

На правах рукописи

Черевичко Анна Владимировна

**ЗООПЛАНКТОН ВОДОЕМОВ И ВОДОТОКОВ
ПОЛИСТОВО-ЛОВАТСКОЙ БОЛОТНОЙ СИСТЕМЫ**

03.00.18 – гидробиология

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Борок – 2009

Работа выполнена в Институте биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН

Научный руководитель: доктор биологических наук
Крылов Александр Витальевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
профессор
Шурганова Галина Васильевна

кандидат биологических наук
Прокин Александр Александрович

Ведущая организация: Институт озераведения РАН

Защита состоится «27» октября 2009 года в 10⁰⁰ часов на заседании
диссертационного совета Д 002. 036.01 при Институте биологии внутренних
вод РАН им. Д.И. Папанина

по адресу: 152742, п. Борок, Некоузкого р-на, Ярославской обл.

Факс: (48547) 24042

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института биологии
внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

Автореферат разослан _____ 2009 года.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Корнева Л.Г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. В современной экологии континентальных водоемов основное внимание традиционно уделяется наиболее значимым в хозяйственном отношении объектам – крупным озёрам, рекам, водохранилищам, рыбоводным прудам. В тоже время гидробиологический режим целого ряда водных экосистем остается мало изученным и особенно недостаточно в нашей стране и за рубежом исследованы водоемы и водотоки верховых болот. Это касается как фауны гидробионтов, так и общей организации гидробиоценозов, их структуры и закономерностей функционирования.

Болота встречаются почти во всех географических зонах. В России и сопредельных с ней государствах (СНГ) площадь болот составляет 24.5 тыс. км², в целом на их долю приходится 10% территории страны (Денисенков, 2000). Полистово-Ловатская болотная система, расположенная на границе Псковской и Новгородской областей, — крупнейшая система верховых болот Северо-Запада Европейской России, имеющая международное природоохранное значение. В 1994 г. с целью сохранения и изучения естественного хода природных процессов и явлений типичных и уникальных экологических систем на территории Полистово-Ловатской системы были созданы два Государственных природных заповедника — «Полистовский» в Псковской области и «Рдейский» в Новгородской области. Сведения о видовом составе, и структурной организации сообществ гидробионтов особо охраняемых природных территорий представляют интерес с точки зрения инвентаризации биоты объектов природно-заповедного фонда, что напрямую связано с такой важной научно-практической проблемой, как сохранение биологического разнообразия. Кроме этого, исследование закономерностей развития сообществ гидробионтов в естественно кислых водах позволит проводить грамотную экспертизу и прогноз экологического состояния водоёмов, находящихся в условиях антропогенного закисления.

Цель и задачи исследования. Цель работы — изучение состава, структуры и закономерностей формирования зоопланктона разнотипных водных объектов Полистово-Ловатской болотной системы. Для ее достижения были поставлены следующие задачи:

1. Выделить основные типы водных объектов Полистово-Ловатской болотной системы.
2. Изучить видовое богатство зоопланктона разнотипных водных объектов.
3. Проанализировать количественные характеристики и сезонное развитие зоопланктона разнотипных водных объектов.
4. Изучить трофическую структуру зоопланктона каждого типа водных объектов.
5. Определить особенности изменений зоопланктона в сукцессионном ряду водоемов болотной системы.

Научная новизна работы. Впервые получены и обобщены сведения о видовом составе зоопланктона водоемов и водотоков Полистово-Ловатской болотной системы. Общий список включает 102 вида беспозвоночных, с указанием их местообитания. Приведены данные о количественном развитии, сезонной динамике и трофической структуре зоопланктона исследованных водоемов и водотоков болотного массива.

Впервые дана сравнительная оценка таксономической и трофической структуры, количественных характеристик и сезонной динамики зоопланктона разнотипных первичных и вторичных водных объектов верховых болот.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные данные являются вкладом в изучение фауны и экологии зоопланктона внутренних вод. Показано, что сукцессионный ряд сообществ зоопланктона, как организованной биологической системы, соответствует таковому экосистем водоемов, частью которой эти сообщества являются.

Работа выполнена в рамках инвентаризации фауны особо охраняемых природных территорий — Государственных природных заповедников «Полистовский» и «Рдейский». Инвентаризация является одной из основных задач деятельности государственных природных заповедников как обязательный компонент научной работы, создающий необходимую основу для остальных ее составляющих. В результате исследования был определен постоянный маршрут (стационарные станции) и начат долгосрочный экологический мониторинг модельных водоемов и водотоков Полистово-Ловатской болотной системы. Маршрут включает все разнообразие водных объектов, что позволяет решать задачи экологической оценки и прогнозирования состояния водных экосистем особо охраняемой природной территории.

Апробация работы. Материалы диссертации апробированы на Межрегиональных общественно-научных конференциях с международным участием «Запад России и ближнее зарубежье: устойчивость социально-культурных и эколого-хозяйственных систем» (Псков, 2005), «Северо-Запад России: эколого-хозяйственные проблемы и перспективы трансграничного сотрудничества» (Псков, 2007); Всероссийской школе-конференции «Ветвистоусые ракообразные: систематика и биология» (Борок, 2007); Международной школе-конференции «Актуальные вопросы изучения микро-, мейобентоса и фауны зарослей пресноводных водоемов» (Борок, 2007); Всероссийской школе-конференции «Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана» (Борок, 2008); Международной конференции «Современное состояние водных биоресурсов» (Новосибирск, 2008); Международной конференции «Биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения» (Пенза, 2008); Всероссийской конференции с международным участием «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований» (Вологда, 2008); Всероссийской конференции «Актуальные проблемы особо охраняемых территорий» (Самарская Лука, 2009).

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

1. Среди водных объектов болотной системы выделяются водотоки, первичные и вторичные водоемы.
2. Зоопланктон разнотипных водных объектов болотной системы характеризуется разной представленностью экологических и таксономических групп беспозвоночных, сезонной динамикой доминирующих видов и трофической структурой.
3. В ряду водоемов болотной системы «мезотрофное озеро → дистрофное озеро → верховое болото (вторичные водоемы)» в зоопланктоне происходит смена трофических цепей с пастбищных на детритные и замещение видов-эврибионтов стенобионтами.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 работ, в том числе одна статья в рецензируемом журнале, входящем в число рекомендованных ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 145 страницах и состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы включающего 146 наименований и 2 приложений. Текст иллюстрирован 22 таблицами и 18 рисунками.

Благодарности. Автор выражает благодарность и признательность своему научному руководителю д.б.н. Крылову А.В. за помощь и ценные советы в работе над диссертацией, директору Государственного природного заповедника «Полистовский» к.б.н. Яблокову М.С. за организацию полевых работ на территории заповедника, директору Псковского отделения ФГНУ ГосНИОРХ к.б.н. Мельник М.М. за создание условий для обработки материала и подготовки работы. Отдельная благодарность инспекторам отдела охраны Полистовского заповедника за неоценимую помощь в работе на труднодоступной природной территории, а так же моей семье за понимание и поддержку на всех этапах работы.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

На основании литературных данных выделены основные этапы изучения зоопланктона болотных вод. Приводятся сведения о современных взглядах на гидрографическую сеть верхового болота и принципы выделения водных объектов с позиций болотоведения и гидробиологии. Здесь же рассмотрены особенности водоемов и водотоков верховых болот, как среды обитания гидробионтов, выделены значимые факторы, оказывающие влияние на формирование сообществ зоопланктона разнотипных водных объектов.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Физико-географическая характеристика района исследований. Согласно физико-географическому районированию Полистово-Ловатская болотная система расположена в центре Приильменской низменности. Она занимает обширную послеледниковую котловину и состоит из 15 слившихся

болотных массивов ($S=134.4 \text{ км}^2$). Болотный массив образовался после отступления Валдайского оледенения. Результатом таяния ледников стало появление застойных озер. Заторфовывание понижений, начавшееся после их спада, положило начало образованию обширных болот в южной и средней частях Приильменской низменности, среди которых одним из наиболее крупных является Полистово-Ловатский массив. Территория массива относится к Ладожско-Ильменско-Западнодвинской провинции олиготрофных грядово-мочажинных торфяников (Кац, 1948), или, в более современной классификации, — к Северо-Западной провинции зоны выпуклых олиготрофных торфяников (Денисенков, 2000). Болотная система расположена в Бежаницком и Локнянском районах Псковской области (Полистовское болото) и в Поддорском и Холмском районах Новгородской области (Рдейское болото) (Боч, 1999).

Принципы выделения исследованных водных объектов. С учетом различных классификаций элементов гидрографической сети верхового болота водные объекты, на которых были проведены исследования, разделили на озёра (первичные по происхождению), вторичные водоемы болотного массива (скопления воды в понижениях моховой поверхности) и водотоки (участки рек). Среди озер было выделено оз. Полисто, находящееся на границе с болотным массивом и отличающееся от внутриболотных озер гидрологическими и химическими характеристиками. Остальные озера были объединены в одну группу — первичных внутриболотных озер. Вторичные водоёмы были разделены на три группы с учетом их расположения и трофического статуса растительных сообществ: водоёмы краевой (с эвтрофной растительностью), переходной (мезотрофной растительностью) и центральной (с олиготрофной растительностью) зон болотного массива.

Методы сбора, обработки и анализа зоопланктона. Материалом послужили результаты исследований, проведенных в 2004–2008 гг. на территории Полистово-Ловатской болотной системы. Территория болотной системы труднодоступна и большая ее часть исследовалась исключительно пешими маршрутами (всего было пройдено более 300 км).

На глубоководных участках количественную сеть Джели (размер ячеи 64 мкм) протягивали от дна до поверхности, на мелководных — с помощью ведра через сеть процеживали 20–50 л воды. Пробы фиксировали 4%-м формалином, камеральную обработку проводили стандартными методами (Методические рекомендации, 1984). Всего собрано и обработано 384 количественных пробы зоопланктона: 96 в оз. Полисто (54 в пелагиали и 40 в заросшей макрофитами литорали), 87 в реках, 93 в первичных озерах и 108 во вторичных водоёмах болотного массива. Параллельно с отбором проб измеряли глубину (во вторичных водоемах уровень воды над моховой поверхностью), температуру воды, рН. Определение растворенного кислорода, перманганатной окисляемости (ПО) и общей жесткости воды проводили в гидрохимической лаборатории Псковского отделения ГосНИОРХ стандартными методами (Алёкин и др., 1973).

Зоопланктон оценивали по составу и богатству видов, численности (N), биомассе (B), относительному обилию таксономических и трофических групп (%), индексу Шеннона-Уивера, рассчитанному по численности (H_N) и биомассе (H_B), коэффициенту трофности Мязметса (Мязметс, 1980); для выявления фаунистического сходства использовали индекс Чекановского-Серенсена (I_{cs} , %) (Лакин, 1990); для анализа зависимости видового и количественного состава от факторов среды рассчитывали коэффициенты корреляции (Лакин, 1990). Доминантами считали виды образующие $\geq 5\%$ общей биомассы. При выделении трофических групп учитывали состав пищи, размеры пищевых частиц и способы добывания пищи (Гиляров, 1977; Гутельмахер и др., 1988; Крючкова, 1989; Кутикова, 2006; Монаков, 1998; Смирнов, 1971). Для более полной характеристики трофической структуры зоопланктона использовали прием конструирования и графического изображения трофической сети (Briand, 1983 Havens, 1991, Locke, Sprules, 1994, Sprules, Bowerman, 1988). Для количественной характеристики трофической сети использовали следующие параметры: 1) число видов мирных зоопланктеров (учитывали только доминантные виды); 2) число видов хищных беспозвоночных; 3) доля факультативных хищников; 4) доля каннибалов; 5) число связей хищник–жертва, не включая каннибализм, циклические взаимодействия (когда один вид поедает другой и наоборот) посчитаны как две связи; 6) плотность связей хищник–жертва — число хищных взаимодействий на один вид; 7) модальное число трофических уровней — максимальное число трофических связей в пищевой цепи плюс одна от первичного звена до каждого верхового хищника; 8) генерализация — среднее число видов жертв поедаемых одним видом хищника.

Для оценки экологического разнообразия экосистем, как показателя их сукцессионного состояния, определяли «коэффициент стенобионтности» биоценоза по численности (K_{SN}) и биомассе (K_{SB}) (Розанов, 1999):

$$K_{SN} = \frac{(\sum N_s)n_e}{(\sum N_e)n_s} \quad \text{или} \quad K_{SB} = \frac{(\sum B_s)n_e}{(\sum B_e)n_s}$$

где N_e и N_s — численности отдельных видов эври- и стенобионтов, B_e и B_s — их биомассы, n_e и n_s — количество видов эври- и стенобионтов.

Гидрохимическая характеристика исследованных водоемов и водотоков. По гидрохимическим характеристикам все водоемы и водотоки Полистово-Ловатской болотной системы полигуמוзные, мягководные с кислой реакцией среды, что обусловлено территорией водосбора, которая занята преимущественно верховыми болотами, бедна железом и кальцием (табл. 1).

ГЛАВА 3. ВИДОВОЙ СОСТАВ ЗООПЛАНКТОНА ИССЛЕДОВАННЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Общая характеристика видового состава. В составе зоопланктона водоемов и водотоков Полистово-Ловатской болотной системы обнаружено 102 вида планктонных беспозвоночных, среди которых 33 — коловраток, 17 — веслоногих и 52 — ветвистоусых ракообразных.

Таблица 1. Характеристика исследованных водных объектов

Водный объект	Площадь (км ²)	Глубина (м)	Трофность	Прозрачность (м)	рН	Жесткость (мг-экв./л)	O ₂ , (мг O ₂)	ПО, (мг O/л)
Оз. Полисто	31.6	1–2.5	мезотрофное	0.5–0.6	6.5– 7.0	0.55–0.65	8.5– 10.5	35– 45
Первичные озера	0.2–0.6	1–2.5	дистрофные	< 0.5	4.8– 5.3	0.20–0.30	7.0– 11.0	55– 65
Реки	–	0.5–2.0	–	0.5–0.6	5.5– 7.0	0.25–0.35	7.0– 10.0	40– 60
Вторичные водоемы центральной зоны	0.00001– 0.00003	0.5–1.5	заняты олиготрофными растительными сообществами	< 0.2	4.0– 4.5	0.10–0.15	6.0– 7.5	70– 80
Вторичные водоемы переходной зоны	≤ 0.00001	0.2–0.5	заняты мезотрофными растительными сообществами	< 0.2	4.5– 5.0	0.20–0.25	7.3– 9.5	100– 120
Вторичные водоемы краевой зоны	≤ 0.00001	0.2–0.7	заняты эвтрофными растительными сообществами	< 0.2	5.0– 5.5	0.30–0.40	0.5– 3.0	120– 140

Типологические особенности конкретного водного объекта (морфометрия, гидрологический, химический режим и т.д.) формируют типичные для данного водоема зоопланктоценозы, где происходит взаимодействие экологических факторов среды с биологическими особенностями видов, в связи с чем видовой состав зоопланктона рассмотрен отдельно для каждого типа водных объектов.

Видовой состав зоопланктона озера Полисто. Озеро Полисто отличается наибольшим видовым разнообразием зоопланктона (65 видов, из них: 20 — коловраток, 12 — веслоногих и 33 — ветвистоусых ракообразных), из которых 36 видов встречено в пелагиали и 38 в зарослях высшей водной растительности. В пелагиали массово развивались кладоцеры — *Daphnia cristata*, *D. cucullata*, *D. longispina*, *Limnospida frontosa*, *Bosmina coregoni*, коловратки — *Kellicottia longispina*, *Asplanchna priodonta*, *Conochilus unicornis*, и копеподы — *Mesocyclops leuckarti*, *Eudiaptomus graciloides*, *Thermocyclops oithonoides*, *Cyclops scutifer*, единично встречался *Holopedium gibberum*, предпочитающий гумифицированные озера с низкими значениями pH (Мануйлова, 1964). Число видов в различных растительных ассоциациях варьировало от 16 до 24. Наибольшим количеством видов в зарослях макрофитов были представлены ветвистоусые ракообразные при доминировании *Polyphemus pediculus*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Bosmina obtusirostris*, *Sida crystallina*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Acroperus harpae*, *Chydorus sphaericus*. Из веслоногих ракообразных были обнаружены типичные представители зарослевого планктона (Рылов, 1948) — *Eucyclops macrurus*, *E. serrulatus*, *Macrocyclops fuscus* и *M. albidus*. Из коловраток встречались *Platyias quadricornis*, представители родов *Euchlanis* и *Trichocerca*.

В прибрежной ассоциации осоки с разнотравьем наряду с типично зарослевыми видами отмечены донные формы р. *Alona* и *Monospilus dispar*. В разреженных зарослях камыша, расположенных на границе с открытой водой, в значительном количестве встречались обитатели пелагиали *Daphnia cucullata*, *Limnospida frontosa*, *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops oithonoides* и *Eudiaptomus graciloides*.

Видовой состав зоопланктона первичных внутриболотных озер. В составе зоопланктона исследованных первичных озер (Долгое, Круглое, Домша, Корниловка, Русское и Межницкое) обнаружено 40 видов, среди которых 5 — коловраток, 7 — веслоногих и 28 — ветвистоусых ракообразных. Основу разнообразия составляли в основном литорально-зарослевые и донные виды ветвистоусых рачков, встречающиеся в единичных экземплярах. В отдельных озерах было отмечено от 9 до 23 видов зоопланктеров. Состав массовых видов был идентичным для всех обследованных водоемов, доминантный комплекс был постоянным и включал *Ceriodaphnia quadrangula*, *Asplanchna priodonta*, *Bosmina obtusirostris*, *Polyphemus pediculus* и *Holopedium gibberum*. Кроме доминирующих видов в значительном количестве встречались *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Bipalpus hudsoni*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Eudiaptomus graciloides* и *Macrocyclops albidus*.

Видовой состав зоопланктона вторичных водоемов. В различных типах вторичных водоёмов было обнаружено 29 видов зоопланктеров (11 — коловраток, 4 — веслоногих и 14 — ветвистоусых ракообразных), среди которых постоянно встречались: *Keratella serrulata*, *K. paludosa*, *Lecane lunaris*, *L. luna*, *L. brachydactyla*, *Philodina* sp., *Rotaria* sp., *Acantholeberis curvirostris*, *Streblocerus serricaudatus*, *Scapholeberis microcephala*, *S. mucronata*, *Chydorus sphaericus*, *C. ovalis*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *C. laticaudata*, *Alonella excise*, *Polyphemus pediculus*, *Acroperus harpae*, *Diacyclops* sp. и *Megacyclops viridis*. Во всех вторичных водоемах среди доминантов были отмечены *Chydorus ovalis* и *C. sphaericus*, в значительном количестве встречались мелкие веслоногие *Diacyclops nanus*, *D. languidus* и *D. languidoides* — виды характерные для моховых болот (Рылов, 1948). В водоемах краевой и переходной зоны болотного массива в состав массовых видов входили *Megacyclops viridis* и коловратки сем. Philodinidae. В краевой зоне болотного массива были встречены виды коловраток характерные для временных пересыхающих водоемов — *Eriphanis senta* и *E. brachionus*, а также фитофильный вид *Trichocerca cylindrica*. Сфагнофильный вид *Acantholeberis curvirostris*, полностью отсутствующий в водоемах краевой зоны, преобладал в других зонах. *Polyphemus pediculus* являлся массовым видом в мочажинах и озерках центральной зоны, здесь же в единичных экземплярах были отмечены *Bosmina obtusirostris* и *Acroperus harpae*.

В целом складывается определенная картина распределения массовых видов зоопланктона по водоемам болотного массива. Некоторые виды — *Ceriodaphnia laticaudata*, *Scapholeberis mucronata*, *Megacyclops viridis* — очевидно, избегают водоемов со значениями pH < 5, поэтому обитают только в краевой зоне. Ряд видов — *Polyphemus pediculus*, *Bosmina obtusirostris*, *Acroperus harpae* — менее чувствительны к активной реакции среды и встречаются только в озерках и мочажинах центральной зоны, отличающихся большей глубиной и объемом водных масс, и отсутствуют в водоемах краевой и переходной зоны, где объем свободных водных масс незначительный и подвержен существенным колебаниям. Ряд видов — *Scapholeberis microcephala*, *Acantholeberis curvirostris* и *Alonella excise* — можно считать сфагнофильными, они доминируют только в сфагновых биотопах переходной и центральной зоны верхового болота. Определенной смены доминантов в течение вегетационного периода установить не удалось.

Видовой состав зоопланктона водотоков. На исследованных участках рек обнаружено 55 видов беспозвоночных (14 — коловраток, 9 — веслоногих и 32 — ветвистоусых ракообразных). Наибольшим видовым разнообразием отличались участки рипали, заросшие макрофитами, из ветвистоусых рачков здесь массово развивались фитофильные и донные виды сем. Chydoridae, представители р. *Ceriodaphnia*, *Daphnia pulex*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Sida crystallina*, *Polyphemus pediculus*; из веслоногих типичны *Macrocyclus albidus*, *M. fuscus*, *Megacyclops viridis*, виды р. *Eucyclops*, из коловраток — представители семейств Trichocercidae и Euchlanidae. В открытых участках рек

массово развивались коловратки *Kellicottia longispina* и *Keratella cochlearis*. В истоке р. Полисть отмечены обитатели озерной пелагиали — *Daphnia longispina*, *Holopedium gibberum*, *Bosmina coregoni*.

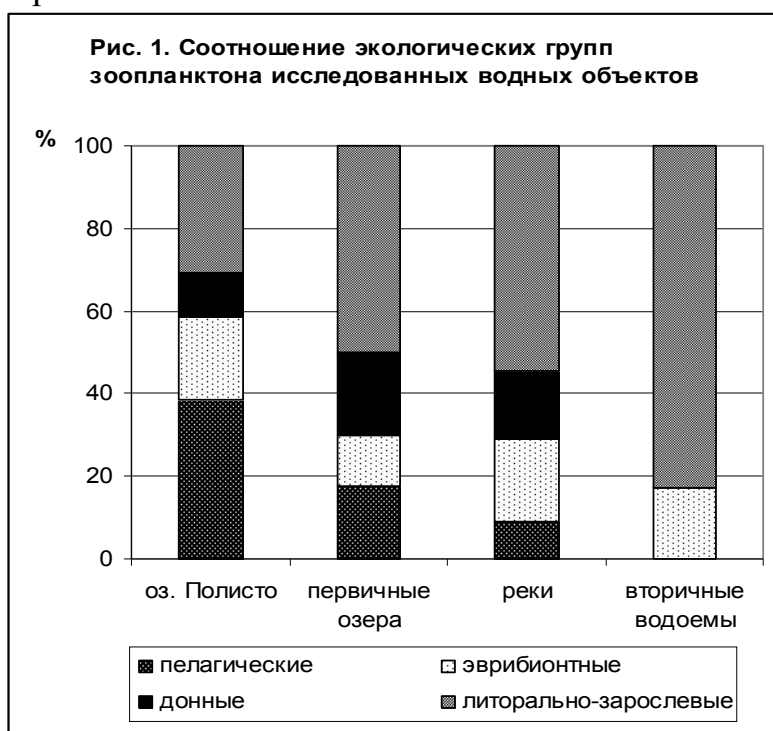
Сравнительная характеристика видового состава. Максимальное сходство видового состава зоопланктона по величине индекса Чекановского-Сьеренсена наблюдалось между оз. Полисто и водотоками (табл. 2). Довольно высокое фаунистическое сходство отмечено для первичных озер с реками и первичных озер с оз. Полисто. Такие показатели связаны с общностью состава литорально-зарослевых видов, обнаруженных в большинстве исследованных водоемов и водотоков. Максимальным своеобразием отличалась фауна вторичных водоемов.

Таблица 2. Видовое богатство и фаунистическое сходство зоопланктона разнотипных водных объектов Полистово-Ловатской болотной системы

Водные объекты	Оз. Полисто	Первичные озера	Вторичные водоемы	Реки
оз. Полисто	65	26	9	38
Первичные озера	49,5	40	16	26
Вторичные водоемы	19,1	46	29	13
Реки	63,3	54,7	31	55

Примечание. Жирным шрифтом выделено общее число видов; в правой верхней части дано число общих видов; в левой нижней – значения коэффициента I_{cs} (Чекановского – Сьеренсена) (%).

Для характеристики биотопического распределения были выделены следующие экологические группы видов зоопланктона: пелагические; литорально-зарослевые (куда вошли все «болотные» виды); донные и эврибионтные.



Соотношение экологических групп было связано с разнообразием биотопов в каждом типе водных объектов. Максимальное число и доля пелагических видов отмечена в оз. Полисто, где открытая пелагиаль занимает основную площадь водоема (рис. 1).

Число обнаруженных донных форм было практически одинаково в озерах и реках, их доля составляла 10–20%. Пелагические и донные виды

отсутствовали во вторичных болотных водоемах, что связано с отсутствием в них открытой пелагиали и грунтового дна. Определенную долю (12–20%) во всех типах водных объектов занимали эврибионтные виды. Основу видового богатства во всех исследованных водоемах и водотоках составляли литорально-зарослевые формы, населяющие побережье рек и озер, а также обитающее среди растительности вторичных водоемов разных зон болотного массива.

Зависимость видового состава от факторов среды. Среди факторов среды определяющее значение для видового богатства зоопланктона в водоемах или водотоках имели рН, площадь водного объекта и прозрачность, связанная в свою очередь с содержанием гуминовых веществ, определяемым величиной перманганатной окисляемости ($r = -0.88, p < 0.05$) (табл. 3).

Таблица 3. Значимые коэффициенты корреляции между числом видов и параметрами среды для разнотипных водных объектов Полистово-Ловатской болотной системы

Показатель	рН	Площадь	Прозрачность	ПО
Число видов	0.79	0.91	0.65	-0.52

Зависимость видового состава зоопланктона от характера растительных сообществ хорошо прослеживается во вторичных болотных водоемах, что становится очевидным при анализе величин коэффициента трофности. Для озер этот показатель также соответствует трофическому статусу водного объекта (табл. 4).

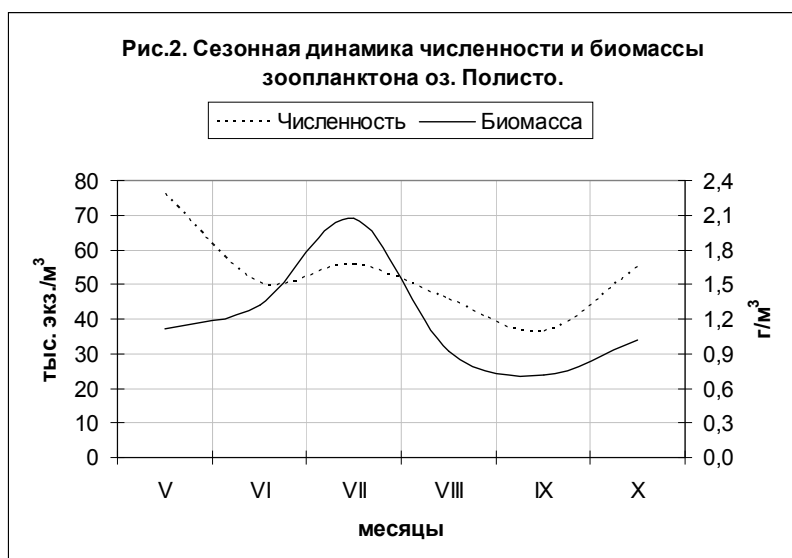
Таблица 4. Коэффициент трофности разнотипных водных объектов Полистово-Ловатской болотной системы

Тип водного объекта	Коэффициент трофности
Оз. Полисто	0.95
Первичные озера	0.2–0.3
Вторичные водоемы центральной зоны	0.14
Вторичные водоемы переходной зоны	0.63
Вторичные водоемы краевой зоны	1.63

Величина коэффициента трофности, рассчитанная для вторичных водоемов краевой зоны, где распространены эвтрофные растительные сообщества, позволяет отнести данные водоемы к категории эвтрофных. Для водоемов переходной зоны с мезотрофными растительными сообществами этот показатель соответствует мезотрофным водам. Для центральной зоны болотного массива, занятой олиготрофными растительными комплексами, величина коэффициента трофности минимальна и характеризует расположенные здесь водоемы, как олиготрофные.

ГЛАВА 4. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ ЗООПЛАНКТОНА ИССЛЕДОВАННЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

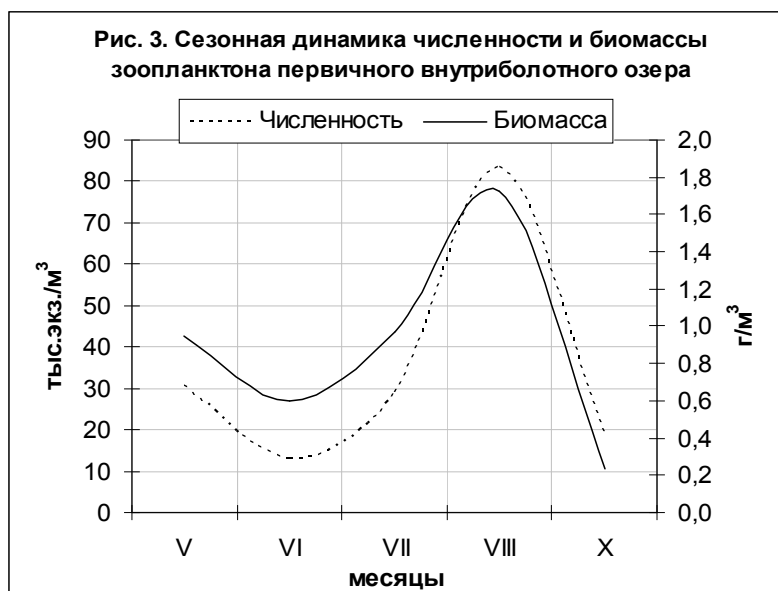
Количественные характеристики и сезонное развитие зоопланктона озера Полисто. Количество зоопланктона в пелагиали оз. Полисто и его сезонная динамика близки к таковым крупных мелководных озер Северо-Запада России, где ведутся систематические исследования: Псковско-Чудского в Псковской обл. (Хаберман, 1978; Черевичко, 2004; Haberman, 2001), Ильмень в Новгородской обл. (Степанова, 1971; Мицкевич, Волхонская, 1998), Воже, Лача, Белое в Вологодской обл. (Думнич, 2000, 2008). Средние за вегетационный период численность и биомасса зоопланктона составили 49.0 экз./м³ и 1.2 г/м³. Сезонная динамика количественных показателей зоопланктона характеризовалась снижением численности от весны к лету. Высокая численность зоопланктона весной связана с доминированием коловраток и ювенильных особей веслоногих ракообразных (рис. 2).



Биомасса зоопланктона наоборот увеличивалась от весны к лету и достигла своего максимума в июле в период развития крупных ветвистоусых ракообразных. В августе и сентябре наблюдалось постепенное снижение количества зоопланктона. В октябре отмечался осенний подъем численности и биомассы, который связан с благоприятными

гидротермическими условиями осеннего периода (t воды 10–12 °С), а также, возможно, со снижением пресса со стороны хищников — молоди рыб, переходящей на другое питание. Зимой и весной в пелагиали преобладали представители Cyclopoidea, взрослые и ювенильные особи представителей родов *Cyclops* и *Mesocyclops* (89 и 55% от общей биомассы), значительную долю в сообществе составляли коловратки (13% биомассы), преобладавшие по численности. По мере прогрева воды доминирующее положение занимали теплолюбивые ветвистоусые (представители родов *Daphnia*, *Bosmina*, а также *Limnosida frontosa* и *Diaphanosoma brachiurum*), на долю которых приходилось до 70% общей биомассы зоопланктона. Эта же группа ракообразных сохраняла свое доминирующее положение и осенью (55–75%).

Количественные характеристики зоопланктона исследованных первичных озер. Количественные характеристики зоопланктона первичных озер подвержены значительным сезонным и межгодовым колебаниям. Средние



за вегетационный период численность и биомасса зоопланктона в озерах, где велись регулярные наблюдения, составили 46.2 тыс. экз./м³ и 1.68 г/м³, в отдельных озерах они варьировали в пределах 30–108 тыс. экз./м³ и 0.6–3.1 г/м³. Массовое развитие зоопланктона наступало, как правило, в конце весны – начале лета при температуре воды ≥ 15 °С (рис. 3). В этот

период отмечены вспышки в развитии *Holopedium gibberum*, доля остальных кладоцер в общей биомассе обычно незначительна. Коловратки представлены в основном мелкими видами (*Keratella cochlearis*, *K. serrulata* и *K. quadrata*). Летом количество зоопланктона (в среднем за 2005–2008 гг.) достигало 41.9–102.9 тыс. экз./м³ и 0.9–3.6 г/м³. Во второй половине лета основным доминантом в озерах была *Asplanchna priodonta* (до 95% от общей биомассы). Из ветвистоусых в это время массово развивались *Polyphemus pediculus*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Bosmina obtusirostris*. Осенью количественные показатели не превышали 25 тыс. экз./м³ и 0.5 г/м³, доминировали те же виды, что и во второй половине лета. Зимой в зоопланктоне исследованных озер были встречены единичные экземпляры коловраток и донных ветвистоусых ракообразных.

Количественные характеристики зоопланктона вторичных водоемов.

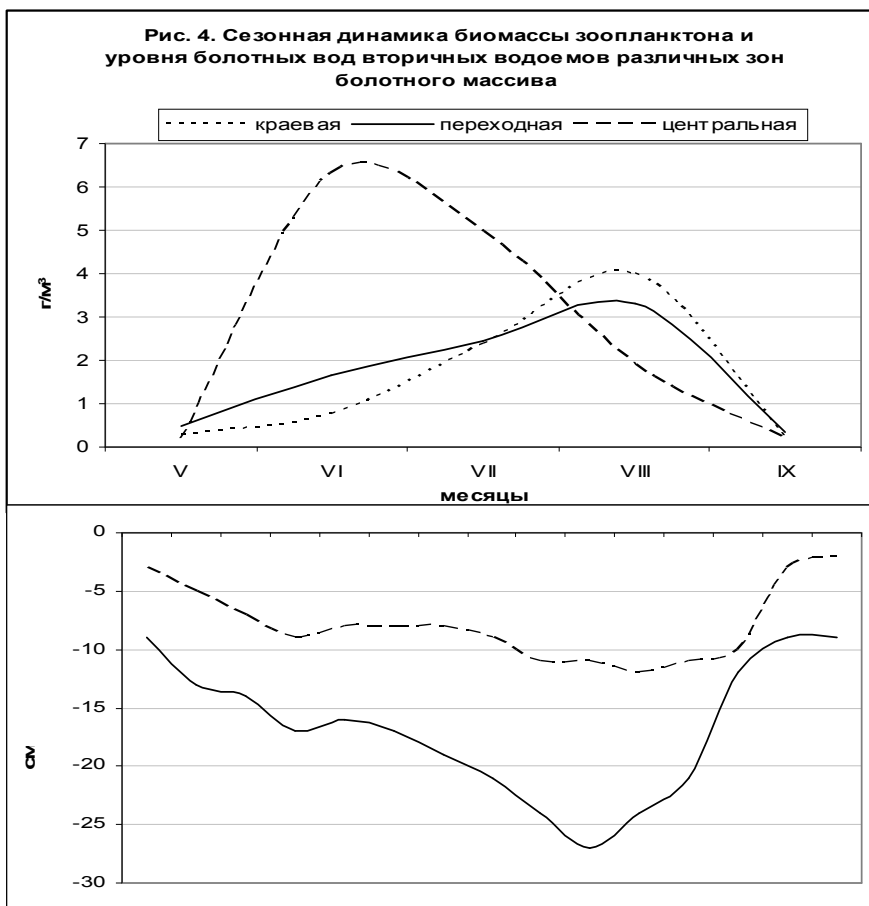
Количество зоопланктона и его сезонная динамика отличались в разных зонах болотного массива. В целом максимальные средние за вегетационный период количественные показатели зоопланктона, как и их межсезонные и межгодовые колебания, отмечены для водоемов центральной зоны болотного массива. Количество зоопланктона в водоемах краевой и переходной зоне было в почти два раза ниже (табл. 5).

Таблица 5. Основные количественные показатели (среднее за V–IX) зоопланктона вторичных водоемов

Показатель	Водоемы зон		
	Краевая	Переходная	Центральная
N	93.6 (28.2—171.0)	117.1 (29.5—277.5)	222.7 (9.4—520.4)
B	1.52 (0.2—3.99)	1.65 (0.35—3.30)	2.72 (0.19—6.31)
N _N	2.2 (1.7—2.9)	2.3 (1.3—2.9)	1.9 (1.6—2.4)
N _B	1.9 (1.3—2.6)	2.1 (1.5—3.1)	2.1 (1.7—2.5)

Примечание. * В скобках приведены пределы колебаний в течение вегетационного периода.

Сезонное развитие зоопланктона вторичных водоемов определялось микроклиматическим и уровневым режимом верховых болот. Действие солнечной радиации на болотах отличается от других естественных ландшафтов Северо-запада России. Как и для любого открытого ландшафта, для верховых болот характерно непосредственное прогревание почвы солнечными лучами, а при плохой теплопроводности торфа – её перегревание. Всё это, в свою очередь, обуславливает и отличие температурного режима болот от других стаций. Плохая теплопроводность торфа обуславливает возникновение на болоте ночных заморозков. Весной лёд под моховой подушкой оттаивает медленнее, сохраняясь здесь до конца мая. Температура поверхности болота летом может составлять 30–40 °С, что выше температуры воздуха (Денисенков, 2000). В связи с описанными выше особенностями среды массовое развитие зоопланктона во всех типах вторичных водоемов наступает довольно поздно в конце мая – начале июня, и заканчивается уже в конце сентября. Среднелетние величины численности и биомассы в 5–10 выше, чем весной и осенью (рис. 4).



В ГПЗ «Полистовский» ведутся постоянные наблюдения за динамикой уровня болотных вод на стационарном водомерном створе (Летопись..., 2003–2008). Среднесезонный уровень болотных вод зависит, прежде всего, от количества атмосферных осадков и подвержен значительным межгодовым колебаниям. В среднемгодовом аспекте уровень болотных вод достигает максимальных значений

значений весной (в период оттаивания болота) и осенью (в период увеличения количества атмосферных осадков) и минимален летом. Колебания уровня наиболее выражены в краевой и переходной зоне болотного массива и менее заметны в мочажинах грядово-мочажинного комплекса центральной зоны. Для водоемов краевой и переходной зон выявлена высокая степень зависимости сезонной динамики количественных показателей зоопланктона от уровня

болотных вод ($r = -0.8$, $p < 0.05$). Можно предположить, что в неглубоких не имеющих четких границ водоемах краевой и переходной зон при снижении уровня болотных вод, приводящем к резкому уменьшению количества свободной воды над моховой поверхностью, происходит концентрация зоопланктона. В водоемах центральной зоны этот фактор не оказывает существенного влияния на количественное развитие зоопланктона ($r = -0.4$, $p < 0.05$), поскольку мочажины и озерки имеют постоянную высокую обводненность и снижение уровня болотных вод не приводит к резкому уменьшению свободных водных масс.

Таким образом, сезонная динамика количества зоопланктона разных зон болотного массива имеет свою специфику, которая определяется микроклиматическим и уровневим режимом болотных комплексов.

Количественные характеристики и сезонное развитие зоопланктона водотоков. Стационарные станции сбора проб зоопланктона располагались в различных участках водотоков Полистово-Ловатского болотного массива. В связи с этим количественные характеристики и сезонное развитие сообществ рассматриваются отдельно для каждого типа участков.

Зоопланктон устьевых областей малых рек Цевла и Осьянка – притоков оз. Полисто, несмотря на сходство температурного режима, по своей сезонной динамике и количественному развитию отличалось от такового в озере. Кроме того, отмечены определенные различия между этими двумя реками. Численность и биомасса зоопланктона (в среднем за вегетационные периоды 2005–2008 гг.) составили 19.9 тыс. экз./м³ и 0.37 г/м³ для р. Цевла и 53.0 тыс. экз./м³ и 1.25 г/м³ для р. Осьянка. В целом сезонная динамика зоопланктона устьевых участков рек характеризовалась низкими показателями численности и биомассы в периоды паводков весной и осенью и одним максимумом в период летней межени.

Количественное развитие и сезонная динамика зоопланктона в истоке р. Полисть, вытекающей из оз. Полисто, имели свои особенности. Средние за вегетационный период численность и биомасса зоопланктона составляли 59.0 тыс. экз./м³ и 0.99 г/м³ и были близки к таковым в озере. Сезонная динамика зоопланктона этого участка во многом повторяла таковую в пелагиали озера. Отмечено снижение численности от весны к лету и обратный ее рост осенью за счет смены мелких форм коловраток и веслоногих ракообразных крупными ветвистоусыми рачками. Максимальная биомасса наблюдалась в середине лета в период доминирования крупных видов кладоцер р. *Daphnia*, *Limnosida frontosa* и *Diaphanosoma brachyurum*.

В верхнем течении р. Хлавица материал был собран в так называемых «окнах во мху», т.е. там, где открытые участки чередуются с подмоховыми. Среднее за вегетационный период количество зоопланктона здесь было невелико и составило 14.9 тыс. экз./м³ и 0.45 г/м³. В сезонной динамике отмечен один пик численности и биомассы в июне (соответственно 29.3 тыс. экз./м³ и 1.4 г/м³). В целом, зоопланктон здесь представлен тремя группами популяций: 1) озерные виды, приносимые течением; 2) виды,

обитающие на моховой сплаvine и смываемые в окна; 3) виды, развивающиеся непосредственно в окнах.

В среднем течении р. Хлавица пробы зоопланктона были собраны на медиали с медленным течением воды и в зарастающей макрофитами рипали. Развитие зоопланктона в открытой и заросшей частях русла было идентичным, с одним летним максимумом в июле – в период снижения скоростей течения и максимальных температур воды. Средние за вегетационный период численность и биомасса зоопланктона на медиали составили 13.8 тыс. экз./м³ и 0.23 г/м³, что в 6 раз по численности и 8 раз по биомассе ниже, чем в заросшей рипали – соответственно 82.4 тыс. экз./м³ и 1.84 г/м³.

ГЛАВА 5. ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЗООПЛАНКТОНА ИССЛЕДОВАННЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Распределение доминирующих видов зоопланктона водоемов. На основе анализа биомассы были определены доминирующие виды в зоопланктоне исследованных водоемов. К ним отнесены виды, игравшие наиболее значимые роли в сообществах, доля которых (согласно среднесезонным данным) составила $\geq 5\%$ от общей биомассы. Для дальнейшего анализа трофической структуры и построения трофических сетей также были учтены все хищные виды. В пелагиали оз. Полисто из «мирных» зоопланктеров в состав доминантов вошли фитофаги *Eudiaptomus graciloides*, *Daphnia cucullata*, *D. longispina*, *Bosmina coregoni* и детритофаг *Diaphanosoma brachyurum*. Из облигатных хищных видов отмечена *Leptodora kandtii*, из факультативных хищников (всеядных) – *Cyclops scutifer*, *C. kolensis*, и *Mesocyclops leuckarti*.

В первичных внутриболотных озерах доминировал *Holopedium gibberum*, в группу фитофагов здесь также вошли *Bosmina obtusirostris* и группа «мирных» коловраток. Детритофаги-микрофилтраторы в первичных озерах были представлены *Ceriodaphnia quadrangula*. В состав доминантов первичных озер вошел факультативный хищник *Asplanchna priodonta*, из облигатных хищников присутствовал *Polyphemus pediculus*.

Во вторичных водоемах преобладали детритофаги семейств Chydoridae и Macrothricidae. Во всех зонах болотного массива доминировали *Chydorus ovalis* и *C. sphaericus*. Значительную долю в сообществе зоопланктона водоемов переходной и центральной зоны занимал *Acantholeberis curvirostris*.

К детритофагам, питающимся более мелкими частицами детрита, в краевой зоне отнесены *Scapholeberis mucronata* и *Ceriodaphnia laticaudata*, в переходной и центральной — *Scapholeberis microcephala*. В краевой и переходной зонах в значительном количестве отмечены коловратки сем. Philodinidae. Факультативные хищники здесь представлены *Megacyclops viridis*, *Diacyclops nanus*, *D. languidus* и *D. languidoides*. Облигатный хищник *Polyphemus pediculus* присутствовал только в мочажинах и озерах центральной зоны болотного массива.

Трофические группы зоопланктона исследованных водоемов. Трофическая структура зоопланктона озер отличалась от таковой вторичных

водоемов, что во многом определялось пищевыми ресурсами и выражалось в качественном составе и соотношении трофических групп. В озерах значительную долю в трофической структуре составляли фитофаги (69 и 44%) и факультативные хищники (15 и 38%).

Во вторичных водоемах «мирный» зоопланктон был представлен исключительно детритофагами (84–95%) (рис. 5). По мере смены растительных сообществ от эвтрофных к олиготрофным: снижалась доля детритофагов-коловраток (39→13→4%), повышалась доля детритофагов-ракообразных (56→75→80%) и хищников (5→12→16%).

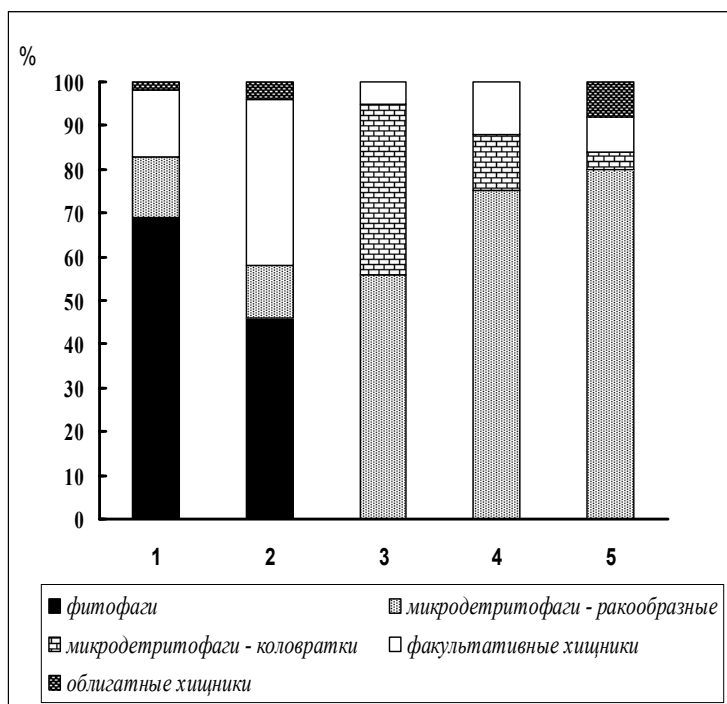


Рис. 5. Соотношение трофических групп зоопланктона исследованных водных объектов. 1 – оз. Полисто, 2 – первичные озера, 3 – краевая зона, 4 – переходная, 5 –

Трофические сети зоопланктона водоемов.

Трофическая сеть пелагиали мезотрофного оз. Полисто, в котором величина рН близка к нейтральной, представлена наибольшим числом видов по сравнению с закисленными водоемами. В целом параметры сети (число связей хищник—жертва и плотность связей, уровень генерализации) оз. Полисто соответствуют таковым нейтральных мезотрофных и эвтрофных озер, данные о которых имеются в литературе (Деревенская, 2002; Деревенская, Унковская, 2007; Лазарева и др. 2003).

Пищевые сети зоопланктона первичных озер и вторичных водоемов Полистово-Ловатской болотной системы устроены значительно проще, чем оз. Полисто. Все они были представлены небольшим числом видов и характеризовались одинаковой длиной, низкой плотностью межвидовых связей, высоким уровнем всеядности и каннибализма. Трофические сети вторичных водоемов сложнее, чем первичных озер, в них больше число и плотность связей хищник—жертва (табл. 6). Здесь преобладали хищники с широким спектром питания.

Известно, что альтернативные способы питания (всеядность и каннибализм) возникают в трофической сети при снижении доступности и разнообразия потенциальных жертв, они стабилизируют трофической сети через увеличение коротких и эффективных путей переноса энергии с нижних на верхние трофические уровни (Havens, 1991; Sprules, 1988). Основной поток энергии от продуцентов к верхним трофическим уровням в трофической сети

озер проходит через фитофагов, в сетях вторичных болотных водоемов – через детритофагов.

Таблица 6. Структура трофической сети зоопланктона водоемов

Параметры сети	Оз. Полисто	Первичные озера	Вторичные водоемы зон		
			Центральной	Переходной	Краевой
Число видов «мирных»	5	4	4	4	4
хищных	3	2	2	2	2
Доля, % факультативных хищников	25	17	17	33	33
каннибалов	25	17	33	33	33
Число связей хищник— жертва	19	6	9	10	10
Плотность связей хищник— жертва	2.4	1	1.5	1.6	1.6
Модальное число трофических уровней	4	4	4	4	4
Генерализация	6	3	4.5	5	5

Трофическая структура зоопланктона водотоков. Основу трофической структуры устьевых участков рек — притоков оз. Полисто, в местах контакта речных и озерных вод, и истока р. Полисть, вытекающей из озера, составляли озерные популяции зоопланктона, с преобладанием фитофагов (51–55%), доля детритофагов достигала 20–34%, количество хищников было не велико (14–25%). Основными пищевыми ресурсами для зоопланктона в данных биотопах были озерный фитопланктон и частично детрит, вымываемый течением, что определяется гидрологическими особенностями данных участков.

В верхнем и среднем течении р. Хлавица преобладали детритофаги, доля которых была близка к 50% от общей биомассы зоопланктона. В зоопланктоне верхнего и среднего течения массового развития достигали хищные виды (факультативные и облигатные), доля которых составляла соответственно 38 и 49%. Такая картина трофической структуры также определяется гидрологическими особенностями реки, водосбор которой занят верховыми болотами, и русло местами сильно зарастает. Это обеспечивает избыток одного из пищевых ресурсов – растительного детрита, а высокая гумификация и ацидификация вод препятствует развитию фитопланктона.

ГЛАВА 6. ПРИНЦИПЫ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЗООПЛАНКТОНА ИССЛЕДОВАННЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ (ЗАКЛЮЧЕНИЕ)

Согласно геологическим данным образование Полистово-Ловатского болотного массива произошло путем заболачивания единого крупного послеледникового озера. Поэтому исследованные водоемы можно рассматривать, как имеющие одинаковое происхождение и находящиеся на разных стадиях сукцессии (или эволюции многовидовых сообществ), которая началась после отступления ледника и протекала на протяжении многих столетий. На данный момент эти экосистемы представляют собой устойчивые ландшафтные образования. Соответственно, структурная организация зоопланктона будет рассмотрена в ряду: мезотрофное оз. Полисто, расположенное на границе болотного массива → дистрофные внутриболотные озера → верховое болото (вторичные водоемы). Зоопланктон исследованных участков водотоков (в нашем случае в основном устьевых и близких к истоку) формируются озерными и болотными сообществами указанного сукцессионного ряда.

Зоопланктон озер и вторичных болотных водоемов находятся на определенной стадии зрелости, соответствующей зрелости водных экосистем. Показатели видового богатства (число видов) и видового разнообразия (индекс Шеннона) зоопланктона довольно высоки во всех типах водоемов (табл. 7).

В исследованных водных объектах зоопланктеры представлены широким спектром жизненных форм, занимающих все доступные для них местообитания: водную толщу открытого плеса озер, прибрежных мелководий и растительных ассоциаций вторичных водоемов. Причем в озерах представлены все экологические формы, а во вторичных водоемах – только зарослевые и эврибионтные, что соответствует наличию определенных экологических ниш. Трофические сети зоопланктона во всех водоемах не линейные, а ветвящиеся, что также говорит о зрелости систем. При этом в озерах преобладают пастбищные, а во вторичных водоемах исключительно детритные трофические цепи. Наличие преимущественно детритных трофических сетей и преобладающая роль детрита в круговороте веществ, свидетельствует о более поздней сукцессионной стадии экосистемы. Относительно сезонной динамики видового состава и количественной представленности, как флуктуаций в системе, можно отметить, что она наиболее выражена в мезотрофном озере, наименьшие флуктуации сообщества зоопланктона характерны для вторичных болотных водоемов, что является еще одним показателем климаксовой фазы в развитии экосистемы. Конкуренция между видами, сменяющими друг друга или свои позиции в ходе сукцессии, приводит к закономерному замещению видов-эврибионтов стенобионтами. Анализ коэффициента стенобионтности по биомассе показал, что максимальных значений (4.3) он достигал во вторичных водоемах центральной зоны болотного массива, затем в этом ряду шли водоемы переходной зоны (2.5), затем первичные дистрофные озера (2.2). Минимальные значения

отмечены для мезотрофного оз. Полисто (0.5) и водоемов краевой зоны (0.2). Краевая зона болотного массива во многом отличается от центральной и переходной не только составом зоопланктона (здесь преобладают эврибионтные виды), но и растительными комплексами и не соответствует классическому пониманию верхового болота.

Таблица 7. Основные характеристики зоопланктона в сукцессионном ряду водоемов болотной системы

Показатель	Мезотрофное оз.	Дистрофное оз.	Вторичные водоемы зон		
			Центральной	Переходной	Краевой
<i>Экологические группы</i>	4 (пелагические, литорально-зарослевые, донные и эврибионтные виды)	4 (пелагические, литорально-зарослевые, донные и эврибионтные виды)	2 (литорально-зарослевые и эврибионтные виды)		
<i>Количество (среднее за вегетационный период):</i>					
N (тыс. экз./м ³)	49	46	93.6	117.1	222.7
B (г/м ³)	1.2	1.7	1.5	1.6	2.7
H _N	2.4	1.8	2.2	2.3	1.9
H _B	2.1	1.6	1.9	2.1	2.1
<i>Трофические группы (% B):</i>					
фитофаги	69	46	0	0	0
детритофаги	14	12	90	85	83
факультативные хищники	15	38	10	15	9
облигатные хищники	2	4	0	0	8
<i>Трофические цепи</i>	пастбищные	пастбищные	детритные		
<i>Коэффициент стенобионтности</i>	0.5	2.2	0.2	2.5	4.3

ВЫВОДЫ

1. Гидрографическая сеть системы верховых болот представлена озёрами, вторичными водоемами и водотоками. Среди вторичных водоёмов в соответствии со сменой трофности болотных комплексов выделено три группы — водоемы краевой, переходной и центральной зон.
2. В водных объектах Полистово-Ловатской болотной системы обнаружено 102 таксона зоопланктеров (33 — Rotatoria, 17 — Copepoda и 52 — Cladocera). Наибольшее число видов отмечено в полигумозном мезотрофном с признаками дистрофикации и слабокислой реакцией среды озере — 65 видов, в фауне водотоков зарегистрировано 55 видов, в первичных внутриболотных озерах — 40, наименьшее количество — 29 — во вторичных водоемах.
3. В озерах и реках представлены все экологические формы зоопланктеров — пелагические, донные, зарослевые и эврибионтные виды, а во вторичных водоемах только зарослевые и эврибионтные.
4. Доминантный комплекс зоопланктеров слабокислого мезотрофного озера и его количественное развитие не постоянны в течение вегетационного периода и зависят от температурного режима.
5. Доминантный комплекс беспозвоночных первичных дистрофных озёр постоянен в течение вегетационного периода, состоит их 4 видов, развитие которых определяет количественную представленность и сезонную динамику зоопланктона и не зависит от годовых вариаций термического режима водоемов.
6. Во вторичных водоемах доминантный комплекс постоянен в течение вегетационного периода, количественное развитие сообщества определяют микроклиматические условия (сроки весеннего оттаивания болотных комплексов, высокие летние температуры поверхности болота) и уровень болотных вод.
7. Количественное развитие и сезонная динамика зоопланктона участков рек определяются их расположением по продольному профилю, морфометрией и гидрологическим режимом. Формирование зоопланктона в истоке реки, берущей начало из озера, полностью определяется озерным стоком. На участках верхнего, среднего течения и в устьях рек максимального развития зоопланктон достигает в период межени.
8. В мезотрофном озере по сравнению с закисленными водоемами более сложная трофическая сеть зоопланктеров. Трофические сети вторичных водоемов по ряду параметров сложнее, чем первичных дистрофных озёр, в них больше число и плотность связей хищник—жертва. Основной поток энергии от продуцентов к верхним трофическим уровням в озерах проходит через фитофагов, во вторичных болотных водоемах — через детритофагов. Основу трофической структуры участков рек в местах контакта речных и озерных вод (исток и устья) составляют озерные фитофаги, в верхнем и среднем течении рек — детритофаги.

9. В сукцессионном ряду «мезотрофное озеро → дистрофное озеро → верховое болото (вторичные водоемы)» происходит смена пастбищных трофических цепей на детритные, снижается варьирование показателей таксономической структуры, виды-эврибионты замещаются стенобионтами.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

- в изданиях, рекомендованных ВАК:

Черевичко А.В. Зоопланктон разнотипных водоемов Полистово-Ловатской болотной системы // Биология внутренних вод. 2009. №3. С. 73 – 78.

- в прочих изданиях:

Черевичко А.В. Зоопланктон малых озёр Полистовского заповедника // Запад России и ближнее зарубежье: устойчивость социально-культурных и эколого-хозяйственных систем. Псков, 2005. С. 205—208.

Черевичко А.В. Видовое разнообразие Cladoseга водоёмов и водотоков Полистово-Ловатской болотной системы // Ветвистоусые ракообразные: систематика и биология. Борок, 2007. С. 352—358.

Черевичко А.В. Зоопланктон зарослей высшей водной растительности оз. Полисто // Актуальные вопросы изучения микро-, мейобентоса и фауны зарослей пресноводных водоемов. Борок, 2007. С. 297—300.

Черевичко А.В. Зоопланктон Полистовского заповедника и прилегающих территорий // Природа Псковского края. Псков, 2008. С. 14—19.

Черевичко А.В. Зоопланктон малых рек Полистовского заповедника // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. Борок, 2008. С. 334—336.

Черевичко А.В. Организация гидробиологического мониторинга в Государственном природном заповеднике «Полистовский» // Материалы международной конференции: биоразнообразие: проблемы и перспективы сохранения. Пенза, 2008. С. 227—229.

Черевичко А.В. Крылов А.В. Зоопланктон водоемов Полистово-Ловатской болотной системы (Россия, Новгородская и Псковская обл.) // Материалы международной конференции: современное состояние водных биоресурсов. Новосибирск, 2008. С. 76—81.

Черевичко А.В. Зоопланктон озер Полистовского заповедника // Бюллетень Самарская Лука: Проблемы региональной и глобальной экологии, 2009. Т. 18, №3. С. 132—137.

Яблоков М.С. Черевичко А.В. О необходимости сохранения озера Полисто и его прибрежных участков — государственного комплексного памятника природы Псковской области // Северо-запад России: эколого-хозяйственные проблемы и перспективы трансграничного сотрудничества. Псков, 2007. С. 138—140.

Яблоков М.С. Шемякина О.А. Черевичко А.В. Государственный природный заповедник «Полистовский» — крупнейшая охраняемая территория Псковской области // Псковский регионологический журнал. Псков, 2006. С. 72—80.

Яблоков М.С. Шемякина О.А., Черевичко А.В. Экологическая характеристика и биоразнообразие особо охраняемой территории ГПЗ «Полистовский» // Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований. Вологда, 2008. С. 320—323.