

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Доктор биол. наук, доцент, научный сотрудник
государственного природного заповедника
«Кологривский лес» им. М.Г. Сеницына
зав. каф. биологии и экологии Костромского
Государственного университета

Сиротина Марина Валерьевна

5.02.2020 г.



Студенты и сотрудники каф. биологии и экологии КГУ (доц. Мурадова Л. В., Соколова Т.Л., Ситникова О.Н. и др.)

**ЭКОСИСТЕМНЫЕ ПРОЦЕССЫ В БАСЕЙНАХ МАЛЫХ РЕК ЗАПОВЕДНИКА
«КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС» ИМ. М.Г. СЕНИЦЫНА»**

РЕФЕРАТ

Объектом исследования являются процессы изменения гидроценозов в бассейнах малых рек заповедника «Кологривский лес».

Цель работы – анализ экосистемных процессов в бассейнах малых рек как комплексном образовании на основе исследования структурно-функциональной организации биоценозов в гетерогенных условиях.

Методология

Использован комбинированный подход, предусматривающий использование апробированных геоботанических, гидрологических, гидрохимических, гидробиологических методик. Проведена оценка состояния экосистем малых рек биоиндикационными методами, показана связь между абиотическими и биотическими факторами и их роль в формировании гидроценозов малых рек.

Отчет о научно-исследовательской работе.

Важнейшими результатами работы являются следующие.

1. Проведено комплексное изучение экосистем рек на северо-западе территории и в охранной зоне заповедника «Кологривский лес» им. М.Г. Сеницына включающее:

- изучены гидрологические характеристики малых рек подзоны южной тайги;
- изучены гидрохимические характеристики исследованных водотоков и их влияние на формирование гидроценозов;
- проведён анализ влияния биотических факторов на формирование гидроценозов малых рек и запруд, в частности, зоогенной деятельности бобров;
- проведено изучение биоразнообразия, структурных и функциональных характеристик популяций в составе водных биоценозов (зоопланктон, бентос).
- проведён анализ структуры фитоценозов по берегам малых рек;

Ключевые слова: экосистема, биоценоз, малые реки, гидрология рек, гидрохимия рек, зоопланктон, бентос, зоогенное трансформирование.

Отчет на 64 с., 4 ч., 19 рис., 11 табл., 45 источников.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
МЕТОДЫ	6
РЕЗУЛЬТАТЫ	9
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	57
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	60
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ	64

ВВЕДЕНИЕ

1.1 Состояние проблемы

Малые реки являются наиболее распространёнными водными объектами, как на территории России, так и в целом на планете. Бассейн реки Волги насчитывает более 150 тысяч водотоков, большинство из которых в настоящее время интенсивно используются. Малые реки бассейна Верхней Волги характеризуются небольшой скоростью течения, высоким видовым разнообразием гидробионтов, мозаичностью биотопов, наличием разнообразных рефугиумов со специфичным составом организмов.

Антропогенное воздействие на малые реки вызывает изменения экосистем и ускоряет естественные сукцессионные процессы в их бассейнах. Малые реки являются начальными звеньями крупных водотоков и существенно влияют на их гидробиологический и гидрохимический режимы. В связи с этим, изучение экосистемных процессов в бассейнах малых рек для индикации их состояния и предупреждения катастрофических явлений в биоценозах, имеющих как локальные, так и глобальные последствия, является весьма актуальным.

Долгое время исследованиям малых рек уделялось незаслуженно мало внимания, но последнее время значительно повысился интерес учёных к такому типу водотоков [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9], хотя, большинство исследований не носят систематического характера. Государственный природный заповедник «Кологривский лес» им. М.Г. Сеницына был создан в 2006 году и располагается в северо-восточной части Русской равнины на территории Костромской области, в подзонах европейской средней и южной тайги. Рельеф территории заповедника спокойный, плосковолнистый и плоскохолмистый, крутые склоны отсутствуют, а преобладающие уклоны составляют 3–7°. Общий уклон территории Кологривского участка заповедника, где и проводились исследования – на северо-восток к долине р. Унжи, относительные высоты холмов и плоских поверхностей междуречий около 190 м. На территории заповедника отмечается преобладание дерново-подзолистых почв. Климат умеренно – континентальный, характерно короткое, сравнительно теплое лето и холодная многоснежная зима. Средние годовые температуры воздуха составляют 1,5–2,1°C (размах колебаний составляет от – 53 до +36°C), в течение года выпадает около 564 мм осадков. –

Территория заповедника богата сетью малых рек, относящихся к бассейну реки Унжи, которая протекает по территории Вологодской и Костромской областей в направлении с севера на юг и впадает в Унженский залив Горьковского водохранилища – зарегулированный

участок реки Волги. В течение 4–4,5 месяцев в году малые реки Кологривского заповедника покрыты льдом, их вскрытие происходит во второй половине апреля. Снеговые воды обеспечивают до 65 % объёма питания рек, 25% составляет подземный и 10% дождевой сток, в периоды межени, как летней, так и зимней преобладает грунтовое питание.

Через территорию Кологривского участка заповедника протекают реки Понга, Кисть, Лондушка, Сеха, Вонюх, Ухта, Юрманга, Нелка, Ломенга, Чёрная, являющиеся правыми притоками разного порядка реки Унжи.

Большая часть территории заповедника покрыта бореальными лесами. Бореальные леса выполняют важнейшие биосферные функции и имеют большое экономическое значение. На протяжении последнего времени они испытывают всё возрастающие нагрузки в результате интенсивного хозяйственного освоения, лесных пожаров и воздействия локального и регионального промышленного загрязнения. Перед современной лесной фитоценологией и экологией стоят задачи детального исследования особенностей реакции лесных биогеоценозов на изменение характеристик внешней среды, совершенствования методов изучения их структуры и динамики, биоиндикации промышленного загрязнения, а также прогнозирования последствий различных антропогенных и природных нарушений [10, 11, 12].

1.2. Актуальность и новизна темы

Всё возрастающий антропогенный пресс на экосистемы актуализирует вопросы сохранения биоразнообразия. Важнейшее значение имеет сохранение биоразнообразия в бассейнах малых рек, состояние которых во многих случаях определяет экологическую обстановку на значительных территориях. Изучить механизмы функционирования экосистем в бассейнах малых рек невозможно без детального изучения популяций гидробионтов и фитоценологических группировок береговой зоны. При анализе бассейна малой реки нами используется системный подход, включающий рассмотрение гидроэкосистемы в комплексе с биоценозами катенарного комплекса, что позволит обеспечить экологический мониторинг и предложить методы их рационального использования и охраны.

1.3. Цели и задачи исследования

Цель работы – анализ экосистемных процессов в бассейнах малых рек как комплексном образовании на основе исследования структурно-функциональной организации гидроценозов в гетерогенных условиях.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Изучение гидрологических характеристик малых рек территории заповедника и охранной зоны;
2. Изучение гидрохимических характеристик водотоков и их влияния на формирование гидроценозов;
3. Анализ влияния биотических факторов на формирование гидроценозов малых рек, в частности, зоогенной деятельности бобров;
4. Изучение биоразнообразия, структурных и функциональных характеристик популяций в составе водных биоценозов (зоопланктон, бентос).
5. Анализ структуры фитоценозов по берегам малых рек;

2. МЕТОДЫ

2.1. Гидрологические исследования

Гидрологические исследования проводились по общепринятым методикам, общая характеристика участка реки включала: определение средней ширины ее русла, определение средней глубины реки, определение площади живого, расчётного сечения реки и средней скорости течения для вычисления расходов воды в реке.

Скорость течения реки измерялась путём установки створов и расчёта скорости прохождения поплавка через систему створов.

Расчётная площадь сечения реки высчитывалась по формуле:

$$F = F_{\text{верхн}} + 2F_{\text{главн}} + F_{\text{нижн}} / 4, \text{ где}$$

$F_{\text{верхн}}$ – площадь живого сечения верхнего створа,

$F_{\text{главн}}$ – площадь живого сечения главного створа;

$F_{\text{нижн}}$ – площадь живого сечения нижнего створа.

Расход воды в реке определялся по формуле:

$$Q = F \cdot V_{\text{ср}}, \text{ где}$$

Q – расход воды; F – расчётная площадь течения; $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость течения.

2.2. Гидрохимические исследования

Проведён отбор проб воды на каждой станции исследованных малых рек. Пробы анализировались в аккредитованных лабораториях: Испытательной лабораторией ФГУ ГСАС

Отчет о научно-исследовательской работе.

«Костромская» и Лаборатории экологического мониторинга ОГБУ «Природоохранная дирекция» с использованием фотоэлектрокалориметра КФК-2, анализатора жидкости «Флюорат-02-02М», рН-метра универсального ЦВСАИ, весов электронных Adventurer AR0640, анализатора кислорода «Марк-303Э», аппарата «Спектроскан МАКС –G-05-40».

2.3. Отбор и обработка зоопланктонных проб

Качественные пробы зоопланктона отбирались с помощью малой сети Апштейна, количественные пробы отбирались путем фильтрования 50 литров воды через сеть Апштейна с последующей фиксацией 4% формалином.

Обработка проб зоопланктона проводилась в лаборатории с помощью микроскопа Биомед-3 и в камере Богорова под бинокулярной лупой МБС-2 по общепринятым методикам [13]. Расчёт индивидуальной массы ракообразных и коловраток выполнен на основе уравнений зависимости этого показателя от длины тела организма [14, 15].

Для оценки экологического состояния водотоков по зоопланктону использован индекс сапробности по Пантле и Букку.

$$S = \frac{\sum (n \times s)}{\sum n}, \text{ где}$$

$$S = \frac{x_1 \times s_1 + n_2 \times s_2 + n_3 \times s_3 + n_4 \times s_4}{N}$$

$$N = n_1 + n_2 + n_3 + n_4$$

n – фактическая численность индикаторного вида в обработанной пробе;

S – средний индекс сапробности;

s – сапробность отдельных видов.

2.4. Отбор и обработка проб бентоса

Пробы бентоса отбирались при помощи бентосного скребка и разбирались в почвенных ситах и в лаборатории. Организмы фиксировались в склянках 4% формалином. Определение организмов проводилось под бинокулярной лупой МБС-2.

2.5. Методы изучения прибрежно-водной растительности

Выявление разнообразия прибрежно-водной растительности проводилось маршрутным методом. Фиксировались все встреченные виды, по каждому маршруту все встреченные растения определены и их видовые названия занесены в полевой дневник. По данным полевого дневника составлена сводная таблица флористического состава.

Для более точного описания флоры и описания экотопической привязанности видов исследуемых территорий был использован метод геоботанического описания пробных площадок с указанием проективного покрытия по шкале Браун Бланке.

РЕЗУЛЬТАТЫ

3. АНАЛИЗ АБИОТИЧЕСКИХ И БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ СООБЩЕСТВ ГИДРОБИОНТОВ В ВОДОТОКАХ МАЛЫХ РЕК

3.1. ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ И МАЛЫХ РЕК ЗАПОВЕДНИКА

Исследования проводились на территории Костромского Заволжья, простирающегося на равнине с однородным геологическим строением и преимущественно пологохолмистым и волнистым рельефом ледникового и водноледникового происхождения. Климат территории умеренно континентальный с коротким и сравнительно тёплым летом, холодной многоснежной зимой и избыточным увлажнением. Морфолитогенные и климатические особенности региона определяют развитие густой речной сети ($0,58 \text{ км/км}^2$). Территория государственного природного заповедника «Кологривский лес им. М.Г. Синицына» имеет обширную сеть водотоков, мелких водоёмов и заболоченных участков. При этом водосборные понижения, болота и примыкающие к ним леса отличаются высоким биологическим разнообразием и обилием редких видов.

Все реки исследованной территории относятся к бассейну внутреннего стока и являются в конечном счёте левыми притоками реки Волги (Горьковского водохранилища) различных порядков, куда они несут свои воды через реку Унжа, имеющую длину 468 км с площадью водосбора 28700 км^2 .

Питание рек осуществляется преимущественно за счёт снеговых вод (65%), подземный сток составляет 25%, дождевой – 10%. Половодье подпитывается снеговыми водами, летом, большое значение имеют дождевые воды, вызывающие паводки в период сильных и затяжных дождей. Грунтовое питание обеспечивают подземные воды, приуроченные к кровле водоупорных пород юрского возраста, представленных глинами и сланцами и водоносные горизонты в четвертичных аллювиальных и флювиогляциальных песках, залегающих поверх водоупорных моренных суглинков. Грунтовое питание обеспечивает реки в периоды летней и зимней межени.

Постоянный ледовый покров на реках формируется к середине ноября, в основном, путём нарастания заберегов, и сохраняется в течение 4,5–5,5 месяцев. Вскрытие рек начинается с переходом среднесуточной температуры за 0° и началом активного снеготаяния во второй половине апреля. Для рек заповедника характерно высокое весеннее половодье и низкий уровень в межень с отдельными дождевыми паводками. Подъём уровня воды наблюдается в первой половине апреля, когда реки ещё покрыты льдом. Интенсивность

подъёма воды зависит от запасов снега и скорости нарастания температуры окружающей среды, высота подъёма составляет 2,5–4 м. Летние паводки обычно приходятся на конец июня – середину августа и сопровождаются подъёмом воды на 1,5–5 м, но в случае засушливой погоды могут отсутствовать. В середине – конце сентября дожди могут приводить к осенним паводкам.

Обширные площади на территории заповедника занимают заболоченные территории, что связано с преобладанием плоского выровненного рельефа, слабым дренированием субгоризонтальных поверхностей, широким распространением водоупорных горизонтов юрского и четвертичного возраста и гумидным климатом, характеризующимся превышением количества осадков над испаряемостью. На исследованной территории отмечено преобладание верховых болот.

В 2019 году нами исследованы участки рек на северо-западе территории заповедника и в его охранный зоне:

Река Кисть – устье реки находится в 53 км по правому берегу реки Вига. Длина реки составляет 64 км. Бассейн 500 км². Река берёт начало в лесах в 36 км к северо-западу от Парфеньева и в 34 км к юго-востоку от посёлка Судай. Течёт на север, потом поворачивает на северо-запад и запад. Русло крайне извилистое. Верхнее и среднее течение проходит по ненаселённому лесному массиву (рис. 1), в нижнем течении в районе впадения слева рек Большая Кехтога и Ворваж на левом берегу реки расположен посёлок Ворваж. Кисть впадает в Вигу у деревень Новосёлово и Власьево.



Рис. 1. Река Кисть в июне 2019 г.

Притоки (в км от устья)

9,6 км: река Большая Кехтога (левый)

10 км: река Ворваж (левый)

47 км: река Сивеж (левый) (рис. 2).



Рис. 2. Место впадения р. Сивеж в р. Кисть

Река Сивеж – протекает в Парфеньевском и Чухломском районах Костромской области. Устье реки находится в 47 км по левому берегу реки Кисть. Длина реки составляет 15 км. Бассейн 77,5 км². Река берёт начало в лесах в 39 км к северо-западу от Парфеньева и в 26 км к юго-востоку от посёлка Судай. Течёт на северо-восток, первые километры расположены в Парфеньевском районе, остальное течение – в Чухломском. Всё течение реки походит по ненаселённому лесному массиву (рис. 3).



Рис. 3. Устье реки Сивеж – притока реки Кисть

Река Юрманга – протекает в Тотемском районе Вологодской области и Чухломском районе Костромской области. Устье реки находится в 43 км по левому берегу реки Сундоба. Длина реки составляет 11 км (рис. 4).



Рис. 4. Река Юрманга

Исток Юрманги в заболоченном лесу близ границы областей. Первые два километра проходят по Вологодской, затем река втекает на территорию Костромской. Течёт по заболоченному лесу сначала на юго-восток, затем на юг. Впадает в Сундобу у деревни Заречье, прочих населённых пунктов на реке нет.

Реки Сеха, Понга, Лондушка, Черная, Ломенга, Нелка были изучены нами ранее, и их гидрохимические и гидрологические характеристики приведены в более ранних отчётах.

Река Понга – имеет длину 73 км (средне малая по классификации Рохмистрова-Наумова, 1984). Площадь водосборного бассейна составляет 824 км², впадает в реку Унжу. Образуется слиянием рек Лондушка и Сеха. Не находится полностью на территории заповедника, по реке на протяжении 21,5 км идёт граница заповедника. Имеет притоки: река Родля – левый 10,1 км (очень малая) – в пределах заповедника 900 м, река Талица – левый 5,2 км (незначительная), река Робля – левый 5 км (незначительная), безымянные – левый первого порядка 2,9 км, второго порядка общей длиной 10 км.

Река Сеха – имеет длину 34 км и является самой малой по классификации Рохмистрова-Наумова. Длина в пределах заповедника составляет 20,5 км (в основном среднее и нижнее течение) (рис. 5). Имеет притоки: левый река Чёрная, 6 левых безымянных первого порядка общей длиной 11,5 км и второго порядка общей длиной 1,2 км; 2 правых: первого порядка общей длиной 8 км и второго порядка общей длиной 3,5 км. Скорость течения составляет 0,2-0,3 м/с. Площадь водосборного бассейна Сехи составляет 198 км². Слиянием с рекой Лондушкой образует реку Понгу в 73 км от её устья, являясь левой составляющей.



Рис. 5. Река Сеха июнь 2019 г.

Река Чёрная – имеет длину 7 км (незначительная) и является левым притоком реки Сеха. Вытекает из болота в 28 квартале заповедника.

Река Лондушка – имеет длину 26 км (самая малая). В пределах заповедника входит 6,2 км в нижнем течении, на протяжении 21,5 км по реке идёт граница заповедника. Имеет притоки: безымянные 11 левых первого порядка общей длиной 19,55 км, второго порядка общей длиной 4 км, правый приток – река Ломенга.

Река Ломенга – имеет длину 14 км (очень малая) и является правым притоком реки Лондушка. Течёт за пределами заповедника «Кологривский лес». Для неё характерны топкие заболоченные берега, плотно поросшие высшей водной растительностью.

Река Нелка – протекает в Парфеньевском и Нейском районах Костромской области. Устье реки находится в 102 км по правому берегу реки Нельша. Длина реки составляет 13 км. Площадь водосборного бассейна Нелки составляет 58,1 км².

Исток Нелки расположен юго-восточнее посёлка и ж/д станции Северный и в 28 км к юго-западу от Кологрива. Течёт на юго-восток по ненаселённому лесному массиву. Впадает в Нельшу у деревни Оленево.

Таблица 1

Промеры глубины и ширина реки Кисть (1 т.) в 2019 году

Промеры глубины	Створ 1	Створ 2	Створ 3
1	0,1	0,5	0,5
2	0,5	0,25	0,25
3	0,7	0,25	0,25
4	0,25	0,2	0,2
5	0,15	0,5	0,2
Ширина	2,1	2,2	3,2

Нами были измерены глубины рек Кисть, Сивеж и Юрманга в трёх створах, измерена скорость течения рек, отмечена температура воды в период исследования (Табл. 1-5).

Таблица 2

Промеры глубины и ширина реки Кисть (2 т.) в 2019 году

Промеры глубины	Створ 1	Створ 2	Створ 3
1	0,1	0	0,15
2	0,3	0,1	0,3
3	0,3	0,3	0,2
4	0,2	0,2	0,25
5	0,5	0	0
Ширина	7,2	5,4	6,3

Исходя из средних значений промеров глубин рек высчитаны площади живого и поперечного сечения рек в створах.

Таблица 3

Промеры глубины и ширина реки Сивез в 2019 году

Промеры глубины	Створ 1	Створ 2	Створ 3
1	0,1	0,5	0,5
2	0,5	0,25	0,25
3	0,7	0,25	0,25
4	0,25	0,2	0,2
5	0,15	0,5	0,2
Ширина	2,1	2,2	3,2

Таблица 4

Промеры глубины и ширина реки Юрманга в 2019 году

Промеры глубины	Створ 1	Створ 2	Створ 3
1	0,1	0,25	0,15
2	0,35	0,4	0,2
3	0,5	0,65	0,75
4	0,7	0,55	0,75
5	0,4	0,2	0,35
Ширина	4,2	5,3	4,7

На основании вычисленной площади поперечного сечения и определённой опытным путём скорости течения (с помощью поплавков) – высчитан расход воды для изученных участков малых рек (табл. 5). На изученном участке наиболее широкой является река Кисть (ширина реки составляет 5,16-6,3 м).

Гидрологические показатели рек северо-запада заповедника
«Кологривский лес им. М.Г. Синицына»

Название реки	Средняя ширина м	Скорость течения м/с	Площадь поперечного сечения м ²	Расход воды м ³	Температура °С
Сивеж	2,50	0,5	9,8	4,9	12,5
Кисть (1 т.)	5,16	0,3	9,8	2,94	13,5
Кисть (2 т.)	6,30	1,7	15,5	26,35	13
Юрманга	4,73	0,2	9	1,8	12

Расход воды тесно связан со скоростью течения и различен на стремнинах и в плёсах (табл. 5). Скорость течения рек снижается на участках, подпруженных ниже по течению реки бобровыми плотинами или механическими препятствиями, образовавшимися вследствие ветровала. Температура воды в период исследований была довольно низкой для июня и составляла 12–13,5° С.

Реки Кологривского заповедника относятся к восточно-европейскому типу, для них характерно ярко выраженное весеннее половодье, летне-осенняя низкая межень, которая может прерываться паводками, и зимняя межень. Поэтому ширина и глубина каждой реки могут изменяться как сезонно, так и на протяжении короткого периода при наличии сильных осадков. Все реки имеют участки разной глубины: наименьшая глубина наблюдается на перекатах, где обычными являются каменисто-песчаные грунты и высокая скорость течения (до 1 м/с и более) (медаль). Имеются тихие плёсы, где глубина достигает 1 м и скорость течения 0,3 м/с, также, в структуре реки присутствуют ямы, имеющие глубину 1,5–2 м при отсутствии течения. Большинство рек имеют большие участки рипали – зарастающие открытые малопроточные прибрежные участки. Все исследованные реки подвергаются значительному воздействию зоогенного фактора – строительной деятельности бобров, которые кардинальным образом изменяют гидрологический режим малых рек и приводят к значительным изменениям в экосистемах южной тайги.

3.2. ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАЛЫХ РЕК ЗАПОВЕДНИКА

Малые реки отражают химические особенности местного стока, формирование которого определяется естественными климатическими и почвенно-гидрологическими условиями, антропогенными и зоогенными факторами [3]. Такие реки, как правило, дренируют верхний маломощный водоносный горизонт (воды четвертичных отложений), поэтому водный режим малой реки весьма уязвим при изменении ландшафта водосбора. В период прохождения пиков весеннего и осеннего половодья в русловую сеть поступают склоновые воды поверхностно склонового и почвенно-поверхностного происхождения. В переходный период от половодья к межени – воды почвенно-грунтового происхождения. В летнюю и зимнюю межень – грунтовые воды. Распространение на территории заповедника подзолистых, торфянистых и заболоченных почв способствует формированию низкоминерализованных вод с высоким содержанием органических веществ.

Малые реки заповедника «Кологривский лес» по классификации О.А. Алекина относятся к классу гидрокарбонатных. По катионному составу реки являются преимущественно кальциевыми, что объясняется условиями их формирования (в кислой среде болотных вод кальций наиболее подвижен).

Территория заповедника преимущественно сложена московской мореной, представленной здесь средним суглинком рыжевато-светло-коричневым, с редкими включениями разнотерного песка и крупнообломочного материала. Обломки преимущественно представлены: местными известняками, песчаниками, кремнием, а реже – гранитом, порфиритом, кварцитом, жильным кварцем. Морена сильно «завалунена» и отличается большой пестротой и неоднородностью материала. Гранулометрический состав мелкозема может изменяться от тяжелого суглинка до оглиненных связных разнотерных песков.

Нами изучены гидрохимические показатели рек на северо-западе заповедника: Сивежа, Кисти и Юрманги (таблица 6). При этом по территории заповедника протекает река Юрманга, а участки рек Кисть и Сивеж находятся в охранной зоне заповедника.

Водородный показатель (pH) изученных участков малых рек варьирует в диапазоне 7,83 – 7,96, что соответствует слабощелочным водам. Повышение pH в водотоках малых рек в летний период и в начале осеннего связано с развитием фитопланктонных сообществ, так как

Отчет о научно-исследовательской работе.

использование в процессе фотосинтеза водорослями в качестве источника углерода гидрокарбонат-ионов вызывает подщелачивание среды.

Таблица 6

Гидрохимические показатели рек северо-западной территории заповедника
в июне 2019 г.

Показатель	Сивеж	Кисть	Юрманга	По НД
Хлориды, мг/дм ³	< 10,0	< 10,0	< 10,0	300
Железо общее, мг/дм ³	0,13±0,03	0,16±0,04	0,13±0,03	0,1
Жесткость, градус жесткости	4,84	5,44	7,8	не нормир.
Кальций, мг/дм ³	60,12	68,14	113,83	не нормир.
Магний, мг/дм ³	22,37	24,81	25,78	50
Молибден, мг/дм ³	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,07
Водородный показатель, рН	7,96	7,85	7,83	не нормир.
Цветность, градус	17,30±3,46	17,70±3,54	9,00±2,70	не нормир.
Мутность, ЕМФ	< 1,0	< 1,0	< 1,0	не нормир.
БПК полн., мгО ₂ /л	7,2±0,9	4,2±1,1	6,4±0,8	3
БПК ₅ , мгО ₂ /л	5,3±0,7	4,2±1,1	4,8±1,2	2,1
Окисляемость перманганатная, мг О ₂ /дм ³	11,0±1,0	39,0±4,0	11,0±1,0	не нормир.
Щелочность, моль/дм ³	1,5±0,2	1,9±0,2	3,2±0,4	не нормир.
Сухой остаток, мг/дм ³	135,0±12,0	141,0±13,0	235,0±21,0	не нормир.
Аммоний, мг/дм ³	0,05±0,02	0,10±0,04	0,09±0,04	1,5
Растворённый кислород, мг/дм ³	8,8±1,4	7,8±1,2	7,4±1,2	6,0
Нефтепродукты, мг/дм ³	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05
ХПК, мгО ₂ /дм ³	< 10,0	< 10,0	< 10,0	не нормир.
Натрий, мг/дм ³	3,62±0,27	3,91±0,29	7,66±0,46	200
Калий, мг/дм ³	< 1,0	< 1,0	1,37±0,13	не нормир.
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	91,5±11,0	115,9±13,9	195,2±23,4	не нормир.
Бор, мг/дм ³	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,5
Мышьяк, мг/дм ³	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,05
Нитраты, мг/дм ³	0,55±0,10	0,40±0,07	0,35±0,18	40
Нитриты, мг/дм ³	0,13±0,03	0,16±0,04	0,069±0,014	0,08
Ртуть, мг/дм ³	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	0,00001
Фториды, мг/дм ³	< 0,19	< 0,19	< 0,19	не нормир.
Свинец, мг/дм ³	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,006
Кадмий, мг/дм ³	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,005
Цинк, мг/дм ³	0,031±0,008	0,006±0,002	0,007±0,002	0,01
Медь, мг/дм ³	< 0,01	0,003±0,0006	0,002±0,0004	0,001
Никель, мг/дм ³	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01
Марганец, мг/дм ³	< 0,01	0,019±0,006	0,100±0,025	0,01

Жёсткость воды определяется содержанием в ней растворённых солей кальция и магния. В июне 2019 года жёсткость воды всех исследованных участков малых рек находилась в среднем диапазоне значений 4,84-7,8 градусов жёсткости.

Для исследованной территории южной тайги характерно значительное содержание железа в воде малых рек, превышающем значения предельно допустимых концентраций для рыбохозяйственных водоёмов в отдельных точках в 13-16 раз, что является особенностью природного фона Костромской области и связано с болотным питанием изученных водотоков. Также, поверхностно-склоновые воды, поступающие в русло малых рек богаты органическими веществами, содержащими большое количество гуминовых веществ и железоорганических комплексов, которые обеспечивают максимальные значения цветности, перманганатной окисляемости и общего и растворённого железа.

Марганец имеет тенденцию накапливаться в почвах, развитых на основных породах и богатых соединениями железа или органическим веществом. Нами отмечено повышенное содержание марганца в водах рек Кисть (в 2 раза) и Юрманги (в 10 раз по сравнению с ПДК для рыбохозяйственных водоёмов).

Количество меди в почвах зависит от содержания её в почвообразующих породах и от удерживающей способности почв. Растворимость находящейся в почве меди зависит от температуры и pH среды. При pH менее 4,5 медь вымывается, поэтому воды заболоченных участков могут содержать значительные концентрации меди. Поступление меди в воды малых рек заповедника связано с вымыванием этого элемента из аллювиальных почв пойм, где она содержится в гумусово-аккумулятивных и торфяных горизонтах. Во всех реках исследованного участка южной тайги нами обнаружено превышение ПДК для рыбохозяйственных водоёмов по меди. Так в реке Юрманга наблюдается превышение ПДК в 3 раза, для реки Кисть – в 2 раза.

Следует отметить превышение ПДК для рыбохозяйственных водоёмов по цинку на исследованном участке реки Сивез в 3,1 раза.

Малые реки болотного происхождения отличаются невысоким содержанием кислорода, особенно в верховьях. В июне 2019 года содержание кислорода в воде реки Сивез составило 8,8 мг/дм³, в воде реки Кисть – 7,8 мг/дм³, реки Юрманга – 7,4 мг/дм³. В летний период от распада льда до периода ледостава во всех водных объектах рыбохозяйственного назначения этот показатель должен быть не менее 6 мг/дм³. Более низкое содержание кислорода наблюдается внутри водоёмов, отгороженных бобровыми плотинами по

сравнению со свободно текущими участками реки на этой же станции. Кроме того, малые реки на территории заповедника реки интенсивно зарастают макрофитами (рис. 6).



Рис. 6. Макрофиты в русле реки Кисть

Содержание биогенных и органических веществ в водах малых рек подзоны южной тайги связано с заболоченностью в верховьях рек, процессами разложения органического вещества в почвенном и растительном покрове и последующим поступлением продуктов разложения с водосбора. С заболоченностью истоков рек связано высокое содержание в воде органического вещества гумусовой природы, о чём свидетельствуют высокие показатели биологического потребления кислорода (БПК_5 и $\text{БПК}_{\text{полн.}}$) и перманганатной окисляемости.

О значительном количестве легкоокисляющихся органических веществ в воде малых рек свидетельствуют высокие значения БПК_5 и $\text{БПК}_{\text{полн.}}$. Так, для БПК_5 наблюдается превышение рекомендованных рыбохозяйственных ПДК на реке Кисть – в 2 раза, Юрманга – в 2,28 раза, Сивеж – в 2,52 раза. Для $\text{БПК}_{\text{полн.}}$ на реке Кисть, – в 1,4 раза, Юрманге – в 2,13 раза и Сивеж – в 2,4 раза.

В незагрязнённых водотоках существует прямая зависимость цветности воды от перманганатной окисляемости. Самые высокие показатели перманганатной окисляемости, наблюдаемые для вод реки Кисть ($39,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$) соответствуют наиболее высокому показателю цветности (17,7 градусов). Необходимо отметить, что обычно величина

перманганатной окисляемости равнинных рек, не подвергающихся органическому загрязнению, находится в пределах 5–12 мгО₂/дм³ [16].

Концентрации биогенных и органических веществ в воде малых рек подзоны южной тайги имеют сезонные колебания и достигают максимальных значений в периоды паводков и половодий, минимальные значения наблюдаются в межень. На общие закономерности изменения концентраций накладываются особенности, зависящие от наличия на водосборе болот, гарей, зоогенной трансформации водотоков. В июне 2019 года для рек Сивеж и Кисть наблюдалось превышение ПДК для рыбохозяйственных водоёмов по нитритному азоту в 1,6 и 2,0 раза соответственно. При этом содержание нитратного азота оставалось в норме. В небольших водоёмах до 15% годового бюджета поступлений азота может происходить за счёт экскрементов бобров. Кроме того, они меняют гидрологический режим, и очень скоро исчезают участки с быстрым течением, а река превращается в каскад прудов. Среодообразующая деятельность речного бобра существенно изменяет не только состав и структуру экосистемы, но и окружающий ландшафт [17, 18, 19, 20, 21].

3.3. ХАРАКТЕРИСТИКА СООБЩЕСТВА ЗООПЛАНКТОНА МАЛЫХ РЕК И БОБРОВЫХ ПРУДОВ ЗАПОВЕДНИКА КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС

При исследовании таксономической структуры зоопланктона водоёмов и водотоков кологривского кластера заповедника «Кологривский лес» всего было выявлено 108 видов зоопланктеров. На участках малых рек, не зарегулированных бобровыми прудами, нами отмечен 101 вид зоопланктеров. При этом ветвистоусые ракообразные составляют 44,6% (45 видов), веслоногие – 21,8% (22 вида) и коловратки – 33,6% (34 вида). Видовой состав зоопланктона исследованных бобровых прудов заповедника представлен 52 видами зоопланктеров, таксономические группы которых находятся в соотношении: ветвистоусые ракообразные – 46,2% (24 вида), веслоногие ракообразные – 25,0% (13 видов), коловратки – 28,8% (15 видов) (таблица 7).

Таблица 7

Видовой состав зоопланктонных сообществ, формирующихся в бобровых прудах и на участках рек, не подверженных зоогенной трансформации

№	Вид зоопланктона	Участки рек вне бобровых прудов	Бобровые пруды
Cladocera			
1	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848)	+	+
2	<i>Sida crystallina</i> (O.F.Müller, 1776)	+	-
3	<i>Holopedium gibberum</i> (Zaddach, 1855)	+	-
4	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F.Müller, 1785)	+	-
5	<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> (P.E.Müller, 1867)	+	+
6	<i>Ceriodaphnia megops</i> (Sars, 1862)	+	+
7	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820)	+	+
8	<i>Ceriodaphnia setosa</i> (Matile, 1890)	+	-
9	<i>Daphnia cucullata</i> (Sars, 1862)	+	+
10	<i>Daphnia longispina</i> (O.F.Müller, 1785)	+*	++ *
11	<i>Daphnia magna</i> (Straus, 1820)	+	+
12	<i>Daphnia middendorffiana</i> (Fischer, 1851)	+	-
13	<i>Daphnia pulex</i> (Leydig, 1860)	+	++
14	<i>Daphnia galeata</i> (Sars, 1863)	+	+
15	<i>Daphnia obtusa</i> (Kurz, 1874)	+	+
16	<i>Daphnia (Ctenodaphnia) similis</i> (Claus, 1876)	-	+
17	<i>Simocephalus lusaticus</i> (Herr, 1917)	+	-
18	<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F.Müller, 1776)	+	+
19	<i>Simocephalus exspinosus</i> (De Geer, 1778)	+	-
20	<i>Simocephalus mixtus</i> (Sars, 1903)	+	-
21	<i>Simocephalus congener</i> (Koch, 1841)	-	+
22	<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F.Müller, 1776)	+	+
23	<i>Acroperus angustatus</i> (Sars, 1863)	+	-
24	<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834)	+	+

Отчет о научно-исследовательской работе.

25	<i>Alona rectangula</i> (Sars, 1861)	+	+
26	<i>Alona affinis</i> (Leydig, 1860)	+	-
27	<i>Alonella exigua</i> (Lilljeborg, 1853)	+	+
28	<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.Müller, 1776)	+	+
29	<i>Chydorus ovalis</i> (Kurz, 1874)	+	-
30	<i>Oxyurella tenuicaudis</i> (G. O. Sars, 1862)	+	-
31	<i>Picripleuroxus denticulatus</i> (Birge, 1879)	+	-
32	<i>Picripleuroxus laevis</i> (Sars, 1862)	+	-
33	<i>Pleuroxus trigonellus</i> (O.F.Müller, 1785)	+	+
34	<i>Pleuroxus truncatus</i> (O.F. Müller 1785)	+	-
35	<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)	+	-
36	<i>Eurycercus lamellatus</i> (O.F.Müller, 1776)	+	+
37	<i>Bosmina crassicornis</i> (Lilljeborg, 1887)	+	-
38	<i>Bosmina longirostris</i> (O.F.Müller, 1785)	+	+
39	<i>Bosmina coregoni</i> Baird, 1857	+	+
40	<i>Ophryoxus gracilis</i> (Sars, 1862)	+	-
41	<i>Macrotrix hirsuticornis</i> (Norman et Brady, 1867)	+	-
42	<i>Binops serricaudata</i> (Daday, 1888)	+	-
43	<i>Macrothrix rosea</i> (Jurine, 1820)	+	+
44	<i>Macrothrix brevicornis</i> (Shen Chia-jui, 1966)	+	+
45	<i>Lathonura rectirostris</i> (O. F. Müller, 1776)	+	-
46	<i>Polyphemus pediculus</i> (L., 1761)	+	++
47	<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	+	-
Copepoda			
48	<i>Acanthodiaptomus denticornis</i> (Wierzejski, 1887)	+	-
59	<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg, 1888)	+	+
50	<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars, 1863)	+	-
51	<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer, 1853)	+	-
52	<i>Acanthocyclops reductus</i> (Chappuis, 1925)	-	+
53	<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	+	+
54	<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+	+
55	<i>Eucyclops macrurus</i> (Sars G.O., 1863)	+	+

Отчет о научно-исследовательской работе.

56	<i>Eucyclops speratus</i> (Lilljeborg 1901)	+	-
57	<i>Macrocylops albidus</i> (Jurine, 1820)	+	+
58	<i>Macrocylops fuccus</i> (Jurine, 1820)	+	-
59	<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	+	+
60	<i>Metacyclops gracilis</i> (Lilljeborg, 1853)	+	-
61	<i>Cyclops strenuus</i> (Fischer, 1851)	+	+
62	<i>Cyclops abyssorum</i> (Sars, 1863)	+	-
63	<i>Cyclops scutifer</i> (Sars, 1863)	+	+
64	<i>Paracyclops poppei</i> (Rehberg, 1880)	+	+
65	<i>Paracyclops affinis</i> (Sars G.O., 1863)	+	-
66	<i>Ectocyclops phaleratus</i> (Koch, 1838)	+	-
67	<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars, 1863)	+	+
68	<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)	+	+
69	<i>Diacyclops limnobiis</i> (Kiefer, 1978)	+	-
70	<i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus, 1857)	-	+
71	<i>Nitocrella hibernica</i> (Brady, 1880)	+	-
Rotifera			
72	<i>Conochilus hippocrepis</i> (Schrank, 1803)	+	+
73	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	+	+
74	<i>Lecane cornuta</i> (Müller, 1786)	+	-
75	<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	+	-
76	<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	-	+
77	<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+
78	<i>Euchlanis lyra</i> (Hydson, 1886)	+	+
79	<i>Euchlanis lucksiana</i> (Hauer, 1930)	+	-
80	<i>Euchlanis deflexa</i> (Gosse, 1851)	+	-
81	<i>Dipleuchlanis propatula</i> (Gosse, 1886)	+	-
82	<i>Brachionus calycifloris</i> (Pallas, 1776)	+	-
83	<i>Brachionus diversicornis homoceros</i> (Wierzejski, 1891)	+	+
84	<i>Brachionus diversicornis diversicornis</i> (Daday, 1883)	+	-
85	<i>Brachionus quadridentatus brevispinus</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+
86	<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	+	-

Отчет о научно-исследовательской работе.

87	<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	+	+
88	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+
89	<i>Platylabus quadricornis brevispinus</i> (Daday, 1905)	+	+
90	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	-
91	<i>Trichotria truncata</i> (Whitelegge, 1889)	+	+
92	<i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg, 1830)	+	-
93	<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1896)	+	-
94	<i>Lepadella apsidea</i> (Harring, 1916)	+	-
95	<i>Mytilina mucronata</i> (Müller, 1773)	+	+
96	<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse, 1850)	+	-
97	<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1830)	+	-
98	<i>Trichocerca brachyura</i> (Gosse, 1851)	+	-
99	<i>Trichocerca longiseta</i> (Schrank, 1802)	+	-
100	<i>Trichocerca rattus</i> (Müller, 1776)	+	+
101	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	-	+
102	<i>Eospora najas</i> (Ehrenberg, 1830)	+	-
103	<i>Eospora ehrenbergi</i> (Weber, 1918)	+	-
104	<i>Polyarthra vulgaris</i> (Carlin, 1943)	+	-
105	<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson, 1925)	+	-
106	<i>Synchaeta pectinata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	-
107	<i>Dicranophorus haueri</i> (Ehrenberg, 1830)	+	-
108	<i>Notommata aurita</i> (Müller, 1786)	-	+
Всего		101	52

+* – вид обнаружен; ++* – отмечено массовое развитие вида.

Почти двукратное преобладание количества обнаруженных видов зоопланктона на участках рек, не зарегулированных бобровыми плотинами, над сообществами, развивающимися в бобровых прудах, связано с рядом факторов. Это и протяжённость участков, свободных от бобровой деятельности и разнообразие там экологических условий, наличие различных стариц, затонов, заливов, где почти отсутствует течение и формируются благоприятные условия для развития зоопланктонного сообщества. На ряде участков малых рек в летний период течение отсутствует и река превращается как бы в систему стоячих водоёмов, причиной чему может являться недостаток притока поверхностных вод в водоток в

межень, либо косвенное влияние бобровых плотин, которые могут находиться значительно ниже по течению реки, но при этом препятствовать нормальному её течению.

В бобровых прудах экологические условия более однородные, кроме того, если эвтрофирование водоёма идёт не по макрофитному пути, бобры, выкашивая часть растений, возможно, могут несколько затруднять обитание фитофильных видов.

Проанализировав экологические группы зоопланктона участков рек вне бобровых прудов по сапробности и отношению к индикаторам той или иной трофности, можно заметить наличие в составе сообщества олиго (о)- и олиго-бетта (о-β) сапробных организмов, и индикаторов олиготрофных водоёмов [17]. К таким организмам относятся, например: *Sida crystallina*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Acroperus harpae*, *Holopedium gibberum*, *Eurycercus lamellatus*, *Polyphemus pediculus*, *Eudiaptomus gracilis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Kellicottia longispina*. Следует заметить, что в бобровых прудах нами не были обнаружены многие из этих видов: *Sida crystallina*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Holopedium gibberum*, *Eudiaptomus gracilis*, *Kellicottia longispina*. Одновременно *Mesocyclops leuckarti*, находящийся в списках олигосапробов и обнаруженный в бобровых прудах, может встречаться и в достаточно загрязнённых лимнических системах высокой трофности [37].

Олигосапроб *Polyphemus pediculus*, часто в массе развивающийся в бобровых прудах, считают видом, положительно реагирующим на деятельность бобров [17]. Возможно, что это связано с тем, что в бобровых прудах при повышении трофического статуса активно развиваются ветвистоусые ракообразные, которые являются его добычей.

Доминирующими видами, в составе зоопланктонных сообществ в зоогенных прудах часто являются β-мезосапроб *Daphnia longispina* и α-мезосапроб *Daphnia pulex* (таблица 7). В бобровых прудах индикаторы β-мезосапробности составляют 23,07% от общего числа зафиксированных видов, α-мезосапробности – 5,70%. Например, коловратка *Filinia longiseta*, отмеченная только для бобровых прудов является индикатором эвтрофных условий и β-α-мезосапробом, хотя есть данные и об эвритопности этого вида [17]. Таким образом, в бобровых прудах мы отмечаем сдвиг в сторону β-мезосапробности и повышения трофического статуса.

Как на участках рек, не затронутых зоогенной деятельностью, так и в бобровых прудах в составе сообществ зоопланктона присутствуют все традиционные экологические группы, выделяемые по способам питания и передвижения зоопланктеров [17]. Одновременно, сообщество зоопланктона малых рек распределено неравномерно на участках с разными экологическими условиями: наибольшее видовое разнообразие и количественные показатели

наблюдаются в рефугиумах с замедленным течением и зарослями макрофитов, на перекатах встречаются, в основном, ювенильные стадии веслоногих, взрослые *Corperoda* и некоторые коловратки [17, 21]. С возникновением на водотоке зоогенного фактора наблюдаются значительные перестройки экологической структуры зоопланктонного сообщества и его количественных показателей.

Исследованные нами пруды находились на разных этапах «бобрового цикла». Одни были образованы только в сезоне исследования, другие были покинуты бобрами, третьи использовались бобровыми семьями длительный период времени. Продолжительность существования бобрового пруда зависит от ряда условий: бобры могут покинуть территорию вследствие истощения кормовых ресурсов, плотины, поддерживающие уровень воды в пруду, могут быть повреждены во время паводков, бобровая семья может погибнуть или переместиться на другой участок. Тем не менее, во всех зоогенных обитаемых прудах мы наблюдали увеличение показателей биомассы и численности зоопланктона и изменение структуры сообществ. В ходе исследований на ряде бобровых прудов нами был проведён мониторинг состояния сообщества зоопланктона в течение пяти лет.

Так, например, летом 2014 г. участок в верхнем течении реки Сехи (N 58.82781° E 043.80576°) не испытывал зоогенного воздействия, скорость течения в среднем равнялась 0,37 м/с, и около 50% по численности в экологической структуре составляли организмы, смешанные по способам питания и передвижения и 25% - организмы, ползающие или плавающие и осуществляющие активный захват (рис.7). При этом, в 75% случаев зоопланктон был представлен науплиальными и копеподитными стадиями веслоногих и взрослыми *Corperoda*.

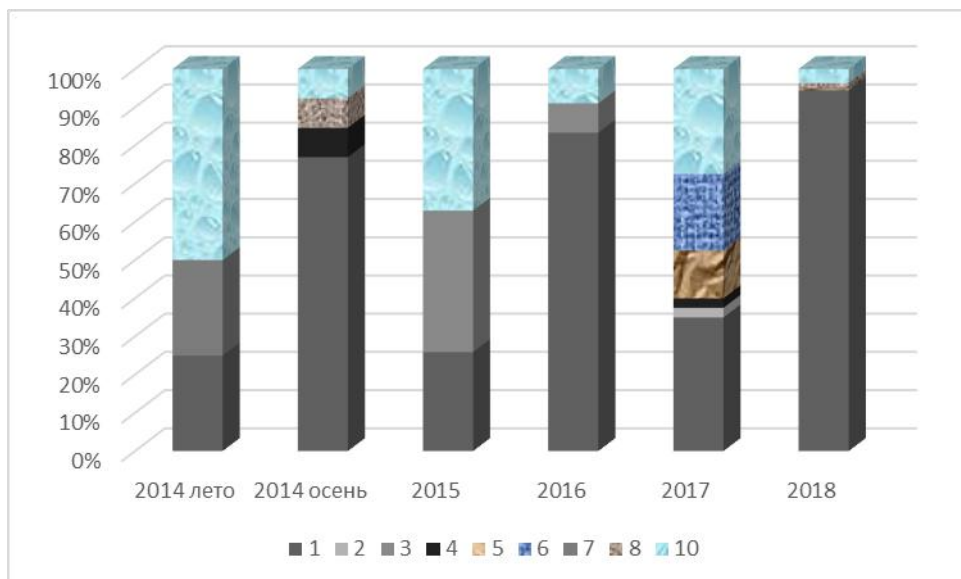


Рис.7. Изменение экологической структуры зоопланктона бобрового пруда в верхнем течении реки Сехи в ряду лет наблюдений (% от численности)

1 группа – плавание, первичная фильтрация/вертикация; 2 группа – плавание/фильтрация + захват; 3 группа – плавание /активный захват; 4 группа – плавание + ползание/фильтрация + всасывание; 5 группа – ползание + плавание/всасывание или вторичная фильтрация; 6 группа – ползание + плавание/собираение; 7 группа – ползание+ плавание/активный захват; 8 группа – плавание + прикрепление к субстрату/первичная фильтрация; 10 группа – организмы, смешанные по способам питания и передвижения.

Биомасса зоопланктона на 90% была представлена ювенильными и взрослыми веслоногими рачками, представителями 10 и 7 экологических групп (рис. 8). Такая экологическая структура сообщества зоопланктона характерна для быстротекущих участков малых рек [17]. В конце лета 2014 года на этом участке была построена бобровая плотина длиной 6,2 м, скорость течения упала до 0,05 м/с, и образовался обширный бобровый пруд. Осенью это же года в пруду сформировалось зоопланктонное сообщество, подавляющее большинство зоопланктеров которого принадлежало к ветвистоусым рачкам, относящимся к трофической группе первичных фильтраторов – 76,02% в среднем по численности и 90,30% по биомассе. В его составе присутствовали: *Daphnia longispina*, *Daphnia obtusa*, *Ceriodaphnia reticulata*. Деятельность бобров приводит к эвтрофированию водоёмов, что, в свою очередь, приводит к увеличению числа первичных продуцентов. И если, эвтрофирование идёт не по макрофитному пути, то в бобровых прудах активно развивается фитопланктон. Это приводит к увеличению в составе зоопланктона доли ветвистоусых рачков, имеющих фильтрационный способ питания.

Доля смешанных по способам питания и передвижения организмов, представленная ювенильными стадиями *Copepoda*, сократилась до 7,69% по численности и 0,24% по биомассе (рис.7; рис. 8). Также осенью 2014 года в сообществе присутствовали плавающие и ползающие вертикаторы – *Brachionus diversicornis homoceros* – (7,69% по численности и 9,35% по биомассе). Следует отметить, что коловратки рода *Brachionus* являются индикаторами повышения трофического статуса водоёма [33].

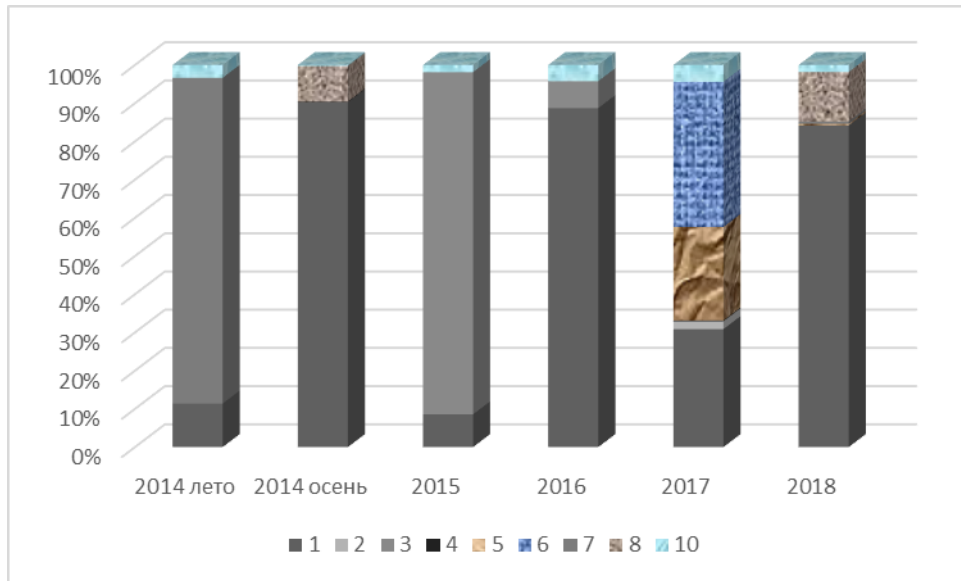


Рис.8. Изменение экологической структуры зоопланктона бобрового пруда в верхнем течении реки Сехи в ряду лет наблюдений (% от биомассы)

1 группа – плавание, первичная фильтрация/вертикация; 2 группа – плавание/фильтрация + захват; 3 группа – плавание /активный захват; 4 группа – плавание + ползание/фильтрация + всасывание; 5 группа – ползание + плавание/всасывание или вторичная фильтрация; 6 группа – ползание + плавание/собираение; 7 группа – ползание+ плавание/активный захват; 8 группа – плавание + прикрепление к субстрату/первичная фильтрация; 10 группа – организмы, смешанные по способам питания и передвижения.

В июне 2015 года вследствие развития первичных фильтраторов, представителей родов *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Bosmina*, в планктоне широко развиваются и потребляющие их хищные формы, относящиеся к 3 экологической группе (плавание/активный захват), в частности, *Polyphemus pediculus* в структуре зоопланктона составляет 37% по численности и 89,55% по биомассе. *Polyphemus pediculus* является активным хищником, который питается преимущественно животной пищей, хотя в его рационе могут присутствовать детрит и водоросли. При сокращении количества ветвистоусых, может питаться коловратками, простейшими, потреблять собственную молодь [35, 36].

В июне 2016 года вновь первое место по численности и биомассе занимают первичные фильтраторы – *Daphnia longispina*, *Daphnia galeata*, *Ceriodaphnia reticulata* (в среднем – 83,33% и 92,22% соответственно). Также в зоопланктоне присутствуют представители 3 экологической группы, осуществляющие активный захват пищи (*Polyphemus pediculus* и циклопы) – 7,69% в среднем по численности и 7,34% по биомассе.

В 2017 году после разлива рек, вследствие продолжительных дождей, бобровая плотина была повреждена, скорость течения реки увеличилась. Соответственно уменьшилась доля первичных фильтраторов и вертикаторов (35% по численности и 30,37% по биомассе), увеличилась доля ползающих форм, вторичных фильтраторов и собирателей (5 и 6 экологические группы). В составе зоопланктона присутствовали: *Chydorus sphaericus*, питающийся детритом, бактериями, водорослями и разлагающимися макрофитами, *Eurycercus lamellatus* – хорошо ползающий и плавающий прибрежный вид, питающийся главным образом донными отложениями и также, добывающий пищу с поверхности водных растений, *Eucyclops serrulatus* – собиратель-полифаг. Также, в составе планктона отмечена *Asplanchna priodonta* – зоофаг, использующий в пищу коловраток, мелких планктонных ракообразных и их молодь [35].

Летом 2018 года бобры устроили плотину несколько выше по течению реки Сехи. На исследуемом участке, который вновь приобрёл проточность, в июне 2018 года практически не отмечены первичные фильтраторы, а в структуре зоопланктона преобладали представители 3 экологической группы (плавание/активный захват) до 25% в среднем по численности и 78,6% по биомассе. Одновременно увеличилось число ювенильных веслоногих рачков до 33,33% по численности и собирателей (6 группа) – до 25% по численности и 18,21% по биомассе.

Мониторинг состояния зоопланктонного сообщества длительно существовавшего бобрового пруда на реке Чёрной (N 58.92525° E 043.82697°) показал чередование в ряду лет преобладания первичных фильтраторов и их хищных потребителей. Так, например, в июне 2014 года первичные фильтраторы в структуре зоопланктона составляли 55,55% в среднем по численности и 82,27% по биомассе, в июне 2015 года – представители 3 экологической группы (активный захват) составляли 83,33% по численности и 98,63% по биомассе, в июне 2016 года – опять преобладали первичные фильтраторы (73,21% по численности и 98,33% по биомассе). Хотя, наблюдения проводились в одну и ту же декаду июня, возможно, что преобладание той или иной экологической группы связано с температурными особенностями каждого года. А сезонная сукцессия зоопланктонного сообщества протекает от преобладания весной науплиальных и копеподитных стадий веслоногих к развитию летом сообщества, представленного первичными фильтраторами, которые постепенно выедаются активными хищниками. Весной 2017 года плотина была разрушена паводком и в зоопланктоне отмечены только представители ювенильных *Copepoda*.

Ориентируясь на структуру зоопланктона, очевидно, мы можем предполагать, как давно бобры заселились в данном водоёме и насколько активную деятельность они ведут на этой территории. Например, постройка новой плотины и образование бобрового пруда на безымянном ручье (N 58.82286° E 043.73432°) в 2018 году на кологривском кластере заповедника привели к резкому возрастанию в структуре зоопланктона доли первичных фильтраторов (до 65,82% по численности и 32,94% по биомассе). А уход бобров и частичное разрушение плотин в поселении бобров (N 58.73769° E 043.80413°) привело к увеличению доли смешанной группы по способам питания и передвижения (10 группа) до 91,8% по численности и 51,48% по биомассе).

В бобровых прудах при значительном снижении или отсутствии течения, повышении температуры, вследствие образования мелководных разливов, хорошо прогреваемых солнцем, из-за выпадения подтопленных и сваленных бобром деревьев, из-за увеличения (по разным причинам) количества органики в водоёме, успешно развивается сообщество зоопланктона, увеличиваются показатели его численности и биомассы.

Нами отмечено увеличение биомассы зоопланктона после формирования бобрового пруда в верхнем течении реки Сехи в 59,8 раз (от 0,07 г/м³ в июне 2014 года до 4,19 г/м³ в июне 2015 года). В залитых водой бобровых каналах численность зоопланктона летом 2015 г. составила 95200 экз/м³, биомасса – 5,57 г/м³. В июне 2016 г. биомасса зоопланктеров бобрового пруда оставалась высокой – 2,94 г/м³, а в июне 2017 г. после разрушения бобровой плотины значения этого показателя снизились в 147 раз и составили 0,02 г/м³.

Также нами отмечено повышение индекса видового разнообразия (H_n) в бобровых прудах до 1,78 (на незарегулированных участках рек его значения были ниже в 2,2 раза) и повышение индекса сапробности до значений, соответствующим β -мезосапробным условиям.

Тем не менее, индекс видового разнообразия, как правило, остаётся невысоким, даже при высоких значениях биомассы зоопланктона, вследствие того, что в бобровых прудах могут формироваться сообщества, в структуре которых наблюдается резкое доминирование одного вида, например *Daphnia longispina* или *Daphnia pulex*. Так, в июне 2018 года нами обнаружен бобровый пруд, с необычной хаткой, строительный материал которой был в основном представлен грунтом и лубяными волокнами исполинской осины (рис.9).



Рис.9 Земляная хатка на краю бобрового пруда с очень высокой биомассой зоопланктона

В воде этого пруда невооружённым взглядом можно было наблюдать большое количество скоплений *Daphnia pulex*, окрашенных в розовый цвет, что очевидно, было связано с недостатком кислорода в водоёме. Биомасса дафний в скоплениях составляла 54,72 г/м³.

1. Материал данного раздела опубликован в статье: Сиротина М.В., 2019 Изменения структуры сообществ зоопланктона бобровых прудов под воздействием зоогенного фактора / Всероссийский научно-практический журнал "Вода. Химия и экология" 2019. – №7–9. – С. 72–80. ISSN 2072-8158

3.4. ХАРАКТЕРИСТИКА СООБЩЕСТВА БЕНТОСА МАЛЫХ РЕК ЗАПОВЕДНИКА КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС

3.4.1. Видовой состав сообществ макрозообентоса малых рек на территории «Государственного природного заповедника «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына»

Видовой состав макрозообентоса малых рек заповедника в 2018-2019 гг. представлен в таблице 8. При определении видового состава макрозообентоса малых рек были

использованы определители: Е. С. Шалапенко (2005), Е.В. Перцева (2012), С.Я. Цалолихин (2016), В.И. Жадин (1952), Б.М. Мамаев (1972), М.В. Чертопруд (2005) и другие источники [39–45].

Таблица 8

Видовое разнообразие макрозообентоса малых рек Кологривского заповедника

в 2018-2019 гг.

Таксоны	Изученные участки рек								
	р. Черная	р. Лондушка	р. Ломенга	р. Понга	р. Сеха	р. Нелка	р. Сивеж	Р. Кисть	р. Юрманга
Тип <i>Arthropoda</i> , Класс <i>Insecta</i>									
Отряд <i>Diptera</i>									
Вид <i>Chironomus plumosus</i> (Fabricius 1787)	+	+		+	+				
Семейство <i>Simuliidae</i>	+			+		+			
Отряд <i>Megaloptera</i>									
Род <i>Sialis</i>	+	+		+			+	+	+
Отряд <i>Plecoptera</i>									
Вид <i>Perla abdominalis</i> (Guerin-Meneville, 1838)	+			+			+	+	
Семейство <i>Nemouridae</i>	+	+				+			
Отряд <i>Hemiptera</i>									
Вид <i>Notonecta glauca</i> (Linnaeus, 1758)				+					
Вид <i>Nepa cinerea</i> (Linnaeus, 1758)		+			+				
Отряд <i>Trichoptera</i>									
Род <i>Anabolia</i>			+		+				
Вид <i>Halesus radiates</i> (Curtis, 1834)		+							
Вид <i>Limnephilus flavicornis</i>	+	+	+				+	+	+

Отчет о научно-исследовательской работе.

(Fabricius 1787)									
Род <i>Athripsodes</i>						+		+	
Род <i>Limnephilus</i>	+		+		+	+		+	+
Вид <i>Molana angustata</i> (Curtis, 1834)		+	+		+		+	+	+
Вид <i>Limnephilus vittatus</i> (Fabricius 1798)		+	+	+	+	+	+		+
Вид <i>Phryganea grandis</i> (Linnaeus, 1758)	+				+	+	+		
Семейство <i>Phryganeidae</i>						+		+	
Вид <i>Stenophylax stellatus</i> (Curtis 1834)		+						+	
Отряд <i>Ephemeroptera</i>									
Вид <i>Ephemera vulgata</i> (Linne, 1758)	+			+	+		+		+
Вид <i>Potamanthus luteus</i> (Linnaeus, 1767)			+	+	+		+		+
Вид <i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)						+	+		
Вид <i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus, 1761)	+	+			+				+
Отряд <i>Odonata</i>									
Вид <i>Aeschna grandis</i> (Linnaeus, 1758)			+		+				
Вид <i>Aeschna viridis</i> (Eversmann, 1835)		+			+				
Род <i>Libellula</i> (Linnaeus, 1758)		+	+						
Вид <i>Coenagrion vernale</i> (Hagen, 1839)		+							
Вид <i>Cordulia aenea</i> (Leach, 1814)	+				+		+		
Вид <i>Coenagrion hastulatum</i> (Kirby, 1890)	+								
Вид <i>Gomphus vulgatissimus</i>				+					

Отчет о научно-исследовательской работе.

(Leach, 1815)									
Тип <i>Annelida</i>									
Класс <i>Clitellata</i>									
Подкласс <i>Oligochaeta</i>	+		+		+				
Класс <i>Hirudinea</i>									
Вид <i>Herpobdella octoculata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+		+		+		
Вид <i>Haemopis sanguisuga</i> (Linnaeus, 1758)		+			+			+	
Вид <i>Glossiphonia complanata</i> (Linnaeus, 1758)							+		
Тип <i>Mollusca</i>									
Класс <i>Bivalvia</i>									
Род <i>Sphaerium</i>	+			+	+		+	+	+
Вид <i>Pisidium amnicum</i> (Müller 1774)		+	+	+	+		+	+	+
Вид <i>Unio pictorum</i> (Linnaeus, 1758)		+							
Вид <i>Anodonta cygnea</i> (Linnaeus, 1758)		+							
Вид <i>Sphaerium nucleus</i> (Studer, 1820)				+		+			
Класс <i>Gastropoda</i>									
Вид <i>Planorbarius corneus</i> (Linnaeus, 1758)					+	+			
Вид <i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	+		+		+			+	
Вид <i>Lymnaea auricularia</i> (Linnaeus, 1758)		+						+	
Вид <i>Viviparus contectus</i> (Millet, 1813)		+							
Вид <i>Lymnaea glutinosa</i> (Müller, 1774)	+								
Всего 42 таксона	17	20	12	12	20	10	14	13	10

В 2018-2019 гг. в составе макрозообентоса нами обнаружено 42 вида беспозвоночных, относящихся к 5 классам: *Insecta*, *Bivalvia*, *Gastropoda*, *Hirudinea*, *Clitellata*. Наибольшего видового разнообразия в малых реках достигают представители класса насекомых – *Insecta* (28 видов), которые относятся к 7 отрядам, значительно меньше представителей двустворчатых моллюсков – *Bivalvia* (5 видов) и брюхоногих моллюсков – *Gastropoda* (5 видов), к классу пиявки – *Hirudinea* относится 3 вида и к классу поясковые черви – *Clitellata* 1 вид (таблица 8).

Диаграмма соотношения различных таксономических групп макрозообентоса представлена на рисунке 9. Преобладающей группой макрозообентоса является класс насекомые (*Insecta*) – 67% от общего числа выявленных гидробионтов. Доминирование насекомых является типичным признаком пресноводных объектов. Класс брюхоногие моллюски (*Gastropoda*) составляет 12%, двустворчатые моллюски (*Bivalvia*) составляют 12%, 7% – класс пиявки (*Hirudinea*) и поясковые черви (*Clitellata*) – 2% от общего числа выявленных видов беспозвоночных.

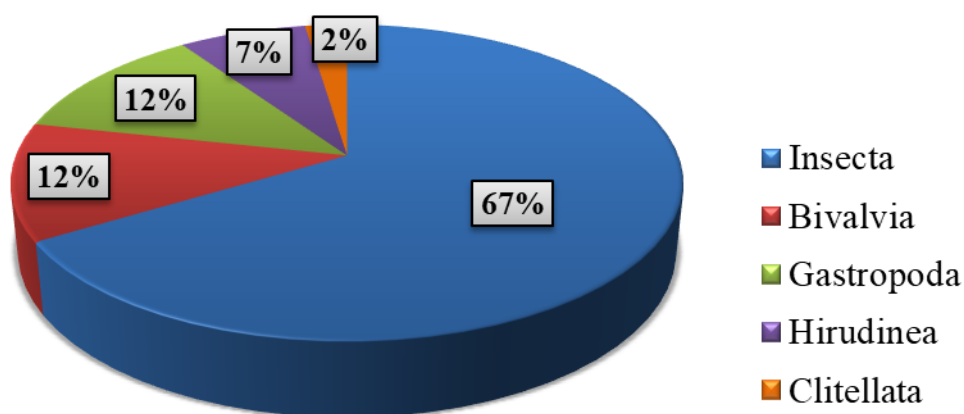


Рис. 9. Таксономический состав сообществ макрозообентоса водных экосистем района исследования

Результаты анализа данных по изучению состояния сообществ макрозообентоса за 2018 и 2019 год представлены на рисунке 10. Можно проследить тенденцию сохранения видового состава макрозообентоса за период исследования рек заповедника «Кологривский лес» им. М.Г. Синицына.

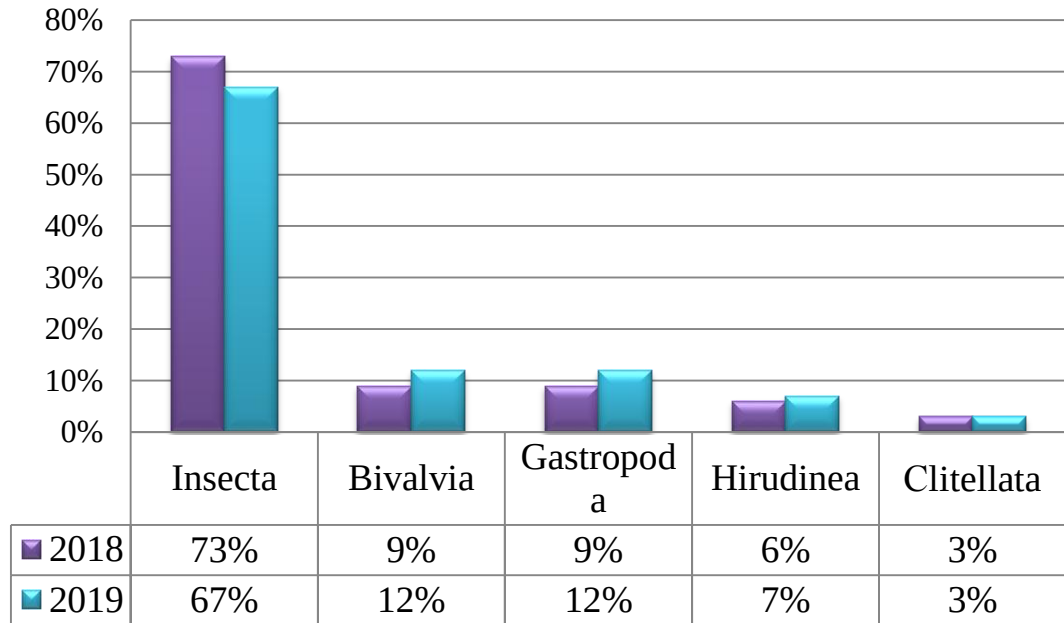


Рис. 10. Процентное соотношение таксономических групп макрозообентоса в 2018 и 2019 гг.

Наибольшее видовое разнообразие бентосных организмов было выявлено в реках: Сеха (20 видов), Лондушка (20 видов), Черная (17 видов). Несколько меньше видов было встречено в р. Сивеж – 14 видов, в р. Кисть – 13 видов, в р. Понга – 12 видов, в р. Ломенга – 12 видов, и менее всего в р. Нелка – 10 видов и в р. Юрманга – 10 видов. Данные о количестве обнаруженных видов представлены на рисунке 11.

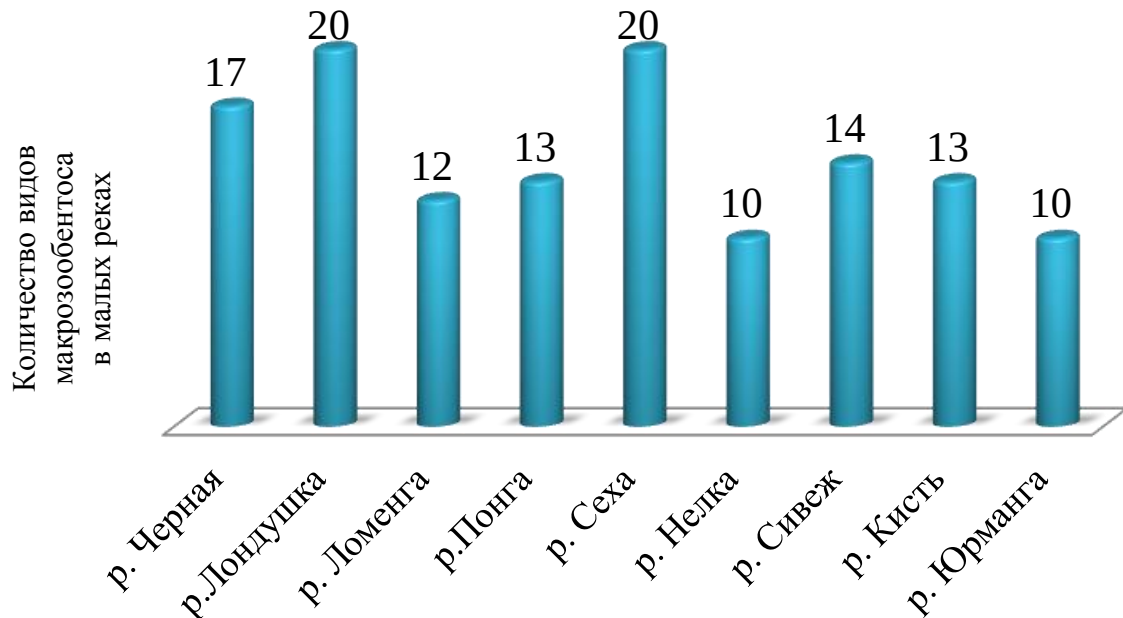


Рис. 11. Количество видов макрозообентоса, обнаруженное на исследованных участках малых рек Кологривского заповедника

Класс *Insecta* представлен в основном личинками ручейников, поденок, веснянок, стрекоз. Среди брюхоногих моллюсков (*Gastropoda*) доминируют семейства прудовиков и катушек, среди двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*) – семейство шаровки и горошины.

3.4.2 Количественная характеристика макрозообентоса малых рек ГПЗ «Кологривский лес» им. М. Г. Сеницына

При сравнении численности макрозообентоса исследованных рек было выявлено, что класс *Insecta* является наиболее встречаемым классом. Наибольшее количество экземпляров данного класса было обнаружено в реке Сеха (231 экз/м²); наименьшее количество экземпляров – в реке Ломенга (68 экз/м²).

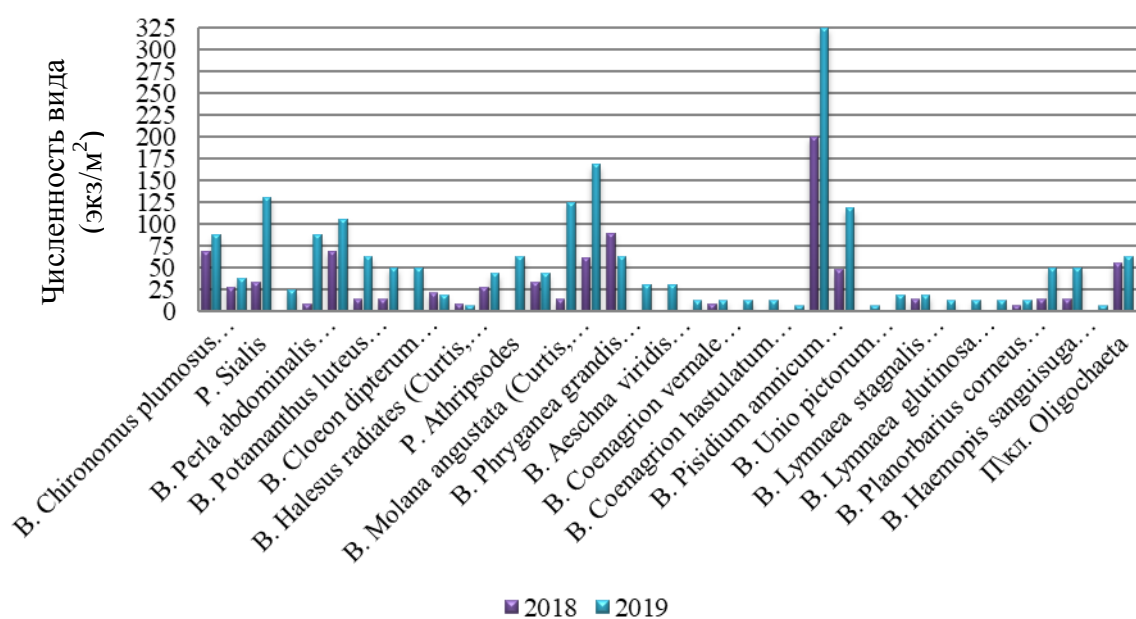


Рис. 12. Численность представителей макрозообентоса в 2018-2019 гг.

По количественным характеристикам доминирующими представителями оказались виды: *Pisidium amnicum* (Müller 1774), относящийся к роду *Sphaerium* (325 экз/м²), ручейники: *Limnephilus vittatus* (Fabricius 1798) – 168 (экз/м²), *Molana angustata* (Curtis, 1834) – (125 экз/м²), а так же род *Sialis* (131 экз/м²) (рис. 12).

В 2019 году обнаружены отдельные виды, не встреченные в 2018 году такие как: *Cloeon dipterum* (Linnaeus, 1761), *Stenophylax stellatus* (Curtis 1834), *Gomphus vulgatissimus*

(Leach, 1815). Несколько меньше численность по сравнению с предыдущим годом наблюдалась у организмов из отряда *Trichoptera*: вид *Halesus radiates* (Curtis, 1834), а также отмечена личинка ручейника, принадлежащая к роду *Anabolia* (рис. 12).

Pisidium amnicum населяет большие и малые реки. Держится чаще в прибрежных мелководных частях водоемов, но может опускаться и на значительные глубины. Данный вид предпочитает водоемы с малыми и средними показателями течения, чувствителен к эвтрофикации, т.е. обогащению воды органикой. Вторым доминирующим видом является *Limnephilus vittatus*, который обитает в различных водоемах, как с проточной водой, так и со стоячей. Держатся на дне, встречаются очень часто. Их личинками питаются почти все рыбы наших пресноводных водоёмов.

Для того чтобы проследить зависимость количественных характеристик макрозообентоса от скорости течения в малых реках, точки отбора проб были разделены на группы:

- 1) Участки рек с зоогенной трансформацией: Нелка, Лондушка (нижнее течение), Лондушка (мост), Сеха (5 метров до плотины);
- 2) Участки рек с замедленным течением: Понга (слив), Лондушка (среднее течение), Черная (15 метров до плотины), Река Черная (5м до плотины);
- 3) Участки рек со средним течением: Сивеж (1,2), Кисть, Юрманга, Сеха (Северный);
- 4) Участки рек с относительно быстрым течением: Лондушка (слив), Сеха (слив), Ломенга (слив), Сеха (10 метров после плотины).

На основе первичных данных составлена таблица 9, на основе которой построена гистограмма (рис. 13), которая отражает средние значения по численности каждой таксономической группы (*Insecta*, *Bivalvia*, *Gastropoda*, *Hirudinea*, *Clitellata*).

Таблица 9

Распределение численности макрозообентоса по группам отбора проб (экз/м²)

Название точки	<i>Insecta</i>	<i>Bivalvia</i>	<i>Gastropoda</i>	<i>Hirudinea</i>	<i>Clitellata</i>	Итого
Участки рек с зоогенной трансформацией						
Нелка	93,75	56,25	6,25	0	0	156
Лондушка (нижнее течение)	43,75	0	25	12,5	0	81
Лондушка (мост)	62,5	0	0	12,5	0	75
Сеха (5 метров до плотины)	43,75	0	6,25	12,5	25	88

Отчет о научно-исследовательской работе.

Средние значения	61	14	10	10	6	101
Участки рек с замедленным течением						
Понга (слив)	93,75	43,75	0	0	0	138
Лондушка (среднее течение)	62,5	37,5	0	0	0	100
Черная (15м до плотины)	81,25	0	12,5	12,5	0	106,25
Черная (5м до плотины)	68,75	12,5	6,25	12,5	0	100
Средние значения	77	23	5	6	0	111
Участки рек со средним течением						
Сивеж (1)	100	18,75	0	6,25	0	125
Сивеж (2)	87,5	25	0	0	0	113
Кисть	150	62,5	0	0	0	213
Юрманга	118,75	56,25	0	0	0	175
Сеха (Северный)	81,25	18,75	0	0	0	100
Средние значения	108	36	0	1	0	145
Участки рек с относительно быстрым течением						
Лондушка (слив)	43,75	62,5	0	0	0	106
Сеха (слив)	75	12,5	6,25	0	12,5	106
Ломенга (слив)	68,75	62,5	6,25	0	12,5	150
Сеха (10м после плотины)	31,25	0	0	12,5	12,5	56,25
Средние значения	55	34	3	3	9	104

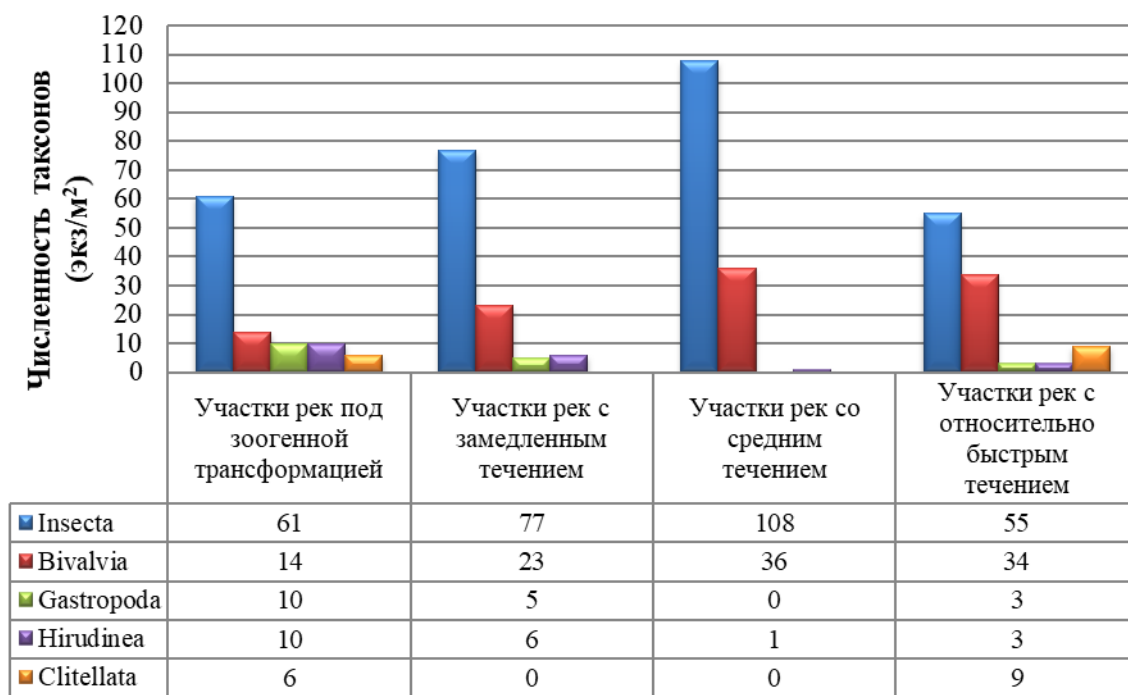


Рис. 13. Распределение численности макрозообентоса по группам отбора проб (экз/м²)

Средняя численность организмов преобладает в группе «участки рек со средним течением» и составляет 145 (экз/м²). Наименьшая численность наблюдается в группах: «участки рек с относительно быстрым течением» – 104 (экз/м²), а также «участки рек с зоогенной трансформацией» – 101 (экз/м²). В каждой группе исследований доминирующее положение занимает класс *Insecta*. Наиболее высокий показатель в группе «участки рек со средним течением». По средним значениям численности таксономических рангов в группах исследований составлены диаграммы (рис. 14–17).

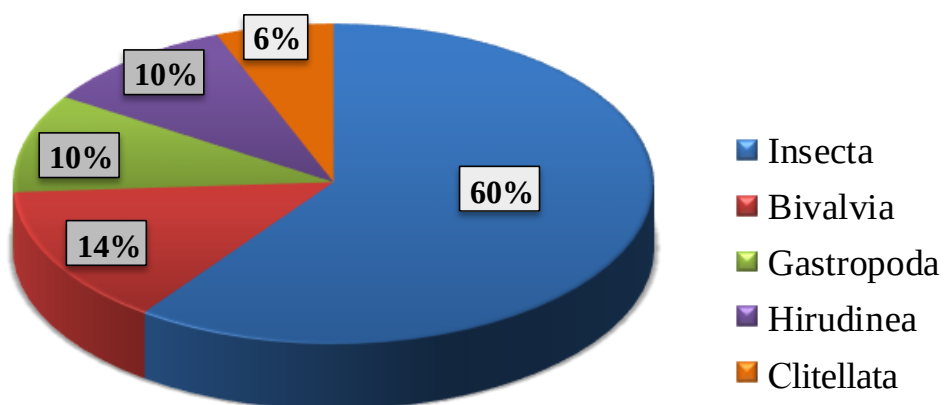


Рис. 14. Средняя численность таксономических рангов макрозообентоса группы исследования «Участки рек с зоогенной трансформацией»

На рисунке 14 показаны таксономические ранги групп исследования на «Участках рек с зоогенной трансформацией». Здесь наибольшая численность наблюдается в классе *Insecta* (60%). Доминирующим представителем является *Chironomus plumosus* (Linnaeus, 1758), встречающийся почти во всех водных биотопах, предпочитающий спокойные водоёмы с илистым дном и медленно текущие равнинные реки.

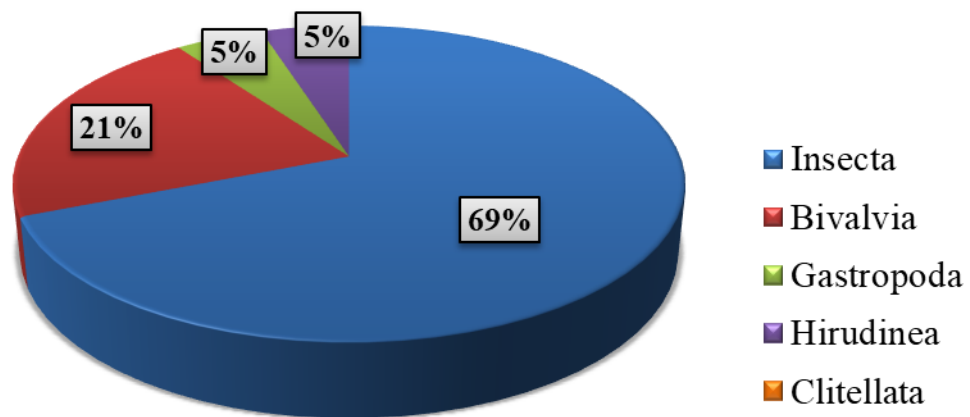


Рис. 15. Средняя численность таксономических рангов макрозообентоса группы исследования «Участки рек с замедленным течением»

На «Участках рек с замедленным течением» наибольшая численность организмов наблюдается в классе *Insecta* (69%). Доминирующим представителем является *Chironomus plumosus* (Linnaeus, 1758), а также вид *Limnephilus vittatus* (Fabricius, 1798), который предпочитает обитать в водоемах, как с текущей, так и со стоячей водой. Наблюдается увеличение численности класса *Bivalvia* и снижение численности классов *Gastropoda* и *Hirudinea*. Представители класса *Clitellata* отсутствуют.

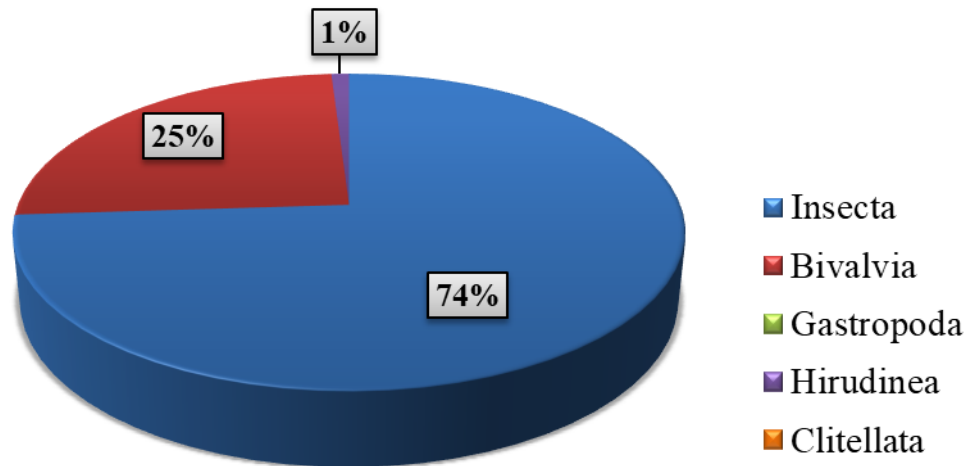


Рис. 16. Средняя численность таксономических рангов макрозообентоса группы исследования «Участки рек со средним течением»

На «Участках рек со средним течением» численность класса *Insecta* возрастает до 74%. Доминирующим представителем является вид *Molana angustata* (Curtis, 1834), который обитает на песчаном дне среди водной растительности в различных водоемах. Вторым и третьим по численности являются вид *Perla abdominalis* (Guerin-Meneville, 1838) предпочитающий текущие воды и держащийся среди камней или обломков дерева, а также род *Sialis*, представители которого обитают в очень широком спектре водоёмов и водотоков – от проточных ручьев и рек, до стоячих заболоченных прудов и болот, что связано с хорошей приспособленностью к обитанию в обеднённых кислородом водах. Происходит увеличение численности класса *Bivalvia*, наибольшая численность – у рода *Sphaerium*, данные организмы населяют многие водотоки и предпочитают течение воды с малыми и средними показателями.

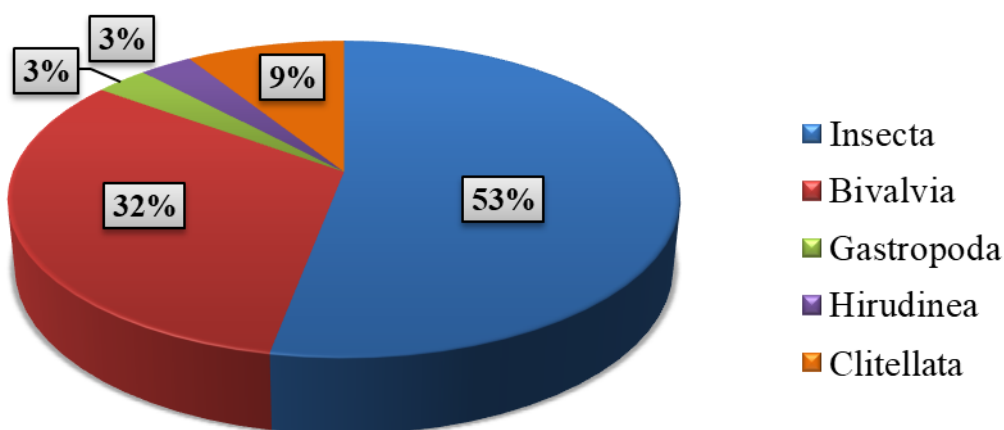
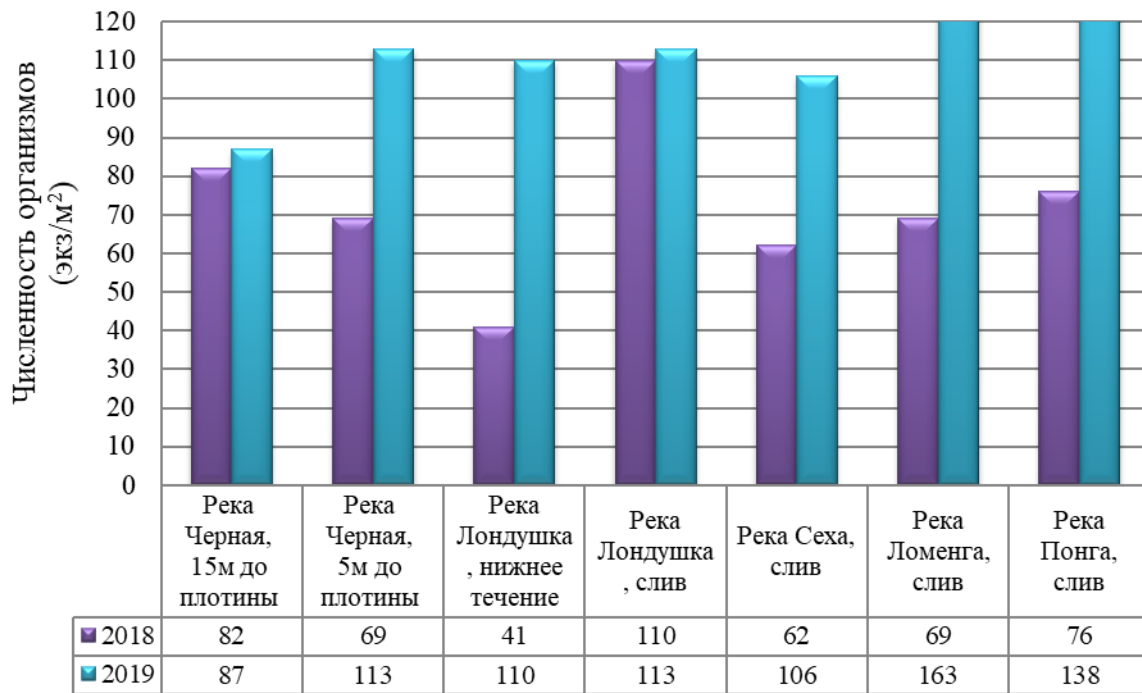


Рис. 17. Средняя численность таксономических рангов макрозообентоса группы исследования «Участки рек с относительно быстрым течением»

На «Участках рек с относительно быстрым течением» присутствуют все таксономические ранги макрозообентоса групп исследований, относительная численность класса *Insecta* уменьшается до 53%. Доминирующими представителями являются *Limnephilus vittatus* (Fabricius, 1798), *Limnephilus flavicornis* (Fabricius 1787). Эти организмы обитают в различных водоемах по скорости течения. Вид *Potamanthus luteus* (Linnaeus, 1767) является вторым по относительной численности и предпочитает быстротекущие воды. В классе *Bivalvia* преобладает вид *Pisidium amnicum* (Müller 1774), который встречается в водоемах с быстрым течением.

Данные по численности организмов макрозообентоса в 2018 и 2019 гг. представлены на рисунке 18.

Рис. 18. Численность макрозообентоса (экз/м²) по точкам отбора проб за 2018 и 2019 год

Численность макрозообентоса в 2019 г. несколько возросла во всех точках отбора проб. Увеличение численности, возможно, связано с поступлением органических веществ в водные экосистемы с водосбора вследствие затяжных дождей.

Показатели биомассы макрозообентоса в точках отбора проб исследованных участков малых рек представлены в таблице 10.

Таблица 10

Распределение биомассы макрозообентоса по группам отбора проб (г/м²)

Название точки	<i>Insecta</i>	<i>Bivalvia</i>	<i>Gastropoda</i>	<i>Hirudinea</i>	<i>Clitellata</i>	Итого
Участки рек с зоогенной трансформацией						
Нелка	22,962	14,127	5,000	0,000	0,000	42,063
Лондушка (нижнее течение)	22,055	0,000	32,735	1,125	0,000	55,915
Лондушка (мост)	38,800	0,000	0,000	79,537	0,000	118,337
Сеха (5 метров до плотины)	37,325	0,000	0,000	14,500	1,075	52,900
Средние значения	30,285	3,531	9,433	23,790	0,268	67,310
Участки рек с замедленным течением						
Понга (слив)	29,274	17,324	0,000	0,000	0,000	49,598
Лондушка (среднее течение)	38,800	8,487	0,000	0,000	0,000	47,287
Черная (15м до плотины)	21,587	0,000	1,475	25,750	0,000	48,812
Черная (5м до)	17,188	1,289	26,300	3,500	0,000	48,277

Отчет о научно-исследовательской работе.

плотины)						
Средние значения	26,712	6,775	6,944	7,313	0,000	47,744
Участки рек со средним течением						
Сивеж (1)	17,292	4,121	0,000	6,25	0,000	27,663
Сивеж (2)	18,035	15,000	0,000	0,000	0,000	33,035
Кисть	42,249	11,000	0,000	0,000	0,000	53,249
Юрманга	32,450	4,550	0,000	0,000	0,000	37,000
Сеха (Северный)	26,212	11,925	0,000	0,000	0,000	38,137
Средние значения	27,248	9,337	0,000	1,25	0,000	37,835
Участки рек с относительно быстрым течением						
Лондушка (слив)	7,887	119,987	0,000	0,000	0,000	127,874
Сеха (слив)	19,688	2,825	27,825	0,000	0,553	50,871
Ломенга (слив)	25,536	7,950	17,000	0,000	0,225	50,711
Сеха (10м после плотины)	9,322	0,000	0,000	33,087	5,875	48,284
Средние значения	15,608	32,691	11,206	8,271	1,663	69,440

Средняя биомасса организмов выше в группе «участки рек с относительно быстрым течением» и составляет 69,440 (г/м²), в данной группе преобладает по биомассе виды, относящиеся к классу *Insecta*. Вторая по биомассе группа - «участки рек с зоогенной трансформацией». В этой группе наибольшей биомассой обладают виды, относящиеся к классу *Insecta* – 30,285 (г/м²), а также к классу *Hirudinea*, который составляет в среднем в данной группе 23,79 (г/м²).

Наименьшая биомасса наблюдается в группах: «участки рек со средним течением» - 47,744 (г/м²), а также «участки рек с замедленным течением» - 37,835 (г/м²).

Данные по величине биомассы макрозообентоса в разных точках отбора проб за 2018 и 2019 гг. показаны на рисунке 19.

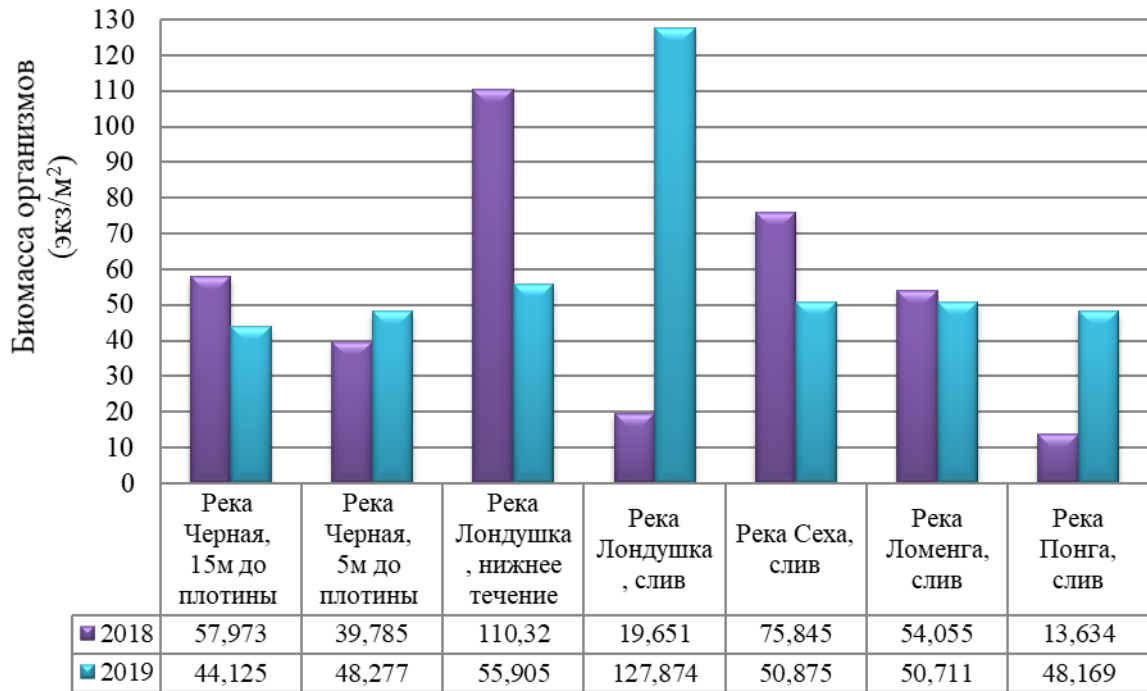


Рис. 19. Биомасса макрозообентоса (г/м²) по точкам отбора проб за 2018 и 2019 год

Биомасса макрозообентоса возрастает в таких точках исследования как: р. Лондушка, слив; р. Понга, слив. Незначительное увеличение наблюдается в точках: р. Черная, 5 м до плотины. Это может быть связано с большим разнообразием организмов и наличием двустворчатых и брюхоногих моллюсков, которые имеют наибольшую биомассу, а также с наличием здесь представителей *Hirudinea*.

3.5. ОСОБЕННОСТИ ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ ФЛОРЫ МАЛЫХ РЕК ЗАПОВЕДНИКА «КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС» ИМ. М.Г. СИНИЦЫНА

Нами было исследовано 8 прибрежно-водных участков малых рек ГПЗ «Кологривский лес» им М.Г. Сеницына: река Понга, Нелка, два участка реки Лондушка, и другие водные территории – бобровые пруды, заболоченные каналы, находящиеся на кологривском участке заповедника.

В результате геоботанического описания выявлено 165 видов растений, в том числе 18 видов деревьев и кустарников. Все растения определены и занесены в таблицу.

Стоит отметить, что обнаруженные виды распределились на 54 семейства. Распределение видов по семействам показано в таблице 11.

Многообразие семейств в изученных фитоценозах

	Семейство	Количество видов
	Отдел Цветковые (<i>Angiospermae</i>)	
1.	Адоксовые (<i>Adoxaceae</i>)	2
2.	Ароидные (<i>Araceae</i>)	4
3.	Бальзаминовые (<i>Balsaminaceae</i>)	2
4.	Березовые (<i>Betulaceae</i>)	3
5.	Бобовые или мотыльковые (<i>Fabaceae</i>)	6
6.	Бурачниковые (<i>Boraginaceae</i>)	2
7.	Валериановые (<i>Valerianaceae</i>)	1
8.	Вересковые (<i>Ericaceae</i>)	4
9.	Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i>)	5
10.	Гераниевые (<i>Geraniaceae</i>)	1
11.	Гречишные (<i>Polygonaceae</i>)	3
12.	Грушанковые (<i>Pyrolaceae</i>)	2
13.	Дербенниковые (<i>Lythraceae</i>)	1
14.	Жимолостные (<i>Caprifoliaceae</i>)	3
15.	Заразиховые (<i>Orobanchaceae</i>)	2
16.	Зверобоевые (<i>Hypericaceae</i>)	1
17.	Зонтичные (<i>Apiaceae</i>)	5
18.	Ивовые (<i>Salicaceae</i>)	4
19.	Капустные или крестоцветные (<i>Brassicaceae</i>)	2
20.	Кипрейные (<i>Onagraceae</i>)	2
21.	Кирказоновые (<i>Aristolochiaceae</i>)	1
22.	Кисличные (<i>Oxalidaceae</i>)	1
23.	Колокольчиковые (<i>Campanulaceae</i>)	1
24.	Коноплевые (<i>Cannabaceae</i>)	1

Отчет о научно-исследовательской работе.

25.	Крапивные (<i>Urticaceae</i>)	1
26.	Крушиновые (<i>Rhamnaceae</i>)	1
27.	Кувшинковые (<i>Nymphaeaceae</i>)	2
28.	Лилейные (<i>Liliaceae</i>)	1
29.	Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i>)	8
30.	Мальвовые (<i>Malvaceae</i>)	1
31.	Мареновые (<i>Rubiaceae</i>)	3
32.	Мятликовые или злаки (<i>Poaceae</i>)	17
33.	Норичниковые (<i>Scrophulariaceae</i>)	1
34.	Орхидные (<i>Orchidaceae</i>)	2
35.	Осоковые (<i>Cyperaceae</i>)	8
36.	Первоцветные (<i>Primulaceae</i>)	3
37.	Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i>)	2
38.	Рдестовые (<i>Potamogetonaceae</i>)	2
39.	Рогозовые (<i>Typhaceae</i>)	2
40.	Роголистниковые (<i>Ceratophyllaceae</i>)	1
41.	Розовые (<i>Rosaceae</i>)	13
42.	Ситниковые (<i>Juncaceae</i>)	5
43.	Сложноцветные (<i>Asteraceae</i>)	9
44.	Фиалковые (<i>Violaceae</i>)	3
45.	Частуховые (<i>Alismataceae</i>)	1
46.	Яснотковые или губоцветные (<i>Lamiaceae</i>)	6
Отдел Голосеменные (<i>Pinophyta</i>)		
47.	Сосновые (<i>Pinaceae</i>)	2
Отдел Папоротниковидные (<i>Polypodiophyta</i>)		
48.	Вудсиевые (<i>Woodsia</i>)	1
49.	Оноклеевые (<i>Onocleaceae</i>)	1
50.	Телиптерисовые (<i>Thelypteridaceae</i>)	1
51.	Щитовниковые (<i>Dryopteridaceae</i>)	2

Отчет о научно-исследовательской работе.

Отдел Хвощевидные (<i>Equisetophyta</i>)		
52.	Хвощевые (<i>Equisetaceae</i>)	3
Отдел Плауновидные (<i>Lycopodiophyta</i>)		
53.	Плауновые (<i>Lycopodiaceae</i>)	1
Общее количество видов:		165

Флора изученных фитоценозов содержит 165 видов, которые относятся к 54 семействам и 5 отделам. Цветковые растения представлены 154 видами, голосеменные – 2, плауновидные – 1, папоротниковидные – 5 и хвощевидные представлены 3 видами.

Наиболее многочисленными семействами района исследования являются Злаковые (*Poaceae*), семейство представлено – 17 – видами, Розоцветные (*Rosaceae*) – 13, Сложноцветные (*Asteraceae*) – 9, Осоковые (*Cyperaceae*), Лютиковые (*Ranunculaceae*) – включают по 8 видов, Бобовые (*Fabaceae*) и Яснотковые (*Lamiaceae*) – по 6. Большое разнообразие семейств можно объяснить пересечением различных фитоценозов в месте исследования, так как разнообразие растений зависит прежде всего от условий их обитания, и каждому участку свойственен определенный состав растений. Изученная прибрежно-водная территория включает в себя леса, опушки лесов, прибрежную зону и собственно речную сеть. Так, например, основная часть обнаруженных видов осок связана с влажными и заболоченными участками, в то время как, кубышки, роголистник находятся преимущественно в воде. Присутствие лесных видов свидетельствует о влиянии лесного массива на состав прибрежно-водной растительности.

Стоит отметить, что Ситниковые (*Juncaceae*), Зонтичные (*Apiaceae*), Гвоздичные (*Caryophyllaceae*) содержат по 5 видов растений, что является неплохим показателем, особенно для семейства гвоздичные, так как данное семейство не характерно для прибрежно-водной растительности.

Остальные семейства представлены сравнительно небольшим количеством видов.

По 3 вида включают семейства: Березовые (*Betulaceae*), Гречишные (*Polygonaceae*), Жимолостные (*Caprifoliaceae*), Мареновые (*Rubiaceae*), Фиалковые (*Violaceae*), Хвощевые (*Equisetaceae*).

По 2 вида содержат семейства: Адоксовые (*Adoxaceae*), Бальзаминовые (*Balsaminaceae*), Бурачниковые (*Boraginaceae*), Грушанковые (*Pyrolaceae*), Заразиховые

(*Orobanchaceae*), Капустные или крестоцветные (*Brassicaceae*), Кипрейные (*Onagraceae*), Кувшинковые (*Nymphaeaceae*), Орхидные (*Orchidaceae*), Подорожниковые (*Plantaginaceae*), Рдестовые (*Potamogetonaceae*), Рогозовые (*Typhaceae*), Сосновые (*Pinaceae*), Щитовниковые (*Dryopteridaceae*).

По 1 виду содержат семейства: Валериановые (*Valerianaceae*), Дербенниковые (*Lythraceae*), Зверобоевые (*Hypericaceae*), Кирказоновые (*Aristolochiaceae*), Кисличные (*Oxalidaceae*), Колокольчиковые (*Campanulaceae*), Коноплевые (*Cannabaceae*), Крапивные (*Urticaceae*), Крушиновые (*Rhamnaceae*), Лилейные (*Liliaceae*), Мальвовые (*Malvaceae*), Норичниковые (*Scrophulariaceae*), Вудсиевые (*Woodsia*), Роголистниковые (*Ceratophyllaceae*), Частуховые (*Alismataceae*), Оноклеевые (*Onocleaceae*), Телиптерисовые (*Thelypteridaceae*), Плауновые (*Lycopodiaceae*).

Список водных, околоводных и других видов растений изученных участков поймы малых рек:

1. Береза пушистая (*Bétula pubéscens*)
2. Берёза повислая (*Bétula péndula*)
3. Ель европейская (*Picea abies* L)
4. Жимолость обыкновенная (*Lonicer axylosteum*)
5. Ива пепельная (*Salix cinerea*)
6. Ива пятитычинковая (*Sálix pentándra*)
7. Ива ушастая (*Salix aurita* L)
8. Калина (*Viburnum*)
9. Крушина ломкая (*Frángula álnus*)
10. Липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill)
11. Малина обыкновенная (*Rubus saxatilis* L.)
12. Ольха серая (*Alnus incana* (L) Moench)
13. Осина (*Populus trémula*)
14. Рябина обыкновенная (*Sórbus aucupária*)
15. Смородина чёрная (*Ribes nígrum*)
16. Сосна обыкновенная (*Pínus sylvéstris*)
17. Черёмуха обыкновенная (*Prínus pádus*)
18. Шиповник иглистый (*Rósa aciculáris*)

19. Адокса мускусная (*Adoxa moschatellina* L)
20. Белокопытник ложный (*Petasites spurius*)
21. Белокрыльник болотный (*Calla palustris* L)
22. Бодяк огородный (*Cirsium oleraceum*)
23. Бодяк разнолистный (*Cirsium heterophyllum*)
24. Болотница болотная (*Eleocharis palustris*)
25. Борец лесной (*Aconitum nemorum*)
26. Бородавник обыкновенный (*Lapsana communis*)
27. Брусника (*Vaccinium vitis-idaea*)
28. Будра плащевидная (*Glechoma hederacea* L)
29. Валериана лекарственная (*Valeriana officinalis*)
30. Василисник водосборолистный (*Thalictrum quilegifolium*)
31. Вейник наземный (*Calamagrostis epigaeos*)
32. Вейник тростниковидный (*Calamagrostis arundinacea*)
33. Вербейник монетчатый (*Lysimachia nummularia*)
34. Вербейник обыкновенный (*Lysimachia vulgaris*)
35. Вероника длиннолистная (*Veronica longifolia*)
36. Вероника дубравная (*Veronica chamaedrys*)
37. Вероника лекарственная (*Veronica officinalis* L)
38. Вех ядовитый (*Cicuta virosa* L)
39. Гвоздика пышная (*Dianthus superbus*)
40. Герань лесная (*Geranium sylvaticum*)
41. Голокучник Линнея (*Gymnocarpium dryopteris*)
42. Горец змеиный (*Polygonum bistorta* L.)
43. Горец перечный (*Persicaria hydropiper*)
44. Горец почечуйный (*Polygonum persicaria* L)
45. Горицвет кукушкин (*Coronariaflos-cuculi* (L))
46. Горошек мышиный (*Vicia cracca*)
47. Горошек узколистный (*Vicia angustifolia* Reichard)
48. Гравилат речной (*Geum rivale* L)
49. Грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia*)
50. Дербенник иволистный (*Lythrum salicaria* L.)
51. Дивала однолетняя (*Scleranthus annuus*)

52. Дудник лесной (*Angelica sylvestris* L)
53. Душистый колосок обыкновенный (*Anthoxanthum odoratum* L)
54. Дягиль лекарственный (*Angélica archangélica*)
55. Ежеголовник простой (*Sparganium emersum*)
56. Ежовник обыкновенный (*Echinóchloa crus-gáli*)
57. Жерушник болотный (*Rorippa palustris*)
58. Живучка ползучая (*Ajuga reptans* L)
59. Звездчатка злаковая (*Stellaria graminea* L)
60. Зверобой пятнистый (*Hypericum maculatum*)
61. Земляника лесная (*Fragaria vesca* L.)
62. Золотарник обыкновенный (*Solidago virgaurea* L)
63. Зюзник европейский (*Lycopus europaeus* L)
64. Иван-чай узколистный (*Chamerion angustifolium* (L) Holub)
65. Какалия копьевидная (*Cacalia hastata* L.)
66. Калган или Лапчатка прямостоячая (*Potentilla erecta*)
67. Калужница болотная (*Caltha palustris* L)
68. Камыш лесной (*Scirpus sylvaticus* L)
69. Камыш озерный (*Scirpus lacustris* L)
70. Кизляк кистецветный (*Naumburgia thyrsiflora* (L) Reichenb)
71. Кипрей болотный (*Epilobium palustre* L.)
72. Кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*)
73. Клевер ползучий (*Trifolium repens* L)
74. Колокольчик раскидистый (*Campanula patula* L)
75. Колокольчик широколистный (*Campanula latifolia* L)
76. Копытень европейский (*Ásarum europaéum*)
77. Кострец безостый (*Bromopsis inermis*)
78. Костяника (*Rubus saxatilis* L)
79. Кочедыжник женский (*Athyrium filix-femina* (L) Roth)
80. Кошачья лапка двудомная (*Antennária dióica*)
81. Крапива двудомная (*Urtica dioica* L)
82. Кубышка желтая (*Núphar lútea*)
83. Кубышка малая (*Nuphar pumila*)
84. Купальница европейская (*Tróllius europaéus*)

85. Купырь лесной (*Anthriscussylvestris* (L) Hoffm)
86. Линнея северная (*Linnaea borealis*)
87. Лисохвост коленчатый *Alopecurus geniculatus* L
88. Лисохвост равный (*Alopecurus aequalis*)
89. Любка двулистная (*Platanthera bifolia*)
90. Лютик кашубский *Ranunculus cassubicus* L
91. Лютик ползучий (*Ranunculus repens*)
92. Лютик едкий (*Ranunculus ácris*)
93. Майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L)
94. Малина хмелистная (*Rubus humulifolius*)
95. Манник наплывающий (*Glyceria fluitans*)
96. Марьянник лесной (*Melampýrum sylvaticum*)
97. Марьянник луговой (*Melampyrum eporine* L)
98. Многокоренник обыкновенный (*Spirodela polyrhiza*)
99. Мята перечная (*Méntha piperíta*)
100. Мята полевая (*Mentha arvensis* L)
101. Недотрога обыкновенная (*Impatiens noli-tangere* L)
102. Недотрога мелкоцветковая (*Impatiens parviflora*)
103. Незабудка болотная (*Myosótis scorpióides*)
104. Незабудка полевая (*Myosotis arvensis*)
105. Нивяник обыкновенный (*Leucanthemum vulgare* Lam)
106. Норичник шишковатый *Scrophul arianodosa* L
107. Ожика волосистая (*Luzula pilosa* (L) Willd)
108. Ортилия однобокая (*Orthilia secunda*)
109. Осока бледноватая (*Carex pallescens*)
110. Осока заячья *Carex leporina* L
111. Осока ложносытевидная (*Carex pseudocyperus*)
112. Осока острая (*Carex acuta*)
113. Осока пузырьчатая (*Carex vesicaria*)
114. Осока чёрная (*Carex nigra*)
115. Пальчатокоренник Фукса (*Dactylorhyza Fuchsii* (Druce)
116. Перловник ноникший (*Melica*)
117. Плаун булабовидный (*Lycopodium clavatum*)

118. Подмаренник болотный (*Galium palustre*)
119. Подмаренник настоящий (*Galium verum* L)
120. Подмаренник северный (*Galium boreale* L)
121. Подорожник большой (*Plantago major* L.)
122. Подорожник средний (*Plantago media* L.)
123. Полевица гигантская (*Agrostis gigantea* Roth)
124. Полевица тонкая (*Agróstis capilláris*)
125. Пырей ползучий (*Elytrigia répens*)
126. Пырейник собачий (*Élymus canínus*)
127. Райграс однолетний (*Loliym multiflorum*)
128. Рдест плавающий (*Potamogéton nátons*)
129. Рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus* L.)
130. Рогоз широколистный (*Týpha latifólia*)
131. Роголистник (*Ceratophýllum*)
132. Ряска малая (*Lemna minor*)
133. Ряска трёхдольная (*Lemna trisulca*)
134. Сабельник болотный (*Comarum palustre* L.)
135. Седмичник европейский (*Trientális europaéa*)
136. Ситник развесистый *Juncus ffusus* L
137. Ситник скученный *Juncus conglomeratus* L
138. Ситник тонкий (*Juncus tenuis*)
139. Ситник жабий (*Juncus bufonius*)
140. Ситняг болотный (*Eleocharis palustris* (L.)
141. Сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L)
142. Сочевичник весенний (*Orobis vernus* L)
143. Страусник обыкновенный (*Matteuccias truthiopteris*(L)Todaro)
144. Сурепка обыкновенная (*Barbaréa vulgáris*)
145. Таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria*)
146. Тимофеевка луговая (*Phleum pratense* L)
147. Тростник обыкновенный (*Phragmites communis* Trin)
148. Фегоптерис связывающий (*Phegopteris connectilis*)
149. Фиалка болотная (*Viola palustris* L)
150. Фиалка собачья (*Viola canina* L.)

151. Фиалка удивительная *Viola mirabilis* L
152. Хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum*)
153. Хвощ приречный (*Equisetum fluviatile* L)
154. Хвощ полевой (*Equisetum arvense*)
155. Смолёвка обыкновенная (*Silene vulgaris*)
156. Хмель обыкновенный (*Humulus lupulus*)
157. Частуха подорожниковая *Alisma plantago-aquatica* L
158. Чередá трёхраздѣльная (*Bidens tripartita*)
159. Черника (*Vaccinium myrtillus* L)
160. Черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris* L.)
161. Чертополох курчавый *Carduus crispus* L)
162. Чина весенняя *Lathyrus vernus* (L) Bernh
163. Чина луговая (*Lathyrus pratensis*)
164. Шлемник обыкновенный (*Scutellaria galericulata* L)
165. Щитовник распростертый (*Diplazium expansa* (C Presl))

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследованные малые реки подзоны южной тайги относятся к восточно-европейскому типу, для них характерно ярко выраженное весеннее половодье, летне-осенняя низкая межень, которая может прерываться паводками, и зимняя межень. Ширина и глубина каждой реки могут изменяться как сезонно, так и на протяжении короткого периода при наличии сильных осадков. Наименьшая глубина наблюдается на перекатах, где обычными являются каменисто-песчаные грунты и высокая скорость течения (до 1 м/с и более) (медаль), имеются тихие плёсы, где глубина достигает 1 м и скорость течения 0,3 м/с, также, в структуре реки присутствуют ямы, имеющие глубину 1,5-2 м при отсутствии течения.

2. Гидрохимические особенности малых рек исследованной территории тесно связаны с их происхождением, дренируемыми горизонтами и особенностями водосбора. Заболачивание верховий рек накладывает отпечаток на состав преобладающих ионов и химических соединений, кислотность, содержание кислорода и характер окислительно-восстановительных процессов в водотоках. Малые реки заповедника «Кологривский лес» по классификации О.А. Алекина относятся к классу гидрокарбонатных, группе кальциевых. В связи с заболоченностью водосборов верховий, вода исследованных рек богата органикой и гумусовыми веществами, о чём свидетельствуют высокие показатели цветности, химического потребления кислорода (ХПК), биологического потребления кислорода (БПК) и перманганатной окисляемости.

3. Все исследованные реки подвергаются значительному воздействию зоогенного фактора – строительной деятельности бобров, которые кардинальным образом изменяют гидрологический режим малых рек и приводят к значительным изменениям в экосистемах южной тайги. Бобры являются ключевым видом, запускающим сукцессии в водотоках.

4. Проведённые исследования малых рек бассейна Верхней Волги на территории заповедника «Кологривский лес», подвергающихся воздействию зоогенного фактора, подтверждают, выявленные на других водотоках, закономерности сукцессионных смен в сообществе зоопланктона при переложном типе распространения и использования прудов бобровыми семьями. Зоопланктон прудов, имеющих зоогенное происхождение, специфичен по экологической структуре. Повышение трофического статуса таких водоёмов приводит к доминированию ветвистоусых ракообразных, среди которых встречаются как первичные фильтраторы, так и хищные формы. В отдельные периоды, выедавая первичных фильтраторов, хищники могут доминировать (прежде всего по биомассе). Нарушения бобровых плотин

вследствие разных причин, например, паводков, приводят к увеличению доли собирателей, вертикаторов, детритофагов, которые зачастую локализуются на оставшихся малопроточных участках и в зарослях макрофитов. После разрушения бобровых плотин и восстановления проточности в зоопланктоне преобладают ювенильные и взрослые веслоногие. Зачастую в зоопланктоне бобровых прудов наблюдается резкое доминирование 1-2 видов и высокие биомассы.

6. В ходе исследования сообществ макрозообентоса малых рек ГПЗ «Кологривский лес» им. М.Г. Сеницына за период исследования обнаружено 42 вида, относящихся к 5 классам: *Insecta* (Насекомые), *Clitellata* (Поясковые черви), *Bivalvia* (Двустворчатые), *Gastropoda* (Брюхоногие), *Hirudinea* (Пиявки). Видовой состав исследуемых рек отличается, это связано с условиями обитания, состоянием качества воды и другими факторами. Наибольшее видовое разнообразие бентосных организмов было выявлено в реках: Сеха (20 видов), Лондушка (20 видов), р. Черная (17 видов). Несколько меньше видов было встречено в реке Черной – 17 видов, в реке Сивеж – 14 видов, в р. Кисть – 13 видов, в р. Понга – 12 видов, в р. Ломенга – 12 видов, и менее всего в р. Нелка – 10 видов и в р. Юрманга – 10 видов.

7. Флора изученных фитоценозов содержит 165 видов, которые относятся к 54 семействам и 5 отделам. Цветковые растения представлены 154 видами, голосеменные – 2, плауновидные – 1, папоротниковидные – 5 и хвощевидные представлены 3 видами.

В настоящее время экосистемы бассейнов малых рек в подзоне южной тайги отличаются высоким биологическим разнообразием. Сформированные здесь фито- и зооценозы соответствуют климатическим условиям и особенностям водного режима, составу и структуре почвенного покрова и материнских пород. Большой отпечаток накладывает на экосистемы малых рек, особенно в верхнем течении болотное питание и режим избыточного увлажнения на исследованной территории. Однако в настоящее время на экосистемы в бассейнах малых рек действует зоогенный фактор – строительная деятельность бобров. Эти животные, перегораживая реки плотинами, создают на месте быстротекущих водотоков каскады прудов, вследствие чего течение на многих участках рек практически останавливается. Это приводит к изменению химического состава воды, вследствие значительного поступления в водоёмы органических веществ, что запускает процессы эвтрофирования. В результате в бобровых прудах начинают формироваться лимнофильные сообщества, среди организмов фитопланктона, зоопланктона, бентоса появляются

Отчет о научно-исследовательской работе.

индикаторы высокой трофности, что ведёт к изменению таксономической и функциональной структуры сообществ. Изменения в составе сообществ беспозвоночных животных отразятся в конечном итоге и на позвоночных. Уже сейчас при низких уровнях половодья, если бобровая плотина не размывается талыми водами и её уровень выше уровня воды в реке, она является препятствием для подъёма многих видов рыб в верховья реки. Изменения химического состава воды и действие зоогенного фактора приводят к постепенной смене сообществ макрофитов. Одновременно бобровые семьи значительно изменяют характер прибрежной растительности. Таким образом, зоогенная трансформация запускает экологическую сукцессию, которая приводит к частичной смене состава биоценозов, даже на заповедных территориях не подверженных антропогенному прессу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ткачев Б.П., Булатов В.И. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы / ГПНТБ СО РАН. - Новосибирск, 2002. - 114 с.
2. Экосистемы малых рек. Биоразнообразие, экология, охрана / II Всероссийская конференция, 16-19 ноября 2004 г. – Борок. – 2004. – 115 с.
3. Крылов А.В. Гидробиология малых рек. – Рыбинск: изд-во ОАО Рыбинский дом печати. – 2006. – 110 с.
4. Крылов А.В., Бобров А.А., Папченков О.Л. и др. Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды. – М.: Т-во научн. изданий КМК. - 2007. – 372 с.
5. Крылов А.В., Цветков А.И., Малин М.И. Вертикальное распределение зоопланктона малой реки / Поволжский экологический журнал. – 2009. № 1. С. 47 – 53.
6. Тарбеев М.Л., Шурганова Г.В. Видовой состав зоопланктона малых и средних рек Нижегородского Поволжья и некоторых сопредельных территорий / Вестник Нижегородского университета имени Н.И. Лобачевского. – 2011. - №2 (2). – С.133-136.
7. Стойко Т.Г., Пашкова Г.Ф., Ильин И.В. и др. Гидробионты малых рек в окрестностях города Пензы. / Известия Пензенского государственного педагогического университета им.В.Г.Белинского. - 2012. № 29. С. 165–172.
8. И. В. Поздеев, В. С. Котельникова, О. В. Харитонов, Е. Б. Селеткова Гидробиология малых рек Башкирского государственного природного заповедника / Вестник Башкирского университета. 2013. – т.18. - №2. – С.386-391.
9. Андреева Е.Н. Методы изучения лесных сообществ / Е.Н. Андреева, И.А. Баккал, В.В. Горшков, И.В. Лязгунова, Е.А. Мазная В.Ю. Нешатаева, В.Ю. Нешатаев, Н.И. Ставрова, В.Т. Ярмишко, М.А. Ярмишко // СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. – 240 с.
10. Красная книга Костромской области. Редакторы: А.Г. Еленевский, В.М. Константинов. Кострома: Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Костромской области, 2009. 369 с.
11. Анциферов А.А., Зайцев В.А., Митрофанов Р.В., Сиротина М.В., Ситникова О.Н., 2019 Глава: Птицы; Глава: Млекопитающие, Глава Пресмыкающиеся, Глава Земноводные / Красная книга Костромской области, 2-е издание, дополненное и переработанное. 432 с (Научные редакторы: Сиротина М.В., Анциферов А.А., Ефимова А.А.). Кострома: Департамент природных ресурсов и охраны окружающей

среды Костромской области, Костромской гос. университет. Кострома: ИД "Линия график Кострома".

12. Программа модельных лесов: Кологривский модельный лес. – ВБИ-МАТРА. – 2005. – 65 с.
13. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция. Л.: Изд-во ГосНИОРХ, 1982. – 33 с.
14. Балущкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных и коловраток //Эколого-физиологические основы изучения водных экосистем.1979. Л. "Наука". С.169-172.
15. Puttner-Kolisko A. Proposed formula for calculating body volume of planktonic rotifers.A review of some problems in zooplankton production studies. // Norw. J. Zool. – 1976. – №24. – P.419-456.
16. Новиков Ю.В., Ласточкин К.О. 1990. Методы исследования качества воды водоемов. М.: Медицина. 399 с.
17. Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. – М.: Наука, 2005. – 263 с.
18. Комплексная геоэкологическая практика в южной тайге / п/р. Л.Хенса, Э.К.Буна, М.Г.Синицына и др. – М.: ИПЭЭ им. А.Н.Северцова, 2001. – 212 с.
19. Завьялов Н. А. Влияние речного бобра на экосистемы малых рек / Н.А. Завьялов, А.В. Крылов, А.А. Бобров, В.К. Иванов, Ю.Ю. Дгебуадзе. М.: Наука, 2005. 186 с.
20. Завьялов Н.А. Средообразующая деятельность бобра (*Castor fiber* L.) в европейской части России / Труды государственного природного заповедника «Рдейский». Вып.3 Великий Новгород, 2015. 320 с.
21. Крылов А.В. Зоопланктон / Речной бобр (*Castor fiber* L.) как ключевой вид экосистемы малой реки (на примере Приокско-Террасного государственного биосферного природного заповедника). М.: Т-во научн. изд. КМК, 2012. С. 60–77.
22. Barnes W.J. The effects of beaver in riverbank forest succession // Can. J. Bot.1988. Vol. 66. P.40–44.
23. Ggebuadze Yu. Yu. A preliminary study of the influence of beaver activity on fish assemblage of small low gradient streams in the Volga river / Yu. Yu. Ggebuadze, N.A. Zavjalov // Restoring the European Beaver: 50 years of experience / Edited by G.Sjöbers and J.P.Boll. Sofia-Moskow: Pensoft, 2011. P. 229–240.
24. Naiman R.J. Ecosystem alteration of boreal forest streams by beaver (*Castor canadensis*) / R.J. Naiman, J.M. Melilla, J.E. Hobbie // Ecology. 1986. Vol.67. №5. P. 1254–1269.

25. Осипов В.В. О влиянии деятельности речного бобра *Castor fiber* (*Castoridae*, *Mammalia*) на биоразнообразие экосистем малых рек лесостепной зоны / В. В. Осипов, И. В. Башинский, В. Н. Подшивалина // Поволжский экологический журнал. 2017. №1. – С.69–83.
26. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция. Л.: Изд-во ГосНИОРХ, 1982. 33 с.
27. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР (*Rotatoria*). Подкласс *Eurotatoria* (отряды *Ploimida*, *Monimotrochida*, *Paedotrochida*). Л., 1970. 744 с.
28. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). Л., 1977. 511 с
29. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб., 1995. Т. 2. Ракообразные. 628 с.
30. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т.1. Зоопланктон. п/р В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. М., С-Пб: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.
31. Балущкина Е.В. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных /Е.В. Балущкина, Г.Г. Винберг // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озёр. Л., 1979. С.58–72.
32. Puttner-Kolisko A. Proposed formula for calculating body volume of planktonic rotifers. A review of some problems in zooplankton production studies // Norw. J. Zool. 1976. №24. P.419–456.
33. Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем. М.: Наука. 1996. 189 с.
34. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view. // Arch. Hydrobiol. Beihoft. 1973. Vol. 7. P.1–218.
35. Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных. М.: Изд-во Россельхозакадемии, 1998. 320 с.
36. Чуйков Ю. С. Методы экологического анализа состава и структуры сообществ водных животных // Экология. 1981. №3. С.71–77.

37. Андроникова И.Н. Оценка трофического статуса оз. Галицкого по показателям зоопланктона / И.Н. Андроникова, М.В. Смельская // Вод. ресурсы. 1994. Т. 21. № 6. С. 680–683.
38. Мамаев Б.М. Определитель насекомых по личинкам //Б.М. Мамаев. – М.: Просвещение, 1972. – 398с.
39. Макрушин А.В., 1974. Биологический анализ качества вод. Л.: Зоол. ин-т АН СССР. 59 с.
40. Методы экологических исследований. Модуль 1: Изучение животных : учебно-методическое пособие / сост. Е.С. Иванов, Е.В. Бирюкова, В.В. Черная; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. – Рязань, 2009. – 68 с.
41. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т.2. Зообентос / Под ред. В.Р. Алексеева и С.Я. Цалолихина. – М. – СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 457 с., ил., 6с., 18 цв. вкл.
42. Перцева, Е. В. П-26 Определитель макрозообентоса пресных водоемов : учебно-методическое пособие / Е. В. Перцева, Г. А. Бурлака. – Самара: РИЦ СГСХА, 2012 – 270 с.
43. Рылов В.М. Пресноводная фауна. Л., 1930. 320 с.
44. Сиротина М.В., Мурадова Л.В., Криницын И.Г., Семёнова Г.А. Биоиндикация водных экосистем / М.В. Сиротина, Л.В. Мурадова, И.Г. Криницын, Г.А. Семёнова. – Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2016 – 238 с.
45. Шалапенок, Е. С. Краткий определитель водных беспозвоночных животных : учеб. пособие для студентов биол. фак. спец. 1-3101 01 «Биология»,1-310101-03«Биотехнология»,1-3301 01 «Биоэкология» / Е. С. Шалапенок, Ж. Е. Мелешко. — Мн. : БГУ, 2005. – 243 с.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

2. Зайцев В.А., Сиротина М.В., Мурадова Л.В., Ситникова О.Н., 2018. Бобры заповедника Кологривский лес / Бобры в заповедниках Европейской части России. Труды гос. заповедника «Рдейский». Т. 4. (Завьялов Н.А., Хляп Л.А., ред.). Великие Луки: Великолукская типография. С. 125.
3. Зайцев В.А., Сиротина М.В., Ситникова О.Н., Мурадова Л.В., 2018. Поселения бобра (*Castor fiber*) в заповеднике "Кологривский лес" // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: современное состояние и перспективы. Мт-лы Всероссийской с международным участием конференции. Кологрив: заповедник "Кологривский лес", Костромской гос. университет. 20-21 сент. С. 211-215.
4. Анциферов А.А., Зайцев В.А., Митрофанов Р.В., Сиротина М.В., Ситникова О.Н., 2019 Глава: Птицы; Глава: Млекопитающие, Глава Пресмыкающиеся, Глава Земноводные / Красная книга Костромской области, 2-е издание, дополненное и переработанное. 432 с (Научные редакторы: Сиротина М.В., Анциферов А.А., Ефимова А.А.). Кострома: Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Костромской области, Костромской гос. университет. Кострома: ИД "Линия график Кострома".
5. Мурадова Л.В., Сиротина М.В., Воронцова Е.Л., 2019. Экология животных. - Кострома: Костромской государственный университет. С. 60. ISBN 978-5-8285-1028-3 (Учебное пособие).
6. Сиротина М.В., 2019 Изменения структуры сообществ зоопланктона бобровых прудов под воздействием зоогенного фактора / Всероссийский научно-практический журнал "Вода. Химия и экология" 2019. – №7–9. – С. 72–80. ISSN 2072-8158