

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Доктор биол. наук, доцент

Сиротина Марина Валерьевна

Кандидат биол. наук, доцент

Криницын Игорь Георгиевич

подпись, дата

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

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.

Важнейшими результатами работы являются следующие.

1. Проведено комплексное изучение экосистем рек в ритрали и потамали, включающее:

- изучены гидрологические характеристики малых рек подзоны южной тайги;
- изучены гидрохимические характеристики исследованных водотоков и их влияние

Отчет о научно-исследовательской работе.

на формирование гидроценозов;

- проведён анализ влияния биотических факторов на формирование гидроценозов малых рек, в частности, зоогенной деятельности бобров;

- проведён отбор и анализ гидробиологических проб в верхнем, среднем и нижнем течении исследованных рек;

- проведено изучение биоразнообразия, структурных и функциональных характеристик популяций в составе водных биоценозов (фитопланктон, зоопланктон, бентос).

- проведён анализ структуры и закономерностей расположения фитоценозов по берегам малых рек;

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

Отчет на 80 с., 4 ч., 37 рис., 26 табл., 17 источников.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
МЕТОДЫ	7
РЕЗУЛЬТАТЫ	11
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	78
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ	79

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.

Река Сеха имеет длину 34 км и протекает в северном направлении по территории Парфеньевского и Кологривского районов. Площадь водосборного бассейна Сехи составляет 198 км². Слиянием с рекой Лондушкой образует реку Понгу в 73 км от её устья, являясь левой составляющей.

Река Лондушка является правым притоком реки Понга, а в 800 метрах от устья принимает справа реку Ломенга. Лондушка берёт начало в 8 км к северо-западу от населённого пункта Анюж. Течёт на север через елово-берёзовые леса, сливается с рекой Сеха и образует реку Понга. Устье реки Лондушка находится в 73 км по правому берегу реки Понга, длина реки составляет 26 км, площадь водосборного бассейна – 206 км².

Река Понга образуется слиянием рек Лондушка и Сеха. Устье реки находится в 330,4 км по правому берегу реки Унжа. Длина реки составляет 73 км (от истока Сехи — 107 км), площадь водосборного бассейна 824 км².

Река Чёрная – левый приток реки Сехи. Длина реки составляет 7 км.

Река Ломенга берёт начало к юго-западу от деревни Бураково и течёт на юг через елово-берёзовые леса. На реке находится урочище Ломенга. Устье реки находится в 0,8 км по правому берегу реки Лондушка, длина реки составляет 14 км. Протекает в охранной зоне заповедника.

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 подзоны южной тайги;
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. Отбор и анализ гидробиологических проб в верхнем, среднем и нижнем течении исследованных рек;
5. Изучение биоразнообразия, структурных и функциональных характеристик популяций в составе водных биоценозов (фитопланктон, зоопланктон, бентос).
6. Анализ структуры и закономерностей расположения 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 верхнего, среднего и нижнего течения исследованных малых рек. Пробы анализировались в аккредитованных лабораториях: Испытательная лаборатория ФГУ ГСАС «Костромская» и Лаборатории экологического мониторинга ОГБУ «Природоохранная дирекция» с использованием фотоэлектрокалориметра КФК-2, анализатора жидкости «Флюорат-02-02М», pH-метра универсального ЦВСАИ, весов электронных Adventurer AR0640, анализатора кислорода «Марк-303Э», аппарата «Спектроскан МАКС –G-05-40».

2.3. Отбор и обработка планктонных проб

Качественные пробы фитопланктона и 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

Отчет о научно-исследовательской работе.

[13]. Расчёт индивидуальной массы ракообразных и коловраток выполнен на основе уравнений зависимости этого показателя от длины тела организма [14, 15].

Количественная обработка фитопланктонных проб проводилась в счётной камере, количество клеток в 1 литре определялось по формуле:

$$N = K \cdot n \cdot (A/a) \cdot v \cdot (1000/V)$$

где N – количество организмов в 1 литре воды исследуемого водоёма,

K – коэффициент, показывающий во сколько раз объем счетной камеры меньше 1 см³,

n – количество организмов обнаруженных на просмотренных дорожках (квадратах, полосах) счетной камеры,

A – количество дорожек (квадратов, полос в счетной камере),

a – количество дорожек (квадратов, полос), на которых производится подсчет водорослей,

v – объем сгущенной пробы (см³),

V – первоначальный объем отобранной пробы (см³).

Для оценки экологического состояния водотоков по зоопланктону использованы индексы:

Индекс видового разнообразия для сообщества зоопланктона по Шеннону-Уиверу.

$$H_{\text{бит}} = -\sum N_i/N \log_2 N_i/N, \text{ где}$$

N_i – число экземпляров вида I;

N – число индивидуумов всех видов,

Для оценки уровня загрязненности водоема вычислен 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.

Для фитопланктона высчитывался индекс видового разнообразия по Менгинику:

$$J = S/\sqrt{n}$$

где J – индекс видового разнообразия организмов,

S – число видов,

n – число особей.

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. Оценка состояния водотока проводилась по методу Вудивиса в соответствии со шкалой (табл.2.1.)

Таблица 2.1

Классификация биологических проб по Ф. Вудивиссу (1964)

	Группы организмов	Присутствие или отсутствие вида	Биотический индекс при общем количестве присутствующих "групп"				
			0 - 1	2- 5	6- 10	11- 15	>15
Чистая вода – Часто наблюдаемая последовательность исчезновения организмов из биоценозов по мере увеличения степени загрязнения – Грязная вода	Личинки веснянок	Больше одного вида		7	8	9	10
		Только один вид		6	7	8	9
	Личинки поденок, исключая <i>Baetis rodani</i>	Больше одного вида		6	7	8	9
		Только один вид		5	6	7	8
	Личинки ручейников и/или <i>Baetis rodani</i>	Больше одного вида		5	6	7	8
		Только один вид	4	4	5	6	7
	Гаммарус	Все вышеназванные виды отсутствуют	3	4	5	6	7
	Азеллус	Все вышеназванные виды отсутствуют	2	3	4	5	6
	Тубифициды и/или красные личинки хирономид	Все вышеназванные виды отсутствуют	1	2	3	4	
	Виды, нетребовательные к кислороду (<i>Eristalis tenax</i>)	Все вышеназванные виды отсутствуют	0	1	2		

Состояние исследуемого водоёма определялось следующим образом:

1. 0-2 балла – очень сильное загрязнение (5 – 7 класс качества), водное сообщество находится в сильно угнетённом состоянии.
2. 3-5 баллов – значительное загрязнение (4 – 5 класс качества).
3. 6-7 баллов – незначительное загрязнение водоёма (3 класс качества).
4. 8-10 баллов и выше – чистые реки (1 – 2 класс качества).

Индекс Майера высчитывался с учётом шкалы (Табл.2.2) по формуле:

$$S = X \times 3 + Y \times 2 + Z \times 1, \text{ где}$$

S – индекс Майера, X, Y, Z – организмы соответствующих групп.

Таблица 2.2

Индикаторные организмы по индексу Майера

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

Также, для бентосных проб вычислен индекс сапробности по Пантле и Букку.

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 (рис. 3.1.). При этом водосборные понижения, болота и примыкающие к ним леса отличаются высоким биологическим разнообразием и обилием редких видов.



Рис.3.1. Карта территорий особой биологической, гидрологической и геоморфологической ценности Кологривского района [12].

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 км².

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 болота и заболоченные территории (рис. 3.2.), 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.



Рис.3.2. Заболоченная территория на верхнем участке реки Сеха

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.



Рис. 3.3. Река Понга в мае 2014 г.

Река Понга является наиболее крупным из изученных водотоков, её средняя ширина в третьем квартале заповедника достигает наибольшей ширины (11.75 м) в мае 2014 года при высокой скорости течения 0.9 м/с (Рис.3.3., Табл. 3.1). Средняя глубина составляет от 0,14 м на перекатах до 2 м на участках, подпруженных бобровыми плотинами (Рис.3.4., Рис.3.5.).



Рис.3.4. Бобровая плотина на реке Понге



Рис.3.5. Подпруженный участок реки Понги

В верхнем течении река Понга имеет ширину в среднем 8,7 м, средняя глубина составляет 0,43 м. Скорость течения невысока – 0,025-0,04 м/с, прозрачность – 0,6-0,75 м, дно обильно зарастает макрофитами (Рис.3.6.).



Рис.3.6. Река Понга в верхнем течении (сентябрь 2014 г.)

Река Сеха - имеет длину 34 км и является самой малой по классификации Рохмистрова-Наумова. Длина в пределах заповедника составляет 20,5 км (в основном

Отчет о научно-исследовательской работе.

среднее и нижнее течение). 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.

Таблица 3.1

Гидрологические показатели малых рек заповедника (2014 г.)

Показатель	Сеха		Чёрная		Лондушка	Понга
	Верхний участок 71 квартал	Среднее течение 24 квартал	Верхнее течение граница 21 и 22 квартала	Нижнее течение 24 квартал	Среднее течение 33 квартал	Среднее течение 3 квартал
Май 2014 г.						
Средняя ширина	6,25 м	6,26 м	4,31 м	3,3 м	5,03 м	11,75 м
Средняя глубина	0,79 м	0,62 м	0,85 м	0,58 м	0,54 м	**
Площадь сечения	9,15 м ²	9,5 м ²	7,8 м ²	5,99 м ²	6,25 м ²	**
Скорость течения	0,37 м/с	0,83 м/с	- *	0,45 м/с	0,79 м/с	0,90 м/с
Расход воды	3,45 м ³ /с	7,8 м ³ /с	- *	2,66 м ³ /с	4,97 м ³ /с	**
Прозрачность	0,8 м	0,95 м	> 1 м	> 1 м	0,75 м	0,8 м
Температура	13,7°C	13,4°C	13,4°C	14,2 °C	14°C	14°C
Июнь-июль 2014 г.						
Средняя ширина	5,36 м	6,27 м	5,61 м	3,06 м	3,46 м	10,5 м
Средняя глубина	0,97 м	0,31 м	0,74 м	0,39 м	0,36 м	0,19 м
Площадь сечения	4,64 м ²	1,5 м ²	4,06 м ²	1,28 м ²	0,9 м ²	2,62 м ²
Скорость течения	0,37 м/с	0,40 м/с	- *	0,04 м/с	0,23 м/с	0,60 м/с
Расход воды	0,23 м ³ /с	0,62 м ³ /с	- *	0,05 м ³ /с	0,21 м ³ /с	2,38 м ³ /с
Прозрачность	0,9 м	> 1 м	0,9 м	> 1 м	0,40 м	> 1 м
Температура	14,2°C	16,0°C	14,3°C	13,7 °C	18,0°C	14°C

* – течение отсутствует, расход воды невозможно рассчитать;

** – данные не получены вследствие невозможности перебраться на правый берег реки.

На верхнем участке река Сеха наименьшую среднюю ширину имеет в июне (2014-2015 гг.) – 4,72 м. В мае 2014 года средняя ширина реки на изучаемом участке составляла 6,25 м, наибольшей ширины за период наблюдений река достигла в сентябре 2015 года (9,2 м) вследствие постройки бобровой плотины ниже по течению реки (кордон Северный) (Рис. 3.7.). Плотина на верхнем участке Сехи была построена бобрами в конце лета 2014 года, после чего течение реки значительно ослабло (0,05-0,07 м/с), а в июне 2015 года отсутствовало (Табл. 3.2, Табл. 3.3.). В мае-июне 2014 года течение на данном участке было намного выше и составляло 0,37 м/с. Также, в динамике, после подпруживания реки, наблюдалось снижение прозрачности от 0,8-0,9 м до 0,52 м в сентябре 2014 года и в июне 2015 года.



Рис. 3.7. Подпруженный участок реки Сехи в сентябре 2015 года (кордон Северный)

Наибольшие значения расхода воды на верхнем участке реки Сеха наблюдались в мае 2014 года ($3,45 \text{ м}^3/\text{с}$), что было связано с высокой скоростью течения в этот период. В динамике этот показатель значительно снижался: в 2014 году наименьшее значение было отмечено в сентябре ($0,21 \text{ м}^3/\text{с}$), в 2015 году он близился к нулевым значениям из-за отсутствия течения, а в сентябре, после пополнения реки дождевыми водами был равен $0,11 \text{ м}^3/\text{с}$.

Таблица 3.2

Гидрологические показатели рек Понги и Сехи в сентябре 2014 г.

Показатель	Понга		Сеха		
	Верхнее течение 11 квартал	Среднее течение 3 квартал	Верхний участок 71 квартал	Среднее течение 24 квартал	Нижнее течение 11 квартал
Средняя ширина	8,8 м	10,2 м	5,25 м	7,23 м	5,9 м
Средняя глубина	0,44 м	0,14 м	0,87 м	0,28 м	0,39 м
Площадь сечения	$3,87 \text{ м}^2$	$1,35 \text{ м}^2$	$4,45 \text{ м}^2$	$1,72 \text{ м}^2$	$2,16 \text{ м}^2$
Скорость течения	0,04 м/с	0,08 м/с	0,05 м/с	0,04 м/с	0,045 м/с
Расход воды	$1,55 \text{ м}^3/\text{с}$	$0,11 \text{ м}^3/\text{с}$	$0,209 \text{ м}^3/\text{с}$	$0,069 \text{ м}^3/\text{с}$	$0,097 \text{ м}^3/\text{с}$
Прозрачность	0,75	$>0,75 \text{ м}$	0,52 м	$>0,8 \text{ м}$	0,75 м
Температура	6 °C	6 °C	6 °C	8,3 °C	6 °C

Изученный участок в среднем течении реки Сеха (кордон Сеха, 24 квартал), сочетал как перекаты с каменисто-песчаным грунтом, так и более глубокие участки с небольшим течением, илисто-песчаным грунтом и поросшие макрофитами (Рис. 3.8.).



Рис.3.8. Река Сеха в среднем течении

Наиболее высокая скорость течения отмечена в мае (0,83 м/с), наименьшая в сентябре 2014 года (0,04 м/с), соответственно изменялись величины расхода воды от 7,8 м³/с в мае до 0,07 м³/с в сентябре.

Таблица 3.3

Гидрологические показатели рек Понги и Сехи в июне 2015 г.

Показатель	Понга		Сеха		
	Верхнее течение 11 квартал	Среднее течение 3 квартал	Верхний участок 71 квартал	Среднее течение 24 квартал	Нижнее течение 11 квартал
Средняя ширина	8,6 м	9,37 м	4,08 м	7,57 м	4,65 м
Средняя глубина	0,42 м	0,27 м	0,57 м	0,81 м	0,67 м
Площадь сечения	2,99 м ²	2,1 м ²	2,13 м ²	5,5 м ²	1,6 м ²
Скорость течения	0,025 м/с	0,34 м/с	- *	0,09 м/с	0,4 м/с
Расход воды	0,07 м ³ /с	0,71 м ³ /с	- *	0,5 м ³ /с	0,64 м ³ /с
Прозрачность	0,6	>0,1 м	>0,5 м	0,8 м	0,55 м
Температура	18 °С	18 °С	19 °С	18 °С	18 °С

* – течение отсутствует, расход воды невозможно рассчитать.

Необходимо отметить, что уровень воды в реке претерпевает значительные изменения, связанные с сезоном года и наличием или отсутствием дождей. В течение нескольких часов после обильных осадков уровень воды в Сехе, как и в других реках может подняться на 0,30 и более метров.

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



Рис. 3.9. Бобровая плотина в верхнем течении реки Чёрная (май 2014 г.)

На изученном участке наибольшей средней ширины река достигает в сентябре 2014 года (6,36 м), средняя ширина за период исследований составила 5,52 м. Во все сезоны 2014-2015 гг. течение на исследованном участке отсутствовало из-за наличия плотины, построенной бобрами, несколько ниже по течению реки (Табл. 3.1., Табл.3.4.-3.6., Рис. 3.9.).

Таблица 3.4

Гидрологические показатели рек Лондушки, Чёрной и Ломенги в сентябре 2014 г.

Показатель	Лондушка		Чёрная		Ломенга
	Среднее течение 33 квартал	Нижнее течение	Верхнее течение граница 21 и 22 квартала	Нижнее течение 23 квартал	Нижнее течение
Средняя ширина	4,4 м	4,23 м	6,36 м	2,76 м	4,93 м
Средняя глубина	0,26 м	0,22 м	0,61 м	0,32 м	0,54 м
Площадь сечения	0,76 м ²	0,97 м ²	3,47 м ²	0,61 м ²	1,71 м ²
Скорость течения	- *	0,04 м/с	- *	0,04 м/с	0,03 м/с
Расход воды	- *	0,022 м ³ /с	- *	0,013 м ³ /с	0,055 м ³ /с
Прозрачность	0,48 м	0,4 м	0,4 м	>1,0 м	>0,8 м
Температура	7,3 °С	9,7 °С	6,7 °С	6,0 °С	6,9 °С

Прозрачность снижается в летние месяцы, вследствие функционирования данного участка реки как стоячего водоёма и развития там фито- и зоопланктонных сообществ. В июне 2015 года прозрачность составила 0,35 м (Табл.3.5.).

Река Чёрная в нижнем течении недалеко от места её впадения в реку Сеху также перегорожена плотиной, построенной бобрами. Выше плотины течение замедлено, ниже может достигать в весенний период 0,45 м/с.



Рис.3.10. Река Чёрная в нижнем течении (май 2014 г.)

На участке ниже плотины средняя ширина реки составляет 2,8 м (Рис. 3.10.). Наибольший расход воды наблюдался в мае 2014 года ($2,68 \text{ м}^3/\text{с}$), наименьший – в июне 2014 года $0,05 \text{ м}^3/\text{с}$ в связи со значительным замедлением скорости течения. Прозрачность в 2015 году снизилась и достигла 0,5 м (Табл.3.5., Табл.3.6.).

Таблица 3.5

Гидрологические показатели рек Лондушки, Чёрной и Ломенги в июне 2015 г.

Показатель	Лондушка		Чёрная		Ломенга
	Среднее течение 33 квартал	Нижнее течение	Верхнее течение граница 21 и 22 квартала	Нижнее течение 23 квартал	Нижнее течение
Средняя ширина	4,68 м	5,32 м	5,48 м	2,43 м	4,4 м
Средняя глубина	0,43 м	0,38 м	0,61 м	0,28 м	0,25 м
Площадь сечения	$1,63 \text{ м}^2$	$1,61 \text{ м}^2$	$2,77 \text{ м}^2$	$0,84 \text{ м}^2$	$0,88 \text{ м}^2$
Скорость течения	0,09 м/с	0,15 м/с	- *	0,1 м/с	- *
Расход воды	$0,15 \text{ м}^3/\text{с}$	$0,24 \text{ м}^3/\text{с}$	- *	$0,08 \text{ м}^3/\text{с}$	- *
Прозрачность	0,5	0,7 м	0,35 м	0,5 м	0,25 м
Температура	$18,0^\circ\text{C}$	$19,0^\circ\text{C}$	$18,0^\circ\text{C}$	$10,0^\circ\text{C}$	$18,0^\circ\text{C}$

* – течение отсутствует, расход воды невозможно рассчитать.

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.

В среднем течении реки средняя ширина составила 4,52 м, наименьшая ширина наблюдалась в июне 2014 года и составила 3,46 м (Табл.3.1., Рис.3.11. А).



А

Б

Рис.3.11. Река Лондушка в среднем (А) и нижнем (Б) течении (июнь 2015 г.)

Средняя глубина реки на изученном участке составила 0,4 м, наибольшая прозрачность наблюдается в мае (0,75 м), наименьшие значения прозрачности отмечены в летний период. Самые высокие значения расхода воды – в мае, а в июне 2014 года расход воды приближается к нулевой отметке вследствие остановки течения воды из-за строительной деятельности бобров.

В нижнем течении реки, вблизи впадения Лондушки в реку Понгу, средняя ширина составила 4,9 м при средней глубине на перекатах 0,3 м. Прозрачность составила в среднем 0,55 м, а расход воды изменялся в диапазоне 0,022-0,24 м³/с. Отмечается высокая степень зарастания реки макрофитами как в среднем, так и в нижнем течении (Рис.3.11.Б). Одновременно в воде развивается богатое крупными видами сообщество зоопланктона.

Таблица 3.6

Гидрологические показатели малых рек заповедника (сентябрь 2015 г.)

Показатель	Сеха		Чёрная		Лондушка	Понга
	Верхний участок 71 квартал	Среднее течение 24 квартал	Верхнее течение граница 21 и 22 квартала	Нижнее течение 24 квартал	Среднее течение 33 квартал	Среднее течение 3 квартал
Средняя ширина	9,2 м	5,31 м	5,85 м	2,43 м	5,05 м	11,62 м
Средняя глубина	0,32 м	0,67 м	0,92 м	0,33 м	0,32 м	0,33
Площадь сечения	1,59 м ²	2,25 м ²	4,65 м ²	0,99 м ²	1,59 м ²	2,99
Скорость течения	0,07 м/с	0,17 м/с	- *	0,12 м/с	0,13 м/с	0,6 м/с
Расход воды	0,11 м ³ /с	0,38 м ³ /с	- *	0,12 м ³ /с	0,21 м ³ /с	1,79
Прозрачность	0,85 м	0,75 м	0,8	0,5 м	0,7 м	>0,8 м
Температура	12,0°C	10,0°C	10,5°C	10,0°C	11,0°C	11,0°C

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.



Рис.3.12.. Река Ломенга в сентябре 2014 года (нижнее течение)

Средняя ширина составила 4,7 м, значения прозрачности колебались в диапазоне 0,25-0,8 м (Табл. 3.4, Табл.3.5.). Течение слабое – в сентябре его значения составили 0,03 м/с, в июне 2015 года течение отсутствовало. Вода в реке имеет тёмный оттенок (Рис.3.12.).

Гидрологические показатели на участках малых рек в июне 2016 и июне 2017 гг. показаны в таблице 3.7. В июне 2017 года после продолжительных дождей реки кологривского участка заповедника значительно разлились. Увеличилась средняя ширина рек на участках наблюдения, а глубину в большинстве случаев было невозможно измерить.

Таблица 3.7

Гидрологические показатели участков малых рек (2016-2017 гг.)

Реки	Средняя ширина (м)		Средняя глубина (м)		Скорость течения (м/с)		Прозрачность (м)		Температура °С		pH
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	
Лондушка среднее течение	2,6	9,7	0,30	1,3	*	0,21	0,36	>0,7	12	11	*
Лондушка нижнее течение	4,2	7,6	0,3	*	0,18	0,16	0,7	0,8	19	14,9	5,8
Сеха нижнее	4,5	11,8	0,4	*	0,53	0,32	0,5	0,6	18	14	6,4

Отчет о научно-исследовательской работе.

течение											
Понга верхнее течение	9,9	12,6	0,8	*	0,12	0,26	0,9	0,7	19	16,1	6,4
Ломенга нижнее течение	2,6	*	0,2	*	0,25	*	*	*	18	15,7	5,7

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). Необходимо отметить, что в весенний период в водах малых рек заповедника ведущее значение имеют катионы магния (Табл. 3.8.), что, также характерно для рек, тесно связанных с болотной системой, где кальций и магний принадлежит особая роль в почвообразовании и стоковые воды с болот содержат большое количество ионов магния. Кроме того, возможно, это связано с вымыванием в период весеннего половодья магния из осадочных карбонатных пород с содержанием доломита ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$).

Территория заповедника преимущественно сложена московской мореной, представленной здесь средним суглинком рыжевато-светло-коричневым, с редкими включениями разнородного 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 разнородных песков. Среди каменистых остатков местами встречается рухляк карбонатных пород, однако, такие породы выходят на дневную поверхность крайне редко. Рухляк или мергель представляет собой осадочную горную породу, состоящую из мелкозернистого кальцита (40-60%) с примесью доломита и глинистых минералов.

Значения гидрохимических показателей малых рек изученного участка южной тайги изменяются как по сезонам года, так и при продвижении от истока к устью реки (рассматривалось от зон ритрали до потамали). Так водородный показатель (рН) варьирует в диапазоне 5,82 – 9,14. Кислотность воды изменяется при продвижении от истока к устью. Например, в реке Сехе в мае 2014 года наблюдается переход от слабокислых вод в верхнем течении (5,82) к нейтральным в среднем течении (Табл.3.8.). В июне в верхнем и среднем течении вода остаётся слабощелочной (7,82 и 7,65) (Табл. 3.9.). В сентябре вода верховий и среднего течения реки Сехи слабощелочная (8,35 и 7,96), в нижнем течении – относится к группе щелочных (9,14) (Табл 3.11). Таблица 3.13 иллюстрирует аналогичную закономерность перехода водородного показателя при продвижении от верхних участков реки Сехи к среднему и нижнему течению от слабокислых значений к нейтральным в июне 2015 года.

Таблица 3.8

Гидрохимические показатели малых рек заповедника «Кологривский лес» в мае 2014 года

Показатель	Сеха		Чёрная		Лондушка	Понга
	Верхнее течение 71 квартал	Среднее течение 24 квартал	Верхнее течение граница 21 и 22 квартала	Нижнее течение 24 квартал	Среднее течение 33 квартал	Среднее течение 3 квартал
Хлориды, мг/дм ³	менее 10	менее 10	менее 10	менее 10	менее 10	менее 10
Железо общее, мг/дм ³	0,91	0,86	0,75	0,54	0,85	0,80
Жесткость, градус жесткости	3,96	2,97	3,47	4,46	4,95	9,96
Кальций, мг/дм ³	12,02	15,03	13,83	23,05	12,83	13,83
Магний, мг/дм ³	40,86	26,99	33,80	40,25	52,41	39,76
Водородный показатель, рН	5,82	7,11	6,03	7,33	6,81	7,03
Цветность, градус	107,00	85,00	97,00	48,50	115,00	105,00
Мутность, ЕМФ	4,7	3,2	5,0	3,3	7,7	7,0
БПК пол./ БПК ₅ , мг/л	2,6/3,5	3,0/4,0	4,9/6,5	3,8/5,0	4,2/5,6	4,5/6,0
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /дм ³	28,8	20,7	28,7	14,3	28,7	25,8
Растворённый кислород, мг/дм ³	7,3	8,1	5,0	7,5	7,3	7,8
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,029	0,025	0,032	0,023	0,027	0,031
ХПК, мг/дм ³	16,8	36,98	41,58	7,946	31,68	30,05

Отчет о научно-исследовательской работе.

Натрий, мг/дм ³	0,89	2,11	1,38	2,22	2,00	2,11
Калий, мг/л	0,56	0,89	0,67	1,11	0,78	0,78
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	3,05	24,4	6,1	54,9	18,3	24,4
Сульфаты, мг/дм ³	4,857	5,514	3,827	4,896	5,867	6,049

Наиболее кислые воды отмечаются в весенний период, что связано с активным таянием снежного покрова (талые воды обычно имеют кислую реакцию) и с интенсивным половодьем и поступлением кислых вод с заболоченных территорий в верховьях рек. От весны к осени кислотность воды уменьшается. Так, в реке Сехе в 2014 году значения водородного показателя изменяются от слабокислых (5,82) весной до слабощелочных (7,82) летом и слабощелочных (8,35) осенью (верхнее течение), от нейтральных (7,11) весной к слабощелочным (7,65) летом и слабощелочным (7,96) осенью (среднее течение) (Рис.3.13.). Повышение рН в водотоках малых рек в летний период и в начале осеннего связано с развитием фитопланктонных сообществ, так как использование в процессе фотосинтеза водорослями в качестве источника углерода гидрокарбонат-ионов вызывает подщелачивание среды.

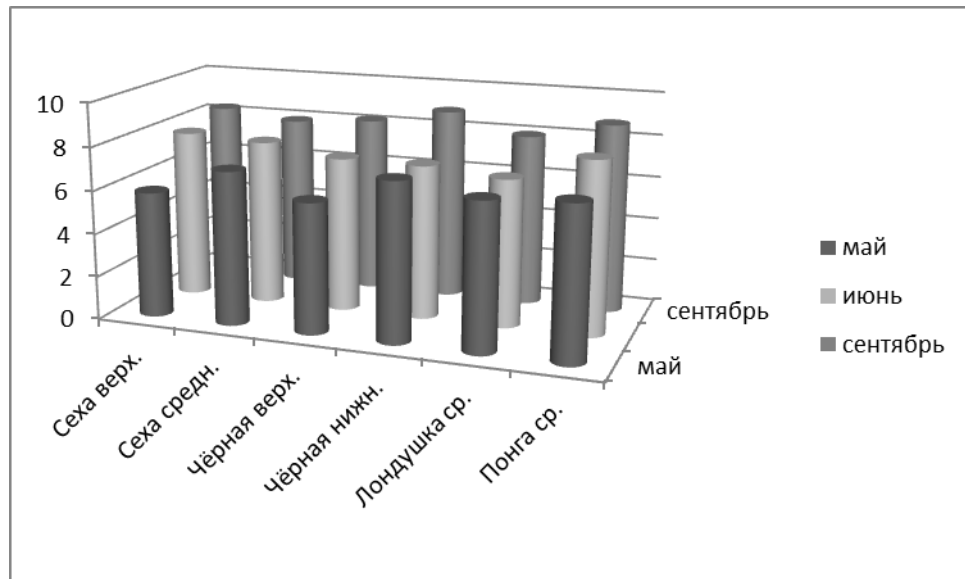


Рис.3.13. Изменение значений водородного показателя по сезонам года и при продвижении по течению реки

Отчет о научно-исследовательской работе.

Жёсткость воды определяется содержанием в ней растворённых солей кальция и магния. В мае-июне 2014 года жёсткость воды всех исследованных участков малых рек находилась в среднем диапазоне значений 2,03-9,96 градусов жёсткости.

В сентябре 2014 года мягкая вода отмечалась в среднем течении рек Лондушки и Сехи и в нижнем течении Ломенги (1,1-2,0°), в июне 2015 года – в среднем и нижнем течении Лондушки, верхнем течении реки Чёрной и нижнем течении Ломенги (1,4-2,0°).

Таблица 3.9

Гидрохимические показатели малых рек заповедника «Кологривский лес»
в июне 2014 года

Показатель	Сеха		Чёрная	Лондушка	Понга 3 квартал	
	Верхнее течение 71 квартал	Среднее течение 24 квартал	Верхнее течение 21/22 квартал	Среднее течение 33 квартал	Среднее течение выше плотины	Среднее течение ниже плотины
Хлориды, мг/дм ³	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Железо общее, мг/дм ³	0,28	0,55	0,67	1,32	2,20	0,27
Жесткость, градус жесткости	4,90	3,46	2,97	2,97	2,03	3,91
Кальций, мг/дм ³	38,48	32,06	19,84	15,83	9,82	35,67
Магний, мг/дм ³	36,24	22,62	24,08	26,51	18,73	25,90
Водородный показатель, pH	7,82	7,65	7,17	7,14	6,84	8,02
Цветность, градус	15,90	38,50	40,40	85,00	93,5	24,10
БПК пол./ БПК ₅ , мг/дм ³	4,8/6,5	3,4/4,5	5,6/7,4	4,9/6,5	3,6/4,8	2,3/3,1
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /дм ³	6,44	11,4	13,8	22,2	17,5	12,7
Растворённый кислород, мг/дм ³	3,4	5,4	2,7	3,3	6,1	7,3
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,005	0,018	0,009	0,026	0,038	0,005
ХПК, мг/дм ³	< 10	< 10	< 10	56,69	38,84	35,26
Натрий, мг/дм ³	4,33	2,94	1,11	1,89	1,33	4,72
Калий, мг/дм ³	0,89	0,78	0,44	0,78	0,56	0,89
Гидрокарбонаты, мг/дм ³	109,8	85,4	24,4	30,5	12,2	122,0
Сульфаты, мг/дм ³	1,646	3,198	24,278	3,7	2,881	1,851

Для исследованной территории южной тайги характерно значительное содержание железа в воде малых рек, превышающем значения предельно допустимых концентраций для рыбохозяйственных водоёмов в отдельных точках даже в 32,5 раз (реки Ломенга и Понга в июне 2015 года), 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.

Таблица 3.10

Гидрохимические показатели малых рек заповедника «Кологривский лес» в сентябре 2014 года

Показатель	Лондушка		Чёрная		Ломенга	Понга 3 квартал	
	Среднее течение 33 квартал	Нижнее течение	Верхнее течение 22 квартал	Нижнее течение 24 квартал	Нижнее течение	Верхнее течение выше плотины	Среднее течение ниже плотины
Хлориды, мг/дм ³	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Аммоний, мг/дм ³	0,13	0,37	0,62	0,49	0,97	0,36	0,27
Нитрат-ион, мг/дм ³	0,36	0,31	1,1	0,96	0,4	0,38	0,36
Нитрит-ион, мг/дм ³	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	0,03
Медь, мг/дм ³	0,02	0,02	0,01	0,06	0,01	0,03	0,02
Никель, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Свинец, мг/дм ³	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Цинк, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Марганец, мг/дм ³	<0,01	0,04	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Нефтепродукты, мг/дм ³	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Запах, балл	1	1	1	1	1	1	1
Вкус, балл	1	1	1	1	1	1	1
АПАВ, мг/дм ³	0,15	0,08	0,15	0,32	0,06	0,06	0,04
Фториды, мг/дм ³	0,11	0,32	0,11	0,19	<0,1	0,23	0,24
Сухой остаток, мг/дм ³	136,0	212,0	184,0	216,0	160,0	216,0	196,0

Отчет о научно-исследовательской работе.

Железо общее, мг/дм ³	0,83	0,83	0,26	<0,1	0,33	0,1	0,1
Жесткость, градус жесткости	1,1	2,95	2,15	3,20	2,0	3,15	2,85
Кальций, мг/дм ³	14,03	41,68	29,06	42,48	25,45	42,08	39,04
Магний, мг/дм ³	4,86	10,58	8,5	13,13	14,05	12,77	10,94
Водородный показатель, рН	8,0	8,95	8,22	8,9	8,10	8,8	8,8
Цветность, градус	120,5	28,95	57,89	18,95	46,3	23,16	21,5
Мутность, ЕМФ	15,1	1,6	3,6	3,4	1,5	2,5	1,6
БПК пол./ БПК ₅ , мг/дм ³	4,29/3,0	3,79/2,65	5,83/4,08	5,72/4,0	<0,5/<0,5	10,90/7,62	11,5/8,04
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /дм ³	9,44	6,48	7,52	5,28	9,1	6,24	5,7
Растворённый кислород, мг/дм ³	5,85	8,2	8,51	9,57	4,91	12,42	13,53
Бор, мг/дм ³	<0,05	0,037	< 0,05	<0,05	0,014	<0,05	0,09
Сульфаты, мг/л	<10	<10	< 10	<10	<10	<10	<10
Щёлочность, моль/дм ³	0,93	3,2	1,9	3,0	1,9	3,2	2,85

Причём, содержание общего железа в воде рек несколько снижается с продвижением от истока к устью, так в мае 2014 года, если вода верхнего течения Сехи содержит 0,91 мг/дм³ железа, реки Чёрной – 0,75 мг/дм³, то в среднем течении Сехи значения этого показателя уже составляют 0,86 мг/дм³, нижнем течении Чёрной – 0,54 мг/дм³.

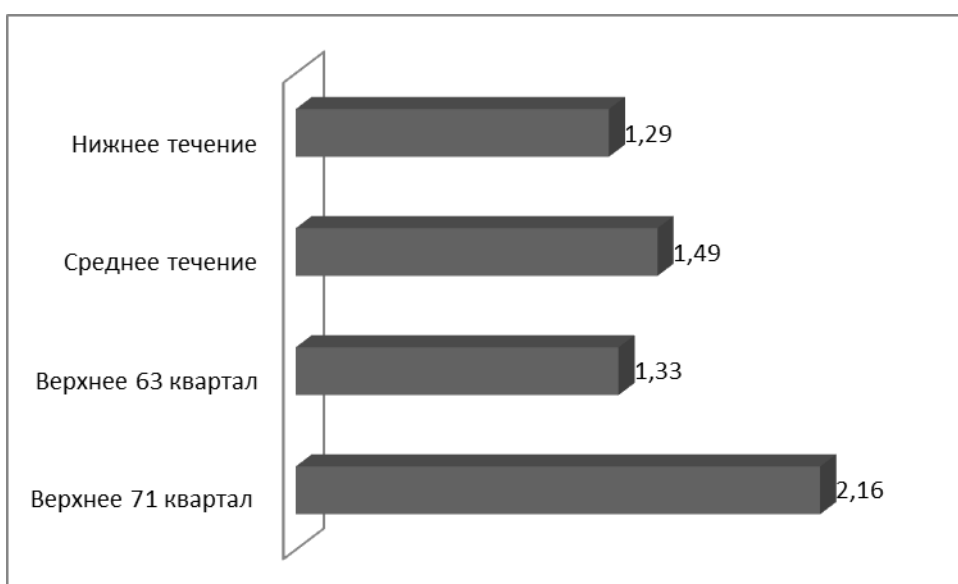


Рис.3.14. Изменение содержания железа в воде при продвижении по течению реки Сехи в июне 2015 г. (мг/дм³)

Рисунок 3.14. отражает снижение содержания железа в воде при продвижении по течению реки Сехи в июне 2015 г. (Табл. 3.13.).

По сходным с железом механизмам поступает в воды малых рек марганец, который может накапливаться в осадочных породах при разложении различных организмов. 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 Чёрной и Лондушки. Концентрация марганца в воде верхнего течения реки Чёрной как в 2014, так и в 2015 году составила 0,02 мг/дм³, что в 2 раза превышает ПДК для рыбохозяйственных водоёмов. В воде нижнего течения реки Лондушки в оба года исследований мы наблюдали превышение ПДК по марганцу в 3-4 раза, в воде среднего течения – в 2015 году в 2-3 раза.

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 малые реки 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, которое находится в диапазоне от 10 до 60 раз. Самые высокие значения концентрации меди отмечены в нижнем течении реки Чёрной (0,04-0,6 мг/дм³), что превышает ПДК в 40-60 раз (Табл. 3.9-3.12.).

Таблица 3.11

Гидрохимические показатели реки Сехи заповедника «Кологривский лес» в сентябре 2014 года

Показатель	Сеха		
	Верхнее течение 71 квартал северн.	Среднее течение 24 квартал	Нижнее течение 11 квартал
Хлориды, мг/дм ³	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Аммоний, мг/дм ³	0,94	0,60	0,32
Нитрат-ион, мг/дм ³	0,99	0,33	<0,1
Нитрит-ион, мг/дм ³	0,02	<0,02	<0,02
Медь, мг/дм ³	<0,01	0,01	0,02
Никель, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01
Свинец, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01
Цинк, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01
Марганец, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01
Нефтепродукты, мг/дм ³	<0,005	<0,005	<0,005

Отчет о научно-исследовательской работе.

Запах, балл	1	1	1
Вкус, балл	1	1	1
АПАВ, мг/дм ³	0,07	0,14	0,10
Фториды, мг/дм ³	0,19	0,24	0,24
Сухой остаток, мг/дм ³	172,0	184,0	208,0
Железо общее, мг/л	0,40	0,35	0,14
Жесткость, градус жесткости	2,45	1,6	3,25
Кальций, мг/дм ³	31,06	20,04	42,08
Магний, мг/дм ³	26,45	7,3	13,98
Водородный показатель, pH	8,35	7,96	9,14
Цветность, градус	56,32	115,26	27,36
Мутность, ЕМФ	2,5	6,0	6,6
БПК пол./ БПК ₅ , мг/дм ³	<0,5/<0,5	4,13/2,89	4,86/3,4
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /дм ³	8,3	4,32	6,4
Растворённый кислород, мг/дм ³	4,07	7,36	9,42
Бор, мг/дм ³	<0,05	0,037	0,037
Сульфаты, мг/дм ³	<10,0	<10,0	<10,0
Щёлочность, моль/дм ³	2,5	1,35	

Аллювиальные почвы, имеющие кислую реакцию, стимулируют переход фтора из малоподвижных соединений в легкорастворимые флюориды, вымываемые грунтовыми и речными водами. Все малые реки исследованного участка южной тайги имеют повышенное содержание фторидов, нами наблюдалось превышение ПДК для рыбохозяйственных водоёмов в 2-9,4 раза. Самое высокое содержание фторидов в воде нами отмечено в оба года исследований в нижнем течении реки Лондушки (0,32 и 0,47 мг/дм³), что превышает ПДК соответственно в 6,4 и 9,4 раз. В среднем течении реки Сехи в июне 2015 года наблюдалось превышение ПДК по фторидам в 7,6 раза.

Следует отметить однократную фиксацию превышения ПДК по свинцу (в 6,6 раза) в сентябре 2014 года в верхнем течении реки Чёрной.

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 цветности, химического потребления кислорода (ХПК), биологического потребления кислорода (БПК) и перманганатной окисляемости.

Так значения цветности в мае 2014 года составили – 107,0 градусов в верховьях Сехи и 97,0 градусов в верхнем течении реки Чёрной, причём, в мае в среднем и нижнем течении рек наблюдается снижение этого показателя: до 85 градусов в среднем течении Сехи и до 48,5 градусов в нижнем течении реки Чёрной. Наименьшие показатели цветности отмечены в июне 2014 для большинства водотоков, в сентябре 2014 года наибольшая цветность наблюдается в среднем течении реки Лондушки (120,2 градуса цветности) (Табл. 3.7., Табл. 3.8., Табл.3.9.) .

В 2015 году значения цветности были более высокими по сравнению с 2014 годом практически для всех исследованных рек. Так в июне 2015 года на верхнем участке реки Сехи цветность достигла 310,5 градусов, в среднем течении реки Лондушки – 255,3, нижнем Ломенги – 267,4 градусов (Табл. 3.12.). В 2015 году на реке Сехе также можно было наблюдать закономерность снижения значений цветности по мере продвижения от истока реки к устью (Рис. 3.15.). Необходимо отметить, что многие реки заповедника имеют очень тёмно окрашенную воду (Рис. 3.16.). Высокая цветность может быть обусловлена как содержанием гуминовых кислот, так и повышенным содержанием железа в воде малых рек заповедника.

О значительном количестве легкоокисляющихся органических веществ в воде малых рек свидетельствуют высокие значения БПК₅ и БПК_{полн.}(Табл. 3.7.-3.12). Причём, наиболее высокие значения этих показателей соответствуют зоогенно трансформированным участкам водотоков.

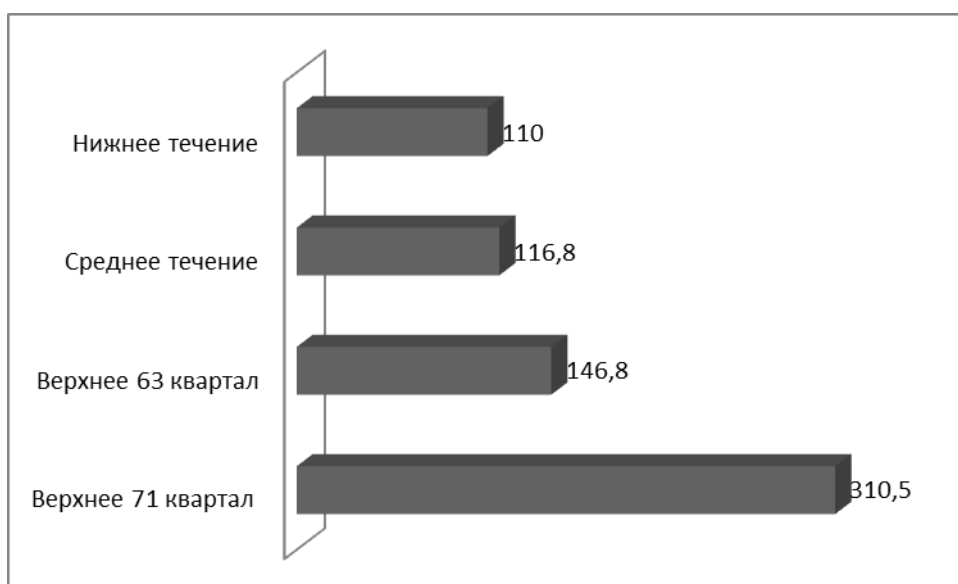


Рис.3.15. Изменение значений цветности при продвижении по течению реки Сехи в июне 2015 г. (градус цветности).



А



Б

Рис.3.16. Высокая цветность воды в июне 2015 г.

А – Река Чёрная среднее течение; Б – Река Сеха 71 квартал.

Более высокие показатели мутности отмечаются по всем изученным водотокам в весенний период. Высокое значение мутности отмечено в среднем течении реки Лондушки в сентябре 2014 года (15,4 ЕМФ), июне 2014 года в этой же точке мутность составила 7,7 ЕМФ, что было выше значений этого показателя всех остальных рек в этот период. Но самая высокая мутность в среднем течении Лондушки была достигнута в июне 2015 года (30,0 ЕМФ), что было связано с бурным развитием фитопланктона. Высокая мутность в июне 2015 года была характерна и для остальных водотоков (Табл. 3.12.).

Таблица 3.12

Гидрохимические показатели малых рек заповедника «Кологривский лес»
в июне 2015 года

Показатель	Лондушка		Чёрная		Ломенга	Понга 3 квартал	
	Среднее течение 33 квартал	Нижнее течение	Верхнее течение 21/22 квартал	Нижнее течение 24 квартал	Нижнее течение	Среднее течение выше плотины	Среднее течение ниже плотин ы

Отчет о научно-исследовательской работе.

Хлориды, мг/дм ³	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Аммоний, мг/дм ³	1,87	0,37	0,63	0,20	1,09	0,21	0,04
Нитрат-ион, мг/дм ³	1,05	0,67	0,55	<0,1	<0,1	0,13	<0,1
Нитрит-ион, мг/дм ³	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Медь, мг/дм ³	0,012	0,01	0,02	0,04	0,01	0,02	0,018
Никель, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Свинец, мг/дм ³	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Цинк, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Марганец, мг/дм ³	<0,03	0,03	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Нефтепродукты, мг/дм ³	<0,004	0,006	<0,005	<0,005	0,007	0,007	0,005
Запах, балл	1	1	1	1	1	1	1
Вкус, балл	1	1	1	1	1	1	1
АПАВ, мг/л	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Фториды, мг/дм ³	0,19	0,47	0,17	0,34	0,51	0,38	0,28
Сухой остаток, мг/дм ³	246,0	222,0	264,0	212,0	154,0	205,0	262,0
Железо общее, мг/дм ³	2,12	2,10	0,26	0,89	3,25	3,25	0,63
Жесткость, градус жесткости	1,4	2,0	1,75	3,20	1,7	2,1	2,1
Кальций, мг/дм ³	21,04	42,08	28,86	42,08	19,04	40,08	37,07
Магний, мг/дм ³	4,26	6,69	6,69	16,42	9,12	7,30	3,04
Водородный показатель, рН	6,35	7,12	7,14	7,39	6,55	7,2	6,85
Цветность, градус	255,3	197,4	124,2	64,2	267,4	145,8	108,4
Мутность, ЕМФ	30,0	10,4	17,0	4,5	17,8	8,4	7,0
БПК пол./ БПК ₅ , мг/дм ³	4,55/3,42	2,50/1,88	0,96/0,72	2,50/1,88	2,05/1,54	1,85/1,39	0,61/0,45
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /дм ³	6,4	6,8	6,3	6,8	8,7	7,2	6,4
Растворённый кислород, мг/дм ³	3,91	5,4	1,2	5,4	3,62	5,36	4,66
Бор, мг/дм ³	<0,05	<0,05	< 0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Сульфаты, мг/дм ³	<10	<10	< 10	<10	<10	<10	<10
Щёлочность, моль/л	1,2	2,2	1,45	3,15	1,2	2,2	2,3

Значения перманганатной окисляемости изменяются по сезонам года и по мере продвижения от истока рек к устью. Необходимо отметить, что в незагрязнённых водотоках существует прямая зависимость цветности воды от перманганатной окисляемости. В мае 2014 года значения перманганатной окисляемости самые высокие: в верхнем течении Сехи – 28,8 мгО₂/дм³, реки Чёрной – 28,7 мгО₂/дм³, но уже в среднем течении Сехи значения этого показателя составили 20,7 мг О₂/дм³, а в нижнем течении реки Чёрной – 14,3 мгО₂/дм³. Значительно ниже показатели перманганатной окисляемости в летний и осенний период. В

2015 году эту тенденцию проследить сложно, что связано с изменением локальных условий на исследуемых участках вследствие строительной деятельности бобров.

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, осыпей, зоогенной трансформации водотоков.

Содержание нитритного азота невысокое и во всех исследованных водотоках не превышает $0,03 \text{ мг/дм}^3$. Нитриты являются неустойчивыми в химическом отношении продуктами, нитритный азот создаётся при окислении бактериями и при восстановлении аммонийных соединений до нитратов. Низкое содержание нитритного азота позволяет сделать заключение о благоприятных условиях окисления органического вещества и высокой самоочищающей способности водотоков. Содержание нитратного азота снижено в летний период вследствие активного потребления водной растительностью, в паводки его количество увеличивается. В сентябре 2014 года содержание нитратного азота в реках заповедника находилось в пределах $0,36\text{--}1,1 \text{ мг/дм}^3$. Максимальные значения были характерны для реки Чёрной – $0,96 \text{ мг/л}$ в верхнем течении и $1,1 \text{ мг/дм}^3$ в нижнем течении. В воде реки Сеха наблюдалось закономерное снижение содержания аммонийного азота при продвижении от верхних участков к устью (Табл. 3.11.). В июне 2015 года содержание нитратного азота в реках заповедника было в диапазоне $<0,1\text{--}1,05 \text{ мг/дм}^3$. Максимальные концентрации были отмечены для среднего и нижнего течения Лондушки ($1,05$ и $0,67 \text{ мг/дм}^3$ соответственно).

Большое влияние на содержание аммонийного азота оказывают поверхности, подстилающие русло и водосбор малой реки, так как он содержится в почвах в составе гумуса. Аналогичным образом, его максимальные значения достигаются в период половодья и паводков, минимальные – в межень. В сентябре 2014 года концентрация аммонийного азота в воде малых рек находилась в пределах $0,13\text{--}0,97 \text{ мг/дм}^3$. Причём, наибольшие значения наблюдались в реке Ломенга ($0,97 \text{ мг/дм}^3$), что в 1,94 раза превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) для рыбохозяйственных водоёмов. В верхнем участке и среднем течении реки Сехи, верхнем течении реки Чёрной в сентябре 2014 года также наблюдалось превышение ПДК по аммонийному азоту. В июне 2015 года концентрация аммонийного азота в среднем течении реки Лондушка достигла $1,87 \text{ мг/дм}^3$, что составляет 3,74 ПДК, в нижнем течении Ломенги – $1,09 \text{ мг/дм}^3$ (2,18 ПДК), в верхнем течении реки

Чёрной – 0,63 мг/дм³ (1,26 ПДК). Следует отметить, что все участки с повышенным содержанием аммонийного азота практически не имели течения и были отгорожены бобровыми плотинами.

Таблица 3.13

Гидрохимические показатели реки Сехи заповедника «Кологривский лес»
в июне 2015 года

Показатель	Сеха			
	Верхний участок (мост) 71 квартал	Верхний участок изба северный 63 квартал	Среднее течение 24 квартал	Нижнее течение 11 квартал
Хлориды, мг/дм ³	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Аммоний, мг/дм ³	0,27	0,33	0,25	0,42
Нитрат-ион, мг/дм ³	<0,1	0,99	<0,1	<0,1
Нитрит-ион, мг/дм ³	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Медь, мг/дм ³	<0,02	0,018	<0,02	0,01
Никель, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Свинец, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Цинк, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Марганец, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Нефтепродукты, мг/дм ³	<0,005	<0,006	0,007	0,009
Запах, балл	1	1	1	1
Вкус, балл	1	1	1	0
АПАВ, мг/дм ³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Фториды, мг/дм ³	0,88	0,28	0,38	0,26
Сухой остаток, мг/дм ³	224,0	232,0	207,0	214,0
Железо общее, мг/дм ³	2,16	1,33	1,49	1,29
Жесткость, градус жесткости	0,75	1,4	2,45	2,15
Кальций, мг/дм ³	10,02	28,86	36,07	34,07
Магний, мг/дм ³	3,04	2,43	7,9	5,47
Водородный показатель, pH	5,82	6,53	7,33	7,32
Цветность, градус	310,5	146,8	116,8	110,5
Мутность, ЕМФ	18,0	10,0	9,0	6,3
БПК пол./ БПК ₅ , мг/дм ³	<0,5/<0,5	<0,5/<0,5	4,13/2,89	4,86/3,4
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /дм ³	5,6	6,4	5,3	6,2
Бор, мг/дм ³	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Сульфаты, мг/дм ³	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Щёлочность, моль/дм ³	0,7	1,35	2,4	2,25

Малые реки болотного происхождения отличаются невысоким содержанием кислорода, особенно в верховьях. В мае 2014 года содержание растворённого кислорода в воде малых

Отчет о научно-исследовательской работе.

рек изученного участка южной тайги находилось в пределах 5,0-7,8 мг/дм³, причём наименьшие значения отмечались в верхнем течении реки Чёрной. Летом значения этого показателя существенно снижаются во всех водотоках и варьируют в диапазоне 2,7-7,3 мг/дм³ в июне 2014 и 1,2-6,4 мг/дм³ в июне 2015 года. Как и в предыдущий период, наименьшие значения содержания кислорода характерны для верховьев реки Чёрной. Эта река является притоком четвёртого порядка, тогда как Сеха – приток третьего порядка, Понга – второго по отношению к Волге. Поэтому болотный комплекс оказывает наибольшее влияние на эту реку, что отражается в специфике её гидрохимических показателей. Осенью содержание кислорода в воде изученных водотоков возрастает и находится в диапазоне 4,07-13,53 мг/дм³. По содержанию растворённого кислорода мы наблюдаем тенденцию к повышению от истока к устью. Более низкое содержание кислорода наблюдается внутри водоёмов, отгороженных бобровыми плотинами по-сравнению со свободно текущими участками реки на этой же станции. Реки интенсивно зарастают макрофитами (Рис.3.17).



А



Б

Рис. 3.17. Зарастание макрофитами русел рек Сехи (А) и Лондушки (Б)

Гидрохимические особенности рек Вонюх и Талица

Река Вонюх (Рис.3-18 – 3.20) большей частью протекает по территории Кологривского района, исток её находится в Парфеньевском районе. Длина реки составляет 33 км, площадь водосборного бассейна – 102 км². Вонюх впадает в реку Унжу в 270 км от её устья по правому берегу.



Рис. 3.18. Река Вонюх верхнее течение 2016 г.

Гидрохимические показатели реки Вонюх несколько изменяются от верхнего течения к среднему и нижнему участкам. Так, значения водородного показателя (pH) в верхнем течении соответствуют слабокислым водам (6,31), в среднем течении они находятся на границе слабощелочных и нейтральных вод (табл. 3.14), а в нижнем течении мы наблюдаем нейтральную реакцию природных вод (7,05). На станции отбора проб на реке Талица отмечена слабокислая вода (pH = 6,23).

Таблица 3.14

Гидрохимические показатели рек Вонюх и Талица
в июне 2016 года

Показатель	Вонюх			Талица
	Верхнее течение	Среднее течение	Нижнее течение	
Аммоний, мг/дм ³	1,9	1,06	0,55	1,36
Нитрат-ион, мг/дм ³	1,84	1,66	1,12	0,77
Нитрит-ион, мг/дм ³	0,19	0,64	0,01	0,005
Медь, мг/дм ³	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Хлорид-ион, мг/дм ³	7,09	5,32	3,54	8,86
Свинец, мг/дм ³	<0,01	<0,01	0,04	<0,01
Цинк, мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Запах, балл	2	1	1	1
Вкус, балл	1	1	1	1
АПАВ, мг/ дм ³	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025

Жесткость, градус жесткости	4,3	3,1	3,7	2,8
Кальций, мг/дм ³	32,1	34,1	42,1	24,0
Магний, мг/дм ³	32,8	17,0	19,5	19,5
Водородный показатель, рН	6,31	6,5	7,05	6,23
Фосфат-ион, мг/дм ³	<0,05	<0,05	< 0,05	<0,05
Сульфат-ион, мг/дм ³	1,4	1,66	0,87	1,05
Щёлочность, моль/дм ³	1,15	1,95	3,05	1,25

Можно отметить среднюю жесткость воды, характерную, как для реки Вонюха, так и для реки Талица. Содержание биогенных и органических веществ в водах малых рек заповедника 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 цветности – воды рек Вонюха и Талица имеют очень тёмную окраску (рис. 3.19).



Рис.3.19. Река Вонюх среднее течение

Содержание ионов основных химических элементов в воде рек Вонюх и Талица в июне 2016 года находится в пределах нормы (табл.3.13). Необходимо отметить только превышение ПДК (по нормативам водных объектов рыбохозяйственного значения) по содержанию аммония. Так, в верхнем течении Вонюха превышение составляет 3,8 раза, в среднем течении – 2,12

раза, в нижнем – в 1,1 раза. В воде реки Талица наблюдается превышение ПДК по аммонии в 2,72 раз. Повышенное содержание аммония, свидетельствует о наличии свежего органического загрязнения в воде водотока.



Рис.3.20. Река Вонюх нижнее течение 2016 г.

Таким образом, 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.

3.3. ВОЗДЕЙСТВИЕ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ СООБЩЕСТВ ГИДРОБИОНТОВ В ВОДОТОКАХ МАЛЫХ РЕК

Фауна заповедника «Кологривский лес» включает не менее 300 видов позвоночных животных, относящихся к пяти классам: 1 вид круглоротых, около 20 видов рыб, 5 видов амфибий, 5 видов рептилий, 172 вида птиц, часть из которых является в заповеднике залётными и не гнездится, около 60 видов млекопитающих.

В бассейнах малых рек, на территориях водосборов нами отмечены: гадюка обыкновенная (*Vipera berus*), уж обыкновенный (*Natrix natrix*), живородящая ящерица (*Zootoca vivipara*), лягушка травяная (*Rana temporaria*), лягушка остромордая (*Rana arvalis*),

жаба серая (*Bufo bufo*) (Рис.3.21.), тритон гребенчатый (*Triturus cristatus*), тритоном обыкновенный (*Triturus vulgaris*).



Рис.3.21.Спаривающиеся серые жабы в воде реки Сехи.

В растительных ассоциациях по берегам рек и в прилегающих лесных массивах нами были выявлены: зяблик (*Fringilla coelebs*), зелёная пеночка (*Phylloscopus trochiloides*), пеночка-теньковка (*Phylloscopus collybitus*), зелёная пересмешка (*Hippolais icterina*), садовая славка (*Sylvia borin*), серая мухоловка (*Muscicapa striata*), малая мухоловка (*Ficedula parva*), мухоловка пеструшка (*Ficedula hypoleuca*), лесной конёк (*Anthus trivialis*), крапивник (*Troglodites troglodites*), большая синица (*Parus major*), буроголовая гаичка (*Parus montanus*), московка (*Parus ater*), гренадерка (*Parus cristatus*), длиннохвостая синица (*Aegithalos caudatus*), пищуха обыкновенная (*Certhia familiaris*), поползень (*Sitta europaea*), чечётка (*Acanthis flammea*), чиж (*Spinus spinus*), снегирь (*Pyrrhula pyrrhula*), клёст-еловик (*Loxia curvirostra*), большой пёстрый дятел (*Dendrocopos major*), малый пёстрый дятел (*Dendrocopos minor*), желна (*Dryocopus martius*), обыкновенная овсянка (*Emberiza citrinella*), щегол (*Carduelis carduelis*), сойка (*Garrulus glandarius*), свиристель (*Bombycilla garrulus*), ястреб тетеревятник (*Accipiter gentilis*), глухарь (*Tetrao urogallus*), тетерев (*Lyrurus tetrix*), рябчик (*Tetraster bonasia*), скопа (*Pandion haliaetus*), чёрный коршун (*Milvus korschun*), тетеревятник (*Accipiter gentilis*), перепелятник (*Accipiter nisus*), канюк (*Buteo buteo*) (Рис. 3.22.).



Рис.3.22. Канюк на сухом дереве вблизи заболоченного участка

Заболоченные участки с небольшими водоёмами заселяют 13 видов птиц, местообитания с водоёмами заповедника (реки, ручьи) – 30 видов, большая часть которых относится к водоплавающим, куликам. По берегам малых рек гнездится кряква (*Anas platyrhynchos*) и чирок-свистунок (*Anas crecca*), перевозчик (*Actitis hypoleucos*), в близлежащих лесах вальдшнеп (*Scolopax rusticola*) и другие птицы.

Из млекопитающих нами отмечены: волк (*Canis lupus*), лисица (*Vulpes vulpes*), бурый медведь (*Ursus arctos*), лось (*Alces alces*), заяц-беляк (*Lepus timidus*), белка обыкновенная (*Sciurus vulgaris*), бобр (*Castor fiber*), норка европейская (*Mustela lutreola*) (Рис.3.23.), норка американская (*Neovison vison*), выдра речная (*Lutra lutra*), лесная куница (*Martes martes*), горностай (*Mustela erminea*), двухцветный кожан (*Vespertilio murinus*). К водоёмам тяготеют норки, выдра, горностай, бобр.

В малых реках заповедника встречаются: обыкновенная щука (*Esox lucius*), лещ обыкновенный (*Abramis brama*), плотва обыкновенная (*Rutilus rutilus*), окунь обыкновенный (*Persa fluviatilis*), хариус европейский (*Thymallus thymallus*), елец (*Leuciscus leuciscus*), пескарь обыкновенный (*Gobio gobio*), уклейка обыкновенная (*Alburnus alburnus*), ёрш обыкновенный (*Gymnocephalus cernuus*).



Рис.3.23. Следы норки у уреза воды реки Чёрная

Однако из всех позвоночных животных наибольшее влияние на гидроценозы малых рек оказывает обыкновенный бобр. Бобры встречаются на всех малых реках, как исследованной территории, так и территории заповедника в целом и играют роль мощного зоогенного фактора (Рис.3.24.-3.26.).



Рис.3.24. Осины, поваленные бобрами на реке Сеха

На территории южной тайги в бассейнах малых рек бобры в настоящее время играют роль ключевого вида присутствие которого в экосистеме является решающим в поддержании организации и разнообразия в сообществе. Влияние бобра на экосистемы малых рек заключается в дополнительном поступлении биогенных элементов и органического вещества, зарегулировании стока рек, изменении морфометрических и



Рис.3.25. Следы бобра у реки Сехи

гидрологических характеристик водотоков, зарегулировании стока рек. Средняя бобровая семья в течение года выделяет в воду не менее 500 кг метаболитов (моча и экскременты), которые обогащают воду различными минеральными и органическими веществами. Метаболиты бобра незначительно (на 0,1-0,5 рН) изменяют водородный показатель, повышают окисляемость и снижают окислительно-восстановительный потенциал вод.



Рис. 3.26. Плотина, построенная бобрами в верхнем течении реки Сеха

В небольших водоёмах до 15% годового бюджета поступлений азота может происходить за счёт экскрементов бобров. И самое главное, они меняют гидрологический режим, и очень скоро исчезают участки с быстрым течением, а река превращается в каскад прудов.

Средообразующая деятельность речного бобра существенно изменяет не только состав и структуру экосистемы, но и окружающий ландшафт [16, 17, 18, 19].

3.4. ХАРАКТЕРИСТИКА СООБЩЕСТВА ЗООПЛАНКТОНА МАЛЫХ РЕК ЗАПОВЕДНИКА КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС

Видовой состав зоопланктона малых рек заповедника представлен 104 видами зоопланктеров, среди которых наиболее широко распространены ветвистоусые ракообразные (45 видов) (таблица). Подкласс веслоногие ракообразные представлен 24 видами, в составе коловраточного планктона – 35 видов. Наибольшее видовое разнообразие зоопланктеров нами обнаружено для рек Сеха и Лондушка – 67 и 44 вида соответственно, в реке Чёрной отмечено 39 видов, Понге – 40, Ломенге – 30 видов. Видовой состав зоопланктона рек Вонюх и Нелка исследован лишь фрагментарно и требует дальнейшего изучения. (Табл.3.15).

Таблица 3.15

Видовой состав зоопланктона малых рек заповедника
Кологривский лес (2014-2017 гг.)

Вид	Сеха	Лондуш ка	Ломе нга *	Чёрна я	Понга	Вонюх	Нелка
Тип ARTHROPODA							
Класс Branchiopoda Latreille, 1816							
Надотряд Cladocera							
Отряд Ctenopoda Sars, 1865							
Семейство Sididae Baird, 1850							
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848)	+	+	-	-	+	-	-
<i>Sida crystallina</i> (O.F.Müller, 1776)	-	+	-	-	-	-	-
Семейство Holopediidae Sars, 1865							
<i>Holopedium gibberum</i> (Zaddach, 1855)	+	-	-	-	-	-	-
Отряд Anomopoda Sars, 1865							
Семейство Daphniidae Straus, 1820							
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F.Müller, 1785)	+	+	+	+	+	-	-
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> (P.E.Müller, 1867)	+	+	-	+	-	-	-
<i>Ceriodaphnia megops</i> (Sars, 1862)	+	+	-	+	-	-	-
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820)	+	+	+	+	+	-	-
<i>Ceriodaphnia setosa</i> (Matile, 1890)	-	-	+	+	+	-	-
<i>Daphnia cucullata</i> (Sars, 1862)	-	-	-	+	-	-	-

[illegible]

Отчет о научно-исследовательской работе.

<i>Ophryoxus gracilis</i> (Sars, 1862)	+						
Семейство Macrothricidae Normann et Brady, 1867							
<i>Macrotrix hirsuticornis</i> (Norman et Brady, 1867)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Binops serricaudata</i> (Daday, 1888)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Macrothrix rosea</i> (Jurine, 1820)	+	+	+	+	-	-	-
<i>Macrothrix brevicornis</i> (Shen Chia-jui, 1966)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Lathonura rectirostris</i> (O. F. Müller, 1776)	-	-	+	-	-	-	-
Отряд Onychopoda Sars, 1865							
Семейство Polyphemidae Baird, 1845							
<i>Polyphemus pediculus</i> (L., 1761)	+	+	-	+	-	-	-
Отряд Harplopoda Sars, 1865							
Семейство Leptodoridae Lilljeborg, 1861							
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	+	-	-	-	-	+	-
Класс Maxillopoda Edwards, 1840							
Подкласс Copepoda Edwards, 1840							
Надотряд Gymnoplea Giesbrecht, 1834							
Отряд Calanoida Sars, 1903							
Семейство Diaptomidae Sars, 1903							
<i>Acanthodiaptomus denticornis</i> (Wierzejski, 1887)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg, 1888)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars, 1863)	+	-	-	-	-	-	-
Надотряд Podoplea Burmeister, 1834							
Отряд Cyclopoida Burmeister, 1834							
Семейство Cyclopidae Dana, 1846							
<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer, 1853)	+	+	+	+	+	-	-
<i>Acanthocyclops reductus</i> (Chappuis, 1925)	-	-	-	-	-	-	+
<i>Acanthocyclops viridis</i> (Jurine, 1820) <i>Megacyclops</i>	-	-	-	-	-	+	-
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+	+	+	+	+	-	-
<i>Eucyclops macrurus</i> (Sars G.O., 1863)	+	+	-	+	+	+	-
<i>Eucyclops speratus</i> (Lilljeborg 1901)	-	-	-	+	-	-	-

Отчет о научно-исследовательской работе.

<i>Macrocyclops albidus</i> (Jurine, 1820)	+	+	-	+	+	+	-
<i>Macrocyclops fuccus</i> (Jurine, 1820)	-	-	-	+	+	-	-
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	+	+	+	+	+	-	-
<i>Metacyclops gracilis</i> (Lilljeborg, 1853)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclops strenuus</i> (Fischer, 1851)	+	+	+	-	+	-	-
<i>Cyclops abyssorum</i> (Sars, 1863)	+	+	+	+	-	-	-
<i>Cyclops scutifer</i> (Sars, 1863)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Paracyclops poppei</i> (Rehberg, 1880)	+	-	-	-	-	-	+
<i>Paracyclops affinis</i> (Sars G.O., 1863)	+	-	-	-	+	-	-
<i>Ectocyclops phaleratus</i> (Koch, 1838)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars, 1863)	+	+	-	+	-	-	-
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)	+	+	-	+	-	-	-
<i>Diacyclops limnobioides</i> (Kiefer, 1978)	-	-	+	-	-	-	-
<i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus 1857)	-	-	-	-	-	-	+
Отряд Harpacticoida							
<i>Nitocrella hibernica</i> (Brady, 1880)	-	-	+	+	-	-	-
Тип Rotifera (Cuvier, 1817)							
Класс Eurotatoria, De Ridder, 1957							
Надотряд Gnesiotrocha, Markevich, 1990							
Отряд Protoramida, Markevich, 1990							
Семейство Filiniidae Haring et Myers, 1926							
Род <i>Filinia</i> Bory de St.Vincent, 1824							
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	-	-	-	-	-	-	+
Семейство Conochilidae Haring, 1913							
<i>Conochilus hippocrepis</i> (Schränk, 1803)	+	+	+	-	-	-	-
Надотряд Pseudotrocha, Markevich, 1990							
Отряд Transversiramida, Markevich, 1990							
Семейство Lecanidae, Remane, 1990							
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)	+	-	-	-	+	-	-
<i>Lecane cornuta</i> (Müller, 1786)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	-	-	-	-	-	+	-
Семейство Euchlanidae, Ehrenberg, 1838							
<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+	+	+	+	+	-
<i>Euchlanis lyra</i> (Hydson, 1886)	+	+	+	-	+	-	-
<i>Euchlanis lucksiana</i> (Hauer, 1930)	-	-	-	-	+	-	-
<i>Euchlanis deflexa</i> (Gosse, 1851)	-	-	-	-	+	-	-

Отчет о научно-исследовательской работе.

Семейство Brachionidae, Ehrenberg, 1838							
<i>Brachionus calyciflorus</i> (Pallas, 1776)	-	-	-	+	-	-	-
<i>Brachionus diversicornis homoceros</i> (Wierzejski, 1891)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Brachionus diversicornis diversicornis</i> (Daday, 1883)	+	+	-	+	+	-	-
<i>Brachionus quadridentatus brevispinus</i> (Ehrenberg, 1832)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	+	+	-	-	+	+	-
<i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786)	+	+	+	-	+	+	+
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	-	-	-	-	-	+	-
<i>Platylabus quadricornis brevispinus</i> (Daday, 1905)	-	-	-	+	+	-	-
<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	-	-	-	-	-	-
Семейство Trichotriidae, Haring, 1913							
<i>Trichotria truncata</i> (Whitelegge, 1889)	-	-	+	-	-	-	-
Семейство Colurellidae, Haring, 1913 (Lepadellidae)							
<i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg, 1830)	+	-	-	-	-	-	-
<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1896)	+	+	-	-	+	+	-
<i>Lepadella apsidea</i> (Haring, 1916)	-	-	-	-	-	+	-
Семейство Mytilinidae, Haring, 1913							
<i>Mytilina mucronata</i> (Müller, 1773)	+	+	-	-	-	-	-
Отряд Saltiramide, Markevich, 1990							
Семейство Asplanchnidae, Eckstein, 1883							
<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse, 1850)	+	+	-	+	+	-	-
Отряд Saeptiramide, Markevich, 1990							
Семейство Notommatidae, Hudson et Gosse, 1886							
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1830)	-	-	-	-	+	-	-
<i>Cephalodella megaloccephala</i> (Glasscott, 1893)	-	-	-	-	-	-	+
Семейство Trichocercidae, Haring, 1913							
<i>Trichocerca brachyura</i> (Gosse, 1851)	+	-	-	-	+	-	-
<i>Trichocerca longiseta</i> (Schrank, 1802)	-	+	-	-	+	-	-
<i>Trichocerca rattus</i> (Müller, 1776)	+	-	-	-	-	-	-
Семейство Eosporidae							
<i>Eospora najas</i> (Ehrenberg, 1830)	+	-	+	-	+	-	-
Семейство Synchaetidae, Hudson et Gosse, 1886							
<i>Polyarthra vulgaris</i> (Carlin, 1943)	+	-	-	-	-	-	-

Отчет о научно-исследовательской работе.

<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson, 1925)	-	+	-	-	-	-	-
<i>Synchaeta pectinata</i> (Ehrenberg, 1832)	-	+	+	-	+	-	-
Отряд Antrorsiramida, Markevich, 1990							
Семейство Dicranophoridae							
<i>Dicranophorus haueri</i> (Ehrenberg, 1830)	+	-	-	-	-	-	-
Класс Archiorotatoria (Markevich, 1990)							
Отряд Bdelloida, Hudson, 1884							
Семейство Philodinidae, Ehrenberg, 1838							
<i>Rotaria neptunia</i> (Ehrenberg, 1830)	+	-	-	-	-	-	-
Всего 104	67	44	30	39	40	14	8

Таксономическая структура сообщества зоопланктона малых рек заповедника представлена на рисунке. Ветвистоусые рачки составляют около 43% от общего количества обнаруженных видов, коловратки – 34%, веслоногие – 23%. В составе зоопланктона заповедника 104 таксона, относящиеся к 27 семействам и 57 родам.

Состав массовых видов был сходным для всех обследованных водотоков и включал: *Ceriodaphnia quadrangula*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Daphnia longispina*, *Daphnia obtusa*, *Scapholeberis mucronata*, *Acroperus harpae*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Eurycercus lamellatus*, *Acanthocyclops vernalis*, *Eucyclops serrulatus*, *Eucyclops macrurus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Euchlanis dilatata*, *Brachionus diversicornis homoceros*, *Keratella quadrata*. Большинство этих зоопланктеров являются индикаторами олиго- и олиго-β мезосапробных условий.

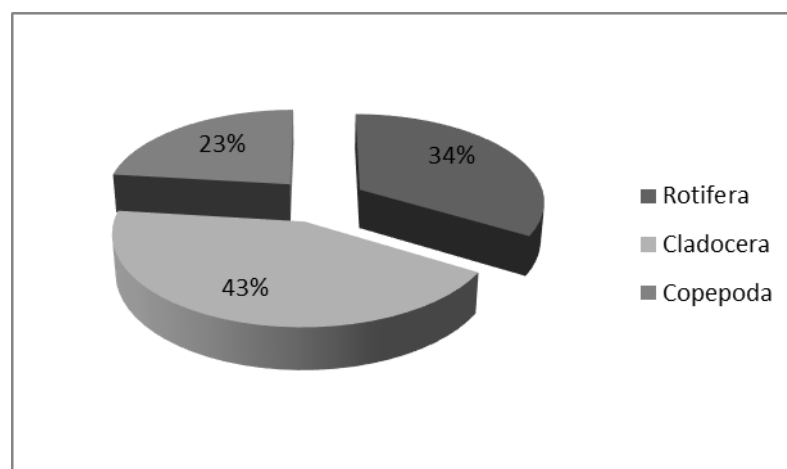


Рис.3.27. Таксономическая структура зоопланктона малых рек заповедника «Кологривский лес» (%)

Состав зоопланктонного сообщества является неоднородным и меняется при продвижении от истока к устью, но в ещё большей степени он зависит от локальных рефугиумов, представленных затонами, старицами, бобровыми прудами, то есть участков со слабым течением или его отсутствием.

В верхнем течении рек нами обнаружено большое видовое разнообразие зоопланктеров, среди которых преобладают ветвистоусые. Так, например, в верховьях реки Сехи нами отмечено 17 видов *Cladocera*, среди которых наряду с эврибионтными формами, такими как *Chydorus sphaericus*, *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, присутствуют и такие, как *Daphnia obtusa* – вид характерный для болотных сообществ, *Holopedium gibberum*, предпочитающий гумифицированные водоёмы с низкими значениями pH. На участках с замедленным течением, с зарослями макрофитов, в бобровых прудах развивается комплекс фитофильных видов: *Ceriodaphnia quadrangula*, *Acroperus harpae*, *Polyphemus pediculus*. Здесь же отмечен *Simocephalus vetulus*, встречающийся в прибрежных водах и проводящий большую часть времени, прикрепившись к стеблям и листьям высших водных растений.

Необходимо отметить, что комплекс ветвистоусых развивается в биотопах с медленным течением и хорошо развитыми сообществами макрофитов. На участках, отгороженных бобровыми плотинами, происходит процесс зоогенного эвтрофирования, но в отличие от эвтрофирования лимнических систем, где начинают доминировать *Rotifera*, здесь, наряду с крупными ветвистоусыми, развиваются веслоногие ракообразные. На активно идущие процессы эвтрофирования указывает присутствие в зоопланктоне таких видов, как *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Brachionus diversicornis homoceros*.

На участках с быстрым течением и перекатами в верхнем течении встречаются отдельные особи *Bosmina longirostris* и науплиальные и копеподитные стадии циклопов. Коловраточный планктон развит слабо и представлен *Euchlanis dilatata* и *Euchlanis lyra*.

В среднем течении реки Сехи зоопланктонное сообщество также более устойчиво развивается на участках с замедленным течением и в зарослях макрофитов, но видовой состав ветвистоусых заметно сокращается и представлен видами: *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Polyphemus pediculus*. Среди веслоногих отмечены *Acanthodiptomus denticornis*, *Eudiptomus graciloides*, *Cyclops strenuus*, *Acanthocyclops vernalis*, *Eucyclops macrurus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Macrocyclus albidus*, тесно связанные в с высшей водной растительностью *Paracyclops poppei* и *Paracyclops affinis*, а также науплии и копеподиты. В сообществе представлен коловраточный планктон, среди которого чаще всего

встречается *Euchlanis dilatata*, кроме того, нами были обнаружены *Eospora najas*, *Lecane luna*, *Keratella quadrata*, *Kellicottia longispina*.

В нижнем течении Сехи нами отмечены 5 видов ветвистоусых, 2 вида веслоногих и 4 вида коловраток. Аналогично другим участкам, наиболее успешно зоопланктеры развиваются в рефугиумах с замедленным течением.

Таким образом, в составе зоопланктонных сообществ малых рек заповедника Кологривский лес нами отмечено 104 таксона, относящихся к 27 семействам и 57 родам. Органические вещества, выносимые с заболоченного водосбора в верховьях рек Кологривского заповедника, способствуют развитию на этих участках зоопланктонного сообщества с преобладанием ветвистоусых рачков. По мере продвижения от истока к устью, количество органических веществ в водотоках несколько снижается. Изменение состава воды находит отражение в перестройке соотношения систематических групп зоопланктеров, в сторону некоторого сокращения ветвистоусых ракообразных. Одновременно с этим, степень развития сообщества зоопланктона малой реки зависит от наличия участков со слабым течением и развитыми макрофитами и от строительной деятельности бобров. Наиболее богатые видами сообщества развиваются в хорошо прогреваемых, заросших высшей водной растительностью биотопах. Созданию таких рефугиумов способствует зоогенная трансформация речных русел бобрами, которые к тому же способствуют повышению трофического статуса, отгороженных плотинами участков.

Показатели численности и биомассы зоопланктеров рек заповедника различны в разных точках отбора проб. Численность организмов планктона выше в верхнем течении рек, по сравнению со средним и нижним течением. Выше численность зоопланктеров в различных рефугиумах, в затонах, заливах, в участках с замедленным течением и среди макрофитов. В большинстве случаев в планктоне преобладают ветвистоусые и веслоногие ракообразные.

Значения биомассы зоопланктона рек заповедника в июне 2014 года находились в диапазоне от 0,01 г/м³ в русловой части и до 1,02 г/м³ в участках с замедленным течением и среди макрофитов (Рис.3.28). В сентябре 2014 года – от 0,003 до 1,5 г/м³. Более высокая биомасса зоопланктона наблюдается в верховьях рек. Растут показатели численности и биомассы зоопланктона на зоогенно трансформированных участках – в водоёмах, образованных бобровыми плотинами.



Рис.3.28. Показатели численности зоопланктона реки Сехи в июне 2014 г. (экз/м³)

Индекс видового разнообразия по Шеннону (по численности) летом 2014 года изменялся от 0,2 (среднее течение реки Сехи) до 2,7 (верховья Сехи) (Рис.3.29). Значения индекса видового разнообразия также повышались в зоогенно трансформированных участках.

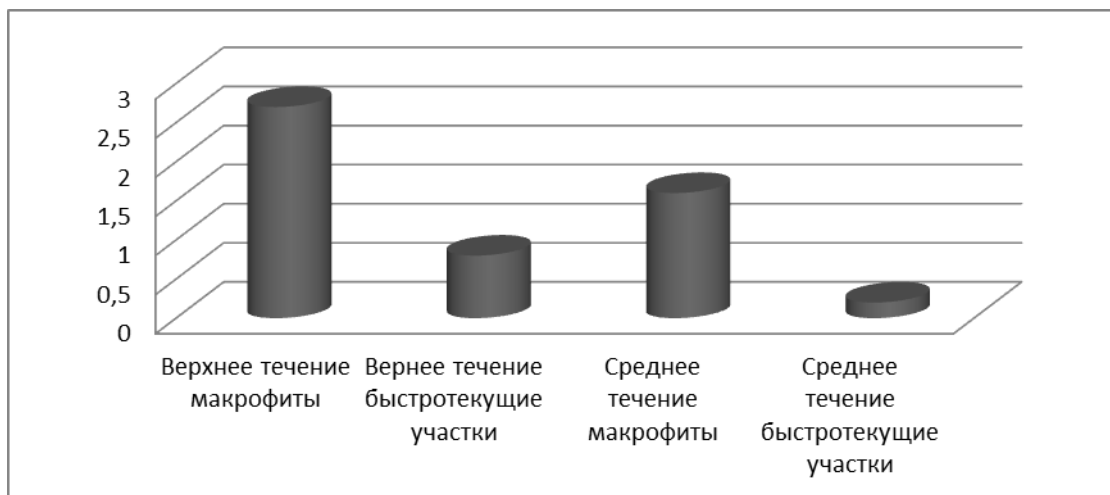


Рис.3.29. Значения индекса видового разнообразия H (бит) в верхнем и среднем течении реки Сехи в июне 2014 года

Индекс сапробности рек заповедника летом 2014 года изменялся в диапазоне от 1,15, что характеризует воды как олигосапробные, до 1,7 соответствующем β -мезосапробным условиям. Причём, более высокие индексы сапробности наблюдались в среднем течении реки Сехи, по сравнению с её верхними участками. Осенью 2014 года величина индекса сапробности в верхнем течении реки Сехи составила 1,9, Чёрной 2 (β – мезосапробные воды), в нижнем течении – соответственно 1,5 и 1,6 (олигосапробные и β – мезосапробные).

Состав зоопланктонного сообщества является неоднородным и меняется при продвижении от истока к устью, но в ещё большей степени он зависит от локальных рефугиумов, представленных затонами, старицами, водоёмами, отгороженными бобровыми плотинами, то есть участков со слабым течением или его отсутствием.

В верхнем течении рек нами обнаружено большое видовое разнообразие зоопланктеров, среди которых преобладают ветвистоусые. Так в верховьях реки Сехи в июне 2014 года нами отмечено 8, а в сентябре 10 видов Cladocera, среди которых наряду с эврибионтными формами, такими как *Chydorus sphaericus*, *Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia quadrangula*, присутствуют виды, характерные для болотных сообществ (*Daphnia obtusa*) и фитофильные виды (*Simocephalus vetulus*).

Необходимо отметить, что комплекс ветвистоусых развивается в биотопах с медленным течением и хорошо развитыми сообществами макрофитов. В русловой части верхнего течения Сехи встречаются отдельные особи *Bosmina longirostris*, взрослые особи и науплиальные и копепоидитные стадии *Acanthocyclops vernalis*, *Mesocyclops leuckarti* и *Eucyclops serrulatus*. Коловраточный планктон развит слабо и представлен *Euchlanis dilatata* и *Euchlanis lyra*. Отмечены единичные встречи с *Brachionus quadridentatus*.

В среднем течении реки Сехи зоопланктонное сообщество также более устойчиво развивается на участках с замедленным течением и в зарослях макрофитов, но видовой состав ветвистоусых заметно сокращается и представлен в мае, июне и сентябре 2014 года только двумя видами: *Bosmina longirostris* и *Ceriodaphnia quadrangula*. Среди веслоногих отмечены *Acanthodiptomus denticornis*, *Eudiaptomus graciloides*, *Cyclops strenuus*, *Acanthocyclops vernalis* и тесно связанные с высшей водной растительностью *Paracyclops poppei* и *Paracyclops affinis*, а также науплии и копепоидиты. Наибольшего развития достигает коловраточный планктон, среди которого чаще всего встречается *Euchlanis dilatata*, кроме того, нами были обнаружены *Eospora najas*, *Lecane luna*, *Keratella quadrata* и представители рода *Conochilus*.

В верхнем течении реки Чёрной среди зоопланктеров также наиболее представлены ветвистоусые (9 видов): *Chydorus sphaericus*, *Daphnia longispina*, *Daphnia middendorffiana*, *Daphnia obtusa*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Ceriodaphnia megops*, *Polyphemus pediculus*, *Simocephalus vetulus*. Среди веслоногих, нами отмечены взрослые особи, копепоидиты и науплиальные стадии (4 вида) *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus*, *Acanthocyclops vernalis*, *Eucyclops serrulatus*. Коловратки в планктоне встречаются значительно реже, нами обнаружены только *Euchlanis dilatata* и отдельные особи *Brachionus*

diversicornis и *Brachionus calycifloris*, являющихся β и даже β - α мезосапробными организмами.

В нижнем течении реки Чёрной в результате активной строительной деятельности бобров сформировался значительных размеров стоячий водоём, подпруженный крупной плотиной. В условиях мелководного, поросшего макрофитами водоёма, практически в отсутствии течения, развивается комплекс ветвистоусых ракообразных, которые имеют довольно крупные размеры: *Eurycercus lamellatus*, *Polyphemus pediculus*, *Simocephalus vetulus*, *Daphnia cucullata*, *Daphnia longispina*. Веслоногие представлены здесь видами *Acanthocyclops vernalis* и *Paracyclops affinis*.

В русловом участке нижнего течения реки Чёрной, ниже бобровой плотины, встречаются науплиальные и копеподитные стадии веслоногих рачков и в небольшом количестве *Bosmina longirostris*.

Таким образом, большое количество органики, выносимой с заболоченного водосбора в верховьях рек Кологривского заповедника, обуславливает развитие в этих участках зоопланктонного сообщества с преобладанием ветвистоусых рачков. По мере продвижения от истока к устью, количество органических веществ в водотоках несколько снижается, вследствие разбавления речной воды поступающими грунтовыми водами, что отражают основные химические показатели качества воды и уменьшающаяся цветность. Изменение состава воды находит отражение в изменении соотношения систематических групп зоопланктеров, в сторону некоторого сокращения ветвистоусых ракообразных. Одновременно с этим видовой состав, показатели численности и биомассы зоопланктона малой реки зависят от наличия участков с малым течением и развитыми макрофитами и от строительной деятельности бобров. Наиболее богатые видами сообщества развиваются в хорошо прогреваемых, заросших высшей водной растительностью биотопах. Созданию таких рефугиумов способствует зоогенная трансформация речных русел бобрами, которые к тому же способствуют повышению трофического статуса, отгороженных плотинами участков.

3.5. ХАРАКТЕРИСТИКА СООБЩЕСТВА ФИТОПЛАНКТОНА МАЛЫХ РЕК ПОДЗОНЫ ЮЖНОЙ ТАЙГИ

Таксономическое разнообразие фитопланктона малых рек заповедника представлено 64 родами фитопланктонных организмов, которые относятся к 7 типам: диатомовые, зеленые, синезеленые, желтозеленые, золотистые, эвгленовые и красные водоросли.

Отчет о научно-исследовательской работе.

<i>Anabena</i>			+			
<i>Microcystis</i>		+				
<i>Oscillatoria</i>	+				+	
Тип Зеленые водоросли (<i>Chlorophyta</i>)						
<i>Ceratium</i>	+					
<i>Cladophora</i>	+					
<i>Closterium</i>	+		+		+	+
<i>Microspora</i>	+					
<i>Mougeotia</i>	+	+	+	+	+	
<i>Netrium</i>					+	
<i>Palmodiction</i>		+				
<i>Sphaeroplea</i>				+		
<i>Spirogyra</i>		+				+
<i>Spirulina</i>	+					
<i>Ulotrix</i>	+	+		+		+
<i>Volvox</i>	+					
Тип Золотистые водоросли (<i>Chrysophyta</i>)						
<i>Uroglena</i>	+					
Тип Эвгленовые водоросли (<i>Euglenophyta</i>)						
<i>Euglena</i>	+					+
Тип Желтозеленые водоросли (<i>Xanthophyta</i>)						
<i>Vaucheria</i>	+					

Река Сеха. В результате исследований за летний и осенний периоды 2015 года было обнаружено 45 родов водорослей, из которых 24 рода диатомовые, 10 – зеленые, 6 – синезеленые, 3 – желтозеленые и по одному роду золотистых и эвгленовых водорослей (Рис.3.30.).

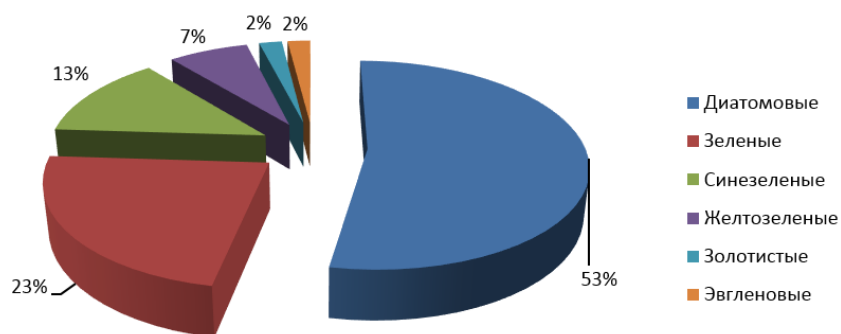


Рис. 3.30. Качественный состав фитопланктона реки Сехи

В июне 2015 года в реке Сехе было определено 31 род фитопланктона, из которых диатомовые составили 18 родов, зеленые – 7, синезеленые – 4 рода, золотистые – 2 рода. В сентябре 2015 года в реке Сехе было обнаружено 28 родов фитопланктона, из которых диатомовые составили 14 родов, зеленые – 7, синезеленые – 3, желтозеленые – 3, эвгленовые

– 1 род. Доминирующее положение в сообществе продолжают занимать диатомовые водоросли.

Необходимо отметить, что река Сеха по сравнению с рекой Черной имеет большее разнообразие фитопланктона как по представленным типам, так и по количеству встреченных внутри типов родов фитопланктона (Табл.3.17).

Таблица 3.17

Качественный состав фитопланктона реки Сехи в сезонной динамике

Родовая принадлежность фитопланктона	Место взятия пробы							
	Среднее течение		Нижнее течение		63 квартал Верхний участок		71 квартал Верхний участок	
	Июнь	Сентябрь	Июнь	Сентябрь	Июнь	Сентябрь	Июнь	Сентябрь
Тип Диатомовые водоросли (<i>Bacillariophyta</i>)								
<i>Achnanthes</i>				*			+	+
<i>Amphipleura</i>				*			+	
<i>Amphora</i>			+	*				
<i>Aneumastus</i>	+			*			+	
<i>Asterionella</i>	+		+	*		+	+	+
<i>Bacillaria</i>				*				+
<i>Brachysira</i>		+		*	+			+
<i>Caloneis</i>				*			+	
<i>Cocconeis</i>	+			*				
<i>Cymatopleura</i>			+	*				
<i>Cymbella</i>			+	*				
<i>Diatoma</i>				*			+	+
<i>Epithemia</i>				*		+		
<i>Fragillaria</i>		+		*			+	
<i>Gomphonema</i>				*		+		
<i>Gyrosigma</i>				*		+		+
<i>Melosira</i>	+	+	+	*		+	+	
<i>Navicula</i>	+	+	+	*	+	+	+	
<i>Nitzschia</i>				*			+	
<i>Pinnularia</i>		+	+	*			+	
<i>Stauroneis</i>			+	*	+			
<i>Tabellaria</i>	+		+	*		+	+	
Тип Синезеленые водоросли (<i>Cyanophyta</i>)								
<i>Anabena</i>	+		+	*	+			
<i>Gloeocapsa</i>		+		*				
<i>Merismopedia</i>			+	*				
<i>Microcystis</i>		+		*				
<i>Oscillatoria</i>		+		*		+	+	
<i>Phormidium</i>			+	*				
Тип Зеленые водоросли (<i>Chlorophyta</i>)								
<i>Chlorococcum</i>				*			+	
<i>Cladophora</i>				*		+		
<i>Closterium</i>	+	+		*	+	+		+

Отчет о научно-исследовательской работе.

<i>Gonium</i>				*	+		+	
<i>Mougeotia</i>	+	+	+	*	+		+	
<i>Palmodiction</i>		+		*				
<i>Spirulina</i>			+	*				
<i>Ulotrix</i>		+	+	*	+	+	+	+
<i>Volvox</i>				*	+			+
<i>Zygnema</i>		+		*				
Тип Золотистые водоросли (<i>Chrysophyta</i>)								
<i>Dinobryon</i>				*	+			
Тип Эвгленовые водоросли (<i>Euglenophyta</i>)								
<i>Euglena</i>	+	+		*	+		+	+
Тип Желтозеленые водоросли (<i>Xanthophyta</i>)								
<i>Tribonema</i>		+		*				+
<i>Vaucheria</i>				*		+		
<i>Xanthonema</i>		+		*				

* – исследования не проводились.

Река Понга. В результате исследований в июне и сентябре 2015 было обнаружено 26 родов водорослей, среди которых к диатомовым относятся 9 родов, к зеленым – 8, к синезеленым – 3, к желтозеленым – 3, к красным, золотистым и эвгленовым – по одному роду (Рис.3.31).

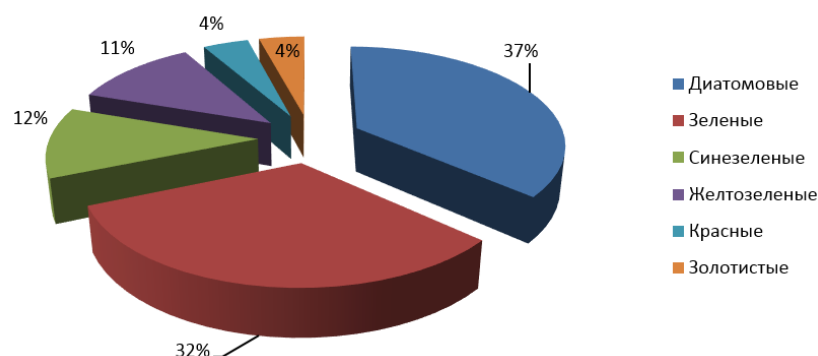


Рис. 3.31. Качественный состав фитопланктона реки Понги

В июне 2015 года в реке Понге нами было определено 19 родов планктонных водорослей, среди которых отмечено 6 родов диатомовых, 7 родов зеленых, 2 рода синезеленых, 2 рода желтозеленых, по одному роду красных и золотистых водорослей. В сентябре 2015 года в реке Понге было обнаружено 16 родов водорослей, среди которых 6 родов диатомовых, 5 родов зеленых, 2 рода синезеленых, 2 рода желтозеленых и один род эвгленовых водорослей. Таким образом, в течение обоих периодов наблюдается примерно равное количество родов диатомовых и зеленых планктонных водорослей (Табл.3.18.).

Качественный состав фитопланктона реки Понги в сезонной динамике

Родовая принадлежность фитопланктона	Место взятия пробы					
	Верхнее течение		Среднее течение до плотины		Среднее течение после плотины	
	Июнь	Сентябрь	Июнь	Сентябрь	Июнь	Сентябрь
Тип Диатомовые водоросли (<i>Bacillariophyta</i>)						
<i>Amphipleura</i>		*				+
<i>Asterionella</i>	+	*	+			
<i>Brachysira</i>		*				+
<i>Gyrosigma</i>	+	*				
<i>Melosira</i>	+	*		+		
<i>Navicula</i>	+	*	+	+		
<i>Pinnularia</i>		*		+		
<i>Surirella</i>		*			+	
<i>Tabellaria</i>	+	*		+		
Тип Синезеленые водоросли (<i>Cyanophyta</i>)						
<i>Anabena</i>	+	*	+		+	
<i>Microcystis</i>		*		+		
<i>Oscillatoria</i>	+	*		+	+	
Тип Зеленые водоросли (<i>Chlorophyta</i>)						
<i>Cladophora</i>		*			+	
<i>Closterium</i>	+	*	+	+	+	+
<i>Mougeotia</i>		*	+	+	+	+
<i>Scenedesmus</i>	+	*				
<i>Spirogyra</i>		*	+		+	+
<i>Staurastrum</i>		*		+		
<i>Ulotrix</i>	+	*	+	+	+	+
<i>Volvox</i>		*			+	
Тип Красные водоросли (<i>Rhodophyta</i>)						
<i>Batrachospermum</i>	+	*				
Тип Золотистые водоросли (<i>Chrysophyta</i>)						
<i>Uroglena</i>	+	*	+		+	
Тип Желтозеленые водоросли (<i>Xanthophyta</i>)						
<i>Bambusina</i>		*	+			
<i>Tribonema</i>		*		+		+
<i>Vaucheria</i>	+	*	+	+	+	
Тип Эвгленовые водоросли (<i>Euglenophyta</i>)						
<i>Euglena</i>		*		+		

* – исследования не проводились.

Река Лондушка. В результате исследований, проведенных в июне и сентябре 2015 года было обнаружено 29 родов фитопланктона, из них диатомовых 9 родов, зеленых – 12 родов, синезеленых – 2 рода, желтозеленых – 5 родов и золотистых – 1 род (Рис. 3.32).

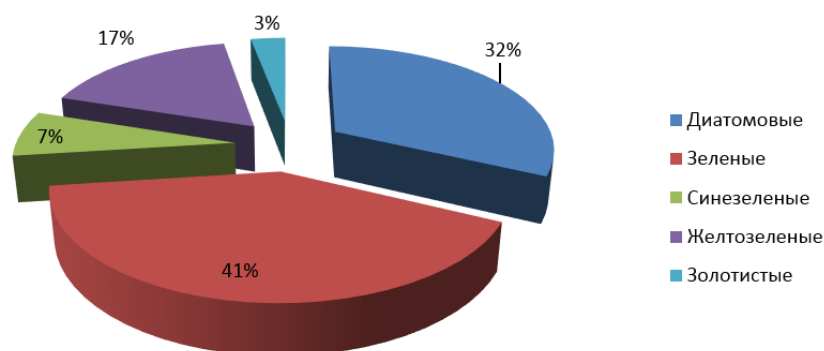


Рис. 3.32. Качественный состав фитопланктона реки Лондушки

В июне 2015 года в реке Лондушке нами был определен 21 род планктонных водорослей, среди которых диатомовых 5 родов, зеленых – 10 родов, синезеленых – 2 рода, желтозеленых – 3 рода и золотистых водорослей – 1 род. В сентябре 2015 года в реке Лондушке было обнаружено 14 родов фитопланктона, из которых 6 составляют диатомовые, 6 родов – зеленые и 2 рода – желтозеленые водоросли. Осенью в реке заметно сокращается разнообразие зеленых и желтозеленых водорослей, постепенно исчезают синезеленые водоросли. Причиной этого процесса является снижение температуры воды, что выравнивает по разнообразию диатомовые и зеленые водоросли, причем первые с осенних месяцев начинают занимать доминирующее положение. В целом в реке Лондушке наблюдается небольшое разнообразие родов фитопланктона, что, возможно, связано с низкой прозрачностью воды, что существенно снижает поступление солнечного света в толщу воды для фотосинтеза фитопланктонных организмов (Табл.3.19.).

Таблица 3.19

Качественный состав фитопланктона реки Лондушки в сезонной динамике

Родовая принадлежность фитопланктона	Место взятия пробы			
	Среднее течение		Нижнее течение	
	Июнь	Сентябрь	Июнь	Сентябрь
Тип Диатомовые водоросли (<i>Bacillariophyta</i>)				
<i>Asterionella</i>	+		+	*
<i>Brachysira</i>		+		*
<i>Diatoma</i>		+		*
<i>Gomphonema</i>		+		*
<i>Melosira</i>	+	+	+	*
<i>Navicula</i>		+	+	*
<i>Pinnularia</i>	+			*
<i>Synedra</i>		+		*
<i>Tabellaria</i>	+		+	*
Тип Синезеленые водоросли (<i>Cyanophyta</i>)				
<i>Anabena</i>	+		+	*

Отчет о научно-исследовательской работе.

<i>Oscillatoria</i>	+		+	*
Тип Зеленые водоросли (<i>Chlorophyta</i>)				
<i>Ceratium</i>	+			*
<i>Cladophora</i>			+	*
<i>Closterium</i>	+	+	+	*
<i>Microspora</i>	+	+		*
<i>Mougeotia</i>	+	+	+	*
<i>Spirogyra</i>	+			*
<i>Spirotaenia</i>		+		*
<i>Spirulina</i>			+	*
<i>Tetmemorus</i>	+			*
<i>Ulotrix</i>	+	+	+	*
<i>Volvox</i>	+			*
<i>Zygnema</i>		+		*
Тип Золотистые водоросли (<i>Chrysophyta</i>)				
<i>Uroglena</i>	+			*
Тип Желтозеленые водоросли (<i>Xanthophyta</i>)				
<i>Bambusina</i>			+	*
<i>Characiopsis</i>	+			*
<i>Tribonema</i>		+		*
<i>Vaucheria</i>	+			*
<i>Xanthonema</i>		+		*

* – исследования не проводились.

Река Ломенга. Исследования проводились в июне 2015 года. Было обнаружено 13 родов фитопланктона, из которых 7 родов принадлежат диатомовым водорослям, 3 рода – зеленым, 1 род – синезеленым и 2 рода – желтозеленым водорослям (Рис.3.33.).

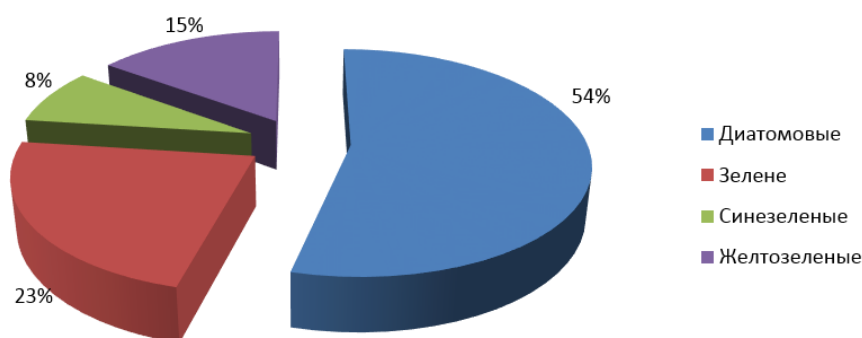


Рис. 3.33. Качественный состав фитопланктона реки Ломенги

Общее количество обнаруженных в Ломенге родов сравнительно невелико, среди них по разнообразию преобладают диатомеи (Табл.3.20).

Качественный состав фитопланктона реки Ломенги в сезонной динамике

Родовая принадлежность фитопланктона	Место взятия пробы – Нижнее течение	
	Июнь	Сентябрь
Тип Диатомовые водоросли (Bacillariophyta)		
<i>Asterionella</i>	+	*
<i>Cymatopleura</i>	+	*
<i>Gyrosigma</i>	+	*
<i>Meridion</i>	+	*
<i>Navicula</i>	+	*
<i>Pinnularia</i>	+	*
<i>Tabellaria</i>	+	*
Тип Синезеленые водоросли (Cyanophyta)		
<i>Oscillatoria</i>	+	*
Тип Зеленые водоросли (Chlorophyta)		
<i>Closterium</i>	+	*
<i>Mougeotia</i>	+	*
<i>Ulothrix</i>	+	*
Тип Желтозеленые водоросли (Xanthophyta)		
<i>Botrydium</i>	+	*
<i>Vaucheria</i>	+	*

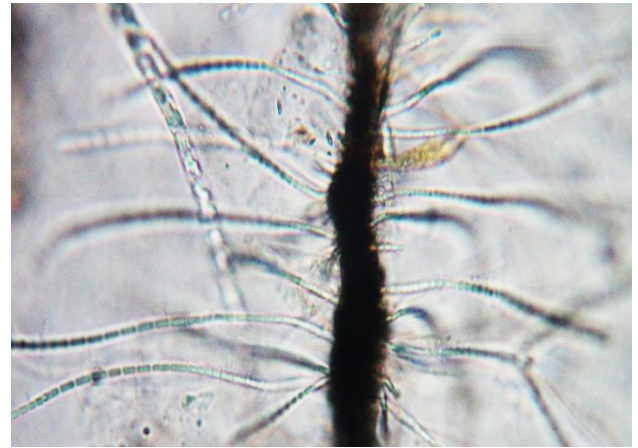
* – исследования не проводились.

Таким образом, наибольшим разнообразием отличаются реки Сеха и Черная (45 и 34 рода соответственно), а наименьшее разнообразие наблюдалось на реках Ломенге и Понге (13 и 26 родов соответственно). Это связано с гидрологическими и гидрохимическими особенностями данных водоёмов, кроме того, Ломенга протекает за пределами заповедника и является наиболее труднодоступной станцией отбора проб, что возможно оказало влияние на результат исследований этого водотока. В течение года заметна сезонная динамика внутри сообществ фитопланктона, которая определяется сменой погодных условий (главным образом, светового и температурного режимов).

Некоторые представители встреченных планктонных водорослей представлены на микрофотографиях (рис. 3.34.).



а



б



в



г

Рис. 3.34. Представители фитопланктона малых рек ГПЗ «Кологривский лес»:
а) Эвглена (*Euglena*), б) Батрахоспермум (*Batrachospermum*), в) Цератиум (*Ceratium*), г) Вольвокс (*Volvox*).

Количественный учет фитопланктона проводился в летний и осенний периоды 2015 года. Средние показатели числа клеток фитопланктона в 1 л жидкости водоёма по пяти исследуемым рекам приведены в таблице 3.21.

Таблица 3.21

Количественный учет клеток фитопланктона малых рек
в сезонной динамике, кл/л

Период	Черная	Сеха	Понга	Лондушка	Ломенга
Лето (10.06.15-22.06.15)	1709,4	2772	3055,8	6682,5	475,2
Осень (15.09.15-18.09.15)	3498	7154,4	2752,2	8573,4	– « –

На реке Черной в летний период 2015 года был проведён количественный учет фитопланктона на трех станциях: 1) среднее течение, 2) нижнее течение до плотины, 3)

нижнее течение после плотины. Среднее число клеток фитопланктона в 1 л воды составило 1709,4 кл/л, при этом максимальная плотность клеток представлена на участке среднего течения реки (3841,2 кл/л). В осенний период 2015 года средняя плотность клеток фитопланктона в 1 л воды составила 3498 кл/л. Наибольшая плотность при этом наблюдалась на участке нижнего течения реки до плотины (6237 кл/л). Среднее увеличение плотности клеток фитопланктона в его сообществах реки Черной в осенний период связано с увеличением численности колониальных и одиночных диатомовых водорослей, которые являются менее требовательными к уровню освещённости и температурному режиму. На увеличении плотности клеток существенно сказывается присутствие нитчатых форм зелёных водорослей.

На реке Сехе в летний период 2015 года среднее количество клеток фитопланктона в 1 л воды составило 2772 кл/л, максимальная плотность клеток при этом представлена на участке реки кордона «Северный» (71 квартал) в верхнем течении (4969,8 кл/л). В осенний период 2015 года средняя плотность клеток фитопланктона осенью составила 7154,4 кл/л, а максимальный количественный показатель в осенний период на реке Сехе зарегистрирован в верхнем на участке (71 квартал) - (12573 кл/л). В реке Сехе так же, как и в Черной, наблюдается осенний подъём численности фитопланктона практически на всех участках реки, что связано с увеличением численности колониальных и одиночных диатомовых водорослей, толерантных к осенним условиям. Также имело место увеличение колоний зелёных водорослей и их нитчатых форм.

На реке Понге в летний период 2015 года среднее количество клеток фитопланктона в 1 л воды составило 3055,8 кл/л, максимальная плотность фитопланктона отмечена в среднем течении реки после плотины (4989,6 кл/л). В осенний период 2015 года река Понга была исследована на двух участках: среднее течение реки до плотины, и среднее течение реки после плотины. Средняя плотность клеток на указанных станциях составила 2752,2 кл/л, максимальная плотность фитопланктона замечена на участке среднего течения реки выше плотины (3861 кл/л). В среднем по реке Понге наблюдается снижение численности фитопланктонных организмов за счет сокращения форм зеленых водорослей, которые являются теплолюбивыми и с трудом переносят осеннее понижение температуры.

На реке Лондушке в летний период 2015 года среднее количество клеток фитопланктона в 1 л воды составило 6682,5 кл/л, а максимальная плотность наблюдалась в среднем течении реки (11998,8 кл/л). В осенний период 2015 года на реке Лондушке были взяты количественные пробы на одном участке реки – в среднем течении. При этом

численность клеток на 1 л воды сократилась на этой станции до 8573,4 кл/л. Осеннее снижение численности водорослей, вероятно, связано со снижением температуры воды в реке, в результате чего сократилась плотность зеленых водорослей в сообществе

В реке Ломенге исследование численности фитопланктона проводилось только в летний период, где количественные пробы были взяты на одном участке реки – в ее нижнем течении. Плотность клеток фитопланктона, как и его разнообразие, оказалась там низкой – 475,2 кл/л, что может быть связано с большой затененностью водной поверхности реки, и особенностями гидрологического и гидрохимического режима.

Таким образом, в летний период количественные показатели фитопланктона могут достигать высокого уровня за счет увеличения нитчатых форм быстрорастущих зеленых и синезеленых водорослей. Осенью при сохранении ясной и теплой погоды численность фитопланктона может сохраняться на том же уровне или возрастать за счет пика роста зеленых и синезеленых водорослей, а также появления холодо- и теневыносливых диатомей. Особенности сезонной динамики численности фитопланктона малых рек ГПЗ «Кологривский лес» в 2015 году отражены на рисунке 3.35.

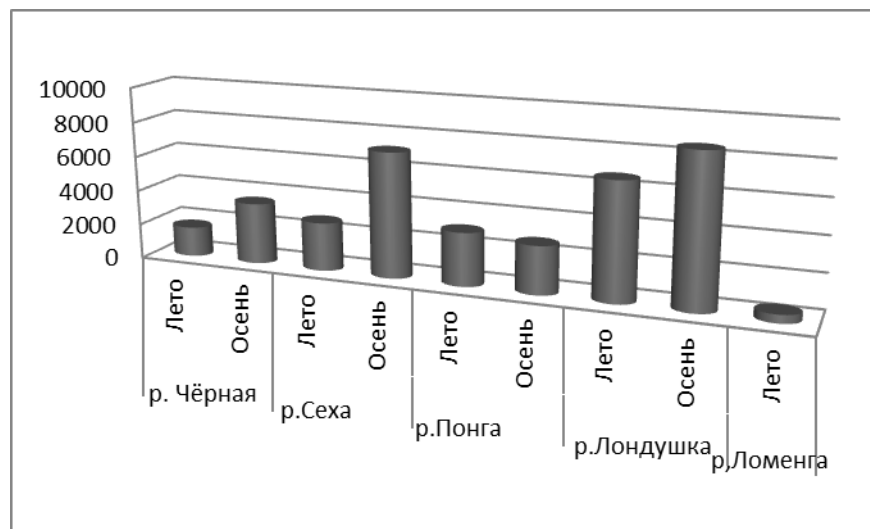


Рис. 3.35. Динамика численности фитопланктона (кл/л) малых рек ГПЗ «Кологривский лес» в 2015 г.

В реке Черной индекс разнообразия Менхиника имел среднее значение 1,87. Летом наибольшее значение этот индекс имел в нижнем течении реки после плотины (2,41), наименьшее - в среднем течении реки (1,43) и в нижнем течении реки после плотины (1,77). Последнее объясняется низким содержанием кислорода на этом участке и высокой степенью сапробности из-за наличия бобровой плотины. В осенний период 2015 года среднее значение индекса было 1,89, наибольшее значение индекс Менхиника в осенний период имел на участке нижнего течения реки после плотины (2,02). В реке Сехе индекс разнообразия

Менхеника в летний период 2015 года составил 2,41. Наибольшее значение индекс имел в верхнем течении реки 63 квартал (2,84), а наименьшее – в среднем течении реки (2,04). Стоит заметить, что данный показатель в целом за летний период имеет весьма высокий коэффициент, что может свидетельствовать о достаточно благополучной экологической обстановке. В осенний период 2015 года срединный индекс разнообразия Менхеника был равен 1,81. Наибольшее значение этот показатель имел в верхнем течении реки (кордон «Северный») (2,04), наименьшее в верхнем участке течения реки кордона 63 квартал (1,41). Осенью данный индекс значительно снижается за счет сокращения разнообразия зеленых и синезеленых водорослей, которые в осенний период в связи с погодными условиями уступают доминирующее место холодостойким диатомовым водорослям. В реке Понге индекс разнообразия Менхеника был рассчитан в летний период был равен 2,34. Наибольшее значение индекс Менхеника имел в верхнем течении реки (2,53), а в двух сообществах среднего течения оказался одинаковым и равным 2,24. В осенний период 2015 года средий индекс был равен 1,98. Наибольшее значение индекса Менхеника в сообществе наблюдалось на участке реки до плотины (2,28), наименьшее – после плотины (1,67). В реке Лондушке в летний период 2015 года на индекс разнообразия Менхеника в среднем составил 1,73, максимальное значение индекса Менхеника при этом оказалось на нижнем течении реки (2,24), а минимальное – в среднем течении (1,21). В осенний период этот показатель оказался равным 2,01 (среднее течение). В реке Ломенге индекс разнообразия Менхеника в летний период 2015 года и оказался равным 1,34 (Рис.3,36).

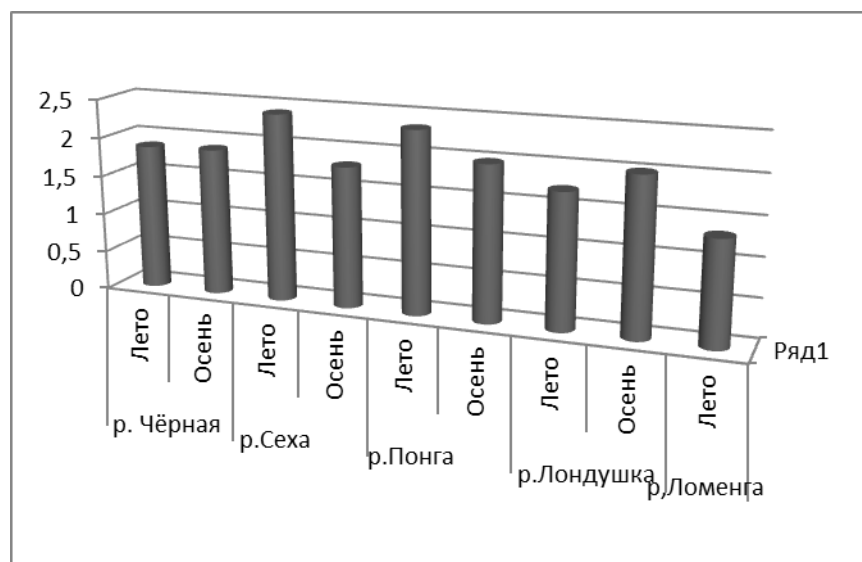


Рис. 3.36. Динамика средних показателей индекса Менхеника в фитопланктонных сообществах малых рек ГПЗ «Кологривский лес»

Таким образом: максимально высокие показатели были отмечены на реках Сехе и Понге. На высокий индекс разнообразия при этом могли повлиять следующие факторы: высокая прозрачность воды в реках, температура воды, достаточная для вегетации разных групп планктонных водорослей, наличие необходимого количества биогенных элементов. Минимальным этот показатель оказался в реке Ломенге. Примечательно то, что и по другим показателям (спектр обнаруженных родов фитопланктона, плотность клеток) данная река уступает остальным исследуемым малым рекам заповедника. На подобную ситуацию могли повлиять следующие параметры: низкая прозрачность воды, сниженная степень эвтрофирования, сравнительно низкая температура воды в реке и другие факторы, ингибирующие вегетацию фитопланктона. В целом же стоит отметить, что индекс разнообразия Менхиника на исследованных реках оказался достаточно высоким.

Таким образом, по многообразию обнаруженных родов в сообществах малых рек заповедника преобладают диатомовые (29 родов) и зелёные (19) водоросли. Наибольшее количество родов за летний и осенний периоды исследования было обнаружено в реке Сехе (45 родов), наименьшее – в реке Ломенге (13) родов. При этом характерно то, что спектр разнообразия родов фитопланктона имел тенденцию к сокращению в осенний период. Это объясняется изменением температурного и светового режимов, лимитирующим вегетацию тепло- и светолюбивых планктонных водорослей. Стоит отметить и тот факт, что число обнаруженных родов по всем малым рекам заповедника возросло с 36 в 2014 году до 64 родов в 2015 году. Численность клеток фитопланктона в 1 л воды исследуемых водоемов в среднем имеет наибольшие значения для реки Лондушки (7627,9 кл/л) и реки Сехи (4963 кл/л), а наименьшие – для реки Ломенги (475,2 кл/л). Полученные данные можно объяснить наиболее благоприятными гидробиологическими условиями для активной вегетации и размножения планктонных водорослей: высокая температура воды в реке, высокая прозрачность воды, а также средняя скорость течения реки и отсутствие активной деятельности животных. Однако необходимо обратить внимание на то, что в среднем показатели численности фитопланктона по исследуемым рекам значительно упали по сравнению с 2014 годом.

Кроме того, в данном исследовании был вычислен индекс Менхиника (индекс разнообразия), который определялся с точностью до рода. Самым высоким данный индекс оказался для реки Понги (2,16) и Сехи (2,11), наименьшим – для реки Ломенги (1,34). К значительному возрастанию показателей данного индекса по исследуемым рекам в сравнении с 2014 годом привело увеличение родового разнообразия фитопланктона в совокупности со снижением

численности фитопланктона. В составе фитопланктона появляются виды, характерные для водоёмов высокой трофности, что связано с изменениями в экосистемах, связанными с зоогенным фактором – строительной деятельностью бобров.

3.6. ХАРАКТЕРИСТИКА СООБЩЕСТВА БЕНТОСА МАЛЫХ РЕК ЗАПОВЕДНИКА КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС

За период исследований в составе зообентоса нами обнаружен 61 вид беспозвоночных, относящихся к 4 классам. Наибольшего видового разнообразия в водотоках достигают представители класса насекомых (37 видов), довольно широко представлен класс брюхоногие моллюски (14 видов), значительно меньше представителей двустворчатых моллюсков (6 видов) и к подклассу пиявки относятся 4 вида (Табл.3.22.).

Таблица 3.22

Разнообразие бентосных организмов в малых реках Кологривского заповедника

Вид	Река Чёрная	Река Сеха	Река Понга	Река Лондушка	Река Ломенга
<i>Gastropoda</i> 14					
<i>Viviparus contectus</i> (Millet, 1813)			+	+	
<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+
<i>Lymnaea peregra</i> (Müller, 1774)			+		
<i>Lymnaea glutinosa</i> (Müller, 1774)	+	+	+	+	
<i>Lymnaea auricularia</i> (Linnaeus, 1758)	+	+			
<i>Lymnaea ovata</i> (Draparnaud, 1805)				+	
<i>Planorbarius corneus</i> (Linnaeus, 1758)		+			
<i>Planorbarius purpura</i> (Mueller, 1774)					+
<i>Anisus</i> (<i>Gyraulus</i>)		+	+	+	+
<i>Anisus vortex</i> (Linnaeus, 1758)					+

Отчет о научно-исследовательской работе.

<i>Segmentina nitida</i> (O.F.Müller, 1774)				+	
<i>Hippeutis fontana</i> (Lightfoot, 1786)					+
<i>Aplexa hypnorum</i> (Linnaeus, 1758)	+				
<i>Valvata piscinalis</i> (O. F. Müller, 1774)		+			
<i>Bivalvia</i> 6					
<i>Euglesa obtusalis</i> (Lamarck, 1818)	+	+	+	+	+
<i>Pisidium amnicum</i> (Müller 1774)	+	+	+	+	
<i>Sphaerium rivicola</i> (Lamarck, 1818)	+		+	+	+
<i>Sphaerium nucleus</i> (Studer, 1820)			+	+	
<i>Sphaerium corneum</i> (Linnaeus, 1758)				+	
<i>Euglesa casertana</i> (Poli, 1791)		+			
<i>Hirudinea</i> 4					
<i>Glossiphoniidae</i>		+		+	
<i>Glossiphonia complanata</i> (Linnaeus, 1758)				+	
<i>Herpobdella octoculata</i> (Linnaeus, 1758)	+				+
<i>Haemopsis sanguisuga</i> (Linnaeus, 1758)		+			
<i>Insecta</i> 37					
<i>Aeshna grandis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+
<i>Aeschna viridis</i> (Eversmann, 1835)				+	
<i>Libellula quadrimaculata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+
<i>Somatochlora metallica</i> (Van der Linden, 1825)			+		
<i>Coenagrion vernale</i> (Hagen, 1839)	+	+		+	

Отчет о научно-исследовательской работе.

<i>Gomphus vulgatissimus</i> (Linnaeus, 1758)	+		+		
<i>Gomphus flavipes</i> (Charpentier, 1825)				+	
<i>Lestes dryas</i> (Kirby, 1890)	+			+	
<i>Calopteryx virgo</i> (Linnaeus, 1758)			+		
<i>Leptophlebia marginata</i> (Linnaeus, 1767)	+	+	+	+	
<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus, 1761)	+	+		+	
<i>Potamanthus luteus</i> (Linnaeus, 1767)	+	+	+	+	
<i>Heptagenia fuscogrisea</i> (Retzius, 1783)	+	+			
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)	+	+			
<i>Leuctridae</i> (веснянки)	+	+		+	
<i>Nemouridae</i> (веснянки)	+			+	
<i>Nepa cinerea</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	
<i>Sigara striata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+		+	
<i>Notonecta glauca</i> (Linnaeus, 1758)		+			
<i>Chironomus plumosus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+		+	
<i>Sialis</i> (личинки вислоккрылок)	+	+	+	+	
<i>Hydaticus seminiger</i> (De Geer, 1774)			+		
<i>Platambus maculatus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	
<i>Dytiscus marginalis</i> (Linnaeus, 1758)				+	
<i>Hyphydrus ovatus</i> (Linnaeus, 1761)					+
<i>Sericostomatidae</i>	+		+	+	
<i>Chaetopteryx</i>	+	+	+		+
<i>Anabolia furcata</i> (Brauer, 1857)		+			

Отчет о научно-исследовательской работе.

<i>Limnophilus flavicornis</i> (Fabricius 1787)		+			
<i>Athripsodes</i>		+		+	
<i>Notidobia ciliaris</i> (Linnaeus 1761)		+			
<i>Halesus radiatus</i> (Curtis, 1834)				+	
<i>Limnephilus flavicornis</i> (Fabricius, 1787)			+		
<i>Apataniidae</i>	+				
<i>Potamophylax</i>		+			
<i>Anabolia</i>		+			
<i>Glyptotaelius punctatolmeatus</i>	+		+	+	
Всего 61 вид	29	33	24	34	12

Наибольшее видовое разнообразие бентосных организмов было выявлено в реках Сеха и Лондушка (по 34 вида). Несколько меньше видов было встречено в реке Чёрной – 29 видов и менее всего в Ломенге – 12 видов. В целом в бентофауне малых рек среди брюхоногих моллюсков наиболее были представлены семейства прудовиков и катушек, среди двустворчатых моллюсков – семейство шаровки. Среди насекомых широко распространены личинки подёнок, ручейников, стрекоз.

Нами высчитаны значения численности и биомассы для каждой из исследованных рек в разные сезоны года (Табл.3.23, 3.24.).

Таблица 3.23

Сезонная динамика численности зообентоса малых рек Кологривского заповедника (экз./м²)

	Весна 2014 год	Лето 2014 год	Осень 2014 год	Лето 2015 год	Осень 2015 год
Река Чёрная	821	883	901	1034	388
Река Сеха	390	1863	1058	1912	545
Река Понга	156	293	606	902	155
Река Лондушка	293	724	665	1015	291
Река Ломенга	-	-	136	391	-

Из таблицы 3.23. видно, что численность зообентоса малых рек Кологривского заповедника варьирует в диапазоне от 136 до 1912 экз./м². Минимальная численность наблюдается на реке

Ломенге, осенью 2014 года. Максимальная численность наблюдается на реке Сеха, летом 2015 года.

Таблица 3.24

Сезонная динамика биомассы зообентоса малых рек Кологривского заповедника (г/м²)

	Весна 2014 год	Лето 2014 год	Осень 2014 год	Лето 2015 год	Осень 2015 год
Река Чёрная	33,5	131,8	36,4	259,5	51,4
Река Сеха	21,4	157,8	252,5	274,8	241,1
Река Понга	33,6	169,1	329,3	60,6	266,8
Река Лондушка	233,1	148,5	245	363,9	64
Река Ломенга	-	-	129	160,6	-

Из таблицы 3.24. видно, что биомасса зообентоса малых рек Кологривского заповедника варьирует в диапазоне от 21, 4 до 363,9 г/м². Минимальная биомасса наблюдается на реке Сеха, весной 2014 года. Максимальная численность наблюдается на реке Лондушка, летом 2015 года. Мы можем предположить, что это связано с большим разнообразием организмов и наличием брюхоногих моллюсков, которые имеют наибольшую массу.

Оценка качества воды по Вудивиссу показала, что все исследованные реки Кологривского заповедника имеют 1 класс качества, что соответствует чистому водотоку. Исключения составляют река Чёрная летом 2014 года, река Сеха осенью 2015 года, река Понга осенью 2014 года и река Лондушка летом 2014 года, в которых, было обнаружено незначительное загрязнение, соответствующее третьему классу качества. Река Ломенга осенью 2014 года имела 7 класс качества, соответствующий очень сильному загрязнению, водное сообщество находилось в угнетённом состоянии, а летом 2015 года – 3 класс качества и водоток имел незначительное загрязнение. Можно предположить, что это связано с активными процессами гниения органических веществ и гидрохимическими особенностями водотока.

Оценка состояния качества воды по Майеру показала, что все реки Кологривского заповедника имеют 1 класс качества, что соответствует чистому водоёму, кроме р. Ломенги, в которой осенью 2014 года обнаружен 4 класс качества, что соответствует грязному водоёму.

Индекс сапробности по Пантле-Букку колеблется от 0,41 до 1,47, что соответствует чистой воде. Эти показатели отмечены во всех реках, кроме р. Сехи летом 2014 года - III класс чистоты, β - мезосапробная зона (1,58) – вода «слабо (умеренно) загрязненная» и р.

Понги летом 2015 года - III класс чистоты, β - мезосапробная зона (1,55) – вода «слабо (умеренно) загрязненная».

4. Описание катенарного комплекса малых рек Сеха и Черная

Пойма малых рек в экологическом отношении слабо дифференцирована и характеризуется относительно низкими значениями водородного показателя почвы, что отличает ее от пойм других катен. Водородный показатель (рН) воды рек Сеха и Черная в сторону $\text{pH} < 7$, связывать это можно с продолжающимся влиянием антропогенного вмешательства, образования заболоченных мест на местах старых вырубок.

Структура лесного покрова этой катены имеет упрощенный характер, поскольку неморальный эколого-ценотический комплекс как таковой здесь слабо выражен. На склонах водоразделов преобладает неморально-бореальный комплекс, который в настоящее время представлен елово-мелколиственными лесами с примесью липы мелколистной с чередованием доминирования неморальных и бореальных видов трав и кустарничков (2). Синузия мхов представлена, в основном, эпифитными и эпиксильными видами на стволах деревьев и валеже. Наземный моховой покров развит слабо, покрытие не превышает 15-20% и в его составе наряду с бореальными видами (*Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium*, *Rhytidiadelphus triquetrus*) постоянно встречаются виды широколиственных и смешанных лесов (*Rhodobryum roseum*, *Atrichum undulatum*, *Lophocolea heterophylla*). Эти сообщества являются производными от липово-еловых смешанных лесов, которые на юге Костромской области были преобладающим типом лесной растительности еще в конце XIX века. На участках местных водоразделов (экотоп 3), увеличивается доля бореальных видов и формируется бореальный комплекс с доминированием ели в древесном ярусе.

В небольших депрессиях (экотоп 3а) располагаются мезотрофные болота, в которых преобладают травяно-болотные виды (группа Wt) - *Carex nigra*, *C. rostrata*, *Calla palustris*, *Comarum palustre*, в древесном ярусе - *Betula pubescens*, в кустарниковом - *Salix cinerea*, *S. aurita*, по окраине встречается *Alnus glutinosa*. В моховом покрове преобладает *Sphagnum squarrosum*, часто встречаются *Dicranum scoparium*, *Tetraphis pellucida*, *Polytrichum commune*. В мелких понижениях (экотоп 3б) формируются низовые травяные болота с участием бореальных видов. В пойме малой реки и на склонах террас развиты смешанные сообщества, включающие неморальные, бореальные и нитрофильные виды в сходном соотношении. В древостое наряду с елью и мелколиственными породами присутствует ива козья и ольха

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) (медиа́ль), 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. Значения гидрохимических показателей изменяются как по сезонам года, так и при продвижении от истока к устью реки.

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. Таксономическая структура сообщества зоопланктона малых рек заповедника представлена на рисунке. Ветвистоусые рачки составляют около 43% от общего количества обнаруженных видов, коловратки – 34%, веслоногие – 23%. В составе зоопланктона заповедника 104 таксона, относящиеся к 27 семействам и 57 родам. Большое количество органики, выносимой с заболоченного водосбора в верховьях рек Кологривского заповедника, обуславливает развитие в этих участках зоопланктонного сообщества с преобладанием ветвистоусых рачков. По мере продвижения от истока к устью, количество органических веществ в водотоках несколько снижается, вследствие разбавления речной

воды поступающими грунтовыми водами, что отражают основные химические показатели качества воды и уменьшающаяся цветность. Изменение состава воды находит отражение в изменении соотношения систематических групп зоопланктеров, в сторону некоторого сокращения ветвистоусых ракообразных. Одновременно с этим видовой состав, показатели численности и биомассы зоопланктона малой реки зависят от наличия участков с малым течением и развитыми макрофитами и от строительной деятельности бобров. Наиболее богатые видами сообщества развиваются в хорошо прогреваемых, заросших высшей водной растительностью биотопах. На участках, запруженных бобрами, изменяется структура зоопланктона, начинают формироваться лимнофильные комплексы.

5. Таксономическое разнообразие фитопланктона малых рек заповедника представлено 64 родами фитопланктонных организмов, которые относятся к 7 типам: диатомовые, зеленые, синезеленые, желтозеленые, золотистые, эвгленовые и красные водоросли. По многообразию обнаруженных родов в сообществах малых рек заповедника преобладают диатомовые и зелёные водоросли. Наибольшее количество родов за летний и осенний периоды исследования было обнаружено в реке Сехе, наименьшее – в реке Ломенге родов. При этом характерно то, что спектр разнообразия родов фитопланктона имел тенденцию к сокращению в осенний период. Численность клеток фитопланктона в 1 л воды исследуемых водоемов в среднем имеет наибольшие значения для реки Лондушки и реки Сехи, а наименьшие – для реки Ломенги. В составе фитопланктона появляются виды, характерные для водоёмов высокой трофности, что связано с изменениями в экосистемах, связанными с зоогенным фактором – строительной деятельностью бобров.

6. За период исследований в составе зообентоса нами обнаружен 61 вид беспозвоночных, относящихся к 4 классам. Наибольшего видового разнообразия в водотоках достигают представители класса насекомых, довольно широко представлен класс брюхоногие моллюски, значительно меньше представителей двустворчатых моллюсков. Наибольшее видовое разнообразие бентосных организмов было выявлено в реках Сеха и Лондушка (по 34 вида). Несколько меньше видов было встречено в реке Чёрной – 29 видов и менее всего в Ломенге – 12 видов. Индексы Вудивиса, Майера и индекс сапробности по Пантле и Букку свидетельствуют о высоком экологическом качестве природных водотоков заповедника.

7. Изучена структура и динамика развития планктонных сообществ при продвижении от истока к устью во взаимодействии с абиотическими условиями среды и зоогенной трансформацией.

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 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 приведут и к смене сообществ макрофитов. Одновременно бобровые семьи значительно изменяют характер прибрежной растительности. Таким образом, зоогенная трансформация запускает экологическую сукцессию, которая приведёт к 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
9. Гидробиология малых рек Башкирского государственного природного заповедника / Вестник Башкирского университета. 2013. – т.18. - №2. – С.386-391.
10. 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.
11. Красная книга Костромской области. Редакторы: А.Г. Еленевский, В.М. Константинов. Кострома: Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Костромской области, 2009. 369 с.
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. Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. – М.: Наука, 2005. – 263 с.
17. 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.
18. 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.
19. 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.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. *Мастерова А.В., Криницын И.Г.* Эколого-ценотическая характеристика местообитаний ландыша майского в подзонах южной тайги и подтайги // Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования материалы Всероссийской (с международным участием) научной школы-конференции, посвященной 115-летию со дня рождения А. А. Уранова. 2016. С. 132-134.
2. *Ефимова А.А., Криницын И.Г.* Предварительные результаты инвентаризации флоры сосудистых растений государственного заповедника «Кологривский лес» (Костромская область) // Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования материалы Всероссийской (с международным участием) научной школы-конференции, посвященной 115-летию со дня рождения А. А. Уранова. 2016. С. 363-365.

3. *Климова А.С., Сиротина М.В., Ситникова О.Н.* Экологические аспекты состояния мыши лесной на территории государственного природного заповедника «Кологривский лес» // Материалы Межрегиональной научно-практической конференции: Природа Костромского края: современное состояние и экомониторинг. – Кос. гос. ун-т; ОГБУК «Музей природы Костромской области». – Кострома, 2017. – С.60-64.
4. *Сиротина М.В.* Гидрохимические особенности малых рек на территории государственного природного заповедника «Кологривский лес». - Материалы Межрегиональной научно-практической конференции: Природа Костромского края: современное состояние и экомониторинг. – Кос. гос. ун-т; ОГБУК «Музей природы Костромской области». – Кострома, 2017. – С.71-76.
5. *Сиротина М.В., Яшнева Е.А.* Характеристика сообщества зоопланктона некоторых малых рек заповедника «Кологривский лес» // Материалы Межрегиональной научно-практической конференции: Природа Костромского края: современное состояние и экомониторинг. – Кос. гос. ун-т ; ОГБУК «Музей природы Костромской области». – Кострома, 2017. – С.90-92.
6. *Криницын И.Г., Малахова К.В., Марамохин Э.В.* Фитопланктонные сообщества малых рек ГПЗ «Кологривский лес», альфа-разнообразие и динамика // Материалы Межрегиональной научно-практической конференции: Природа Костромского края: современное состояние и экомониторинг. – Кос. гос. ун-т; ОГБУК «Музей природы Костромской области». – Кострома, 2017. – С.81-85.