

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Государственный научно-исследовательский институт озерного  
и речного рыбного хозяйства» (ФГБНУ «ГосНИОРХ»)  
Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ»

Лобуничева Е.В., Борисов М.Я., Филоненко И.В., Филиппов Д.А.  
**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
МАЛЫХ ВОДОЕМОВ**  
Учебное пособие



Вологда  
2013

БКБ 28.080  
УДК 574.5  
Л68

Лобуничева Е.В., Борисов М.Я., Филоненко И.В., Филиппов Д.А. **Оценка экологического состояния малых водоёмов**: Учебное пособие. – Вологда, 2013. 218 с.

Учебное пособие содержит методические рекомендации для проведения комплексных экологических исследований малых водоемов. В работе обобщена информация по организации гидрохимических и гидробиологических исследований, необходимом оборудовании, технологии сбора и камеральной обработке полевого материала. Особое внимание уделено специфике анализа полученных сведений, приводятся описание и формулы для расчета структурных показателей разных групп гидробионтов (в том числе для целей биоиндикации) и общепринятые в лимнологии и гидробиологии классификационные шкалы.

В качестве примера апробации описанных методик в пособии изложены результаты кадастровых исследования малых водоёмов города Вологды. Анализируемый массив данных включает распределение прудов на территории города, гидрохимический режим 15 водоёмов, структурные особенности макрофитных, зоопланктонных и зообентосных сообществ, особенности рыбного населения. Приведен алгоритм оценки экологического состояния искусственных водоемов по комплексу гидрохимических и гидробиологических показателей.

Книга будет полезна учащимся и учителям, преподавателям, аспирантам и студентам естественнонаучных специальностей, научным сотрудникам и специалистам в области изучения и охраны водных экосистем, а также всем интересующимся природой родного края.

Ответственный редактор:

канд. биол. наук, доцент **Неля Васильевна Думнич**  
(Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ»)

Рецензенты:

д-р биол. наук, проф. **Наталья Львовна Болотова**  
(ФГОБУ ВПО «Вологодский государственный педагогический университет»),  
канд. биол. наук, доцент **Александр Фёдорович Коновалов**  
(Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ»)

Книга печатается по решению Учёного совета ФГБНУ «ГосНИОРХ»  
от 05.02.2013 г.

© Лобуничева, Е.В., Борисов М.Я.,  
Филоненко И.В., Филиппов Д.А., текст 2013

© Филоненко И.В., обложка 2013

© Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2013

ISBN 978-5-91648-010-8

## Оглавление

<b>Введение</b> .....	4
<b>Раздел 1. Методические рекомендации по изучению экологического состояния малых водоемов</b> .....	7
1.1. Общая характеристика водоёма.....	9
1.2. Изучение гидрохимических параметров.....	10
1.3. Изучение растительности.....	21
1.4. Изучение планктонных животных.....	28
1.5. Изучение донных животных.....	49
1.6. Изучение рыбного населения.....	58
<b>Раздел 2. Оценка экологического состояния искусственных водоемов города Вологды</b> .....	77
2.1. Гидрохимический режим.....	79
2.2. Растительный покров.....	92
2.3. Зоопланктон.....	105
2.4. Зообентос.....	116
2.5. Рыбное население.....	125
<b>Раздел 3. Кадастр искусственных водоемов города Вологды</b> .....	131
3.1. Пруд по улице Мелиораторов.....	131
3.2. Пруд по улице Сокольская.....	136
3.3. Пруд в парке Мира (старица).....	143
3.4. Пруд в парке Мира.....	149
3.5. Пруд в микрорайоне Куролит.....	155
3.6. Пруды по улице Доронинская.....	160
3.7. Пруд Сибирский.....	169
3.8. Архиерейские пруды.....	174
3.9. Пруд по улице Воровского.....	180
3.10. Пруд Кузя-Мазя.....	185
3.11. Пруд Аппендикс.....	191
3.12. Пруд на стадионе «Локомотив».....	197
3.13. Пруд Евковский.....	203
<b>Литература</b> .....	209

### **Введение**

Малые водоемы широко распространены на территории Вологодской области. На настоящий момент в области насчитывается порядка 4820 естественных малых водоемов (озер) различной площади и генезиса (Борисов, Лобуничева, 2012). Характерной особенностью малых водоемов является их тесная связь с окружающей территорией (ландшафтом). По сравнению с другими типами водных объектов малые водоемы являются наиболее уязвимыми в условиях интенсивной антропогенной нагрузки. Их состояние может являться индикатором многофакторного антропогенного воздействия и экологической ситуации на территории. В связи с этим разработка и апробация различных методов оценки экологического состояния малых водоемов актуальны как для обзорного (кадастрового) изучения территории, так и для детальных исследований конкретных природных комплексов или антропогенных объектов (например, населенных пунктов, промышленных зон).

В настоящее время наиболее трансформированными водными объектами являются искусственные малые водоемы (пруды) урбанизированных территорий. В Вологодской области пруды различного происхождения уже длительное время являются неотъемлемой частью большинства городских и сельских населенных пунктов. Отметим, что на территории города Вологда издавна существовало большое количество водоемов. Первые пруды появились при основании населенного пункта. Впоследствии пруды создавались, как источники водоснабжения, особенно для хозяйственных нужд, так как не все районы города находились в непосредственной близости к реке. Другие искусственные водоемы выполняли роль защитных сооружений, являясь частью городского рва. Небольшие одиночные водоемы или каскады прудов, соединенные протоками, создавались в крупных помещичьих, дворянских усадьбах и монастырях. Это были источники воды для хозяйственных целей, водоемы для разведения водоплавающих птиц и места отдыха, где катались на лодках и ловили рыбу. Часто водоемы использовались как пожарные и создавались вблизи важнейших городских объектов и предприятий. При развитии города сеть искусственных водоемов значительно видоизменялась, создавались новые пруды, при застройке территории засыпались старые. В 70-х годах XX века многие пруды города были засыпаны в связи с мероприятиями по ликвидации малярии на территории Вологодской

области. В настоящее время существовавшие ранее водоемы также засыхают при интенсивной застройке города.

Деятельность человека практически всегда приводит к значительной трансформации прудов, при этом изменяются их морфологические характеристики (площадь, глубина и т.п.), гидрохимический режим, и как следствие структура биоценозов. Подобные изменения приводят к потере водными объектами эстетических свойств, что лишает жителей города мест отдыха, купания и рыболовства. Пруды с ярко выраженным эвтрофированием и неблагоприятным санитарным состоянием становятся источниками трансмиссивных (инфекционных) заболеваний. Водные объекты, несмотря на ухудшение состояния, продолжают влиять на развитие городской территории, в частности формируют микроклимат и среду близлежащих районов (застройку и др.).

Однако, эти близкорасположенные водоемы доступны для изучения, характеризуются сравнительно небольшой площадью и однородностью биотопов, что позволяет использовать пруды в качестве «модельных» объектов для разноплановых исследований. На их примере можно проследить общие экологические закономерности развития водных сообществ и провести комплексную оценку экологического состояния изучаемой территории. Этот вопрос становится все более актуальным в связи потенциальным развитием аквакультуры, что требует разработки восстановительных мероприятий.

В настоящее время из-за недостаточной изученности этих водоемов на территории Вологодской области невозможно оценить их разнообразие, а тем более проследить особенности нтропогенных сукцесий искусственных водных объектов.

Более исследованы пруды города Вологда, однако, ранее их изучение носило фрагментарный характер. Так, в начале 1990-х годов сотрудниками ВГПУ была выполнена НИР на тему «Разработка и исполнение целевой комплексной программы «Экология г. Вологды» (1992). В 1996 году сотрудниками Вологодской лаборатории ФГБНУ «ГосНИОРХ» осуществлялись гидробиологические исследования 7 водоемов города и прилегающих к нему населенных пунктов с целью выяснения возможности вселения в них молоди ценных видов рыб (Рыбоводно-биологическое..., 1996). Сотрудниками кафедры ботаники ВГПУ А.Б. Чхобадзе и А.Н. Левашовым в течение последних нескольких лет проводились гидрботанические исследования в рамках инвентаризации флоры города. Собранный ими материал находится в стадии обработки и до настоящего времени не опубликован. Кроме того, некоторые искусственные водоемы изучаются школьниками и студентами.

Наиболее полное обследование сети искусственных водоемов было проведено в 2010 года рамках НИР «Составление комплексного кадастра искусственных водоемов города Вологда с целью оптимизации их рекреационного использования» при поддержке государственного научного гранта Вологодской области (Лобуничева и др., 2011). Изучены морфологические и гидрохимические особенности, а также сообщества гидробионтов 15 искусственных водоемов города Вологда. На основании полученных данных появилась возможность оценить разнообразие искусственных водоемов города и провести первую оценку их экологического состояния. В дальнейшем это позволит анализировать степень трансформации малых водоемов в условиях многофакторной антропогенной нагрузки на урбанизированной территории.

Значительное количество городских водоемов определило методическую направленность пособия на приобретение навыков составления кадастров водных объектов (в том числе и прудов). Наличие кадастра позволяет проводить сравнение водоемов, оперативно следить за происходящими в их экосистемах изменениями. Предлагаемое изучение водоемов как целостной экосистемы основано на методологических подходах синергетики (Болотова, 1998, 2007). При этом водоем понимается как целостная развивающаяся система, имеющая свою иерархическую структуру. Гидробионты разных трофических уровней и экологических групп рассматриваются не только как взаимосвязанные звенья системы, но и как части соподчиненные целому – системе.

Приведенные в работе методические рекомендации по изучению малых водоемов адаптированы к условиям Вологодской области и могут применяться как при изучении искусственных, так и естественных водных объектов. В качестве наглядного примера для составления кадастра водоемов приводятся результаты изучения прудов города Вологда, проведенного с соблюдением описанных методик. Авторы надеются, что представленные материалы будут востребованы при изучении водоемов региона, что позволит получить сравнимые данные и значительно увеличить объем информации о структуре и особенностях функционирования водных экосистем региона.

Авторский коллектив выражает искреннюю благодарность всему коллективу Вологодской лаборатории ФГБНУ «ГосНИОРХ» за помощь в организации исследований и обработке полевого материала.

## **РАЗДЕЛ 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ**

Исследования малых водоемов, независимо от их целей и задач, можно разделить на несколько последовательных этапов. Это подготовительный этап, сбор полевого материала, его камеральная и математическая обработка, анализ полученных данных. Каждый из этапов играет важную роль для получения объективной информации о состоянии изучаемых водоемов. Это особенно проявляется при выполнении кадастровых исследований, обязательными требованиями к которым являются единая схема изучения, единообразие используемых методик сбора материала и подходов к анализу полученных данных. Соблюдение этих требований обеспечивает функциональность кадастровых материалов, дает возможность использовать их при сравнительном анализе и мониторинге.

**Подготовительный этап.** Любое исследование должно начинаться с постановки цели, определения задач и методов, которые будут использоваться для их реализации. При этом важное значение имеет сбор всех имеющихся опубликованных и фондовых материалов об исследуемых водоемах. Полученная при этом информация должна быть тщательно проанализирована. Это позволит более четко определить возможные и/или наиболее интересные направления исследований, избежать дублирования информации, а также оптимально спланировать дальнейшую работу.

После определения общего содержания будущих исследований необходимо познакомиться со спецификой методов изучения разных составляющих водной экосистемы. Особое внимание следует обратить на оптимальные сроки проведения работ, а также необходимое оборудование, так как именно эти факторы очень часто определяют репрезентативность полученного массива данных и возможность проведения сравнительного анализа. Для водоемов тайги характерны ярко выраженные сезонные изменения гидрологических, гидрохимических характеристик, а также структурных особенностей разных групп гидробионтов. В связи с этим при подготовке к сбору полевого материала необходимо ознакомиться с рекомендациями о выборе времени полевых исследований (см. далее).

При подготовке к полевым исследованиям особое внимание нужно обратить на снаряжение и оборудование. Необходима удобная (соответствующая погоде и предстоящему маршруту) обувь и одежда. Для фиксации проводимых наблюдений потребуются средства

для записи данных, фотоаппарат, а для ориентирования на местности – карта, компас, GPS навигатор. Исследования малых водоёмов связаны с использованием лодок, поэтому необходимо знать и соблюдать технику безопасности. Работающие в лодке должны быть одеты в спасательные жилеты и неукоснительно следовать указаниям старших (преподавателей, учителей, руководителей группы). Помимо общего снаряжения для изучения различных параметров водной экосистемы, как правило, необходимо специализированное оборудование. Его подготовка (изготовление), а также знакомство с принципами работы и апробация должны быть проведены заранее.

При планировании сбора проб на водоеме необходимо предварительно внимательно изучить его особенности, чтобы определить критерии для формирования сети станций, а затем выбрать соответствующие участки отбора проб. Особое внимание следует уделить морфологии котловины, специфике зарослевой зоны и характеру антропогенного воздействия. Необходимо, чтобы сеть станций отбора проб охватила как мелководные, так и глубоководные участки водоема. Если водоем имеет изрезанную береговую линию и/или обособленные от основной части акватории участки (заливы), то несколько станций отбора проб должны быть расположены именно в этой части акватории, а также в приустьевых участках притоков водоема и в истоках рек (ручьев). При наличии в водоёме локальных заросших участков или выраженных поясов водной и прибрежно-водной растительности сбор проб желателен проводить во всех (различных) типах растительных ассоциаций. Необходимо учитывать также и особенности антропогенного воздействия на водоем, при наличии ярко выраженных участков акватории, подвергающихся загрязнению (например, участок сбросов сточных вод) отбирать пробы необходимо как на участке наиболее интенсивного загрязнения, так и на некотором удалении от него. Общее количество станций отбора проб зависит от площади водоема, разнообразия формирующихся в нем биотопов, а также целей исследований. Кадастровые исследования предполагают охват наблюдениями всей акватории водоема для получения максимально полной информации о его состоянии.

В дальнейшем, в полевых условиях проводится описание каждой станции наблюдений с указанием географических координат, глубины, характера донных отложений, отсутствия или наличия высшей водной растительности и интенсивности зарастания. Все описания вносятся в полевой дневник, а точки станций наносятся на планкарту.

## **1.1 Общая характеристика водоёма**

Изучение любого малого водоема необходимо начинать с выяснения особенностей его происхождения и физико-географических характеристик как непосредственно водоема, так и окружающей его местности. При этом первоначальным источником сведений могут являться литературные данные, фондовые материалы различных организаций, устные сообщения местных жителей, интернет-ресурсы (в том числе космические снимки). Трудности этого этапа могут быть связаны с отсутствием информации о малых водоемах. Однако не менее важной является информация о территории, где располагается водоем. Именно она может дать основу для анализа полученных в результате полевых исследований данных и определения влияния водосбора на формирование условий в водоеме для обитания разных групп гидробионтов.

В лимнологии представление о водоеме как целостном объекте и составной части ландшафта (и его влияния через водосбор) сформировалось сравнительно давно (Thienemann, 1925; Калесник, 1973 и др.). Стоячие водоемы имеют черты, типичные для водных экосистем, и отражают особенности прилегающей к ним территории. В естественных малых водоемах влияние ландшафтов на гидробионтов проявляется через морфологические особенности этих водоемов и поступление веществ с водосборов. Особенности искусственных же водоемов напрямую зависят от деятельности человека. Создавая пруд, именно человек определяет его площадь, глубину, рельеф дна, многие черты гидрологического и гидрохимического режимов, характер его использования и как следствие интенсивность сукцессионных процессов. Для экосистем искусственных водных объектов особое значение в условиях загрязнения приобретает интенсивность и характер миграции веществ с прилегающей территории, а они напрямую зависят от особенностей почв и четвертичных отложений территории. Таким образом, при составлении комплексного физико-географического описания водоема и окружающей его территории необходимо учитывать как их природные особенности, так и специфику антропогенной деятельности в разные исторические периоды.

В учебной литературе существуют общепринятые схемы стандартного физико-географического описания местности (ландшафта) (Максутова, Скупинова, 2003 и др.). При составлении комплексной характеристики водоема особое внимание нужно уделить: генетическому типу ландшафта, в котором расположен водный объект, описанию конкретного ландшафта с указанием характерных особенностей водного объекта (мелководность, наличие на дне карстовых воронок, сложный ре-

льеф дна и/или берегов и т.д.), особенностям происхождения водного объекта, а также характеру и степени антропогенного воздействия.

Полевые исследования закономерно начинать с изучения морфологических, гидрологических и гидрохимических особенностей водного объекта, руководствуясь стандартными апробированными на водоемах Вологодской области рекомендациями (Изучаем водоемы..., 1994; Комплексная экологическая..., 2002). Минимальный набор сведений о водоеме, позволяющий в дальнейшем проводить оценку его экологического состояния и сопоставлять с другими водными объектами, должен содержать данные: о площади ( $S$ , км<sup>2</sup>, м<sup>2</sup>), длине береговой линии ( $L$ , км, м), длине ( $l$ , км, м), ширине ( $B_{ср}$ ,  $B_{max}$ , м), глубине ( $H_{ср}$ ,  $H_{max}$ , м) водоема, водотоках, которые впадают и/или берут начало в водоеме и его принадлежности к бассейну стока. При проведении сравнительного анализа важное значение имеют расчетные морфометрические характеристики гидрологических особенностей водоемов, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1. Расчетные характеристики водоемов

Показатель	Формула*	Автор
Коэффициент извилистости	$K_{б.л.} = L/(2\sqrt{\pi S})$	Муравейский, 1960
Коэффициент удлиненности	$K_{удл} = l/B_{ср}$	Григорьев, 1959
Коэффициент емкости	$K_{емк} = H_{ср}/H_{max}$	Верещагин, 1930
Относительная глубина	$a = H_{ср}^3/S$	Иванов, 1953
Коэффициент открытости	$K_{откр} = S/H_{ср}$	Верещагин, 1930
Удельный водосбор	$\Delta F = F/S$	Григорьев, 1959

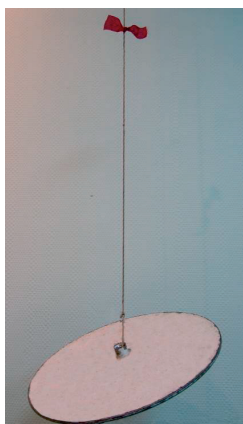
Примечание: \*буквенные обозначения приведены в тексте.

## 1.2. Изучение гидрохимических параметров

Гидрохимический режим водных объектов является одним из основных абиотических компонентов экосистемы, определяющих условия обитания гидробионтов. По комплексу показателей химического состава воды можно оценить экологическое состояние водоемов. Исследования по оценке экологического состояния водных объектов на основе гидрохимических показателей необходимо начинать с выбора компонентов химического состава с учетом возможных природных и антропогенных источников загрязнения, подбора соответствующих методик и анализа имеющихся опубликованных и фондовых материалов.

**Полевые исследования.** Изучение гидрохимических особенностей водоема начинается с тех параметров, которые можно непосредственно зафиксировать в полевых условиях. Прежде всего, из-

меряются температура воды, содержание растворенного в воде кислорода, насыщенность воды кислородом, pH. Для этого можно использовать специальные портативные приборы (термооксиметр, pH-метр) (рис. 1Б) или универсальный индикатор и соответствующие цветные шкалы. Прозрачность воды в водоеме определяют с помощью белого диска Секки. Его изготавливают самостоятельно или заменяют аналогичными по конструкции устройством. Он представляет собой белый металлический диск диаметром 30 см (рис. 1А). Для измерения прозрачности диск медленно опускают в воду, замечают и записывают глубину, на которой он перестает быть видимым. Затем диск постепенно поднимают и записывают глубину, на которой он снова становится видимым. Средняя арифметическая между этими двумя значениями и является величиной прозрачности воды.



А



Б

Рисунок 1. Диск Секки (А), термооксиметр и pH-метр (Б)

При наличии тест-комплекта или полевой гидрохимической лаборатории возможно провести экспресс-анализ воды на содержание минеральных солей, хлора, нитратов и нитритов, общую жесткость и др. (Муравьев, 2002). Полученные значения необходимо записать в полевой дневник.

Как правило, школьные или вузовские химические лаборатории не позволяют провести анализы в полном объеме. Поэтому лучше обратиться в специализированные лаборатории гидрометслужбы, санэпиднадзора или других предприятий. При этом нужно очень серьезно относиться к отбору проб на анализ. Для отбора проб воды

можно использовать пластиковые или стеклянные емкости объемом 3-5 литров. Посуда должна быть тщательно вымыта, а непосредственно перед отбором проб ее не менее трех раз необходимо ополоснуть водой из исследуемого водоема. Желательно, чтобы в пробу воды не попали донные отложения, остатки растений или другие посторонние предметы. Необходимо также следить, чтобы вся емкость была заполнена, в ней отсутствовал воздух, а крышки плотно закрыты. Взятая на анализ проба обязательно снабжается этикеткой, на которой указывается название водоема, дата и время отбора. Пробу необходимо быстро доставить в лабораторию, так как многие параметры химического состава изменяются даже при незначительном хранении.

**Анализ полученных данных.** При исследовании гидрохимических особенностей водоемов обычно определяют минерализацию, ионный состав, жесткость, активную реакцию среды (рН), прозрачность, цветность, количество взвешенных веществ, растворенный кислород, показатели содержания органических веществ (перманганатная и бихроматная окисляемости, БПК), концентрации биогенных элементов (соединения азота и фосфора), органических и неорганических токсикантов в воде. После получения фактических данных о химическом составе воды необходимо провести тщательный анализ результатов. Как правило, анализ включает описание результатов химических испытаний, их сравнение с утвержденными нормами и принятыми классификациями. В настоящее время в России утверждены две системы нормирования качества воды – рыбохозяйственная (Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 г. № 20) и санитарно-гигиеническая (СанПиН 2.1.4.1074-01). Величины предельно-допустимых концентраций различных веществ в воде по этим системам нормирования приведены в таблице 2.

Таблица 2. Величины ПДК различных веществ в воде

Показатель	Единица измерения	ПДК рыбохозяйственная*	ПДК санитарно-гигиеническая**	Класс опасности
Минерализация	мг/л	-	1000	-
Гидрокарбонаты	мг/л	-	400	-
Сульфаты	мг/л	100	500	-
Хлориды	мг/л	300	350	4
Кальций	мг/л	180	130	4
Магний	мг/л	40	65	4

Показатель	Единица измерения	ПДК рыбохозяйственная*	ПДК санитарно-гигиеническая**	Класс опасности
Натрий	мг/л	140	200	4
Калий	мг/л	50	20	4
Жесткость общая	моль/л	-	7,0	-
рН	ед	6,5-8,5	6,0-9,0	-
Цветность	град	-	20	-
Перманганатная окисляемость	мгО <sub>2</sub> /л	-	5,0	-
Бихроматная окисляемость	мгО <sub>2</sub> /л	-	15	-
БПК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /л	3,0	-	-
Аммоний-ион	мг/л	0,5	2,0	4
Нитрат-анион	мг/л	40	45,0	4
Нитрит-анион	мг/л	0,08	3,0	4
Фосфаты	мг/л	0,2	3,5	4
Кремний	мг/л	-	10	-
Железо	мг/л	0,1	0,3	4
Алюминий	мг/л	0,04	0,5	4
Марганец	мг/л	0,01	0,1	4
Цинк	мг/л	0,01	5,0	3
Медь	мг/л	0,001	1,0	3
Никель	мг/л	0,01	0,1	3
Кадмий	мг/л	0,005	0,001	2
Мышьяк	мг/л	0,05	0,05	3
Свинец	мг/л	0,006	0,03	2
Ртуть	мг/л	нет (0,00001)	0,0005	1
Кобальт	мг/л	0,01	0,1	3
Нефтепродукты	мг/л	0,05	0,1	3
Фенол	мг/л	0,001	0,25	3
СПАВ	мг/л	0,5	0,5	4

\* - Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

\*\* - СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.

Главные подходы к анализу гидрохимических данных, большинство классификаций природных вод, основанных на разных компонентах химического состава, можно найти в книге С.П. Китаева «Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов» (2007).

Основной из характеристик химического состава воды является общая минерализация, которая указывает на количество растворенных в воде минеральных веществ. Они определяют водно-солевой обмен гидробионтов, являются источником биогенных элементов и других веществ для построения покровов, костной ткани, протекания биохимических и физиологических процессов. Многие гидробионты могут жить только в определенном диапазоне минерализации. Согласно классификации пресных вод по величине общей минерализации О.А. Алекина (1970) выделяется пять групп, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3. Классификация пресных вод по величине общей минерализации

Группа воды по минерализации	Значения минерализации, мг/л
очень малой минерализации	менее 100
малой минерализации	100 - 200
средней минерализации	200 - 500
повышенной минерализации	500 - 1000
высокой минерализации	более 1000

Минерализация воды определяется концентрациями основных ионов – гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, кальция, магния, натрия и калия. На основе соотношения в воде этих ионов строится химическая классификация природных вод. По преобладающему аниону выделяется три класса: гидрокарбонатные ( $\text{HCO}_3^-$ ), сульфатные ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) и хлоридные ( $\text{Cl}^-$ ). Каждый класс по преобладающему катиону подразделяется на три группы: кальциевую, магниевую и натриевую (Алекин, 1970).

На территории Вологодской области природные поверхностные воды, в том числе и искусственные водоемы, в большинстве случаев относятся к гидрокарбонатному классу группы кальция (Воробьев, 2007). Это обеспечивает высокие буферные свойства поверхностных вод региона к такому негативному процессу как «закисление» (Моисеевко, 2003). В отдельных случаях, например, на участках выхода сероводородных источников, при питании водоемов подземными водами в местах залегающих загипсованных пород или при сбросе неочищенных серосодержащих производственных вод, соотношение ионов

может меняться. Обычно возрастает роль сульфатов, которые иногда даже превалируют над гидрокарбонатами.

Для того, чтобы определить к какой химической группе и классу относится вода из исследуемого водоема, необходимо перевести значения концентрации ионов в мг-экв./л. Для перевода содержания катионов и анионов в единицы мг-экв./л концентрацию ионов в мг/л делят на суммарную атомную массу элементов и умножают на валентность. Пример пересчета представлен в таблице 4.

Соотношение ионов для определения химической группы и класса вод считают отдельно для анионов и катионов. Например, вода с содержанием ионов, представленным в таблице 4, будет относиться к гидрокарбонатной группе и кальциево-магниевому классу.

Таблица 4. Пересчет содержания основных ионов в единицы мг-экв./л.

Ион	Атомная масса элементов	Валентность	Содержание в мг/л	Содержание в мг-экв./л	Соотношение мг-экв. %
Анионы					
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	61,02	1	134	2,196	77,5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	96,06	2	17	0,354	12,5
Cl <sup>-</sup>	35,45	1	10	0,282	10,0
Катионы					
Ca <sup>2+</sup>	40,08	2	25	1,248	45,1
Mg <sup>2+</sup>	24,31	2	15	1,234	44,6
Na <sup>+</sup>	22,99	1	6	0,261	9,4
K <sup>+</sup>	39,10	1	1	0,026	0,9

Содержание двух основных катионов (Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>) определяют следующую важную характеристику воды – общую жесткость. В зависимости от окружающего водоема ландшафта жесткость воды может значительно варьировать. Если водоем находится среди карбонатных пород (известняков, карбонатной морены), то жесткость воды в нем, как правило, будет повышена. В тоже время, если водоем окружают песчаные породы, а также болота, жесткость будет незначительной. О жесткости воды можно судить и по некоторым видам водных растений. Например, большое количество в водоеме элодеи, а также присутствие телореза, роголистника свидетельствуют о высокой жесткости воды. Кроме того, в таких водоемах можно обнаружить большое количество моллюсков с крепкими и массивными раковинами, для образования которых требуется кальций. Общую жесткость воды можно рассчитать, зная содержание кальция и магния. Формула

для вычисления общей жесткости воды по концентрации кальция и магния имеет следующий вид:

$$Ж_0 = C_{Ca^{2+}} / 20,04 + C_{Mg^{2+}} / 12,16; \text{ где}$$

$C_{Ca^{2+}}$  – содержание кальция, мг/л

$C_{Mg^{2+}}$  – содержание магния, мг/л

В зависимости от показателя общей жесткости природные воды делятся на пять групп (табл. 5). Водоемы и водотоки Вологодской области в основном имеют среднюю и мягкую жесткость воды.

Таблица 5. Классификация воды по величине общей жесткости

Группа воды	Единица измерения, ммоль/л
Очень мягкая	менее 1,5
Мягкая	1,5 – 4,0
Средней жесткости	4,0 – 8,0
Жесткая	8,0 – 12,0
Очень жесткая	более 12,0

Одним из интегральных показателей качества воды является её активная реакция среды (рН), которая часто используется для прогнозирования химических и биологических процессов, происходящих в природных водах. Активная реакция среды имеет исключительно важное значение для гидробионтов, так как от ее зависит скорость протекания многих жизненно важных процессов. Некоторые виды водных животных и растений способны переносить только определенные значения рН и погибают при их изменении. Показатель рН равен десятичному логарифму концентраций водородных ионов, взятому с обратным знаком, и характеризует баланс в воде ионов  $H^+$  и  $OH^-$ . Значения рН могут варьировать от 0 до 14, а при рН 7 вода содержит равные концентрации ионов  $H^+$  и  $OH^-$ . В зависимости от активной реакции среды (рН) природные воды делят на семь групп (табл. 6).

Таблица 6. Классификация природных вод по величине активной реакции (рН)

Группа воды	Единица измерения, рН
Сильнокислая	менее 3,0
Кислая	3,0-5,0
Слабокислая	5,0-6,5
Нейтральная	6,5-7,5
Слабощелочная	7,5-8,5
Щелочная	8,5-9,5
Сильнощелочная	более 9,5

Водоёмы Вологодской области в основном имеют слабокислую и нейтральную реакцию среды. Закисление воды обычно наблюдается при поступлении в водоем болотных вод или заболачивании его берегов.

Наряду с большим разнообразием растворенных в воде минеральных веществ, в водоемах содержатся органические соединения. Основными источниками органических веществ являются соединения, образующиеся в самом водоеме (автохтонные) и поступающие с водосборной площади или атмосферными осадками (аллохтонные). Роль органических веществ в водных экосистемах огромна. Они являются источником пищи для многих бентосных и планктонных организмов, после их минерализации в водную толщу поступают биогенные элементы, потребляемые фототрофами. В тоже время избыточное количество органических веществ может служить причинами дефицита растворенного в воде кислорода, который тратится на их окисление.

Наиболее надежным показателем содержания органических веществ в водоеме является концентрация углерода, на который приходится около 50% массы органического вещества. Однако в связи с трудностями в определении углерода, для оценки количества и состава органических веществ применяют такие показатели как цветность, БПК, перманганатная и бихроматная окисляемости.

Цветность – показатель качества воды, обусловленный главным образом присутствием в воде гуминовых и фульвовых кислот, а также соединений железа. Поэтому цветность характеризует, прежде всего, содержание аллохтонных труднорастворимых соединений гумусовой природы. Цветность измеряется в градусах платино-кобальтовой шкалы и колеблется от единиц до тысяч градусов. Мониторинг водоемов Вологодской области показал, что цветность природных вод региона довольно высокая и часто достигает величин 80-100 град. Повышенной цветностью отличаются водоемы и водотоки болотных ландшафтов. М.А. Фортунатов (1959) в зависимости от величины цветности предложил выделять 6 групп вод (табл. 7).

Таблица 7. Классификация природных вод по величине цветности

Группа воды	Величина цветности, град
олигогумозная	Менее 20,0
мезоолигогумозная	20,0 – 40,0
мезогумозная	40,0 – 60,0
мезополигумозная	60,0 – 100,0
полигумозная	100,0 – 200,0
ультраполигумозная	Более 200,0

Окисляемость перманганатная и бихроматная – величины, характеризующие содержание в воде органических веществ, окисляемых в первом случае перманганатом калия ( $\text{KMnO}_4$ ), а во втором – бихроматом калия ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ). Бихроматную окисляемость часто называют химическим потреблением кислорода (ХПК). Окисляемость выражается в миллиграммах кислорода, пошедшего на окисление органических веществ, содержащихся в 1  $\text{дм}^3$  воды. Оценивая состав органического вещества водоема, по бихроматной окисляемости судят об общем его количестве в водоеме, а по перманганатной – об органике планктонного происхождения. Кроме того, для определения состава органического вещества высчитывают показатели отношения цветности к перманганатной окисляемости и бихроматной окисляемости к перманганатной. При этом, чем выше полученный показатель, тем больше в водоеме органических веществ аллохтонного, как правило, гумусового происхождения. Бихроматная и перманганатная окисляемости не регламентируются в составе рыбохозяйственных нормативов, но согласно СанПиН величина перманганатной окисляемости в водоемах нецентрализованного водоснабжения не должна превышать 5,0 – 7,0  $\text{мгO}_2/\text{л}$ , а бихроматной окисляемости составлять не больше 15  $\text{мгO}_2/\text{л}$  у пунктов питьевого водопользования и 30  $\text{мгO}_2/\text{л}$  – в зонах рекреации.

Для оценки содержания легкоокисляющихся органических веществ используют показатель БПК<sub>5</sub>. При проведении анализа рассчитывают количество кислорода, израсходованное на биохимическое окисление под действием микроорганизмов и разложение нестойких органических соединений, содержащихся в исследуемой пробе. БПК<sub>5</sub> реагирует на поступление сточных вод, поэтому этот показатель часто используется в оценке уровня загрязнения водных объектов (табл. 8).

Таблица 8. Оценка качества воды по величине БПК<sub>5</sub>

Степень загрязнения (классы водоемов)	Величина БПК <sub>5</sub> , $\text{мгO}_2/\text{л}$
Очень чистые	Менее 1,0
Чистые	1,1 – 1,9
Умеренно загрязненные	2,0 – 2,9
Загрязненные	3,0 – 3,9
Грязные	4,0 – 10,0
Очень грязные	Более 10,0

Группу биогенных составляют наиболее важные для жизнедеятельности элементы (фосфор, азот, кремний), определяющие продуктивность водных экосистем. Избыточные их концентрации вызывают вспышку продукционных процессов, наблюдается так называемое ускорение эвтрофирования водоемов. Среди антропогенных источников поступления биогенных элементов в водные экосистемы преобладающими являются сточные воды с предприятий промышленности и ЖКХ, животноводческих ферм, сельскохозяйственных угодий и даже атмосферные осадки.

В водоеме биогенные элементы содержатся в виде минеральных компонентов и в составе сложных органических соединений. Наибольшее значение имеют минеральные формы, которые, потребляются автотрофами. Дополнительное количество биогенных элементов поступает за счет минерализации органических соединений. Минеральный фосфор в воде в основном присутствует в виде фосфатов, азот – в форме ионов аммония, нитритов и нитратов, а кремний – силикатов. Являясь важными компонентами природной воды, содержание фосфора и азота регламентируется рыбохозяйственными и санитарно-гигиеническими нормами. Так, предельно допустимая концентрация фосфатов в эвтрофных водоемах составляет 0,2 мг/л, мезотрофных – 0,15 мг/л, а олиготрофных 0,05 мг/л. Содержание ионов аммония не должно превышать 0,5 мг/л, нитратов 40 мг/л, а нитритов 0,08 мг/л (табл. 2).

Особую группу составляют токсические вещества неорганического и органического происхождения. К ним относятся тяжелые металлы, нефтепродукты, фенолы, синтетические активные вещества и многие другие. При анализе, прежде всего, сравниваются выявленные концентрации с установленными нормами. Согласно рыбохозяйственным нормативам в воде содержание синтетических активных веществ не должно превышать 0,5 мг/л, железа – 0,1 мг/л, свинца 0,06 мг/л, алюминия – 0,04 мг/л, марганца, цинка, никеля, кобальта – 0,01 мг/л, кадмия и нефтепродуктов 0,005 мг/л, фенолов и меди – 0,001 мг/л, а ртуть вообще должна отсутствовать. Отличительной особенностью природных вод Вологодской области является повышенные концентрации таких металлов как железо, медь, цинк и марганец.

В практике оценки экологического состояния водных экосистем часто применяют комплексные показатели, например гидрохимический индекс загрязнения воды (ИЗВ), показатель химического загрязнения воды (ПХЗ-10), удельный комбинаторный индекс загрязненности (УКИЗВ) и др. (Шитиков и др..., 2003). При школьном экологическом мониторинге наиболее приемлемо использовать ИЗВ. Этот ин-

декс был установлен Госкомгидрометом СССР (Временные методические..., 1986) и относится к категории показателей, наиболее часто используемых для оценки качества водоемов и водотоков. Этот индекс является типичным аддитивным коэффициентом и представляет собой среднюю долю превышения ПДК по строго лимитированному числу индивидуальных ингредиентов:

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}, \text{ где}$$

$C_i$  – концентрация компонента;

$n$  – число показателей, используемых для расчета индекса,  $n = 6$ ;

ПДК $_i$  – установленная величина норматива для соответствующего типа водного объекта (табл. 2).

Для расчета индекса загрязнения вод для всего множества нормируемых компонентов, находят отношения  $C_i / \text{ПДК}_i$  фактических концентраций к ПДК и полученный список сортируют. ИЗВ рассчитывают строго по шести показателям, имеющим наибольшие значения приведенных концентраций, независимо от того превышают они ПДК или нет. При этом в расчет обязательно включают биологическое потребление кислорода и содержание в воде растворенного кислорода. В зависимости от величины ИЗВ водные объекты или их участки подразделяют на 7 классов (табл. 9).

Таблица 9. Классы качества вод в зависимости от значения индекса загрязнения воды

Значения ИЗВ	Классы качества вод	
до 0,2	I	Очень чистые
0,2–1,0	II	Чистые
1,0–2,0	III	Умеренно загрязненные
2,0–4,0	IV	Загрязненные
4,0–6,0	V	Грязные
6,0–10,0	VI	Очень грязные
>10,0	VII	Чрезвычайно грязные

Помимо гидрохимических показателей для оценки экологического состояния водоемов применяются разнообразные методы биоиндикации, основанные на использовании разных групп водных организмов.

Гидробионты, населяющие малые водоемы, очень разнообразны в таксономическом и экологическом отношении. В связи с этим их изучение сопряжено с определенными трудностями, как при сборе полевого материала, так и при его обработке. Все многообразие ис-

следований водных растений и животных можно разделить в зависимости от сформулированных целей на следующие направления:

1) фаунистические/флористические исследования, при которых особое внимание уделяется выявлению максимально полного видового состава той или иной группы гидробионтов, также на основе данных о встречаемости и плотности определяются преобладающие и редкие виды; при этом, как правило, составляется фаунистическое описание каждого обнаруженного вида;

2) исследования структур популяций (пространственная, размерная, половая, возрастная и т.д.) отдельных видов; при этом особое внимание уделяется охраняемым видам, видам-вселенцам, малочисленным видам и т.д.;

3) исследования структуры сообществ, при которых с той или иной детальностью выясняется таксономический состав изучаемой группы гидробионтов, численность и биомасса отдельных организмов и всего сообщества в целом, соотношение разных таксономических групп, пространственные различия и т.д.;

4) исследования по оценке экологического состояния водных объектов на основе биоиндикационных показателей.

Специфика каждого направления исследований обуславливает характерные особенности организации и требует соответствующей квалификации специалистов. В рамках данной работы особое внимание будет уделено двум последним направлениям исследований гидробионтов малых водоемов, как наиболее применимых в практической гидробиологии и интересных для понимания функционирования водных экосистем.

Среди всего многообразия гидробионтов, населяющих малые водоемы, наиболее изученными в Вологодской области являются такие экологические группы, как макрофиты (водные растения), зоопланктон, зообентос, а также рыбное население. В ходе исследований любой группы гидробионтов можно выделить несколько общих этапов – сбор полевого материала, его камеральная обработка, анализ полученных данных.

### **1.3. Изучение растительности**

Изучение растительности водоёмов и процессов их зарастания является неотъемлемой частью любого биоэкологического исследования, направленного как на разработку и развитие теоретических вопросов, так и на решение природоохранных задач и проблем водоснабжения населения. В данном разделе будут приведены лишь некоторые методы и методики ботанического изучения водоёмов. Ин-

формацию о многообразии существующих методов исследования растительности водоемов можно подчеркнуть из ряда работ отечественных авторов (Катанская, 1956, 1981; Катанская, Распопов, 1983; Печенюк, 2003; Бобров, Чемерис, 2006 и др.). Познакомиться с разнообразием тематики гидрботанических исследований можно в работе А.И. Кузьмичева «Гидрофильные растения России и сопредельных государств...» (2002), которая представляет собой ретроспективный указатель научной литературы по гидрофильным растениям с 1853 по 2001 гг. Для тех, кто занимается изучением вологодских водоёмов, полезно будет ознакомиться с работой Д.А. Филиппова «Растительный покров, почвы и животный мир Вологодской области (ретроспективный библиографический указатель)» (2010).

Основными целями гидрботанических исследований могут быть: оценка видового и ценотического разнообразия водоёма (группы водоёмов или водных объектов определённой территории), выявление характера, причин и закономерностей зарастания водоёмов, разработка рекомендаций по сохранению и рациональному использованию водных объектов. Возможно изучение популяции отдельных видов водных растений (например, массовых или редких и охраняемых) или влияния растений и растительных сообществ на других гидробионтов (например, зоопланктон или фитопланктон зарослей различных экогрупп растений; влияние плотности фитоценозов на количественные показатели планктонных организмов).

**Полевые исследования** растительного покрова проводятся со второй половины июня по вторую половину августа, желательно при ясной погоде. Для сбора растений обычно используют лёгкие грабельки на длинной ручке (для извлечения растений с глубины), нож, копалку (лопатку), а также гербарные папки и прессы, газеты для сушки растений, полиэтиленовые мешки для сбора растений, карманную лупу. Для отбора укосов, определения фитомасс и продуктивности растительных сообществ необходима складная рамка (0.5×0.5 м), портативные весы и марлевые (или полиэтиленовые) мешки. Для определения размеров геоботанических площадок и фитоценозов потребуется рулетка, а для описания растительности на трансектах – размеченный на метровые отрезки шнур.

Перед началом ботанического обследования водоёма в полевом дневнике нужно зафиксировать следующие сведения: дату и участников обследования, тип водоёма (озеро, пруд, копань, водохранилище и др.) и его название, географические координаты и ориентиры (наличие рядом расположенных населённых пунктов), положение в

ландшафте, природное окружение, морфометрические характеристики водоёма (длина, ширина, глубина), характер берегов и грунта дна, а также видимые зоогенные и антропогенные нарушения (имеются ли непосредственные стоки в водоём с животноводческих ферм или населённых пунктов; используется ли водоём в качестве водопоя для скота, рекреации местного населения и т.п.).

В полевых условиях изучается видовое и ценозитическое разнообразие водоёмов, характер зарастания и продукционные характеристики отдельных растительных ассоциаций и водоёма в целом.

I. Изучение флоры водоёма. Для выявления видового богатства водных и прибрежно-водных видов необходимо осмотреть по возможности весь водоём или значительную его часть. Обязательно необходимо исследовать всё разнообразие типов биотопов данного водоёма. Это могут быть заливы, открытые и закрытые мелководья, отмели, пляжи, сплавины и др. Обращаем внимание, что на разных типах грунта даже одного типа местообитаний могут встречаться разные виды растений.

При нахождении вида, его необходимо собрать в гербарную папку и выписать этикетку (дата и автор сбора, местонахождение водоёма, название водоёма, характер местообитания). Названия всех встреченных видов фиксируются в полевом дневнике. Рекомендуется фотографировать обнаруженные растения и записывать некоторые дополнительные сведения о них.

В этот же день растения должны из гербарной папки быть заложены в сухие газеты в гербарный пресс. Более подробно о гербаризации растений можно прочитать в книге А.К. Скворцова «Гербарий» (1977). Методические приемы гербаризации водных и прибрежно-водных растений изложены в нескольких работах (Лисицына, 2006, 2010).

II. Геоботаническое описание – установление видового состава и структуры фитоценозов с определением количественных характеристик участия разных видов растений. Анализ геоботанических описаний позволяет выявить ценозитическое разнообразие водоёмов определённой территории или водоёмов определённого типа, а также провести классификацию водной и прибрежно-водной растительности.

Общий порядок выполнения геоботанических описаний:

1) Выбрать наиболее однородный и типичный участок акватории и (или) прибрежий водоёма – пробную площадку. Описание проводят в естественных границах (полоса, пятно небольшой площади), но чаще всего размер пробной площади не превышает 10×10 м. Границы площади можно отметить палками по углам или заметить по каким-либо

ориентирам (например, крупным особям растений). На картосхеме водоёма нужно отметить место нахождения пробной площадки.

2) Записать в дневнике географическое положение (регион, район, название водоёма), дату, исполнителей, размер пробной площади, а также положение участка в пределах водоёма (залив, мелководье, пляж, эстуарий и др.), глубину водоёма на данном участке, характер и тип грунта дна, видимые антропогенные и другие нарушения.

3) Вычислить и записать общее проективное покрытие (площадь проекции наземных частей растений, выраженная в процентах от всей площадки) описываемого фитоценоза.

4) Составить список всех видов в пределах пробной площади.

5) Для каждого вида следует указать степень его участия в растительном сообществе, которое может быть выражено в процентах (проективное покрытие), либо в баллах (показатель обилия-покрытия). При этом удобно использовать 7-балльную шкалу обилия-покрытия Ж. Браун-Бланке (Бобров, 2004), представленную в таблице 10.

Часто после балла проставляется индекс «j», обозначающий, что вид представлен в описании ювенильными особями (проростки и молодые растения).

6) Неизвестные виды растений необходимо собрать в гербарий, но предварительно пометив их в описании и на этикетке каким-либо номером или сокращением (sp1, sp2, sp3, осока sp., рдест с вытянутыми листьями и т.п.). Уточнение названия вида проводится в лабораторных условиях.

Таблица 10. Шкала обилия-покрытия растений Ж. Браун-Бланке

Балл	Характер развития растений
5	растением покрыто больше 3/4 пробной площади (ПП)
4	покрыто от 1/2 до 3/4 ПП
3	покрыто от 1/4 до 1/2 ПП
2	покрыто от 1/20 до 1/4 ПП
1	растения довольно многочисленны, но покрывают до 1/20 ПП
+	растения немногочисленны и покрывают малую часть ПП
r	растения представлены единично

Сходным образом ведётся описание растительности на трансектах (или профилях), которые закладываются через ряд сменяющих друг друга растительных ассоциаций водоёма. Для оптимизации работы можно использовать и специально подготовленные заранее бланки геоботанических описаний.

Для построения объективной классификации водной и прибрежно-водной растительности необходимо заложить серию площадок, которые максимально охватывают разнообразие растительных ассоциаций и типов местообитаний данного водоёма (водоёмов определённой территории, определённой группы водоёмов и др.).

III. Определение продуктивности растительных сообществ производится путём изъятия надземных частей растений с определённой площади. Под продуктивностью понимается прирост биомассы растений за определённый промежуток времени. Сбор растений для оценки продуктивности ценозов следует проводить в период их максимального развития. Продукционные характеристики изучаются на тех же пробных площадях, где выполняются геоботанические описания. Для этого используя квадратные рамы размером 0.5×0.5 м, закладываются 4 регулярные распределённые укосные площадки (по 0.25 м<sup>2</sup> каждая). В границах данных площадок у самого дна срезаются все растения. Далее каждый укос разбирается по отдельным видам (реже по морфологическим или таксономическим группам). Затем производится взвешивание сырой массы с точностью до 10 г. Отобранные укосы помещают в марлевые мешки, сушат на воздухе и хранят в сухом помещении для дальнейших лабораторных исследований.

Работа с пробами растений, взятых на укосных площадках, продолжается в лабораторных условиях. После сушки на воздухе пробы досушиваются в сушильном шкафу при 65°C до постоянного веса и взвешиваются с точностью до 0.1 г. Таким образом, определялся воздушно-сухой вес пробы. По разнице же между весом пробы с естественной влажностью и весом в воздушно-сухом состоянии высчитывается процент свободной влаги в растениях. Далее каждая из проб измельчается, перемешивается и из неё отбирается навеска, величина которой определяется на аналитических весах с точностью до 0.01 мг. Эти навески высушиваются до постоянного веса при температуре 105°C. По разнице веса до и после сушки определяется содержание связанной влаги. Это позволяет определить общую влажность образцов растений и подсчитать абсолютно сухой вес. Затем отобранный в качестве навесок материал сжигается в муфельной печи для определения в нём процентного содержания золы и органического вещества. По содержанию в частях и органах растений органического вещества можно рассчитать их энергетическую ценность. Более детально о продукционных исследованиях можно прочитать в работах В.Г. Папченкова (2001, 2003б) и И.М. Распопова (2006).

IV. Картирование растительности водоёмов производится преимущественно глазомерным способом. Картосхемы зарастания со-

ставляют с соблюдением масштаба. Лучше всего использовать выкопировки с карт масштабом 1:1000. Для картирования водоёмов можно применять доступные материалы дистанционного зондирования поверхности Земли (аэрофотосъёмка или космическая съёмка).

В полевых условиях составляется черновой вариант карты. На бумагу наносятся контуры водоёма и контуры зарослей, визуально (или с помощью измерительной ленты) определяются их размеры. Фитоценозы при картировании выделяют по доминирующим видам (например, сообщество с доминированием камыша озёрного, либо рдеста плавающего, либо кубышки жёлтой, либо тростника южного и т.п.). Для удобства доминирующие растения можно отмечать произвольными условными обозначениями (Катанская, 1981; Папченко, 2006), штриховкой или начальными буквами видовых названий.

**Камеральная обработка** включает в себя обработку гербарных образцов, с последующим обобщением наблюдений и составлением, уточнением и дополнением аннотированных списков флоры водоёмов. Определение растений проводится с использованием оптической техники (микроскопы МБИ-3 и бинокли МБС-9) и специализированных определителей (Лисицына и др., 1993, 2009; Орлова, 1997; Скворцов, 2000; Цвелёв, 2000; Игнатов, Игнатова, 2003, 2004 и др.). Гербарные образцы необходимо аккуратно смонтировать и передать на хранение в специализированный научный гербарий (например, на кафедру ботаники ВГПУ).

После того, как определены все гербарные сборы, обобщены все наблюдения, необходимо составить сводную таблицу, в которую обычно включают названия видов и семейств на латинском и русском языке, экогруппу, геоэлемент, частоту и характер встречаемости. Помимо этого, можно привести комментарии к отдельным видам (например, хозяйственное значение растений, статус редкости для охраняемых растений и др.) в свободной форме.

Анализ флоры – неотъемлемая часть любого флористического исследования. Схема анализа флоры приводится в ряде работ (Гнатюк, Антипина, 2001; Щербаков, 2003; Матвеев, 2006). Наиболее важными элементами является таксономический (число видов, родов, семейств; пропорции флоры; семейственно-видовой, родовидовой и семейственно-родовой спектры и др.) и типологический (географический, биоморфологический, экологический, эколого-ценотический и др.) анализ. В качестве примера анализа флоры водоёмов рекомендуем обратиться к разделу 2 данного пособия, где рассмотрен анализ флоры малых водоёмов города Вологды.

Для сравнения флор отдельных водоёмов (или разных типов водоёмов) применяются математические методы, в частности используют обработку данных с вычислением коэффициента флористического сходства Жаккара или коэффициента сходства Съеренсена-Чекановского. На основе матрицы относительных мер сходства, с использованием компьютерных программ (например, «GRAPHS» (Новаковский, 2004)) можно построить дендрограммы и (или) дендриты сходства флор.

Классификация является необходимым средством упорядочения представлений о разнообразии структуры изучаемого водного объекта. Классификация растительности проводится на основании обработки всего массива выполненных геоботанических описаний в рамках эколого-фитоценотического или эколого-флористического подходов. В обоих случаях весь массив описаний делят на крупные группы (формации), потом на более мелкие (ассоциации) до тех пор, пока полученные группы не станут однородными. Результаты эмпирических классификационных построений необходимо проанализировать стандартными статистическими методами (Ивантер, Коросов, 2003) с помощью пакета STATISTICA или «GRAPHS». Также можно использовать методы кластеризации и ординации. Табличную обработку описаний фитоценоз проще всего проводить с использованием стандартного приложения Microsoft Excel. По возможности в работах (отчётах, статьях) нужно приводить первичные таблицы описаний (синтаксономические таблицы). Более подробно о классификации растительности можно прочитать в работе В.Д. Александровой (1969).

Обработка материалов картографирования заключается в составлении окончательного варианта схемы зарастания водоёма. Составленные в поле схемы зарастания переносятся на точную картографическую основу, увеличенную до масштаба 1:1000 для малых озёр и стариц.

Составленная схема зарастания позволяет определить тип зарастания (сильно фрагментарный, фрагментарный, прибрежный, прибрежно-фрагментарный, сплошной подводный, сплошной многоярусный, сплавинный и др.), а также рассчитать показатель степени зарастания водоёма (соотношения площади зарослей на водоёме к общей площади акватории этого водоёма). Классификация водоёмов по степени зарастания может быть различная (Папченков, 2001, 2003а, 2006; Бобров, Чемерис, 2006) и зависит от решаемых задач. Примеры классификационных шкал интенсивности зарастания водоёмов представлены в таблице 11.

Таблица 11. Классификационные шкалы интенсивности зарастания водоемов

по Папченкову, 2003а		по Бобров, Чемерис, 2006	
Степень зарастания	Тип водоема	Степень зарастания	Тип водоема
< 1%	Не заросшие или почти не заросшие	< 1%	Не зарастающие
1–5%	Очень слабо заросшие	1–10%	Очень слабо зарастающие
6–10%	Слабо заросшие	11–25%	Слабо зарастающие
11–25%	Умеренно заросшие	26–50%	Умеренно зарастающие
26–40%	Значительно заросшие	51–75%	Сильно зарастающие
41–65%	Сильно заросшие	>75%	Очень сильно зарастающие
66–95%	Очень сильно заросшие		
96–100%	Сплошь заросшие		

#### 1.4. Изучение планктонных животных

Термин «планктон» впервые был введен в науку немецким ученым В. Гензеном в 1887 г. и означает в дословном переводе «блуждающий вокруг». Действительно планктонные организмы, используя воду в качестве опоры, большую часть жизни находят в состоянии свободного плавания или парения. Свободно парить в воде могут как растения (фитопланктон), так и животные (зоопланктон). Все они характеризуются сравнительно небольшими размерами. Самые крупные планктонные рачки имеют длину не более 15-18 мм, максимальный размер планктонных водорослей составляет десятки микрометров, но при этом все они имеют сложное внешнее и внутреннее строение. По сравнению с другими группами водных животных и растений планктонные организмы достаточно трудно исследовать. Требуются специализированные орудия лова, оптические приборы и навыки в определении. Более доступными для изучения являются планктонные животные (зоопланктон).

В систематическом отношении в состав зоопланктона в водоемах Вологодской области входят свободноживущие ракообразные (Crustacea) и коловратки (Rotifera). Ракообразные в свою очередь делятся на две большие группы – ветвистоусые (Cladocera) и веслоногие (Co-

peroda). Ветвистоусые ракообразные или «водяные блохи» имеют разнообразную окраску (стекловидно прозрачную, желто-коричневую, голубую, фиолетовую, розовую или красную) и форму тела. Веслоногие ракообразные (циклопы) резко отличаются от ветвистоусых по строению и характеру движения – они то парят в воде, то передвигаются резкими скачками, сгибая и разгибая туловище. Свое название эта группа получила за счет особого строения плавательных ног, действующих наподобие весел и сильными ударами обуславливающих скачкообразные движения. Второе же название связано с наличием лишь одного глаза, как у одноглазых великанов, кузнецов Гефеста. Особая группа зоопланктеров – коловратки. Ранее считалось, что эта группа организмов родственна круглым червям. Однако исследования последних десятилетий позволили выделить коловраток в отдельный тип беспозвоночных животных. Своим названием они обязаны специфическому органу, располагающемуся на передней части головы – коловращательному аппарату, выполняющему одновременно функцию движения и питания. Кроме того, у этих животных имеется специализированная глотка с челюстным аппаратом (мастаксом). Большая часть коловраток относится к группе микропланктона (длина <0,1 мм) и лишь отдельные представители (например, род *Asplanchna*) являются мезопланктоном (0,1-20 мм). Мелкие размеры во многом осложняют изучение этой группы зоопланктона. Однако, даже при изучении планктонных ракообразных, коловратки, как правило, попадают в состав гидробиологических проб, что по возможности необходимо указывать.

Благодаря значительным различиям во внешнем строении отдельные таксономические группы планктонных рачков (семейства, рода) часто даже при сравнительно небольшом увеличении отличаются друг от друга (рис. 4, 5). Эта группа беспозвоночных животных очень разнообразна в малых озерах Вологодской области. Общее видовое богатство кладоцер малых водоемов области на настоящий момент насчитывает порядка 90 видов (Лобуничева, 2009). Видовая и даже родовая идентификация циклопов достаточно трудоемка и сложна, так как требует хороших навыков препарирования и микроскопирования. В малых водоемах области насчитывается около 50 видов веслоногих ракообразных.

Организмы всех трех перечисленных систематических групп, несмотря на различия в строении и образе жизни, играют важнейшую роль в жизни малых водоемов. Помимо перераспределения энергии, во многом благодаря зоопланктерам поддерживается чистота воды в

водоемах, так как многие из них являются фильтраторами. Постоянно пропуская через свой организм водную массу, организмы задерживают в теле взвешенные и загрязняющие вещества. В связи с этим эта группа беспозвоночных очень часто используется для биоиндикации состояния водных объектов (Андроникова, 1996). Коловратки и ракообразные составляют основу численности и биомассы зоопланктона и являются кормом многих рыб. Без изучения состояния этих организмов невозможно планирование мероприятий по аквакультуре и развитию любительского рыболовства. Рассмотрим методические особенности изучения зоопланктона.

**Полевые исследования.** При проведении полевых сборов проб зоопланктона необходимо придерживаться разработанной для водоема сетки станций. Сбор проб на всей акватории водоема позволит выявить пространственные различия зоопланктона, определить экологические факторы, которые оказывают наибольшее влияние на планктонные организмы, адекватно оценить экологическое состояние водоема.

В водных объектах таежной зоны своего максимального развития планктонные организмы достигают в летний наиболее теплый период. Низшие ракообразные и коловратки при благоприятных условиях способны очень быстро размножаться. Именно поэтому их численность в летние месяцы может достигать нескольких сотен тысяч экземпляров в одном кубическом метре. Кроме того, в теплый период в водоеме одновременно развивается максимальное число видов. В связи с этим наиболее оптимальным периодом для сбора зоопланктона является время с мая по сентябрь с периодичностью один раз в 10-14 дней на стандартной выбранной сетке станций. Подобная частота позволит, если при планировании исследований поставлена такая задача, достаточно объективно оценить видовое богатство зоопланктона, а также проанализировать изменения сообщества в течение большей части вегетационного сезона. В случае проведения единоразовых кадастровых исследований водоема наиболее оптимальным периодом для отбора проб является летний сезон, при этом количество станций может быть увеличено.

Отбор проб зоопланктона производится с помощью планктонной количественной сети Джели, которая может быть изготовлена самостоятельно. Внешний вид планктонной сети данной конструкции представлен на рисунке 2. Она состоит из трех основных частей. Верхняя часть сетки представляет собой усеченный конус из плотной (тонкой брезентовой) ткани с вшитыми в основания кольцами из нержавеющей проволоки. К более широкой части конуса по окружности

кольца пришивается сетной конус (рис. 3), изготовленный из мельничного газа (шелковая ткань с очень мелкими отверстиями), через который происходит процеживание воды. Эта часть сетки выполняет самую важную функцию при сборе организмов и поэтому ее изготовлению должно уделяться особое внимание. Прошивка конуса осуществляется соединительным двойным (запошивочным) швом с закрытым срезом тонкими иголками и нитками, чтобы при прошивке не создавались дополнительные отверстия, и не оставалось промежутков, в которые могут попадать мелкие организмы. Важной характеристикой планктонной сетки является количество отверстий в 1 см мельничного газа (номер газа), для качественного сбора планктонных животных их должно быть от 50 до 70, при этом при увеличении количества отверстий в пробах будут учитываться все более мелкие организмы, но одновременно увеличиваться засоренность отобранного материала.

К нижней более узкой части сетного конуса для его защиты пришивается небольшая полоса плотной ткани. К ней крепится металлический или пластиковый стаканчик с краном или без него, в котором после отцеживания излишней воды концентрируются зоопланктеры. На рисунке 2 представлен специализированный стаканчик объемом около 100 мл, однако, он может быть также самостоятельно изготовлен из плотной пластиковой бутылки или металлической трубки соответствующего диаметра и иметь в нижней части отверстие с пробкой (зажимом), через которое в дальнейшем будет выливаться вода. Если стаканчик пластиковый, а значит сравнительно легкий, эффективнее будет прикрепить к нему небольшие утяжелители, для предотвращения сноса при опускании в водную толщу. К стаканчику с трех сторон прикрепляются прочные веревки, которые также крепятся выше к металлическим кольцам, обтянутым плотной тканью, сводятся воедино и соединяются. В месте соединения привязывается длинная веревка (длина зависит от глубины водоема), с помощью которой сеть опускается в воду. Для удобства замера глубины отбора проб на веревку можно нанести разметку через 1 или 0,5 метра с помощью устойчивой к воде краски или цветной тесьмы.

Отбор проб с помощью сети Джеди достаточно прост. С помощью веревки она вертикально медленно опускается в толщу воды на фиксированную глубину и затем поднимается на поверхность. Сетка не должна касаться дна, что требует предварительной оценки глубины водоема на станции отбора проб. При поднятии сетки вода постепенно выливается через сетной конус, планктонные организмы отцежи-

ваются и концентрируются в закрытом планктонном стаканчике. Сетка аккуратно вынимается из воды и вода из стаканчика через отверстие в его нижней части выливается в емкость для хранения пробы. В качестве емкости могут быть использованы любые удобные, подходящие по объему и плотно закрывающиеся банки, бутылки. Проба обязательно этикеткируется, на этикетке указывается дата сбора, название водоема, номер или наименование станции, глубина, на которую опускалась сетка. Дополнительно могут указываться другие характеристики (параметры водной толщи, погодные условия и т.д.) или же они фиксируются в полевом журнале. После отбора проб на конкретной станции сетка тщательно промывается и только затем используется на следующей станции. При окончании сбора полевого материала сеть просушивается и хранится в повешенном состоянии.

Обработка собранного полевого материала может производиться сразу после отбора проб или спустя какое-то время в камеральных условиях. В последнем случае для предотвращения естественной гибели и разложения отловленных организмов, необходимо добавить в отобранную пробу небольшое количество фиксирующей жидкости. В качестве фиксатора используются 4%-й раствор формальдегида (формалина) или 70%-й раствор этилового спирта. Фиксация материала должна производиться крайне осторожно, так как формалин является сильным токсикантом. При отсутствии формалина и спирта можно использовать другие спиртосодержащие жидкости, формидрон. Хранить зафиксированные пробы лучше всего в затененном месте при комнатной температуре или небольшом охлаждении.



Рисунок 2. Внешний вид планктонной количественной сети Джеди и планктонного стаканчика

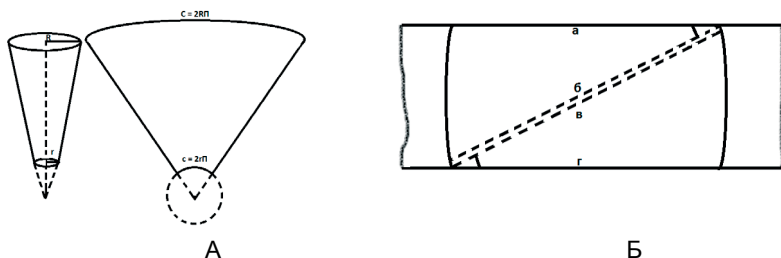


Рисунок 3. Схема выкройки сетяного конуса для планктонной сети (по Киселев, 1956; А – схема выкройки в свернутом и развернутом виде; Б – раскрой ткани)

$R$  – радиус верхнего металлического кольца у входного отверстия сети,  $r$  – радиус стаканчика,  $C$  – длина соответствующей окружности. На схеме Б сшиваются  $a$  с  $в$ ,  $б$  с  $г$ .

**Камеральная обработка.** Обработка проб зоопланктона проводится в лабораторных условиях с использованием микроскопа. Для работы необходим стандартный набор лабораторного оборудования,

состоящий из стеклянных стаканчиков, чашек Петри (для удобства просмотра они могут быть разлинованы на полосы или квадраты), предметных и покровных стекол, пипеток (в том числе с широким отверстием), препаровальных игл. Для промывки лабораторной посуды также необходима вода и небольшие марлевые салфетки. Для просмотра проб и подсчета большинства организмов может использоваться стандартный бинокулярный микроскоп с 16-ти – 60-ти кратным увеличением и окуляром с мерной линейкой. При необходимости точной видовой идентификации отдельных организмов часто необходимо создание временных препаратов и их рассмотрение под большим увеличением.

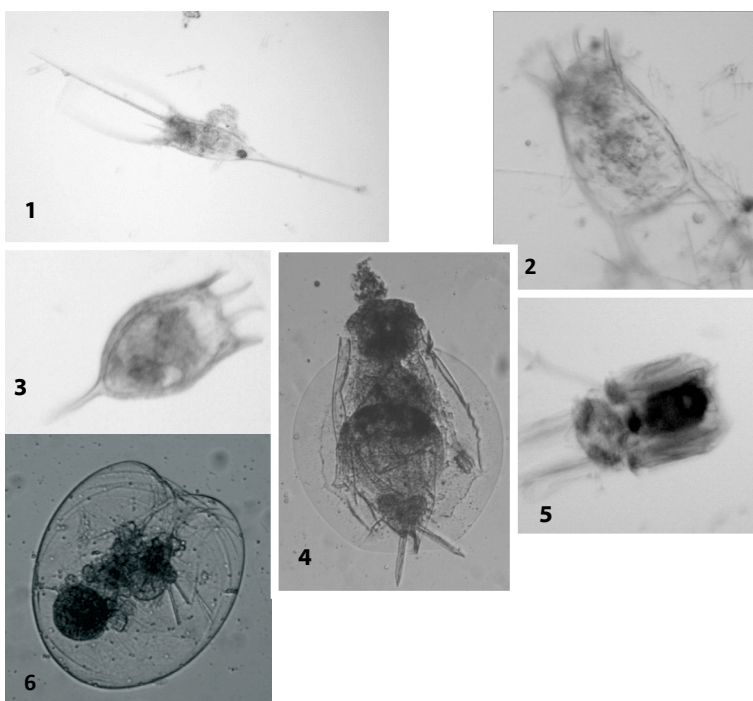
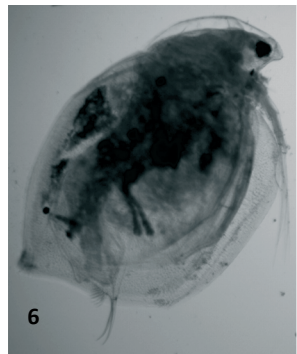
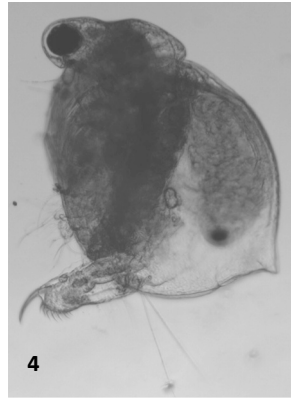
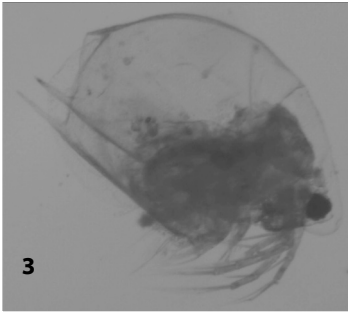
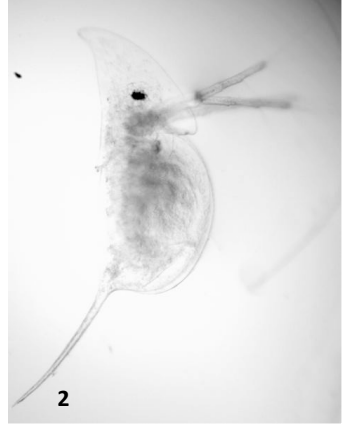
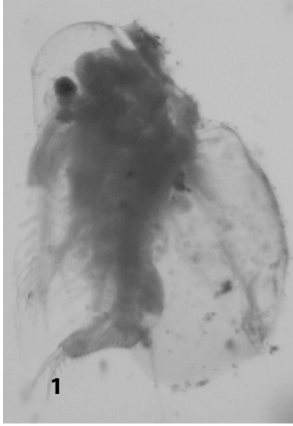
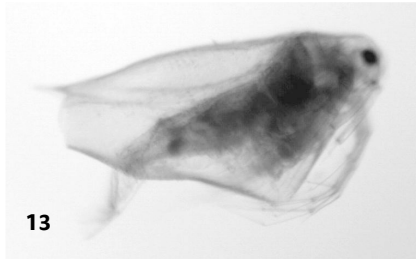
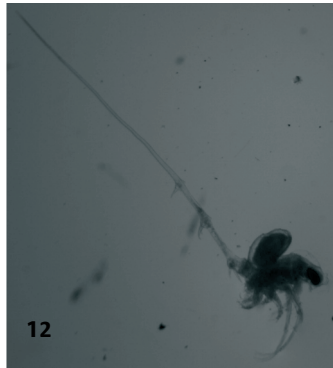
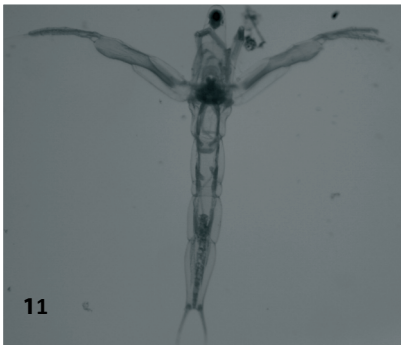
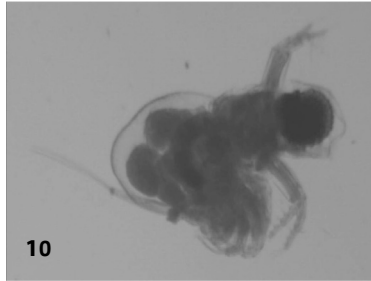
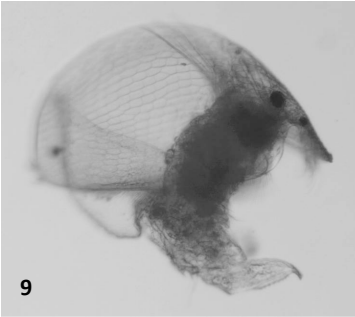
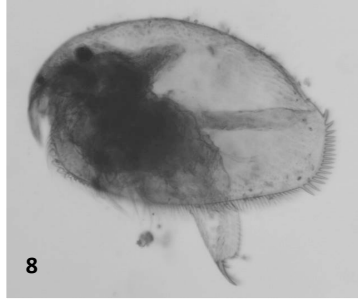
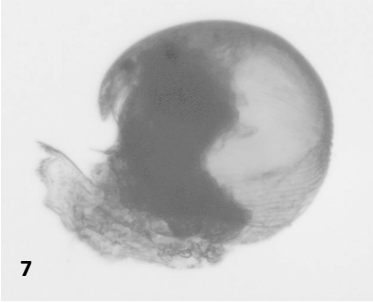


Рисунок 4. Внешний вид некоторых представителей планктонных коловраток малых водоемов Вологодской области  
 Коловратки: 1 – *Kellicottia longispina*, 2 – *Keratella quadrata*, 3 – *Keratella cochlearis*, 4 – *Euchlanis incisa*, 5 – *Polyarthra sp.*, 6 – *Asplanchna priodonta*.





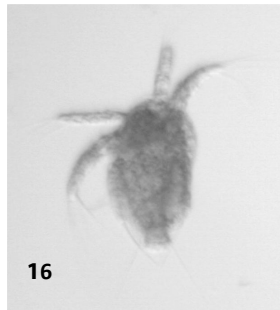
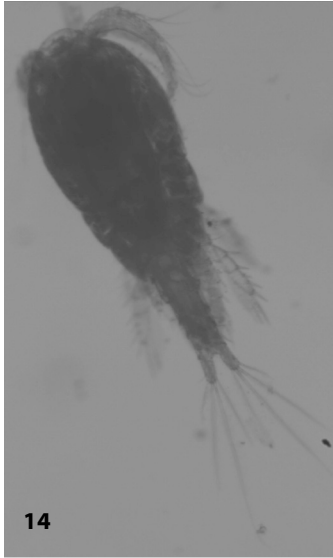


Рисунок 5. Внешний вид некоторых представителей планктонных ракообразных малых водоемов

Ветвистоусые ракообразные: 1 – *Sida crystallina*, 2 – *Daphnia cristata*, 3 – *Scapholeberis mucronata*, 4 – *Ceriodaphnia quadrangula*, 5 – *Bosmina coregoni*, 6 – *Simocephalus vetulus*, 7 – *Chydorus sphaericus*, 8 – *Pleuroxus truncatus*, 9 – *Graptoleberis testudinaria*, 10 – *Polyphemus pediculus*, 11 – *Leptodora kindtii*, 12 – *Bythotrephes longimanus*, 13 – *Ophryoxus gracilis*.

Веслоногие ракообразные: 14 – представитель отряда циклопиды (Cyclopiformes), 15 – *Eudiaptomus gracilis*, представитель отряда каляниды (Calaniformes), 16 – личинка циклопа (Nauplii).

Представленные фотоизображения выполнены В.Л. Зайцевой, Е.В. Лобуничейвой.

Отобранная проба воды определенного объема аккуратно взбалтывается и выливается в соответствующий по размеру стеклянный стаканчик (или другую емкость). Количество коловраток и ракообразных в пробе может быть очень большое, поэтому чаще всего они определяются лишь в небольшой порции пробы, а затем полученные данные пересчитываются на весь объем пробы и 1 м<sup>3</sup> водной толщи водоема. Порция воды определенного объема (2–5 мл) из пробы с помощью пипетки с широким отверстием или резиновой груши с прозрачной трубкой помещается в чашку Петри и просматривается под микроскопом. Порция воды отбирается случайным образом. При взбалтывании воды в стаканчике необходимо избегать образования круговорота, так как при этом организмы будут неравномерно распределяться в ограниченном объеме воды. В отдельных случаях при очень низкой концентрации организмов может потребоваться просмотр всей отобранной пробы. После просмотра порции необходимо обзорно просмотреть всю пробу, чтобы по возможности выявить организмы, которые не попали в отобранную порцию воды.

В протоколе обработки проб отмечаются все встреченные организмы, подсчитывается количество каждого вида (рода), с помощью окуляра с мерной линейкой измеряется длина тела каждого организма (табл. 12). Для видовой идентификации организмов необходимо пользоваться определителями (Боруцкий, 1960; Мануйлова, 1964; Кутикова, 1970; Определитель пресноводных..., 1977; Определитель беспозвоночных..., 1995; Определитель зоопланктона..., 2010 и др.), часть из них можно найти в свободном доступе в Интернете. В случае невозможности определения точной видовой принадлежности организмов, можно ограничиться лишь подсчетом и определением размеров тела каждого обнаруженного организма по основным таксономическим группам зоопланктеров (коловратки (Rotifera), ветвистоусые ракообразные (Cladocera), веслоногие ракообразные (Copepoda)). Измерение длины тела организмов производится в миллиметрах или микрометрах с помощью специализированного окуляра в линзу которого встроена мерная линейка. Это необходимо для дальнейшего вычисления биомассы организмов, так как в силу микроскопических размеров обычное взвешивание планктонных организмов (в отличие от донных) невозможно. Длина тела у организмов разных систематических групп измеряется по единой схеме. У коловраток длина тела измеряется без учета разнообразных выростов, у ракообразных длина тела измеряется от середины глаза до конца тела без учета каудальных ветвей (у циклопов), хвостовых игл или других выростов тела (у ветвистоусых ракообразных).

Очень важным этапом обработки проб зоопланктона является расчет численности и биомассы организмов, пример которого представлен в таблице 12. В настоящее время чаще всего рассчитывается количество и общий вес организмов на один кубический метр воды, хотя могут быть применены и другие единицы измерения объема. После того как произведен подсчет всех организмов (по видам или группам) в порции, необходимо рассчитать их количество во всей пробе, объем которой известен (табл. 12).

Дальнейшие вычисления проводятся с использованием размеров планктонной сетки, которая применялась при сборе проб. Зная радиус входного отверстия сетки (верхнего кольца, R, рис. 2) и глубину отбора пробы необходимо вычислить объем воды, который был профильтрован, по формуле расчета объема цилиндра  $V = \pi R^2 \cdot h$ , где V – объем профильтрованной воды (м<sup>3</sup>), R – радиус входного отверстия планктонной сетки, м, h – глубина отбора пробы, м. Именно в полученном объеме воды обитали все попавшие в пробу организмы. Для сравнения необходимо пересчитать их количество на 1 м<sup>3</sup> воды и получить численность зоопланктона на участке отбора данной пробы (экз/м<sup>3</sup>).

Таблица 12. Примеры протокола обработки проб зоопланктона

При детальной обработке пробы

Место отбора пробы: оз. Черное

Глубина отбора проб (h): 2 м

Номер пробы: 3

Объем пробы: 100 мл

Дата отбора: 18.06.2012.

Результаты обработки пробы:

Вид	Длина тела, мм	Количество организмов в порции 4 мл	Количество организмов в пробе	Численность зоопланктона, экз/м <sup>3</sup>	Биомасса зоопланктона, мг/м <sup>3</sup>
<i>Asplanchna priodonta</i>	0,6	10	250	3981	197,8
<i>Sida crystallina</i>	1,0	5	125	1991	147,3
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	1,2	6	150	2389	141,7
<b>Коловратки</b>				<b>3981</b>	<b>197,8</b>
<b>Ветвистоусые ракообразные</b>				<b>1991</b>	<b>147,3</b>
<b>Веслоногие ракообразные</b>				<b>2389</b>	<b>141,7</b>
<b>Всего</b>				<b>8361</b>	<b>486,8</b>

При упрощенной обработке пробы (без определения видов)

Место отбора пробы: оз. Черное      Глубина отбора проб (h): 2 м

Номер пробы: 3

Объем пробы: 100 мл

Дата отбора: 18.06.2012.

Результаты обработки пробы:

Вид	Длина тела, мм	Количество организмов в порции 4 мл	Количество организмов в пробе	Численность зоопланктона, экз/м <sup>3</sup>	Биомасса зоопланктона, мг/м <sup>3</sup>
Коловратка 1	0,1	30	750	11943	2,6
Коловратка 2	0,6	10	250	3981	197,8
Ветвистоусый рачок 1	1,0	5	125	1991	147,3
Ветвистоусый рачок 2	0,6	10	250	3981	66,9
Веслоногий рачок	1,2	6	150	2389	141,7
<b>Коловратки</b>				<b>15924</b>	<b>200,4</b>
<b>Ветвистоусые ракообразные</b>				<b>5972</b>	<b>214,2</b>
<b>Веслоногие ракообразные</b>				<b>2389</b>	<b>141,7</b>
<b>Всего</b>				<b>24285</b>	<b>556,3</b>

Следующим шагом является расчет биомассы планктонных организмов. В связи с микроскопическими размерами большинства зоопланктеров их биомасса рассчитывается по формулам, полученным экспериментально [Балушкина, Винберг, 1979]. Для расчета индивидуальной массы коловраток используется уравнение изометрического роста  $W = q \cdot l^3$ , где  $W$  – масса (мг),  $q$  – масса при длине 1 мм (мг),  $l$  – длина тела организма (мм). Расчет индивидуальной массы ракообразных производится по формуле уравнения аллометрического роста  $W = q \cdot l^b$ , где  $b$  – показатель степени. Значения « $q$ » и « $b$ » для выполнения расчетов наиболее распространенных родов коловраток и ракообразных представлены в таблице 13.

Результатом обработки пробы и соответствующих расчетов является информация о таксономическом составе зоопланктона на конкретном участке, численности и биомассе каждого найденного вида или группы, общих численности и биомассе зоопланктонных организмов в пробе. После обработки всех собранных на водоеме

проб можно приступать к расчетам структурных показателей зоопланктона, их анализу, а затем составлению характеристики планктона изучаемого водоема.

Таблица 13. Величина «q» и «b» в формула  $W = q \cdot I^3$  для коловраток и  $W = q \cdot I^b$  для ракообразных (по Методические рекомендации..., 1982).

Группа	Семейство	Род/вид	q, мг	b
Коловратки	Asplanchidae	Asplanchna	0,23	3
		Brachionidae	Brachionus	0,12
	Brachionidae	Kellicottia	0,03	3
		Keratella quadra- ta	0,22	3
		Keratella cochle- aris	0,02	3
		Notholca	0,035	3
	Euchlanidae	Euchlanis	0,10	3
	Filiniidae	Filinia	0,13	3
	Synchaetidae	Polyarthra	0,28	3
		Synchaeta	0,10	3
Trichocercidae	Trichocerca	0,52	3	
Ветвистоусые ракообразные	Daphniidae	Daphnia	0,075	2,925
		Ceriodaphnia	0,141	2,766
		Scapholeberis	0,133	2,630
		Simocephalus	0,075	3,170
	Sididae	Sida	0,074	2,727
	Chydoridae	Chydorus	0,203	2,771
		Eurycerus	0,127	3,076
		Alona	0,091	2,646
	Bosminidae	Bosmina	0,176	2,975
	Macrothricidae	Macrothrix	0,083	2,331
	Cercopagidae	Bythotrephes	0,077	2,911
		Polyphemus	0,448	2,686
	Leptodoridae	Leptodora	0,006	2,850
Веслоногие ракообразные	Cyclopidae	Cyclops	0,039	2,313
		Mesocyclops	0,034	2,924
	Diaptomidae	Eudiaptomus	0,036	2,738
В среднем по семействам				
Ветвистоусые ракообразные	Sididae		0,068	3,019
	Daphniidae		0,075	2,925
	Macrothricidae		0,140	2,723
Веслоногие ракообразные	Cyclopidae		0,037	2,762
	Diaptomidae		0,037	2,805

**Анализ полученных данных.** Структура анализа и описания зоопланктона изучаемого водного объекта может различаться в зависимости от целей и характера проведенных исследований и носить как описательный, так и сравнительный характер. Общая схема комплексной характеристики зоопланктона и структурные показатели, применяемые при анализе, представлены в таблице 14. Подобная логика изложения результатов исследований может быть адаптирована и для других групп гидробионтов.

Таблица 14. План характеристики зоопланктона малого водоема

Наименование раздела	Краткое содержание и используемые структурные показатели	Характеристика используемых показателей	Примечание
1.Таксономический состав зоопланктона	Приводится список таксонов беспозвоночных животных, обнаруженных в ходе проведения собственных исследований, и/или исследований других авторов; указывается общее видовое богатство зоопланктона и число видов в каждой таксономической группе (коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные), по возможности отмечаются редкие для региона виды, а также виды со специфическими требованиями к условиям среды обитания; анализируется встречаемость видов, вы-	Видовое богатство – количество обнаруженных видов; Встречаемость организма (%) – доля проб, где был обнаружен данный вид к общему числу собранных в водоеме проб за определенный период (Песенко, 1982).	Список обнаруженных разными исследователями таксонов (видов) составляются по единой таксономической номенклатуре; При невозможности видовой идентификации всех найденных организмов анализ проводится на уровне родов или других таксонов; Экологические особенности организмов

Наименование раздела	Краткое содержание и используемые структурные показатели	Характеристика используемых показателей	Примечание
	деляются постоянные компоненты фауны (виды с высокой встречаемостью (>50%)) и единично встречающиеся виды.		определяются на основе литературных материалов (определителей).
2.Таксономическая структура зоопланктона	Оценивается уровень доминирования в сообществе, приводится список видов-доминантов (виды с относительной численностью более 5%), при сравнении нескольких объектов анализируется сходство доминантных комплексов зоопланктеров, при наличии ретроспективных данных отмечаются изменения в комплексе доминирующих видов; оценивается видовое разнообразие зоопланктона и характер соотношения «доминирование-разнообразие».	Индексы доминирования (рассчитываются отдельно по численности и биомассе): Симпсона ( $I_s$ ) и Бергера-Паркера ( $I_{BP}$ ) (Песенко, 1982): $I_s = \sum p_i^2$ и $I_{BP} = p_{i_{max}}$ , где $p_i$ – доля вида (в долях единицы), по численности или биомассе ( $p_i = n/N$ ( $p_i = b/B$ ), где $n$ ( $b$ ) – численность/биомасса вида, $N$ ( $B$ ) – общая численность /биомасса); Относительная численность (%) – отношение численности вида к общей численности планктона; Индекс сходства Чекановского-Сьеренсена (Песенко, 1982): $I_{CS} = 2c/(a+b)$ , где $c$ – число общих видов в двух сообществах, $a$ и $b$ – число видов в	При оценке сходства сообществ возможно использование специальных компьютерных средств (например, Statistica), которые позволяют строить дендрограммы сходства; Показатели видового разнообразия сообщества должны соотноситься с уровнем доминирования (чем выше разнообразие, тем ниже уровень доминирования)

Наименование раздела	Краткое содержание и используемые структурные показатели	Характеристика используемых показателей	Примечание
		<p>сравнимых сообществах, может применяться для оценки сходства видов и/или доминирующих видов;</p> <p>Индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (<math>H_{\text{бит}}</math>, бит/экз):</p> $H_{\text{бит}} = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$ <p>где <math>p_i</math> – доля вида по численности или биомассе (см. выше).</p>	в сообществе и наоборот).
3.Численность и биомасса зоопланктона и их динамика	Анализируются рассчитанные величины средних численности и биомассы в целом для всего сообщества и отдельно по каждой группе организмов (коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные); по возможности оцениваются их многолетние изменения; указываются доминирующие по численности и биомассе группы и виды.	<p>Численность (плотность) организмов измеряется в экз/м<sup>3</sup> или тыс.экз/м<sup>3</sup>, биомасса в мг/м<sup>3</sup> или г/м<sup>3</sup>;</p> <p>доля группы организмов в общих численности и биомассе (%) – отношение численности (биомассы) конкретной группы к общей численности (биомассе).</p>	

Наименование раздела	Краткое содержание и используемые структурные показатели	Характеристика используемых показателей	Примечание
4.Пространственное распределение зоопланктона	Анализируются различия (сходства) таксономической структуры, численности и биомассы зоопланктона на разных участках водоема (открытая вода-заросли, пелагиаль-литораль, основная часть водоема-заливы), формулируются выводы о наиболее благоприятных для развития зоопланктеров участках водоема	Видовое богатство, индексы доминирования, относительная численность, индекс сходства, индекс видового разнообразия, численность и биомасса организмов.	Данный анализ возможен лишь при проведении соответствующих исследований предпochтительно в ограниченный период времени для нивелирования воздействия различных факторов (ветер, изменения температуры, поступление сточных вод); При сравнении зоопланктона открытых и зарослевых участков водоема, необходимо учитывать разные типы зарослей макрофитов (погруженные, воздушно-

Наименование раздела	Краткое содержание и используемые структурные показатели	Характеристика используемых показателей	Примечание
			водные, растения с плавающими листьями и т.п.).
5.Сезонная динамика зоопланктона	Анализируется сезонная динамика таксономической структуры, численности и биомассы зоопланктона, выделяются периоды «подъемов и спадов» численности и биомассы и, как следствие, наиболее благоприятные периоды для развития разных групп зоопланктеров.	Видовое богатство, индексы доминирования, относительная численность, индекс видового разнообразия, численность и биомасса организмов.	Данный анализ возможен лишь при проведении исследований в течение нескольких лет (для нивелирования ежегодных колебаний) на протяжении всего вегетационного сезона по единым методике и сетке станций на водоеме.
6.Оценка экологического состояния водоема по структурным показателям зоопланктона	На основе данных о таксономической структуре, численности, биомассе, сезонной динамике, а также специальных структурных показателях и разработанных шкал (табл. 15, 16) оценивается эко-	Индексы доминирования, индексы видового разнообразия, плотность и биомасса организмов; показатель трофии (Е/О) – соотношение числа видов-индикаторов экотрофного и оли-	При проведении анализа выбирается комплекс показателей, которые позволяют адекватно оценить состояние водо-

Наименование раздела	Краткое содержание и используемые структурные показатели	Характеристика используемых показателей	Примечание
	<p>логическое состояние водоема, выявляются факторы, влияющие на структуру зоопланктона.</p>	<p>готрофного состояния (табл. 15, Андроникова, 1996) и коэффициент трофии (Мязметс, 1980) – <math>E = K(x+1)/P(y+1)</math>, где <math>K</math> и <math>P</math> – соответственно число видов коловраток и ракообразных, обнаруженных в водоеме, <math>x</math> и <math>y</math> – число видов-индикаторов мезоэвтрофных и олигомезотрофных вод соответственно (табл. 15); средняя индивидуальная биомасса зоопланктона (<math>W_{cp}</math>, мг) – <math>W_{cp} = B/N</math>, где <math>B</math> (тыс.экз/м<sup>3</sup>) и <math>N</math> (мг/м<sup>3</sup>) – общая биомасса и численность зоопланктона соответственно (Крючкова, 1987); <math>N_{crust}/N_{rot}</math>, <math>B_{crust}/B_{rot}</math> – отношение численностей и биомасс ракообразных и коловраток, <math>N_{clad}/N_{cop}</math> – отношение плотности кладоцер и копепод (Андроникова, 1996).</p>	<p>ема; Показатель и коэффициент трофии рассчитываются лишь при наличии списков видов зоопланктонов; Ряд показателей (уровень доминирования, <math>W_{cp}</math>, <math>N_{crust}/N_{rot}</math>, <math>B_{crust}/B_{rot}</math>) наиболее оптимально использовать при сравнении нескольких водоемов.</p>

Таблица 15. Список некоторых видов-индикаторов зоопланктона водоемов крайних трофических типов (по Андроникова, 1996).

Олиготрофный тип водоема	Эвтрофный тип водоема
<i>Asplanchna herricki</i>	Род <i>Brachionus</i>
<i>Synchaeta grandis</i>	<i>Hexarthra mira</i>
<i>Bipalpus hudsoni</i>	<i>Polyarthra eurypetra</i>
<i>Conochilus hippocrepis</i>	<i>Filinia longisetata</i>
<i>Limnospira frontosa</i>	<i>Keratella quadrata</i>
<i>Holopedium gibberum</i>	<i>Keratella cochlearis</i>
<i>Daphnia longispina</i>	<i>Trichocerca cylindrica</i>
<i>Daphnia hyalina</i>	<i>Daphnia cucullata</i>
<i>Bosmina longispina</i>	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>
<i>Bythotrephes longimanus</i>	<i>Bosmina longirostris</i>
<i>Limnocalanus macrurus</i>	<i>Bosmina coregoni</i>
<i>Heterocope appendiculata</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>
<i>Cyclops scutifer</i>	<i>Cyclops strenuus</i>
	<i>Mesocyclops crassus</i>

В целом, структура анализа полученных результатов исследований может достаточно сильно варьировать и зависеть как от целей исследований, так и от объемов имеющегося материала.

Предложенная схема является примерной, в ней сделана попытка максимально полно обобщить все аспекты анализа водных сообществ. В связи с этим она может быть трансформирована под конкретные исследования, например, в качестве основной цели исследований выбран лишь один из указанных разделов. Очень часто при анализе имеющихся материалов необходима генерализация данных и выбор наиболее показательных результатов, даже в «ущерб» большому объему фактических данных. В случае кадастрового или сравнительного характера исследований важно, чтобы объем, а особенно, характер имеющихся сведений были сопоставимы. При этом особое внимание следует уделять методике сбора и обработки полевого материала, описанной выше.

Таблица 16. Величины структурных показателей зоопланктона в водоемах разного трофического статуса (по Андроникова, 1996).

Тип водоема	Структурные показатели			
	Е/О	Е	$N_{\text{clad}}/N_{\text{cop}}$	$H_{\text{бит}}$
Олиготрофный	<0,5	<0,2	<1,1	2,6-4,0
Мезотрофный	0,5-1,5	0,2-1,0	1,1-1,75	2,1-2,5
Эвтрофный	1,0-5,0	1,0-4,0	1,85,5	1,0-2,0
Гиперэвтрофный	>5,0	>4,0	–	<1,0

Таблица 17. Классификация водоемов по величинам общей биомассы (по Китаев, 2007).

Класс биомассы	Величина общей биомассы, г/м <sup>3</sup>	Тип водоема
Очень низкий	<0,5	Ультраолиготрофный
Низкий	0,5-1,0	Олиготрофный
Умеренный	1,0-2,0	α-мезотрофный
Средний	2,0-4,0	β-мезотрофный
Повышенный	4,0-8,0	α-евтрофный
Высокий	8,0-16,0	β-евтрофный
Очень высокий	>16,0	Гипертрофный

### 1.5. Изучение донных животных

Донные животные (зообентос) очень разнообразная группа водных организмов. В нее входят нематоды, моллюски, кольчатые малощетинковые черви (олигохеты), пиявки, личинки многих насекомых (комаров, жуков, вислокрылок, хаоборусов, поденок, веснянок, ручейников и др.). Большинство донных организмов значительно различаются по своим экологическим требованиям и фенологии. Это определяет специфику методов исследования зообентоса.

Под влиянием разнообразных экологических факторов в водоемах формируется определенная структура донных ценозов. Зообентос широко используется в качестве индикаторной группы для определения состояния водоемов в исследованиях разного масштаба (Батурина, 2001, Жгарева, 2001, Крупская и др., 2007, Курашов, 2007, Безматерных, 2007 и др.).

В первую очередь, о состоянии водоема можно судить по таксономическому разнообразию и обилию животного населения. Чистые водоемы заселяют пресноводные моллюски, личинки веснянок, поденок, вислокрылок и ручейников. Они не выносят загрязнения и быстро исчезают из водоема, как только в него попадают сточные воды. В умеренно загрязненных водоемах обитают водяные ослики, бокоплав, личинки мошек, мокрецов, двустворчатые моллюски-шаровки, битинии, лужанки, личинки стрекоз и пиявки. В чрезмерно загрязненных водоемах встречаются лишь малощетинковые черви, личинки хирономид и ильной мухи.

**Полевые исследования.** Отбор проб зообентоса оптимально проводить по стандартной сетке станций, разработанной в соответствии с особенностями конкретного водоема. Однако, в отличие от других групп гидробионтов, особое внимание следует уделять разнообразию грунтов, представленных в водоеме. Для целостного пред-

ставления о структуре донных сообществ необходимо провести сборы во всех типах донных отложений.

В состав донной фауны входят организмы различных систематических групп, жизненные циклы которых сильно отличаются по скорости и времени прохождения отдельных фаз. В связи с этим оптимальным является отбор проб один раз в 10-14 дней в весенне-летний период и один раз в месяц в период ледостава. Подобная периодичность сборов позволит проследить динамику численности всего многообразия донных беспозвоночных. Упрощенная схема сбора проб: середина апреля (до вскрытия льда), начало мая, середина июня, середина августа, сентябрь, период установления ледяного покрова.

Отбор проб зообентоса осуществляется с помощью специальных приспособлений. Выбор используемого оборудования часто связан с типом грунтов и глубиной водоема. Чаще всего используются различные дночерпатели (Петерсона, Экмана-Берджа, штанговый дночерпатель (например, ГР-91) и пр) (Садовский, 1948; Ивлев, Ивасик, 1961; Леванидова, 1982 и др.). Для водоемов региона наиболее универсальным инструментом для отбора проб грунта является штанговый дночерпатель ГР-91 с площадью захвата 0,0045м<sup>2</sup> (рис. 6, 1). При его использовании необходимо отбирать не менее трех проб для каждого типа биотопов водоема.

Наиболее простой конструкцией для отбора грунта является скребок, который может представлять собой сачок из плотной ткани с металлическим лезвием известной длины в основании (рис. 6, 2). С его помощью порция грунта «соскабливается» с участка дна определенной протяженности. Затем, зная длину основания скребка, рассчитывается площадь этого участка и численность обнаруженных организмов в пересчете на 1 м<sup>2</sup>.

Для отделения организмов от грунта собранные пробы промывают водой через мельничный газ с ячейками определенного размера. Наиболее часто в гидробиологических исследованиях применяют мельничный газ №23 (23 отверстия на 1 см ткани). Отмывание организмов проводят в сачке-промывалке (рис. 6, 3). Важно чтобы при его изготовлении было использовано минимальное количество швов, а складки располагались с наружной стороны. Собранный субстрат после непродолжительного промывания необходимо поместить в закрывающиеся емкости (например, пластиковые стаканчики), дальнейшая отмывка организмов может проводиться в лаборатории.

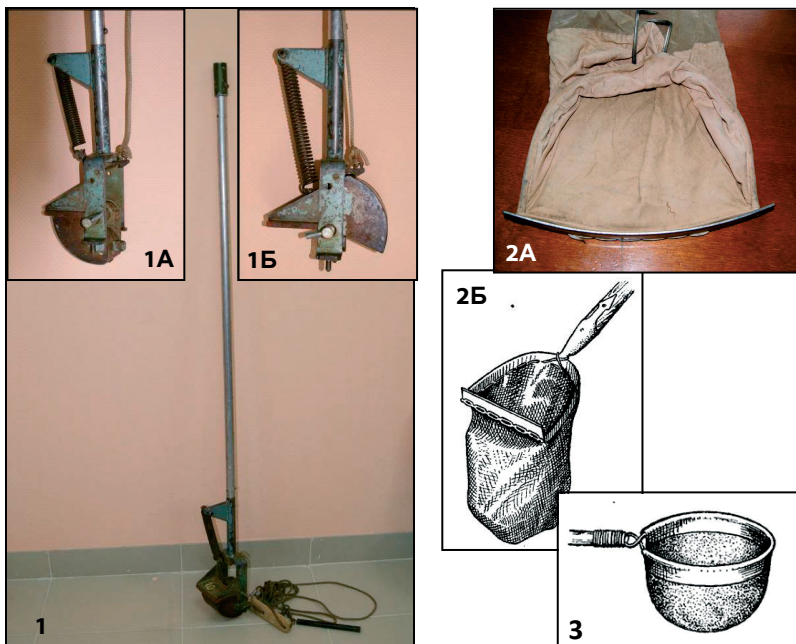


Рисунок 6. Оборудование для сбора проб грунта  
 1 – штанговый дночерпатель ГР-91 (А – в закрытом состоянии, Б – во взведенном состоянии), 2 – ситечко (А – фото, Б – схематический рисунок), 3 – сачок-промывалка (по Жадину, 1956).

При наличии на дне водоема большого количества крупных валунов сбор организмов необходимо проводить путем смыва с поверхности камней. Организмы отмываются с поверхности камней в ведре с водой, которая затем проливается сквозь мельничный газ (капроновая (шелковая) ткань с ячейками определенного размера; см. выше). При этом важно оценить площадь поверхности каждого валуна (Методические рекомендации..., 2003). Это удобно делать, обернув его бумагой, а затем измерив ее площадь. Это позволит в дальнейшем рассчитать плотность организмов на единицу площади камня.

При непосредственном сборе материала в зависимости от целей исследований необходимо выделять качественные и количественные сборы. Качественные сборы необходимы для выявления разнообразия организмов водоема. Они могут проводиться с помощью любых орудий лова (в том числе большого аквариумного сачка), а также ручного сбора организмов с валунов, растений и т.п. Для уточ-

нения видовой принадлежности амфибиотических видов бентосных организмов (например, веснянок, поденок, стрекоз, двукрылых, жуков) необходимо проводить учет взрослых насекомых на близлежащей к водоему территории. Отлов взрослых насекомых осуществляется стандартным энтомологическим сачком с последующей фиксацией.

Отбор количественных проб направлен на определение плотности организмов разных таксономических групп на единицу площади водоема. Для этого при отборе проб обязательно отмечается площадь участка дна, с которой изымается грунт.

Некоторые таксономические группы донных организмов требуют при сборе особых методологических приемов. Так, значительное число моллюсков адаптированы к обитанию в прибрежной, довольно узкой полосе литорали водоемов. Поэтому для их учета необходимо собирать материал в этой части водоема.

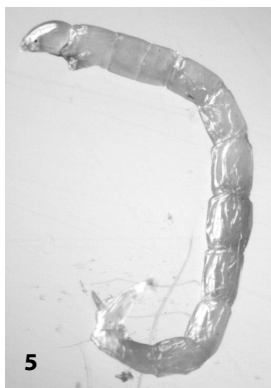
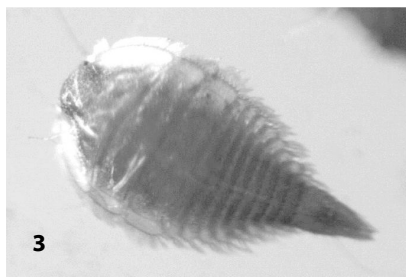
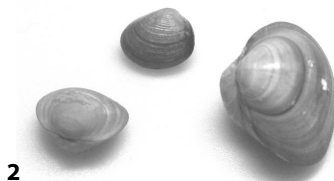
В полевых условиях, после того как пробы промыты и помещены в емкость для хранения, их необходимо зафиксировать. Пробы зообентоса заливают 4%-ным раствором формалина или 70%-ным раствором этилового спирта. При фиксации моллюсков для сохранения раковины и мягкого тела необходимо соблюдать следующий порядок: начальная фиксация производится 4%-ным формалином (5-7 суток), затем материал переносится в 75%- спиртовой раствор.

Проба грунта снабжается этикеткой, на которой указываются номер или наименование пробы, название водного объекта, дата отбора, глубина, тип грунта, субстрата, количество отобранных скребков или дночерпателей. Классификация грунтов водоемов представлена в таблице 18. Мягкие грунты также необходимо разделять по процентному содержанию в них глинистых и илистых частиц на илистый песок (5–10%), песчаный ил (10-30%), илы и глинистые илы (>50%). Во время сбора проб заполняется полевая дневник, куда заносятся сведения о температуре воды и воздуха в момент отбора пробы, погодных условиях, особенностях биотопа и т.п.

Таблица 18. Классификация грунтов водоемов (Константинов, 1979)

Тип грунта	Средний размер частиц, мм	Тип грунта	Средний размер частиц, см
Мягкие (мелкозернистые)		Жесткие (крупнозернистые)	
Глина	< 0,01	Гравий	0,1-1,0
Ил	0,01-0,1	Галька	1,0-10,0
Песок	0,1-1,0	Валуны	10,0-100,0
		Глыбы	>100,0

**Камеральная обработка полевого материала** заключается в пересчете количества организмов на единицу площади (на 1 м<sup>2</sup>), выявлении доминантных и субдоминантных видов по численности и биомассе. Детальный разбор проб грунта проводится в лаборатории. Перед обработкой пробу необходимо отмыть от формалина. Чаще всего фиксатор сливают через мельничный газ и заливают грунт водой. Также можно, поместив весь собранный грунт в мельничный газ, осторожно промыть его под струей воды. Промытый грунт просматривают под микроскопом в кювете или чашке Петри, аккуратно выбирая из него организмы. В состав зообентоса малых водоемов входят очень различные группы организмов. Представители наиболее распространенных групп изображены на рисунке 7.



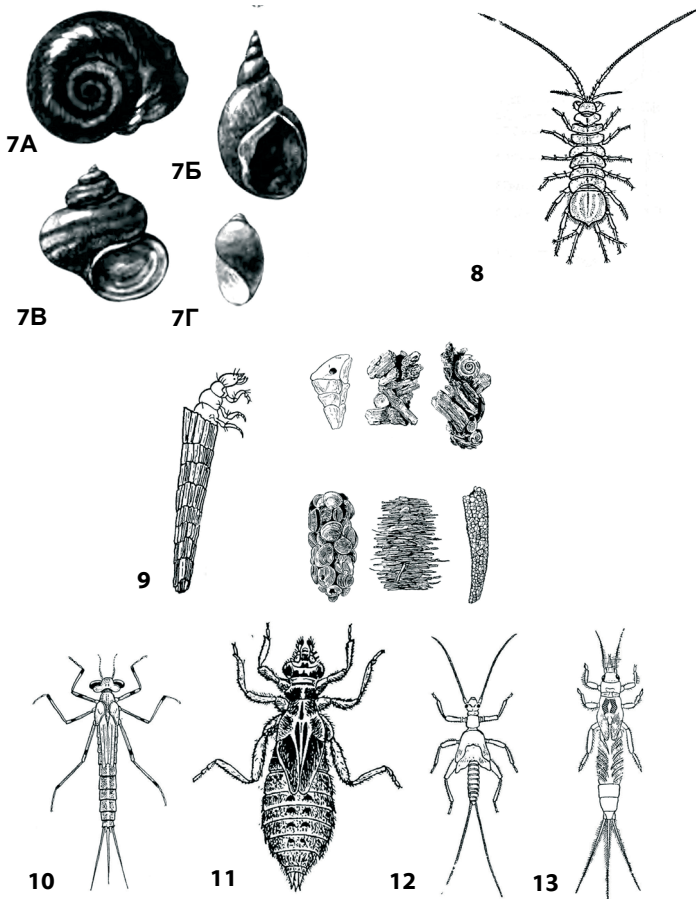


Рисунок 7. Некоторые представители зообентоса  
малых водоемов Вологодской области

1 – малощетинковый червь (*Oligochaeta*), 2 – двустворчатые моллюски надсем. *Pisidioidea*, 3 – личинка жука сем. *Elmidae*, 4 – личинка жука, 5 – личинка комара-звонца (*Chironomidae*), 6 – бокоплав *Gmelinoides fasciatus*, 7 – брюхоногие моллюски: А – катушка (род *Planorbis*), Б – прудовик (род *Limnaea*), В – живородка (род *Viviparus*), Г – физа (род *Physa*), 8 – водяной ослик (*Asellus aquaticus*), 9 – личинка ручейника (отр. *Trichoptera*), домики ручейников, 10 – личинка равнокрылой стрекозы (п/отр. *Zygoptera*), 11 – личинка неравнокрылой стрекозы (п/отр. *Anisoptera*), 12 – личинка поденки (отр. *Ephemeroptera*), 13 – личинка веснянки (отр. *Plecoptera*).

Представленные фотоизображения выполнены И.В. Филоненко, рисунки приведены по Хейсин, 1962.

Выбранные из пробы организмы просматриваются в чашке Петри под лупой или биноклярным микроскопом и разбираются по таксонам с помощью определителей (Определитель пресноводных..., 1977, 1999, 2001; Чертопруд, Чертопруд, 2010). По возможности проводится определение видов обнаруженных организмов. Организмы каждой группы (вида) подсчитываются, просушиваются фильтровальной бумагой (до момента, когда организмы не будут оставлять мокрых пятен на ней при легком надавливании) и взвешиваются на электронных или торсионных весах (предпочтительная точность взвешивания до 0,001 мг). После этого проводится расчет количества (N) и биомассы (B) организмов на единицу площади по формулам:

$$N=n/s; \quad B=b/s, \text{ где}$$

N – количество организмов на один квадратный метр (экз/м<sup>2</sup>);

B – биомасса организмов на один квадратный метр (г/м<sup>2</sup>);

n – количество организмов в пробе (экз);

b – биомасса организмов в пробе (г);

s – учетная (обловленная) площадь в квадратных метрах (м<sup>2</sup>).

**Анализ полученных данных.** При анализе особенностей зообентоса изучаемого водоема применима схема, представленная в таблице 14 применительно для зоопланктона малого водоема.

В связи с большей доступностью донных организмов широкое распространение для оценки экологического состояния водоемов получили индексы, основанные на использовании в качестве индикаторов отдельные таксономические группы организмов. Далее приводятся некоторые подобные индексы, апробированные на малых водоемах области.

**Индекс Карра-Хилтонена** Основан на плотности (численности) олигохет на исследуемом участке. Приняты следующие градации загрязнения водоемов: слабое загрязнение – 100-999 экз/м<sup>2</sup>; среднее загрязнение – 1000-5000 экз/м<sup>2</sup>; тяжёлое загрязнение – более 5000 экз/м<sup>2</sup>.

**Индекс Кинга и Болла** рассчитывается как отношение биомассы насекомых к биомассе олигохет. Значение этого индекса уменьшается при увеличении загрязнения водного объекта. Данный показатель часто применяется при сравнении разных водоемов или участков одного водоема.

Вторая группа индексов основана на качественном сборе организмов макрозообентоса. Для применения этих индексов необходимо иметь максимальное представление о группах и видах организмов, населяющих водоем. Для реализации этой задачи нужно проводить ручной сбор организмов в разные периоды года.

Индекс Гуднайта-Уитли рассчитывается как процентное соотношение численности олигохет и численности всего бентоса (включая олигохет). В исходном варианте используются следующие градации: водоем в хорошем состоянии – олигохет менее 60% от общего числа всех донных организмов; водоем в сомнительном состоянии – 60%-80%; водоем сильно загрязнен – более 80%. Болле дробная классификация вод по индексу Гуднайта-Уитли представлена в таблице 19.

Таблица 19. Классификация вод по индексу Гуднайта-Уитли (по ГОСТ 17.1.3.07-82 «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков»)

Класс качества воды	Степень загрязненности воды	Значение индекса Гуднайта-Уитли
I	Очень чистые	1-20
II	Чистые	21-35
III	Умеренно загрязненные	36-50
IV	Загрязненные	51-65
V	Грязные	66-85
VI	Очень грязные	86-100 или макрозообентос отсутствует

Индекс Вудивисса (индекс реки Трент). Для оценки состояния водоема по методу Вудивисса необходимо:

1) Выяснить, какие индикаторные группы имеются в исследуемом водоеме согласно приведенной таблице 20. Поиск начинают с наиболее чувствительных к загрязнению индикаторных групп: веснянок, затем поденок, ручейников и т.д. – именно в таком порядке индикаторные группы расположены в таблице. Если в исследуемом водоеме имеются личинки веснянок (Plecoptera) – самые чувствительные к загрязнению организмы, то дальнейшая работа ведется по первой или второй строке таблицы. По первой – если найдено несколько видов веснянок, и по второй – если найден только один вид. При отсутствии личинок веснянок в водоеме, обращают внимание на наличие в них личинок поденок (Ephemeroptera). Это следующая по чувствительности индикаторная группа. Если они найдены, продолжают работу с третьей или четвертой строкой таблицы. При отсутствии личиночных стадий поденок смотрят на наличие личинок ручейников (Trichoptera) и т.д.

2) Оценить общее разнообразие бентосных организмов. Методика Вудивисса не требует определить всех пойманных животных с точностью до вида. Достаточно определить количество обнаруженных в пробах «групп» бентосных организмов. За «группу» принимается: любой вид плоских червей, моллюсков, пиявок, ракообразных, водяных

клещей; любой вид веснянок, сетчатокрылых, жуков, любой вид личинок других летающих насекомых; класс малощетинковые черви; любой род поденок кроме *Baetis rhodani*; любое семейство ручейников; личинки хирономид (семейство Chironomidae) кроме вида *Chironomus sp.*; собственно *Chironomus sp.*; личинки мошки (семейство Simuliidae). Определив количество обнаруженных в пробе групп, находится соответствующий столбец таблицы 20.

Таблица 20. Организмы-индикаторы и их количество для оценки состояния водоема по методу Вудивисса

Наличие видов-индикаторов	Кол-во видов-индикаторов	Общее количество присутствующих групп бентосных организмов					
		0-1	2 – 5	6-10	11-15	16 - 20	> 20
Личинки веснянок	> 1	-	7	8	9	10	11 - ...
	1	-	6	7	8	9	10 - ...
Личинки поденок*	> 1	-	6	7	8	9	10 - ...
	1	-	5	6	7	8	9 - ...
Личинки ручейников	> 1	-	5	6	7	8	9 - ...
	1	4	4	5	6	7	8 - ...
Бокоплавы		3	4	5	6	7	8 - ...
Водяной ослик ( <i>Asellus aquaticus</i> )		2	3	4	5	6	7 - ...
Олигохеты или личинки хирономид		1	2	3	4	5	6
Отсутствуют все приведенные выше группы		0	1	2	-	-	-

\* - кроме вида *Baetis rhodani*.

3) На пересечении столбца и строки в таблице найти значение индекса Вудивисса, характеризующее исследуемый водоем и соотнести его с принятой классификацией водоемов (табл. 21).

Таблица 21. Классификация вод по индексу Вудивисса (по ГОСТ 17.1.3.07-82)

Класс качества воды	Степень загрязненности воды	Значение индекса Вудивисса
I	Очень чистые	10
II	Чистые	7-9
III	Умеренно загрязненные	5-6
IV	Загрязненные	4
V	Грязные	2-3
VI	Очень грязные	0-1

Индекс Майера. Данный индекс основан на том, что различные группы водных беспозвоночных обладают разной толерантностью к загрязнению. Все организмы-индикаторы в соответствии с их экологическими требованиями распределены на три группы, представленные в таблице 22.

Таблица 22. Организмы-индикаторы для расчета индекса Майера

Обитатели чистых вод, X	Организмы средней чувствительности, Y	Обитатели загрязненных водоемов, Z
Личинки веснянок и поденок Личинки ручейников Личинки вислокрылок Двусторчатые моллюски	Бокоплав Речной рак Личинки стрекоз Личинки комаров-долгоножек Моллюски-катушки, моллюски-живородки	Личинки комаров-звонцов Пиявки Водяной ослик Прудовики Личинки мошки Малощетинковые черви

Рассчитывая данный показатель, нужно отметить, какие из приведенных в таблице таксонов организмов обнаружены в изучаемом водоеме. Число найденных таксонов из первой группы необходимо умножить на 3, из второй группы — на 2, а из третьей — на 1. Получившиеся цифры суммируются:  $S = X*3 + Y*2 + Z*1$ . По величине индекса Майера (S, баллы) можно классифицировать водоем по степени загрязненности (табл. 23).

Таблица 23 Классификация вод по величинам индекса Майера

Класс качества воды	Степень загрязненности водоема	Значение индекса Майера
I	Очень чистый	>22
II	Чистый	17–21
III	Умеренно загрязненный	11–16
IV–VII	Грязный	<11

### 1.6. Изучение рыбного населения

Рыбы являются наиболее доступным объектом для изучения. Забирая верхнее трофическое звено в водных экосистемах, рыбы испытывают влияние всего комплекса экологических условий, что позволяет их использовать в качестве интегрированных биоиндикаторов. Исследования рыбного населения необходимо начать со знакомства с биологией и экологией рыб региона для оценки потенциальных объектов изучения. В составе ихтиофауны малых водоемов Вологодской области насчитывается 40 видов рыб. Число видов в

водоеме может колебаться от 1 до 25. В большинстве малых озер обитает 5-6 видов. К наиболее распространенным представителям ихтиофауны относятся окунь речной, плотва, щука, ерш. В прудах, как правило, обитает один реже два наименее требовательных к условиям обитания вида рыб – золотой карась и головешка-ротан. Кроме того, ихтиофауна водоемов может обогащаться за счет рыбоводных мероприятий. В малые искусственные водоемы населенных пунктов ранее вселялись карп, белый амур, белый и пестрый толстолобики. Однако эти более южные виды вряд ли приживутся в водоемах Вологодской области. Ихтиологические исследования проводятся в несколько этапов: полевой (отлов рыбы на водоеме и фиксация), камеральный (обработка рыбы), расчет индексов и показателей, анализ полученных данных.



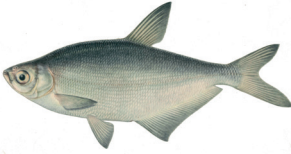
Рисунок 8. Ловушка для лова рыбы

При **полевых исследованиях** важно чтобы количество выловленных особей разных видов было достаточным (30-50 экз.) и они были разного размера. Для этого необходимо правильно подобрать снасть для лова рыбы. При исследовании небольших сильно заросших прудов лучше использовать специально изготовленную ихтиологическую ловушку. Она представляет собой металлический прямоугольный обод с пришитым конусообразно мельничным газом (рис. 8). В такую ловушку будет попадать молодь и небольшие по размеру особи рыб. Более крупную рыбу можно ловить также на поплавочную удочку или ставной сетью. Выловленная рыба разделяется на отдельные

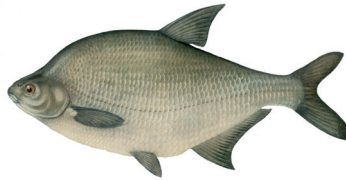
пробы в зависимости от места лова и видовой принадлежности. Пробы обязательно снабжаются пергаментной этикеткой, на которой указывается название водоема, вид рыб, дата, место и орудия лова. Для длительного хранения пробы замораживаются или фиксируются 7% раствором формалина. При определении видов можно воспользоваться определителями (Веселов, 1977; Мягков, 1994; Васильева, 2004) или обобщающими изданиями с описанием видов рыб (Атлас пресноводных..., 2002). Внешний вид наиболее распространенных представителей ихтиофауны малых водоемов Вологодской области представлен на рисунке 9.



Щука обыкновенная



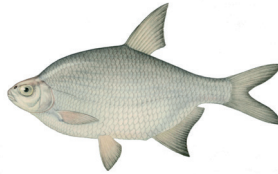
Синец



Лещ



Уклейка



Густера



Карась золотой



Карась серебряный



Язь



Чехонь



Рисунок 9. Внешний вид наиболее распространенных видов рыб малых водоемов Вологодской области (Промысловые рыбы..., 1949).

**Камеральная обработка.** Обработку рыбы удобнее проводить в свежем виде в лабораторных условиях. Замороженную или зафиксированную рыбу перед обработкой следует предварительно разморозить или вымочить в воде в течение суток, если она была зафиксирована формалином. В ходе обработки рыбы ведется чешуйная книжка и журнал обработки ихтиологического материала. Чешуйная книжка имеет вид блокнота с крепко прошитыми страницами размером примерно 6×10 см (рис. 10). В чешуйной книжке на первой странице

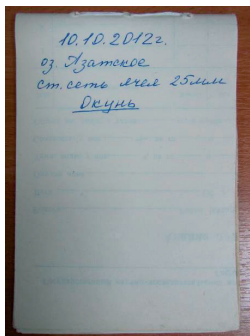


Рисунок 10. Чешуйная книжка

записываются дата лова, название водоема, орудие лова и вид рыбы. Для каждого исследуемого вида рыб лучше использовать отдельные чешуйные книжки. Следующие страницы нумеруются, на каждую записывается информация об отдельном экземпляре рыбы и хранится чешуя этой особи для дальнейшего определения возраста. Все результаты измерений рыб заносятся в журнал обработки ихтиологического материала. Он представляет собой таблицу, в которой в первом столбце обозначены исследуемые характеристики, а в последующих – результаты измерений и определений отдельных особей рыб. Так как

измеряемые характеристики несколько отличаются у представителей разных семейств, то и журналы обработки будут различны. Примеры журналов обработки рыб из семейств карповых, окуневых и головешковых представлены в таблицах 24, 25. Необходимо следить, чтобы нумерация в чешуйной книжке и журнале обработки рыб совпадала.

Обработку рыбы начинают со взвешивания и фиксации внешних морфометрических признаков. Согласно разработанной схеме при помощи линейки или штангенциркуля измеряются пластические признаки и подсчитываются меристические (Правдин, 1966). Пластические (метрические) признаки определяются путем измерения, а меристические (счетные) путем подсчета количества лучей, жаберных тычинок, позвонков и т.д. Схемы измерения представителей семейств карповых и окуневых представлены на рисунках 11, 12.

Таблица 24. Журнал обработки рыб представителей семейства карповых

Характеристики	№ рыбы						
	1	2	3	4	5	6	7
До вскрытия рыбы							
Вес рыбы, г							
Длина всей рыбы без С (ad или l), см							
Длина всей рыбы (ab или L), см							
Длина туловища (od), см							
Длина хвостового стебля (fd)							
Длина рыла (an), см							
Диаметр глаза (горизонтальный) (np), см							

Характеристики	№ рыбы						
	1	2	3	4	5	6	7
Заглазничный отдел головы (po), см							
Длина головы (ao), см							
Высота головы у затылка (lm)							
Ширина лба, см							
Наибольшая высота тела (gh), см							
Наименьшая высота тела (ik), см							
Антедорсальное расстояние (aq), см							
Постдорсальное расстояние (rd), см							
Длина основания (D), см							
Наибольшая высота (D), см							
Длина основания А (уу <sub>1</sub> ), см							
Наибольшая высота А (ej), см							
Длина Р (vx), см							
Длина V (zz <sub>1</sub> ), см							
Расстояние между Р и V (vz), см							
Расстояние между V и А (zy), см							
Количество чешуй в боковой линии, шт							
Число лучей в спинном плавнике (D), шт							
Число лучей в грудном плавнике (P), шт							
Число лучей в брюшном плавнике (V), шт							
Число лучей в анальном плавнике (A), шт							
После вскрытия рыбы							
Ожирение внутренних органов, баллы							
Наполнение желудочно-кишечного тракта, баллы							
Пол, самка/самец/ювенил							
Стадия зрелости гонад, баллы							
Вес гонад, г							
Количество икринок в навеске, шт							
Вес печени, г							
Вес почек, г							
Вес селезенки, г							
Вес сердца, г							
Вес жабр, г							
Длина первой жаберной дуги, см							
Число тычинок на первой жаберной дуге, шт							
Количество позвонков, шт							
Вес рыбы без внутренностей, г							
Возраст							

Таблица 25. Журнал обработки рыб представителей семейств окуневых и головешковых

Характеристики	№ рыбы						
	1	2	3	4	5	6	7
До вскрытия рыбы							
Вес рыбы, г							
Длина всей рыбы без С (ad или l), см							
Длина всей рыбы (ab или L), см							
Длина туловища (od), см							
Длина хвостового стебля (fd), см							
Длина рыла (an), см							
Диаметр глаза (горизонтальный) (np), см							
Заглазничный отдел головы (po), см							
Длина головы (ao), см							
Высота головы у затылка (lm), см							
Ширина лба, см							
Наибольшая высота тела (gh), см							
Наименьшая высота тела (ik), см							
Антедорсальное расстояние (aq), см							
Постдорсальное расстояние (rd), см							
Анвентральное расстояние, см							
Антеанальное расстояние, см							
Длина основания (ID), см							
Наибольшая высота (ID), см							
Длина основания (IID), см							
Наибольшая высота (IID), см							
Длина основания А (уу <sub>1</sub> ), см							
Наибольшая высота А (ej), см							
Длина Р (vx), см							
Наибольшая высота Р (ej), см							
Длина V (zz <sub>1</sub> ), см							
Наибольшая высота V (ej), см							
Расстояние между Р и V (vz), см							
Расстояние между V и А (zy), см							
Количество чешуй в боковой линии, шт							
Число лучей в 1-м спинном плавнике (D), шт							
Число лучей во 2-м спинном плавнике (D), шт							
Число лучей в грудном плавнике (P), шт							
Число лучей в брюшном плавнике (V), шт							
Число лучей в анальном плавнике (A), шт							

Характеристики	№ рыбы						
	1	2	3	4	5	6	7
После вскрытия рыбы							
Ожирение внутренних органов, баллы							
Наполнение желудочно-кишечного тракта, баллы							
Пол, самка/самец/ювенил							
Стадия зрелости гонад, баллы							
Вес гонад, г							
Вес навески яичников, г							
Количество икринок в навеске, шт							
Вес печени, г							
Вес почек, г							
Вес селезенки, г							
Вес сердца, г							
Вес жабр, г							
Длина первой жаберной дуги, см							
Число тычинок на первой жаберной дуге, шт							
Количество позвонков, шт							
Вес рыбы без внутренностей, г							
Возраст							

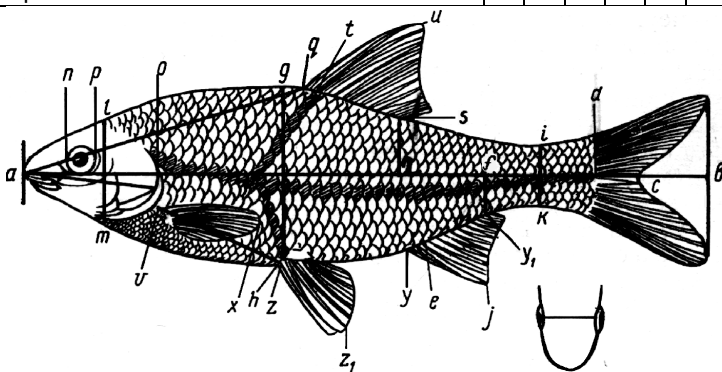


Рисунок 11. Схема измерения карповых видов рыб:

ab – длина всей рыбы; ac – длина по Смитту; ad – длина без С; od – длина туловища; an – длина рыла; np – диаметр глаза (горизонтальный); ро – заглазничный отдел головы; ao – длина головы; lm – высота головы у затылка; gh – наибольшая высота тела; ik – наименьшая высота тела; aq – антедорсальное расстояние; rd – постдорсальное расстояние; fd – длина хвостового стебля; qs – длина основания D; tu – наибольшая высота D; yu<sub>1</sub> – длина основания A; ej – наибольшая высота A; vx – длина P; zz<sub>1</sub> – длина V; vz – расстояние между P и V; zy – расстояние между V и A.

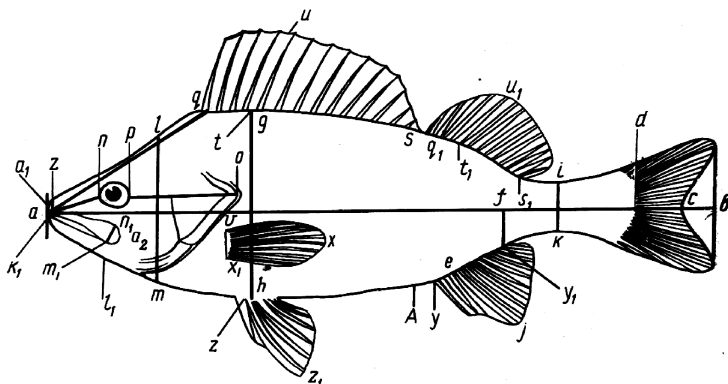


Рисунок 12. Схема измерений окуневых видов рыб:

ab – длина всей рыбы; ac – длина по Смитту; ad – длина без С; od – длина туловища; an – длина рыла; np – диаметр глаза (горизонтальный); po – заглазничный отдел головы; ao – длина головы; lm – высота головы у затылка; gh – наибольшая высота тела; ik – наименьшая высота тела; aq – антедорсальное расстояние; ay – антеанальное расстояние; rd – постдорсальное расстояние; az – антевентральное расстояние; fd – длина хвостового стебля; gs – длина основания I D;  $g_1s_1$  – длина основания II D; tu – наибольшая высота I D;  $yy_1$  – длина основания A; vx – длина P;  $zz_1$  – длина V;  $vy$  – расстояние между P и A; zy – расстояние между V и A; Ay – расстояние между анусом и A.

Измерения проводятся на ровной поверхности, на левой стороне тела рыбы, одним измерительным прибором (линейкой, мерной лентой) во избежание инструментальной ошибки. Каждое измерение аккуратно и с точностью до миллиметра заносится в журнал обработки. После того как все указанные измерения будут проведены подсчитывается количество чешуй в боковой линии и производится отбор чешуи на возраст. Для этого с рыбы кончиком ножа или скальпелем снимается чешуя в количестве 10-15 штук с середины тела, на 2-3 ряда выше или ниже боковой линии, против спинного плавника, а если их несколько – против первого спинного плавника (рис. 13). Чешую заворачивают в угол соответствующей страницы чешуйной книжки.

После этого рыбу аккуратно вспарывают ножом или скальпелем от анального до ротового отверстий. Необходимо следить, чтобы при этом не были повреждены внутренние органы. Затем определяют пол, стадия зрелости половых продуктов, степень наполненности желудочно-кишечного тракта пищей и степень ожирения внутренних органов рыбы. Пол рыб определяют по развитию у самок яичников (икры), а у самцов – семенников (молоч). Зрелость половых продуктов определяется визуально с указанием одной из шести стадий, характеристика которых представлена в таблице 26.

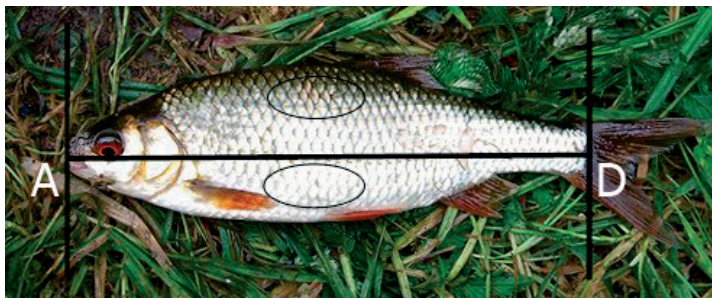


Рисунок 13. Схема измерения длины тела рыб и участки взятия чешуи на возраст

При нахождении самки на 3-4 стадии развития гонад икра берется для определения плодовитости. Её определяют весовым методом. Для этого гонады извлекают из полости тела рыбы, очищают от жира, осушают при помощи фильтровальной бумаги и взвешивают. В дальнейшем, чтобы не просчитывать все количество икринок, из середины яичника берут навеску массой 0,5-1,0 г. Навеску взвешивают и производят подсчет количества икринок в навеске. Икринки отделяют друг от друга при помощи препаровальных игл и скальпеля. Разделение икринок и их счет удобнее проводить в чашке Петри с темным дном. Результаты заносятся в журнал обработки ихтиологического материала.

Таблица 26. Стадии зрелости гонад рыб

Стадия зрелости	Характеристика стадии
1	пол визуально не определяется (juv. или юн.), яичники и семенники имеют вид тонких прозрачных тяжей желтоватого или розоватого цветов
2	яичники от семенников отличаются тем, что вдоль первых проходит крупный кровеносный сосуд
3	икринки заметны невооруженным глазом, но не прозрачны
4	икринки округлые, слабо прозрачные, яичники и семенники достигли максимального объема и массы
5	гонады занимают всю полость тела, при легком надавливании на брюшко или встряхивании – икринки и молоки вытекают наружу
6	икра выметана, молоки вытекли, гонады в виде спавшихся мешков с остатками икринок или молоки

Ожирение внутренних органов определяют визуально по количеству жира в баллах (0 – нет жира, 1 – мало, 2- среднее, 3 – много, 4 – полость тела залита жиром).

Наполненность желудочно-кишечного тракта пищей определяется также визуально в баллах (0 – пусто, 1 – мало, 2 – средне, 3 – много, 4 – ЖКТ растянут). Для изучения питания рыб желудочно-кишечный тракт извлекают, снабжают этикеткой, заворачивают в марлевые салфетки и помещают в 4% раствор формалина для последующей обработки. Методика изучения питания рыб основана на анализе содержимого желудочно-кишечного тракта (Методическое пособие..., 1974). В лабораторных условиях содержимое каждого желудка и других частей желудочно-кишечного тракта исследуют на наличие компонентов питания. При этом, аккуратно надрезав скальпелем пищевод, желудок извлекают их содержимое на предметное стекло или в чашку Петри. Содержимое кишечника аккуратно выдавливается тупой стороной скальпеля на фильтровальную бумагу. Пищевой комок подсушивают фильтровальной бумагой и взвешивают.

Далее приступают к качественной и количественной обработке пищевого комка, определению видового состава, численности и массы отдельных компонентов. При небольшой массе пищевого комка содержимое просматривается полностью, т.е. определяются, просчитываются и взвешиваются все компоненты пищи. Постепенно, просматривая содержимое пищевого комка, каждый обнаруженный компонент определяется, измеряется и взвешивается. При этом все данные записываются в карточку обработки питания рыб (табл. 27).

Таблица 27. Карточка обработки питания рыб

Вид рыбы \_\_\_\_\_ № по журналу \_\_\_\_\_  
 Место лова \_\_\_\_\_ Дата лова \_\_\_\_\_  
 Длина рыбы, см \_\_\_\_\_ Орудие лова \_\_\_\_\_  
 Вес рыбы, г \_\_\_\_\_ Вес рыбы без внутренностей, г \_\_\_\_\_  
 Степень ожирения \_\_\_\_\_ Степень наполнения ЖКТ \_\_\_\_\_  
 Пол, стадия зрелости \_\_\_\_\_ Возраст \_\_\_\_\_  
 Вес пищевого комка, г \_\_\_\_\_

**СОСТАВ ПИЩЕВОГО КОМКА**

Компоненты	Количество, шт	Размер, мм	Вес, мг	Примечание

В случае значительной массы пищевого комка для обработки берется навеска, составляющая около 10% общей массы содержимого желудка. Полученное соотношение компонентов пересчитывается на весь объем. Остаток просматривается в небольшом объеме воды в чашке Петри для выявления крупных и не попавших в навеску организмов. Они взвешиваются отдельно и учитываются при анализе. У безжелудочных рыб применяется аналогичная схема при обработке содержимого кишечника. Для хищных видов рыб просматривается все содержимое желудочно-кишечного тракта. Определяется видовая принадлежность съеденных рыб, они подсчитываются, измеряются и взвешиваются для выявления процентного соотношения отдельных кормовых компонентов. В случае высокой степени переваривания кормовых объектов, их масса определяется с помощью таблиц восстановленных весов разных видов рыб.

Для определения компонентов питания мирных рыб используются определители водных беспозвоночных и формулы пересчета их массы, предсталенные в разделе 2.4. (Боруцкий, 1960; Мануйлова, 1964; Кутикова, 1970; Определитель пресноводных..., 1977; Определитель беспозвоночных..., 1995; Определитель зоопланктона..., 2010 и др.).

Для морфофизиологических исследований извлекаются внутренние органы. Это выполняется в следующей последовательности: жабры → сердце → печень → селезенка → почки. Препарируя органы необходимо следить за тем, чтобы они целиком извлекались из тела рыбы. Затем с органов удаляют лишние компоненты при помощи скальпеля (ножа) и пинцета. От сердца отделяют артериальный конус и венозный синус; от печени – желчный пузырь и крупные желчные протоки, идущие к кишечнику; от жабр карповых рыб – глоточные зубы. Затем внутренние органы тщательно очищают от остатков полостного жира. Очищенные органы просушивают на фильтровальной бумаге, после чего их взвешивают. В ходе обработки материала результаты заносят в журнал обработки ихтиологического материала.

В последнюю очередь для морфологических исследований измеряется длина первой жаберной дуги и подсчитывается число жаберных тычинок на ней. Затем все мягкие ткани рыбы удаляются для определения количества позвонков.

Для определения возраста рыб чешуйные книжки предварительно просушивают, данные из чешуйных книжек переносят в специально изготовленные бумажные пакетики (рис. 14А). На лицевую сторону пакетика переписывают всю информацию со стороны чешуйной книжки, а внутрь помещают чешую данной особи.



**На третьем этапе** проведения ихтиологических исследований, полученные данные обрабатываются, строятся таблицы и графики, высчитываются индексы, анализируются полученные результаты. На этом этапе необходимо четко, в зависимости от направлений исследований, дифференцировать ранее полученные данные. Выделяется несколько направлений ихтиологических исследований:

- изучение размерно-весового и возрастного состава популяции рыб;
- изучение полового состава популяции и плодовитости рыб;
- изучение морфологических особенностей рыб;
- морфофизиологическая индикация состояния популяций рыб;
- изучение питания рыб.

В рамках первого направления анализируется *размерно-весовой и возрастной состав популяции*. Темпы линейного и весового роста рыб с одной стороны являются биологическими особенностями видов, а с другой – отражают условия обитания рыб. Более быстро растут такие хищные виды как щука, судак, а медленно – растительоядные (плотва, карась и др.). В зависимости от обеспеченности кормом и численности популяции одни и те же виды могут иметь разный темп роста. Как правило, при недостаточном количестве корма или высокой численности популяции наблюдается замедленный рост. Особенно часто тугорослые популяции формируются в небольших по площади озерах и прудах.

Для наглядного представления данных о размерно-весовой и возрастной структуре популяций и удобства анализа результатов исследований строятся таблицы, пример которой представлен ниже (табл. 28). Для каждой возрастной группы рыб высчитываются средние длина и масса, а также максимальные и минимальные значения этих параметров, доля особей каждого возраста в улове.

Таблица 28. Размерно-весовая и возрастная характеристика популяции ротана из прудов города Вологды

Возраст	Длина, см		Масса, г		Доля в уловах, %
	Средняя	Колебания	Средняя	Колебания	
0+	2,4	1,4 – 3,4	0,38	0,09 – 0,72	47,8
1+	3,1	2,1 – 4,4	0,78	0,29 – 2,24	32,0
2+	4,3	3,6 – 6,0	2,24	1,13 – 5,05	8,1
3+	6,7	4,4 – 9,6	9,25	2,56 – 20,84	7,6
4+	8,3	7,0 – 10,5	16,35	8,54 – 33,54	3,4
5+	10,9	9,6 – 12,4	38,59	22,72 – 67,36	1,1

*Половой состав и плодовитость рыб* являются важными показателями, характеризующими состояние популяции, её воспроизводительную способность, а также могут быть индикаторами экологического состояния водоемов. При неблагоприятных условиях обитания отмечаются более ранние сроки наступления половой зрелости рыб, меняется соотношение полов в сторону увеличения доли самок. При анализе половой структуры популяции рассчитываются доли самцов, самок и ювенильных особей, возраст наступления половой зрелости, определяются абсолютная и относительная плодовитость самок.

Абсолютная плодовитость (АП) определяется как общее количество икринок, выметываемое самкой за один нерестовый период. Её рассчитывают по следующей формуле:

$$АП = \frac{\text{число икринок в навеске}}{\text{навеска, г}} \times \text{вес гонад, г}$$

Величину относительной плодовитости определяют как число икринок, приходящееся на единицу общей массы рыбы. Для этого абсолютную плодовитость особи делят на массу рыбы. В дальнейшем полученные данные анализируют, сравнивая с плодовитостью рыб из других водоемов, рассматривают её изменение в зависимости от возраста особей.

*Морфометрические исследования* служат основой для выявления внутривидовых групп рыб (подвидов, экологических рас), внутривидового разнообразия, биоиндикации. При морфометрических исследованиях сравнивают не абсолютные значения промеров, а их значения в процентах относительно длины тела или длины головы особи. Расчеты индексов проводятся на основе прямой пропорции, принимая длину тела особи (ad) за 100%, а исследуемый размер признака за  $X_i$  (%), отсюда в общем виде расчет ведется по следующей формуле:

$$X_i = C_i / C * 100,$$

где, C – длина тела рыбы (ad), см

$C_i$  – размер исследуемого признака, см

Значение некоторых признаков (длина рыла, диаметр глаза, длина заглазничного отдела головы, высота головы у затылка, ширина лба) пересчитывают на длину головы, тогда вместо длины тела рыбы (ad) для вычислений используют длину головы (ao). По результатам расчета строятся таблицы индексов, пример которой представлен ниже (табл. 29).

Таблица 29. Индексы пластических признаков рыб

Характеристики	№№ рыбы						
	1	2	3	4	5	6	7
В % к длине тела без С (ad или l)							
Длина всей рыбы (ab или L)							
Длина туловища (od)							
Длина хвостового стебля (fd)							
Длина рыла (an)							
Диаметр глаза (горизонтальный) (np)							
Заглазничный отдел головы (po)							
Длина головы (ao)							
Высота головы у затылка (lm)							
Ширина лба							
Наибольшая высота тела (gh)							
Наименьшая высота тела (ik)							
Антедорсальное расстояние (aq)							
Постдорсальное расстояние (rd)							
Длина основания (D)							
Наибольшая высота (D)							
Длина основания А (yy <sub>1</sub> )							
Наибольшая высота А (ej)							
Длина Р (vx)							
Длина V (zz <sub>1</sub> )							
Расстояние между Р и V (vz)							
Расстояние между V и А (zy)							
В %, к длине головы (ao)							
Длина рыла (an)							
Диаметр глаза (горизонтальный) (np)							
Заглазничный отдел головы (po)							
Высота головы у затылка (lm)							
Ширина лба							

Важным моментом при обработке результатов является вариационно-статистическая обработка полученных материалов. Этот метод анализа позволяет выявить наиболее вариабельные морфологические признаки и сравнить полученные результаты с другими популяциями. Для каждого переведенного в относительные величины признака рассчитывается стандартные биометрические показатели: средняя арифметическая (M), ошибка средней арифметической (m), среднее квадратичное отклонение ( $\sigma$ ), коэффициент вариации (CV) (Ивантер, Коросов, 2011). Для расчета этих показателей можно пользоваться специальными программными средствами (Microsoft Excel, Statistica и др.).

*Морфофизиологическая индикация.* Органическое и токсикологическое загрязнение водной среды вызывает усиление работы жизненно важных органов, обеспечивающих обмен веществ с окружающей средой. К ним, в первую очередь, относятся жабры, сердце, печень и почки. Интенсификация функций органов сопровождается увеличением их массы. Поэтому изменение массы органов относительно массы тела рыбы может служить индикатором ухудшения качества среды (Моисеенко, 2009). На основе этого разработан метод морфофизиологической индикации (Смирнов и др., 1972; Коновалов, Болотова, 2001). Данный метод является весьма эффективным и в то же время не требует сложного оборудования и высокого уровня специальной подготовленности исследователя.

После проведенного ранее взвешивания органов, рассчитываются их индексы или относительный вес. Расчет индексов органов проводят по следующим формулам:

$$X_1 = P_0/P * 1000 \quad \text{или} \quad X_2 = P_0/P_1 * 1000$$

где,  $X_1, X_2$  – индексы органа (‰),

$P_0$  – абсолютный вес органа (г),

$P$  – масса рыбы (г),

$P_1$  – масса рыбы без внутренностей (г).

Расчет индексов можно проводить по любой формуле, однако, вторая формула более предпочтительна, поскольку исключает влияние многих переменных факторов (степень наполнения желудка, ожирение внутренностей и др.). На основе расчетов составляются таблицы индексов органов (табл. 30).

Таблица 30. Индексы органов рыб

Дата:		Водоем:		Вид:		Индекс органа, ‰					
№ по чеш. книжке	длина тела, см	масса тела, г	масса тела без внутр., г	пол, стадия зрелости	возраст	жабры	гонады	сердце	печень	селезенка	почки

На основе полученных данных изучают особенности возрастной, половой и сезонной динамики индексов органов, сравнивают между собой популяции рыб из разных водоемов. С этой целью весь полученный материал по индексам органов разбивается в зависимости от задач анализа на группы по возрасту, полу, сезону или в целом для всей выборки для каждого из органов определяются средняя ариф-

метическая (M), ее ошибка (m) и коэффициент вариации (CV) их индексов. Дальнейшая статистическая обработка полученных данных проводится стандартными биометрическими методами с определением достоверности отличий (Ивантер, Корсов, 2011).

*Изучение питания рыб* позволяет выявить структуру питания рыб, которая позволяет оценить влияние рыбного населения на другие группы гидробионтов, построить схему трофических взаимоотношений в водоеме, выяснить причины медленного или быстрого линейного и весового роста рыб. Наиболее простой метод анализа питания рыб – это определение частоты встречаемости отдельных компонентов пищи. Она рассчитывается как доля (%) экземпляров рыб, в которых отмечен какой-либо кормовой компонент пищи, к общему количеству исследованных особей рыб. При счетном методе, вычисляется доля отдельных компонентов питания от общего количества обнаруженных в пищевом комке компонентов. По результатам расчетов строится таблица качественного состава питания (табл. 31). Основной недостаток счетного метода связан с тем, что дается не совсем правильное представление о роли отдельных компонентов. При одинаковых количествах очень мелких, например водорослей, и очень крупных, например моллюски, компонентов, значение их в питании при использовании этого метода одинаково, хотя и по объему и по массе их роль несоизмеримы.

Таблица 31. Частота встречаемости и соотношение по численности компонентов питания ротана из прудов города Вологды.

Компонент питания	Частота встречаемости, %	Доля по численности, %
Ветвистоусые ракообразные	50,0	41,4
Хирономиды	49,0	21,2
Подёнки	35,3	8,1
Веслоногие ракообразные	31,4	8,5
Моллюски	27,5	8,9
Ракушковые ракообразные	16,7	5,4
Ручейники	7,8	2,1
Жесткокрылые	7,8	2,0
Рыба	3,9	0,8
Веснянки	3,9	0,8
Коловратки	2,9	0,6
Стрекозы	1,0	0,1
Полужесткокрылые	1,0	0,1

Кроме того, рассчитываются общие и частные индексы наполнения. Общий индекс наполнения рассчитывается путем деления веса пище-

вого комка к общему весу рыбы. Индексы наполнения выражаются в промилле (‰), когда результат увеличивают в 10000 раз. Частный индекс наполнения высчитывают аналогичным способом, только вместо общей массы пищевого комка берут массу отдельных компонентов питания. При анализе сравнивают интенсивность и качественный состав питания в зависимости от возраста особей, пола, характеризуют сезонные и многолетние изменения в питании рыб.



Оборудование для обработки проб зоопланктона и зообентоса



Оборудование для обработки икhtiологического материала

## РАЗДЕЛ 2. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

В данной главе рассмотрен алгоритм анализа экологического состояния водоемов на основании массива данных, полученных в ходе исследований 15 искусственных водоемов на территории города Вологда (рис. 15). Подчеркнем, что это материалы кадастровых исследований, которые проводились по единой схеме. Изучались гидрохимические особенности водоемов, состав и структура растительного покрова, зоопланктона, зообентоса, рыбного населения.

К основным задачам проводимого анализа относится выявление причин наблюдаемого спектра тех или иных показателей. Анализ носит сравнительный характер с применением кластерного метода. Полученные результаты возможно сравнивать на разных иерархических уровнях: пруды города между собой, с другими малыми водоемами и разнотипными водными объектами региона. Это позволяет выявить как общие, так и специфические черты изменения водных экосистем разного происхождения, морфологии и интенсивности антропогенной нагрузки.

Кадастр искусственных водоемов города Вологда как исходный материал для анализа их состояния представлен в разделе 3 настоящего пособия.

Для составления картосхем местоположения прудов и распределения глубин произведена дешифровка и анализ (с применением ГИС-пакетов, ArcGis 9.2, QGIS) космических снимков территории города. Для проведения химического анализа воды искусственных водоемов привлекалась аккредитованная лаборатория ФГБУ ГЦАС «Вологодский». Такие характеристики как pH, температура и содержание в воде растворенного кислорода измерялись непосредственно в прудах. Для этого использовались pH-метр HI 991001 HANNA (Италия) и термооксиметр MARVET JUNIOR (Германия).

В ходе гидробиологических исследований на каждом изучаемом объекте фиксировали в полевом дневнике все встречающиеся в водоёме и в его прибрежной полосе виды. Прибрежную полосу трактовали в узком смысле, понимая под ней лишь ту часть берега, которая испытывает влияние водоёма. Редкие и сложные в быстрой идентификации образцы (*Potamogeton*, *Carex*, *Sparganium*, а также мохообразные и харовые водоросли) гербаризировали, их определение проводилось в лабораторных условиях при непосредственном участии А.Б. Чхобадзе, Л.И. Лисицына, В.Г. Папченкова (*Lemnaceae*) и Е.В. Чермерис (харовые водоросли), за что авторы выражают им искреннюю

благодарность. Весь собранный материал был тщательно высушен, смонтирован и сдан на хранение (в объёме около 110 листов) в гербарий кафедры ботаники ВГПУ и в гербарий ИБВВ РАН (IBIW). В полевых условиях было выполнено около 40 геоботанических описаний доминирующих сообществ. Номенклатура растений в работе приведена в соответствие с современными сводками (Цвелёв, 2000; Ignatov et al., 2006; Konstantinova et al., 2009).

Исследований зоопланктона, зообентоса и рыбного населения проводились в соответствии с методическими рекомендациями раздела 1 данного пособия. Сбор проб зоопланктона осуществлялся с помощью количественной сети Джеди (диаметр верхнего кольца 20 см, сито №70), зообентоса - с помощью штангового дночерпателя с площадью захвата 0,0045 м<sup>2</sup>. На каждой станции производилось по 3 выемки грунта для получения одной объединенной пробы. В ходе натурных исследований собрано и обработано порядка 80 проб зоопланктона и зообентоса. Отлов рыбы в прудах осуществлялся мальковой волокушей размером 40 : 50 см и длиной 2 м, с ячеей в кутке 2 – 3 мм.



Рисунок 15. Картосхема размещения изученных искусственных водоемов города Вологды

## 2.1. Гидрохимический режим

Формирование химического состава воды водных объектов, в том числе искусственных городских водоемов, протекает под влиянием двух групп факторов – природных и антропогенных. Среди природных факторов определяющее значение оказывает характер поверхностных отложений, заболоченность и залесенность прилегающей территории, интенсивность водообмена (Драбкова, Сорокин, 1979). в городской среде особая роль отводится антропогенным факторам и, прежде всего, характеру и интенсивности использования водоема, источникам и объемам поступления в него разного рода веществ, характеру размещения водоема относительно промышленных объектов и дорог. При оценке экологического состояния водоемов по гидрохимическим показателям рассматривается несколько их групп: минерализация, ионный состав и активная реакция среды, органические вещества, биогенные элементы, токсиканты.

**Минерализация и ионный состав.** Общее количество и состав растворенных в воде минеральных веществ играет определяющее значение в функционировании водных экосистем. При исследовании химического состава воды прудов города Вологда было показано, что общая минерализация варьировала в достаточно широких пределах. По общему количеству минеральных веществ все пруды, согласно классификации О.А. Алекина (1970) можно разделить на три группы (рис. 16). Первую группу маломинерализованных водоемов составляют пруды Кузя-Мазя и Сибирский, общее содержание минеральных веществ в воде которых не превышает 200 мг/л. Большая часть искусственных водоемов города Вологды входят в группу «среднеминерализованных» с общей минерализацией воды от 200 до 500 мг/л. Третью группу составляют пруды Евковский, Архиерейские, по ул. Сокольской с повышенной минерализацией воды от 500 до 1000 мг/л.

Минерализация воды главным образом определяется концентрациями основных ионов. В анионной композиции доминирующее положение принадлежит гидрокарбонатам, концентрация которых изменялась от 85 мг/л в Сибирском пруду до 348 мг/л в Архиерейских прудах. В то же время роль гидрокарбонатов в анионном составе колебалась от 55,3 экв.% в пруду по ул. Воровского до 90,8 экв.% в пруду парка Мира. В целом повышенная концентрация гидрокарбонатов характерна как для территории Вологодской области (Воробьев, 2007), так и для таежной зоны в целом (Китаев, 2007).

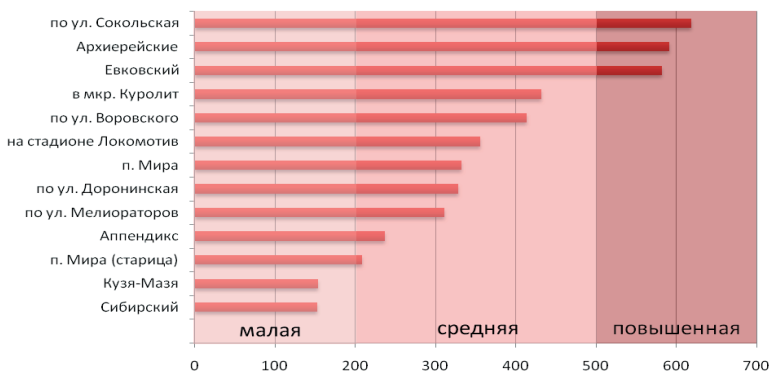


Рисунок 16. Минерализация воды (мг/л) прудов города Вологды

Значительная роль в минеральном составе гидрокарбонатов обеспечивают высокие буферные свойства водных экосистем к закислению. Однако при снижении роли гидрокарбонатов, в анионном составе увеличивается доля сульфатов, которые наоборот способствуют закислению водоемов (рис. 17). В прудах города Вологды содержание сульфатов изменялось от 6 мг/л в пруду парка Мира до 127 мг/л в пруду по улице Сокольская. Наибольшая доля этого компонента ионного состава отмечается в прудах по улице Воровского (32,3 экв.%) и по улице Сокольская (31,2 экв.%). Обычно повышенное содержание сульфатов наблюдается при высокой доле в питании подземных вод, либо в местах выброса предприятиями серосодержащих веществ.

Отличительной чертой химического состава воды большинства прудов города Вологда в сравнении с естественными водоемами региона является повышенное содержание хлоридов, которое иногда превышало даже количество сульфатов. Концентрация этого аниона достигала величины 66–67 мг/л в Архирейских прудах и пруду Евковский. Источником поступления хлоридов в водоемы могут служить талые воды, обогащенные хлоридами в результате применения на автодорогах города антигололедной смеси из песка и соли. В целом анионы играют важную роль в функционировании водоемом, определяя, например, активную реакцию среды. Величина pH воды прудов колебалась в пределах 7–7,25 м. Однако более низкие значения pH характерны для прудов, в анионном составе которых велика роль сульфатов – это пруды по ул. Воровского, Мелиораторов, Сокольская.

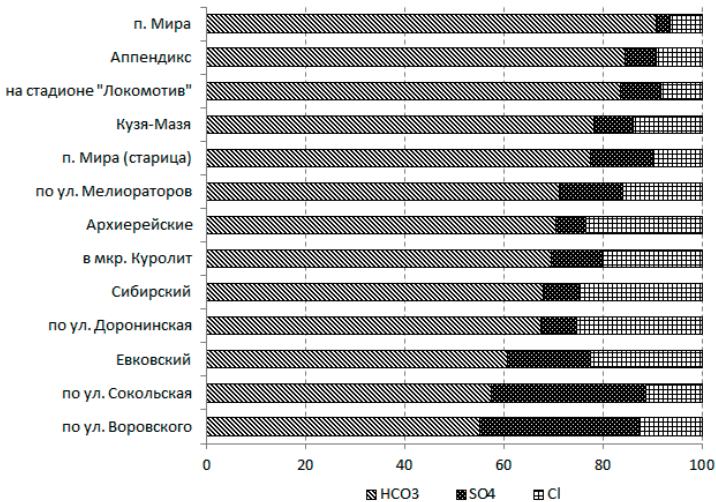


Рисунок 17. Анионный состав воды (экв.%) прудов города Волгограда

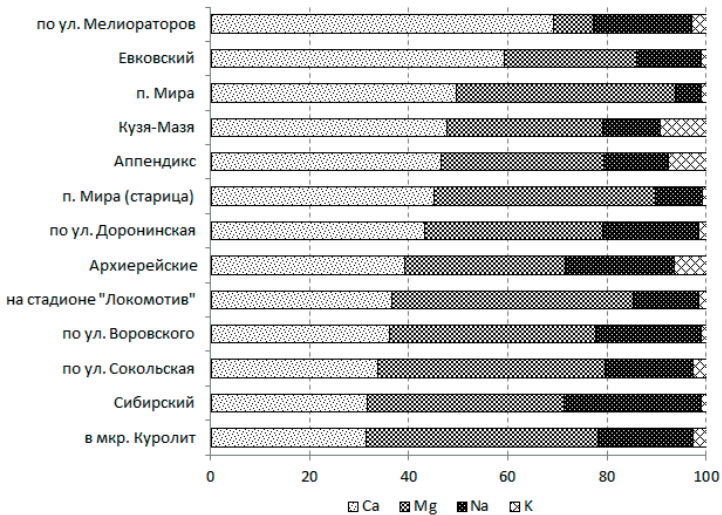


Рисунок 18. Катионный состав воды (экв.%) прудов города Волгограда

В катионном составе в прудах доминируют два элемента – кальций и магний. Эти два компонента дают 70–90 % эквивалентного катионного состава воды (рис. 18). Следует отметить, что если в естественных водных объектах Волгоградской области в катионном составе

всегда доминирует кальций, то в искусственных водоемах города Вологда этот элемент превалировал не во всех прудах. При этом наибольшая роль кальция (69 экв.%) в катионном составе отмечена в пруду по улице Мелиораторов. Кроме того, в катионном составе многих прудов важную роль играет натрий, концентрация которого изменялась от 5 мг/л (5–10 экв.%) в прудах парка Мира до 30–40 мг/л (20–30 экв.%) в Архиерейских прудах, прудах Сибирском и по ул. Воровского. Источником дополнительного поступления натрия, как и хлоридов, является антигололедная смесь.

**Органическое вещество.** Органическое вещество играет исключительно важную роль в функционировании водных экосистем. Органические соединения являются источником питания как для водорослей и высших растений, так и для животных детритофагов. Баланс органических веществ поддерживается за счет продукционно-деструкционных процессов. При увеличении продуктивности водоема наблюдается интенсивное накопление органики на дне, что приводит к заилению, обмелению и дефициту кислорода (Трансформация органического..., 1989). Все это снижает потенциальные возможности использования прудов, как в рыбоводных, так и рекреационных целях. Для удаления избыточного количества органических веществ, необходимо проводить мелиоративные мероприятия по очистке дна водоем от ила.

Для оценки количества и состава органического вещества воды прудов города Вологда измерялись такие показатели, как цветность, перманганатная и бихроматная окисляемость, БПК<sub>5</sub>. Общее количество органических веществ в воде прудов характеризуют такие показатели как цветность и бихроматная окисляемость.

Установлено, что по показателю цветности, согласно классификации М.А. Фортунатова (1959) искусственные водоемы города Вологда разделяются на четыре группы (рис. 19). Первую группу составляют два пруда (Сибирский и по ул. Воровского), которые характеризуются как олигогуменные, т.е. с низким содержанием органических веществ. Во вторую группу (мезоолигогуменную) относятся 5 прудов (Евковский, по ул. Доронинская, у стадиона «Локомотив» и два в парке Мира) с показателем цветности от 20 до 40 град. В мезогуменную группу входят пруды Архиерейские, Аппендикс, в мкр. Куролит, по улицам Сокольская и Мелиораторов. Кроме того, в пруду Кузя-Мазя вода была сильно насыщена органическими веществами, а цветность составила 106 град.

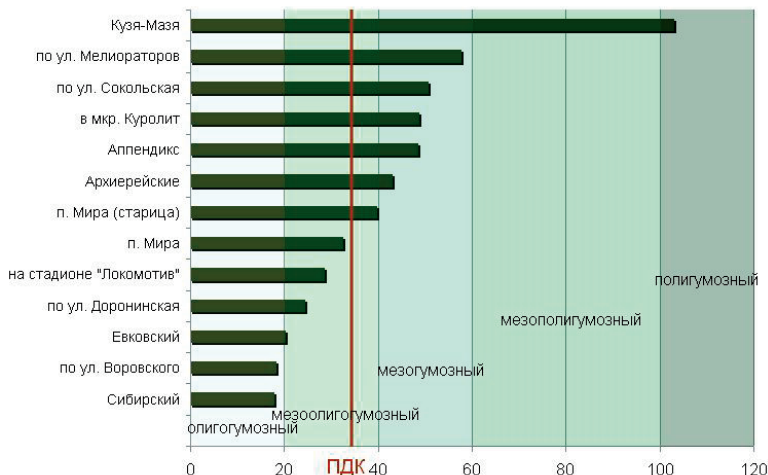


Рисунок 19. Цветность (град.) воды прудов города Вологды

Другие показатели (бихроматная и перманганатная окисляемость, БПК<sub>5</sub>) характеризуют состав органических веществ. Химический анализ воды показал, что бихроматная окисляемость варьировала в пределах от 10 до 140 мгО<sub>2</sub>/л. Наиболее высокие значения характерны для Архиерейских прудов, что свидетельствует о значительном количестве окисляющихся органических веществ в этом водоеме. Уровень ПДК в 15 мгО<sub>2</sub>/л превышен в таких прудах как Архиерейские, в парке Мира, Сибирском, по ул. Доронинская, в мкр. Куролит и по ул. Сокольская. Перманганатная окисляемость характеризует содержание в воде органических веществ планктонного происхождения и свидетельствует об интенсивности продукционных процессов внутри водоемов. Среди исследованных прудов наиболее высокие значения отмечаются в Архиерейских прудах и прудах по ул. Доронинская.

Количество легкоокисляющегося органического вещества характеризует показатель БПК<sub>5</sub>, наиболее высокие значения которого характерны для прудов по ул. Доронинская, Архиерейские и Кузя-Мазя (рис. 20). Концентрация этой группы веществ превышает установленную норму в 3 мгО<sub>2</sub>/л в 1,5–2 раза. В целом, эти три пруда по этому показателю относятся к категории грязных. В прудах по ул. Сокольская, Мелиораторов и в мкр. Куролит биохимическое потребление кислорода находилось в пределах 3–4 мгО<sub>2</sub>/л и они характеризуются как загрязненные. В остальных прудах этот показатель был ниже ПДК.

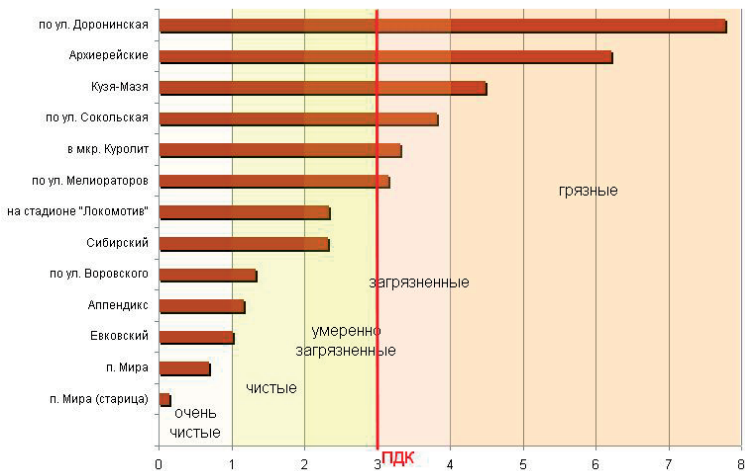


Рисунок 20. БПК<sub>5</sub> (мгО<sub>2</sub>/л) воды прудов города Вологды

**Биогенные элементы.** Интенсивность развития водорослей и рост высшей водной растительности определяется наличием в воде фосфора, азота и кремния. В условиях Вологодской области основным лимитирующим элементом является фосфор (Болотова, 1999; Борисов, 2004). Его концентрация в воде определяется, с одной стороны, поступлением с прилегающей территории, а, с другой, скоростью его потребления автотрофными организмами. В прудах города Вологды концентрация фосфора достигала величины 0,62 мг/л (Архиерейские пруды), что в три раза выше установленной нормы в 0,2 мг/л. Кроме этого содержание фосфора выше ПДК фиксировалось в воде прудов Евковский и парка Мира. В большинстве искусственных водоемов города количество фосфора было ниже 0,05 мг/л.

Концентрация разных форм азота также значительно варьировала в разных прудах города. Наиболее часто превышало установленные нормы (0,5 мг/л) содержание ионов аммония (рис. 21). Наибольшие его величины характерны для прудов Кузя-Мазя (1,61 мг/л) и Архиерейские (1,34 мг/л). Ниже уровня ПДК концентрации аммонийного азота были только в прудах по ул. Доронинской и Сибирском. В целом эта форма азота имеет закономерные межсезонные колебания и повышенные ее значения характерны для осеннего периода, когда и отбирались пробы для проведения химического анализа. Большую настороженность вызывает присутствие, а в некоторых водоемах (Архиерейские пруды и пруд по ул. Воровского) превышение ПДК нитрит-ионов (рис. 22). Эта

форма азота достаточно редко регистрируется в естественных водоемах в вегетационный период и свидетельствует об избыточном насыщении воды азотом и развитием процессов нитрификации, которые активно протекают в анаэробных условиях.

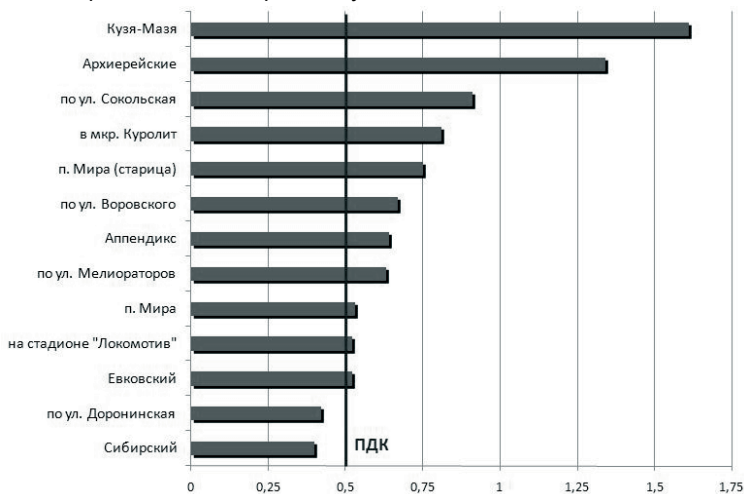


Рисунок 21. Содержание ионов аммония (мг/л) в воде прудов города Вологды

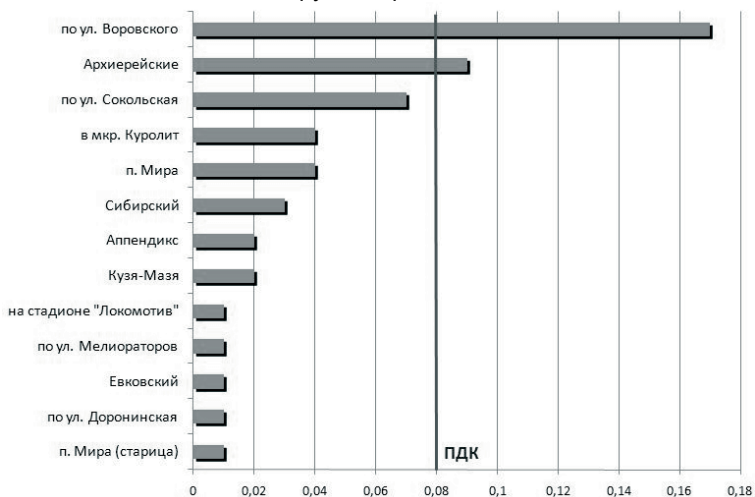


Рисунок 22. Содержание нитрит-ионов (мг/л) в воде прудов города Вологды

**Токсические элементы.** При оценке экологического состояния водоемов особое внимание уделяется токсическим веществам. В настоящее время мы располагаем данными о концентрации в воде девяти тяжелых металлов (железо, марганец, цинк, медь, хром, никель, кобальт, кадмий, свинец), а также количестве синтетических поверхностно-активных веществ и нефтепродуктов. Следует заметить, что содержание таких элементов как кадмий, никель, кобальт, хром, свинец было ниже чувствительности аналитических приборов. В целом, некоторые из тяжелых металлов (железо, марганец, цинк, медь) необходимы организмам для нормального функционирования живых организмов. Однако в больших количествах они могут угнетать жизнедеятельность растений и животных или приводить к их гибели (Мур, Рамамурти, 1987, Моисеенко, 2009). Кроме того, эти элементы интенсивно накапливаются в живых организмах и увеличивают свою концентрацию при переходе с одного трофического уровня на другой. С этой точки зрения высокое содержание в воде тяжелых металлов может ограничивать использование прудов в рыбохозяйственных целях.

Наиболее часто установленные нормы ПДК в водоемах Вологодской области превышают соединения железа, марганца, меди и цинка, что связано с их повышенным содержанием в поверхностных четвертичных отложениях. Не исключение стали и пруды города Вологды, где ситуация усугубляется высокой антропогенной нагрузкой. Так, содержание железа практически во всех прудах города была выше ПДК (рис. 23). В наибольших количествах этот элемент обнаружен в прудах Кузя-Мазя (22 ПДК), в микрорайоне Куролит (12 ПДК) и Аппендикс (10 ПДК). В основном содержание этого элемента было в пределах 0,1–0,2 мг/л, а в двух прудах по ул. Дронинская и Евковском концентрация железа была несколько ниже ПДК – 0,09 мг/л. Аналогичная ситуация складывается с содержанием марганца (рис. 24). Единственный водоем, в воде которого концентрация марганца была ниже ПДК, пруд по ул. Доронинская. В незначительных количествах превышает ПДК содержание этого элемента в прудах парка Мира и Сибирском. Наиболее высокое содержание марганца отмечается в прудах Кузя-Мазя и в микрорайоне Куролит (9 ПДК). Основным источником марганца являются болотные воды.

Медь в воде прудов города Вологды встречалась в величинах равных или ниже ПДК. Исключение составляют лишь пруды Архирейские и в микрорайоне Куролит, где концентрация элемента составила соответственно 6 и 2 ПДК (рис. 25). Цинк в искусственных водных объектах города Вологда присутствует в основном в небольших количествах, не превышающих установленные нормы (рис. 26). Наиболее низкие значения характерны для прудов Сибирский, Ев-

ковский и на стадионе «Локомотив», а самые высокие наблюдались в прудах Архирейские (3 ПДК) и в микрорайоне Куролит 1,1 ПДК.

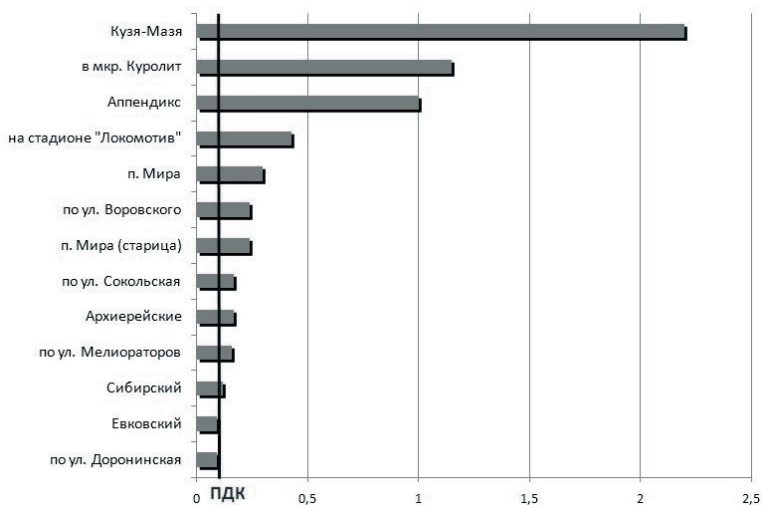


Рисунок 23. Содержание железа (мг/л) в воде прудов города Вологды

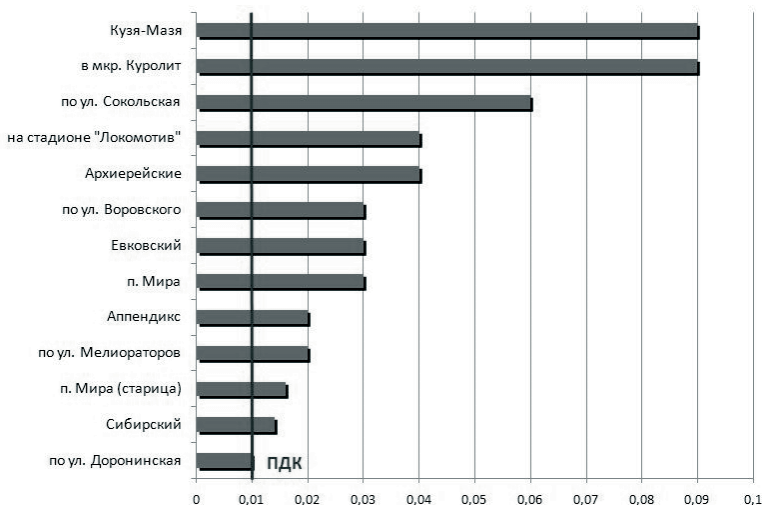


Рисунок 24. Содержание марганца (мг/л) в воде прудов города Вологды

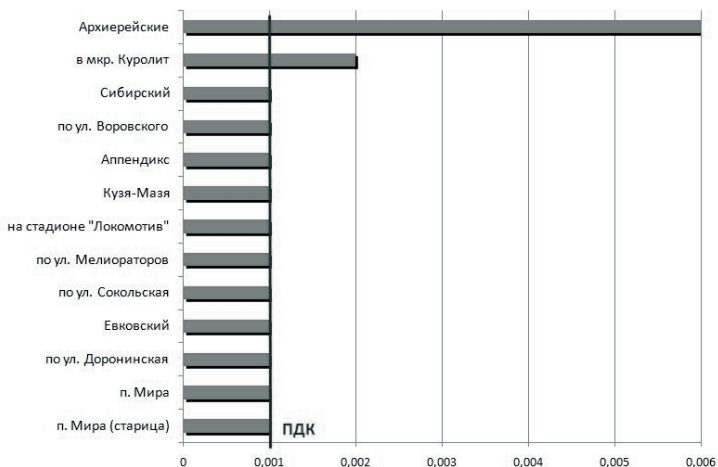


Рисунок 25. Содержание меди (мг/л) в воде прудов города Вологды

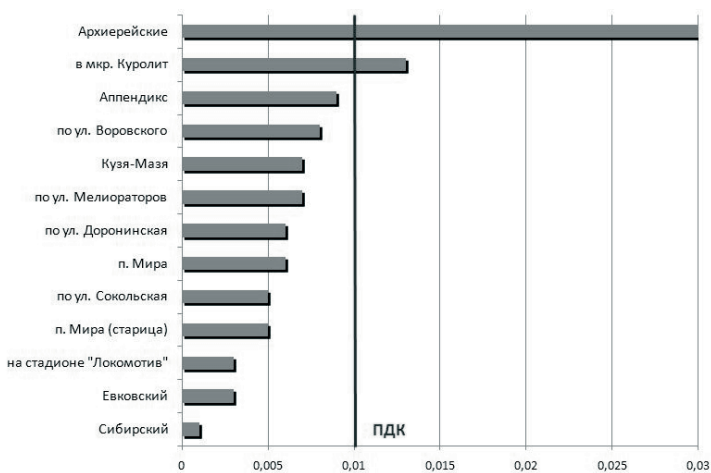


Рисунок 26. Содержание цинка (мг/л) в воде прудов города Вологды

Среди органических токсических веществ в некоторых водоемах в повышенных концентрациях обнаружены нефтепродукты, которые поступают в пруды при мойке автомобилей и от производственных стоков. Наиболее высокие содержание (3 ПДК) нефтепродуктов обнаружено в пруду по улице Воровского, рядом с которым расположены производственные помещения ООО «Завод пластмассовых изделий».

**Комплексная оценка экологического состояния.** Рассчитанный на основе всех имеющихся данных по химическому составу воды прудов города Вологда, включающих 30 показателей (табл. 32), индекс загрязнения воды (ИЗВ) показал, что водоемы имеют разное экологическое состояние (рис. 27). Индекс загрязнения воды варьировал от 1,04 в Сибирском пруду до 7,36 в пруду Кузя-Мазя. По рассчитанным индексам пруды города Вологда разделяются на 4 класса качества. К очень грязным (класс качества VI) относится один водоем – Кузя-Мазя; к грязным (класс качества V) – Аппендикс, Архиерейские и в микрорайоне Куролит; к загрязненным (класс качества IV) – Евковский, пруды по улице Сокольская и по улице Воровского и умеренно загрязненным (класс качества III) – пруды в парке Мира, по улицам Доронинская и Мелиораторов, а также на стадионе «Локомотив» и Сибирский. Основными компонентами химического состава вод, снижающих качество искусственных водоемов, являются некоторые тяжелые металлы (железо, марганец, медь), повышенное содержание органических веществ, избыточные концентрации аммонийного азота и недостаток в воде растворенного в воде кислорода.

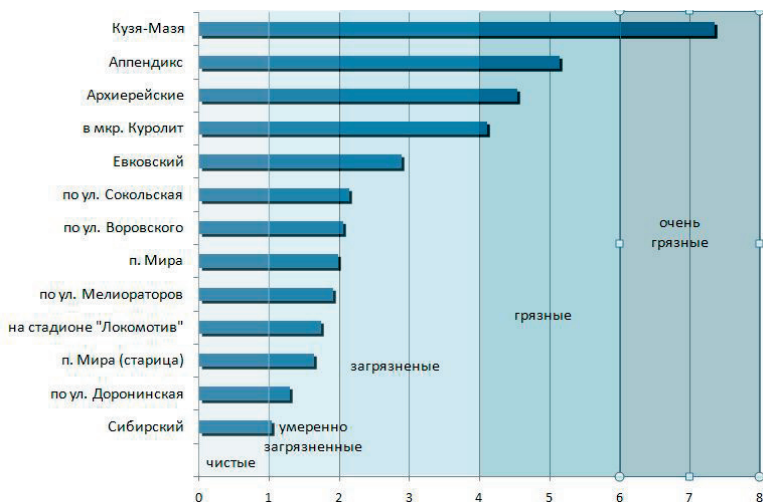


Рисунок 27. Величины ИЗВ прудов города Вологда

Таблица 32. Гидрохимические показатели качества воды искусственных водоемов города Вологды

Показатели	ПДК	по ул. Мелиораторов	по ул. Сокольская	в парке Мира (старлица)	в парке Мира	в мкр. Куролит	по ул. Доронинская	Сибирский	Архирейские	по ул. Воровского	Кузя-Мая	Аппендикс	Локомотив	Евковский
Взвешенные вещества, мг/л	10	4,8	6,4	2,3	8,4	15,4	3,2	1,1	4,3	2,3	3,0	2,8	1,3	0,8
рН	6,5–8,5	6,97	7,01	7,21	7,02	7,07	7,1	7,11	7,05	7,00	7,25	7,21	7,1	7,17
Гидрокарбонаты, мг/л	-	177	299	134	244	250	189	85	348	189	98	159	244	308
Сульфаты, мг/л	100	25	127	17	6	29	16	7	23	87	8	9,5	19	67
Хлориды, мг/л	300	23	34	10	10	42	41	18	20	25	10	10	14	66
Кальций, мг/л	180	58	61	25	42	40	39	15	62	46	18	28	34	90
Магний, мг/л	40	4,2	50,4	15,0	22,8	36,0	19,8	11,4	31,2	32,4	7,2	12,0	27,6	24,6
Натрий, мг/л	180	19	37	6	5	28	20	15	14	31	5	9	14	23
Калий, мг/л	50	5	10	1	2	7	3	1	2	3	7	9	3	3
О <sub>2</sub> , мг/л	4	8,6	7,8	4,0	1,2	6,8	9,2	5,3	7,6	3,0	0,5	0,3	10,4	0,5
Цветность, град	35	57,5	50,6	39,6	32,4	48,6	24,4	17,7	43	18,2	103	48,3	28,4	20,2
Окисляемость перманганатная, мгО <sub>2</sub> /л	-	8,3	8,5	14,0	10,0	7,5	20,4	10,0	28,4	7,2	7,2	7,5	7,7	4,8
ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	15	10	30	50	20	40	30	30	140	10	10	10	10	10
БПК 5, мгО <sub>2</sub> /л	3	3,14	3,81	0,14	0,68	3,3	7,77	2,31	6,2	1,32	4,47	1,16	2,32	1
Фосфор, мг/л	0,2	<0,05	<0,05	<0,05	0,35	0,06	<0,05	0,05	0,62	<0,05	0,14	0,06	<0,05	0,39
Аммоний-ион, мг/л	0,5	0,63	0,91	0,75	0,53	0,81	0,42	0,4	1,34	0,67	1,61	0,64	0,52	0,52
Нитрат-ион, мг/л	40	1,4	1,8	1,3	1,2	1,5	1,6	1,2	2	1,2	1	1	1,2	1,8
Нитрит-ион, мг/л	0,08	0,01	0,07	0,01	0,04	0,04	0,01	0,03	0,09	0,17	0,02	0,02	0,01	0,01

Показатели	ПДК	по ул. Мелиораторов	по ул. Сокольская	в парке Мира (старлица)	в парке Мира	в мкр. Куролит	по ул. Доронинская	Сибирский	Архирейские	по ул. Воровского	Кузя-Мазя	Аппендикс	Локомотив	Евковский
Кремний, мг/л	-	0,16	0,17	0,8	0,3	1,15	0,09	0,12	0,17	0,24	2,2	1	0,43	0,09
Железо общее, мг/л	0,1	1	0,9	0,24	4,5	1,4	0,5	0,7	9,1	0,4	1,3	0,7	0,5	5,4
Марганец, мг/л	0,01	0,02	0,06	0,016	0,03	0,09	0,01	0,014	0,04	0,03	0,09	0,02	0,04	0,03
Кадмий, мг/л	0,005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Цинк, мг/л	0,01	0,007	0,005	0,005	0,006	0,013	0,006	0,001	0,03	0,008	0,007	0,009	0,003	0,003
Медь, мг/л	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,006	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Хром, мг/л	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Свинец, мг/л	0,006	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,05	<0,005
Никель, мг/л	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Кобальт, мг/л	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
СПАВ, мг/л	0,1	<0,025	<0,025	<0,025	0,028	0,026	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Нефтепродукты, мг/л	0,05	0,017	0,018	0,026	0,028	0,023	0,02	0,049	0,094	0,155	0,044	0,026	0,017	0,025
<b>ИЗВ</b>		<b>1,32</b>	<b>2,14</b>	<b>1,64</b>	<b>1,99</b>	<b>4,11</b>	<b>1,30</b>	<b>1,04</b>	<b>4,04</b>	<b>2,06</b>	<b>7,36</b>	<b>5,15</b>	<b>1,74</b>	<b>2,89</b>

## 2.2. Растительный покров

Состав флоры изученных водоёмов города Вологды, а также данные необходимые для анализа флоры приведены в таблице 33.

**Таксономический анализ.** Флора изученных городских водоёмов представлена сосудистыми растениями, мохообразными и макроводорослями. Всего обнаружено 100 видов (табл. 33). Крпотогамные макрофиты малочисленны (10 видов). Так мохообразные представлены 1 видом печёночников (отдел Marchantiophyta, класс Marchantiopsida) и 7 видами листостебельных мхов (отдел Bryophyta, класс Bryopsida) из 7 родов и 5 семейств. Во всех водоёмах отмечен 1 вид зелёных водорослей (*Cladophora glomerata*), но лишь в одном (пруд Сибирский) – 1 вид харовых водорослей (*Chara globularis*).

В растительном покрове закономерно преобладают сосудистые макрофиты – 90 видов, относящиеся к 2 отделам, 3 классам, 34 семействам и 54 родам. Наибольшее число видов содержат семейства *Cyperaceae* (12 видов), *Polygonaceae* (8), *Poaceae* и *Potamogetonaceae* (по 6), *Lemnaceae* (5), *Juncaceae*, *Lamiaceae*, *Rosaceae* (по 4), *Asteraceae*, *Ranunculaceae*, *Sparganiaceae*, *Rubiaceae* (по 3). Двувидовых семейств – 7, одновидовых – 15.

Родовой спектр сосудистых растений прудов выглядит следующим образом: *Carex* (9 видов), *Potamogeton* (6), *Rumex* (5), *Juncus* (4), *Galium*, *Lemna*, *Persicaria*, *Sparganium* (по 3), *Agrostis*, *Bidens*, *Chenopodium*, *Eleocharis*, *Epilobium*, *Equisetum*, *Glyceria*, *Ranunculus* (по 2). Одновидовых родов – 38.

Таблица 33. Список видов растений малых водоёмов города Вологды

Вид	ЭГ	Аре- ал	Водоёмы														Σ
			1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14		
<b>Криптогамные макрофиты</b>																	
<b>Сем. Characeae – Харовые</b>																	
<i>Chara globularis</i> Thuill. – Хара шаровидная	I	Pz, Pr	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1
<b>Сем. Cladophoraceae – Кладофоровые</b>																	
<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kutz. – Кладофора сученная	I	Pz, Pr	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	13
<b>Сем. Amblystegiaceae – Амблистегиевые</b>																	
<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst. – Лептодикциум береговой	II	Pz, Pr	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	2
<b>Сем. Calliergonaceae – Каллиергоновые</b>																	
<i>Calliergon giganteum</i> (Schimp.) Kindb. – Каллиергон гигантский	II	AB, GA	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Straminergon stramineum</i> (Dicks. ex Brid.) Hedenaes – Страминергон соломенно-жёлтый	III	AB, GA	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1
<i>Warnstorfia exannulata</i> (Bruch et al.) Loeske – Варнсторфия бесколечковая	II	B, Pr	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<b>Сем. Fontinalaceae – Фонтиналисовые</b>																	
<i>Fontinalis hypnoides</i> Hartm. – Фонтиналис	I	Pz, GA	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<b>Сем. Mniaceae – Мниевые</b>																	
<i>Rhizomnium pseudopunctatum</i> (Bruch & Schimp.) T.J. Кор. – Ризомниум ложноточечный	IV	AB, GA	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<b>Сем. Pylaisiaceae – Пилезиевые</b>																	
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske – Каллиергонелла заострённая	III	B, Pr	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1

Вид	ЭГ	Аре- ал	Водоёмы														Σ
			1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14		
<b>Сем. Ricciaceae – Риччиевые</b>																	
<i>Riccia fluitans</i> L. – Риччия плавающая	I	B, GA	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<b>Сосудистые макрофиты</b>																	
<b>Сем. Equisetaceae – Хвощёвые</b>																	
<i>Equisetum arvense</i> L. – Хвощ полевой	V	B, GA	+	+	.	.	+	+	+	.	+	+	.	+	.	8	
<i>Equisetum fluviatile</i> L. – Хвощ речной	II	Pz, GA	.	.	+	+	.	+	.	.	+	.	.	+	.	5	
<b>Сем. Alismataceae – Частуховые</b>																	
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L. – Частуха подорожниковая	II	Pz, EA	+	+	+	.	+	+	.	+	+	+	+	+	.	10	
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L. – Стрелолист обыкновенный	II	B, EA	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	3	
<b>Сем. Apiaceae – Сельдереевые</b>																	
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir. – Омежник водный	II	B, ES	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
<i>Sium latifolium</i> L. – Поручейник широколистный	IV	B, ES	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	4	
<b>Сем. Asteraceae – Астровые</b>																	
<i>Bidens cernua</i> L. – Черда поникшая	IV	B, GA	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	5	
<i>Bidens tripartita</i> L. – Черда трёхраздельная	IV	Pz, GA	.	.	.	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	9	
<i>Gnaphalium uliginosum</i> L. – Сушеница топяная	IV	B, GA	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
<b>Сем. Boraginaceae – Бурачниковые</b>																	
<i>Myosotis palustris</i> (L.) L. – Незабудка болотная	IV	B, EA	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	
<b>Сем. Brassicaceae – Брассиковые</b>																	
<i>Cardamine dentata</i> Schult. – Сердечник зубчатый	IV	B, ES	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	5	
<i>Rorippa palustris</i> (L.) Bess. – Жерушник болотный	IV	Pz, Pr	+	+	+	.	+	+	+	.	.	.	+	+	.	8	
<b>Сем. Butomaceae – Сусаковые</b>																	
<i>Butomus umbellatus</i> L. – Сусак зонтичный	II	Pz, EA	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	5	

Вид	ЭГ	Аре- ал	Водоёмы														Σ
			1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14		
<b>Сем. Ceratophyllaceae – Роголистниковые</b>																	
<i>Ceratophyllum demersum</i> L. – Роголистник обыкн.	I	Pz, GA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	13	
<b>Сем. Chenopodiaceae – Маревые</b>																	
<i>Chenopodium polyspermum</i> L. – Марь многосеменная	VI	Pz, EA	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	
<i>Chenopodium rubrum</i> L. – Марь красная	VI	Pz, Pr	.	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	4
<b>Сем. Cyperaceae – Сытевые</b>																	
<i>Carex acuta</i> L. – Осока острая	III	B, ES	+	+	+	+	+	+	.	+	.	+	+	+	+	11	
<i>Carex cespitosa</i> L. – Осока дернистая	IV	B, EA	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
<i>Carex flava</i> L. s.l. – Осока жёлтая	IV	BN, E- WS	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	
<i>Carex hirta</i> L. – Осока коротковолосистая	V	BN, E	.	.	.	.	+	+	+	.	+	.	+	+	.	6	
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard – Осока чёрная	IV	BN, ES-NA	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	3	
<i>Carex pseudocyperus</i> L. – Осока ложносытевая	IV	Pz, GA	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	3	
<i>Carex rhynchophysa</i> С.А.Мей. – Осока вздутоносая	III	B, GA	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	4	
<i>Carex rostrata</i> Stokes – Осока носиковая	III	B, GA	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	
<i>Carex x pannawitziana</i> Figert. – Осока Панавица	III	x	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
<i>Eleocharis mamillata</i> (Lindb. fil.) Lindb. fil. ex Dorfl. s.l. – Ситняг сосочковый	III	B, EA	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. et Schult. – Ситняг болотный	III	Pz, GA	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	2	
<i>Scirpus sylvaticus</i> L. – Камышѐвник лесной	IV	BN, EA	.	+	.	+	.	+	+	+	.	.	+	+	.	7	
<b>Сем. Haloragaceae – Сланягодниковые</b>																	
<i>Myriophyllum sibiricum</i> Kom. – Уруть сибирская	I	B, EA- NA	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	

Вид	ЭГ	Аре- ал	Водоёмы														Σ
			1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14		
<b>Сем. Hydrocharitaceae – Водокрасовые</b>																	
<i>Elodea canadensis</i> Michx. – Элодея канадская	I	ADV	+	.	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+		11
<b>Сем. Juncaceae – Ситниковые</b>																	
<i>Juncus articulatus</i> L. – Ситник членистый	IV	B, GA	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.		4
<i>Juncus bufonius</i> L. s.l. – Ситник жабий	IV	B, GA	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	2
<i>Juncus filiformis</i> L. – Ситник нитевидный	IV	B, GA	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Juncus tenuis</i> Willd. – Ситник тонкий	IV	B, GA	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
<b>Сем. Juncaginaceae – Триостренниковые</b>																	
<i>Triglochin palustre</i> L. – Триостренник болотный	V	Pz, GA	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<b>Сем. Lamiaceae – Яснотковые</b>																	
<i>Lycopus europaeus</i> L. – Зюзник европейский	IV	Pz, EA	+	+	+	.	.	+	+	.	.	+	+	+	.		8
<i>Mentha arvensis</i> L. – Мята полевая	IV	B, EA	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	+	.		4
<i>Scutellaria galericulata</i> L. – Шлемник обыкновенный	IV	B, EA	.	.	+	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.		4
<i>Stachys palustris</i> L. – Чистец болотный	IV	B, EA	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.		3
<b>Сем. Lemnaceae – Рясковые</b>																	
<i>Lemna gibba</i> L. – Ряска горбатая	I	Pz, Pr	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1
<i>Lemna minor</i> L. – Ряска малая	I	Pz, Pr	+	+	+	+	.	+	.	.	+	+	+	+	+	+	10
<i>Lemna turionifera</i> Landolt – Ряска турионообразующая	I	B, E- WS	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.		1
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid. – Многокоренник обыкновенный	I	Pz, Pr	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	13
<i>Staurogeton trisulcus</i> (L.) Schur – Трёхдольница трёхбороздчатая	I	Pz, Pr	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	13
<b>Сем. Lentibulariaceae – Пузырчатковые</b>																	
<i>Utricularia vulgaris</i> L. – Пузырчатка обыкновенная	I	B, GA	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2

Вид	ЭГ	Аре- ал	Водоёмы														Σ
			1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14		
<b>Сем. Lythraceae – Дербенниковые</b>																	
<i>Lythrum salicaria</i> L. – Дербенник иволистный	III	Pz, GA	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	3
<b>Сем. Menyanthaceae – Вахтовые</b>																	
<i>Menyanthes trifoliata</i> L. – Вахта трёхлистная	III	B, GA	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<b>Сем. Nymphaeaceae – Кувшинковые</b>																	
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith – Кубышка жёлтая	I	Pz, ES	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<b>Сем. Onagraceae – Ослинниковые</b>																	
<i>Epilobium hirsutum</i> L. – Кипрей волосистый	IV	Pz, EA	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Epilobium palustre</i> L. – Кипрей болотный	III	B, GA	+	+	.	+	+	+	+	.	.	+	.	.	+	.	8
<b>Сем. Plantaginaceae – Подорожниковые</b>																	
<i>Plantago uliginosa</i> F.W. Schmidt – Подорожник то- пяной	V	B, EA	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	+	.	+	.	5
<b>Сем. Poaceae – Мятликовые</b>																	
<i>Agrostis capillaris</i> L. – Полевица тонкая	V	B, ES	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Agrostis stolonifera</i> L. – Полевица побегообразую- щая	III	B, ES	.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	.	+	.	.	7
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R.Br. – Манник плавающий	III	BN, E- NA	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	9
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb. – Манник большой	IV	BN, E- WS	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rausch. – Двукосточник тростниковый	IV	Pz, GA	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	5
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. – Тростник южный	II	Pz, Pr	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	3

Вид	ЭГ	Ареал	Водоёмы														Σ
			1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14		
<b>Сем. Polygonaceae – Спорышевые</b>																	
<i>Persicaria amphibia</i> (L.) S.F.Gray – Горец земноводный	I	Pz, E-NA	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	2	
<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach – Горец перечный	IV	B, EA	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	
<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) S.F.Gray – Горец развесистый	IV	Pz, GA	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	2	
<i>Rumex aquaticus</i> L. – Щавельник водный	III	B, EA	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	3	
<i>Rumex crispus</i> L. – Щавельник курчавый	V	B, GA	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds. – Щавельник прибрежноводный	IV	B, E-WS	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	
<i>Rumex maritimus</i> L. – Щавельник морской	V	B, EA	+	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	4	
<i>Rumex rossicus</i> Murb. – Щавельник русский	V	B, ES	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	
<b>Сем. Potamogetonaceae – Рдестовые</b>																	
<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieb. – Рдест Берхтольда	I	Pz, GA	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	2
<i>Potamogeton natans</i> L. – Рдест плавающий	I	Pz, GA	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	6
<i>Potamogeton pectinatus</i> L. – Рдест гребенчатый	I	Pz, Pr	.	+	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	5	
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L. – Рдест пронзённolistный	I	Pz, Pr	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	
<i>Potamogeton praelongus</i> Wulf. – Рдест длиннейший	I	Pz, Pr	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
<i>Potamogeton trichoides</i> Cham. et Schlecht. – Рдест волосовидный	I	Pz, E-WS	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	
<b>Сем. Primulaceae – Первоцветовые</b>																	
<i>Lysimachia vulgaris</i> L. – Вербейник обыкновенный	IV	B, ES	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	6	
<i>Naumburgia thyrsoiflora</i> (L.) Reichb. – Кизляк кистецветный	III	B, GA	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	4	

Вид	ЭГ	Ареал	Водоёмы														Σ
			1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14		
<b>Сем. Ranunculaceae – Лютиковые</b>																	
<i>Ranunculus repens</i> L. – Лютик ползучий	IV	Pz, EA	+	.	.	.	+	+	.	+	+	+	.	+	+	8	
<i>Ranunculus sceleratus</i> L. – Лютик ядовитый	IV	B, EA-NA	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	5	
<i>Thalictrum simplex</i> L. – Василистник простой	V	B, EA	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
<b>Сем. Rosaceae – Шиповниковые</b>																	
<i>Comarum palustre</i> L. – Сабельник болотный	III	GAB, GA	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	
<i>Filipendula denudata</i> (J. et C.Presl) Fritsch – Лабазник обнажённый	IV	B, E	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	
<i>Geum rivale</i> L. – Гравилат речной	V	B, ES	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
<i>Potentilla anserina</i> L. – Лапчатка гусиная	VI	Pz, GA	.	.	.	+	+	+	+	.	.	+	+	+	+	8	
<b>Сем. Rubiaceae – Мареновые</b>																	
<i>Galium palustre</i> L. – Подмаренник болотный	IV	B, ES-NA	+	+	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	5	
<i>Galium trifidum</i> L. – Подмаренник трёхраздельный	IV	B, ES	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	3	
<i>Galium uliginosum</i> L. – Подмаренник топяной	IV	BN, GA	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
<b>Сем. Scrophulariaceae – Норичниковые</b>																	
<i>Veronica beccabunga</i> L. – Вероника ручейная	III	Pz, ES	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	
<b>Сем. Solanaceae – Паслёновые</b>																	
<i>Solanum dulcamara</i> L. – Паслён сладко-горький	IV	BN, E	+	+	+	+	.	+	.	+	+	+	.	.	.	8	
<b>Сем. Sparganiaceae – Ежеголовниковые</b>																	
<i>Sparganium emersum</i> Rehm. – Ежеголовник всплывающий	II	Pz, GA	+	+	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	+	6	

Вид	ЭГ	Аре- ал	Водоёмы														Σ
			1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14		
<i>Sparganium erectum</i> L. – Ежеголовник прямостоячий	II	BN, ES	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	2	
<i>Sparganium microcarpum</i> (Neum.) Raunk. – Ежеголовник мелкоплодный	II	B, E- WS	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	2	
<b>Сем. Typhaceae – Рогозовые</b>																	
<i>Typha latifolia</i> L. s.l. – Рогоз широколистный	II	Pz, GA	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	.	+	.	10	
<b>Сем. Valerianaceae – Валериановые</b>																	
<i>Valeriana officinalis</i> L. – Валериана лекарственная	IV	B, E	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	2	
<b>Всего криптогамных растений</b>			<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	
<b>Всего сосудистых растений</b>			<b>34</b>	<b>35</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>55</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	<b>90</b>	
<b>Всего макрофитов</b>			<b>35</b>	<b>36</b>	<b>30</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>59</b>	<b>24</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>27</b>	<b>23</b>	<b>28</b>	<b>18</b>	<b>100</b>	

Условные обозначения. Водоёмы: 1 – по ул. Мелиораторов, 2 – по ул. Сокольская, 3 – в парке Мира (старица), 4 – в парке Мира, 5 – в мкр. Куролит, 6 – №1 и №2 по ул. Доронинская, 8 – Сибирский, 9 – Архиерейские, 10 – по ул. Воровского, 11 – Кузя-Мазя, 12 – Аппендикс, 13 – на стадионе «Локомотив», 14 – Евковский;

ЭГ (экологическая группа): I – гидрофиты, II – гелофиты (гигрогидрофиты для мохообразных), III – гигрогелофиты (гидрогигрофиты для мохообразных), IV – гигрофиты, V – гигромезофиты, VI – мезофиты;

Ареалы: Pz – пльоризональный, AB – арктобореальный, GAB – гипоарктобореальный, B – бореальный, BN – бореально-неморальный, ADV – адвентивный, Pr – пльурорегиональный, GA – голарктический, E – европейский, EA – евразийский, E-NA – европейско-североамериканский, EA-NA – евразийско-североамериканский, ES – евро-сибирский, ES-NA – евро-сибирско-североамериканский, E-WS – европейско-западносибирский, x – неопределённый (для гибридов);

Σ – количество водоёмов, в которых отмечен вид.

**Географический анализ.** При проведении анализа географического спектра флоры мы следуем «принципу биогеографических координат» (Юрцев, 1968), когда принадлежность к тому или иному географическому элементу определяется на основании амплитуды преимущественного распространения. Для географической структуры изучаемой флоры характерно преобладание видов зонального распространения, с отчётливым бореальным характером (табл. 34). В том числе 47 бореальных, 9 бореально-неморальных, 3 арктобореальных и 1 гипоарктобореальный (60%) вид. Значительна доля таксонов (38 видов, 38%), имеющих плюризональное распространение. Рассматриваемая флора отличается от региональной флоры, ослаблением зональных черт, что отражает общий интразональный характер гидрофильных флор (см. например, работы по флоре рек и ручьёв (Бобров, 1999)). Ещё один вид – *Elodea canadensis*, является адвентивным растением. Для одного гибридного вида тип ареала и геоэлемент установить не удалось.

Таблица 34. Географический спектр флоры прудов города Вологды

Тип ареала	Географический элемент							Всего
	Pz	AB	GAB	B	BN	ADV	x	
Pr	13	–	–	2	–	–	–	15
GA	15	3	1	15	1	–	–	35
E	–	–	–	2	2	–	–	4
EA	6	–	–	12	1	–	–	19
E-NA	1	–	–	–	1	–	–	2
EA-NA	–	–	–	2	–	–	–	2
ES	2	–	–	10	1	–	–	13
ES-NA	–	–	–	1	1	–	–	2
E-WS	1	–	–	3	2	–	–	6
ADV	–	–	–	–	–	1	–	1
x	–	–	–	–	–	–	1	1
<b>Всего</b>	<b>38</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>47</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>100</b>

Условные обозначения. *Pz* – плюризональный, *AB* – арктобореальный, *GAB* – гипоарктобореальный, *B* – бореальный, *BN* – бореально-неморальный, *ADV* – адвентивный, *Pr* – плурирегиональный, *GA* – голарктический, *E* – европейский, *EA* – евразийский, *E-NA* – европейско-североамериканский, *EA-NA* – евразийско-североамериканский, *ES* – евроазиатский, *ES-NA* – евроазиатско-североамериканский, *E-WS* – евроазиатско-западносибирский, *x* – неопределённый (для гибридов)

По характеру долготного простираения преобладают широко распространённые виды (табл. 34). Наибольшее число имеют голарктический тип ареала (35 видов). Значительным числом видов представ-

лены евразийские (19), пльорирегинальные (15) и евросибирские (13) типы ареала. В целом во флоре преобладают пльоризональные пльорирегинальные (13), пльоризональные голарктические и бореальные голарктические (по 15), бореальные евроазийские (12), бореальные евросибирские (10) виды, что характерно для водных объектов таёжной зоны Европейской России.

**Экологический анализ.** Анализ экологического спектра показал, что в исследуемых городских водоёмах закономерно высока доля гидрофильных (гидрофиты и гелофиты) (34%) и гигрофильных (гидрогелофиты и гигрофиты) (53%) видов (рис. 28). Мезофильная группа малочисленна (всего 13 видов). Стоит отметить, что схожие тенденции отмечены и для флор прудов других таёжных регионов (Папченков, Соловьева, 1993, 1995). Увеличение видов мезофильной группы происходит в случае, если исследователь придерживается широкой трактовки понятия «флоры водоёма». Это приводит к включению в список флоры большего количества луговых, лесных, болотных видов, произрастающих на берегах водоёмов, но обычно не испытывающих влияние самого водоёма.

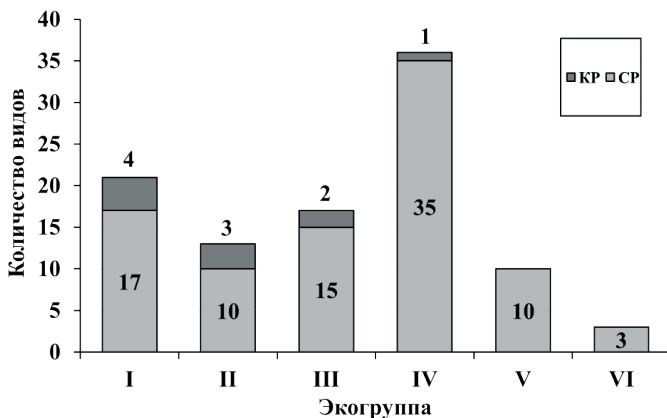


Рисунок 28. Экологический спектр флоры водоёмов города Вологды

Условные обозначения: *KP* – криптогамные растения (мохообразные и макроводоросли), *CP* – сосудистые растения (высшие споровые и семенные растения). Экогруппа: I – гидрофиты, II – гелофиты (гигрогидрофиты для мохообразных), III – гигрогелофиты (гидрогигрофиты для мохообразных), IV – гигрофиты, V – гигромезофиты, VI – мезофиты.

**Эколого-ценотический анализ** позволяет выявить распределение видов по характерным экотопам и предпочитаемым сообществам. Основу ценотического спектра флоры малых водоёмов города Вологды составляют прибрежно-болотные (24) и собственно водные (21) виды, а также болотно-луговые (15), прибрежно-луговые и прибрежно-водные (по 7), прибрежные, водно-болотные и болотно-лесные (по 4). Именно виды этих фитоценотических групп придают характерный облик прудам города. Наличие сорных видов (8) свидетельствует о значительном антропогенном влиянии (рекреационная нагрузка и захламление берегов) на городские водоёмы.

**Встречаемость.** Все виды изучаемой флоры по частоте встречаемости нами подразделены на 5 классов: 1) очень редко (вид отмечен на 1–2 водоёмах); 2) редко (на 3–4); 3) спорадически (на 5–7); 4) часто (на 8–10); 5) очень часто (на 11–13). В рассматриваемой флоре виды по частоте встречаемости распределились следующим образом: очень часто – 6 видов, часто – 12, спорадически – 15, редко – 17, очень редко – 50. В группу редких и очень редких попали растения (67 видов), которые редки, прежде всего, именно в городских водоёмах. Фактически «лицо» растительному покрову малых водоёмов города Вологды придают около 20 растений (виды, встречающиеся часто или очень часто). Среди них особенно выделяются группа активных видов: роголистник обыкновенный, элодея канадская, многокоренник обыкновенный, трёхдольница трёхбороздчатая, осока острая, а также кладофора скученная. На исследуемых водоёмах удалось обнаружить популяции нескольких редких для флоры Вологодской области видов. Так была встречена на четырёх прудах осока ложносытевая – охраняемый в Вологодской области вид (Красная книга..., 2004) и на нескольких прудах отмечены ещё два вида (*Potamogeton berchtoldii* и *Rumex hydrolapathum*), требующих дальнейшего изучения и биологического контроля [Красная книга..., 2004].

**Сравнительный анализ флор отдельных водоёмов.** При анализе флор городских водоёмов (прудов, копаней, стариц, озёр и т.п.) обычно обращают внимание на происхождение водоёмов, современный растительный состав самих водоёмов и прилегающих к ним природно-техногенных комплексов (Соловьева, Папченков, 2000). Объединённая флора городских водоёмов складывается из флор отдельных водных объектов. В частности, на каждом отдельном водоёме города произрастает от 16 до 59 видов (табл. 33), причём доля криптогамных макрофитов всегда незначительна (1–2 вида, очень редко 4–5). Разумеется, отличия в некоторых случаях весьма существенны (например, пруд по ул. Воровского и любой из прудов по ул. Доронинской).

Для сравнительного анализа флор в программном модуле «GRAPHS» (Новиковский, 2004) с использованием коэффициента общности видового состава Съёренсена-Чекановского ( $K_{sc}$ ) была построена дендрограмма (рис. 29).

При относительном сходстве изученных флор ( $K_{sc}=0.43-0.70$ ), прослеживается разделение анализируемой выборки на два крупных блока. В один общий блок объединены пруды, преимущественно антропогенных ландшафтов, а в другой – водоёмы, входящие в состав умеренно трансформированных природных систем (рис. 29: №1, 2, 3, 4, 6). Во втором «природном» блоке городских водоёмов наибольшие различия выявлены во флоре пруда в парке Мира (рис. 29: №4). Вероятно, это связано с тем, что водоём находится фактически в охраняемой зоне и с момента создания парка сильных воздействий не испытывал. Здесь преобладают естественные процессы зарастания и болотообразования (путём формирования и развития сплавин), что позволяет вселяться многим гигрофильным и гидрофильным мохообразным. Зарастанию пруда способствует также близость автодороги и железнодорожных путей. Остальные водоёмы (рис. 29: №1, 2, 3, 6), находясь в периферийной части города, значительное время не испытывает прямого техногенного пресса.

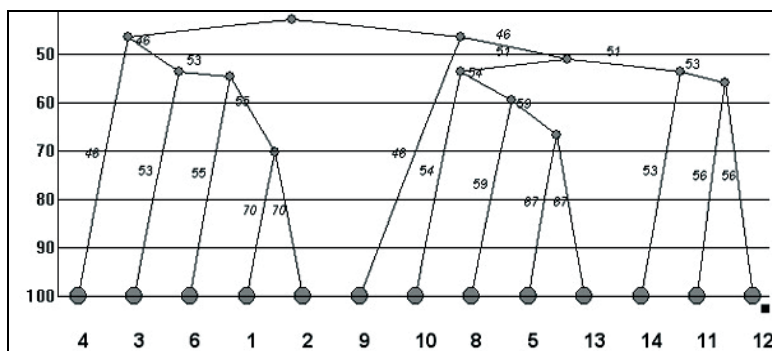


Рисунок 29. Дендрограмма сходства флор искусственных малых водоёмов города Вологды

Условные обозначения. Водоёмы: 1 – по ул. Мелиораторов, 2 – по ул. Сокольская, 3 – в парке Мира (старлица), 4 – в парке Мира, 5 – в мкр. Куролит, 6 – №1 и №2 по ул. Доронинская, 8 – Сибирский, 9 – Архиерейские, 10 – по ул. Воровского, 11 – Кузя-Мазя, 12 – Аппендикс, 13 – на стадионе «Локомотив», 14 – Евковский.

Блок прудов антропогенного происхождения может быть разделён на две группы: 1) трансформированные помещичьи или старин-

ные пруды (рис. 29: 11, 12, 14) и 2) копани (рис. 29: №5, 8, 10, 13). Обособленное положение на дендрограмме имеют лишь копаные Архиерейские пруды (рис. 29: №9), для которых зафиксировано самое низкое видовое богатство (16 видов). Остальные особенности растительного покрова могут быть связаны с размерами водоёма, а также характером берегов, грунтами и минерализацией воды.

В целом, городские водоёмы, являясь техногенными экосистемами, способны существовать в условиях периодического антропогенного вмешательства, которое выражается, прежде всего, в углублении и в очистке дна и берегов от бытового мусора. Растительный покров водоёмов после проведения дноуглубительных работ обязательно восстановится (в течение нескольких лет). Основные доминирующие виды (элодея, роголистник, рясковые, осоки) широко распространены в водоёмах региона и поэтому вероятно их попадание из одного водоёма в другой.

### **2.3. Зоопланктон**

В составе зоопланктона искусственных водоемов города Вологды обнаружено 80 таксонов беспозвоночных, среди них коловраток – 39, ветвистоусых ракообразных (Cladocera) – 29, веслоногих ракообразных (Copepoda) – 12 (табл. 35). Исходя из имеющихся сведений о планктонной фауне многочисленных малых водоемов Вологодской области, можно сказать, что реальное видовое богатство зоопланктона изученных прудов несколько выше. Однако, кадастровый характер и ограниченность времени проведения исследований не позволили зарегистрировать в отобранных пробах все разнообразие зоопланктеров. Для дальнейшего уточнения видового состава коловраток и ракообразных, а именно выявления редких и стенобионтных видов, необходимо проведение более длительных наблюдений в разные сезоны года. На настоящий момент в составе зоопланктона прудов обнаружены организмы, составляющие основу сообществ, что позволяет провести объективный анализ структуры зоопланктона этих водоемов.

Таблица 35. Список таксонов животных, обнаруженных в составе зоопланктона прудов города Вологды

Таксон	Водоёмы														Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
<b>Тип Коловратки (Rotifera)</b>															
<b>Сем. Philodinidae Bryce, 1910</b>															
<i>Dissotrocha aculeata</i> (Ehrenberg, 1832)					+	+						+		+	4
<i>Dissotrocha</i> sp.		+													1
<i>Rotaria</i> sp.														+	1
<b>Сем. Conochilidae Haring, 1913</b>															
<i>Conochilus hippocrepis</i> (Schrank, 1803)			+				+							+	3
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892		+	+		+	+		+						+	6
<i>Conochilus</i> sp.						+									1
<b>Сем. Hexarthridae Bartos, 1959</b>															
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)												+			1
<b>Сем. Filiniidae Haring et Myers, 1926</b>															
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)					+	+	+							+	4
<b>Сем. Testudinellidae Haring, 1913</b>															
<i>Testudinella emarginula</i> (Stenroos, 1898)						+									1
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)				+											1
<i>Testudinella</i> sp.												+			1
<b>Сем. Synchaetidae Hudson and Gosse, 1886</b>															
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1831				+											1
<i>Synchaeta</i> sp.			+	+	+	+	+		+	+			+		8
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925		+									+				2
<i>Polyarthra major</i> Burckhardt, 1900		+													1
<i>Polyarthra</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+		11

Таксон	Водоёмы														Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
<b>Сем. Trichocercidae Harring, 1913</b>															
<i>Trichocerca sp.</i>			+					+			+		+	+	5
<b>Сем. Eosporidae</b>															
<i>Enteroplea lacustris</i> Ehrenberg, 1830		+													1
<b>Сем. Notommatidae Hudson and Gosse, 1886</b>															
<i>Notommata sp.</i>														+	1
<b>Сем. Asplanchidae</b>															
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+		+	+		+	+	+	+	+		+		+	10
<b>Сем. Mytilinidae Harring, 1913</b>															
<i>Lepadella sp.</i>													+		1
<i>Mytilina mucronata</i> (Muller, 1773)				+											1
<i>Mytilina sp.</i>	+	+	+	+		+			+	+	+		+		9
<b>Сем. Colurellidae Wesenberg-Lund, 1929</b>															
<i>Squatinella rostrum</i> (Schmarda, 1846)											+				1
<i>Squatinella sp.</i>	+											+			2
<b>Сем. Trichotriidae Harring, 1913</b>															
<i>Trichotria pocilum</i> (Muller, 1776)							+							+	2
<i>Trichotria truncata</i> (Whitelegge, 1889)	+														1
<b>Сем. Brachionidae Ehrenberg, 1838</b>															
<i>Brachionus sp.</i>				+				+						+	3
<i>Platylas patulus</i> (Muller, 1786)			+								+	+			3
<i>Platylas quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	+											+		+	3
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		+	12
<i>Keratella quadrata</i> (Muller, 1786)	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	12
<i>Notholca labis</i> Gosse, 1887						+									1

Таксон	Водоемы														Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
<b>Сем. Euchlanidae Ehrenberg, 1838</b>															
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	+											+			2
<i>Euchlanis sp.</i>	+		+		+	+	+			+	+				7
<i>Eudactyloa eudactyloa</i> (Gosse, 1886)				+											1
<b>Сем. Lecanidae Remane, 1933</b>															
<i>Lecane (s.str.) luna</i> (Muller, 1776)		+	+			+					+	+	+	+	7
<i>Lecane (Monostyla) crenata</i> (Harring, 1913)						+						+		+	3
<i>Lecane sp.</i>				+		+	+		+	+	+				6
<b>Тип Членистоногие (Arthropoda)</b>															
<b>Класс Ракообразные (Crustacea Pennat, 1777)</b>															
<b>Надотряд Ветвистоусые ракообразные (Cladocera)</b>															
<b>Сем. Sididae Baird, 1850</b>															
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin, 1848)			+					+	+					+	4
<i>Sida crystallina</i> (O.F. Muller, 1776)			+			+	+								3
<b>Сем. Daphniidae Straus, 1820</b>															
<i>Daphnia cristata</i> G.O. Sars, 1862			+												1
<i>Daphnia longiremis</i> G.O. Sars, 1862			+	+								+		+	4
<i>Daphnia longispina</i> O.F. Muller, 1785		+		+				+		+					4
<i>Daphnia sp.</i>			+												1
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F. Muller, 1785)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	14
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Muller, 1776)							+					+			2
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Muller, 1776)	+	+		+	+	+	++	+				+	+	+	9
<i>Simocephalus serrulatus</i> (Koch, 1841)						+									1

Таксон	Водоемы														Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
<b>Сем. Euryceridae Kurz, 1875</b>															
<i>Eurycerus lamellatus</i> (O.F. Mueller, 1785)			+												1
<b>Сем. Chydoridae Dybowski et Grochowski, 1894</b>															
<i>Acroperus harpae</i> Baird, 1834			+	+	+	+	+		+		+	+	+	+	10
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Muller, 1785)		+		+	+	+		+				+			6
<i>Alonella nana</i> (Baird, 1850)									+						1
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Mueller, 1785)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	14
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)			+							+					2
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1848)	+		+	+	+	+	+	+	+				+		9
<i>Picripleuroxus laevis</i> Sars, 1862														+	1
<i>Picripleuroxus striatus</i> Schoedler, 1863			+									+			2
<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine, 1820)			+			+	+						+		4
<i>Pleuroxus trigonellus</i> O.F. Muller, 1785	+	+		+	+	+	+		+	+	+		+	+	11
<i>Pleuroxus truncatus</i> (O.F. Muller, 1785)													+		1
<i>Pleuroxus sp.</i>			+		+				+		+			+	5
<b>Сем. Bosminidae Baird, 1845</b>															
<i>Bosmina coregoni</i> Baird, 1857			+			+									2
<i>Bosmina longirostris</i> (O. F. Muller, 1785)			+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	11
<i>Bosmina longispina</i> Leydig, 1860									+						1
<b>Сем. Macrothricidae Norman et Brady, 1867</b>															
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> Norman et Brady,				+											1
<b>Сем. Moinidae Goulden, 1968</b>															
<i>Moina brachiata</i> (Jurine, 1820)	+		+			+	+								4
<b>Сем. Polyphemidae Baird, 1845</b>															
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linne, 1778)			+												1

Таксон	Водоёмы														Σ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
<b>Надотряд Веслоногие ракообразные (Copepoda)</b>															
<b>Сем. Temoridae, Sars, 1902</b>															
<i>Hetercope appendiculata</i> Sars, 1897		+		+									+		3
<b>Сем. Diaptomidae Sars, 1903</b>															
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars, 1863)		+		+							+		+	+	5
<b>Сем. Cyclopidae</b>															
<i>Cyclops scutifer</i> Sars, 1863									+						1
<i>Cyclops strenuus</i> Fischer, 1851	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+	12
<i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus, 1857)	+	+		+		+			+	+			+		7
<i>Ectocyclops phaleratus</i> (Koch, 1893)			+											+	2
<i>Eucyclops macrurus</i> (Sars, 1863)		+				+		+				+	+	+	6
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)			+			+									2
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	12
<i>Paracyclops affinis</i> (Sars, 1863)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	14
<i>Cyclops</i> sp.		+	+	+	+		+		+	+	+	+	+	+	11
<i>Harpacticoida</i> sp.									+	+					2
<b>Всего коловраток</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>39</b>
<b>Всего ветвистоусых ракообразных</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>29</b>
<b>Всего веслоногих ракообразных</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>12</b>
<b>Общее число таксонов</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	<b>29</b>	<b>20</b>	<b>34</b>	<b>23</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>31</b>	<b>80</b>

Условные обозначения. Водоёмы: 1 – по ул. Мелиораторов, 2 – по ул. Сокольская, 3 – в парке Мира (старница), 4 – в парке Мира, 5 – в мкр. Куролит, 6 – №1 и №2 по ул. Доронинская, 8 – Сибирский, 9 – Архирейские, 10 – по ул. Воровского, 11 – Кузя-Мазя, 12 – Аппендикс, 13 – на стадионе «Локомотив», 14 – Евковский.

Коловратки и ракообразные прудов были представлены как широко распространенными в водных объектах области видами (*Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Sida crystallina*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Simocephalus vetulus*, *Acroperus harpae*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Mesocyclops leuckarti*, *Paracyclops affinis* и др.), так и организмами, которые ранее регистрировались лишь в отдельных водных объектах региона и часто встречаются в специфических водных экосистемах. Среди коловраток это представители родов *Dissotrocha* и *Rotaria*, *Testudinella emarginula*, *Squatinella rostrum*, *Trichotria truncata*, *Eudactylota eudactylota*, характерные преимущественно для болотных водоемов области (Лобуничева, Филиппов, 2009).

Среди ракообразных в составе зоопланктона преобладали преимущественно зарослевые виды (*Sida crystallina*, *Scapholeberis mucronata*, *Simocephalus vetulus*, *Acroperus harpae*, *Eurycercus lamellatus*, *Graptoleberis testudinaria* и др.). В составе низших водных ракообразных прудов города также были обнаружены виды, редко регистрируемые в разнообразных водных объектах региона. К их числу принадлежат, например, *Simocephalus serrulatus*, *Macrothrix hirsuticornis*, *Moina brachiata*. В целом, несмотря на значительное сходство изученных искусственных водоемов, видовой состав зоопланктона достаточно разнообразен. Наибольшее видовое богатство зоопланктона было характерно для прудов остаточного происхождения, а также водоемов с выраженной зарослевой зоной. Преобладание по величинам видового богатства коловраток может отчасти свидетельствовать об интенсивном органическом загрязнении водоемов. Значительная роль в видовой структуре сообществ фитофильных видов обусловлена значительным зарастанием этих мелководных водоемов.

Использование методов кластерного анализа (Новаковский, 2004) позволило оценить сходство видовой структуры зоопланктона прудов города Вологда с использованием коэффициента Стьернсен-Чекановского на данном этапе изучения (рис. 30). Наиболее специфичен по своему составу зоопланктон водоемов в парке Мира и пруда по ул. Доронинская, что возможно обусловлено их происхождением (а значит, и особенностями формирования их фауны), особенностями морфологии и отсутствием в течение длительного времени интенсивной антропогенной нагрузки. Другие изученные водоемы по составу зоопланктеров образовали две группы (рис. 30). Первая объединила в себе водоемы, которые в настоящее время испытывают интенсивную антропогенную нагрузку, выражающуюся в различных видах загрязнения, периодической очистке от прибрежных зарослей

и т.п. К таковым на территории города относятся пруды на ул. Мелиораторов, ул. Воровского, ул. Доронинская, Архиерейские пруды, пруд в мкр. Куролит. Во вторую группу попали водоемы, которые на момент проведения исследований длительное время не подвергались каким-либо мелиоративным мероприятиям, что привело к высокой степени зарастания. При этом для одних водоемов характерны более или менее выраженные пояса высших водных растений (пруд на ул. Сокольская, пруд на стадионе Локомотив, пруд Кузя-Мазя), в других – макрофиты распределены фрагментарно или покрывают большую часть дна водоемов (пруд Сибирский, пруд Аппендикс, пруд Евковский).

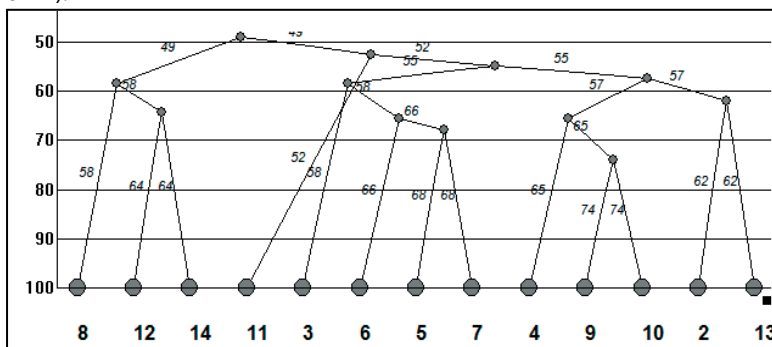
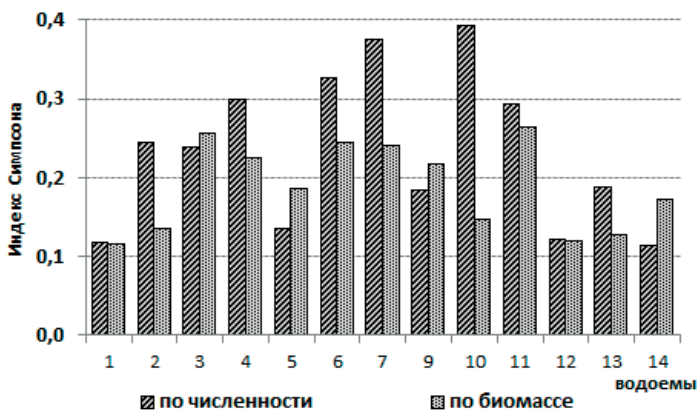


Рисунок 30. Дендрограмма сходства видовой структуры зоопланктона искусственных водоемов города Волгоды

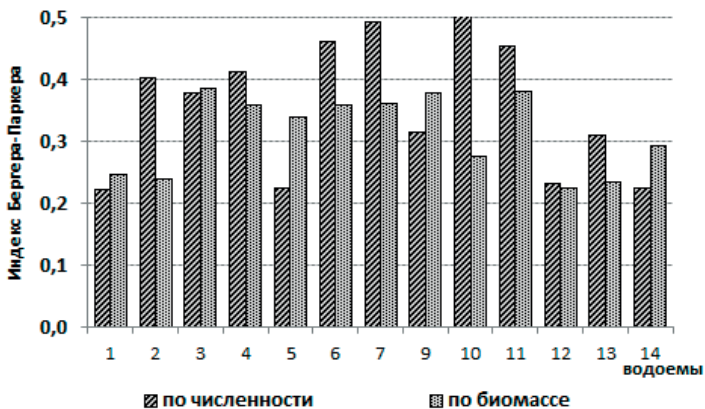
Условные обозначения. Водоемы: 1 – по ул. Мелиораторов, 2 – по ул. Сокольская, 3 – в парке Мира (старица), 4 – в парке Мира, 5 – в мкр. Куролит, 6 – №1 и №2 по ул. Доронинская, 8 – Сибирский, 9 – Архиерейские, 10 – по ул. Воровского, 11 – Кузя-Мазя, 12 – Аппендикс, 13 – на стадионе «Локомотив», 14 – Евковский.

Специфические условия искусственных водоемов в городской среде, обусловленные преимущественно интенсивным антропогенным воздействием, отражаются на структуре зоопланктона. Так, во многих изученных водоемах сравнительно сильно выражено доминирование небольшого комплекса видов, что подтверждается величинами индексов доминирования (рис. 31). Для зоопланктона многих изученных водоемов характерно более выраженное доминирование по величинам численности, что во многом связано с массовым развитием коловраток родов *Polyarthra* и *Synchaeta*, *Keratella quadrata*. В связи со своими мелкими размерами эти организмы не вносят существенного вклада в величины общей биомассы зоопланктона. Среди ракообразных в число доминантов, как правило, входят эврибионт-

ные, адаптированные к обитанию в эвтрофных условиях виды – *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Mesocyclops leuckarti*. Однако, как показали наблюдения, роль ротаторного комплекса в структуре планктонных сообществ прудов более существенна.



А



Б

Рисунок 31. Индексы доминирования (А – Симпсона, Б – Бергера-Паркера) зоопланктона искусственных водоёмов города Вологды. Основные обозначения. Водоёмы: 1 – по ул. Мелиораторов, 2 – по ул. Сокольская, 3 – в парке Мира (старица), 4 – в парке Мира, 5 – в мкр. Куролит, 6 – №1 и №2 по ул. Доронинская, 8 – Сибирский, 9 – Архиерейские, 10 – по ул. Воровского, 11 – Кузя-Мазя, 12 – Аппендикс, 13 – на стадионе «Локомотив», 14 – Евковский.

Показатели видового разнообразия зоопланктона изученных прудов сравнимы с таковыми для естественных малых водоемов области (Лобуничева, 2009). Так, средняя величина индекса Шеннона, рассчитанного по численности, колебалась в разных водоемах от 1,8 до 3,6, аналогичный показатель, рассчитанный по биомассе, изменялся от 2,4 до 3,5 (рис. 32). Таким образом, выравненность сообществ более выражена по величинам биомассы, что, как уже указывалось выше, связано с доминированием в ряде водоемов мелких коловраток, тогда как основу биомассы в сообществе закономерно составляют ракообразные. Согласно принятым в гидробиологии шкалам (Андроникова, 1996) подобные величины индекса Шеннона характерны для водоемов мезо-эвтрофного типа.

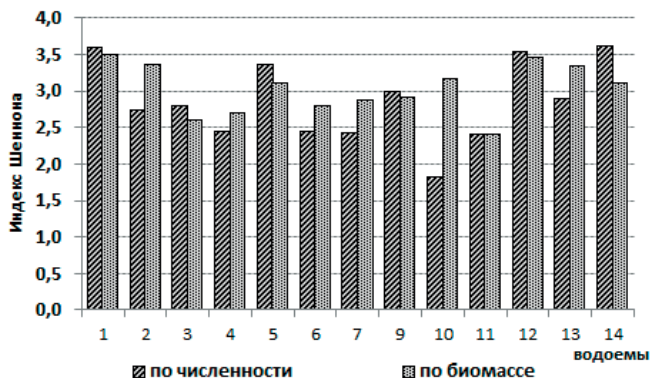
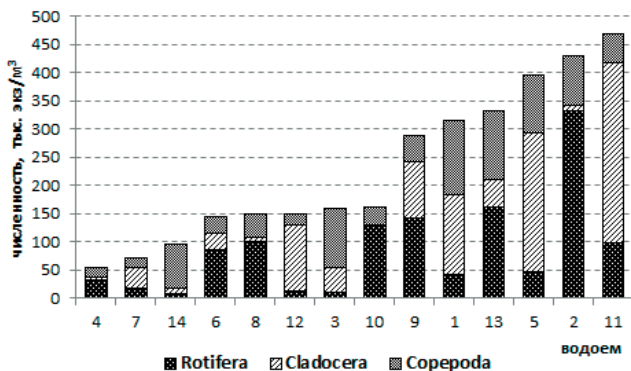
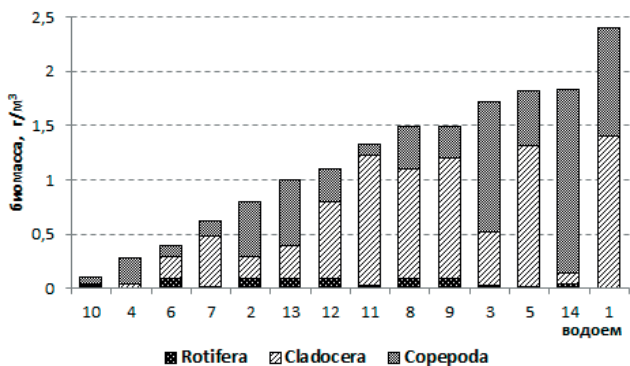


Рисунок 32. Средние значения информационного индекса Шеннона зоопланктона искусственных водоемов города Вологды  
 Условные обозначения. Водоемы: 1 – по ул. Мелиораторов, 2 – по ул. Сокольская, 3 – в парке Мира (старица), 4 – в парке Мира, 5 – в мкр. Куролит, 6 – №1 и №2 по ул. Доронинская, 8 – Сибирский, 9 – Архиерейские, 10 – по ул. Воровского, 11 – Кузя-Мазя, 12 – Аппендикс, 13 – на стадионе «Локомотив», 14 – Евковский.

Сравнительно с естественными малыми водоемами Вологодской области (Лобуничева, 2007) зоопланктон прудов города Вологда характеризовался высокими величинами численности и биомассы (рис. 33). Так, средняя численность зоопланктона в прудах изменялась от 55,5 до 468,7 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Сравнительно низкая плотность планктона регистрировалась в пруду Парка Мира, Евковском пруду и пруду №2 по ул. Доронинская. Средняя биомасса планктона колебалась в разных водоемах от 0,11 г/м<sup>3</sup> (пруд по ул. Воровского) до 2,41 г/м<sup>3</sup> (пруд в пос. Прилуки на ул. Мелиораторов).



А



Б

Рисунок 33. Средние численность (А, тыс. экз/м<sup>3</sup>) и биомасса (Б, г/м<sup>3</sup>) летнего зоопланктона прудов города Вологды

Условные обозначения. Водоёмы: 1 – по ул. Мелиораторов, 2 – по ул. Сокольская, 3 – в парке Мира (старица), 4 – в парке Мира, 5 – в мкр. Куролит, 6 – №1 и №2 по ул. Доронинская, 8 – Сибирский, 9 – Архиерейские, 10 – по ул. Воровского, 11 – Кузя-Мазя, 12 – Аппендикс, 13 – на стадионе «Локомотив», 14 – Евковский.

Доминантами по величинам численности во многих прудах (рис. 33) являлись мелкие коловратки. В этих прудах, как правило, были не выражены основные пояса растительности и потому фитофильные ракообразные не получали массового развития. Для водоемов, имеющих естественную связь с водотоками (старица в Парке Мира, пруд Евковский) были характерны высокие количественные показатели развития веслоногих ракообразных. Преимущественно в этих же водоемах наблюдалась наибольшая средняя индивидуальная масса

зоопланктеров (рис. 34). Средний размер особи в сообществе часто используется как интегративный показатель, отражающий всю совокупность экологических условий, свойственных водоемам разных трофических типов (Андроникова, 1996; Гиляров и др., 1981) и позволяющий охарактеризовать кормовую ценность гидробионтов. Преобладание в водоеме организмов сравнительно крупных размеров может свидетельствовать о большей стабильности сообществ и более низком трофическом статусе прудов.

В целом, по уровню развития зоопланктона пруды города Вологда можно оценить как средnekормные. При этом согласно полученных в результате исследований данных планктонные ракообразные прудов являются ценным кормовым объектом для головешки-ротана. Все изученные водоемы по комплексы индикационных показателей являются мезо-эвтрофными, более низкий трофический статус характерен для пруда Евковский и старицы в парке Мира, что во многом связано с происхождением этих водоемов.

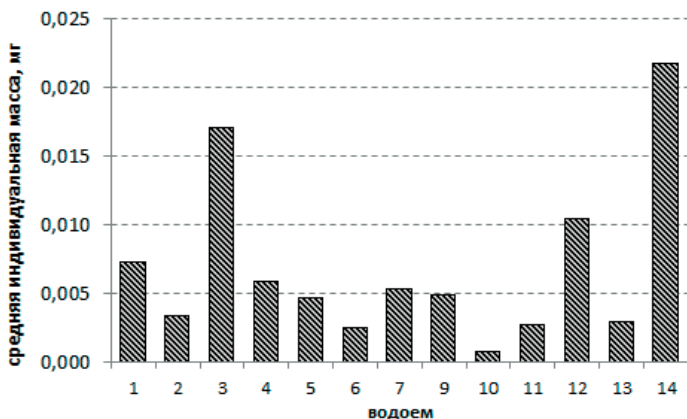


Рисунок 34. Средняя индивидуальная масса зоопланктеров (мг) в искусственных водоемах города Вологды

Условные обозначения. Водоемы: 1 – по ул. Мелиораторов, 2 – по ул. Сокольская, 3 – в парке Мира (старица), 4 – в парке Мира, 5 – в мкр. Куролит, 6 – №1 и №2 по ул. Доронинская, 8 – Сибирский, 9 – Архирейские, 10 – по ул. Воровского, 11 – Кузя-Мазя, 12 – Аппендикс, 13 – на стадионе «Локомотив», 14 – Евковский.

#### 2.4. Зообентос

Донные сообщества искусственных водоемов города Вологды различаются как по величинам численности и биомассы, так и по характеру пространственного распределения организмов. Пруды в значительной степени отличаются своими размерами, характером прилегающей местности и общим санитарным состоянием. В зависимости от гидро-

логических особенностей водоемов и условий вегетационного сезона значительно варьирует степень их зарастания водной растительностью. За некоторыми водоемами осуществляется регулярный (пруд по ул. Воровского) или эпизодический уход. Все эти факторы непосредственно или косвенно влияют на зообентос водоемов.

Таблица 36. Таксономический состав донных беспозвоночных  
искусственных водоемов города Вологды  
**Класс Олигохеты (Oligochaeta Grude, 1850)**

**Семейство Naididae Benhman, 1890**

*Haemonais waldvogeli* Bretscher, 1900  
*Slavina appendiculata* (d'Udekem, 1855)  
*Dero* sp.  
*Nais* sp.

**Семейство Tubificidae Vejdovsky, 1884**

*Aulodrilus limnobius* Bretseher, 1899  
*Limnodrilus hoffmeisteri* (Claparede, 1862)  
*Rhyacodrilus coccineus* (Vejdovsky, 1875)  
*Potamothrix hammoniensis* (Michaelsen, 1901)

**Семейство Lumbriculidae Veydovsky, 1884**

*Lumbriculus variegatus* (O. F. Muller, 1773)  
*Lumbriculus* sp.

**Класс Пиявки (Hirudinea Lamarck, 1818)**

**Семейство Glossiphoniidae**

*Helobdella stagnalis* (Linnaeus, 1758) – Двуглазая клеписина (Пиявка прудовая)

**Класс Брюхоногие моллюски (Gastropoda Cuvier, 179))**

**Семейство Viviparidae Gray, 1847**

*Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758) – Лужанка

**Семейство Valvatidae Gray, 1840**

*Valvata* sp. – Затворка

**Семейство Bithyniidae Gray, 1857**

*Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758) – Битиния

**Семейство Limnaeidae Rafinesque, 1815**

*Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758) – Прудовик обыкновенный

**Семейство Bulinidae P. Fischer et Crosse, 1880**

*Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758) – Катушка роговая  
*Planorbarius purpura* (Muller, 1774)

**Семейство Planorbidae Rafinesque, 1814**

*Armiger crista* (Linnaeus, 1758)  
*Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758) – Катушка килеватая  
*Anisus vortex* (Linnaeus, 1758) – Катушка закрученная

**Класс Двустворчатые моллюски (Bivalvia Linnaeus, 1758)**

**Семейство Pisidiidae Gray, 1857**

*Pisidium* sp. – Горошинка

**Класс Насекомые (Insecta Linnaeus, 1758)**

**Отряд Стрекозы (Odonata Fabricius, 1792)**

**Семейство Cordulidae Karsch, 1894**

*Somatochlora metallica* (van der Linden, 1885) – Бабка металлическая

**Отряд Поденки (Ephemeroptera Shipley, 1904)**

**Семейство Baetidae Leach, 1815**

*Cloen dipterum* (Linnaeus, 1758) – Поденка двукрылая

**Семейство Caenidae Newman, 1853**

*Caenis horaria* (Linnaeus, 1758)

*Caenis undosa* Tiensuu, 1939

*Caenis macrura* (Stephens, 1835)

**Отряд Клопы (Heteroptera Linnaeus, 1758)**

**Семейство Corixidae Leach, 1815**

*Corixa* sp.- Гребляк

**Семейство Naucoridae Falln, 1814**

*Iliocoris cimicoides* (Linnaeus, 1758) – Плавт

**Отряд Жуки (Coleoptera Linnaeus, 1758)**

**Семейство Dytiscidae Leach, 1815**

*Dytiscus marginalis* (Linnaeus, 1758) – Плавунец окаймленный

**Отряд Ручейники (Trichoptera Kirby, 1813)**

**Семейство Polycentropodidae Ulmer, 1903**

*Holocentropus dubius* (Rambur, 1842) - Глазастик сомнительный

**Отряд Двукрылые (Diptera Linnaeus, 1758)**

**Семейство Stratiomyidae**

*Nemotelus* sp.

**Семейство Chaoboridae Edwards, 1912**

*Chaoborus* sp. - Коретра

**Семейство Chironomidae Newman, 1834**

*Procladius*, подрод *Psilotanytus*

*Corynoneura* sp.

*Eukiefferiella* gr. *Gracei* (Edwards, 1929)

*Eukiefferiella* sp.

*Cricotopus* sp.

*Psectrocladius simulans* (Johannsen, 1937)

*Parachironomus* sp.

*Tanytarsus* sp.

*Endochironomus tendens* (Fabricius, 1775)

*Endochironomus albipennis* (Meigen, 1830)

*Glyptotendipes glaucus* (Meigen, 1818)

*Glyptotendipes mancuniatius* (Edwards, 1929)

*Glyptotendipes gripecoveni* (Kieffer, 1913)

*Chironomus* sp.

*Polypedium sordens* (Van der Wulp, 1874)

*Polypedium* gr. *nubeculosum*

*Polypedilum* gr. *convictum*

**Семейство Tabanidae Latreille, 1802**

*Tabanus* sp. - Слепень

Структурообразующими в составе зообентоса прудов являются такие группы беспозвоночных животных как малощетинковые черви, личинки хирономид (комаров-звонцов) и брюхоногие моллюски (табл. 3б). Уровень развития и соотношение этих групп бентосных организмов во многом характеризует общее экологическое состояние водоемов. Кроме того, эти гидробионты являются важными кормовыми объектами рыб, что позволяет использовать их для определения потенциальной хозяйственной ценности водоемов.

Наиболее обычной и многочисленной группой донных беспозвоночных в прудах города являются олигохеты. На участках дна, где содержится много органики, они могут достигать высокой численности и иметь крупные размеры. В отсутствии полноценного питания размеры олигохет сильно уменьшаются, но при этом численность их может оставаться высокой.

В обследованных искусственных водоемах максимальная численность малощетинковых червей наблюдалась в пруду №2 по ул. Доронинская (рис. 35). Также в значительном количестве представители этой группы беспозвоночных были обнаружены в прудах микрорайона Куролит, по ул. Мелиораторов и Аппендикс. Наибольшей биомассы эти организмы достигали в пруду по ул. Мелиораторов, где было обнаружено также много крупных особей хирономид подрода *Psilotanytus* (род *Procladius*) и *Chironomus sp.*

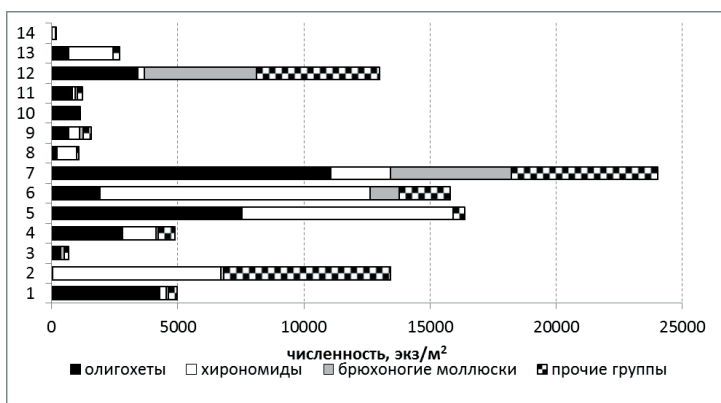


Рисунок 35. Средняя численность зообентоса прудов города Вологды. Условные обозначения. Водоёмы: 1 – по ул. Мелиораторов, 2 – по ул. Сокольская, 3 – в парке Мира (старица), 4 – в парке Мира, 5 – в мкр. Куролит, 6 – №1 и №2 по ул. Доронинская, 8 – Сибирский, 9 – Архиерейские, 10 – по ул. Воровского, 11 – Кузя-Мазя, 12 – Аппендикс, 13 – на стадионе «Локомотив», 14 – Евковский.

Небольшой численностью характеризовались олигохеты в пруду-старице парка Мира и водоеме в парке Ветеранов. Незначительные величины биомассы малощетинковых червей отмечались в прудах на стадионе Локомотив, Кузя-Мазя, старицы в окрестностях парка Мира и в Архиерейских прудах. В прудах Евковский и водоеме по ул. Сокольская, где при сравнительно небольшой глубине дно покрыто рыхлым слоем детрита, сложились неблагоприятные условия для развития олигохет.

Для зообентоса прудов города Вологды обычны также личинки хирономид. В большинстве исследуемых водоемов сложились благоприятные условия для существования этой группы двукрылых насекомых, что позволяет им развиваться в больших количествах. Высокие величины численности и биомассы хирономид были характерны для водоемов по ул. Доронинская и Сокольская, а также микрорайона Куролит (рис. 35, 36). В пруду по ул. Мелиораторов биомасса хирономид также была сравнительно высокой, благодаря развитию крупных представителей подрода *Psilotanytus* (род *Procladius*).

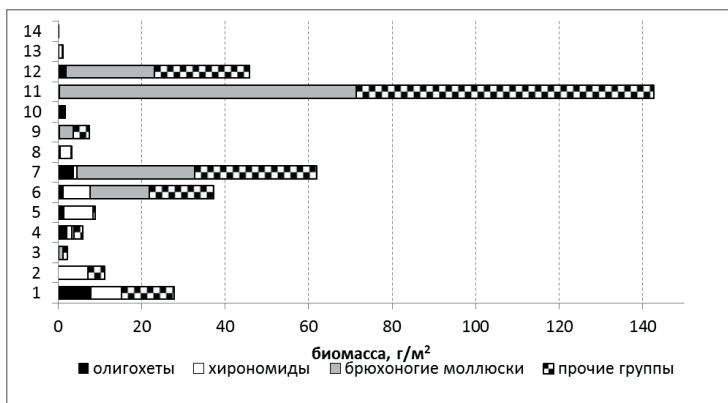


Рисунок 36. Средняя биомасса зообентоса прудов города Вологды  
Условные обозначения. Водоемы: 1 – по ул. Мелиораторов, 2 – по ул. Сокольская, 3 – в парке Мира (старица), 4 – в парке Мира, 5 – в мкр. Куролит, 6 – №1 и №2 по ул. Доронинская, 8 – Сибирский, 9 – Архиерейские, 10 – по ул. Воровского, 11 – Кузя-Мазя, 12 – Аппендикс, 13 – на стадионе «Локомотив», 14 – Евковский.

Личинки двукрылых насекомых реагируют на загрязнение водоемов и нарушение их биотопов в первую очередь сокращением численности и биомассы. На территории города Вологды это проявилось в прудах Кузя-Мазя, Аппендикс, Евковский, пруду по ул. Воровского и

Архиерейских прудах, где в связи с интенсивной антропогенной нагрузкой сложились неблагоприятные условия для развития хирономид. Несмотря на то, что хирономиды являются типичным компонентом бентоценозов всех прудов города, по сравнению с олигохетами они более чувствительны к общему ухудшению экологического состояния водоемов. Невысокое качество вод городских прудов делает хирономид руководящей, но не доминирующей группой в исследованных бентоценозах.

Разнообразие искусственных водоемов города обуславливает развитие в составе зообентоса сравнительно большого количества таксонов беспозвоночных животных. Хотя олигохеты и хирономиды зачастую являются структурообразующими группами в бентосе прудов, немаловажную роль в экосистемах этих водных объектов играют личинки многочисленных амфибиотических насекомых. Часть из них являются фитофагами или участвует в переработке детрита. Другие организмы ведут хищный образ жизни. Характерным компонентом всех прудов являлись моллюски, в первую очередь, брюхоногие. Благодаря своим размерам моллюски среди прочих беспозвоночных зачастую играют основную роль в процессах деструкции органического вещества водоемов, а изменения их количества и видового состава могут использоваться при оценке экологического состояния прудов.

Общие численность и биомасса зообентоса в искусственных водоемах города Вологды сильно варьируют. Высокие величины биомассы бентосных организмов были отмечены только в пруду Кузя-Мазя, что связано с постоянным присутствием в сообществе моллюсков *Viviparus viviparus* и *Planorbis corneus*, при этом численность организмов остается невысокой. В то же время, в прудах по ул. Доронинская и численность, и биомасса донных организмов были достаточно высокими. Такие водоемы как Евковский, пруд на стадионе «Локомотив», по ул. Воровского, старица в парке Мира характеризовались низкими численностью и биомассой зообентоса. При этом главным негативным фактором, влияющим на развитие донных организмов в прудах города, являлось интенсивное развитие высших водных растений. Сильное затенение субстрата и постоянное отмирание плавающих частей растений, на окисление которых расходуется кислород, снижает его концентрацию особенно во второй половине лета. Заметное негативное влияние от поступления загрязняющих веществ с окружающей территории проявляется только в пруду по ул. Воровского. При этом изменение газового состава воды, характерное для всех прудов города в летний период, для зообентоса данного водоема не является лимитирующим фактором и имеет второстепенное значе-

ние по сравнению с загрязнением воды коммунально-бытовыми и промышленными отходами.

По результатам проведенных исследований для оценки экологического состояния искусственных водоемов города Вологды наиболее приемлемым является применение индексов Карра-Хилтонена и Гуднайта-Уитли (Финогенова, Алимов, 1976). Исходя из величин индекса Карра-Хилтонена наиболее сильное загрязнение на период проведения исследований было характерно для прудов по ул. Доронинская и в микрорайоне Куролит (рис. 37). Слабая степень загрязнения наблюдалась в прудах Кузя-Мазя, на стадионе Локомотив, Архирейских прудах, старицы в парке Мира и Сибирском.

Распределение искусственных водоемов города Вологда по величинам индекса Гуднайта-Уитли приводится на рисунке 38. Исходя из принятых критериев (см. раздел 1) низкое качество вод отмечалось для водоемов по ул. Воровского и ул. Мелиораторов. Пруд Кузя-Мазя в соответствии с принятой шкалой отнесен к водоемам сомнительного состояния. В неблагоприятном экологическом состоянии находится также водоем по ул. Доронинская, который активно используется для мойки частного автотранспорта, что негативно влияет на развитие большинства гидробионтов. Остальные изученные водоемы в соответствии с величинами индекса Гуднайта-Уитли имели сомнительное или хорошее качество вод.

Определенное несоответствие принадлежности прудов к разным классификационным категориям при использовании различных биоиндикационных индексов закономерно. Любые биологические системы имеют сложную структуру, в связи с этим единый критерий, который мог бы охарактеризовать водоем как целостную систему, выделить сложно. Для объективной оценки оптимальным является одновременное использование нескольких биоиндикационных показателей. Анализ данных о структуре бентосных сообществ искусственных водоемов города Вологда показал, что индекс Карра-Хилтонена в большей степени характеризует степень органического загрязнения этих водоемов, а индекс Гуднайта-Уитли больше отражает сбалансированность структуры донных сообществ. При этом представленность и уровень развития отдельных групп зообентоса водоемов часто зависят от сочетания естественных особенностей самих прудов, окружающей их местности, а также интенсивности антропогенного влияния. Так, например, оценка состояния пруда по ул. Мелиораторов по величинам индекса Гуднайта-Уитли как «плохое» скорее отражает специфику влияния на донные сообщества процесса интенсивного заболачивания берегов. В связи с этим, для целостной и объективной оценки экологического состояния

прудов города Вологды по состоянию бентосных сообществ, в том числе и при проведении кадастровых исследований, оправданно использование индекса Гуднайта-Уитли.

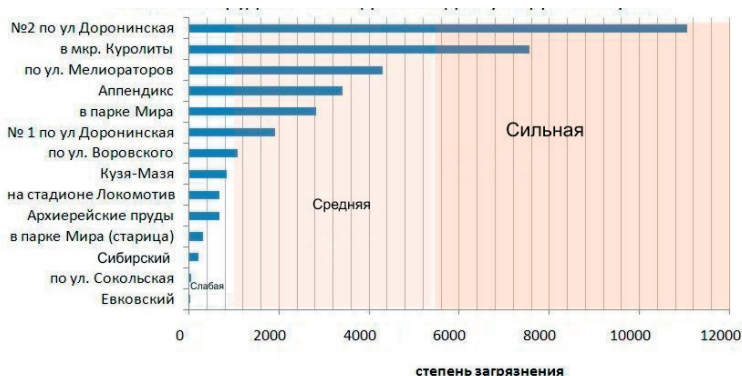


Рисунок 37. Экологическое состояние искусственных водоемов города Вологды по индексу Карра-Хилтонена

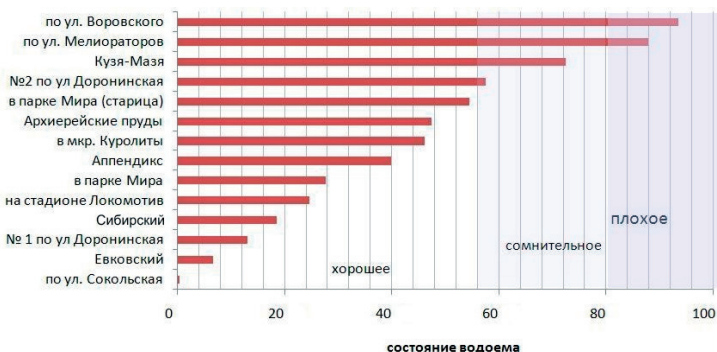


Рисунок 38. Экологическое состояние искусственных водоемов города Вологды по индексу Гуднайта-Уитли

Особо следует отметить, что в состав зообентоса малых водоемов повсеместно входят личинки двукрылых насекомых, в том числе кровососущих комаров. И вся территория Вологодской области с эпидемиологической точки зрения отнесена к зоне массового распространения гнуса (Методические указания..., 1986). В зависимости от экологических характеристик водоема преимущество получают различные группы гнуса. Наиболее типичными представителями этой, в целом, сборной группы в искусственных водоемах являются

кровососущие комары. Большинство из них предпочитают водные объекты с чистой водой.

На территории города Вологда зарегистрировано более двух десятков видов этих насекомых (Разнообразие насекомых..., 2008). В составе семейства Culicidae отмечается два вида малярийных комаров рода *Anopheles*, а также представители рода *Culiseta* (2 вида), рода *Aedes* (18 видов) и род *Culex*, который содержит, скорее всего, более двух видов (Хабарова и др., 2006). В прудах города преимущественно развиваются комары родов *Anopheles* и *Culex*. Один из представителей рода *Culex* является единственным среди кровососущих комаров обитателем подвальных помещений благоустроенных домов. Данный вид развивается круглогодично без диапаузы в затопленных подвалах, а в летний период относительно короткое время обитает в открытых водоемах города, что способствует его расселению.

Малярийные комары (род *Anopheles*) отмечен во всех постоянных водных объектах города (Филоненко, Рыбакова, 2006), при этом пруды являются для него одним из лучших мест обитания. На территории области встречаются два вида комаров рода *Anopheles* – *Anopheles (Anopheles) messeae* Falleroni, 1926 и *Anopheles (Anopheles) beklemishevi* Stegnyy, Kabanova, 1976 (Стегний и др., 1978). Первый, это наиболее широко распространенный в России вид малярийных комаров. Северная граница его распространения совпадает с изотермой 10°C (более 85 дней в год). Второй вид – *An. beklemishevi*, ранее не отличавшийся от *An. maculipennis* (по современным данным последний на территории области не встречается), обитает с *An. messeae* совместно и сходен с ним по биологии. Достоверное различие этих видов малярийных комаров возможно только методами цитогенетического анализа. Основное эпидемиологическое значение комаров этого рода на территории города Вологда заключается в потенциальной возможности распространения малярии в случае завоза малярийного плазмодия с южных районов России или зарубежных стран.

Немногочисленные в прудах города Вологды кровососущие комары рода *Aedes* являются распространителями группы арбовирусных инфекций. К сожалению, вопрос о циркуляции возбудителей этих болезней на территории нашей области практически не изучен по причине трудоемкости таких исследований. В 80-х годах прошлого века исследования гнуса на территории области проводили сотрудники Института медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е.И. Марциновского. В результате проведенных исследований у комаров рода *Aedes* были обнаружены арбовирусы Калифорнийской антигенной группы. Учитывая тяжелый характер заболеваний, вы-

званных арбовирусами, которые переносят кровососущие двукрылые насекомые, обитающие, в том числе, и в искусственных водоемах, дальнейшее изучение этой проблемы вполне актуально.

Эпидемиологическое значение кровососущих комаров усиливается также в связи с расширением ареала диροфиляриоза. Наибольшую зараженность личинками дирофилярий имеют «немалярийные» комары – представители родов *Aedes* (31%) и *Culex* (17%), хотя невысокая инфицированность (2,5%) отмечается и для видов рода *Anopheles* (Профилактика дирофиляриоза, 2004). Диροфиляриоз – единственный трансмиссивный гельминтоз, который распространяется на территории Российской Федерации (Поляков, 2006). В последние десятилетия наметилась тенденция к увеличению случаев развития этого заболевания у людей. Если в 1956–1995 гг. в целом по РФ и странам СНГ *Dirofilaria repens* была выявлена у 91 человека, то в 1996–2001 гг. только в РФ выявлено 152 случая дирофиляриоза. В 2007 г. в РФ зарегистрировано 35 случаев инвазии в 20 административных территориях (Методические указания..., 1986). Циркуляция возбудителя этого заболевания у животных сейчас отмечается и на территории Вологодской области.

Таким образом, искусственные водоемы города Вологда являются местами обитания нескольких видов кровососущих комаров. Помимо того, что присутствие кровососущих насекомых в городе является мощным раздражающим фактором, эти насекомые являются потенциальными переносчиками возбудителей опасных заболеваний.

## 2.5. Рыбное население

В настоящее время ихтиофауна прудов города Вологды представлена двумя видами рыб – головешкой-ротаном (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) и обыкновенным карасем (*Carassius carassius* (Linnaeus), 1758). Распространение этих двух наименее требовательных к условиям обитания видов еще раз свидетельствует о неблагоприятном экологическом состоянии прудов города. Еще в 1990-е годы в прудах отмечались плотва, уклея, щука и пескарь. Кроме того, в 1997 году была предпринята попытка вселения в некоторые пруды карпа. Однако этот вид не прижился и в настоящее время не отмечается в составе ихтиофауны искусственных водоемов.

Следует также отметить, что ранее в большинстве прудов города Вологда обитал карась, который в настоящее время обнаружен только в прудах парка Мира и по ул. Воровского. Этот вид вытеснен случайно вселенным в пруды города в начале 1990-х годов головешкой-ротаном. Ротан за последние 10 лет успешно расселился по прудам города и стал встречаться в естественных водных объектах, напри-

мер в реке Вологда. Далее приведем биологические особенности и состояние популяций этих двух видов в прудах города Вологды.

**Обыкновенный карась (*Carassius carassius* (Linnaeus), 1758)** имеет короткое, высокое и сжатое с боков тело. Рот конечный без усиков. Отмечают высокотелую и низкотелую формы в зависимости от кормности водоема. Карась имеет широкий ареал обитания в Европе и в Сибири. В Европе он встречается от Великобритании и Скандинавии на севере до Македонии и Северной Италии на юге. В реках бассейна Северного Ледовитого океана карась распространен от Северной Двины и Печоры на восток до Индигирки, Колымы и озер верховьев реки Урак. На юге России данный вид присутствует в Западном Закавказье, Куме, Тереке и низовьях Волги. Встречается в Урале и Эмбе (Атлас пресноводных рыб..., 2002).

Карась – рыба средних размеров; продолжительность жизни составляет 10–12 лет. Достигает длины 50 см и массы 5 кг, однако в уловах преобладают особи размером 9–24 см и массы до 600 г. Карась населяет преимущественно стоячие водоемы: озера, старицы и пруды. Хорошо переносит промерзание и временное пересыхание водоемов, зарываясь в ил. Питается карась личинками хирономид и других насекомых, мелкими моллюсками, червями, водорослями, а также детритом. При неблагоприятных условиях, например в прудах и дистрофных озерах часто мельчает и образует низкорослую карликовую форму. Половозрелость золотого карася наступает обычно на 4–5 году жизни. Нерест порционный, в июне-июле при температуре воды не ниже 17–18°C, икрометание в 3–4 приема с перерывами в 10 дней. Плодовитость 137–300 тыс. икринок.

Обыкновенный карась в Вологодской области распространен достаточно широко, но в крупных водоемах не образует популяции с высокой численностью, хотя регулярно отмечается в уловах. Некоторые экземпляры карася достигают длины 40 см и веса до 3 кг. В условиях Вологодской области этот вид главным образом населяет небольшие по площади водоемы, где часто бывает единственным представителем ихтиофауны. Этот издавна вселяется в искусственные водоемы (пруды), в которых успешно акклиматизируется. Однако образует тугорослые популяции. В прудах города Вологды этот вид ранее встречался повсеместно.

В уловах рыб из пруда парка Мира отмечены особи карася длиной от 2,9 см до 10 см, массой от 1,07 г до 34,16 г и возрастом от 0+ до 4+ (табл. 37). В возрастной структуре доминировали особи в возрасте 3+. Линейный рост карася в прудах города крайне низкий, на пятый год жизни особи в среднем достигают длины 9,0 см и массы 26 г. Это свя-

зано с неблагоприятными условиями нагула при высокой численности вида в водоемах. Половозрелость рыб наступает в возрасте 2+ при длине тела 6-7 см. Среди отловленных половозрелых особей около 70% приходилось на самок и 30% на самцов.

Таблица 37. Размерно-возрастная характеристика популяции карася из прудов города Вологды

Возраст	Длина, см		Масса, г		Доля в уловах, %
	Средняя	Колебания	Средняя	Колебания	
0+	3,1	2,9 – 3,3	1,28	1,07 – 1,62	26,7
2+	7,1	6,6 – 7,6	13,29	10,12 – 15,44	20,0
3+	8,1	6,9 – 9,4	20,28	13,32 – 32,02	40,0
4+	9,0	7,4 – 10,0	26,22	14,91 – 34,16	13,3

**Головешка-ротан (*Percottus glenii Dybowski, 1877*)** имеет бычковидную форму тела. Голова большая приплюснутая, без сейсмо-сенсорных каналов и пор. Рот конечный, большой и широкий. Нижняя челюсть выдается вперед, а верхняя доходит до заднего края глаза. Спина обычно черновато-зеленая, бока – желтовато-зеленые, а по бокам темно-бурые пятна неправильной формы. В период нереста самцы становятся черными, а на лбу появляется небольшое вздутие (Атлас, пресноводных рыб..., 2002). Головешка-ротан (*Percottus glenii Dybowski, 1877*) относится к роду *Percottus*, семейства *Eleotridae*, отряда *Perciformes*. Ротан населяет пресные воды на северо-востоке п-ова Корея, Северного Китая и Приморья, обычен в среднем и нижнем течении Амура, в его притоках Сунгари, Уссури и озере Ханка (Атлас, пресноводных рыб..., 2002). Кроме того, ротан завезен аквариумистами в Европейскую часть России, где он продолжает активно расселяться по мелководным водоемам, прежде всего прудам (Соколов, 1998; Биологические инвазии..., 2004).

Наибольшая длина ротана составляет до 25 см, масса до 300 г. Головешка-ротан предпочитает населять водоемы со стоячей водой, а также пруды и болота. Наиболее многочислен в небольших водоемах с грунтовым питанием, где он в большинстве случаев является единственным представителем ихтиофауны. Взрослые особи предпочитают более глубокие участки, а молодь держится на заросших мелководьях. Избегает водотоки с быстрым течением. Ведет преимущественно оседлый образ жизни, не совершая активных миграций; охотится как типичный хищник-засадчик среди зарослей водной растительности.

Данный вид неприхотлив к условиям среды, особенно к содержанию в воде кислорода. Выдерживает практически полное вымерзание и высыхание водоемов, зарываясь в ил. Ротан относится к эвритермным рыбам и демонстрирует нормальную жизнедеятельность в очень широком диапазоне температур – от 1–2 до 20 и даже 37°C. Высокая численность популяции ротана в водоемах Европейской части России во многом определяется его физиологическими особенностями, заложенными в характере функционирования ряда систем его организма. Показано резкое ускорение роста молоди в переменном температурном режиме, что можно рассматривать как показатель чрезвычайной приспособленности этой рыбы к резким колебаниям температуры в естественных местообитаниях. В зимний период ротан может впадать в состояние оцепенения, как, например, в бассейне реки Амур (Соколов, 2001). Несмотря на небольшие размеры, ротан очень прожорлив и почти всеяден. Питается ротан преимущественно животной пищей (бентосом, реже планктоном) доступного размера любого вида, в том числе поедает молодь рыб и икру (Залозных, 1984; Дгебуадзе, Скоморохов, 2005).

Половая зрелость наступает в возрасте 2–3 лет при достижении длины около 6 см. Плодовитость в целом составляет до 1000 икринок. Нерест порционный и происходит в при температуре воды 15–20°C. Откладывает икру на донные объекты (корневища растений, коряги, камни), на нижнюю поверхность плавающих в воде предметов и листья водной растительности. Самец ротана охраняет кладку и мальков. Икринки имеют клейкие ворсинки и откладываются в один ряд около поверхности воды. Личинки ротана после вылупления ведут пелагический образ жизни. К активному питанию приступают на вторые сутки после выклева, потребляя мелких планктонных организмов, а затем и более крупных беспозвоночных. Головешка-ротан относится к непромысловым видам. В городских и пригородных водоемах Европейской части России ротан часто является единственным объектом любительского рыболовства, который постоянно увеличивает численность и расширяет ареал (Атлас пресноводных рыб..., 2002).

В водоемах Вологодской области – это инвазионный вид, который, по-видимому, был выпущен любителями-аквариумистами, а затем активно расселился по прудам. Первые случаи поимки этого вида в водоемах региона приходится на начало 1990-х годов. В основном он обитает в прудах городских и некоторых сельских населенных пунктов. В настоящее время этот вид также переселяют из одного водоема в другой. В последнее время он обнаружен в естественных водотоках в пределах Грязовецкого района (река Нурма). Ротан обитает в трина-

дцати городских прудах. При этом он был единственным представителем ихтиофауны в этих водоемах, что подтверждает опасность расселения этого вида и его способность вытеснить другие виды.

В уловах рыб из прудов города Вологды отмечены особи ротана длиной от 1,4 см до 12,4 см, массой от 0,09 г до 67,36 г и возрастом от 0+ до 5+ (табл. 38). В возрастной структуре всех исследованных прудов доминировали сеголетки и годовики, суммарная доля которых от общего количества отловленных особей составила почти 80%. Значительное преобладание в возрастном структуре младших возрастных групп свидетельствует о высоком потенциале размножения этого вида в условиях искусственных водоемов города Вологды и дальнейшем распространении ротана. Линейный рост ротана в прудах города крайне низкий, на шестой год жизни особи в среднем достигают длины 11 см и массы 38 г. Это связано, по-видимому, недостаточной обеспеченностью кормовыми ресурсами при высокой численности популяций. Аналогичные закономерности были получены и при исследовании ротана в других регионах (Дгебуадзе, Скоморохов..., 2005). В уловах преобладали неполовозрелые особи, а общая доля половозрелых составила 13%. Среди половозрелых особей соотношение самцов и самок было примерно 1:1. Половозрелыми рыбы становятся в возрасте 2+ при длине тела 4-6 см.

Таблица 38. Размерно-возрастная характеристика популяции ротана из прудов города Вологды

Возраст	Длина, см		Масса, г		Доля в уловах, %
	Средняя	Колебания	Средняя	Колебания	
0+	2,4	1,4 – 3,4	0,38	0,09 – 0,72	47,8
1+	3,1	2,1 – 4,4	0,78	0,29 – 2,24	32,0
2+	4,3	3,6 – 6,0	2,24	1,13 – 5,05	8,1
3+	6,7	4,4 – 9,6	9,25	2,56 – 20,84	7,6
4+	8,3	7,0 – 10,5	16,35	8,54 – 33,54	3,4
5+	10,9	9,6 – 12,4	38,59	22,72 – 67,36	1,1

В составе питания ротана из прудов города Вологды отмечены разнообразные группы животных организмов, включая ракообразных, коловраток, моллюсков, рыбу личинок и имаго насекомых (рис. 39). По частоте встречаемости (50%) и численности (41,4%) доминируют представители ветвистоусых ракообразных, из которых преобладали наиболее массовые виды зоопланктов *Chydorus sphaericus*, *Ceriodaphnia quadrangula* и *Bosmina longirostris*. Значительное количество этой группы организмов в питании ротана обусловлено высокой

численностью кладоцер в большинстве искусственных водоемов города Вологды. Ветвистоусые ракообразные, наряду с веслоногими, встречаются в питании рыб всех возрастных групп. Особенно велика их роль в питании рыб младших возрастов.

Вторую по значимости группу в спектре питания ротана составляют хирономиды, представители которых отмечены почти у половины исследованных экземпляров рыб. Хирономиды, в связи со сравнительно крупными размерами и высокой численностью, являются наиболее доступным объектом для питания рыб. Личинки хирономид встречаются в составе пищи ротана всех возрастных групп, однако их значение увеличивается с возрастом рыб. Значительную роль в питании составляют также личинки поденок и моллюски. Начиная с возраста 3+, в питании рыб проявляется выраженный каннибализм.

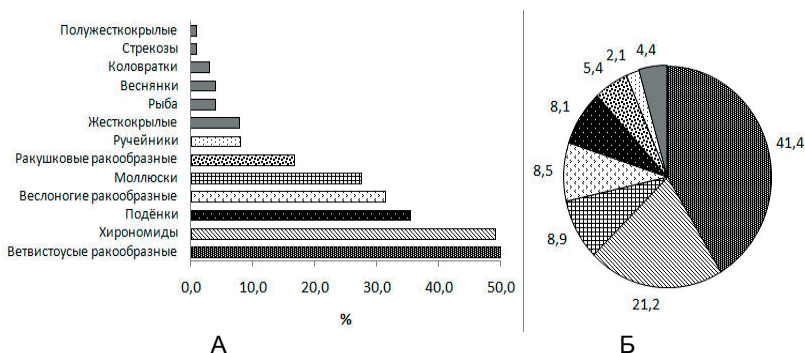


Рисунок 39. Встречаемость (А) и соотношение по численности (Б) компонентов питания ротана из прудов города Вологды

В целом, ротан в прудах города Вологды питается разнообразной пищей, состав и количественные показатели которых определяются наличием кормовых организмов, их доступностью, размером и возрастом рыб. Наблюдается возрастная динамика питания: по мере роста ротан переходит от потребления планктонных организмов к питанию бентосными животными, а затем к хищничеству.

## РАЗДЕЛ 3. КАДАСТР ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ ГОРОДА ВОЛОГДЫ

### 3.1. Пруд по улице Мелиораторов

Данный водоем находится в микрорайоне Прилуки вблизи улицы Мелиораторов (рис. 40). По-видимому, данный водоем образовался в естественном понижении рельефа, которое было изменено при строительстве окружающих домов. В связи с этим водоем отличается достаточно неоднородным рельефом дна, значительной замусоренностью, в том числе крупными строительными отходами. Почти в центре пруда находится небольшой остров. Берега пруда низкие, покрыты ивами. Площадь пруда составляет 5809,2 м<sup>2</sup>, средняя глубина около 1,0 м (табл. 39).

Таблица 39. Основные характеристики пруда по улице Мелиораторов

Параметры	Значение
Географическая широта центроида	59° 16' 15.467"
Географическая долгота центроида	39° 53' 18.225"
Площадь, м <sup>2</sup>	5809,2
Длина береговой линии, м	389,4
Длина, м	122,9
Ширина, м	67,6
Глубина макс., м	1,8
Глубина средн., м	0,92
Коэффициент удлиненности	0,01
Коэффициент открытости	0,006

По соотношению катионов и анионов вода из исследуемого пруда относится к гидрокарбонатно-кальциевой группе с содержанием анионов гидрокарбонатов 177 мг/л, а катионов кальция – 58 мг/л. Из других анионов концентрация сульфатов составила 25 мг/л, а хлоридов – 23 мг/л. Среди катионов кроме кальция достаточно высоким была концентрация натрия (19 мг/л), в меньших количествах отмечались калий (5 мг/л) и магний (4,2 мг/л). По общей минерализации воды (311 мг/л) данный пруд относится к среднеминерализованным водоемам.

Комплекс показателей (цветность, перманганатная и бихроматная окисляемость), характеризуют этот пруд как водоем с достаточным количеством органических веществ, в балансе которых преобладает органика аллохтонного происхождения. Так, отношение цветности к перманганатной окисляемости составило 6,9. Поступление труднорастворимых веществ с прилегающей заболочивающейся территории, по-видимому, осуществляется через подземный сток.



Рисунок 40. Картограмма пруда по улице Мелиораторов

Кроме того, в пруду отмечается достаточно высокое содержание легкоокисляющихся органических веществ. Так, показатель БПК<sub>5</sub> составляет 3,14 мгО<sub>2</sub>/л, что чуть больше установленной нормы в 3 мгО<sub>2</sub>/л. Для пруда характерно и умеренное содержание биогенных элементов. Концентрация фосфора была ниже 0,05 мг/л, содержание ионов аммония составляло 0,63 мг/л (1,3 ПДК), нитрат-ионов – 1,4 мг/л

(0,04 мг/л), нитрит-ионов – 0,01 мг/л (0,13 ПДК), а кремния – 1 мг/л. При открытости и незначительных глубинах в водоеме не наблюдается дефицита кислорода, который может беспрепятственно поступать из воздуха во всю водную толщу. На момент проведения работ концентрация растворенного в воде кислорода составила 8,6 мг/л.

Концентрация токсических элементов – основной группы веществ, определяющих экологическое состояние водоема, в основном соответствовала природным особенностям водных объектов региона. В больших количествах в воде были обнаружены марганец (2 ПДК), железо (1,6 ПДК), и медь (1 ПДК). Концентрация остальных металлов (цинк, кадмий, хром, свинец, никель, кобальт) была ниже установленных норм или даже ниже чувствительности аналитических приборов. В воде также не обнаружено синтетических поверхностных активных веществ, а содержание нефтепродуктов составило 0,017 мг/л, что значительно ниже ПДК. В целом рассчитанный индекс загрязнения воды (ИЗВ) составил 1,32. По этому индексу согласно принятой классификации вода пруда по улице Мелиораторов относится к третьему классу качества и характеризуется как «умеренно загрязненная».

Флора пруда по ул. Мелиораторов насчитывает 34 вида, из которых 33 вида сосудистых растений из 29 родов и 22 семейств, а также 1 вид зелёных водорослей (табл. 33). Наибольшее количество видов содержат семейства *Cyperaceae*, *Lemnaceae*, *Polygonaceae*, *Ranunculaceae* (по 3 вида), *Brassicaceae*, *Lamiaceae*, *Poaceae* (по 2); среди родов – *Carex* (3), *Ranunculus* и *Rumex* (по 2).

Пруд относится к сильно зарастающим (зарастание от 50 до 75% от площади водоёма). Доминируют сообщества роголистника, элодеи канадской, местами – свободноплавающих гидрофитов (виды семейства рясковые), по краям водоёма – ежеголовника всплывающего, осоки острой и ложносытевой. На глинистых отмелях можно встретить *Bidens cernua*, *Rorippa palustris*, *Ranunculus sceleratus*. Из редких видов отмечены осока ложносытева (*Carex pseudocyperus*) (Красная книга..., 2004) и щавельник морской (*Rumex maritimus*) (Орлова, 1993).

Обращаем внимание, что лютик ползучий (*Ranunculus repens*), лютик ядовитый (*Ranunculus sceleratus*), василистник простой (*Thalictrum simplex*) и паслён сладко-горький (*Solanum dulcamara*) являются ядовитыми видами, их плоды и побеги не рекомендуется употреблять в пищу.

В результате первого обследования пруда по ул. Мелиораторов в составе его зоопланктона было обнаружено 20 видов (табл. 35). Наибольшее видовое богатство характерно для коловраток, в соста-

ве которых обнаружены виды, которые ранее отмечались лишь в отдельных водоемах Вологодской области (Рыбинское водохранилище, малые озера Дарвинского заповедника, болотные водоемы), это – *Trichotria truncata* и представители рода *Squatinella*. Фауна ракообразных представлена типичными для региона видами. Сравнительно часто встречается и отличается повышенными численностью и биомассой в данном водоеме *Moina brachiata*, вид, характерный для мелких временных водоемов. Основу сообщества составляют эврибионтные виды, способные переживать колебания гидрологического режима водоема и специфический характер его зарастания. К такому среди коловраток относятся – *Keratella cochlearis* и *Keratella quadrata*, среди ракообразных – *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus sphaericus*, *Moina brachiata*, *Mesocyclops leuckarti*, *Paracyclops affinis*.

Для зоопланктов данного водоема характерны в целом низкие величины относительных численности и биомассы. Это также подтверждается величинами индексов доминирования. Так, значения индекса Симпсона как по численности, так и по биомассе не превышают 0,1, индекса Бергера-Паркера – 0,2. В состав доминантов по величинам численности входили коловратки и ракообразные, среди которых наибольшие показатели относительной численности характерны для *Pleuroxus trigonellus* и *Paracyclops affinis*. Еще более узкий спектр видов может быть отнесен к числу доминантов по величинам биомассы. Среди них можно выделить лишь *Moina brachiata*, которая благодаря сравнительно крупным размерам (0,4 – 0,7 мм) характеризовалась сравнительно высокой относительной биомассой (16,0%).

Для зоопланктона данного пруда были характерны сравнительно высокие величины численности и биомассы (табл. 40). Так, средняя численность зоопланктов водоема составляла в летний период 316,1 тыс. экз/м<sup>3</sup> при биомассе 2,41 г/м<sup>3</sup>. По величинам численности и биомассы примерно равные доли составляли кладоцеры и копеподы. В составе ветвистоусых ракообразных основу численности формировал *Pleuroxus trigonellus*, высокая плотность веслоногих рачков обеспечивалась за счет *Mesocyclops leuckarti* и его науплиев. Доминантами по величинам биомассы являлись кладоцеры преимущественно за счет развития *Moina brachiata*. Морфометрические особенности данного пруда и характер его зарастания обусловили сравнительно однородную пространственную структуру зоопланктона.

Таблица 40. Средние численность и биомасса летнего зоопланктона пруда по улице Мелиораторов

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз/м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Ветвистоусые ракообразные	142,0	44,9	1,4	58,8
Веслоногие ракообразные	132,3	41,9	1,0	40,9
Коловратки	41,8	13,2	0,01	0,3
<b>Всего</b>	<b>316,1</b>	<b>100</b>	<b>2,41</b>	<b>100</b>

Местность, прилегающая к пруду по ул. Мелиораторов, представляет собой заболоченный луг с большим количеством временных водоемов. Непосредственно водоем сильно зарастает макрофитами, а берега окружены зарослями кустарника, листья которых оседают на дно. Вследствие этого грунты водоема содержат большое количество детрита, гумифицированных торфянистых отложений и крупноразмерных растительных остатков. Листья разлагаются медленно, местами образуют сплошной ковер на дне, образуя плотную массу. По этой причине бентосное сообщество находится в угнетенном состоянии, что проявляется в низкой численности всех групп донных организмов. По численности в составе бентоса преобладали олигохеты, которые были представлены преимущественно мелкими формами. Несмотря на разницу в численности, хирономиды и олигохеты характеризовались примерно одинаковой биомассой (табл. 41).

Таблица 41. Средние численность и биомасса зообентоса пруда по улице Мелиораторов

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	экз/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Олигохеты	4296,3	87,8	7,959	28,6
Моллюски	74,1	1,5	0,056	0,2
Хирономиды	259,3	5,3	7,296	26,2
Стрекозы	37,0	0,8	12,319	44,1
Поденки	185,2	3,8	0,074	0,3
Прочие насекомые	37,0	0,8	0,152	0,6
<b>Всего</b>	<b>4888,9</b>	<b>100</b>	<b>27,856</b>	<b>100</b>

В фауне хирономид водоема преобладали представители подсемейства Tanypodinae, хотя в небольшом количестве встречались и Chironominae (в основном виды рода *Chironomus*). Высокие показатели биомассы были свойственны также личинкам стрекоз, достигающим здесь крупных размеров. Помимо стрекоз в этом водоеме были

обнаружены также двукрылая поденка *Cloen dipterum*, а из полужесткокрылых обычны виды клопов гребляков семейства Corixidae. Среди олигохет доминировали виды из рода *Procladius*, подрода *Psilotanytus*.

В пруду по улице Мелиораторов обитает один вид рыб головешкаротан. В уловах встречались особи длиной от 1,9 до 3,5 см и массой – от 0,23 до 1,31 г. Средняя длина рыб составила 2,7 см, а масса 0,62 г. Все исследованные особи были неполовозрелыми. Исследованные экземпляры рыб находились в возрасте 0+ и 1+. В питании ротана пруда по улице Мелиораторов преобладающими группами являются Ephemeroptera и Coeperoda, частота встречаемости которых составляет по 62,5%. Веслоногие ракообразные в питании представлены преимущественно представителями рода *Mesocyclops*, высокая встречаемость которых связана с их повышенной численностью в пруду. Достаточно часто в пищевом комке ротана присутствуют Cladocera (50%), *Chironomidae* (25%) и Ostracoda (25%). Среди планктонных организмов наибольший показатель встречаемости характерен для *Ceriodaphnia quadrangularis* и *Acroperus harpae*. Относительно редко в питании отмечались личинки ручейников, моллюски и коловратки (рис. 41). По численности распределение компонентов питания ротана несколько отлично. Так, доминирующее положение занимали планктонные ракообразные – Cladocera (32,6%) и Coeperoda (26,1%). Доля личинок поденок и остракод составила около 11% (рис. 41).

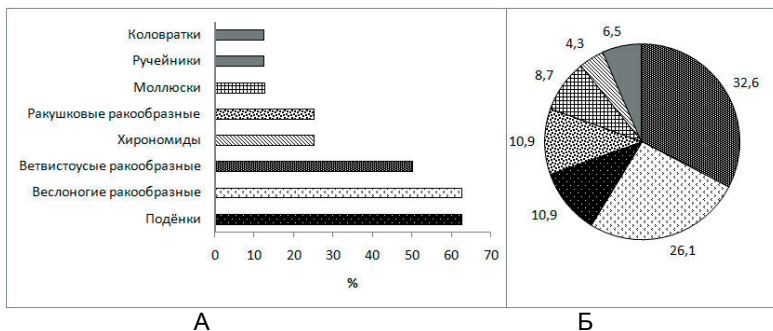


Рисунок 41. Встречаемость (А) и соотношение по численности (Б) компонентов питания ротана из пруда по улице Мелиораторов

### 3.2. Пруд по улице Сокольская

Данный искусственный водоем находится в Прилуцком микрорайоне города, в непосредственной близости от улицы Сокольская (рис. 42). Водоем вытянут более чем на 160 метров с северо-востока на

юго-запад. С западной стороны практически вплотную к водоему примыкает многоквартирный жилой дом, на восточном побережье располагаются хозяйственные постройки населения, в том числе бани. Берега пруда сильно замусорены строительными крупногабаритными отходами. Берега низкие, местами заболоченные. Общая площадь водоема составляет 4335,1 м<sup>2</sup>, глубина не превышает 1,5 м, что обуславливает значительную открытость водоема (табл. 42).

Таблица 42. Основные характеристики пруда по улице Сокольская

<b>Параметры</b>	<b>Значение</b>
Географическая широта центроида	59° 16' 10.830"
Географическая долгота центроида	39° 53' 51.648"
Площадь, м <sup>2</sup>	4335,1
Длина береговой линии, м	412,7
Длина, м	164,6
Ширина, м	35,6
Глубина макс., м	1,5
Глубина средн., м	0,56
Коэффициент удлинённости	0,03
Коэффициент открытости	0,008

Вода пруда по улице Сокольская отличается повышенным содержанием минеральных веществ, о чем свидетельствуют высокие значения общей минерализации – 618 мг/л. Основу минерального состава составляют гидрокарбонаты (299 мг/л), сульфаты (127 мг/л), кальция (61 мг/л) и магний (50 мг/л). В значительных количествах в воде отмечены хлориды (34 мг/л) и натрий (37 мг/л) и в небольших концентрациях присутствует калий (10 мг/л). Повышенная минерализация связана, по-видимому, с частым взмучиванием воды при очень незначительных глубинах. В целом по соотношению в химическом составе основных ионов вода пруда относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы.

По показателю цветности (50,6 град.) пруд по улице Сокольская характеризуется как мезогумозный водоем, с преобладанием органических веществ аллохтонного происхождения. Так, отношение цветности к перманганатной окисляемости составляет 6,0. Обогащение воды органическими веществами происходит за счет их поступления с подземными водами с заболачивающейся вокруг территории. Кроме трудно-растворимых органических веществ в воде в достаточном количестве присутствуют и легкоокисляющиеся вещества, которые, как правило, имеют антропогенное происхождение, и поступают от расположенных

по берегам дачных участков. Так, показатель БПК<sub>5</sub> для этого пруда составил 3,81 мгО<sub>2</sub>/л. По показателю цветности (50,6 град.) пруд по улице Сокольская характеризуется как мезогумозный водоем, с преобладанием органических веществ аллохтонного происхождения. Так, отношение цветности к перманганатной окисляемости составляет 6,0. Обогащение воды органическими веществами происходит за счет их поступления с подземными водами с заболачивающейся вокруг территории.



Рисунок 42. Картограмма пруда по улице Сокольская

Кроме труднорастворимых органических веществ в воде в достаточном количестве присутствуют и легкоокисляющиеся вещества, которые, как правило, имеют антропогенное происхождение, и поступают от расположенных по берегам дачных участков. Так, показатель БПК<sub>5</sub> для этого пруда составил 3,81 мгО<sub>2</sub>/л. Близость дачных участков определило и повышенное содержание некоторых биогенных элементов. Так, содержание ионов аммония превышает ПДК в 1,8 раза, концентрация нитритной формы азота почти достигает установленной нормы в 0,08 мг/л. Не смотря на это, количество минерального фосфора не превышало величины в 0,05 мг/л, содержание нитратного азота соответствовало величине 1,8 мг/л (0,05 ПДК), а кремния – 0,9 мг/л. В условиях большой открытости при интенсивном перемешивании воды газовый режим в исследуемом пруду достаточно благоприятный. На момент проведения работ концентрация растворенного в воде кислорода составила 7,8 мг/л.

Содержание тяжелых металлов вполне соответствует природным характеристикам водным объектам в условиях поступления болотных вод. Повышенные величины характерны для таких элементов, как марганец (6 ПДК), железо (1,7 ПДК), медь (1 ПДК). В небольших количествах в воде обнаружены нефтепродукты в концентрации 0,018 мг/л. В целом рассчитанный на основе всех исследуемых компонентов химического состава комплексный показателей качества воды – индекс загрязнения воды (ИЗВ) составил 1,14. По этому индексу вода пруда по улице Сокольская относится к третьему классу качества и характеризуется как загрязненная.

Флора пруда по ул. Сокольская насчитывает 36 видов, из которых 35 – сосудистые растения из 31 рода и 24 семейств, а также 1 вид зелёных макроводорослей (табл. 33). Наибольшее количество видов содержат семейства *Cyperaceae* (4 вида), *Lemnaceae*, *Polygonaceae* (по 3), *Brassicaceae*, *Lamiaceae*, *Primulaceae*, *Rubiaceae* (по 2); из родов – *Carex* (3), *Galium* и *Rumex* (по 2).

Пруд относится к умеренно зарастающим (зарастание в пределах 26–50% от общей площади водоёма). Доминируют сообщества роголистника с рясковыми, а также свободно плавающих гидрофитов (трёхдольницы и многокоренника). Кромка берега зарастает преимущественно гидрофитами. В частности, сообществами с доминированием сусака зонтичного, осоки острой, осоки дернистой, рогоза широколистного. На торфяно-илистых отмелях можно обнаружить *Ranunculus sceleratus*, *Cardamine dentata*, всходы *Sium latifolium*, *Bidens cernua* и др.

Видов Красной книги Вологодской области (2004) в исследуемом

водоёме не обнаружено. Из категории редких видов обнаружены рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus*) и щавельник морской (*Rumex maritimus*) (Орлова, 1993). Обращаем внимание, что лютик ядовитый (*Ranunculus sceleratus*) и паслён сладко-горький (*Solanum dulcamara*) являются ядовитыми видами, их плоды и побеги не рекомендуются употреблять в пищу.

В составе зоопланктона пруда по ул. Сокольская было обнаружено 24 вида коловраток и низших ракообразных (табл. 35). Наибольшим видовым богатством в водоеме отличалась группа коловраток. Помимо распространенных как в искусственных, так и в естественных водоемах области видов (*Conochilus unicornis*, *Polyarthra dolichoptera*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata* и др.) в данном водоеме обнаружены виды, редко встречающиеся в водных объектах области и не зарегистрированные в других изученных прудах. К ним относятся *Polyarthra major*, *Enteroplea lacustris*. В отличие от других изученных водоемов для пруда по ул. Сокольская характерно низкое видовое богатство ветвистоусых ракообразных. В результате проведенных исследований в составе планктона были обнаружены лишь представители семейств Daphniidae и Chydoridae. Веслоногие ракообразные представлены в водоеме 8 видами, в том числе представителями семейств Temoridae и Diaptomidae (табл. 35)

В составе зоопланктона пруда массово встречались следующие виды – *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus sphaericus*, *Eudiaptomus gracilis*, *Diacyclops bicuspidatus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Paracyclops affinis*. Все перечисленные виды широко распространены в водных объектах области. Среди изученных искусственных водоемов города лишь в этом пруду массово встречался *Eudiaptomus gracilis*, вид, характеризующийся высокой численностью во многих естественных озерах области.

Для зоопланктона данного водоема характерно сравнительно высокое доминирование по величинам численности (индекс Симпсона, рассчитанный по численности составляет 0,3, индекс Бергера-Паркера – 0,4). В состав комплекса доминантов входили преимущественно коловратки – *Keratella quadrata* и виды рода *Polyarthra*. Распределение организмов по величине биомассы более равномерное. Более высокая относительная биомасса характерна для коловраток рода *Polyarthra* (преимущественно благодаря очень высокой численности (более 285,0 тыс. экз/м<sup>3</sup>)), а также циклопа *Mesocyclops leuckarti* (относительная биомасса 12,3%).

Зоопланктон данного водоема отличается сравнительно высокими величинами численности (табл. 43). Наибольшей плотность в составе

планктона была характерна для коловраток, как уже указано выше преимущественно за счет видов рода *Polyarthra*. Доминирование по величинам сравнительно мелких коловраток обуславливает низкие показатели общей биомассы планктона. При этом порядка 68,0% биомассы составляют веслоногие ракообразные. Максимального развития копеподы достигают в прибрежной части водоема, что обеспечивает повышение величин общей биомассы на этих участках пруда.

Таблица 43. Средние численность и биомасса летнего зоопланктона пруда по улице Сокольская

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз/м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Ветвистоусые ракообразные	9,0	2,1	0,2	22,0
Веслоногие ракообразные	87,4	20,3	0,5	68,0
Коловратки	333,3	77,6	0,1	10,0
<b>Всего</b>	<b>429,7</b>	<b>100</b>	<b>0,8</b>	<b>100</b>

Для зообентоса пруда по улице Сокольская были характерны высокие количественные показатели развития хирономид и ручейников. Личинки хирономид в данном водоеме в период наблюдения являлись доминантами по численности и биомассе. Помимо указанных групп бентобионтов в пробах также были обнаружены поденки, малощетинковые черви (олигохеты), брюхоногие моллюски, жесткокрылые насекомые и нематоды. Такая структура зообентоса обусловлена характером донных отложений, которые представляют собой в этом водоеме преимущественно толстый и рыхлый слой детрита (мощность более 0,5 м). Роголистник (*Ceratophyllum demersum*), произрастающий в пруду в большом количестве, создает слой, местами непроницаемый для солнечных лучей. Как следствие, при общей незначительной глубине водоема в нижних слоях водной толщи растения активно разлагаются и опадают на дно. Это становится причиной ухудшения условий нормальной жизнедеятельности большинства обитателей донных ценозов. Среди типичных обитателей этого водоема можно назвать клопов семейства Corixidae. Обычными видами для пруда являлись также поденки – двукрылая (*Cloen dipterum*) и *Caenis horaria*. Из ручейников обнаружен *Holocentropus dubius*. Средние численность и биомасса бентоса представлены в таблице 44.

В пруду по улице Сокольская обитает одним вид рыб – головешка-ротан. Средняя длина рыб в уловах составила 3,8 см, а масса – 4,9 г. В целом размеры ротана изменялись от 1,6 до 8,2 см, а масса от 0,15 до 21,49 г. В половой структуре преобладают неполовозрелые особи, а

половое созревание ротана происходит в возрасте 4+. Возрастная структура головешки-ротана пруда по улице Сокольская характеризуется доминированием особей в возрасте 0+ – 1+. Кроме того, незначительную долю в уловах занимают рыбы возрастом 4+.

Таблица 44. Средние численность и биомасса зообентоса пруда по улице Сокольская

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	экз/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Нематоды	24,7	0,2	0,002	0,1
Олигохеты	49,4	0,4	0,037	0,3
Моллюски	98,8	0,7	0,059	0,5
Хиროномиды	6666,7	50,0	7,136	64,1
Жесткокрылые	98,8	0,7	0,128	1,2
Ручейники	4493,8	33,7	2,844	25,5
Поденки	1851,9	13,9	0,911	8,2
Прочие насекомые	49,4	0,4	0,005	0,1
<b>Всего</b>	<b>13333,3</b>	<b>100</b>	<b>11,123</b>	<b>100</b>

Пищевой спектр ротана из пруда по улице Сокольская включает пять основных групп, частота встречаемости которых заметно различается (рис. 43). Так, для личинок поденок она составила 100%, а для Chironomidae – 66,7%. Встречаемость жесткокрылых, а также планктонных ракообразных была примерно одинаковой – по 30%. В количественном аспекте в питании ротана наибольшую роль играют личинки хируномид, суммарная доля которых составляет 76% (рис. 43). Значительно меньше в пищевом комке содержалось личинок поденок (10%).

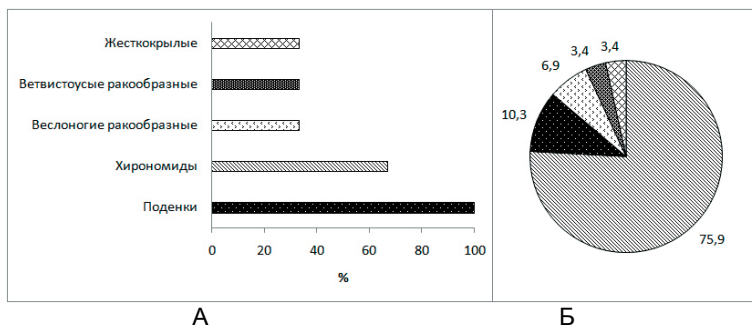


Рисунок 43. Встречаемость (А) и соотношение по численности (Б) компонентов питания ротана из пруда улице Сокольская

### 3.3. Пруд в парке Мира (старица)

Данный водоем расположен вблизи железной дороги между парком Мира и Прилуцким микрорайоном города (рис. 44). По своему происхождению данный водоем не является искусственным. Его возникновение в пойме реки Вологда связано с существованием ранее изгиба речного русла, которое постепенно заполнялось наносами. В результате отдельный отрезок старого русла остался не заполненным и образовался водоем-старица. В паводки, когда уровень воды в реке значительно повышается, данный водоем может соединяться с рекой, что, естественно, сказывается на особенностях его гидробионтов. Площадь старицы в настоящее время равна 4818,7 м<sup>2</sup> (табл. 45), форма практически округлая, берега низкие, покрытые луговой растительностью с редкими нарушениями в виде кострищ. Средняя глубина водоема составляет немногим более 1,0 м.

Таблица 45. Основные характеристики старицы парка Мира

Параметры	Значение
Географическая широта центроида	59° 15' 12.716"
Географическая долгота центроида	39° 53' 16.575"
Площадь, м <sup>2</sup>	4818,7
Длина береговой линии, м	287,5
Длина, м	87,9
Ширина, м	62,7
Глубина макс., м	2,5
Глубина средн., м	1,18
Коэффициент удлиненности	0,02
Коэффициент открытости	0,004

По ионной композиции вода из пруда-старицы в парке Мира относится к гидрокарбонатно-кальциевой группе с содержанием анионов гидрокарбонатов 134 мг/л, а катионов кальция – 25 мг/л. Из других анионов концентрация сульфатов составляла 17 мг/л, а хлоридов не превышала 10 мг/л. Среди катионов кроме кальция достаточно высокой была концентрация магния (15 мг/л), а натрий (6 мг/л) и калий (1 мг/л) встречались в незначительных количествах. Общее количество растворенных в воде минеральных веществ составляло чуть более 200 мг/л, что дает возможность отнести данный водоем согласно классификации О.А. Алекина (1970) к группе среднеминерализованных. В целом по соотношению основных компонентов ионного состава вода из пруда-старицы парка Мира сходна с аналогичными характеристиками природных водоемов региона.

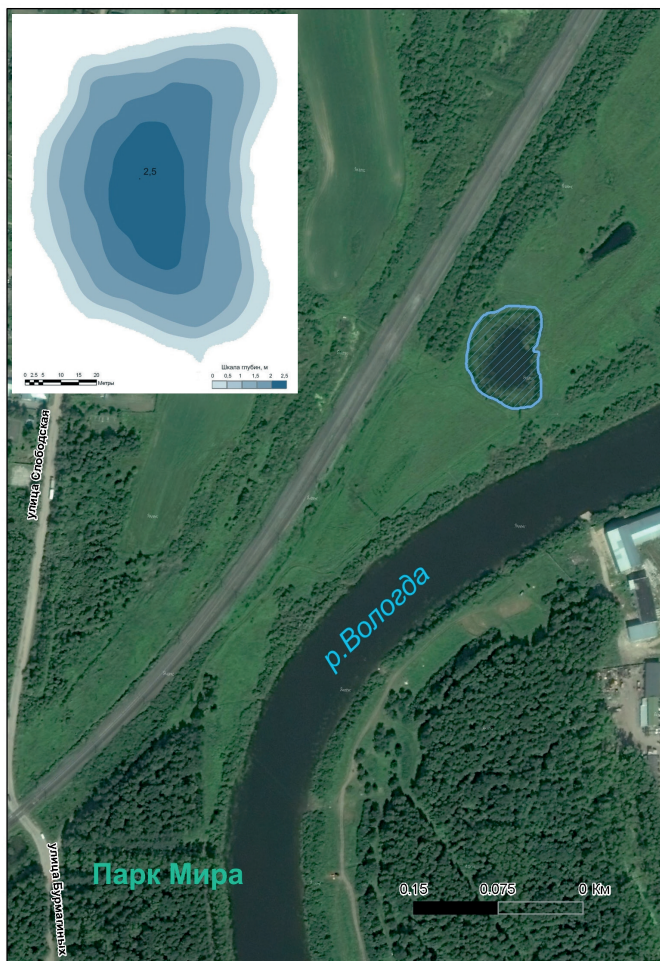


Рисунок 44. Картограмма старицы в парке Мира

Комплекс показателей (цветность, БПК<sub>5</sub>, бихроматная и перманганатная окисляемость), характеризующих баланс органического вещества водоемов, так же во многом не отличается от естественных водных объектов. Повышенные значения бихроматной окисляемости (50 мгО<sub>2</sub>/л) и цветности (40 град) свидетельствуют о значительном содержании в данном водоеме труднорастворимых органических веществ гумусового происхождения. В тоже время показатель БПК<sub>5</sub>,

характеризующий содержание легкоокисляющихся органических веществ, был низким и составлял 0,14 мгО<sub>2</sub>/л. Содержание органических веществ наряду с гидрологическими особенностями определяют газовый режим водоема.

Повышенное содержание органических веществ при отсутствии стока воды являются причинами неустойчивого содержания растворенного в воде кислорода. Так, в начале летнего периода его концентрация в воде пруда была достаточно высокой и составляла 8,3 мг/л. В тоже время к осени концентрация кислорода снизилась до 4 мг/л, что является критической величиной для жизни многих гидробионтов. Продуктивность водоемов определяется прежде всего содержанием биогенных элементов (азот, фосфор, кремний). Химический анализ воды показал, что большинство показателей находятся ниже принятых ПДК. Так, концентрация минерального фосфора (ПДК 0,2 мг/л) не превышала 0,005 мг/л, нитрит-ионов (ПДК 0,08 мг/л) составляла 0,01 мг/л, нитрат-ионов (ПДК 40 мг/л) – 1,3 мг/л, а кремния – 0,8 мг/л. Среди исследуемых компонентов было обнаружено превышение установленных норм только для ионов аммония (1,5 ПДК). Это связано, по-видимому, с накоплением этой формы азота после отмирания фитопланктона и высшей водной растительности в конце вегетационного периода.

Важное влияние на экологическое состояние водоемов оказывает присутствие в воде разного рода токсикантов. Химический анализ воды показал, что содержание большинства тяжелых металлов, а также нефтепродуктов и синтетических поверхностно-активных веществ не превышает ПДК. Повышенные концентрации общего железа (2,4 ПДК) и марганца (1,6 ПДК) связаны с природными факторами. В целом рассчитанный на основе всех исследуемых компонентов химического состава комплексный показателей качества воды – индекс загрязнения воды (ИЗВ) составил 1,64. По этому индексу согласно принятой классификации вода пруда в парке Мира относится к третьему классу качества и характеризуется как умеренно загрязненная.

Флора старицы в парке Мира представлена 30 видами: 29 видов сосудистых растений из 28 родов 18 семейств и 1 вид зелёных водорослей (табл. 33). Наибольшее количество видов содержат семейства *Lamiaceae*, *Lemnaceae*, *Poaceae* (по 3 вида), *Alismataceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Potamogetonaceae*, *Primulaceae* (по 2). Все роды (за исключением рода *Potamogeton* с двумя видами) во флоре являются одно-видовыми.

Старица относится к сильно зарастающим водоёмам (зарастание от 50 до 75% от площади водоёма). Вдоль берегов тянутся полосами сообщества стрелолиста и элодеи, стрелолиста и роголистника, еже-

головника прямостоячего, ежеголовника прямостоячего и сусака, рогоза широколистного, осоки острой и рогоза широколистного, манника большого и осоки острой. В них почти всегда присутствуют виды семейства рясковые (наиболее обильно многокоренник и трёхдольница). В основной части водоёма формируются сообщества рдеста плавающего, элодеи, кубышки жёлтой, роголистника.

Видов Красной книги Вологодской области (2004) в исследуемом водоёме не обнаружено. В старице обнаружен рдест длиннейший (*Potamogeton praelongus*), относительно редко встречающийся на территории Вологодской области (Орлова, 1993). Обращаем внимание, что паслён сладко-горький (*Solanum dulcamara*) является ядовитым видом, его плоды и побеги не рекомендуется употреблять в пищу.

В результате проведенных исследований в составе зоопланктона старицы в парке Мира обнаружено 37 видов беспозвоночных (табл. 35). Группа коловраток, видовое богатство которых в старице на данный момент насчитывает 12 видов, представлена преимущественно широко распространенными в регионе видами. Среди них массово в водоеме встречались *Asplanchna priodonta*, *Platylabus patulus*. Фауна низших водных ракообразных в данном водоеме насчитывает 25 видов. Как и в большинстве водных объектов, наибольшее видовое богатство характерно для ветвистоусых ракообразных. Остаточное происхождение водоема обуславливает развитие в нем видов, характерных преимущественно для пелагиали водоемов. Среди них – *Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina coregoni*, *Daphnia cristata*, *Megacyclops viridis*. Кроме того, в составе зоопланктона старицы были обнаружены типичные фитофильные виды (*Sida crystallina*, *Polyphemus pediculus*, *Eurycerus lamellatus*), присутствие которых в составе сообществ обусловлено развитием в водоеме структурированной зарослевой зоны.

Для зоопланктона водоема в период исследований было характерно сравнительно большое количество видов с высокими показателями встречаемости. Среди коловраток массово в водоеме встречались *Asplanchna priodonta*, *Platylabus patulus*, *Keratella cochlearis*. Среди ракообразных повсеместно были распространены *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Cyclops strenuus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Paracyclops affinis*.

Зоопланктон старицы характеризовался средним уровнем доминирования. Индексы Симпсона и Бергера-Паркера, как по численности, так и по биомассе были равны 0,2 и 0,4 соответственно. В число доминантов по величинам численности входили коловратки рода *Polyarthra*, кладоцеры – *Daphnia longiremis* и мелкие представители рода *Pleuroxus*, копепода *Cyclops strenuus*. Основу биомассы сообщества составляли круп-

ная *Daphnia longiremis* и *Cyclops strenuus*. Особи *Daphnia longiremis* образовывали скопления в зарослевой зоне старицы преимущественно в первой половине лета. Популяция *Cyclops strenuus* наибольшей численностью характеризовалась в августе на участках открытой воды.

Пространственные различия зоопланктона старицы были выражены в меньшей степени, чем в большинстве изученных водоемов города. Так, в зарослевых сообществах доминирующей группой зоопланктеров закономерно являлись кладоцеры, а именно представители семейств Sididae и Daphniidae. На участках открытой воды доминировали, как правило, циклопы, преимущественно за счет *Cyclops strenuus*. Кроме того, в срединной части водоема значительных численности и биомассы достигала коловратка *Asplanchna priodonta*. Отличительной особенностью данного водоема являлись низкие показатели развития ракообразных семейства Chydoridae. Средние летние численность и биомасса зоопланктона старицы представлены в таблице 46. В целом доминирующей группой зоопланктеров в водоеме являются копеподы, составляя более 65,0% численности и 70,0% биомассы зоопланктона.

Таблица 46. Средние численность и биомасса летнего зоопланктона старицы в парке Мира

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз/м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Ветвистоусые ракообразные	45,1	28,2	0,5	26,8
Веслоногие ракообразные	104,4	65,2	1,2	71,2
Коловратки	10,6	6,6	0,03	2,0
<b>Всего</b>	<b>160,1</b>	<b>100</b>	<b>1,73</b>	<b>100</b>

Количественные показатели развития зообентоса старицы в окрестностях парка Мира могут значительно меняться в течение вегетационного сезона. Располагаясь непосредственно в пойме р. Вологда этот водоем характеризуется значительными колебаниями уровня воды под влиянием паводков, несмотря на то, что непосредственная связь с рекой отсутствует. В целом в составе грунтов водоема преобладают илы. Значительной численности среди бентосных организмов достигали олигохеты (табл. 47). Олигохеты в сравнении с другими бентобионтами характеризовались и наиболее высокими показателями биомассы. Прочие группы бентосных организмов, хотя и отличались значительным видовым богатством, имели низкие количественные показатели развития.

Таблица 47. Средние численность и биомасса зообентоса старицы в парке Мира

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	экз/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Олигохеты	300,0	54,6	0,138	10,6
Пиявки	5,6	1,0	0,001	0,1
Моллюски	127,8	23,2	0,995	76,8
Хирономиды	66,7	12,1	0,051	3,9
Стрекозы	5,6	1,0	0,012	0,9
Жесткокрылые	5,6	1,0	0,001	0,1
Ручейники	5,6	1,0	0,006	0,5
Поденки	5,6	1,0	0,001	0,1
Прочие насекомые	27,8	5,1	0,091	7,0
<b>Всего</b>	<b>550,0</b>	<b>100</b>	<b>1,296</b>	<b>100</b>

В составе донных сообществ старицы были обнаружены пиявки, брюхоногие моллюски, стрекозы, жесткокрылые, ручейники, поденки и другие амфибиотические насекомые. Среди представителей отряда двукрылых обнаружены хищные виды рода *Chaoborus*, а из хирономид – виды подсемейства *Tanyrodinae*, рода *Procladius* подрода *Psilotanytus*, *Psectrocladius simulans*, *Eukiefferiella gr. gracei*, *Cricotopus sp.*, *Chironomus sp.*, *Endochironomus albipennis*, *Parachironomus sp.* В составе фауны моллюсков обнаружены *Lymnaea stagnalis*, *Viviparus viviparus*, *Planorbis corneus*, *Planorbis planorbis*, *Bithynia tentaculata*, а также представители семейства *Pisidiidae* и рода *Valvata*. Среди олигохет преобладали *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Haemonais waldvogeli*, виды рода *Dero*.

Ихтиофауна пруда в парке Мира (старица) представлена ротаном, реже встречаются карась и щука. Наибольшей численности достигает популяция ротана. В уловах длина рыб варьировала от 2,8 до 6,4 см, а масса от 0,66 до 9,6 г. Средний размер отловленных особей составил 3,7 см при массе 2,2 г. В половой структуре на долю неполовозрелых особей приходится более 90% всех исследованных рыб. Половое созревание ротана в данном пруду происходит при достижении возраста 3+. В возрастной структуре рыб наблюдается преобладание годовиков, доля которых составляет 65%

Пищевой спектр ротана из пруда в парке Мира (старица) включает в себя 5 компонентов (рис. 45). По частоте встречаемости наибольшую долю занимают представители *Chironomidae* (75%) и *Cladocera* (41%). Среди ветвистоусых ракообразных чаще всего в пищевом комке рыб встречался *Simocephalus vetulus*, доля которого составляла 90% от всех *Cladocera*. Весомое место в питании ротана занимали такие группы как *Soropoda* (33%) и *Mollusca* (16,7%). По численности кормовых объектов в

питании ротана преобладали Cladocera (42%), а также личинки хирономид (40%), причем первая группа доминировала у ротана в возрасте 1+, а вторая – у экземпляров в возрасте 2+–3+. Моллюски, а также веслоногие ракообразные по численности составляли около 7–10%.

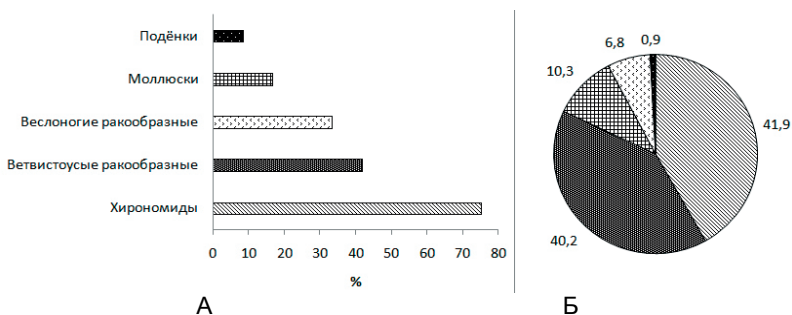


Рисунок 45. Встречаемость (А) и соотношение по численности (Б) компонентов питания ротана из старицы парка Мира

### 3.4. Пруд в парке Мира

Пруд расположен на территории парка Мира, к западу от Горбачевского кладбища, в непосредственной близости от железной дороги (рис. 46). Территория вокруг водоема заболочена, некоторые участки берегов представляю собой сплаvinу. По-видимому, этот водоем имеет остаточное происхождение, то есть ранее на его месте существовал более обширный водоем, возможно имеющий связь с рекой Вологда. В процессе интенсивного заболачивания территории, в том числе под влиянием строительства железной дороги, водоем значительно сократил свою площадь (до 1283,3 м<sup>2</sup>), изменился его гидрологический режим. На настоящий момент водоем имеет вытянутую форму, максимальные глубины составляют 2,2 м (табл. 48). Он характеризуется низкими показателями открытости, что в сочетании с древесными парковыми насаждениями по берегам водоема, затрудняют ветровое перемешивание его толщи.

Исследуемый водоем расположен в парковой зоне города Вологда, отличается от других прудов интенсивным заболачиванием береговой зоны и зарастанием по типу сплаvin. По анионному составу воды этот водоем отличается повышенным содержанием гидрокарбонатов (244 мг/л), при очень низкой концентрации сульфатов (6 мг/л) и хлоридов. В катионном составе преобладают кальций (42 мг/л) и магний (28 мг/л), а содержание натрия (5 мг/л) и калия (1 мг/л) незначительное. По соотношению катионов и анионов вода пруда относит-

ся к гидрокарбонатно-кальциевой группе. Не смотря на процессы заболачивания, которые, как правило, приводят к закислению водоемов, очень высокие концентрации гидрокарбонатов и кальция создают буферность воды к этому негативному процессу. Вследствие этого вода является нейтральной, а рН в разные сезоны года изменялась в пределах 7,1 – 7,3.

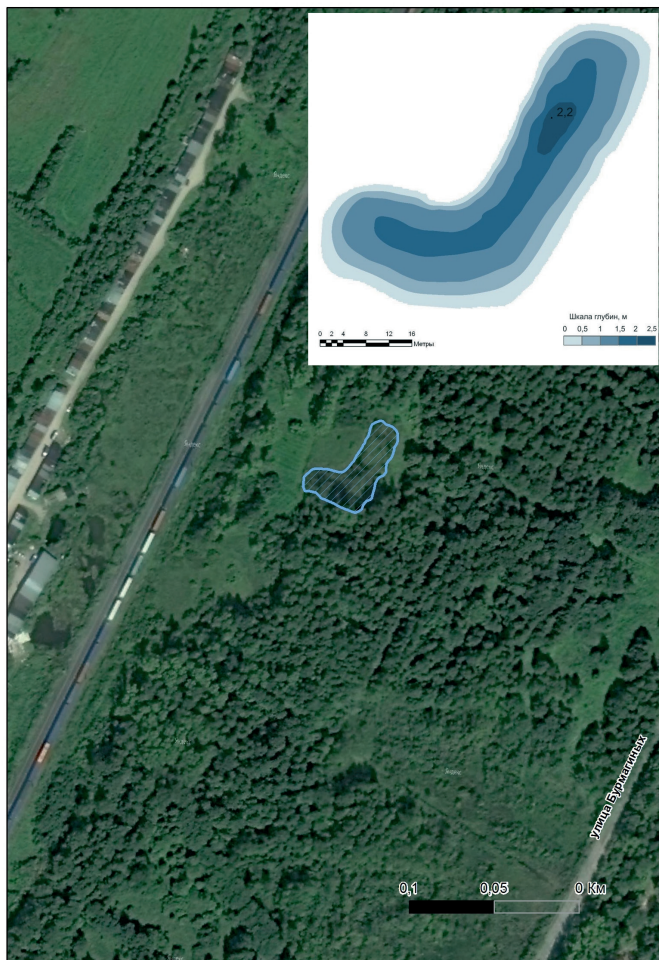


Рисунок 46. Картограмма пруда в парке Мира

Таблица 48. Основные характеристики пруда в парке Мира

Параметры	Значение
Географическая широта центроида	59° 14' 32.365"
Географическая долгота центроида	39° 52' 25.170"
Площадь, м <sup>2</sup>	1283,3
Длина береговой линии, м	180,7
Длина, м	59,9
Ширина, м	18,8
Глубина макс., м	2,2
Глубина средн., м	1,02
Коэффициент удлиненности	0,05
Коэффициент открытости	0,001

Химический анализ показал, что в воде исследуемого водоема, отмечается повышенное содержание труднорастворимых органических веществ, о чем свидетельствуют высокие значения таких показателей как цветность (32,4 град) и бихроматная окисляемость (20 мг/л). В целом по показателю цветности пруд относится к мезоолигогумозным водоемам, а отношение цветности к перманганатной окисляемости (3,2) свидетельствует о значительной доле веществ автотонного планктонного происхождения. В тоже время показатель БПК<sub>5</sub> (0,68 мг O<sub>2</sub>/л) не превышает установленную норму, что связано с низким содержанием в воде легкоокисляемых органических веществ. Повышенная заболоченность и значительное количество органических веществ определяют неустойчивый газовый режим, при снижении растворенного в воде кислорода до критических значений. Особенно часто такое наблюдается при высоких температурах воздуха в засушливые годы или в период зимней межени.

При анализе содержания в воде биогенных элементов обращает на себя внимание повышенные концентрации минерального фосфора (0,35 мг/л) и аммонийного азота (0,53 мг/л). Это часто наблюдается в водоемах с малой скоростью разложения веществ в условиях высокой заболоченности водосборов. Концентрации нитритных и нитратных форм азота были достаточно низкими (0,04 мг/л и 1,2 мг/л соответственно) и не превышали установленную норму. Содержание другого биогенного элемента – кремния повышенное и составляло 4,5 мг/л. В целом в исследуемом пруду автотрофы не успевают потреблять все количество биогенных элементов.

Концентрация токсических элементов – основной группа веществ, определяющих экологическое состояние водоема, в основном была ниже ПДК. В больших количествах в воде обнаружены, только железо, марганец и медь, что связано с повышенным фоном этих элемен-

тов в поверхностных отложениях, которые в основном через поверхностный сток и определяют их высокие концентрации в водных объектах. Рассчитанный индекс загрязнения воды (ИЗВ) составил 1,99. По этому индексу согласно принятой классификации вода пруда в парке Мира относится к третьему классу качества и характеризуется как «умеренно загрязненная».

Флора пруда в парке Мира представлена 34 видами, из которых 29 видов сосудистых растений из 26 родов и 21 семейства, а также 5 видов криптогамных макрофитов (1 вид зелёных водорослей, 1 – печёночников, 3 – листостебельных мхов) (табл. 33). Наибольшее количество видов содержат семейства *Cyperaceae* (5 видов), *Lemnaceae* и *Rosaceae* (по 3). Кроме рода *Carex*, насчитывающем 4 вида, все остальные роды во флоре являются одновидовыми.

Пруд относится к очень сильно зарастающим (зарастание более 75% от площади водоёма). Доминируют сообщества с рдестом плавающим, роголистником и элодеей, с участием видов семейства рясковых; а в прибрежной полосе – осока острая, рогоз широколистный, ежеголовник всплывающий. Для водоёма характерно сплавинообразование. Сплавины формируются гипновыми мхами (*Calliergon ssp.*, *Calliergonella ssp.*), осоками и отчасти гидрофильным болотным разнотравьем (вахта, сабельник, хвощ). В пруду достаточно обильно произрастает *Riccia fluitans* – единственный печёночник, отмеченный на прудах города. Это первая достоверная находка вида на территории города Вологды.

Из редких видов отмечена осока ложносытевая (*Carex pseudocyperus*) (Красная книга..., 2004). Обращаем внимание, что паслён сладко-горький (*Solanum dulcamara*) является ядовитым видом, его плоды и побеги не рекомендуется употреблять в пищу.

Видовое богатство зоопланктона пруда в парке Мира по результатам проведенных исследований насчитывает 31 вид коловраток и низших ракообразных (табл. 35). Наибольшее число обнаруженных видов принадлежат к группам коловратки и ветвистоусые ракообразные. В связи с развитием по берегам пруда сплавин в составе зоопланктона были обнаружены виды, характерные для торфянистых и болотных водоемов. К таковым относятся *Eudactylota eudactylota* и *Macrothrix hirsuticornis*. В Вологодской области высокая встречаемость этих видов характерна для малых болотных водоемов и мочажин (Лобуничева, Филиппов, 2009). Кроме того, в данном водоеме обнаружены пелагические рачки *Heterocope appendiculata* и *Eudiaptomus gracilis*. Плотность этих видов не превышала 100 экз/м<sup>3</sup>, однако, благодаря сравнительно крупным размерам они достигали на некоторых

участках значительной биомассы. Большинство обнаруженных видов зоопланктеров являются типичными для таежной зоны и широко распространены в водных объектах Вологодской области, в том числе, и искусственного происхождения.

Высокая встречаемость в гидробиологических пробах была характерна лишь для небольшого набора зоопланктеров. Среди коловраток массово встречались в водоеме лишь *Keratella quadrata*, частая встречаемость была характерна также для видов родов *Synchaeta* и *Polyarthra*. Из числа низших ракообразных повсеместно встречались *Chydorus sphaericus*, *Mesocyclops leuckarti* и *Paracyclops affinis*, виды, не требовательные к содержанию кислорода и количеству взвешенных веществ в воде и способные развиваться в зарослях специфичных болотных растений.

Для зоопланктона пруда в парке Мира были характерны сравнительно высокие показатели доминирования, особенно по величинам численности. Так, индекс Симпсона по численности составлял 0,3, по биомассе – 0,2, индекс Бергера-Паркера был равен в среднем 0,4, как по численности, так и по биомассе. Некоторое увеличение индексов доминирования по показателям плотности зоопланктеров связано преимущественно с массовым развитием мелких коловраток. Так, относительная численность представителей рода *Synchaeta* составляла 39,0 %, *Keratella cochlearis* (которая единично встречается в водоеме) – 22,5 %, *Keratella quadrata* – 18,6%. Ракообразные в составе зоопланктона пруда не входили в число доминантов по величинам численности. Высокой относительной биомассой отличались как представители коловраток (*Keratella quadrata*, *Synchaeta* sp.), так и ракообразные (*Daphnia longiremis*, *Diacyclops bicuspidatus*, *Mesocyclops leuckarti*).

Зоопланктон пруда в парке Мира характеризовался сравнительно невысоким уровнем развития (табл. 49).

Таблица 49. Средние численность и биомасса летнего зоопланктона пруда в парке Мира

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз/м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Ветвистоусые ракообразные	5,4	9,8	0,04	13,8
Веслоногие ракообразные	17,7	31,9	0,23	81,0
Коловратки	32,4	58,3	0,01	5,2
<b>Всего</b>	<b>55,5</b>	<b>100</b>	<b>0,28</b>	<b>100</b>

Средняя численность планктона пруда в летний период составляла 55,5 тыс. экз/м<sup>3</sup>, биомасса – 0,28 г/м<sup>3</sup>. Сходные показатели уровня развития характерны и для малых заболоченных водоемов есте-

ственного происхождения (Лобуничева, 2010). Наибольшей плотностью в составе зоопланктона отличались коловратки. Доминирующей группой гидробионтов по величинам биомассы являлись веслоногие ракообразные, преимущественно за счет *Diacyclops bicuspidatus* и *Mesocyclops leuckarti*.

В пруду, находящемся в парке Мира, в составе зообентоса по численности и биомассе значительно преобладали олигохеты (табл. 50). Субдоминирующее положение занимали хирономиды, хотя средняя численность этой группы беспозвоночных была почти в два раза меньше, чем таковая олигохет. Среди личинок амфибиотических насекомых значительной биомассой отличались стрекозы подотряда Anisoptera.

Таблица 50. Средние численность и биомасса зообентоса пруда в парке Мира

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	экз/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Олигохеты	2814,8	58,5	2,115	39,3
Моллюски	74,1	1,5	0,533	9,8
Хирономиды	1333,3	27,7	1,144	21,3
Стрекозы	148,1	3,1	1,070	19,9
Жесткокрылые	37,1	0,8	0,010	0,2
Поденки	296,3	6,1	0,352	6,4
Прочие насекомые	111,1	2,3	0,167	3,1
<b>Всего</b>	<b>4814,8</b>	<b>100</b>	<b>5,381</b>	<b>100</b>

Таксономическое разнообразие зообентоса пруда достаточно большое. Среди олигохет здесь были встречены виды родов *Nais* и *Dero*, а также *Lumbriculus variegatus*. В составе группы хирономид обнаружены представители рода *Chironomus* и недиагностированные особи подсемейства Tanypodinae. Кроме типичного обитателя наших водоемов *Viviparus viviparus* среди моллюсков отмечены виды родов Pisidiidae и Valvata. Также обычными для данных водоемов являются: среди полужесткокрылых насекомых – *Iliocoris cimicoides* и представители рода Corixidae; жесткокрылых – *Dytiscus marginalis*; поденок – *Cloen dipterum*.

В пруду парка Мира обитает один вид рыб – обыкновенный карась. В уловах отмечались особи длиной от 2,9 до 10,0 см и массой – от 1,1 до 34 г. Популяция была представленная карасем возрастом до 4+. В структуре популяции доминировали особи возрастом 2+– 3+. Отмечается, что половозрелость рыб наступает в возрасте 2+ при длине тела 6–7 см.

### 3.5. Пруд в микрорайоне Куролит

Данный водоем расположен в микрорайоне Куролит вблизи улиц Залинейная и Рошинская (рис. 47). В непосредственной близости от водоема расположены частные многоквартирные дома и приусадебные участки. Берега водоема представляют собой участки разнотравного луга со следами земляных работ и кострищами. Площадь водоема составляет 1963,4 м<sup>2</sup>, длина береговой линии – 238,4 м. Пруд имеет вытянутую форму и максимальную глубину чуть более 2,0 м (табл. 51).

Таблица 51. Основные характеристики пруда в мкр. Куролит

Параметры	Значение
Географическая широта центроида	59° 14' 27.598"
Географическая долгота центроида	39° 50' 51.897"
Площадь, м <sup>2</sup>	1963,4
Длина береговой линии, м	238,4
Длина, м	95,1
Ширина, м	26,7
Глубина макс., м	2,3
Глубина средн., м	1,2
Коэффициент удлиненности	0,04
Коэффициент открытости	0,002

По соотношению катионов и ионов вода относится к гидрокарбонатному классу кальциево-магниевого класса с содержанием анионов гидрокарбонатов 250 мг/л, а катионов кальция и магния 40 мг/л и 36 мг/л соответственно. Из других анионов концентрация сульфатов составила 29 мг/л, а хлоридов – 42 мг/л. Среди катионов кроме кальция и магния в значительных количествах отмечаются натрий (28 мг/л) и калий (7 мг/л). Общее количество основных ионов составляет 432 мг/л, что относит воду данного пруда согласно классификации О.А. Алекина (1970) к группе среднеминерализованных.

Комплекс показателей (цветность, перманганатная и бихроматная окисляемость), характеризуют этот пруд как водоем с достаточным количеством органических веществ. Отношение цветности к перманганатной окисляемости составил 6,5, что свидетельствует о высоком значении в балансе органических веществ аллохтонного происхождения, которые в основном имеют гумусовую природу. Это связано с поступлением в водоем вод с окружающей заболоченной территории, с которой пруд имеет связь через ряд дренажных канав. Достаточно высокие показатели БПК<sub>5</sub> (3,3 мгО<sub>2</sub>/л) указывают на высокий уровень концентрации в воде легкоокисляющихся веществ. При большом ко-

личестве легкоокисляющихся органических веществ, биогенные элементы отмечаются в незначительном количестве. Так, содержание минерального фосфора не превышало 0,06 мг/л, концентрация ионов аммония равна 0,81 мг/л, нитрат-ионов – 1,5 мг/л, нитрит-ионов 0,04 мг/л, кремния 1,4 мг/л. Несмотря на некоторые негативные тенденции газовый режим в исследуемом пруду достаточно благоприятный. На момент проведения работ концентрация растворенного в воде кислорода составила 6,8 мг/л.

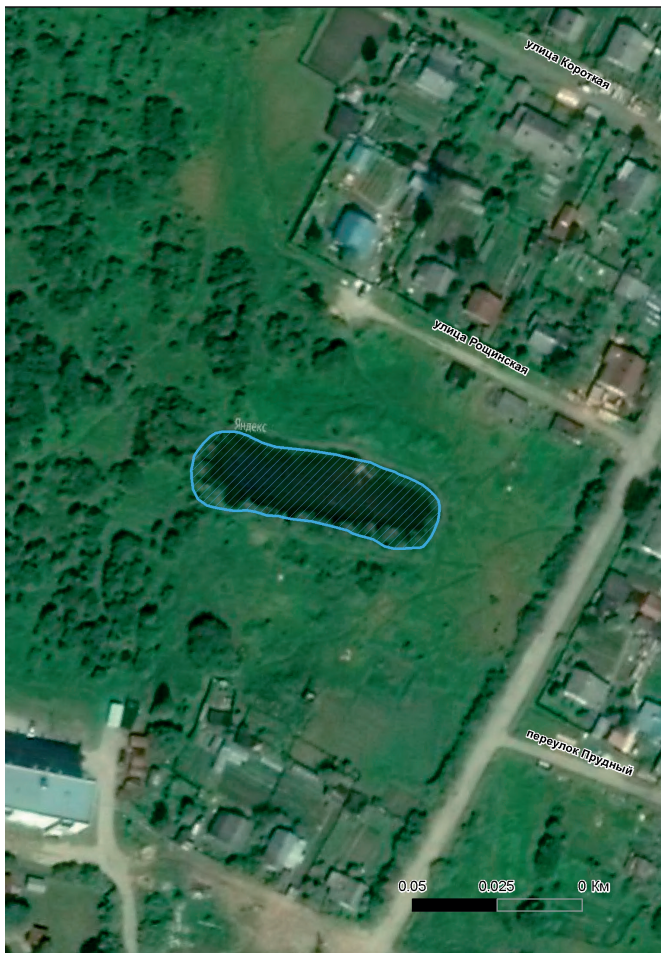


Рисунок 47. Картограмма пруда в мкр. Куролит

В воде пруда отмечаются очень высокие концентрации тяжелых металлов. Так, содержание железа превышало ПДК в 11,5 раз, марганца – 9 раз, меди 2 раза, а цинка – в 1,3 раза. Такие высокие значения тяжелых металлов наблюдаются в условиях интенсивного поступления болотных вод или при наличии точечных сбросов неочищенных вод. В небольших количествах в воде присутствуют синтетические поверхностно-активные вещества (0,026 мг/л) и нефтепродукты (0,023 мг/л). В целом рассчитанный на основе всех исследуемых компонентов химического состава комплексный показателей качества воды – индекс загрязнения воды (ИЗВ) составил 4,11. По этому индексу вода пруда в микрорайоне Куролит относится к пятому классу качества и характеризуется как «грязная».

Флора пруда в мкр. Куролит представлена 31 видом, из которых 30 видов сосудистых растений из 25 родов и 20 семейств, а также 1 вид зелёных макроводорослей (табл. 33). Наибольшее количество видов содержат семейства *Cyperaceae* (5 видов), *Poaceae* (4), *Lemnaceae*, *Polygonaceae*, *Potamogetonaceae* (по 2); а среди родов – *Carex* (4), *Potamogeton* и *Rumex* (по 2).

Пруд относится к очень сильно зарастающим (зарастание более 75% от общей площади водоёма). Доминируют сообщества элодеи канадской и роголистника (участие рдестов невелико), а также свободно плавающих гидрофитов (виды семейства рясковые). Как таковой полосы прибрежно-водной растительности нет. Большое влияние на растительность оказывает жизнедеятельность бобра речного (обнаружены погрызы, ветки, ходы и следы). В частности, постоянное взмучивание воды и грунта приводит к тому, что растительные сообщества становятся практически монодоминантными и при этом наиболее хорошо себя чувствует элодея. Виды, занесенные в Красную книгу Вологодской области (2004) в исследуемом водоёме не обнаружены. Из категории редких видов обнаружены подмаренник трёхраздельный (*Galium trifidum*), рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus*) и щавельник морской (*Rumex maritimus*) (Орлова, 1993). Обращаем внимание, что лютик ползучий (*Ranunculus repens*) является ядовитым видом и его не рекомендуется употреблять в пищу.

В составе зоопланктона пруда в мкр. Куролит был обнаружен 21 вид водных беспозвоночных. Как и во многих других изученных водоёмах по числу видов в пруду преобладали ветвистоусые ракообразные, преимущественно из семейства Chydoridae (табл. 35). Представители этого семейства встречались преимущественно в зарослевых участках водоёмов. Крайне низкое видовое богатство в данном водоёме характерно для веслоногих ракообразных, что, возможно, связа-

но с интенсивным развитием погруженных растений. Как правило, в условиях интенсивного зарастания преимущественное развитие получают кладоцеры. Коловратки в составе сообщества планктонных организмов пруда были представлены широко распространенными видами, лишь один вид (*Dissotrocha aculeata*) на данный момент обнаружен лишь в нескольких водных объектах области.

Для зоопланктона данного водоема характерна значительная доля видов с высокими показателями встречаемости. Среди коловраток массово в водоеме встречаются *Keratella quadrata*, а также представители родов *Synchaeta* и *Polyarthra*. К наиболее часто встречающимся ракообразным принадлежали *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Mesocyclops leuckarti*, *Paracyclops affinis*, виды, типичные для водных объектов области. Лишь в отдельных пробах были обнаружены *Graptoleberis testudinaria*, *Pleuroxus trigonellus* и *Cyclops strenuus*.

Для зоопланктона пруда в мкр. Куролит были характерны низкие показатели доминирования. Индекс Симпсона по численности зоопланктона составлял 0,1, по биомассе – 0,2; величины индекса Бергера-Паркера были равны 0,2 и 0,3 соответственно. Доминантами в составе зоопланктона пруда являлись преимущественно ветвистоусые ракообразные, а именно *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus sphaericus*, *Simocephalus vetulus*. Однако относительная численность каждого составляла не более 13,0% (максимальные показатели характерны для *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*).

Средняя численность зоопланктона пруда составляла в летний период 395,2 тыс. экз/м<sup>3</sup>, а биомасса – 1,82 г/м<sup>3</sup> (табл. 52). Доминирующей группой организмов, как по численности, так и по биомассе являлись ветвистоусые ракообразные. Высокие плотность и биомасса этой группы организмов обеспечивались в основном благодаря трем видам – *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*. Как и для большинства водоемов для пруда в мкр. Куролит отмечена пространственная неоднородность зоопланктона. Для зарослевых сообществ было характерно большее количество видов зоопланктеров, а также повышенные величины численности и биомассы. Так, средняя численность зоопланктона в зарослях пруда составляла 500,0 тыс. экз/м<sup>3</sup>, при биомассе – 2,2 г/м<sup>3</sup>. Аналогичные показатели в открытых частях водоема были равны 180,0 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 0,8 г/м<sup>3</sup> соответственно. Однако, комплекс доминирующих видов ракообразных в разных биотопах пруда характеризовался значительным сходством.

Таблица 52. Средние численность и биомасса летнего зоопланктона пруда в мкр. Куролит

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз/м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Ветвистоусые ракообразные	245,5	62,1	1,30	69,6
Веслоногие ракообразные	101,2	25,6	0,50	29,1
Коловратки	48,5	12,3	0,02	1,3
<b>Всего</b>	<b>395,2</b>	<b>100</b>	<b>1,82</b>	<b>100</b>

Донные отложения пруда в микрорайоне Куролиты представлены, в основном, плотными глинистыми грунтами. Неблагоприятным образом на формирование донных ценозов сказывается интенсивное зарастание водоема элодеей, которая, отмирая, формирует рыхлый слой детрита на дне пруда. В данном водоеме было обнаружено сравнительно небольшое количество таксонов донных организмов, а руководящими группами безусловно являлись олигохеты и хирономиды (табл. 53). Относительная численность этих организмов была примерно равна.

В связи с характером грунтов в водоеме преобладают олигохеты небольших модальных размеров, и потому эта группа значительно уступает по величинам биомассы хирономидам. Последние были представлены в основном видами из подсемейств Chironominae, Tanypodinae и Orthoclaidiinae. В небольшом количестве в составе зообентоса также обнаружена поденка *Cloen dipterum*. Донные организмы других систематических групп в пробах грунта из данного водоема практически не встречались.

Таблица 53. Средние численность и биомасса зообентоса пруда в микрорайоне Куролиты

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	экз/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Олигохеты	7555,6	46,1	1,416	15,7
Хирономиды	8370,4	51,1	7,067	78,5
Поденки	222,2	1,4	0,111	1,2
Прочие насекомые	222,2	1,4	0,415	4,6
<b>Всего</b>	<b>16370,4</b>	<b>100</b>	<b>9,009</b>	<b>100</b>

В ихтиофауне пруда в микрорайоне Куролит обнаружен один представитель ротан. В уловах мальковой волокушей в среднем особи имели длину 4,0 см и массу 3,5 г. В целом размеры ротана колебались в пределах 2,1 – 9,2 см, а масса – от 0,25 до 20,22 г. Половая структура популяции ротана характеризуется преобладанием неполовозрелых особей (72%). В возрастной структуре ротана доминиру-

ют годовики. Пищевой спектр головешки-ротана из пруда в мкр. Куролит включает в себя 13 кормовых объектов, относящихся к восьми таксономическим группам (рис. 48). По частоте встречаемости доминируют представители Cladocera (75%), из которых преобладали *Chydorus sphaericus*, *Ceriodaphnia quadrangula* и *Bosmina obtusirostris*. Доля личинок хирономид в питании ротана в возрасте 0+– 1+ также высока (50%), что может быть связано с низкой кормовой обеспеченностью водоема зоопланктонными организмами. Весьма высокую встречаемость имеют представители ракушковых ракообразных и подёнки, соответственно, 42 и 33%. Кроме того, у ротана в возрасте 3+ в питании проявляется выраженный каннибализм, связанный с потреблением мелких особей рыб. Поедание особей своего вида показывает напряженность трофических отношений из-за низкой обеспеченности рыб пищей. По численности, как и по встречаемости, в питании ротана преобладающей группой является Cladocera, доля которой составляет 59%. Значение моллюсков и личинок хирономид значительно меньше и их суммарная доля 19% (рис. 48).

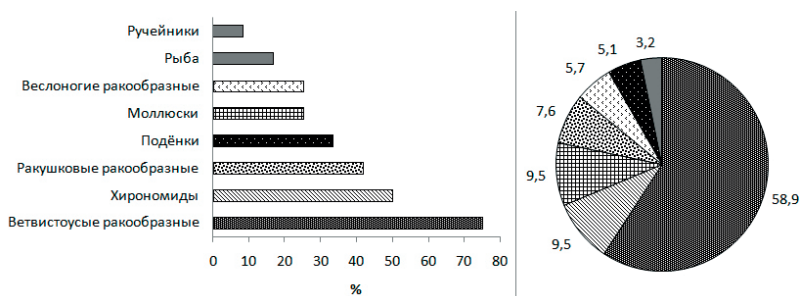


Рисунок 48. Встречаемость (А) и соотношение по численности (Б) компонентов питания ротана в микрорайоне Куролит

### 3.6. Пруды по улице Доронинская

На улице Доронинская располагаются два искусственных водоема. Пруд №1 расположен непосредственно вблизи дороги и имеет площадь 12644,3 м<sup>2</sup>. Пруд №2 почти в два раза меньше по площади (табл. 54), в половодье при высоком уровне воды водоемы на непродолжительный срок соединяются друг с другом. Оба пруда имеют округлую форму и примерно одинаковую глубину (рис. 49).



Рисунок 49. Картосхема прудов по улице Доронинская

Химический состав воды был исследован в одном из двух прудов, расположенных в районе улицы Доронинской. По соотношению катионов и анионов вода из исследуемого пруда относится к гидрокарбонатно-кальциевой группе с содержанием анионов гидрокарбонатов 189 мг/л, а катионов кальция – 39 мг/л. Из других анионов концентрация сульфатов составляла 16 мг/л, а хлоридов – 41 мг/л. Среди катионов кроме кальция достаточно высокой была концентрация магния

(20 мг/л) и натрия (20 мг/л). Общее количество основных ионов составляет 330 мг/л, что относит воду данного пруда согласно классификации О.А. Алекина (1970) к группе среднеминерализованных.

Таблица 54. Основные характеристики прудов по ул. Доронинская

Параметры	Значение	
	Пруд №1	Пруд №2
Географическая широта центроида	59° 14' 19.370"	59° 14' 22.707"
Географическая долгота центроида	39° 57' 17.502"	39° 57' 14.052"
Площадь, м <sup>2</sup>	12644,3	6911,2
Длина береговой линии, м	554,0	460,8
Длина, м	133,5	121,1
Ширина, м	97,9	66,9
Глубина макс., м	3,5	3,2
Глубина средн., м	1,52	1,45
Коэффициент удлиненности	0,01	0,01
Коэффициент открытости	0,008	0,005

Комплекс показателей (цветность, бихроматная и перманганатная окисляемость), характеризуют этот пруд как водоем с небольшим количеством органических веществ. Отношение цветности к перманганатной окисляемости составляло всего 1,2, что свидетельствует о незначительной доле в составе органических веществ аллохтонного происхождения. В целом вода исследуемого водоема отличалась высокой прозрачностью, величина которой по диску Секки составила почти 3 м. Однако в пруде отмечалось повышенное содержание легкоокисляющихся веществ. Так, показатель БПК<sub>5</sub> был равным 7,7 мгО<sub>2</sub>/л, что в 2,6 раза превышает ПДК. Это связано, по-видимому, с влиянием разлагающихся бытовых отходов, которые в большом количестве оставляют как на берегах, так и в самом водоеме отдыхающие горожане.

При большом количестве легкоокисляющихся органических веществ, биогенные элементы отмечались в незначительном количестве. Так, содержание минерального фосфора не превышало 0,05 мг/л, концентрация ионов аммония равна 0,42 мг/л, нитрат-ионов 1,6 мг/л, нитрит-ионов 0,01 мг/л, кремния 0,5 мг/л. В целом водоем характеризовался благоприятным газовым режимом с концентрацией растворенного в воде кислорода на момент исследования 9,2 мг/л.

Содержание в воде тяжелых металлов и некоторых органических токсикантов было незначительно и, как правило, не превышало установленные для рыбохозяйственных водоемов нормы. Так, концентрация хрома, свинца, никеля, марганца, кобальта, СПАВ была ниже чувствительности аналитических приборов. В тоже время количество

меди составляло 0,001 мг/л (1 ПДК), железа – 0,09 мг/л (0,9 ПДК), цинка – 0,006 мг/л (0,6 ПДК), нефтепродуктов – 0,02 мг/л (0,4 ПДК). В целом рассчитанный на основе всех исследуемых компонентов химического состава комплексный показателей качества воды – индекс загрязнения воды (ИЗВ) составил 1,30. По этому индексу согласно принятой классификации вода пруда по улице Доронинской относится к третьему классу качества и характеризуется как «умеренно загрязненная».

Флора прудов по ул. Доронинская самая богатая и насчитывает 59 видов. Отмечено 55 видов сосудистых растений из 38 родов и 26 семейств, а также 1 вид зелёных макроводорослей и 3 вида листостебельных мхов (табл. 33). Наибольшее количество видов содержат семейства *Cyperaceae* (7 видов), *Potamogetonaceae* (5), *Juncaceae*, *Lamiaceae*, *Lemnaceae* (по 3), а среди родов – *Carex* (6), *Potamogeton* (5), *Juncus* (3), *Bidens*, *Epilobium*, *Equisetum*, *Galium*, *Persicaria*, *Ranunculus* (по 2).

Оба пруда относятся к очень сильно зарастающим (зарастание более 75% от общей площади водоёма). В центральной части прудов (с увеличением глубины) преобладают сообщества с доминированием роголистника, по краям – сообщества элодеи, рдеста плавающего и роголистника, а по кромке сообщества ежеголовника мелкоплодного с элодеей, или тростника с паслёном сладко-горьким, или отдельные пятна (от 2 до 6 м<sup>2</sup>) рогоза широколистного. На редких торфяноилистых отмелях ближе к осени высыпают всходы наноэфемеретума (*Ranunculus sceleratus*, *Rorippa palustris*, *Potamogeton natans*, *Carex* spp.), а также чуть реже могут быть встречены сообщества с участием полевицы и (или) манника плавающего. На небольшой выемке обнаружена гипновая сплавина (площадью до 8–10 м<sup>2</sup>), представляющая собой фактически мат из грунта и гидрофильных мхов, с небольшим процентом участия сосудистых гидрофитов.

Из редких видов отмечены рдест Берхтольда (*Potamogeton berchtoldii*) и осока ложностыевая (*Carex pseudocyperus*) (Красная книга..., 2004). В пруду обнаружены рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus*) и рдест волосовидный (*Potamogeton trichoides*), относительно редко встречающиеся на территории Вологодской области (Орлова, 1993).

Обращаем внимание, что лютик ползучий (*Ranunculus repens*), лютик ядовитый (*Ranunculus sceleratus*) и паслён сладко-горький (*Solanum dulcamara*) являются ядовитыми видами, их плоды и побеги не рекомендуется употреблять в пищу.

Видовое богатство зоопланктона пруда №1 по ул. Доронинская составляет 36 видов беспозвоночных. В составе коловраток и ракообразных были обнаружены преимущественно «обычные» для водных объектов области виды (табл. 35). В составе низших ракообраз-

ных обнаружена *Bosmina coregoni*, вид, характерный по большей части для пелагиали озер. Среди веслоногих ракообразных в пруду также были обнаружен сравнительно редко отмечаемый в водоемах области *Megacyclops viridis*.

Повышенной встречаемостью в пруду отличался комплекс пространственных в регионе видов зоопланктеров. Среди коловраток это – *Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis*, виды родов *Synchaeta* и *Polyarthra*. Среди ракообразных чаще всего в гидробиологических пробах встречаются представители семейства Chydoridae, среди веслоногих ракообразных – *Mesocyclops leuckarti* и *Paracyclops affinis*.

Для зоопланктона пруда по ул. Доронинская характерно четко выраженное доминирование небольшого числа видов. Относительной численностью более 46,0% отличались мелкие коловратки рода *Synchaeta*, сравнительно высокой плотностью также характеризовалась популяция рачка *Bosmina longirostris*. Уровень доминирования по величинам биомассы планктона несколько ниже. Так, индексы Симпсона и Бергера-Паркера по данному показателю в среднем составляют 0,2 и 0,4 соответственно. В комплекс доминантов по биомассе входили: крупная хищная коловратка *Asplanchna priodonta*, коловратки рода *Synchaeta* (благодаря высокой численности, которая на отдельных станциях превышает 140,0 тыс. экз/м<sup>3</sup>), ракообразные рода *Bosmina* и *Mesocyclops leuckarti*.

Несмотря на сравнительно высокое видовое богатство, зоопланктон данного водоема характеризовался низким уровнем развития. Средняя плотность зоопланктеров в летний период составляла 144,4 тыс. экз/м<sup>3</sup>, а биомасса 0,4 г/м<sup>3</sup> (табл. 55). Доминантами по величинам численности являлись коловратки, составляя более 59,0% общей плотности планктонных беспозвоночных. Наибольшей биомассой в составе зоопланктона характеризовались ветвистоусые ракообразные. Уровень развития зоопланктеров в разных участках и биотопах пруда отличался незначительно. В зарослевых биотопах было более выражено доминирование кладоцер по величинам биомассы, что связано с массовым развитием крупных фитофильных ракообразных (*Simocephalus vetulus*, *Acroperus harpae*).

В составе зоопланктона пруда №2 в результате проведенных исследований было обнаружено 24 вида коловраток и низших ракообразных (табл. 35). Наибольшим видовым богатством характеризовалась группа ветвистоусых ракообразных, в составе которой было обнаружено 11 видов преимущественно из семейств Sididae, Daphniidae и Chydoridae. Фауна коловраток представлена типичными для мелководных северных водоемов видами. В составе этой группы также бы-

ла обнаружена сравнительно редко встречающаяся в регионе *Trichotria pocilum*. Наименьшим числом видов в составе зоопланктона водоема характеризовалась группа веслоногих ракообразных. Высокая встречаемость в данном водоеме характерна преимущественно для зарослевых видов. Среди коловраток это – представители родов *Euchlanis* и *Synchaeta*, в составе ракообразных – *Sida crystallina*, *Acroperus harpae*, *Chydorus sphaericus*, *Graptoleberis testudinaria*. Подобные особенности видовой структуры связаны с небольшой площадью данного водоема и интенсивным развитием зарослей макрофитов.

Таблица 55. Средние численность и биомасса летнего зоопланктона пруда №1 по улице Доронинская

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз/м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Ветвистоусые ракообразные	28,5	19,7	0,2	50,0
Веслоногие ракообразные	29,5	20,5	0,1	25,0
Коловратки	86,4	59,8	0,1	25,0
<b>Всего</b>	<b>144,4</b>	<b>100</b>	<b>0,4</b>	<b>100</b>

Для зоопланктона пруда отмечалось ярко выраженное доминирование по величинам численности (индекс Симпсона равен 0,4, Бергера-Паркера – 0,5). Наибольшей относительной численностью (более 45,0%) в сообществе отличались коловратки рода *Synchaeta*. Сравнительно высокой относительной численностью характеризовалась также клadoцера *Pleuroxus trigonellus*. Доминирование отдельных видов по величинам биомассы выражено в меньшей степени. Несколько повышенная относительная биомасса характерна для *Pleuroxus aduncus* и благодаря высокой численности видов рода *Synchaeta*.

Зоопланктон данного водоема характеризовался невысокими средними величинами плотности и биомассы (табл. 56). Наибольшей численностью отличались представители ветвистоусых ракообразных, что связано с массовым развитием в зарослевых биотопах видов семейства Chydoridae. Однако на участках открытой воды около 90,0% общей плотности составляли коловратки. По величинам биомассы закономерно доминировали клadoцеры, что связано как с их более крупными размерами, так и с преобладанием в их составе фитфильных видов. Основу биомассы при этом создавали представители рода *Pleuroxus*, *Simocephalus vetulus* и *Sida crystallina*. В целом для зарослевых биотопов водоема были характерны большие величины численности и биомассы зоопланктона.

Таблица 56. Средние численность и биомасса летнего зоопланктона пруда №2 по улице Доронинская

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз/м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Ветвистоусые ракообразные	35,8	50,5	0,47	75,2
Веслоногие ракообразные	16,3	23,1	0,14	21,7
Коловратки	18,8	26,4	0,02	3,1
<b>Всего</b>	<b>70,9</b>	<b>100</b>	<b>0,63</b>	<b>100</b>

На умеренно заиленных грунтах пруда №1 формируются благоприятные условия для развития бентосных организмов. Отдельные участки пруда интенсивно покрыты зарослями макрофитов, что также оказывает влияние на структуру зообентоса. На участках водоема, лишенных растительности, на мелкозернистом песке массово развивались моллюски семейства Pisididae, однако, другие донные организмы находились в угнетенном состоянии. В зарослевых биотопах резко возрастала доля личинок различных двукрылых насекомых. В целом в этом водоеме по численности преобладали хирономиды (табл. 57). По величинам биомассы доминантами являлись брюхоногие моллюски (*Bithynia tentaculata*, *Anniger crista*, виды рода *Planorbis*), а субдоминантами – Chironomidae. Кроме вышеназванных таксонов в составе зообентоса пруда были обнаружены двустворчатые моллюски, пиявки, стрекозы, ручейники, поденки (*Cloen dipterum*) и жесткокрылые (*Dytiscus marginalis*).

Таблица 57. Средние численность и биомасса зообентоса пруда №1 по улице Доронинская

Группы гидробионтов	Численность		Биомасса	
	экз/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Олигохеты	1901,2	13,0	1,148	4,9
Пиявки	49,4	0,3	0,069	0,3
Брюхоногие моллюски	1160,5	7,9	14,123	60,8
Двустворчатые моллюски	172,8	1,2	0,543	2,3
Хирономиды	10716,0	73,1	6,585	28,4
Стрекозы	24,7	0,2	0,163	0,7
Ручейники	345,7	2,4	0,341	1,5
Поденки	172,8	1,2	0,067	0,3
Прочие насекомые	98,8	0,7	0,185	0,8
<b>Всего</b>	<b>14642,0</b>	<b>100</b>	<b>23,225</b>	<b>100</b>

На слабозаиленных песчаных грунтах, со значительным включением гравия в пруду № 2 доминируют олигохеты. Руководящими группами зообентоса в пруду являлись брюхоногие моллюски и оли-

гохеты, причем первые значительно превышали все группы донных организмов по биомассе (табл. 58).

Таблица 58. Средние численность и биомасса зообентоса пруда №2 по улице Доронинская

Группы гидробионтов	Численность		Биомасса	
	экз/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Олигохеты	11074,1	57,3	3,625	10,6
Пиявки	0,1	0,1	0,010	0,1
Брюхоногие моллюски	4777,8	24,8	28,211	83,3
Двустворчатые моллюски	555,6	2,9	0,493	1,5
Хирономиды	2370,4	12,3	0,933	2,8
Стрекозы	0,1	0,1	0,010	0,1
Ручейники	37,0	0,2	0,044	0,1
Поденки	259,3	1,3	0,096	0,3
Прочие насекомые	185,2	1,0	0,415	1,2
<b>Всего</b>	<b>19259,6</b>	<b>100</b>	<b>33,817</b>	<b>100</b>

В небольшом количестве в пруду были встречены личинки поденки, ручейников и стрекоз. По составу обнаруженных таксонов зообентос пруд сходен с водоемом, описанным выше. Однако, общие численность и биомасса донных организмов была несколько выше. В водоеме были обнаружены характерные для таких водоемов брюхоногие моллюски – *Bithynia tentaculata*, *Anniger crista*, виды рода *Planorbis*, поденка *Cloen dipterum* и жесткокрылые *Dytiscus marginalis*.

Как и во многих искусственных водоемах города Вологды в прудах по улице Доронинской обитает один вид рыб – ротан. В научно-исследовательских уловах в пруду №1 средняя длина рыб составила 2,7 см, а масса – 0,9 г. Размеры рыб колебались в пределах 1,8–9,6 см, а масса – от 0,2 до 20,84 г. В структуре уловов преобладают неполовозрелые особи. Ротан становится половозрелым в Доронинском пруду при достижении возраста 3+. Пищевой спектр головешки-ротана в пруду по ул. Доронинской включает восемь основных пищевых компонентов. По частоте встречаемости преобладают поденки (70%), ракушкообразные (60%) и моллюски (60%) (рис. 50). Среди моллюсков преобладал малый прудовик и катушка. Значительную долю в пищевом комке ротана занимали и личинки хирономид, которые присутствовали в пищевом комке у половинны исследованных рыб. Реже в питании ротана встречались веслоногие и ветвистоусые ракообразные, рыбы и имаго насекомых. По численности в питании ротана доминирующими группами организмов являются моллюски и поденки (29,4%). Второстепенное значение имеют остракоды, доля которых составляет 15,7%. Остальные группы кормовых объектов имеют относительно низкую численность. Таким образом, в питании ротана в пруду №1 по улице

Доронинской выражено преобладание личинок насекомых и низкая доля зоопланктона (рис. 50).

В пруду № 2 по улице Доронинская в уловах встречались особи ротана длиной от 2,1 до 11,0 см и массой от 0,3 до 33,6 г. Средняя длина особи в уловах мальковой волокушей составила 3,8 см и массой 2,5 г. Большая часть рыб была представлена ювенильными особями, доля которых составляла 80% от всей выловленной рыбы. Незначительно встречались самки и самцы на второй стадии развития гонад. Половозрелость ротана наступает в возрасте 3+, а нерест обычно происходит весной. Питание ротана пруда № 2 включает восемь компонентов, из которых наибольшую частоту встречаемости имеют личинки поденок (50%). Кроме того, заметную долю в пищевом комке рыб имели хирономиды и ветвистоусые ракообразные (30%). Встречаемость других была весьма низкой (рис. 51). По численности в питании ротана рассматриваемого пруда преобладали Cladocera (42,3%), из которых преимущественно встречались *Bosmina obtusirostris* и *Sida crystallina*. Второстепенное значение имеют личинки ручейников (15,4%), а также поденок (13,5%).

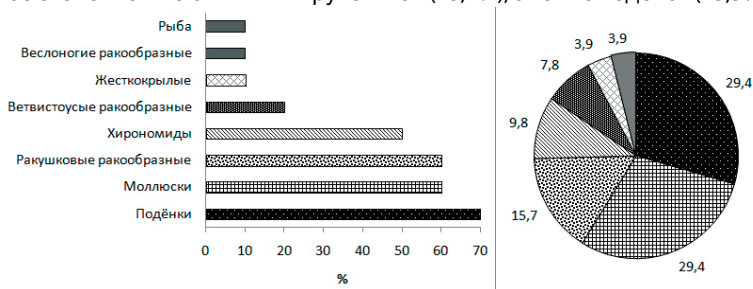


Рисунок 50. Встречаемость (А) и соотношение по численности (Б) компонентов питания ротана из пруда № 1 по улице Доронинская

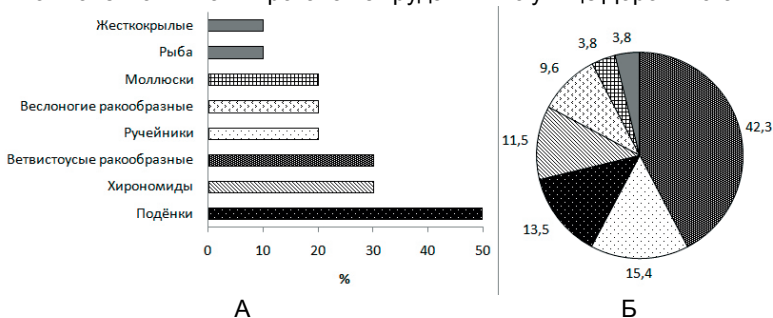


Рисунок 51. Встречаемость (А) и соотношение по численности (Б) компонентов питания ротана из пруда №2 по улице Доронинская

### 3.7. Пруд Сибирский

Сибирский пруд расположен на территории парка «Ветеранов Войны и Труда» в зареченской части города (рис. 52). Возникновение этого водоема связано с добычей земли для отсыпки откосов при укреплении набережной реки Вологда и строительстве Октябрьского моста. Изначально возникший на месте карьера водоема в народе назывался «Груздевский», по фамилии подрядчика, который выполнял земляные работы. Значительно позже началось строительство общественного сада, на территории которого и стал находиться пруд. В 1963–1967 годах силами предприятий города и населения пруд был углублен, вычищен, его берега укрепили бетонными плитами. Эти мероприятия уменьшили возможность для развития в водоеме целого ряда кровососущих насекомых – переносчиков малярии и туляремии. В настоящее время пруд имеет площадь 6957,0 м<sup>2</sup> (табл. 59) и отличается почти правильной прямоугольной формой. Распределение глубин в пруду равномерное, что связано с выстилкой дна.

Сибирский пруд расположен в парке Ветеранов в Заречной части города Вологда. По величине общей минерализации (152 мг/л) вода Сибирского пруда характеризуется как маломинерализованная. В анионной композиции в воде доминируют гидрокарбонаты (85 мг/л), содержание хлоридов было достаточно высоким и составляло 18 мг/л, а сульфатов – наоборот незначительное 7 мг/л. В катионном составе почти в равных количествах были представлены кальций (15 мг/л), натрий (15 мг/л) и магний 11,4 (мг/л). Значительное количество хлоридов и натрия, по-видимому, связано с поступлением в водоем талых вод с окружающих со всех сторон парк Ветеранов автомобильных дорог. В целом по соотношению в химическом составе основных ионов вода относится к гидрокарбонатному классу кальциево-натриевой группы.

Таблица 59. Основные характеристики пруда Сибирский

Параметры	Значение
Географическая широта центроида	59° 13' 43.756"
Географическая долгота центроида	39° 54' 30.058"
Площадь, м <sup>2</sup>	6957,0
Длина береговой линии, м	350,8
Длина, м	120
Ширина, м	58,8
Глубина макс., м	1,9
Глубина средн., м	1,66
Коэффициент удлиненности	0,02
Коэффициент открытости	0,004

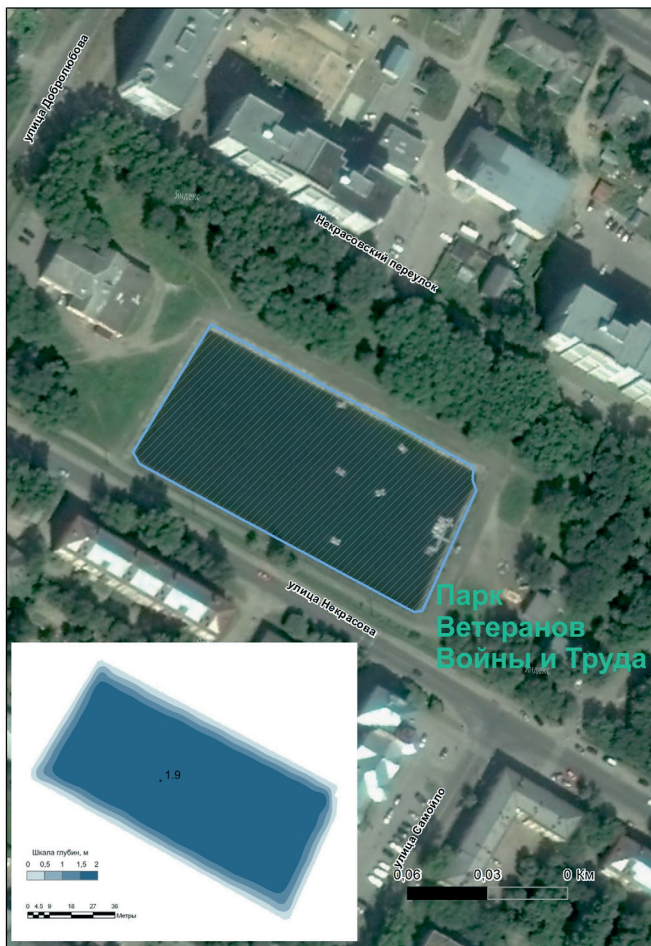


Рисунок 52. Картограмма пруда Сибирский

По показателю цветности (17,7 град.) Сибирский пруд характеризуется как олигогумозный водоем, с преобладанием органических веществ автохтонного происхождения. Так, отношение цветности к перманганатной окисляемости составляет 1,8. Легкоокисляющиеся органические вещества в этом пруду также содержались в незначительном количестве, о чем свидетельствуют низкие значения БПК<sub>5</sub> (0,31 мгО<sub>2</sub>/л). Это обстоятельство проявляется и в балансе биогенных элементов. Концентрации фосфора, азота и кремния в воде были незначительные и не превышали ПДК. Так, содержание фосфора

было равным 0,05 мг/л, что составляет 0,25 ПДК, ионов аммония – 0,4 мг/л (0,8 ПДК), нитрит-ионов – 0,03 мг/л (0,38 ПДК), нитрат-ионов – 1,2 мг/л (0,03 ПДК). В целом низкое содержание органических веществ и биогенных элементов определяют благоприятный режим растворенного в воде кислорода, концентрация которого в летний период 2010 года варьировала в пределах 5-7 мг/л.

Среди тяжелых металлов в наибольших количествах отмечались железо (0,12 мг/л), марганец (0,014 мг/л), медь (0,001 мг/л) и цинк (0,001 мг/л). При таких концентрациях содержание железа превышало ПДК в 1,2 раза, а марганца – 1,4 раза. Кроме того в воде исследуемого пруда отмечается значительное количество нефтепродуктов (0,049 мг/л), что практически соответствует ПДК в 0,05 мг/л. В целом рассчитанный на основе всех исследуемых компонентов химического состава комплексный показатель качества воды – индекс загрязнения воды (ИЗВ) составил 1,04. По этому индексу согласно принятой классификации вода Сибирского пруда относится к третьему классу качества и характеризуется как умеренно загрязненная.

Флора пруда Сибирский представлена 24 видами: 22 видами сосудистых растений из 21 рода и 18 семейств, а также по одному виду зелёных и харовых водорослей (табл. 33). Наиболее крупными семействами по количеству видов являются *Syraceae* (3 вида), *Lemnaceae* и *Polygonaceae* (по 2). Кроме рода *Rumex* (с двумя видами), во флоре все роды одновидовые. Пруд относится к сильно зарастающим (зарастание от 50 до 75% от площади водоёма). Особенности растительного покрова пруда и его невысокого видового разнообразия объясняются, прежде всего, характером берегов. Берега, обложенные бетонными плитами, не позволяют формироваться полноценным прибрежно-водным сообществам. Фактически прибрежно-водные виды прорастают в небольшом количестве лишь в местах стыков бетонных плит. Из типичных прибрежно-водных видов можно отметить *Eleocharis palustris*, *Butomus umbellatus*, *Typha latifolia*, *Glyceria fluitans*. Собственно водная растительность представлена сообществами элодеи, элодеи и хары шаровидной, элодеи и урути. В некоторые годы (устное сообщение А.Б. Чхобадзе) в пруду также могут формироваться сообщества элодеи и роголистника, но при наших исследованиях роголистник не был встречен. Наиболее интересной является находка *Chara globularis* – единственного вида харовых водорослей, обнаруженного на прудах города. Ранее для территории города вид не указывался. Из редких видов отмечен щавельник прибрежно-водный (*Rumex hydrolapathum*) (Красная книга..., 2004) и рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus*) (Орлова, 1993).

По результатам проведенных исследований в составе зоопланктона Сибирского пруда было обнаружено 19 видов коловраток и низших ракообразных (табл. 35). По-видимому, при дальнейших исследованиях видовой состав зоопланктона этого водоема будет уточняться. Наибольшее число видов было характерно для группы ветвистоусых ракообразных, среди которых были обнаружены представители семейств *Daphniidae*, *Chydoridae* и *Bosminidae*. Фауна веслоногих ракообразных представлена типичными для изученных искусственных водоемов видами. Зоопланктон данного водоема отличался сравнительно высокими количественными показателями развития (табл. 60). Так, средняя численность зоопланктона в летний период составляла 149,2 тыс. экз/м<sup>3</sup>, а биомасса – 1,5 г/м<sup>3</sup>. Доминирующей группой по величинам численности были коловратки, преимущественно за счет массового развития представителей семейства *Brachionidae*. Наибольшей биомассой среди зоопланктона характеризовались ветвистоусые ракообразные, в составе которых доминировали *Ceriodaphnia quadrangula* и *Chydorus sphaericus*.

Таблица 60. Средние численность и биомасса летнего зоопланктона пруда Сибирский

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз/м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Ветвистоусые ракообразные	8,1	5,4	1,0	66,7
Веслоногие ракообразные	40,6	27,2	0,4	26,6
Коловратки	100,5	67,4	0,1	6,7
<b>Всего</b>	<b>149,2</b>	<b>100</b>	<b>1,5</b>	<b>100</b>

Бентоценоз пруда на территории парка Ветеранов сильно изменился после укрепления берегов бетонной стяжкой в рамках проведения мероприятий, направленных на снижение численности кровососущих комаров. После этого из водоема практически полностью исчезли укореняющиеся водные растения и, как следствие, полностью пропали некоторые виды гидробионтов, а численность и биомасса других значительно изменились. В целом произошло значительное обеднение бентофауны этого водоема.

К настоящему моменту среди обитателей донных ценозов этого водоема доминируют хирономиды. Эта группа беспозвоночных животных преобладала как по численности, так и по биомассе (табл. 61). В небольшом количестве в пробах грунта обнаруживались также олигохеты небольших модальных размеров. Малую долю в сборах занимали поденки, составляя 7,4 % численности и 1,0 % биомассы всех организмов зообентоса.

Таблица 61. Средние численность и биомасса бентоса пруда Сибирский

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	экз/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Олигохеты	200,1	18,5	0,440	13,7
Хиროномиды	800,3	74,1	2,728	85,3
Поденки	80,0	7,4	0,032	1,0
<b>Всего</b>	<b>1080,4</b>	<b>100</b>	<b>3,200</b>	<b>100</b>

Среди хиროномид в пруду были обнаружены *Glyptotendipes gripecoveni*, *Chironomus sp.*, *Endochironomus tendens* и *Polypedilum convictum*, причем первый указанный вид доминировал по численности, а второй по биомассе. Среди поденок в пруду была обнаружена *Caenis horaria*. Кроме этого в отдельные периоды наблюдений в пруду появляются имаго *Dytiscus marginalis* и различных водных полужесткокрылых, чаще всего из семейства Corixidae. В первой половине лета в небольшом количестве для водоема обычны личинки Tabanidae.

В ихтиофауне пруда Сибирский обнаружен один представитель ротан. В уловах мальковой волокушей в среднем особи имели длину 5,4 см и массу 5,6 г. В целом размеры ротана колебались в пределах 3,1 – 9,9 см, а масса – от 0,36 до 18,41 г. Половая структура популяции ротана характеризуется преобладанием неполовозрелых особей (57%), в то время как доля половозрелых самцов и самок составляет около 43%. В возрастной структуре ротана доминируют сеголетки и годовики. Пищевой спектр головешки-ротана из пруда Сибирском включает в себя 20 кормовых объектов, относящихся к семи таксономическим группам (рис. 53).

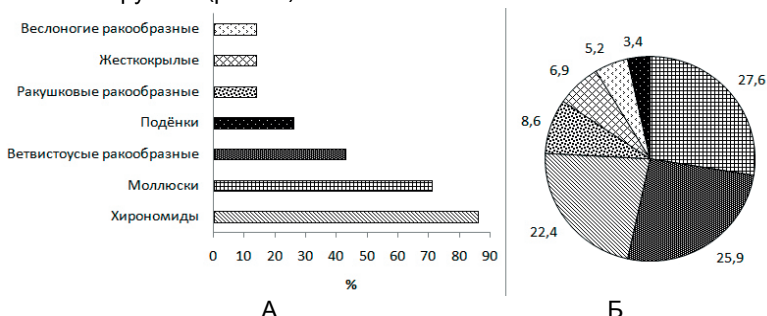


Рисунок 53. Встречаемость (А) и соотношение по численности (Б) компонентов питания ротана из пруда Сибирского

По частоте встречаемости доминируют хируномиды (84%), моллюски (71%) и ветвистоусые ракообразные (46%). Кроме того встре-

чались личинки поденок, остракоды, веслоногие ракообразные и жесткокрылые. По численности почти в равных количествах были представлены моллюски, ветвистоусые ракообразные и хирономиды (рис. 53).

### 3.8. Архиерейские пруды

Архиерейские пруды расположены в парке, ранее подведомственном Вологодскому вагоноремонтному заводу (ВРЗ). Это два пруда площадью 4468,1 м<sup>2</sup> и 2653,2 м<sup>2</sup> (табл. 62). Данный парк расположен в центрально исторической части города и ограничен с севера рекой Вологда, с востока – архитектурным комплексом Вологодского музея-заповедника, с юга – ул. Проспект Победы, с запада – ул. Ленинградская (рис. 54).

Пруды ранее являлись частью рва, который в XVI веке отграничивал резиденцию царя Ивана Грозного от врагов. С севера территория Вологодского кремля примыкала к реке Вологда, с юго-востока был прорыт ров – современная река Содема, на юге граница проходила по современной Октябрьской улице, где также был прорыт ров, на западе – по современной улице Ленинградская, где также был прорыт ров и насыпаны земляные валы. Вода в рвы подавалась из реки Содемы. Впоследствии большая их часть была засыпана, а до наших дней сохранились лишь два сообщающихся между собой и рекой Вологда пруда в парке ВРЗ.

Таблица 62. Основные характеристики Архиерейских прудов

Параметры	Значения	
	Пруд №1	Пруд №2
Географическая широта центроида	59° 13' 27.247"	59° 13' 30.653"
Географическая долгота центроида	39° 52' 42.501"	39° 52' 42.739"
Площадь, м <sup>2</sup>	4468,1	2653,2
Длина береговой линии, м	274,2	227,2
Длина, м	109,5	89,3
Ширина, м	45,7	29,6
Глубина макс., м	2,1	3,2
Глубина средн., м	0,96	1,48
Коэффициент удлинненности	0,02	0,03
Коэффициент открытости	0,005	0,002

Сохранившиеся до настоящего времени водоемы значительно различаются по площади и имеют удлинненную форму (табл. 62).

Большие глубины характерны для водоема, непосредственно связанного с рекой (рис. 54), кроме того, этот пруд отличается меньшими показателями открытости, а значит меньшим перемешиванием водных масс. В осенний период 2010 года из прудов парка ВРЗ была спущена вода с целью их очистки, по-видимому, это повлечет за собой изменение морфометрических показателей и гидрологического режима этих водоемов.

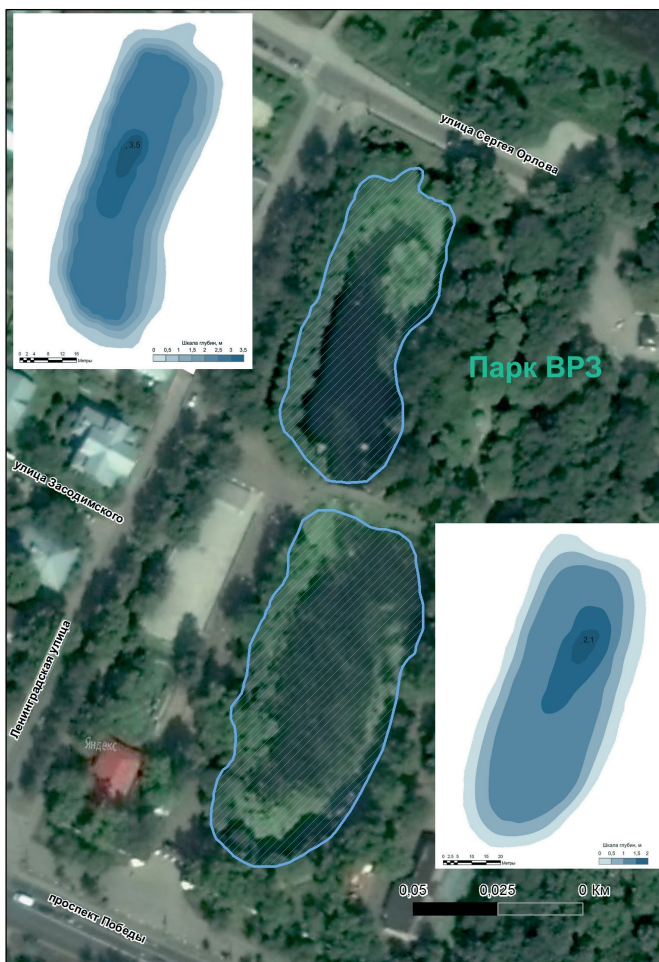


Рисунок 54. Картограмма Архиерейских прудов

Архиерейские пруды, расположенные в центре города, испытывают значительную антропогенную нагрузку через посещаемость горожан парка ВРЗ и положение вблизи одной из основных транспортных магистралей города. При исследовании химического состава вода исследуемых прудов отмечается повышенное содержание минеральных веществ, о чем свидетельствуют высокие значения общей минерализации – 591 мг/л. В ионном составе среди анионов преобладали гидрокарбонаты (348 мг/л), а катионов – кальций (62 мг/л). Количество сульфатов было значительно ниже гидрокарбонатов и составило 23 мг/л, а концентрация магния – второго по значимости катиона – чуть выше 30 мг/л. В отличие от большинства исследованных прудов в воде обнаружены высокие концентрации хлоридов (20 мг/л) и натрия (14 мг/л), которые, по-видимому, поступают с талыми водами с расположенной на незначительном расстоянии от водоема основной магистрали города – улицы Проспект Победы. Известно, что в зимний период для борьбы с гололедом, улицы города Вологды посыпают смесью песка и соли. Однако, не смотря на некоторые отклонения в ионной композиции, вода Архиерейских прудов, как и большинства других искусственных водоемов города Вологды, относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы.

В составе органических веществ отмечается повышенное содержание их легкоокисляемых форм о чем, свидетельствуют повышенные значения перманганатной окисляемости и БПК<sub>5</sub>, на фоне относительно низких значений цветности. Показатель перманганатной окисляемости в исследуемом пруду составлял 28 мгО<sub>2</sub>/л (5,6 ПДК), БПК<sub>5</sub> – 6,2 мгО<sub>2</sub>/л (2,1 ПДК), а цветности – 43 град (1,2 ПДК). Легкоокисляемые органические вещества поступают с окружающей территории и объектов сферы развлечений, расположенных в непосредственной близости от водоемов. Значительное количество веществ образуется и при фотосинтезе внутри экосистемы, что отражает низкий (1,5) показатель отношения цветности к перманганатной окисляемости. Повышенное содержание органических веществ являются основным фактором, влияющим на газовый режим водоема, который отличается крайней неустойчивостью. Так, в первой половине июня 2010 года содержание в воде кислорода составляло 7,6 мг/л, а к осени его концентрация снизилась до 1 мг/л. Особенно напряженный газовый режим характерен для зимнего периода, когда в условиях крайне ограниченного доступа кислорода из атмосферного воздуха и его расходом на окисление органических веществ, концентрация растворенного в воде кислорода может падать до аналитического нуля.

На большое антропогенное влияние указывает и баланс биогенных элементов. В воде прудов обнаружены повышенные концентрации минерального фосфора, превышающие ПДК в 3,1 раза, аммонийного (2,9 ПДК) и нитритного (1,1 ПДК) азота. Кроме того, в воде в значительных количествах присутствует кремний, содержание которого достигает величины 9,1 мг/л. Такое большое количество биогенных элементов может служить причиной интенсивного развития водорослей и цветения водоема, а также способствовать зарастанию пруда высшими водными растениями, в том числе ряской.

Важное влияние на экологическое состояние водоемов оказывает присутствие в воде разного рода токсикантов. В воде Архиерейских прудов при химическом анализе отмечаются повышенные концентрации меди – 6 ПДК, марганца – 4 ПДК, цинка – 3 ПДК, нефтепродуктов – 1,9 ПДК и железа – 1,7 ПДК. В целом рассчитанный индекс загрязнения воды (ИЗВ) составил 4,04. По этому индексу согласно принятой классификации вода Архиерейских прудов относится к шестому классу качества и характеризуется как «очень грязная».

Флора Архиерейских прудов представлена 21 видом, из которых 20 видов сосудистых растений из 19 родов и 14 семейств, а также 1 вид зелёных водорослей (табл. 33). Наибольшее количество видов содержат семейства *Lemnaceae* (3 вида), *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae*, *Lemnaceae*, *Poaceae*, *Polygonaceae* (по 2 вида). За исключением рода *Chenopodium* (с двумя видами), все остальные роды являются одновидовыми.

Архиерейские пруды относятся к сильно зарастающим (зарастание от 50 до 75% от площади водоёма). Доминирующими видами являются роголистник и свободно плавающие гидрофиты (рясковые), а также элодея канадская. Среди рясковых наибольший интерес вызывает находка *Lemna turionifera*. Этот вид был выделен из комплекса *Lemna minor* L. s.l. и приводится впервые для флоры города. Вдоль берега (обычно прерывающимися узкими полосами) формируются сообщества ежеголовника прямостоячего.

Видов Красной книги Вологодской обл. (2004) в исследуемом водоёме не обнаружено. Из категории редких видов обнаружены щавельник морской (*Rumex maritimus*) и марь многосеменная (*Chenopodium polyspermum*) (Орлова, 1993). Обращаем внимание, что лютик ползучий (*Ranunculus repens*) и паслён сладко-горький (*Solanum dulcamara*) являются ядовитыми видами, их плоды и побеги не рекомендуется употреблять в пищу.

По проведенным в летний период 2010 года исследованиям видовое богатство зоопланктона Архиерейских прудов составило 24 вида. Наибольшее число обнаруженных организмов (10 видов) относятся к

группе ветвистоусых ракообразных. Повышенное видовое богатство кладоцер в целом характерно для водных объектов Вологодской области за исключением болотных водоемов и некоторых участков рек. Увеличение числа видов кладоцер обеспечивается в данном водоеме в основном благодаря разнообразию представителей семейства Chydoridae (табл. 35), лишь в этом водоеме в ходе исследований прудов города был обнаружен вид *Alonella nana*. Коловратки представлены в прудах типичным для водоемов области комплексом видов.

Для большинства обнаруженных в составе зоопланктона прудов видов были характерны высокие показатели встречаемости. Так, практически во всех сборах планктона обнаруживались эврибионтные коловратки *Asplanchna priodonta*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, а также виды родов *Synchaeta* и *Polyarthra*. Среди ракообразные массово встречались *Ceriodaphnia quadrangula*, *Bosmina longirostris*, а также придонный *Paracyclops affinis*.

Зоопланктон Архиерейских прудов характеризовался невысокими показателями доминирования, индексы Симпсона и Бергера – Паркера как по численности, так и по биомассе равны 0,2 и 0,3 соответственно. В комплекс доминирующих видов зоопланктеров входили преимущественно коловратки и ветвистоусые ракообразные. Среди коловраток наибольшей относительной численностью отличались представители родов *Synchaeta* и *Polyarthra*, а по биомассе закономерно доминировала крупная хищная *Asplanchna priodonta*. В составе кладоцер к доминантам принадлежали *Chydorus sphaericus* (около 12,0% общей численности) и *Ceriodaphnia quadrangula* (около 14,0% общей биомассы).

Средняя численность зоопланктеров в прудов летний период составляла 289,0 тыс. экз/м<sup>3</sup>, а биомасса – 1,5 г/м<sup>3</sup>, что является сравнительно высокими показателями среди изученных водоемов (табл. 63). Доминирующей группой по величинам численности являлись коловратки, основу биомассы составляли кладоцеры, преимущественно за счет одного вида – *Ceriodaphnia quadrangula*. Пространственное распределение зоопланктеров Архиерейских прудов отличалось неоднородностью. В прибрежных участках биомасса планктона достигала 3,5 г/м<sup>3</sup>, а в центральной части водоемов, как правило, не превышала 1,0 г/м<sup>3</sup>. Значительное увеличение уровня развития зоопланктона в прибрежье прудов обеспечивалось чаще всего массовым развитием *Ceriodaphnia quadrangula*.

Таблица 63. Средние численность и биомасса летнего зоопланктона  
Архиерейских прудов

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз/м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Ветвистоусые ракообразные	99,2	34,3	1,1	69,6
Веслоногие ракообразные	47,3	16,4	0,3	21,5
Коловратки	142,5	49,3	0,1	8,9
<b>Всего</b>	<b>289,0</b>	<b>100</b>	<b>1,5</b>	<b>100</b>

На момент исследования в составе донных отложений прудов в парке ВРЗ преобладали песчаные грунты, местами со значительной долей гравия. Верхняя часть грунта была представлена детритом из полуперегнивших остатков растений. Во многом в связи с этим в водоемах в составе зообентоса по численности доминировали олигохеты и хирономиды (табл. 64). Среди хирономид преобладали виды подсемейства Chironominae, а Tanypodinae встречались единично.

Таблица 64. Средние численность и биомасса зообентоса  
Архиерейских прудов

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	экз/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Нематоды	37,1	2,6	0,011	0,3
Олигохеты	666,7	47,4	0,267	6,4
Брюхоногие моллюски	148,1	10,5	3,293	78,5
Хирономиды	444,4	31,6	0,148	3,5
Поденки	74,1	5,3	0,100	2,4
Прочие насекомые	37,0	2,6	0,374	8,9
<b>Всего</b>	<b>1407,4</b>	<b>100</b>	<b>4,193</b>	<b>100</b>

В незначительном количестве в составе бентоса встречались также нематоды, личинки поденок, стрекоз и брюхоногие моллюски. Последние были представлены преимущественно *Armiger crista* и *Bithynia tentaculata*. В первой половине лета, до момента развития плавающих водных растений, обычной группой гидробионтов в водоеме являются поденки. По мере зарастания водоема макрофитами и ухудшения кислородного режима численность этих насекомых быстро снижалась.

В составе ихтиофауны в 2010 году был обнаружен только ротан. Однако в осеннее-зимний период 2010-2011 года при проведении дноуглубительных работ популяция ротана была, по-видимому, уничтожена. В июле 2012 года в пруды в целях борьбы с зарастанием был заселен белый амур. Однако при облове прудов в осенью не было обнаружено ни ротана, ни белого амура.

### 3.9. Пруд по улице Воровского

Данный искусственный водоем расположен в центральной части города между улицами Благовещенская, Ленинградская, Октябрьская и Воровского (рис. 55). В настоящее время пруд находится на территории ООО «Завод пластмассовых изделий» и используется как пожарный водоем. Территория вокруг пруда полностью изменена, непосредственно вблизи водоема располагаются производственные здания и стоянка служебного автотранспорта. Водоем расположен между двумя полуразрушенными церквями – церковь Гавриила Архангела Владимирского прихода (Владимирская теплая), построена в 1684 – 1689 годах и церковь Владимирской иконы Божией Матери Сретения (Владимирская холодная), построена в 1759 – 1764 годах. Деревянная церковь на месте последней существовала с середины XVI века. В 1759 году был заложен каменный холодный храм Сретения иконы Владимирской Божией Матери с приделом Антония и Феодосия Киево-Печерских (придел упразднен в 1861 году). Храм освящен в 1764 году, а в 1894 году к церкви была пристроена паперть. Скорее всего, ранее пруд находился на территории церковного двора. Водоем регулярно очищается от интенсивно развивающейся растительности, в то же время в него поступают стоки как от мытья производственных помещений и автотранспорта. Площадь пруда составляет 540,6 м<sup>2</sup>, максимальная глубина достигает 3,2 м (табл. 65). Пруд имеет вытянутую форму.

Таблица 65. Основные характеристики пруда по ул. Воровского

Параметры	Значение
Географическая широта центроида	59° 13' 19.614"
Географическая долгота центроида	39° 52' 12.278"
Площадь, м <sup>2</sup>	540,6
Длина береговой линии, м	107,5
Длина, м	38,3
Ширина, м	14,0
Глубина макс., м	3,2
Глубина средн., м	1,8
Коэффициент удлиненности	0,07
Коэффициент открытости	0,0003

Вода пруда по улице Воровского отличается повышенным содержанием минеральных веществ, о чем свидетельствуют высокие значения общей минерализации – 413 мг/л. Основу минерального состава составляют гидрокарбонаты (189 мг/л), сульфаты (87 мг/л) и кальций (46 мг/л). В значительных количествах в воде также встречаются магний (32

мг/л), натрий (31 мг/л) и хлориды (25 мг/л). В целом по соотношению в химическом составе основных ионов вода пруда относится к гидрокарбонатному классу кальциево-магниево-натриевой группы.



Рисунок 55. Картосхема пруда по ул. Воровского

По показателю цветности (18,2 град.) пруд характеризуется как олигогумозный водоем, с преобладанием органических веществ автохтонного происхождения. Так, отношение цветности к перманганатной окисляемости составило 2,5. Легко окисляющиеся органические вещества в этом пруду также содержатся в незначительном ко-

личестве, о чем свидетельствуют низкие значения БПК<sub>5</sub> (1,32 мгО<sub>2</sub>/л). В тоже время содержание минеральных форм азота достаточно высокое, что связано с их поступлением со стоками промышленного предприятия, расположенного в непосредственной близости от водоема. Так, концентрация аммонийного азота превышала установленные ПДК в 1,3 раза, а нитритного азота – в 2,1 раза.

В воде пруда отмечается и повышенное содержание таких опасных токсикантов, как тяжелые металлы. В результате проведенного химического анализа было установлено повышенное содержание в воде марганца (3 ПДК), железа (2,4 ПДК) в меньших количествах отмечались медь (1,0 ПДК) и цинк (0,8 ПДК). Однако значительное количество этих элементов в основном связано с природными факторами и характерно для многих естественных водных объектов региона. В отличие от других прудов обращает на себя внимание крайне высокое содержание нефтепродуктов, превышающих ПДК в 3,1 раза. Нефтепродукты поступают в пруд с территории рядом расположенного предприятия после майки автотранспорта. В целом рассчитанный на основе всех исследуемых компонентов химического состава комплексный показателей качества воды – индекс загрязнения воды (ИЗВ) составил 2,06. По этому индексу согласно принятой классификации вода пруда по улице Воровского относится к четвертому классу качества и характеризуется как «загрязненная».

Флора пруда по ул. Воровского одна из наиболее бедных среди изученных водоемов. Отмечено всего 16 видов: 15 видов сосудистых растений из 14 родов и 11 семейств, а также 1 вид зелёных макродорослей (табл. 33). Наибольшее количество видов содержат семейства *Lemnaceae* (3 вида), *Equisetaceae* и *Poaceae* (по 2). Все роды (за исключением *Equisetum*) во флоре являются одновидовыми.

Пруд относится к очень слабо заросшим (зарастание до 10% от площади водоёма). Бедность флористического состава и низкая степень зарастания связаны с ежегодной выемкой грунта и очисткой дна от высшей водной растительности. В связи с этим в основной части пруда сообщества постоянно разрушаются, не успев сформироваться, поэтому можно встретить лишь отдельные экземпляры *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus*, *Cladophora glomerata*. Достаточно хорошо себя чувствуют рясковые, которые свободно плавают близ и по поверхности водного зеркала. Прибрежные сообщества формируют манник плавающий, рогоз широколистный и паслён сладко-горький.

Видов Красной книги Вологодской области (2004) в исследуемом водоёме не обнаружено. Из категории редких видов обнаружен рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus*) (Орлова, 1993). Обращаем вни-

мание, что лютик ползучий (*Ranunculus repens*) и паслён сладкогорький (*Solanum dulcamara*) являются ядовитыми видами, их плоды и побеги не рекомендуется употреблять в пищу.

Зоопланктон пруда на ул. Воровского отличается низким видовым богатством. В результате проведенных исследований в составе зоопланктона пруда было обнаружено 19 видов, среди них коловраток – 8, ветвистоусых ракообразных – 6, веслоногих ракообразных – 5 (табл. 35). Обнаруженные виды зоопланктона широко распространены в водных объектах области и являются преимущественно эврибионтными, способными развиваться в условиях повышенной антропогенной нагрузки.

Лишь несколько обнаруженных в пруду видов зоопланктона отличались высокими показателями встречаемости. К ним относятся – *Keratella quadrata*, представители рода *Synchaeta*, а также *Mesocyclops leuckarti*. Несмотря на небольшую площадь водоема, большинство видов были обнаружены лишь на отдельных станциях отбора проб, что, по-видимому, связано с различным характером и интенсивностью антропогенного воздействия (очистка пруда от растительности, деформация берега, слив загрязняющих веществ и др.) и морфометрическими особенностями пруда. Сравнительно высокая «закрытость» пруда в связи с застройкой окружающей территории препятствует интенсивному ветровому перемешиванию водной толщи, и соответственно обмену разных частей пруда планктонными организмами.

Зоопланктон пруда на улице Воровского отличался высокой степенью доминирования, особенно по величинам численности. Индекс Симпсона по численности исследованного сообщества в среднем составлял 0,4, индекс Бергера-Паркера – 0,5. Своеобразным монодоминантом в структуре зоопланктона в водоеме являлась коловратка *Keratella quadrata*, которая составляла более 49,0 % общей плотности. Высокой относительной численностью также отличались коловратки рода *Synchaeta*. Доминирование по биомассе было выражено в сообществе в меньшей степени (индекс Симпсона – 0,1, индекс Бергера-Паркера – 0,3). Помимо *Keratella quadrata* высокая относительная биомасса была характерна также для веслоногих ракообразных – *Paracyclops affinis*, *Mesocyclops leuckarti*, а также крупных придонных представителей отряда Harpacticiformes. Для зоопланктона пруда отмечались сравнительно невысокие величины численности и биомассы (табл. 66). Так, средняя численность планктона пруда составляла 162,5 тыс. экз/м<sup>3</sup>, средняя биомасса – 0,11 г/м<sup>3</sup>. Наибольшей плотности в сообществе достигали коловратки (80,0 % общей численности), а наибольшей биомассы – веслоногие ракообразные (более 61,0% общей биомассы).

Таблица 66. Средние численность и биомасса летнего зоопланктона пруда по улице Воровского

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз/м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Ветвистоусые ракообразные	0,7	0,4	0,01	9,2
Веслоногие ракообразные	31,8	19,6	0,07	61,1
Коловратки	130,0	80,0	0,03	29,7
<b>Всего</b>	<b>162,5</b>	<b>100</b>	<b>0,1</b>	<b>100</b>

В составе донных отложений пруда по улице Воровского преобладают песчаные грунты, местами со значительной долей гравия. На поверхности грунта находится маслянистая илистая масса с признаками значительного загрязнения нефтепродуктами. Кроме этого при отборе проб в составе грунтов обнаруживались остатки полуразложившихся водных растений. В отличие от большинства прудов города в данном водоеме не формируется зарослей высших водных растений, поскольку пруд подвергается систематической чистке. В тоже время на дне водоема локально были обнаружены скопления бытового мусора. Вследствие всех перечисленных особенностей в водоеме сформировался бедный бентоценоз, который главным образом состоит из представителей класса Oligochaeta (табл. 67). Малоцетинковые черви в летний период 2010 года значительно преобладали в структуре зообентоса как по численности, так и по биомассе. Из прочих групп донных беспозвоночных в составе проб были отмечены единичные экземпляры хирономид и поденок. Последние на большинстве станций представлены видом *Caenis undosa*. Среди олигохет доминировал *Limnodrilus hoffmeisteri*, и в небольшом количестве встречались *Rhyacodrilus coccineus* а также представители рода *Procladius* (подрод *Psilotanypus*).

Таблица 67. Средние численность и биомасса зообентоса пруда по улице Воровского

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	экз/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Олигохеты	1074,1	93,6	1,451	89,6
Хирономиды	37,0	3,2	0,083	5,1
Поденки	37,0	3,2	0,091	5,3
<b>Всего</b>	<b>1148,1</b>	<b>100</b>	<b>1,625</b>	<b>100</b>

При опросе персонала предприятия ООО «Завод пластмассовых изделий» было выяснено, что в настоящее время в пруду обитает только золотой карась.

### 3.10. Пруд Кузя-Мазя

Пруд Кузя-Мазя расположен на территории парка рядом со стадионом «Витязь» (рис. 56). Данная территория ограничена улицами Лечебная (с севера), Щетинина (с запада и юго-запада), Гагарина и Южакова (с юга, юго-востока, северо-востока). Данный водоем в парке мкр. Ковырино появился во второй половине XVIII века и являлся частью каскада из пяти прудов. Первое упоминание об этом водоеме можно найти в примечаниях к Генеральному межеванию, выполненному во второй половине XVIII века. Там указывается, что «сельцо Ковырино стоит на суходоле при копаных пяти прудах, в том сельце два дома деревянных, из коих капитана Засецкого на каменном фундаменте, при коих сады с плодовиными деревьями, с коих плоды собираются для господского употребления». Еще одно упоминание об этих прудах встречается в «Вологодских губернских ведомостях» (№ 24 от 1852 года), где вологодский краевед Иван Муромцев описывает великолепный тенистый парк в сельце Ковырино с обширными прудами. Еще в середине XX века можно было видеть каскад из пяти прудов, разделённых проливами с переброшенными через них мостиками. На одном из прудов находился небольшой островок с беседкой, окружённой кустарником и деревьями. Сохранились рассказы о том, что к одному из прудов спускались ступеньки из узорчатых каменных плиток, а в прудах плавали белоснежные лебеди. С 1923 по 1958 годы территория бывшей барской усадьбы вместе с парком и прудами принадлежала Октябрьскому детскому дому. При строительстве стадиона «Витязь» три пруда были засыпаны. Название данному водоему («Кузя-Мазя» или просто «Кузя») дали воспитанники детского дома, возможно, рядом с ним на территории усадьбы располагалась кузница.

Площадь пруда на настоящее время составляет 3686,9 м<sup>2</sup>, он характеризуется округлой формой и сравнительно небольшими глубинами (табл. 68). Берега пруда низкие, покрытые травянистой растительностью, местами ивой и одиночно стоящими вязами. Непосредственно берега пруда и прилегающая территория в значительной степени замусорены, кроме того, было обнаружено большое количество кострищ. Вблизи пруда располагается здание торгового центра.

По величине общей минерализации (153 мг/л) вода из исследуемого пруда относится к маломинерализованной группе. В состав основных ионов входят гидрокарбонаты (98 мг/л) и кальций (18 мг/л). Содержание прочих компонентов было также не высоким, и составило для сульфатов 8 мг/л, хлоридов – 10 мг/л, магния – 7,2 мг/л, калия –

7 мг/л, натрия – 5 мг/л. В целом такие маломинерализованные воды уязвимы к процессам закисления. Несмотря на это показатель pH был достаточно высоким – 7,25, что позволяет отнести пруд к водоемам с нейтральной реакцией среды.



Рисунок 56. Картограмма пруда Кузя-Мазя

Таблица 68. Основные характеристики пруда Кузя-Мазя

Параметры	Значение
Географическая широта центроида	59° 12' 44.479"
Географическая долгота центроида	39° 49' 55.870"
Площадь, м <sup>2</sup>	3686,9
Длина береговой линии, м	257,0
Длина, м	78,8
Ширина, м	59,3
Глубина макс., м	1,5
Глубина средн., м	0,64
Коэффициент удлиненности	0,02
Коэффициент открытости	0,006

На фоне низкого содержания минеральных веществ в воде повышенное содержание органики. Так, показатель цветности для данного пруда составил 103 град, что характеризует его как полигуמוзный водоем. В составе органических веществ доминируют труднорастворимые соединения аллохтонного происхождения, о чем свидетельствует очень высокое (14,3) значение отношения цветности к перманганатной окисляемости. Такая ситуация характерная для естественных водоемов с сильно заболоченным водосбором. По-видимому, в этот водоем поступают органические вещества с подземным стоком. В пруду Кузя-Мазя отмечается и повышенное содержание легкоокисляющихся органических веществ антропогенного происхождения. Так, показатель БПК<sub>5</sub> равен 4,5 мг/мгО<sub>2</sub>/л, что в 1,5 раза выше ПДК. На фоне высоких концентраций органических веществ характерно и повышенное содержание биогенных элементов. Так, количество аммонийного азота превышает ПДК в 3,2 раза, концентрация фосфора равна 0,14 мг/л (0,7 ПДК), в меньших объемах присутствуют кремний, нитритный и нитратный азот. В целом концентрации органических веществ и биогенных элементов показывает на недостаточную утилизацию питательных элементов автотрофами. На фоне естественной высокой концентрации органических веществ, значительное количество легкоокисляющейся органики и биогенных элементов поступает от антропогенных источников. Прежде всего, следует отметить мусор, который в больших количествах оставляют отдыхающие горожане, как на берегу самого водоема, так и окружающем пруд парке.

Отличительной чертой пруда Кузя-Мазя является крайне высокое содержание некоторых тяжелых металлов – это железа (22 ПДК) и марганца (9 ПДК). Это может быть связано, по-видимому, с историческим значением этой местности, как местоковки железных изделий. Концентрации других тяжелых металлов или были крайне низкими

(кадмий, хром, медь, свинец, никель, кобальт), или достигали критических уровней (цинк). В воде также повышенное содержание нефтепродуктов (0,044 мг/л), что почти достигает предельно допустимой концентрации в 0,05 мг/л. В целом рассчитанный на основе всех исследуемых компонентов химического состава комплексный показателей качества воды – индекс загрязнения воды (ИЗВ) составил 7,36. По этому индексу согласно принятой классификации вода пруда Кузя-Мазя относится к шестому классу качества и характеризуется как «очень грязная».

Флора пруда Кузя-Мазя представлена 27 видами, из которых 25 видов сосудистых растений из 22 родов и 16 семейств, а также по одному виду зелёных водорослей и листостебельных мхов (табл. 33). Наибольшее количество видов содержат семейства *Lemnaceae* (4 вида), *Cyperaceae* (3), *Lamiaceae*, *Poaceae*, *Rubiaceae* (по 2); а среди родов – *Carex*, *Lemna* и *Galium* (по 2).

Пруд относится к очень сильно зарастающим (зарастание более 75% от площади водоёма). Доминирующими видами являются роголистник и элодея, а также виды семейства рясковых. Вдоль берегов, практически непрерывающимся кольцом, формируются две полосы зарастания: рогоза широколистного и ближе к берегу – осоки острой. На глинистых отмелях можно обнаружить *Equisetum arvense*, *Glyceria fluitans*, *Potentilla anserina*, *Bidens tripartita*, *Ranunculus repens* и др.

Видов Красной книги Вологодской области (2004) в исследуемом водоёме не обнаружено. Из категории редких видов обнаружены ситняг сосочковый (*Eleocharis mamillata*) и подмаренник трёхраздельный (*Galium trifidum*) (Орлова, 1993). Обращаем внимание, что лютик ползучий (*Ranunculus repens*) и паслён сладко-горький (*Solanum dulcamara*) являются ядовитыми видами, их плоды и побеги не рекомендуются употреблять в пищу.

По результатам проведенных исследований в составе зоопланктона пруда Кузя-Мазя было обнаружено 22 вида коловраток и низших ракообразных. По числу видов в водоеме преобладали коловратки (табл. 35). Помимо распространенных в изученных прудах видов (*Polyarthra dolichoptera*, *Keratella cochlearis*, *Lecane (s.str.) luna*) среди коловраток в данном водоеме были обнаружены виды, не встреченные в других прудах и редкие для области. Это *Hexarthra mira* и *Squatinella rostrum*. Особенностью зоопланктона данного водоема являлось низкое видовое богатство низших ракообразных (особенно копепод). Данная группа была представлена почти исключительно зарослевыми видами, способными переносить условия повышенной мутности воды и недостаток кислорода.

Несмотря на низкое видовое богатство ракообразных, представители кладоцер и копепод отличались высокими показателями встречаемости. Среди ветвистоусых ракообразных повсеместно в водоеме обнаруживались виды рода *Bosmina*, а также *Ceriodaphnia quadrangula*. Среди веслоногих ракообразных во всех отобранных пробах встречались *Mesocyclops leuckarti* и *Paracyclops affinis*, виды повсеместно распространенные в водных объектах региона.

Для зоопланктона пруда Кузя-Мазя было характерно доминирование сравнительно небольшого числа видов, о чем свидетельствуют величины индексов доминирования. Так, средние значения индексов Симпсона и Бергера-Паркера по численности составляли 0,3 и 0,5 соответственно, а по биомассе – 0,3 и 0,4. В число доминантов в данном водоеме входили представители коловраток и ветвистоусых ракообразных. Среди Rotifera это представители рода *Polyarthra*, которые формировали большую часть общей численности данной группы зоопланктеров. В составе кладоцер доминантами как по численности, так и по биомассе были представители рода *Bosmina*. Помимо босмин значительной биомассы в пруду достигали *Acroperus harpae*, *Ceriodaphnia quadrangula*.

В целом ветвистоусые ракообразные являлись доминирующей в составе зоопланктона группой организмов, составляя 68,0 % общей численности и 87,6 % биомассы планктона (табл. 69). Массовое развитие этой группы ракообразных обусловлено интенсивным развитием в водоеме зарослей в сочетании с открытыми водными пространствами, что обеспечивает наличие достаточного жизненного пространства для организмов. Средняя плотность зоопланктеров в пруду Кузя-Мазя летом 2010 года составляла 468,7 тыс. экз/м<sup>3</sup>, при биомассе – 1,33 г/м<sup>3</sup>. Как и в большинстве малых водоемов уровень развития зоопланктона в зарослевых биотопах пруда выше, чем на участках открытой воды. Так, в период наблюдения численность зоопланктона в зарослях достигала 720,0 тыс. экз/м<sup>3</sup>, а биомасса – 3,0 г/м<sup>3</sup>. Аналогичные показатели на участках открытой воды были на порядок ниже. Основу численности планктона срединной части пруда составляли коловратки (более 66,0%) рода *Polyarthra*, однако, по биомассе, как и на других участках водоема, доминировали кладоцеры. В целом, средние величины численности и биомассы зоопланктона пруда высокие, что обеспечивается преимущественно ветвистоусыми ракообразными, несмотря на их низкое видовое богатство.

Таблица 69. Средние численность и биомасса летнего зоопланктона пруда Кузя-Мазя

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз/м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Ветвистоусые ракообразные	318,5	68,0	1,20	87,6
Веслоногие ракообразные	51,5	11,0	0,10	10,2
Коловратки	98,7	21,0	0,03	2,2
<b>Всего</b>	<b>468,7</b>	<b>100</b>	<b>1,33</b>	<b>100</b>

Прибрежная часть пруда Кузя-Мазя занята прибрежно-водной растительностью. На дне пруда содержится много детрита, ила и различного бытового мусора. Во многом по этим причинам бентосное сообщество пруда находится в угнетенном состоянии, что проявляется, в первую очередь, в невысокой численности всех групп донных организмов. По величинам численности в бентоценозе доминировали олигохеты, а по биомассе – брюхоногие моллюски (табл. 70). Двустворчатые моллюски были представлены в водоеме единичными экземплярами. Среди хирономид в составе бентоса преобладали представители подсемейства Tanypodinae, хотя в небольшом количестве встречались и Chironominae. В составе олигохет доминировали виды из рода *Procladius*, подрода *Psilotanypus*. Также в водоеме были обнаружены поденки *Cloen dipterum* и полужесткокрылые насекомые семейства Corixidae.

Таблица 70. Средние численность и биомасса зообентоса пруда Кузя-Мазя

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	экз/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Олигохеты	822,2	72,5	0,260	0,4
Брюхоногие моллюски	88,9	7,8	71,169	99,4
Двустворчатые моллюски	22,2	2,0	0,002	<0,1
Хирономиды	111,1	9,8	0,022	0,1
Жесткокрылые	22,2	2,0	0,020	0,1
Поденки	22,2	2,0	0,002	<0,1
Прочие насекомые	44,4	3,9	0,011	<0,1
<b>Всего</b>	<b>1133,3</b>	<b>100</b>	<b>71,487</b>	<b>100</b>

Рыбное население пруда Кузя-Мазя в настоящее время представлено одним видом ротаном. В научно-исследовательских уловах средний размер и масса рыб составили соответственно 4,4 см и 3,2 г. Размеры рыб колебались в пределах 2,6–7,2 см, а масса – от 0,46 до 9,82 г. В половой структуре преобладают ювенильные особи, доля которых составляет порядка 70%. Ротан становится половозрелым при дости-

жении возраста 3+. Возрастной спектр популяции ротана пруда Кузя-Мазя характеризуется преобладанием особей в возрасте 2+.

Пищевой спектр ротана пруда Кузя-Мазя характеризуется значительным разнообразием кормовых объектов (рис. 57). Доминирующее положение в структуре питания по частоте встречаемости занимали представители кладоцера (81%) и хирономиды (63%). Среди ветвистоусых ракообразных наиболее значимыми компонентами пищевого комка ротана являются *Acroperus harpae* и *Daphnia sp.* В незначительном количестве присутствовали *Chydorus sphaericus*, а также *Ceriodaphnia quadrangula*. Кроме, вышеперечисленных групп организмов большую роль в питании ротана имеют моллюски (27%), веслоногие ракообразные (27%), а также личинки поденок и веснянок, частота встречаемости которых равна 18%. Незначительную долю в пищевом комке ротана составляют остракоды (9%) и жесткокрылые (9%). По численности наибольшую долю в питании ротана составляют ветвистоусые ракообразные (96,5%), причем более 80% приходится на представителей рода *Daphnia*. Эти зоопланктеры характеризуются сравнительно большими размерами и образуют многочисленные скопления среди зарослей водной растительности, что приводит к увеличению доступности дафний при активном питании ротана. Численность остальных пищевых компонентов в пищевом комке рыб сравнительно низкая, а их суммарная доля составляет 3,5%.

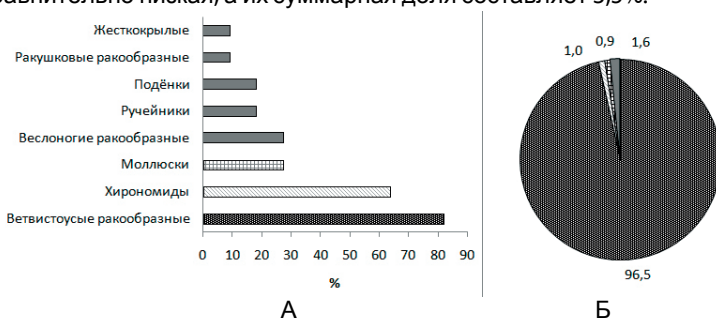


Рисунок 57. Встречаемость (А) и соотношение по численности (Б) компонентов питания ротана из пруда Кузя-Мазя

### 3.11. Пруд Аппендикс

Пруд Аппендикс расположен в непосредственной близости к пруду Кузя-Мазя. Он также ранее являлся частью каскада из пяти прудов и был крайним из них, за что, по-видимому, и получил свое название. Пруд расположен на границе Ковыринского парка и ГОУ «Областная станция юных натуралистов» (рис. 58). Водоем небольшой по разме-

рам, его площадь 581,9 м<sup>2</sup>, однако, достаточно глубокий (табл. 71), вытянут с севера на юг. Восточный берег низкий, на нем проходит асфальтовая дорожка, которая почти граничит с урезом воды пруда. Противоположный берег крутой, покрытый травянистой растительностью. Склон восточного берега практически лишен растительности, по характеру грунта можно предположить, что он частично насыпной.



Рисунок 58. Картограмма пруда Апендикс

Таблица 71. Основные характеристики пруда Аппендикс

Параметры	Значение
Географическая широта центроида	59° 12' 40.026"
Географическая долгота центроида	39° 50' 3.530"
Площадь, м <sup>2</sup>	581,9
Длина береговой линии, м	103,2
Длина, м	37,6
Ширина, м	15,9
Глубина макс., м	2,2
Глубина средн., м	0,86
Коэффициент удлиненности	0,06
Коэффициент открытости	0,001

По соотношению катионов и анионов вода из исследуемого пруда относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы с содержанием анионов гидрокарбонатов 159 мг/л, а катионов кальция 28 мг/л. Из других анионов концентрация сульфатов составила 9,5 мг/л, а хлоридов – 10 мг/л. Среди катионов кроме кальция в воде отмечены магний в количестве 12 мг/л, натрий – 9 мг/л и калий – 9 мг/л. Общее количество основных ионов составляет 236 мг/л, что относит воду данного пруда согласно классификации О.А. Алекина (1970) к группе среднеминерализованных. Как и в остальных исследованных прудах, активная реакция воды была нейтральной при pH 7,2.

По показателю цветности (48,3 град.) пруд Аппендикс характеризуется как мезогумозный водоем. Отношение цветности к перманганатной окисляемости, составляющее 6,4, указывает на достаточное присутствие в воде органических веществ гумусового происхождения. Показатель БПК<sub>5</sub>, характеризующий содержание легкоокисляющихся органических веществ, для этого пруда составил 1,16 мгО<sub>2</sub>/л, что свидетельствует об их незначительном количестве. Для пруда характерно и умеренное содержание биогенных элементов. Уровень ПДК (1,3 раза) превышало только количество аммонийного азота. Концентрация других элементов была ниже ПДК и составила для фосфора 0,06 мг/л (0,3 ПДК), нитритного азота – 0,02 мг/л (0,25 ПДК), нитратного азота – 1,0 мг/л (0,03 ПДК), кремния – 0,7 мг/л.

Как и в рядом расположенном пруду Кузя-Мазя в исследуемом водоеме отмечаются крайне высокие концентрации железа, превышающие ПДК в 10 раз. В значительных количествах в воде обнаружены марганец (2 ПДК), медь (1 ПДК) и цинк (0,9 ПДК). В воде также присутствуют нефтепродукты в концентрации 0,026 мг/л. Рассчитанный индекс загрязнения воды (ИЗВ) составил 5,15. По этому индексу вода пруда Аппендикс относится к пятому классу качества и характеризуется как «грязная».

Флора пруда Аппендикс представлена 23 видами макрофитов, из которых 22 вида сосудистых растений из 20 родов и 15 семейств, а также 1 вид зелёных водорослей (табл. 33). Наибольшее количество видов содержат семейства *Cyperaceae* и *Lemnaceae* (по 3), *Alismataceae*, *Juncaceae*, *Poaceae* (по 2); а среди родов не одновидовыми являются роды *Carex* и *Juncus* (по 2 вида).

Пруд относится к сильно зарастающим (зарастание от 50 до 75% от площади водоёма). Доминирующими видами являются роголистник и элодея, а также в некоторой степени виды семейства рясковых. Вдоль берега тянется узкая полоса сообщества осоки острой. На характерных для пруда глинистых отмелях отмечены *Plantago uliginosa*, *Ranunculus sceleratus*, *Potentilla anserina*, *Rorippa palustris*, *Juncus bufonius*, *Juncus tenuis*, *Glyceria fluitans*, *Alisma plantago-aquatica* и др.

Видов Красной книги Вологодской области (2004) в исследуемом водоёме не обнаружено. Из категории редких видов обнаружен щавельник русский (*Rumex rossicus*) (Орлова, 1993). Обращаем внимание, что лютик ядовитый (*Ranunculus sceleratus*) является ядовитым видом и его не рекомендуется употреблять в пищу.

В составе зоопланктона пруда Аппендикс было обнаружено 26 видов беспозвоночных (табл. 35). Наибольшим видовым богатством отличались группы коловраток и ветвистоусых ракообразных. Среди коловраток в водоёме обнаружены виды, сравнительно редко встречающиеся в водных объектах области. Это *Dissotrocha aculeata*, *Lecane (s.str.) luna*, *Lecane (Monostyla) crenata*, представители рода *Testudinella*. Для зоопланктона пруда характерно сравнительно большое количество видов с высокими показателями встречаемости. Небольшая площадь пруда обуславливает однообразие биотопов, что в свою очередь определяет значительную однородность набора организмов в пробах. Наиболее часто в составе зоопланктона встречались клadoцеры и копеподы, адаптированные к обитанию в эвтрофных водоёмах. К таковым относятся – *Ceriodaphnia quadrangula*, *Simocephalus vetulus*, *Acroperus harpae*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Mesocyclops leuckarti*, *Paracyclops affinis*. Интенсивное развитие зарослей обусловило преобладание в составе зоопланктона преимущественно фитофильных видов.

Для зоопланктона пруда Аппендикс в целом были характерны низкие показатели доминирования. Так, средняя величина индекса доминирования Симпсона как по численности, так и по биомассе составила 0,1; индекс доминирования Бергера-Паркера по аналогичным показателям не превышал 0,2. Основу численности зоопланктона составляли четыре вида (*Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Picripleuroxus*

*striatus*, *Keratella quadrata*), среди которых лишь *Chydorus sphaericus* характеризовался сравнительно высокой относительной биомассой (15,3%). Доминантами по величинам биомассы также являлись коловратка *Asplanchna priodonta*, кладоцера *Daphnia longiremis*. Кроме того, сравнительно высокой биомассы достигали циклопы *Eucyclops macrurus* и *Mesocyclops leuckarti*.

Средняя численность зоопланктона пруда Аппендикс в летний период составляла 149,9 тыс. экз/м<sup>3</sup>, а биомасса – 1,1 г/м<sup>3</sup>. Доминирующей группой организмов по величинам численности и биомассы являлись ветвистоусые ракообразные (табл. 72). Доминирование в составе зоопланктона этой группы ракообразных является характерной особенностью интенсивно зарастающих водоемов. В летний период отмечался более высокий уровень развития зоопланктона в центральной более глубокой части пруда. На этих участках численность и биомасса зоопланктонов достигали 419,9 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 2,5 г/м<sup>3</sup> соответственно. По-видимому, это связано с меньшей плотностью зарослей макрофитов в средней части пруда, а значит большим объемом жизненного пространства для гидробионтов и меньшим количеством разлагающихся органических остатков, способных засорять фильтрационные аппараты рачков. В целом, зоопланктон пруда Аппендикс характеризовался высокими величинами численности и биомассы при сравнительной однородности видового состава.

Таблица 72. Средние численность и биомасса летнего зоопланктона пруда Аппендикс

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз/м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Ветвистоусые ракообразные	118,5	79,0	0,7	66,3
Веслоногие ракообразные	18,9	12,6	0,3	28,7
Коловратки	12,5	8,4	0,1	5,0
<b>Всего</b>	<b>149,9</b>	<b>100</b>	<b>1,1</b>	<b>100</b>

Состав зообентоса пруда Аппендикс достаточно разнообразен. В этом водоеме в пробах были обнаружены все основные группы гидробионтов, характерные для водоемов такого типа: олигохеты, хиромниды, брюхоногие моллюски и личинки разнообразных насекомых (табл. 73). Брюхоногие моллюски в численном отношении составляли более половины организмов, а по биомассе только три четверти. Также в пруду были обнаружены двустворчатые моллюски, но находки этих беспозвоночных в пробах грунта были единичны. Без учета крупных особей гастропод, среди гидробионтов как по численности, так и по биомассе значительно преобладали олигохеты.

Таблица 73. Средние численность и биомасса зообентоса пруда Аппендикс

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	экз/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Олигохеты	3411,1	39,8	1,934	7,7
Пиявки	11,1	0,1	0,001	<0,1
Брюхоногие моллюски	4444,4	52,0	21,052	84,8
Двустворчатые моллюски	11,1	0,1	0,027	0,1
Хиროномиды	255,6	3,0	0,042	0,2
Стрекозы	33,3	0,4	0,912	3,7
Жесткокрылые	66,7	0,8	0,031	0,1
Ручейники	11,1	0,1	0,111	0,5
Поденки	188,9	2,2	0,119	0,5
Прочие насекомые	122,2	1,5	0,577	2,3
<b>Всего</b>	<b>8555,5</b>	<b>100</b>	<b>24,807</b>	<b>100</b>

Фауна моллюсков водоема представлена преимущественно видами-космополитами *Bithynia tentaculata*, *Planorbis purpura*, *Planorbis planorbis*, а также представителями рода *Valvata*. Среди личинок амфибиотических насекомых в этом водоеме обнаружены стрекозы семейства Cordulidae, поденки *Cloen dipterum* и *Caenis horaria*. Из ручейников был встречен *Holocentropus dubius*, а из жесткокрылых – плавунец окаймленный (*Dytiscus marginalis*). В отдельные периоды в водоеме активно развиваются представители семейства Tabanidae. Среди малощетинковых червей были обнаружены *Slavina appendiculata*, *Ylyodrilus hammoniensis* и *Limnodrilus sp.*

В пруду Аппендикс обитает один представитель ихтиофауны – головешка-ротан. В уловах встречались особи длиной от 1,4 до 12,4 см и массой 0,09–67,11 г. Большая часть рыб была представлена ювенильными особями, доля которых составляла 80% от всей выловленной рыбы. Незначительно встречались самки и самцы на второй стадии развития гонад. Половозрелость ротана наступает в возрасте 3+, а нерест обычно происходит весной. Размерно-возрастная структура ротана пруда Аппендикс характеризуется значительным преобладанием рыб в возрасте 0+–1+, составляющие, соответственно 37,8 и 43,2% от всего улова.

Питание ротана из пруда Аппендикс отличается высоким разнообразием кормовых объектов. Наибольшее значение в питании рыб в данном водоеме имеют представители зоопланктона. Так, встречаемость преобладающей группы ветвистоусых ракообразных составляет более 50%, в тоже время для веслоногих ракообразных равна 25%. Весомую долю в питании рыб имеют личинки насекомых (личин-

ки поденок и веснянок), встречающиеся в 25% исследованных экземпляров рыб. Примерно одинаковую встречаемость (8,3%) имеют представители таких групп как хирономиды, ручейники, жесткокрылые, коловертки и ракушковые ракообразные (рис. 59).

В количественном отношении доминирующее положение в питании ротана пруда Аппедикс занимают кладоцеры, доля которых в целом составляет 66,7 % (рис. 59). Среди ветвистоусых ракообразных наибольшую роль в структуре питания играют такие виды как *Acroperus harpae* и *Chydorus sphaericus*, суммарная доля которых более 25%. Не менее значимую роль имеют и представители веслоногих ракообразных, занимающие в количественном отношении около 15%. Значительная доля ветвистоусых и веслоногих ракообразных в питании ротана связана с тем, что в младшевозрастных группах рыб зоопланктон является основным кормовым объектом. Кроме того, в питании некоторых ротанов отмечается присутствие жесткокрылых насекомых (жук-гребляк), а также коловерток (род *Lecane*), которые являются случайными пищевыми компонентами.

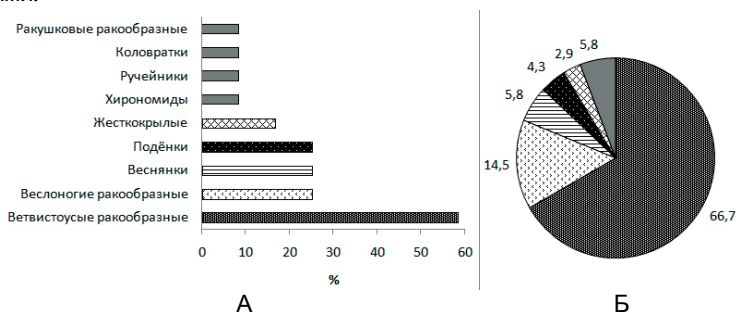


Рисунок 59. Встречаемость (А) и соотношение по численности (Б) компонентов питания ротана из пруда Аппендикс

### 3.12. Пруд на стадионе «Локомотив»

Водоём расположен на территории стадиона «Локомотив» в микрорайоне города «Бывалово» (рис. 60). Площадь водоема составляет 1873,4 м<sup>2</sup>, он имеет вытянутую форму и среднюю глубину порядка 1,35 м (табл. 74). Берега пруда низкие, покрыты травянистой растительностью, существенных нарушений целостности растительного покрова и грунтов не наблюдается. Вокруг водоема проложена тропа, а на некотором отдалении находятся искусственные посадки тополей.



Рисунок 60. Картограмма пруда на стадионе «Локомотив»

По соотношению катионов и анионов вода из исследуемого пруда относится к гидрокарбонатному классу кальциево-магниевой группы с содержанием анионов гидрокарбонатов 244 мг/л, а катионов кальция и магния 34 мг/л и 28 мг/л соответственно. Из других анионов концентрация сульфатов составила 19 мг/л, а хлоридов – 14 мг/л. Среди катионов кроме кальция и магния в незначительном количестве отмечаются натрий (14 мг/л) и калий (3 мг/л). Общее количество основных ионов составляет 356 мг/л, что относит воду данного пруда согласно классификации О.А. Алекина (1970) к группе среднеминерализованных.

Таблица 74. Основные характеристики пруда на стадионе Локомотив

Параметры	Значение
Географическая широта центроида	59° 11' 49.283"
Географическая долгота центроида	39° 53' 4.129"
Площадь, м <sup>2</sup>	1873,4
Длина береговой линии, м	174,7
Длина, м	61,1
Ширина, м	34,8
Глубина макс., м	2,5
Глубина средн., м	1,35
Коэффициент удлиненности	0,03
Коэффициент открытости	0,001

По показателю цветности (28,4 град.) пруд у стадиона Локомотив характеризуется как мезоолигогумозный водоем. Отношение цветности к перманганатной окисляемости, составляющее 3,7, указывает на достаточное присутствие в воде органических веществ как автохтонного планктонного, так и аллохтонного гумусового происхождения. Показатель БПК<sub>5</sub>, характеризующий содержание легкоокисляющихся органических веществ, для этого пруда составил 2,32 мгО<sub>2</sub>/л, что свидетельствует об умеренном их количестве. Для пруда характерно и низкое содержание биогенных элементов. Концентрация фосфора была ниже 0,05 мг/л, ионов аммония составила 0,52 мг/л (1 ПДК), нитрат-ионов – 1,2 мг/л (0,03 мг/л), нитрит-ионов – 0,01 мг/л (0,13 ПДК), а кремния – 0,5 мг/л. Умеренное содержание органических веществ и низкие концентрации биогенных элементов свидетельствует о сбалансированности деструкционно-продукционных процессов и способствуют формированию благоприятного газового режима. При исследовании водоема во второй половине сентября концентрация растворенного в воде кислорода составила 10,4 мг/л.

Концентрация токсических элементов в основном соответствовала природным особенностям водных объектов региона. В больших количествах в воде обнаружены железо (4,3 ПДК) и марганец (4 ПДК). Концентрация остальных металлов (цинк, кадмий, хром, свинец, никель, кобальт) была ниже установленных норм или даже ниже чувствительности аналитических приборов. В воде также не обнаружено синтетических поверхностных активных веществ, а содержание нефтепродуктов составило 0,017 мг/л, что значительно ниже ПДК. Рассчитанный на основе всех исследуемых компонентов химического состава комплексный показателей качества воды – индекс загрязнения воды (ИЗВ) составил 1,74. По этому индексу вода пруда у стадиона Локомотив относится к третьему классу качества и характеризуется как «умеренно загрязненная».

Флора пруда на стадионе «Локомотив» представлена 28 видами, из которых 26 видов сосудистых растений из 22 родов и 15 семейств, а также 2 вида криптогамных макрофитов (по 1 виду зелёных водорослей и листостебельных мхов) (табл. 33). Наибольшее количество видов содержат семейства *Cyperaceae*, *Lemnaceae* (по 3 вида), *Asteraceae*, *Equisetaceae*, *Lamiaceae*, *Poaceae*, *Ranunculaceae* (по 2); среди родов – *Bidens*, *Carex*, *Equisetum*, *Ranunculus* (по 2 вида).

Пруд относится к сильно зарастающим (зарастание от 50 до 75% от площади водоёма). Доминируют сообщества элодеи канадской, рдеста плавающего и роголистника, а также свободно плавающих гидрофитов (виды семейства рясковые). Вдоль одного из берегов тянется прерывающаяся полоса рогоза широколистного. Также вдоль берега отмечены сообщества с доминированием ежеголовника мелкоплодного и манника плавающего, реже и с меньшим обилием – полевницы побегообразующей. На глинистых береговых стенках отмечены *Carex hirta*, *Equisetum arvense*, *Ranunculus sceleratus*, *R. repens*, *Potentilla anserina*, *Bidens ssp.* и др. Виды, занесенные в Красную книгу Вологодской области (2004), в исследуемом водоёме не обнаружены. Обращаем внимание, что лютик ползучий (*Ranunculus repens*) и лютик ядовитый (*Ranunculus sceleratus*) являются ядовитыми видами, их не рекомендуется употреблять в пищу.

По результатам проведенных летом 2010 года исследований в составе зоопланктона пруда на стадионе Локомотив обнаружено 25 видов коловраток и низших ракообразных. Наибольшим видовым богатством отличалась группа ветвистоусых ракообразных, представленная 10 видами. Как и в других искусственных водоемах города по числу видов в этой группе рачков преобладает семейство *Chydoridae* (табл. 35). Только в этом водоеме среди изученных обнаружен типичный для зарастающих озер бластирачок *Pleuroxus truncatus*. В целом видовой состав зоопланктона пруда на стадионе Локомотив типичен для искусственных водоемов города. Высокой встречаемостью в сообществе отличался целый комплекс зоопланктеров разных систематических групп. Среди коловраток это представители родов *Synchaeta* и *Polyarthra*, а среди ракообразных – *Ceriodaphnia quadrangula*, *Chydorus sphaericus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Paracyclops affinis*. Это преимущественно эврибионтные виды, характеризующиеся широким распространением в водных объектах области.

Для зоопланктона пруда были характерны в целом низкие показатели доминирования, особенно по величинам биомассы. Так средние значения индекса Симпсона по численности и биомассе равны 0,2 и 0,1 соответственно, индекс Бергера-Паркера по аналогичным показателям

телям составлял 0,3 и 0,2 соответственно. Наибольшей относительной численностью характеризовались коловратки родов *Synchaeta* и *Polyarthra*. Доминирование ракообразных было более выражено по величинам биомассы, так, относительная биомасса *Mesocyclops leuckarti* составляла порядка 15,0%. Доминирование других видов было выражено в меньшей степени. В целом распределение отдельных видов зоопланктеров данного водоема по численности и биомассе было более равномерным, чем в других изученных водоемах. Это может быть связано с преобладанием в составе зоопланктона видов со сходными экологическими требованиями.

Средняя численность зоопланктеров пруда в летний период составляла 333,4 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Наибольшей плотностью отличались коловратки (табл. 75). Средняя биомасса зоопланктона водоема была равна 1,0 г/м<sup>3</sup>. При этом более 60,0% общей массы зоопланктона составляли копеподы за счет целого комплекса видов (*Mesocyclops leuckarti*, *Diacyclops bicuspidatus*, *Eucyclops macrurus*, *Eudiaptomus gracilis*). Прибрежные участки водоема характеризовались, как правило, более высокими показателями численности и биомассы зоопланктона. В этих биотопах средняя численность зоопланктеров составляла 400,0 тыс. экз/м<sup>3</sup>, при биомассе – 1,3 г/м<sup>3</sup>.

Таблица 75. Средние численность и биомасса летнего зоопланктона пруда на стадионе «Локомотив»

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз/м <sup>3</sup>	%	г/м <sup>3</sup>	%
Ветвистоусые ракообразные	50,1	15,0	0,3	26,9
Веслоногие ракообразные	121,8	36,5	0,6	62,2
Коловратки	161,5	48,5	0,1	10,9
<b>Всего</b>	<b>333,4</b>	<b>100</b>	<b>1,0</b>	<b>100</b>

В пруду, находящемся на территории стадиона Локомотив, в составе зообентоса по численности и биомассе значительно преобладали хирономиды. Субдоминантами в структуре сообществ были олигохеты, значительно уступая хирономидам по численности и биомассе (табл. 76). Среди личинок амфибиотических насекомых значимая биомасса была характерна только для поденок и мелких жесткокрылых. Из хирономид в составе донной фауны были обнаружены представители подсемейств Chironominae, Tanypodinae, Orthoclaadiinae, при выраженном доминировании представителей рода *Chironomus*. Обнаруженные в водоеме брюхоногие моллюски рода *Valvata* и *Bithynia tentaculata* являются типичными обитателями водо-

емов области. Также обычными для прудов являются поденки – *Cloen dipterum*, *Caenis macrura*.

Таблица 76. Средние численность и биомасса зообентоса пруда на стадионе «Локомотив»

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	экз/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Олигохеты	666,7	24,7	0,248	19,2
Хиროномиды	1777,8	65,7	0,763	59,0
Ручейники	37,0	1,4	0,030	2,3
Поденки	74,1	2,7	0,037	2,9
Прочие насекомые	148,1	5,5	0,215	16,6
<b>Всего</b>	<b>2703,7</b>	<b>100</b>	<b>1,293</b>	<b>100</b>

В ихтиофауне пруда на стадионе «Локомотив» обнаружен один вид – головешка-ротан. В научно-исследовательских уловах средняя длина рыб составила 2,9 см, а масса 1,15 г. Размеры ротана варьировали от 2,1 до 8,6 см, а масса 0,24–16,43 г. В половой структуре выражено значительное доминирование неполовозрелых особей. Половозрелость ротана в пруду на стадионе «Локомотив» наступает в возрасте 4+. В возрастной структуре популяции рыб преобладают годовики, незначительно представлены сеголетки.

Пищевой спектр ротана в пруду на стадионе «Локомотив» включает в себя девять компонентов питания, среди которых наибольшее значение имеют личинки поденок, хиროномиды, ветвистоусые ракообразные и моллюски (рис. 61). К второстепенным кормовым объектам относятся веслоногие ракообразные (28,6%), а также личинки веснянок, ручейников, коловратки и остракоды, суммарная доля которых составляет 14,3%. По численности распределение кормовых организмов в питании ротана более равномерное. Так, наибольшую долю занимают представители кладоцера (41,2%), из которых доминируют *Acroperus harpae* и *Chydorus sphaericus*, имеющие высокую численность в зарослях водной растительности. Доля ракушковых ракообразных (14,7%) и хиროномид (11,8%) оставалась невысокой. Моллюски в питании были представлены преимущественно катушками.

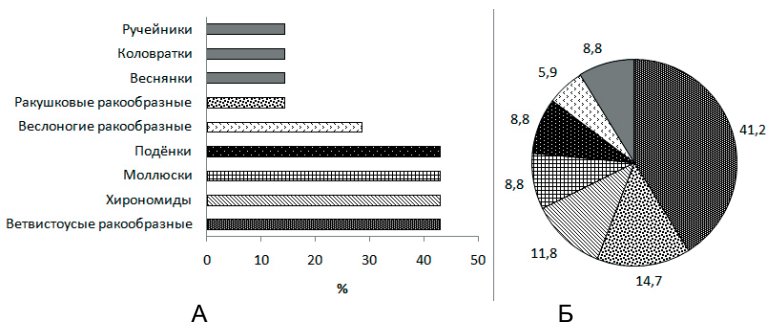


Рисунок 61. Встречаемость (А) и соотношение по численности (Б) компонентов питания ротана из пруда на стадионе «Локомотив»

### 3.13. Пруд Евковский

Пруд расположен в 6-м микрорайоне города, вблизи пересечения улиц Дзержинскоо и Технический переулок (рис. 62). По происхождению данный водоем является подпрудным. Он образовался в результате создания плотины на реке Евковка. Площадь пруда 2978,6 м<sup>2</sup>. Водоем имеет выраженную мелководную зону, которая интенсивно зарастает. Средняя глубина пруда составляет 1,26 м, при максимальной – 3,5 м (табл. 77). Водоем имеет вытянутую форму. Берега высокие, покрытые травянистой растительностью. На южном и восточном берегах находятся искусственные посадки ив и тополей. Северный берег, где урез воды практически ограничен проезжей частью улицы Дзержинского, выложен цементными плитами.

Таблица 77. Основные характеристики пруда Евковский

Параметры	Значение
Географическая широта центроида	59° 11' 19.223"
Географическая долгота центроида	39° 54' 54.822"
Площадь, м <sup>2</sup>	2978,6
Длина береговой линии, м	246,7
Длина, м	91,7
Ширина, м	39,3
Глубина макс., м	3,5
Глубина средн., м	1,26
Кoeffициент удлинённости	0,03
Кoeffициент открытости	0,002



Рисунок 62. Картосхема пруда Евковский

Евковский пруд образован в результате преграждения течения реки Евковки плотиной и поэтому является проточным. Вода пруда отличается повышенным содержанием минеральных веществ, о чем свидетельствуют высокие значения общей минерализации – 582 мг/л. Основу минерального состава составляют гидрокарбонаты (308 мг/л) и кальций (90 мг/л). В значительных количествах в воде отмечены сульфаты (67 мг/л), хлориды (66 мг/л), меньше содержится магния (25

мг/л) и натрия (23 мг/л) и в небольших концентрациях присутствует калий (1 мг/л). Повышенная минерализация связана как с поступлением веществ с дренируемой ручьем территории, так и смывом противогололедной смеси с близко расположенных дорог. В целом по соотношению в химическом составе основных ионов вода пруда относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы.

По показателю цветности (20,2 град.) Евковский пруд характеризуется как мезоолигогуменный водоем, с преобладанием органических веществ аллохтонного происхождения. Так, отношение цветности к перманганатной окисляемости составляет 4,2. Легко окисляющиеся органические вещества в этом пруду также содержатся в незначительном количестве, о чем свидетельствуют низкие значения БПК<sub>5</sub> (1,0 мгО<sub>2</sub>/л).

В тоже время содержание биогенных элементов достаточно высокое, что связано с их интенсивным поступлением с ручьем, который дренирует сельскохозяйственные угодья. Так, концентрация минерального фосфора превышала установленные ПДК в 2 раза и составила 0,39 мг/л, а аммонийного азота была чуть выше ПДК – 0,52 мг/л. В меньших количествах фиксировались нитритная (0,13 ПДК) и нитратная (0,05 мг/л) формы азота. В достаточной мере в воде присутствовал кремний (5,4 мг/л). В целом анализ содержания биогенных элементов позволяет сделать вывод о неполном их потреблении фотосинтезирующими организмами. Это может вызывать периодические вспышки численности водорослей и как следствие цветение воды и ухудшение газового режима. Содержание кислорода в летний период при массовом развитии водной растительности было крайне низким и не превышало 1-2 мг/л.

В воде пруда отмечается и повышенное содержание таких опасных токсикантов как тяжелые металлы. В результате проведенного химического анализа было установлено повышенное содержание в воде марганца (3 ПДК), меди (1 ПДК) в меньших количествах отмечались железо (0,9 ПДК) и цинк (0,3 ПДК). Однако значительное количество этих элементов в основном связано с природными факторами и характерно для многих естественных водных объектов региона. Среди антропогенно привнесенных веществ можно отметить нефтепродукты, которые поступают в результате мойки автомобилей. В целом индекс загрязнения воды (ИЗВ) составил 2,89. По этому индексу вода Евковского пруда относится к четвертому классу качества и характеризуется как «загрязненная».

Флора Евковского пруда представлена 18 видами, из которых 17 видов сосудистых растений из 16 родов и 14 семейств, а также 1 вид зелёных макроводорослей (табл. 33). Наибольшее количество видов содер-

жат семейства *Lemnaceae* (3 вида) и *Potamogetonaceae* (2). Все роды (кроме *Potamogeton*) анализируемой флоры содержат по одному виду. Пруд относится к сильно зарастающим (зарастание от 50 до 75% от площади водоёма). Доминируют сообщества рдеста плавающего, элодеи канадской и роголистника, а также свободно плавающих гидрофитов (виды семейства рясковые). Вдоль берега тянется полоса ежеголовника всплывающего и осоки острой. Из редких видов отмечен рдест Берхтольда (*Potamogeton berchtoldii*) (Красная книга..., 2004). Обращаем внимание, что лютик ползучий (*Ranunculus repens*) является ядовитым видом и его не рекомендуется употреблять в пищу.

В составе зоопланктона пруда Евковкий было обнаружено 32 вида. Наибольшим видовым богатством характеризовались группы коловраток и ветвистоусых ракообразных (табл. 35). В составе коловраток были обнаружены виды, ранее сравнительно редко встречающиеся в водных объектах области (*Dissotrocha aculeata*, *Trichotria poculum*). Фауна ракообразных в целом типична для изученных водных объектов города.

Сравнительно небольшое число видов массово развиваются в составе зоопланктона пруда и встречаются повсеместно. К таковым по результатам проведенных исследований относятся – *Keratella quadrata*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Cyclops strenuus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Paracyclops affinis*. Остальные виды встречались в составе гидробиологических проб сравнительно редко. Для сообщества зоопланктона пруда характерны крайне низкие показатели доминирования. Значения индексов Симпсона и Бергера-Паркера по численности и биомассе были равны соответственно 0,1 и 0,2; 0,2 и 0,3. Наибольшей средней относительной численностью (8,0–9,0%) характеризовались *Paracyclops affinis* и *Keratella quadrata*. Доминирование по величинам биомассы было выражено несколько сильнее, преимущественно за счет развития *Mesocyclops leuckarti* (относительная биомасса – 11,5%) и *Cyclops strenuus* (10,2%).

Зоопланктон пруда Евковский характеризовался высокими величинами биомассы (табл. 78), более 90,0% которой составляли веслоногие ракообразные, а именно *Mesocyclops leuckarti*, отдельные особи которого достигали размеров 1,5–1,7 мм. Среди ветвистоусых ракообразных преобладали организмы небольших модальных размеров, что обусловило низкую общую массу этой группы. Несмотря на высокую биомассу, средняя численность зоопланктона составила всего 97,3 тыс. экз/м<sup>3</sup>. Наибольшей плотностью при этом характеризовались веслоногие рачки *Mesocyclops leuckarti* и *Paracyclops affinis*. Распределение планктонных беспозвоночных по акватории водоема было неравномерным. Числен-

ность и биомасса зоопланктов в зарослевых сообществах достигали 110,0 тыс. экз/м<sup>3</sup> и 2,3 г/м<sup>3</sup> соответственно.

Таблица 78. Средние численность и биомасса летнего зоопланктона пруда Евковский

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	тыс. экз/М <sup>3</sup>	%	г/М <sup>3</sup>	%
Ветвистоусые ракообразные	9,8	10,1	0,10	5,4
Веслоногие ракообразные	80,1	82,3	1,70	92,4
Коловратки	7,4	7,6	0,04	2,2
<b>Всего</b>	<b>97,3</b>	<b>100</b>	<b>1,84</b>	<b>100</b>

Значительная часть водной поверхности водоема в середине лета покрывается плотными скоплениями из рясок и элодеи, которые плохо пропускают солнечный свет, а, отмирая, формируют на дне рыхлую массу детрита. Это приводит к тому, что в составе бентосного сообщества водоема доминирует только одна группа организмов – хирономиды (табл. 79). Хотя и они характеризуются сравнительно низкими численностью и биомассой. В небольшом количестве в водоеме были обнаружены мелкие олигохеты и жуки вертячки (род *Gyrinus*). Другие группы беспозвоночных животных в пробах грунта пруда могут быть обнаружены только спорадически. Среди хирономид, обнаруженных в данном водоеме, преобладали виды рода *Glyptotendipes*, также были обнаружены *Psectrocladius sp.* и *Chironomus sp.* Из брюхоногих моллюсков развивались преимущественно *Bithynia tentaculata*, *Planorbis planorbis*, *Planorbis purpura*, *Anisus vortex*, а также представители рода *Valvata*.

Таблица 79. Средние численность и биомасса зообентоса пруда Евковский

Группа организмов	Численность		Биомасса	
	экз/М <sup>2</sup>	%	г/М <sup>2</sup>	%
Олигохеты	11,1	6,7	0,001	1,8
Хирономиды	144,4	86,6	0,061	96,4
Жесткокрылые	11,1	6,7	0,001	1,8
<b>Всего</b>	<b>166,6</b>	<b>100</b>	<b>0,063</b>	<b>100</b>

Ихтиофауна Евковского пруда представлена одним видом – ротаном. В уловах мальковой волокушей в среднем особи имели длину 3,8 см и массу 3,3 г. В целом размеры ротана колебались в пределах 1,8–10,5 см, а масса – от 0,16 до 31,0 г. Среди попавшихся в мальковую волокушу половозрелых рыб соотношение самок и самцов примерно равно 1:1. В возрастной структуре ротана доминируют годовики.

Пищевой спектр головешки-ротана из Евковского пруда включает девять компонентов. Наиболее часто в пищевом комке рыб встречаются представители *Copepoda* (70%), *Chironomidae* (60%) и Cladocera (50%). Из веслоногих ракообразных преобладали представители рода *Mesocyclops*, которые составляют 90% всей рассматриваемой группы. Из веслоногих ракообразных в питании доминировали дафнии. Примерно одинаковую частоту встречаемости имеют моллюски, личинки поденок, остракоды, личинки стрекоз, водяные жуки и клопы (рис. 63). Среди компонентов питания ротана в пруду Евковский по численности наблюдается выраженное преобладание двух групп: хирономид (43,9%) и ветвистоусых ракообразных (39,6%). Личинки хирономид и ветвистоусые ракообразные присутствуют в пищевом комке рыб в возрасте 0+, так и у годовиков. Для остальных групп пищевых компонентов суммарная доля составляет 16,6% от общей численности организмов (рис. 63).

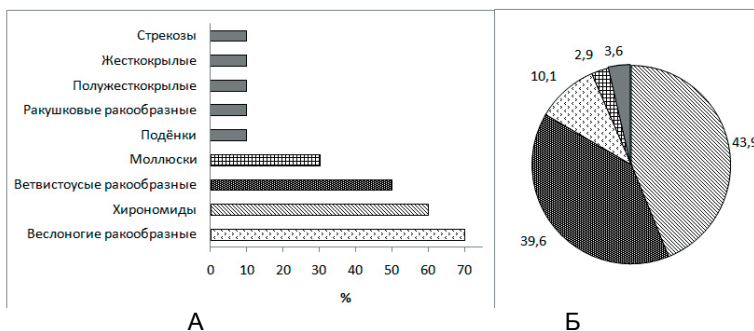


Рисунок 63. Встречаемость (А) и соотношение по численности (Б) компонентов питания ротана из пруда Евковский

## Литература

- Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л., 1970. 444 с.
- Александрова В.Д. Классификация растительности. Обзор принципов классификации и классификационных систем в разных геоботанических школах. Л.: Наука, 1969. 275 с.
- Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем. СПб., 1996. 189 с.
- Атлас пресноводных рыб России. М.: Наука, 2002. Т. 1. 379 с. Т. 2. 253 с.
- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озёр. Л.: ЗИН АН СССР, 1979. С. 58–79.
- Батурина М.А. Донные беспозвоночные (на примере класса Oligochaeta) в оценке качества поверхностных вод. Сыктывкар, 2001. 24 с.
- Безматерных Д.М. Зообентос как индикатор экологического состояния экосистем Западной Сибири: аналитический обзор. Новосибирск, 2007. 87 с.
- Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: Тов-во науч. изд. КМК. 2004. 436 с.
- Бобров А.А. Геоботаника: Метод. пособие. Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2004. 45 с.
- Бобров А.А. Флора и растительность водотоков Верхнего Поволжья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1999. 20 с.
- Бобров А.А., Чемерис Е.В. Изучение растительного покрова ручьёв и рек: методика, приёмы, сложности // Материалы VI Всероссийской шк.-конф. по водным макрофитам «Гидрботаника 2005» (пос. Борок, 11–16 октября 2005 г.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2006. С. 181–203.
- Болотова Н.Л. Анализ изменения экосистем мелководных северных озёр в рамках синергетического подхода // Антропогенное воздействие на природу Севера и его экологические последствия: тез. докл. всерос. совещания. Апатиты, 1998. С. 47–49.
- Болотова Н.Л. Биоиндикационная роль животных // Методы изучения состояния окружающей среды: Практикум по экологии. Ч. 2. Вологда, 1996. С. 52–54.
- Болотова Н.Л. Изменения экосистем мелководных северных озёр в антропогенных условиях (на примере водоемов Вологодской области): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб., 1999. 51 с.
- Болотова Н.Л. Подходы к оценке антропогенных сукцессий водосборов таежной зоны Европейского Севера // Антропогенные сукцес-

сии водосборов таежной зоны: биоиндикация и мониторинг. Сб. ст. Вологда, 2007. С. 5–16.

Борисов М.Я. Изменение содержания фосфора в почвах водосбора озера Воже и его влияние на эвтрофирование водоема // Вестник НСО. Серия «Физико-математические и естественнонаучные дисциплины». Темат. вып. «Исследования биологического и ландшафтного разнообразия Вологодской области». Вологда: Русь, 2004. С. 8–13.

Борисов М.Я., Лобуничева Е.В. Малые озера разнотипных ландшафтов Вологодской области // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. Материалы IV Всероссийской науч. конф. с междунар. участием. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2012. Ч. 1. С. 147–151.

Боруцкий Е.В. Определитель свободноживущих пресноводных веслоногих раков СССР и сопредельных стран по фрагментам в кишечниках рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 200 с.

Васильева Е.К. Популярный атлас-определитель. Рыбы. М.: Дрофа, 2004. 400 с.

Верещагин Г.Ю. Методы морфометрической характеристики озер // Тр. Олонецкой науч. экспедиции. 1930. Ч. II, вып. 1. С. 3–114.

Веселов Е.А. Определитель пресноводных рыб фауны СССР. Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1977. 238 с.

Воробьев Г.А. Гидрографическая сеть и водные ресурсы // Природа Вологодской области. Вологда: «Издательский дом Вологжанин, 2007. С. 114–121.

Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных и морских вод. Утв. Госкомгидрометом СССР 22.09.1986 г. № 250–1163. М.: 1986. 5 с.

Гиляров А.М., Матвеев В.Ф., Полищук Л.В. Взаимосвязь динамики численности и размерной структуры популяции *Diaphanosoma brachyurum* (Crustacea, Cladocera) // Зоол. журн. 1981. Т. 60, вып. 10. С. 1464–1471.

Гнатюк Е.П., Антипина Г.С. Методы сбора и анализа флористических данных // Методы полевых и лабораторных исследований растений и растительного покрова. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. С. 126–146.

Григорьев С.В. О некоторых определениях и показателях в озероведении // Тр. Карельского филиала АН СССР. 1959. Вып. 18. С. 29–45.

Дгебуадзе Ю.Ю., Скоморохов М.О. Некоторые данные по образу жизни ротана *Perccottus glenii* Dyb. (Odontobutidae, Pisces) озерной и прудовой популяций // Тр. Гидробиологической станции на Глубоком озере им. И.Ю. Зюгафа. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2005. Т. 9. С. 212–231.

Драбкова В.Г. Сорокин И.Н. Озеро и его водосбор – единая природная система. Л.: Наука, 1979. 195 с.

Жадин В.И. Методика изучения донной фауны водоемов и экологии донных беспозвоночных // Жизнь пресных вод СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. IV, Ч. I. С. 279–382.

Жгарева Н.Н. Биоразнообразие фауны макробеспозвоночных зарослей макрофитов и оценка качества среды // Малые реки: Современное экол. состояние, актуальные проблемы: Тез. докл. Междунар. науч. конф., Россия, г. Тольятти, 23–27 апреля 2001 г. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2001. С. 82.

Залозных Д.В. Ротан в выростных прудах Горьковской области и борьба с ним // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Л., 1984. Вып. 217. С. 95–102.

Иванов К.Е. Гидрология болот. Л.: Гидрометеиздат, 1953. 299 с.

Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2003. 302 с.

Ивантер Э.В., Коросов А.В. Введение в количественную биологию. Учеб. пособие для студентов биол. спец. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. 302 с.

Ивлев В.С., Ивасик В.М. Материалы по биологии горных рек Советского Закарпатья // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1961. Т. 2. С. 171–188.

Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Т. 1. *Sphagnaceae – Hedwigiaceae*. М.: КМК, 2003. С. 1–608. [Arctoa. Т. 11, прил. 1].

Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части европейской России. Т. 2. *Fontinalaceae – Amblystegiaceae*. М.: КМК, 2004. С. 609–960. [Arctoa. Т. 11, прил. 2].

Изучаем водоёмы: как исследовать озёра и пруды / Под ред. Л.А. Коробейниковой, Г.А. Воробьева. Вологда: ВГПИ, изд-во «Русь», 1994. 146 с.

Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР. Методы изучения. Л.: Наука, 1981. 187 с.

Катанская В.М. Методика исследования высшей водной растительности // Жизнь пресных вод. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. 4, Ч. 1. С. 160–182.

Катанская В.М., Распопов И.М. Методы изучения высшей водной растительности // Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. С. 129–176.

Киселев И.А. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. IV, Ч. I. С. 183–265.

Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 395 с.

Комплексная экологическая практика школьников и студентов. Программы. Методики. Оснащение. Учеб.-метод. пособие / Под ред. Л.А. Коробейниковой. СПб.: Крисмас+, 2002. 268 с.

Коновалов А.Ф., Болотова Н.Л. Применение методов морфологической индикации рыб для оценки загрязнения Белого озера тяжелыми металлами // Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга: Тезисы докладов XI Международного симпозиума по биоиндикаторам. Сыктывкар, 2001. С. 83–84.

Красная книга Вологодской области. Т. 2. Растения и грибы / Под ред. Г.Ю. Конечной, Т.А. Сулловой. Вологда: ВГПУ, изд-во «Русь», 2004. 359 с.

Крупская Л.Т., Дербенцева А.М., Новороцкая А.Г., Бубнова М.Б., Яковенко Г.П. Мониторинг среды обитания: Учебное пособие. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2007. Ч. 1. 180 с.

Крючкова Н.М. Структура сообществ зоопланктона в водоемах разного типа // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Л., 1987. Т. 165. С. 184–198.

Кузьмичев А.И. Гидрофильные растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР): Ретроспективный указатель научной литературы (1853–2001 гг.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2002. 272 с.

Курашов Е.А. Принципы выбора биоиндикационных подходов и методов для оценки экологического состояния пресноводных водоемов // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. Сб. материалов междунар. конф. СПб.: ЛЕМА, 2007. С. 278–283.

Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Подкласс Eurotatoria (отряды Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida). Л., 1970. 744 с.

Леванидова И.М. Амфибиотические насекомые горных областей Дальнего Востока СССР. Л., 1982. 214 с.

Лисицына Л.И. Методы гербаризации водных растений и работа с коллекциями // Материалы I (VII) Междунар. конф. по водным макрофитам «Гидрботаника 2010» (Борок, 9–13 октября 2010 г.). Ярославль: Принт Хаус, 2010. С. 16–22.

Лисицына Л.И. Особенности гербаризации водных растений, работа с коллекциями // Материалы VI Всероссийской shk.-конф. по водным макрофитам «Гидрботаника 2005» (пос. Борок, 11–16 октября 2005 г.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2006. С. 27–33.

Лисицына Л.И., Папченков В.Г., Артёменко В.И. Флора водоёмов Волжского бассейна. Определитель цветковых растений. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. 220 с.

Лисицына Л.И., Папченков В.Г., Артёменко В.И. Флора водоёмов Волжского бассейна. Определитель сосудистых растений. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2009. 219 с.

Лобуничева Е.В. Зоопланктон как кормовая база рыб малых озёр Вологодской области // Материалы Ежегодных смотров-сессий аспирантов и молодых учёных по отраслям науки: Естеств. и физико-мат. науки (21 ноября 2007 г.). Вологда, 2007. С. 76–83.

Лобуничева Е.В. Зоопланктон малых водоемов разных ландшафтов Вологодской области: Дис.... канд. биол. наук. Борок, 2009. 214 с.

Лобуничева Е.В. Зоопланктон малых озёр с заболоченными водосборами (Вологодская область) // Биология внутренних вод: Тез. докл. XIV Шк.-конф. молодых учёных (Борок, 26–30 октября 2010 г.). Борок, 2010. С. 29–30.

Лобуничева Е.В., Борисов М.Я., Филоненко И.В., Филиппов Д.А., Ивичева К.Н. Экологическое состояние прудов города Вологды // Материалы Ежегодной Международной научно-практической конференции LXIV Герценовские чтения «География: проблемы науки и образования», СПб, 2011. С. 101–104.

Лобуничева Е.В., Филиппов Д.А. Зоопланктон мочажин печорско-онежских олиготрофных болот (Вологодская область) // Вестник Томского гос. пед. ун-та. Томск, 2009. Вып. 3 (81). С. 82–86.

Максутова Н.К., Скупинова Е.А. Ландшафтный мониторинг охраняемых природных территорий. Учеб. пособие. Вологда: Полиграфист, 2003. 117 с.

Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М.–Л., 1964. 327 с.

Матвеев Н.М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зон): учебное пособие. Самара, 2006. 310 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л., 1982. 33 с.

Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: Метод. пособие. М.: Изд-во ВНИРО, 2003. 95 с.

Методические указания по защите населения от гнуса. Приказ Министерства здравоохранения СССР от 23 января 1986 г. №28–6/2.

Методическое пособие по изучению питания рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974, 254 с.

Моисеенко Т.И. Водная токсикология: Теоретические и прикладные аспекты. М: Наука, 2009. 400 с.

Моисеенко Т.И. Закисление вод: факторы, механизмы и экологические последствия. М.: Наука, 2003. 276 с.

Мур. Дж., Рамамурти С. Тяжёлые металлы в природных водах. Контроль и оценка влияния. М.: Мир, 1987. 288 с.

Муравейский С.Д. Реки и озера. Гидробиология, сток. М., 1960. 388 с.

Муравьев А.Г. Портативные комплекты для контроля окружающей среды // Комплексная экологическая практика школьников и студентов. Программы. Методики. Оснащение. Учеб.-метод. пособие. СПб.: Крисмас+, 2002. С. 222–238.

Мягков Н.А. Атлас-определитель рыб. М.: Просвещение, 1994. 282 с.

Мяземтс А.Х. Изменения зоопланктона // Антропогенное воздействие на малые озёра. Л., 1980. С. 54–64.

Новаковский А.Б. Возможности и принципы работы программного модуля «GRAPHS». Препринт. Сыктывкар, 2004. Вып. 2. 28 с.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2010. 495 с.

Определитель Пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Том 4. Высшие насекомые. СПб.: Наука 1999. 1000 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). Л., 1977. 511 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб., 1995. Т. 2. Ракообразные. 628 с.

Определитель Пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Том 5. Высшие насекомые. СПб.: Наука 2001. 838 с.

Орлова Н.И. Конспект флоры Вологодской области. Высшие растения // Тр. С.-Петербур. о-ва естествоиспытателей. СПб.: Алга-Фонд, 1993. Т. 77, Вып. 3. 262 с.

Орлова Н.И. Определитель высших растений Вологодской области. Вологда: ВГПУ, изд-во «Русь», 1997. 262 с.

Папченков В.Г. Картирование растительного покрова водоёмов и водотоков // Материалы VI Всероссийской шк.-конф. по водным макрофитам «Гидрботаника 2005» (пос. Борок, 11–16 октября 2005 г.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2006. С. 135–142.

Папченков В.Г. Картирование растительности водоёмов и водотоков // Гидрботаника: методология, методы. Материалы Школы по гидрботанике. Борок, 8–12 апреля 2003 г. Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003а. С. 132–136.

Папченков В.Г. Продукция макрофитов вод и методы её изучения // Гидрботаника: методология, методы. Материалы Школы по гидро-

ботанике. Борок, 8–12 апреля 2003 г. Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003б. С. 137–145.

Папченков В.Г. Растительный покров водоёмов и водотоков Средней Волги. Ярославль: Изд-во ЦМП МУБиНТ, 2001. 213 с.

Папченков В.Г., Соловьева В.В. Анализ флоры прудов Среднего Поволжья // Бот. журн. 1995. Т. 80, №7. С. 59–67.

Папченков В.Г., Соловьева В.В. Флора прудов Среднего Поволжья // Самарская Лука: Бюллетень. Самара, 1993. №4–93. С. 172–190.

Перечень рыбохозяйственных нормативов: ПДК предельно допустимых концентраций (ПДК), ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для водных объектов имеющих рыбохозяйственное значение. М.: ВНИРО, 1999. 304 с.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М., 1982. 287 с.

Печенюк Е.В. Методика гидробиологических исследований: Пособие для педагогов доп. образования и учителей. Воронеж: Воронежский гос. пед. ун-т, 2003. 22 с.

Поляков В.Е., Иванова И.А., Полякова Н.Р. Дирофиляриоз // Педиатрия: журн. им. Г.Н. Сперанского. 2006. №2. С. 85–88

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая пром-сть, 1966. 376 с.

Профилактика дирофиляриоза. Методические указания. МУ 3.2.1880-04. утв. Главным гос. санитарным врачом РФ 03.03.2004.

Разнообразие насекомых Вологодской области / Под ред. Ю.Н. Беловой, А.А. Шабунова. Вологда: Коперник, 2008. 368 с.

Разработка и исполнение целевой комплексной программы «Экология г. Вологды» (годовой отчёт) / Отчёт о НИР. Вологодский гос. пед. ун-т. Науч.-исслед. бюро. Рук. Е.А. Скупинова. Вологда, 1992. 220 с.

Распопов И.М. Основные понятия продукционной гидробиологии применительно к макрофитам // Материалы VI Всероссийской shk.-конф. по водным макрофитам «Гидробиотика 2005» (пос. Борок, 11–16 октября 2005 г.). Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2006. С. 153–158.

Рыбоводно-биологическое обоснование на зарыбление в водоемы Вологодской области молоди ценных видов рыб / Отчёт о НИР. Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ». Рук. Н.Л. Болотова. Вологда, 1996. 172 с.

Садовский А.А. Бентометр – новый прибор для количественного сбора зообентоса в горных реках // Сообщ. АН Груз. ССР. 1948. Т. 9, вып. 6. С. 365–368.

Скворцов А.К. Гербарий. Пособие по методике и технике. М.: Наука, 1977. 199 с.

Скворцов В.Э. Атлас-определитель сосудистых растений таёжной зоны Европейской России: определитель по генеративным и вегетативным признакам, региональные списки редких и охраняемых видов. М.: Гринпис России, 2000. 587 с.

Смирнов В.С., Божко А.М., Рыжков Л.П., Добринская Л.А. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб. Петрозаводск, 1972. 169 с.

Соколов Л.И. О зимовке ротана *Percocottus glenii* Dyb. в амурских водоемах // Вопросы ихтиологии. 2001. Т. 41, вып. 4. С. 572–573.

Соколов Л.И. Рыбы в условиях мегаполиса (г. Москва) // Соросовский образовательный журнал. М., 1998. №5. С. 30–35.

Соловьева В.В., Папченков В.Г. Генезис и антропогенное воздействие как факторы формирования флоры прудов Среднего Поволжья // V Всерос. конф. по водным растениям «Гидробиотаника 2000»: Тез. докл. Борок, 10–13 октября 2000 г. Борок, 2000. С. 215–217.

Стегний В.Н., Новиков Ю.М., Кабанова В.М. Цитогенетический анализ и распространение малярийного комара *Anopheles beclensishevi* // Зоол. журн. 1978. Т. 57, вып. 6. С. 873–876.

Трансформация органического и биогенных веществ при антропогенном эвтрофировании озёр. Л., 1989. 268 с.

Филиппов Д.А. Растительный покров, почвы и животный мир Вологодской области (ретроспективный библиографический указатель) / Под ред. А.А. Шабунова. Вологда: Изд-во «Сад-Огород», 2010. 217 с.

Филоненко И.В., Рыбакова Н.А. Опыт изучения эпидемиологической значимости малярийных комаров на территории Вологодской области // Материалы I Всерос. совещания по кровососущим насекомым, СПб., 24–27 октября, 2006 г. СПб., 2006. С. 205–208.

Финогенова Н.П., Алимов А. Ф. Оценка степени загрязнения вод по составу донных животных // Методы биологического анализа пресных вод. Л., 1976. С. 95–106.

Фортунатов М.А. Цветность и прозрачность воды Рыбинского водохранилища как показатель его режима // Тр. Ин-та биологии водохранилищ АН СССР. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1959. Вып. 2 (5). С. 246–357.

Хабарова Н.В., Сибатаев А.К., Стегний В.Н. Молекулярно-генетические маркеры для идентификации представителей комплекса *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae) / Материалы I Всероссийского совещ. по кровососущим насекомым. Санкт-Петербург, 24–27 октября 2006 г. СПб. 2006. С. 211–214.

Хейсин Е.М. Краткий определитель пресноводной фауны. М., 1962. 148 с.

Цвелёв Н.Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной части России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб.: Изд-во СПХФА, 2000. 781 с.

Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель пресноводных беспозвоночных центра Европейской России М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2010. 179 с.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидробиология. Тольятти, 2003. 463 с.

Щербаков А.В. Изучение и анализ региональных флор водоёмов // Гидробиология: методология, методы. Материалы Школы по гидробиологии. Борок, 8–12 апреля 2003 г. Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2003. С. 56–69.

Юрцев Б.А. Флора Сунтар-Хаята. Проблемы истории высокогорных ландшафтов северо-востока Сибири. Л.: Наука, 1968. 235 с.

Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A. et al. Check-list of mosses of East Europe and North Asia // *Arctoa*. 2006. Vol. 15. P. 1–130.

Konstantinova N.A., Bakalin V.A., Andrejeva E.N., Bezgodov A.G., Borovichev E.A., Dulin M.V., Mamontov Yu.S. Checklist of liverworts (Marchantiophyta) of Russia // *Arctoa*. 2009. Vol. 18. P. 1–64.

Thienemann A. Die Binnengewässer Mitteleuropas // *Binnengewässer*. 1925. Bd. 1. S. 1–255.

### Сведения об авторах

**Лобуничева Екатерина Валентиновна** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Вологодской лаборатории ФГБНУ «ГосНИОРХ», доцент кафедры зоологии и экологии Вологодского государственного педагогического университета, автор 48 публикаций. Научные интересы - экология, гидробиология.

**Борисов Михаил Янович** - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Вологодской лаборатории ФГБНУ «ГосНИОРХ», доцент кафедры зоологии и экологии Вологодского государственного педагогического университета, автор 70 публикаций. Научные интересы – экология, ихтиология, экологическая токсикология.

**Филоненко Игорь Владимирович** - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Вологодской лаборатории ФГБНУ «ГосНИОРХ», доцент кафедры зоологии и экологии Вологодского государственного педагогического университета, автор 40 публикаций. Научные интересы - экология, гидробиология, геоинформационные системы.

**Филиппов Дмитрий Андреевич** - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, доцент кафедры ботаники Вологодского государственного педагогического университета, автор 74 публикаций. Научные интересы – экология, болотоведение, гидроботаника.

*Екатерина Валентиновна Лобуничева*

*Михаил Янович Борисов*

*Игорь Владимирович Филоненко*

*Дмитрий Андреевич Филиппов*

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ**

Учебное пособие

Оригинал-макет: Е.В. Лобуничева, М.Я. Борисов

Обложка: И.В. Филоненко

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Государственный научно-исследовательский институт озерного и  
речного рыбного хозяйства» (ФГБНУ «ГосНИОРХ»)  
Вологодская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ»  
160012 г. Вологда, ул. Левичева д.5

Подписано в печать 25.03.2013. Формат 60x84 1/16

Печать цифровая. Тираж 100 экз.

Усл. печ. л. 12,9. Уч.-изд. л. 13,7

Отпечатано с оригинал-макета в ООО «Коперник35»

160010, г. Вологда, ул. Кубинская, д. 16