *Zoothamnium alrasheidi* spec. nov., *Z. marinum* Kahl, 1933 and *Z. vermicola* Precht, 1935 (Ciliophora: Peritrichia) / D. Ji, H. Xu, J. K. Choi, A. Warren, W. Song // *Acta Protozoologica*. – 2009. – Vol. 48. – P. 171–183.

209. Kahl, A. Ciliata libera et ectocommensalia // *Die Tierwelt der Nord- und Ostsee*. – 1933. – Lief 23, Teil II, C 3. – P. 29–146.

210. Kahl, A. Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria), 4. Peritricha und Chonotricha // *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meerestteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise* / Ed. F. Dahl. – Jena : G. Fischer, 1935. – Teil 30. – P. 1–805.

211. Kalavati, C. Taxonomy and ecology of ciliated Protozoa from Marginal marine environments of East Coast of India / C. Kalavati, A. V. Raman // *Records of the Zoological Survey of India*. – 2008. – No. 282. – P. 1–136.

212. Kent, W. A manual of the Infusoria, including a description of all known Flagellata, Ciliated and Tentaculiferous Protozoa, British and foreign, and an account of the organization and affinities of the sponges / W. Saville-Kent. – London : David Bogue, 1881–1882. – Vol. 2, chap. 8. – P. 473–913.

213. Kim, J. H. Brief descriptions of 12 ciliate species previously unrecorded (Protozoa: Ciliophora) in Korea / J. H. Kim, Jung J. // *Journal of Species Research*. – 2017. – Vol. 6 (Special Edition). – P. 15–25. – [https://doi.org/10.12651/JSR.2017.6\(S\).015](https://doi.org/10.12651/JSR.2017.6(S).015)

214. Klein, B. Ergebnisse mit einer silbermethoden bei ciliaten / B. Klein // *Archiv für Protistenkunde*. – 1926. – Bd. 56. – P. 243–279.

215. Klein, B. Das silberliniensystem der Ciliaten Weitere Ergebnisse / B. Klein // *Archiv für Protistenkunde*. – 1930. – Bd. 69. – P. 235–326.

216. Kudo, R. Biology and Taxonomy of the Protozoa: Protozoology / R. Kudo. – Thomas : Springfield, 1966. – 1188 p.

217. Levander, K. M. Materialien zur Kenntnis der Wasserfauna in der Umgebung von Helsingfors, mit Besonderer Berücksichtigung der Meeresfauna. I. Protozoa // Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica. – 1894. – Vol. 12, no. 2. – P. 1–115.

218. Levander, K. M. Übersicht der in der Umgebung von Esbo-Löfö im Meereswasser vorkommenden Thiere / K. M. Levander // Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica. – 1901. – Vol. 20, no. 6. – P. 1–20.

219. Lin, X. Morphological studies on a new species of *Orthodonella*, with redescription of *O. gutta* (Cohn, 1866) Kahl, 1931 (Protozoa: Ciliophora: Synhymeniida) from coastal water off Qingdao, China / X. Lin, J. Gong, W. Song // Journal of Natural History. – 2004. – Vol. 38, iss. 16. – P. 2001–2011. – <https://doi.org/10.1080/00222930320001409912>

220. Lynn, D. H. The Ciliated Protozoa: Characterization, Classification, and Guide to the Literature. – 3d edition. – Dordrecht ; Heidelberg ; London ; New York : Springer, 2008. – 605 p. – <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8239-9>

221. Ma, H. Two New Species of *Epistylis* (Ciliophora: Peritrichida) on the Blue Crab (*Callinectes sapidus*) in the Gulf of Mexico / H. Ma, R. Overstreet // Journal of Eukaryotic Microbiology. – 2006. – Vol. 53, no. 2. – P. 85–95. – <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2005.00080.x>

222. Ma, M. Investigating the psammophilic karyorelictean ciliate families Kentrophoridae and Cryptopharyngidae (Protista, Ciliophora): molecular phylogeny, geographic distributions and a brief revision including descriptions of a new genus, a new species and a new combination / M. Ma, D. Tang, W. Song, I. V. Dovgal, K. A. S. Al-Rasheid, H. N. Hines, Y. Yan // Marine Life Science and Technology. – 2024. – Vol. 7, iss. 1. – P. 23–49. – <https://doi.org/10.1007/s42995-024-00266-6>

223. Mariño-Pérez, R. *Periacineta mexicana* n. sp. (Ciliophora, Suctorina, Discophryida), epizoic on mexican backswimmers of the genus *Buenoa* (Insecta, Hemiptera, Notonectidae) / R. Mariño-Pérez, R. Mayén-Estrada, I. V. Dovgal //

Journal of Eukaryotic Microbiology. – 2010. – Vol. 57, iss. 5. – P. 435–443. – <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2010.00498.x>

224. Mereschkowsky, C. On some new or little-known Infusoria / C. Mereschkowsky // Annals and Magazine of Natural History. Ser. 5. – 1881. – Vol. 7, iss. 39. – P. 209–219. – <https://doi.org/10.1080/00222938109459496>

225. Mikac, B. Newly discovered associations between peritrich ciliates (Ciliophora: Peritrichia) and scale polychaetes (Annelida: Polynoidae and Sigalionidae) with a review of polychaete peritrich epibiosis / B. Mikac, F. Semprucci, L. Guidi, M. Ponti, M. Abbiati, M. Balsamo, I. Dovgal // Zoological Journal of the Linnean Society. – 2020. – Vol. 188. – P. 939–953. – <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlz111>

226. Mironova, E. I. Ciliates in plankton of the Baltic Sea / E. I. Mironova, I. V. Telesh, S. O. Skarlato // Protistology. – 2014. – Vol. 8, no 3. – P. 81–124. – <https://elibrary.ru/sminhb>

227. Möbius, K. Kleine Mittheilungen aus der zoologischen Technic / K. Mobius // Zoologischer Anzeiger. – 1883. – Bd. 6, no. 130. – S. 52–53.

228. Müller, O. F. Animalcula Infusoria Fluviatilia et Marina, quae Detexit, Systematice Descripsit et ad Vivum Delineari Ctiravit / O. F. Müller. – Hauniae [Copenhagen] : Typis N. Mölleri, 1786. – 367 p. – <https://doi.org/10.5962/bhl.title.129933>

229. Nenninger, U. Die Peritrichen der Umgebung von Erlangen mit besonderer Beriicksichtigung ihrer Wirtsspezifitat / U. Nenninger // Zoologische Jahrbücher (Systematik). – 1948. – Vol. 77. – P. 169–266.

230. Odinetz-Collart, O. Seasonal dynamics of the insect community associated with the aquatic macrophyte *Rhyncholacis hydrocichorium* (Podostemaceae) in Amazonian waterfalls (Pitinga, Brazil) / O. Odinetz-Collart, A. Enriconi, A. S. Tavares // Proceedings International Association of Theoretical and Applied Limnology. – 1998. – Vol. 26. – P. 1083–1088.

231. Packroff, G. Taxonomische Studien über die Ciliatenfauna (Protozoa, Ciliophora) der Eifelmaare / G. Packroff, N. Wilbert // Archiv für Protistenkunde. – 1991. – Vol. 140. – P. 121–139.

232. Page, F. The Culture and Use of free-living Protozoa in teaching / F. Page ; Institute of Terrestrial Ecology. – Lavenham (Great Britain) : The Lavenham Press Limited, 1981. – 54 p.

233. Patrick, R. An ecosystematic study of the fauna and flora of the Savannah River / R. Patrick, J. Jr. Cairns, S. S. Roback // Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. – 1967. – Vol. 118. – P. 109–407.

234. Penard, E. Sur quelques Tentaculifères muscicoles / E. Penard // Archiv für Protistenkunde. – 1914. – Vol. 34. – P. 277–294.

235. Precht, H. Epizoen der Kieler Bucht : dissertation // Nova Acta Leopoldina. Neue Folge. – 1935. – Bd. 3, H. 15. – S. 405–474.

236. Puytorac, P. De. Premier relevé de certains groupes de protozoaires libres sur le territoire de la station de biologie de l'université de Montréal (Saint-Hippolyte, comté de Terrebonne, Québec) / P. De. Puytorac, J. P. Mignot, J. Grain, C.-A. Groliere, L. Bonnet, P. Couil-Lard // Le Naturaliste Canadien. – 1972. – Vol. 99. – P. 417–440.

237. Raunkiaer, C. Investigation and statistics of plant formations // The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. – Oxford : Clarendon Press, 1934. – P. 201–282.

238. Reuter, J. Some ciliates from western Norway / J. Reuter // Sarsia. – 1963. – Vol. 10. – P. 1–8.

239. Sahrage, H. Über die Organization und den Teilungsvorgang des Floschentierchens (*Folliculina ampula*) / H. Sahrage // Archiv für Protistenkunde. – 1917. – Bd. 37, Heft 2. – P. 139–174.

240. Schaudien, F. Über die Copulation von *Actinophrys sol* Ehrbg. / F. Schaudien // Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. – 1896. – [Bd. V]. – S. 83–89.

241. Schlott-Idl, K. Populationsdynamik pelagischer Protozoen des Piburger Sees (Tirol, Österreich) : PhD Thesis / K. Schlott-Idl ; Universität Innsbruck, Institut für Zoologie und Limnologie. – Innsbruck, Austria, 1978. – 82 S.
242. Schödel, H. Kompendium der auf Wirbellosen epizoisch lebenden limnischen sessilen Peritrichia (Ciliophora) West-, Mittel- und Osteuropas / H. Schödel // *Denisia*. – 2018. – Vol. 41. – P. 47–294.
243. Schuberg, A. Über das Vorkommen von *Stentor multiformis* im Süßwasser / A. Schuberg // *Zoologischer Anzeiger*. – 1896. – Bd. 19. – S. 317–322.
244. Sergeeva, N. Records of sessile ciliates (Ciliophora, Peritrichia) on the green filamentous algae *Cladophora sivashensis* in the Sivash Bay (the Sea of Azov) / N. G. Sergeeva, N. Shadrin, A. Abibulaeva, I. Dovgal // *Protistology*. – 2020. – Vol. 14, no. 2. – P. 89–94. – <https://doi.org/10.21685/1680-0826-2020-14-1-6>
245. Sergeeva, N. G. First finds of sessile ciliates (Ciliophora) in artificial and natural caverns on the Crimean coast of the Black Sea / N. G. Sergeeva, A. S. Abibulaeva, I. V. Dovgal // *Ecologica Montenegrina*. – 2022. – Vol. 52. – P. 33–41. – <https://doi.org/10.37828/em.2022.52.5>
246. Simpson, E. Measurement of diversity / E. Simpson // *Nature*. – 1949. – Vol. 163, iss. 4148. – p. 688.
247. Simpson, E. Notes on the measurement of faunal resemblance / E. Simpson // *American Journal of Science*. – 1960. – Vol. 258A. – P. 300–311.
248. Sokal, R. R. Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research / R. R. Sokal, F. J. Rohlf. – 4d ed, 2<sup>nd</sup> print. – New York : W. H. Freeman and Co, 2012. – 937 p.
249. Song, W. Descriptions of seven new species of peritrichs on *Penaeus orientalis* (Peritricha: Zoothamnidae: Epistylididae) / W. Song // *Acta Zootaxonomica Sinica*. – 1986. – Vol. 11. – P. 225–235.
250. Song, W. Contribution to the commensal ciliates on *Penaeus orientalis*. II. (Ciliophora, Peritrichida) / W. Song // *Journal of Ocean University of Qingdao*. – 1991. – Vol. 21. – P. 45–55.

251. Song, W. Comparison and redefinition of four marine, coloured *Pseudokeronopsis* spp. (Ciliophora, Hypotrichida), with emphasis on their living morphology / W. Song, A. Warren, D. Roberts, N. Wilbert, L. Li, P. Sun, X. Hu, H. Ma // *Acta Protozoologica*. – 2006. – Vol. 45, iss. 3. – P. 271–287.
252. Song, W. Free-living Ciliates in the Bohai and Yellow Seas, China / W. Song, A. Warren, X. Hu. – Beijing : Science Press, 2009. – 283 p.
253. Sladečková, A. Limnological investigation methods for the periphyton («Aufwuchs») / A. Sladečková // *The Botanical Review*. – 1962. – Vol. 28, no 2. – P. 286–350.
254. Sramek-Husek, R. On the uniform classification of animal and plant communities in our waters / R. Sramek-Husek // *Sbornik MAP*. – 1946. – Vol. 20, no 3. – P. 213–234.
255. Stein, F. *Der Organismus der Infusionstiere* / F. Stein. – Leipzig : Verlag von W. Engelmann, 1867. – Bd. 2. – 355 S.
256. Stiller, J. Die Peritrichenfauna der Nordsee bei Helgoland / J. Stiller // *Archiv für Protistenkunde*. – 1939. – Bd. 92, H. 3. – S. 415–452.
257. Stokes, A. C. Notices of new fresh-water infusoria / A. C. Stokes // *Proceedings of the American Philosophical Society*. – 1886. – Vol. 23, no 124. – P. 562–568.
258. Stokes, A. C. VII – Notices of some undescribed infusoria from brackish waters of the eastern United States / A. C. Stokes // *Journal of the Royal Microscopical Society*. – 1893. – Vol. 13, no 3. – P. 298–302.
259. Sun, P. Taxonomic Characterization of *Vorticella fusca* Precht, 1935 and *Vorticella parapulchella* n. sp., Two Marine Peritrichs (Ciliophora, Oligohymenophorea) from China / P. Sun, W. Song, J. Clamp, K. A. S. Al-Rasheid // *Journal of Eukaryotic Microbiology*. – 2006. – Vol. 53. – P. 348–357. – <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2006.00112.x>
260. Taylor, W. D. Rates of population increase and mortality for sessile ciliates on artificial substrates in a stream riffle / W. D. Taylor // *Canadian Journal of Zoology*. – 1983. – Vol. 61. – P. 2023–2028. – <https://doi.org/10.1139/z83-267>

261. Telesh, I. V. Challenges and prospects of modern planktology: new insights into dinoflagellate bloom-formation mechanisms / I. V. Telesh, E. N. Naumenko, S. O. Skarlato // *Protistology*. – 2025. – Vol. 19, no 4. – P. 273–282. – <https://doi.org/10.21685/1680-0826-2025-19-4-1>
262. Trueba, F. J. A taxonomic revision of the peritrich ciliate genus *Pyxicola* / F. J. Trueba // *Beaufortia*. – 1978. – Vol. 27, no. 341. – P. 219–243.
263. Valkanov, A. Notizen uber die Brackwasser Bulgariens. 1 / A. Valkanov // *Jahrbuch der Universität Sofia*. – 1935. – Bd. 31, H. 3. – S. 249–303.
264. Valkanov, A. Notizen uber die Brackwasser Bulgariens. 2 / A. Valkanov // *Jahrbuch der Universität Sofia*. – 1936. – Bd. 32, H. 3. – S. 209–341.
265. Verschaffelt, F. Protozoa // *Flora en Fauna der Zuiderzee: Monografie van een brakwatergebied. Supplement* / Ed. H. Redeke. – Den Helder : Drukkerij C. de Boer Jr., 1936. – P. 24–40.
266. Wailes, G. H. Description of new species of Protozoa from British Columbia / G. H. Wailes // *Contributions to Canadian Biology and Fisheries*. – 1932. – Vol. 7, no. 1. – P. 213–219. – <https://doi.org/10.1139/f32-017>
267. Wailes, G. H. Canadian Pacific Fauna. 1. Protozoa. 1f. Ciliata. 1g. Suctoria / G. H. Wailes. – Toronro, ON : University of Toronto Press, 1943. – 46 p.
268. Warren, A. The Ecology, Morphology and Taxonomy of Freshwater Peritrich Ciliates / A. Warren. – London : British Museum, 1983. – 328 p.
269. Warren, A. A revision of the genus *Vorticella* (Ciliophora: Peritrichida) / A. Warren // *Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology*. – 1986. – Vol. 50, no. 1. – P. 1–57.
270. Warren, A. A revision of *Cothurnia* (Ciliophora, Peritrichida) and its morphological relatives / A. Warren, J. Paynter // *Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology*. – 1991. – Vol. 57, no. 1. – P. 17–59.
271. Wang, Y. Comprehensive phylogenomic analyses of ciliated protists with a revised classification of the phylum Ciliophora (Eukaryota, Alveolata) / Y. Wang, Y. Yan, Z. Yi, Y. Zhao, Q. Zhang, Y. Chi, T. Zhang, W. Liu, M. Liu, B. Lu

// Science China Life Sciences. – 2026. – Vol. 69. – P. 2136–2155. – <https://doi.org/10.1007/s11427-025-3160-x>

272. Wetzel, R. G. Opening remarks. Periphyton of freshwater ecosystems / R. G. Wetzel. – The Hague : Dr. W. Junk Publ., 1983. – 34 p.

273. Zhang, W. Colonization dynamics in trophic-functional structure of periphytic protist communities in coastal waters / W. Zhang, H. Xu, Y. Jiang, M. Zhu, K. A. S. Al-Rasheid // Marine Biology. – 2012. – Vol. 159. – P. 735–748. – <https://doi.org/10.1007/s00227-011-1850-0>

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

**Видовой состав и встречаемость перифитонных инфузорий видовых комплексов из разных акваторий Черного и Азовского морей**

| № п/п             | Вид                           | Встречаемость (R) |
|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| <b>Комплекс 1</b> |                               |                   |
| 1.                | <i>Euplotes balteatus</i>     | 0,71              |
| 2.                | <i>Vorticella globularia</i>  | 0,56              |
| 3.                | <i>Vorticella microstoma</i>  | 0,51              |
| 4.                | <i>Zoothamnium alternans</i>  | 0,32              |
| 5.                | <i>Euplotes harpa</i>         | 0,28              |
| 6.                | <i>Vorticella striata</i>     | 0,27              |
| 7.                | <i>Euplotes charon</i>        | 0,23              |
| 8.                | <i>Vorticella gracilis</i>    | 0,13              |
| 9.                | <i>Zoothamnium dichotomum</i> | 0,11              |
| 10.               | <i>Zoothamnium hentscheli</i> | 0,11              |
| 11.               | <i>Vorticella campanulata</i> | 0,10              |
| 12.               | <i>Uronema marinum</i>        | 0,09              |
| 13.               | <i>Zoothamnium vermicola</i>  | 0,09              |
| 14.               | <i>Chlamydodon triquetrus</i> | 0,07              |
| 15.               | <i>Vorticella longiseta</i>   | 0,07              |
| 16.               | <i>Chilodonella cucullus</i>  | 0,06              |
| 17.               | <i>Diophrys scutum</i>        | 0,05              |
| 18.               | <i>Zoothamnium sinense</i>    | 0,05              |
| 19.               | <i>Dysteria monostyla</i>     | 0,04              |
| 20.               | <i>Ephelota</i> sp.           | 0,02              |
| 21.               | <i>Euplotes vannus</i>        | 0,02              |
| 22.               | <i>Orthodonella</i> sp.       | 0,02              |
| 23.               | <i>Orthodonella hamatus</i>   | 0,02              |
| 24.               | <i>Pseudokeronopsis rubra</i> | 0,02              |
| 25.               | <i>Vorticella pyriforme</i>   | 0,02              |
| 26.               | <i>Zoothamnium alrasheidi</i> | 0,02              |
| 27.               | <i>Hartmannula</i> sp.        | 0,01              |
| 28.               | <i>Pyxicola socialis</i>      | 0,01              |
| <b>Комплекс 2</b> |                               |                   |
| 1.                | <i>Euplotes charon</i>        | 0,47              |
| 2.                | <i>Vorticella globularia</i>  | 0,37              |
| 3.                | <i>Euplotes vannus</i>        | 0,32              |
| 4.                | <i>Zoothamnium hentscheli</i> | 0,32              |
| 5.                | <i>Euplotes harpa</i>         | 0,26              |
| 6.                | <i>Vorticella cratera</i>     | 0,26              |
| 7.                | <i>Loxophyllum</i> sp.        | 0,21              |
| 8.                | <i>Vorticella gracilis</i>    | 0,21              |
| 9.                | <i>Vorticella sinica</i>      | 0,21              |
| 10.               | <i>Pseudokeronopsis rubra</i> | 0,16              |
| 11.               | <i>Paracineta livadiana</i>   | 0,05              |

| № п/п             | Вид                             | Встречаемость (R) |
|-------------------|---------------------------------|-------------------|
| <b>Комплекс 3</b> |                                 |                   |
| 1.                | <i>Vorticella campanula</i>     | 0,69              |
| 2.                | <i>Euplotes charon</i>          | 0,46              |
| 3.                | <i>Vorticella convallaria</i>   | 0,44              |
| 4.                | <i>Vorticella globularia</i>    | 0,37              |
| 5.                | <i>Euplotes balteatus</i>       | 0,34              |
| 6.                | <i>Vorticella striata</i>       | 0,33              |
| 7.                | <i>Zoothamnium alternans</i>    | 0,21              |
| 8.                | <i>Vorticella microstoma</i>    | 0,19              |
| 9.                | <i>Vorticella fusca</i>         | 0,14              |
| 10.               | <i>Zoothamnium dichotomum</i>   | 0,14              |
| 11.               | <i>Zoothamnium hentscheli</i>   | 0,12              |
| 12.               | <i>Zoothamnium sinense</i>      | 0,12              |
| 13.               | <i>Lacrymaria marina</i>        | 0,11              |
| 14.               | <i>Zoothamnium vermicola</i>    | 0,11              |
| 15.               | <i>Chlamydodon triquetrus</i>   | 0,10              |
| 16.               | <i>Zoothamnium commune</i>      | 0,09              |
| 17.               | <i>Dysteria marina</i>          | 0,07              |
| 18.               | <i>Zoothamnium marinum</i>      | 0,07              |
| 19.               | <i>Zoothamnium alrasheidi</i>   | 0,06              |
| 20.               | <i>Dysteria monostyla</i>       | 0,05              |
| 21.               | <i>Euplotes trisulcatus</i>     | 0,05              |
| 22.               | <i>Acineta tuberosa</i>         | 0,04              |
| 23.               | <i>Chilodonella uncinata</i>    | 0,04              |
| 24.               | <i>Dysteria</i> sp.             | 0,04              |
| 25.               | <i>Folliculina</i> sp.          | 0,04              |
| 26.               | <i>Pseudokeronopsis flava</i>   | 0,04              |
| 27.               | <i>Uroleptus</i> sp.            | 0,04              |
| 28.               | <i>Chlamydodon</i> sp.          | 0,03              |
| 29.               | <i>Epistylis clampi</i>         | 0,03              |
| 30.               | <i>Litonotus paracygnus</i>     | 0,03              |
| 31.               | <i>Loxophyllum</i> sp.          | 0,03              |
| 32.               | <i>Zoothamnium</i> sp.          | 0,03              |
| 33.               | <i>Chilodonella cucullus</i>    | 0,02              |
| 34.               | <i>Epistylis anastatica</i>     | 0,02              |
| 35.               | <i>Orthodonella</i> sp.         | 0,02              |
| 36.               | <i>Orthodonella hamatus</i>     | 0,02              |
| 37.               | <i>Uronema marinum</i>          | 0,02              |
| 38.               | <i>Vorticella parapulchella</i> | 0,02              |
| 39.               | <i>Aspidisca aculeata</i>       | 0,01              |
| 40.               | <i>Carchesium</i> sp.           | 0,01              |
| 41.               | <i>Cothurnia</i> sp.            | 0,01              |
| 42.               | <i>Ephelota</i> sp.             | 0,01              |
| 43.               | <i>Epistylis</i> sp.            | 0,01              |
| 44.               | <i>Hartmannula</i> sp.          | 0,01              |

| Комплекс 3 |                                  |      |
|------------|----------------------------------|------|
| 45.        | <i>Opisthostyla</i> sp.          | 0,01 |
| 46.        | <i>Pyxicola socialis</i>         | 0,01 |
| 47.        | <i>Stentor multiformis</i>       | 0,01 |
| 48.        | <i>Uronema</i> sp.               | 0,01 |
| Комплекс 4 |                                  |      |
| 1.         | <i>Vorticella convallaria</i>    | 0,67 |
| 2.         | <i>Vorticella microstoma</i>     | 0,50 |
| 3.         | <i>Euplotes harpa</i>            | 0,26 |
| 4.         | <i>Chilodonella helgolandica</i> | 0,21 |
| 5.         | <i>Chlamydodon triquetrus</i>    | 0,17 |
| 6.         | <i>Zoothamnium alternans</i>     | 0,17 |
| 7.         | <i>Uronema</i> sp.               | 0,13 |
| 8.         | <i>Chilodonella cucullus</i>     | 0,08 |
| 9.         | <i>Vorticella campanulata</i>    | 0,08 |
| 10.        | <i>Acineta compressa</i>         | 0,04 |
| 11.        | <i>Cothurnia annulata</i>        | 0,04 |
| 12.        | <i>Dysteria monostyla</i>        | 0,04 |
| 13.        | <i>Folliculina</i> sp.           | 0,04 |
| 14.        | <i>Vaginicola</i> sp.            | 0,04 |
| Комплекс 5 |                                  |      |
| 1.         | <i>Cothurnia pedunculata</i>     | 0,67 |
| 2.         | <i>Cothurnia angusta</i>         | 0,33 |
| 3.         | <i>Marinecta columbiae</i>       | 0,33 |
| 4.         | <i>Cothurniopsis valvata</i>     | 0,17 |
| 5.         | <i>Cothurnia peloscolicis</i>    | 0,17 |
| 6.         | <i>Folliculina</i> sp. 2         | 0,17 |

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

**Видовой состав и встречаемость перифитонных инфузорий видовых комплексов на субстратах разного типа**

| № п/п             | Вид                              | Встречаемость (R) |
|-------------------|----------------------------------|-------------------|
| <b>Комплекс 1</b> |                                  |                   |
| 1.                | <i>Vorticella convallaria</i>    | 0,56              |
| 2.                | <i>Vorticella microstoma</i>     | 0,51              |
| 3.                | <i>Euplotes balteatus</i>        | 0,39              |
| 4.                | <i>Vorticella globularia</i>     | 0,33              |
| 5.                | <i>Zoothamnium vermicola</i>     | 0,32              |
| 6.                | <i>Vorticella campanulata</i>    | 0,28              |
| 7.                | <i>Pseudokeronopsis rubra</i>    | 0,24              |
| 8.                | <i>Zoothamnium sinense</i>       | 0,23              |
| 9.                | <i>Vorticella striata</i>        | 0,20              |
| 10.               | <i>Vorticella sinica</i>         | 0,18              |
| 11.               | <i>Euplotes charon</i>           | 0,17              |
| 12.               | <i>Euplotes harpa</i>            | 0,15              |
| 13.               | <i>Vorticella gracilis</i>       | 0,15              |
| 14.               | <i>Dysteria marina</i>           | 0,13              |
| 15.               | <i>Chilodonella cucullus</i>     | 0,09              |
| 16.               | <i>Loxophyllum</i> sp.           | 0,09              |
| 17.               | <i>Vorticella fusca</i>          | 0,09              |
| 18.               | <i>Paracineta livadiana</i>      | 0,08              |
| 19.               | <i>Vaginicola</i> sp.            | 0,08              |
| 20.               | <i>Chilodonella uncinata</i>     | 0,07              |
| 21.               | <i>Dysteria monostyla</i>        | 0,07              |
| 22.               | <i>Epistylis</i> sp.             | 0,07              |
| 23.               | <i>Uronema</i> sp.               | 0,07              |
| 24.               | <i>Epistylis anastatica</i>      | 0,06              |
| 25.               | <i>Acineta compressa</i>         | 0,05              |
| 26.               | <i>Acineta tuberosa</i>          | 0,04              |
| 27.               | <i>Diophrys scutum</i>           | 0,04              |
| 28.               | <i>Ephelota</i> sp.              | 0,04              |
| 29.               | <i>Cothurnia annulata</i>        | 0,03              |
| 30.               | <i>Dysteria</i> sp.              | 0,03              |
| 31.               | <i>Orthodonella hamatus</i>      | 0,03              |
| 32.               | <i>Zoothamnium alrasheidi</i>    | 0,03              |
| 33.               | <i>Chilodonella helgolandica</i> | 0,02              |
| 34.               | <i>Vorticella pyriforme</i>      | 0,02              |
| 35.               | <i>Zoothamnium dichotomum</i>    | 0,02              |
| 36.               | <i>Aspidisca aculeata</i>        | 0,01              |
| 37.               | <i>Folliculina</i> sp.           | 0,01              |
| 38.               | <i>Opisthostyla</i> sp.          | 0,01              |

| № п/п             | Вид                             | Встречаемость (R) |
|-------------------|---------------------------------|-------------------|
| <b>Комплекс 2</b> |                                 |                   |
| 1.                | <i>Euplotes balteatus</i>       | 0,81              |
| 2.                | <i>Vorticella campanulata</i>   | 0,67              |
| 3.                | <i>Euplotes charon</i>          | 0,63              |
| 4.                | <i>Vorticella globularia</i>    | 0,52              |
| 5.                | <i>Euplotes vannus</i>          | 0,41              |
| 6.                | <i>Dysteria monostyla</i>       | 0,26              |
| 7.                | <i>Vorticella parapulchella</i> | 0,19              |
| 8.                | <i>Cothurnia</i> sp.            | 0,15              |
| 9.                | <i>Vorticella campanula</i>     | 0,15              |
| 10.               | <i>Epistylis anastatica</i>     | 0,11              |
| 11.               | <i>Zoothamnium alternans</i>    | 0,07              |
| 12.               | <i>Folliculina</i> sp.          | 0,04              |
| <b>Комплекс 3</b> |                                 |                   |
| 1.                | <i>Vorticella globularia</i>    | 0,51              |
| 2.                | <i>Vorticella striata</i>       | 0,45              |
| 3.                | <i>Euplotes balteatus</i>       | 0,42              |
| 4.                | <i>Zoothamnium marinum</i>      | 0,30              |
| 5.                | <i>Euplotes charon</i>          | 0,28              |
| 6.                | <i>Vorticella campanula</i>     | 0,27              |
| 7.                | <i>Vorticella microstoma</i>    | 0,22              |
| 8.                | <i>Vorticella convallaria</i>   | 0,20              |
| 9.                | <i>Zoothamnium alternans</i>    | 0,20              |
| 10.               | <i>Chilodonella uncinata</i>    | 0,14              |
| 11.               | <i>Vorticella fusca</i>         | 0,14              |
| 12.               | <i>Vorticella gracilis</i>      | 0,13              |
| 13.               | <i>Euplotes harpa</i>           | 0,12              |
| 14.               | <i>Chilodonella cucullus</i>    | 0,12              |
| 15.               | <i>Vorticella campanulata</i>   | 0,11              |
| 16.               | <i>Zoothamnium vermicola</i>    | 0,10              |
| 17.               | <i>Chlamydodon triquetrus</i>   | 0,09              |
| 18.               | <i>Dysteria</i> sp.             | 0,08              |
| 19.               | <i>Euplotes trisulcatus</i>     | 0,08              |
| 20.               | <i>Lacrymaria marina</i>        | 0,08              |
| 21.               | <i>Uronema marinum</i>          | 0,08              |
| 22.               | <i>Zoothamnium</i> sp.          | 0,08              |
| 23.               | <i>Orthodonella hamatus</i>     | 0,07              |
| 24.               | <i>Vorticella longiseta</i>     | 0,07              |
| 25.               | <i>Carchesium</i> sp.           | 0,06              |
| 26.               | <i>Zoothamnium dichotomum</i>   | 0,06              |
| 27.               | <i>Zoothamnium hentscheli</i>   | 0,06              |
| 28.               | <i>Chlamydodon</i> sp.          | 0,05              |
| 29.               | <i>Cothurnia</i> sp.            | 0,05              |
| 30.               | <i>Ephelota</i> sp.             | 0,05              |
| 31.               | <i>Epistylis</i> sp.            | 0,05              |
| 32.               | <i>Litonotus fasciola</i>       | 0,05              |

| № п/п             | Вид                             | Встречаемость (R) |
|-------------------|---------------------------------|-------------------|
| 33.               | <i>Orthodonella</i> sp.         | 0,05              |
| 34.               | <i>Vorticella parapulchella</i> | 0,05              |
| 35.               | <i>Folliculina</i> sp.          | 0,05              |
| 36.               | <i>Zoothamnium commune</i>      | 0,05              |
| 37.               | <i>Zoothamnium sinense</i>      | 0,05              |
| 38.               | <i>Epistylis clampi</i>         | 0,03              |
| 39.               | <i>Uronema</i> sp.              | 0,03              |
| 40.               | <i>Litonotus</i> sp.            | 0,03              |
| 41.               | <i>Litonotus cygnus</i>         | 0,03              |
| 42.               | <i>Pseudokeronopsis flava</i>   | 0,03              |
| 43.               | <i>Zoothamnium alrasheidi</i>   | 0,03              |
| 44.               | <i>Vorticella pyriforme</i>     | 0,03              |
| 45.               | <i>Zoothamnium sinense</i>      | 0,03              |
| 46.               | <i>Acineta tuberosa</i>         | 0,02              |
| 47.               | <i>Pyxicola socialis</i>        | 0,02              |
| 48.               | <i>Uroleptus</i> sp.            | 0,02              |
| 49.               | <i>Hartmannula</i> sp.          | 0,01              |
| 50.               | <i>Vorticella</i> sp.           | 0,01              |
| 51.               | <i>Stentor multiformis</i>      | 0,01              |
| <b>Комплекс 4</b> |                                 |                   |
| 1.                | <i>Vorticella cratera</i>       | 0,58              |
| 2.                | <i>Cothurnia arcuata</i>        | 0,47              |
| 3.                | <i>Zoothamnium dichotomum</i>   | 0,42              |
| 4.                | <i>Vorticella fusca</i>         | 0,37              |
| 5.                | <i>Chlamydodon</i> sp.          | 0,21              |
| 6.                | <i>Zoothamnium hentscheli</i>   | 0,21              |
| 7.                | <i>Uroleptus</i> sp.            | 0,11              |
| <b>Комплекс 5</b> |                                 |                   |
| 1.                | <i>Cothurnia pedunculata</i>    | 0,67              |
| 2.                | <i>Cothurnia angusta</i>        | 0,33              |
| 3.                | <i>Marinecta columbiae</i>      | 0,33              |
| 4.                | <i>Cothurniopsis valvata</i>    | 0,17              |
| 5.                | <i>Cothurnia peloscolicis</i>   | 0,17              |
| 6.                | <i>Folliculina</i> sp. 2        | 0,17              |

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Индивидуальные массы инфузорий перифитона Черного моря  
(собственные данные)

| № п/п | Вид                             | Индивидуальная масса (мг) |
|-------|---------------------------------|---------------------------|
| 1.    | <i>Acineta tuberosa</i>         | 0,00005                   |
| 2.    | <i>Chilodonella uncinata</i>    | 0,00006                   |
| 3.    | <i>Chilodonella cucullus</i>    | 0,0001                    |
| 4.    | <i>Chlamydodon</i> sp.          | 0,0001                    |
| 5.    | <i>Chlamydodon triquetrus</i>   | 0,0001                    |
| 6.    | <i>Cothurnia</i> sp.            | 0,00003                   |
| 7.    | <i>Dysteria</i> sp.             | 0,00003                   |
| 8.    | <i>Epistylis clampi</i>         | 0,00004                   |
| 9.    | <i>Euplotes balteatus</i>       | 0,00003                   |
| 10.   | <i>Euplotes harpa</i>           | 0,00004                   |
| 11.   | <i>Euplotes trisulcatus</i>     | 0,000009                  |
| 12.   | <i>Euplotes charon</i>          | 0,00004                   |
| 13.   | <i>Folliculina</i> sp.          | 0,001                     |
| 14.   | <i>Lacrymaria marina</i>        | 0,00001                   |
| 15.   | <i>Litonotus cygnus</i>         | 0,0004                    |
| 16.   | <i>Litonotus</i> sp.            | 0,0001                    |
| 17.   | <i>Loxophyllum</i> sp.          | 0,0001                    |
| 18.   | <i>Orthodonella</i> sp.         | 0,00005                   |
| 19.   | <i>Orthodonella hamatus</i>     | 0,0002                    |
| 20.   | <i>Pseudokeronopsis flava</i>   | 0,0002                    |
| 21.   | <i>Pyxicola socialis</i>        | 0,00004                   |
| 22.   | <i>Uroleptus</i> sp.            | 0,00006                   |
| 23.   | <i>Uronema marinum</i>          | 0,00004                   |
| 24.   | <i>Uronema</i> sp.              | 0,00003                   |
| 25.   | <i>Vorticella campanula</i>     | 0,0002                    |
| 26.   | <i>Vorticella campanulata</i>   | 0,00008                   |
| 27.   | <i>Vorticella convallaria</i>   | 0,0001                    |
| 28.   | <i>Vorticella fusca</i>         | 0,0003                    |
| 29.   | <i>Vorticella globularia</i>    | 0,002                     |
| 30.   | <i>Vorticella gracilis</i>      | 0,00004                   |
| 31.   | <i>Vorticella longiseta</i>     | 0,0002                    |
| 32.   | <i>Vorticella microstoma</i>    | 0,00004                   |
| 33.   | <i>Vorticella parapulchella</i> | 0,00002                   |
| 34.   | <i>Vorticella pyriforme</i>     | 0,0002                    |
| 35.   | <i>Vorticella striata</i>       | 0,00001                   |
| 36.   | <i>Zoothamnium alrasheidi</i>   | 0,0002                    |
| 37.   | <i>Zoothamnium alternans</i>    | 0,00003                   |
| 38.   | <i>Zoothamnium commune</i>      | 0,0001                    |
| 39.   | <i>Zoothamnium dichotomum</i>   | 0,00005                   |
| 40.   | <i>Zoothamnium hentscheli</i>   | 0,00004                   |
| 41.   | <i>Zoothamnium marinum</i>      | 0,0002                    |
| 42.   | <i>Zoothamnium sinense</i>      | 0,00003                   |
| 43.   | <i>Zoothamnium vermicola</i>    | 0,00006                   |