

**Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды  
им. Б.В. Всесвятского**

**Тема: Оценка качества воды некоторых участков реки Чернавка  
вблизи бобровых плотин биоиндикационными методами**

**Автор:**

Голубева Арина Игоревна,  
11 лет, 7 класс

**Научный руководитель:**

Гусева Анна Юрьевна,  
педагог дополнительного образования,  
канд. биол. наук

**Место выполнения работы:**

ГАУДПО ИО «Университет непрерывного образования и инноваций»,  
региональный центр выявления и поддержки одаренных детей Ивановской  
области «Солярис», объединение «Экомир»

**Ивановская область**

**2024 г.**

## Содержание

	Стр.
Введение	3
Обзор литературы	4
Материал и методика	6
Результаты	9
Заключение	18
Выводы	19
Рекомендации	19
Список литературы и источников	21
Приложения	23

## Введение

Вода – самое распространённое соединение в природе – не бывает абсолютно чистой. Природная вода содержит многочисленные растворённые вещества: соли, кислоты, щёлочи, газы (углекислый газ, азот, кислород, сероводород), продукты отходов промышленных предприятий и нерастворимые частицы минерального и органического происхождения.

Водоёмы, загрязнённые органическими стоками, как и организмы, способные жить в них, называют сапробными (от греческого «сапрос» – гнилой). По степени загрязнённости вод органическими веществами водоёмы классифицируют на полисапробные, мезосапробные (подразделяемые на альфа-мезосапробные и бета-мезосапробные) и олигосапробные.

В полисапробной зоне водоема органических веществ много, кислорода нет. Здесь происходит расщепление белков и углеводов. В мезосапробной зоне нет неразложившихся белков, есть сероводород, диоксид углерода и кислород. Происходит минерализация органических веществ. Есть различия между альфа- и бета-мезосапробной зонами. Вода в альфа-мезосапробной зоне умеренно загрязнена органическими веществами, есть аммиак и аминокислоты, кислорода мало. В бета-мезосапробной зоне органических загрязнителей мало; кроме аммиака есть продукты его окисления – азотная и азотистая кислоты, много кислорода. В олигосапробной зоне практически нет растворённых органических веществ, кислорода много, вода чистая. Видовой состав и численность обитателей водоёма зависят от свойств воды. Главная идея биомониторинга состоит в том, что гидробионты отражают сложившиеся в водоёме условия среды. Те виды, для которых эти условия неблагоприятны, выпадают, заменяясь новыми видами с иными потребностями.

**Актуальность.** В последнее время на территории многих регионов, и, в том числе, Ивановской области существенно снижается качество вод в малых реках, а сами реки мелеют, нарушается их гидрологический режим. Причинами этих процессов являются как изменение климата, так и хозяйственная деятельность человека. Немаловажную роль в процессах обмеления и заболачивания играют животные, в частности бобры. Сооружение бобром плотин, каналов и жилищ, а также употребление в пищу большого количества береговой и водной растительности не может не нарушить сложившиеся комплексы. Исследования реки Чернавки, расположенной на территории Ивановского района проводились с 2020 г. как и оценка деятельности бобров на качество воды.

Здесь отмечается увеличение числа бобровых запруд, которые изменяют скорость течения. Поэтому проведение оценки качества воды в реке является актуальным и позволит дать рекомендации по сохранению этой малой реки, которая до недавнего времени была одной из самых чистых рек Ивановской области.

**Цель данной работы** – провести оценку качества воды реки Чернавка в Ивановском районе Ивановской области и оценить влияние бобровых плотин на качество воды в водотоке.

Для достижения цели были поставлены **следующие задачи**:

- 1) Отобрать пробы макрозообентоса, изучить состав гидробионтов;
- 2) Определить класс качества воды р. Чернавка по некоторым биоиндикационным методам и оценить динамику изменений.
- 3). Провести химический анализ вод исследуемых створов;
- 4) Сделать заключение о качестве воды р. Чернавка и оценить влияние бобровых плотин на сапробность реки на некоторых участках.

### **Обзор литературы**

Оценка степени загрязненности водоемов до последнего времени основывалась на учете количества присутствующего в воде органического вещества в его разных формах. В соответствии с этим по системе, разработанной в основном Р. Кольквитцем и М. Марсоном, водоемы или их зоны в зависимости от степени загрязнения органическими веществами подразделяются на поли-, мезо- и олигосапробные. Полисапробные водоемы характеризуются наличием в воде неразложившихся белков, почти полным отсутствием свободного кислорода, присутствием значительных количеств сероводорода и углекислого газа, восстановительным характером биохимических процессов. В мезосапробных водоемах загрязнение выражено слабее: неразложившихся белков нет, сероводорода и углекислого газа немного, кислород присутствует в заметных количествах. Однако в воде имеются еще такие слабоокисленные азотистые соединения, как аммиак, аминокислоты и амидокислоты. В олигосапробных водоемах сероводород отсутствует, углекислого газа мало, количество кислорода близко к величине нормального насыщения, растворенных органических веществ практически нет. Иногда выделяют еще катаробные воды, в которых количество растворенного кислорода выше нормального (пересыщение), свободной углекислоты и сероводорода нет совсем. В полисапробных водах самоочищение в основном идет за счет деятельности бактерий (*Thiopolycoccus ruser*, *Sphaerotilus natans*), водорослей (*Polytoma uvella*) и животных (жгутиковое *Olcomonas mutabilis*, инфузории *Paramecium putrinum* и *Vorticella putrina*, олигохета *Tubifex tubifex*, личинки мухи *Eristalis tenax*). Число видов, могущих жить в крайне загрязненных водоемах, сравнительно невелико, но зато они встречаются здесь в массовых количествах.

Мезосапробные воды (зоны водоемов) подразделяются на  $\alpha$ - и  $\beta$ -мезосапробные. В первых встречается аммиак, amino- и амидокислоты, но уже есть и кислород. Наиболее характерны здесь гриб *Mucor*, синезеленые *Oscillatoria*, *Hormidium uncinatum*, простейшие *Chlamydomonas debraryana*, *Euglena viridis*, *Stentor coeruleus*, многие коловратки, моллюск *Sphaerium corneum*, рачок *Asellus aquaticus*, личинки двукрылых *Chironomus* и *Psychoda*. Минерализация органического вещества в основном идет за счет его аэробного окисления. Следующая,  $\beta$ -мезосапробная подзона характеризуется

присутствием аммиака и продуктов его окисления — азотной и азотистой кислоты. Аминокислот нет, сероводород встречается в очень небольших количествах, кислорода в воде много, минерализация идет за счет полного окисления органического вещества. Видовое разнообразие обитателей этой подзоны гораздо больше, чем в предыдущей, но численность и биомасса организмов ниже. Наиболее характерны здесь диатомовые *Melosira varians*, *Diatoma* и *Navicula*, зеленые *Cosmarium*, *Botrytis*, *Spirogyra crassa*, *Cladophora* и многие протококковые. Впервые появляются цветковые растения — 1-роголистник *Ceratophyllum demersum*. Из животных многочисленны корненожки, солнечники и инфузории, начинают встречаться губки, мшанки и основная масса моллюсков. Многочисленны ракообразные и рыбы. Олигосапробные воды населены наиболее разнообразно в видовом отношении и наиболее бедно в количественном. Наиболее характерны для них водоросли *Melosira italica*, *Draparnaldia glomerata* и *D. plumosa*, коловратка *Notholca longispina*, ветвистоусые рачки *Daphnia longispina* и *Bythotrephes longimanus*, личинки поденок и веснянок, моллюск *Dreissena polymorpha*, стерлядь, голянь и форель.

На основании сведений о видовом составе гидробионтов, найденных в тех или иных водах, можно составить представление о том, насколько последние чисты или загрязнены. Поэтому перечисленные выше организмы и многие другие, характерные для зон разной сапробности, носят название индикаторов степени загрязнения водоемов.

Жизнедеятельность бобров - мощный фактор, способствующий изменению абиотических и биотических параметров водных и прибрежно-водных биоценозов. Внешний облик биоценозов, преобразованных бобрами, имеет столь специфический характер, что получил специальное название бобровый ландшафт. Существенное изменение гидрологического режима бобрами производится исключительно на малых реках и ручьях.

Жизнедеятельность речного бобра также воздействует на химический режим малых 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. Внешний облик биоценозов, преобразованных бобрами, имеет настолько специфический характер, что получил специальное название бобровый ландшафт. Существенное изменение гидрологического режима бобрами производится исключительно на малых реках и ручьях.

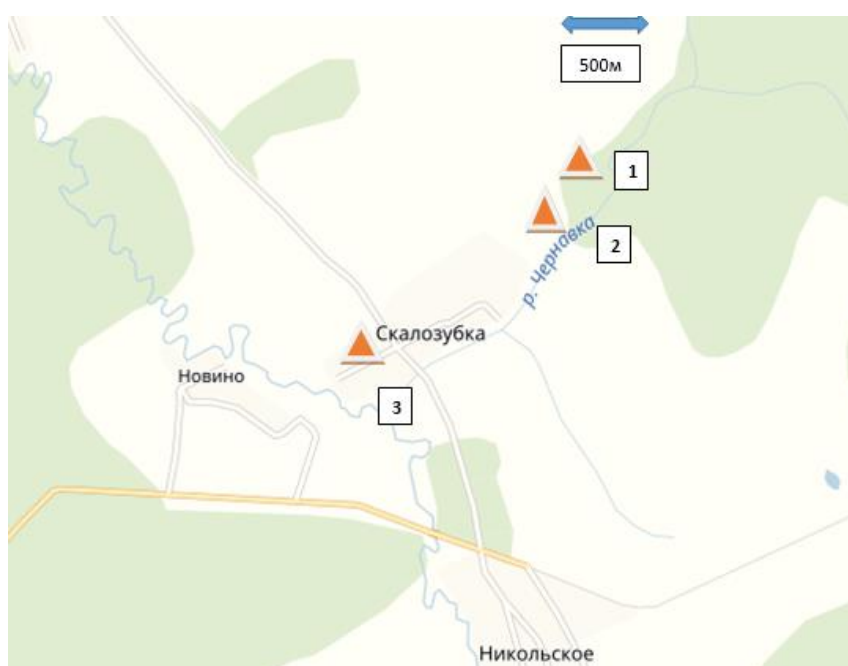
Обычно бобры сооружают и используют целую систему каналов и канав, которая служит для более скрытного перемещения между водоемами, а также более легкой транспортировки кормов и строительных материалов (Дежкин и др., 1986). Плотины служат для поддержания необходимого уровня воды в водоеме. При помощи этих построек животные могут напрямую влиять на гидрологическое состояние водоемов (Дежкин и др., 1986). Материалом для строительства плотин служат ветви и части стволов деревьев и кустарников, травянистые растения, ил и другие пойменные

почвы (Братчиков, 2007). Поднятие уровня грунтовых вод усиливает процесс оглеения и торфонакопления (Данилов и др., 2007). В период существования бобрового пруда происходит активное накопления ила и других отложений.

### Материал и методика

Исследования проводились в августе-сентябре 2023-2024 гг. для 3-х створов реки Чернавка, расположенной в окрестностях д. Скалозубка и с. Никольское Ивановского района. Первый створ располагался выше бобровой плотины, в подтопленной части леса, который практически погиб в результате деятельности бобров. Второй створ располагался в 100 метрах ниже по течению, на участке с незначительным течением, третий – между д. Скалозубкой и с. Никольское, на участке с быстрым течением и песчано-каменистым дном. В этом месте под дорогой проложена труба, скорость течения достигает 3,4 метров в секунду. Результаты исследований сравнивались с данными предыдущих лет. Полученные данные сравнивали с результатами предыдущих лет.

Для каждого из створов производилось описание с использованием стандартных бланков, описывались запах, цвет воды, наличие пленки, перифитона, тип грунта, водная и прибрежная растительность. Глубина определялась с помощью стандартного шеста. Отбор проб производился с помощью гидробиологического скребка по стандартной методике. Разбор проб гидробионтов производился в кювете. Пробы фиксировались в растворе формалина. Определение гидробионтов производилось с помощью определителей (Хейсин Е.М. «Определитель пресноводной фауны», 1962; «Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР» 1977, Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С., 1999, 2003, 2007). При определении объектов использовался бинокулярный микроскоп «БИОМЕД» МС-1Т-ZOOM 109172211888. Для определения классов качества воды нами применялись общепринятые биоиндикационные методы – Индекс Майера, методика С.Г. Николаева (2018).



**Рис.1. Карта-схема мест отбора проб.**

При проведении исследований использовались следующие методы биоиндикации.

**Индекс Майера** применяется для водоемов любого типа. Это простая методика, основные преимущества которой – никаких беспозвоночных не нужно определять с точностью до вида. Метод использует приспособленность различных групп водных беспозвоночных к водоемам с определенным уровнем загрязненности. Организмы-индикаторы отнесены к одному из трех разделов (таблица 1):

**Таблица 1. Индекс Майера**

Обитатели чистой воды	Организмы средней чувствительности	Обитатели грязной воды
Личинки веснянок	Бокоплав	Личинки комаров-звонцов
Личинки поденок	Речной рак	пиявки
Личинки ручейников	Личинки стрекоз	Водяной ослик
Личинки вислокрылок	Личинки комаров-долгоносиков	Прудовики
Двустворчатые моллюски	Моллюски - катушки	Личинки мошек
		Малощетинковые черви

Для определения качества воды нужно отметить, какие из приведенных в таблице индикаторных групп обнаружены в пробах. Количество обнаруженных групп из первого раздела таблицы необходимо умножить на 3, количество групп из второго раздела – на 2, а из третьего – на 1. Получившиеся суммы складывают. Значение суммы характеризует степень загрязненности водоема. Если сумма больше 22, водоем имеет 1 класс качества; значение суммы от 17 до 21 – 2 класс качества; от 11 до 16 – 3 класс качества. Все значения меньше 11 характеризуют водоем как грязный (4-7 класс качества).

**Метод С. Г. Николаева.** Для определения класса качества вод нами использовался индекс С.Г. Николаева (1993) (таблица 2). По методике С.Г. Николаева выделяется 6 классов качества вод: 1 – Очень чистые (ксеносапробные); 2 – Чистые (Олигосапробные); 3 – Удовлетворительной чистоты ( $\beta$ -мезосапробные); 4 – Загрязнённые ( $\alpha$ -мезосапробные); 5 – Грязные ( $\beta$ -полисапробные); 6 – Очень грязные (гиперэвтрофные).

Наличие каждой из указанных групп заносится в сводную таблицу, где имеется (+) там ставится присутствие данного таксона для этого класса. По окончании внесения отметок обнаружения таксонов, в каждом классе вспомогательной таблицы подсчитываем число отметок, умножаем на величину индивидуальной классовой значимости таксонов (нижняя строка таблицы 1) и получаем суммарную индикаторную значимость таксонов в каждом классе. Максимальное значение указывает на класс качества вод.

**Таблица 2. Шкала классов качества вод (Николаев С.Г. и соавт., 2018)**

Перечень индикаторных таксонов	Классы качества					
	1	2	3	4	5	6
Губки		+	+			
Трубочник в массе					+	
Плоские пиявки			+	+		
Червеобразные пиявки			+	+	+	
Перловицы			+	+		
Беззубки		+	+			
Шаровки		+	+	+		
Горошинки	+	+	+			
Затворки		+	+			
Веснянки (кроме <i>Nemouridae</i> )	+	+				
Бокоплав	+	+	+			
Водяной ослик			+	+	+	
Речной рак		+	+			
Водяные клопы		+	+	+		
Ручейники (сем. <i>Rhyacophilidae</i> )	+	+				
Ручейники (р. <i>Neureclipsis</i> , р. <i>Molanna</i> , р. <i>Brachycentrus</i> )		+	+			
Ручейники (сем. <i>Hydroptilidae</i> )			+	+		
Ручейники (р. <i>Anabolia</i> )			+	+		
Роющие личинки подёнок		+	+			
Плоские личинки подёнок		+	+	+		
Личинки стрекоз (красотка и плосконожка)		+	+			
Личинки стрекоз (Дедки)			+	+		
Личинки вислоккрылок			+	+		
Вилохвостка	+	+				
Личинки мошек		+	+	+		
Мотыль				+		
Мотыль в массе					+	
Крыска			+	+	+	
Индивидуальная классовая значимость таксонов	20	6	5	7	20	

макрозообентоса нет

В 2024 году был проведен химический анализ воды проводился с помощью набора капельных тестов для воды «НИЛПА» PRO 10 в 1. В набор входят следующие реактивы НИЛПА:

- PH (кислотность);
- GH (общая жёсткость);
- KH (карбонатная жёсткость);
- NO<sub>2</sub> (нитрит);
- NO<sub>3</sub> (нитрат);
- PO<sub>4</sub> (фосфаты);
- NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub> (аммоний/аммиак);
- Cu (медь);

– Fe (железо).

pH также определялись с помощью портативного тестера PRO Waterprof. Также была оценена электропроводность (мСм/см) с помощью портативного тестера EC59 PRO Waterproof EC/NLC/Testers.

### Результаты

По результатам обследования трех створов в 2023-2024 гг. скорость течения увеличивается от 1 к 3 створу. Для первого створа течение практически отсутствует, а у третьего скорость достаточно высокая, однако снижается в 2024 году по сравнению с 2023 годом. Температура воды понижается от 1 к 3 створу, что связано с застоем воды в районе плотины и бобрового пруда, который хорошо прогревается солнцем, так как деревья отсутствуют.

Таблица 3. Описание створов

№ створа	Температура воды	Прозрачность (см)	Грунт	Цвет воды	Толщина донных отложений	Запах	Наличие пленки
№ 1. Выше бобровой плотины	19 °С	16 см	Илисто-торфянистый	Темно-бурый	60-70 см	Гнилостный	Присутствует на 60% поверхности
№ 2 Ниже плотины	18 °С	23 см	Илисто-торфянистый	Бурый	40 см	Торфянистый	Присутствует на 30% поверхности
№ 3 Сток у трубы	15 °С	54 см	Песчаный	Желтовато-коричневаты	Отсутствует, местами 7-12 см	Речной	Отсутствует

Повышение температуры в районе плотины снижает количество кислорода, что снижает процесс окисления органических веществ и способность реки к самоочищению.

Процесс усугубляется большим количеством упавших в воду и гниющих деревьев, а также зарастанием водными растениями. В районе бобрового пруда наблюдается большое количество троп и канав, по которым бобры перетаскивают ветки. У первого и второго створов отмечены значительные донные иловые отложения, низкая прозрачность и наличие пленки на поверхности воды. Запах гнилостный у первого створа и торфянистый у второго. У третьего створа запах речной.

За период исследований водоема были отловлены 39 видов беспозвоночных, представители 4 типов, относящиеся к группе макрозообентоса.

**Таксономический список отловленных в 020г., 2023 – 2024 гг. организмов**  
(\*Красным цветом выделены организмы, отмеченные в 2022 г. но не встреченные в отловах в 2023 г и 2024 г.)

**Тип Кольчатые Черви – (Annelida)**

**Класс Пиявки – Hirudinea**

**Отряд Хоботные Пиявки – (Rhynchobdellae)**

**Семейство Плоские пиявки-(Glossiphoniidae)**

1) Пиявка улитковая – (Glossiphonia complanata)

**Отряд челюстные пиявки (Gnathobdellae)**

**Семейство (Hirudinidae)**

2. Малая ложноконская пиявка (Herpoddella octoculata)

**Тип Моллюски – (Mollusca)**

**Класс Брюхоногие – (Gastropoda)**

**Отряд Лёгочные улитки – (Pulmonata)**

**Семейство Физиды – (Physidae)**

1) Физа пузырчатая (Physa fontinalis)

**Семейство Прудовики (Lymnaeidae)**

**Обыкновенный прудовик (Lymnaea stagnalis)**

**Семейство Катушки – (Planorbidae)**

1) Катушка блестящая – (Segmentina nitida)

2) Катушка окаймленная – (Planorbis planorbis)

3) Речная чашечка – (Ancylus fluviatilis)

**Класс Двустворчатые – (Bivalvia)**

**Семейство Шаровки - Sphaeriidae**

1) Шаровка – (Sphaerium)

2) Горошинка речная – (Pisidium amnicum)

**Тип Членистоногие (Arthropoda)**

**Тип Ракообразные – (Crustacea)**

**Класс Жаброногие – (Branchiopoda)**

**Отряд Ветвистоусые, или Кладоцеры - Cladocera**

1) Дафнии - род Daphnia

**Класс Высшие Раки – Malacostraca**

**Отряд Амфиподы – Amphipoda**

**Семейство Гаммариды (Gammaridae)**

1) Гаммарус – (Gammarus sp.)

**Отряд Равноногие раки – (Isopoda)**

1) Водяной ослик – (Asellus aquaticus)

**Класс Паукообразные – (Arachnida)**

**Отряд клещи (Acarina)**

1) Водяные клещи (Hydracarina, Hydrachnellae)

**Класс Насекомые (Insecta)**

## **Отряд Ручейники (Trichoptera)**

### **Семейство (Rhyacophilidae)**

#### **1) Ручейник Риакофила (Rhyacophila)**

2) Ручейник Неурония (Neuronia)

3) Ручейник Анаболия (Anabolia nervosa)

### **Семейство (Limnephilidae)**

1) Желтоусый ручейник (Limnophilus flavicornis)

2) Ручейник моховой (Limnophilus stigma)

3) Ромбический ручейник (Limnophilus rhombicus)

4) Ручейник колчанка (Limnophilus vitattus)

## **Отряд Полужесткокрылых (Hemiptera)**

### **Семейство Водяные скорпионы (Nepidae)**

1) Водяной скорпион обыкновенный – (Nepa cinerea)

### **Семейство Гребляки (Corixidae)**

1) Гребляк обыкновенный (Sigara striata)

### **семейство Водомерки (Gerridae)**

1) Палочковидная водомерка (Hydrometra gracilentia)

### **семейство Гладышей (Notonectidae)**

## **Отряд подёнки – Ephemeroptera**

### **Семейство – Leptophlebiidae**

1) Лептофлебия – (Leptophlebia)

### **Семейство - Ephemerellidae**

1) Эфемерелла – (Ephemerella)

### **Семейство (Baetidae)**

1) Баетис (Baetis)

## **Отряд Двукрылые – Diptera**

### **Семейство хирономиды (Chironomidae)**

1) Мотыль или личинка комара звонца – (Chironomus plumosus)

### **Семейство толстохоботные комары – (Chaoboridae)**

1) Личинки комара хаоборида (Chaoboridae)

### **Семейство кровососущие комары – (Culicidae)**

1) личинка комара кулицида – (Culicidae)

### **Семейство мухи-журчалки (Syrphidae)**

1) Личинка мухи ильницы или крыска - (Eristalis)

### **Семейство Мошки (Simuliidae)**

1) Мошка симулиум – (simulidae)

### **Семейство Земноводные комары - (Dixidae)**

1) Комарик Земноводный

## **Отряд веснянки – (plecoptera)**

### **Семейство Ephoronidae**

#### **1) личинки веснянок**

## **Отряд Большекрылые, или вислоккрылые, или вислоккрылки (Megaloptera)**

### **Семейство( Sialidae)**

#### **1) Вислоккрылка (Sialis flavilatera)**

## **Отряд Жуки, или Жесткокрылые – (Coleoptera)**

### **Семейство вертячки или кружалки (Gyrinidae)**

1.Вертячки – (Gyrinus)

### **Семейство Плавунцы - Dytiscidae**

- 1) Тинники – (Psephenidae)
- 2) Пузанчики – (Hyphodrilidae)
- 3) Нырляк – (Dytiscidae)
- Семейство Водолюбы - Hydrophilidae**
- 1) Водолюб малый – (Hydrochara caraboides)
- Отряд Стрекозы – (Odonata),**
- семейство (Zygoptera)**
- 1) Бабки, или патрульщики – (Zygoptera)

Наибольшее количество видов отмечено для класса Насекомые (27 видов) (рис.2) (таблицы 3,4). На втором месте находятся моллюски (6 видов). Отмечено 3 вида ракообразных, 2 вида – кольчатых червей, 1 вид паукообразных.



Среди насекомых преобладают представители отряда Ручейники (7 видов) (рис.3), содоминирующими группами являются Двукрылые (6 видов), Жуки (5 видов), поденки и клопы (по 3 вида). Отмечен по 1 виду вислокрылок, веснянок, стрекоз.

**Рис.3. Соотношение отрядов насекомых. 2020 г., 2023-2024 гг.**



**Рис.4. Соотношение групп моллюсков по результатам отлова. 2020 г., 2023-2024 гг.**



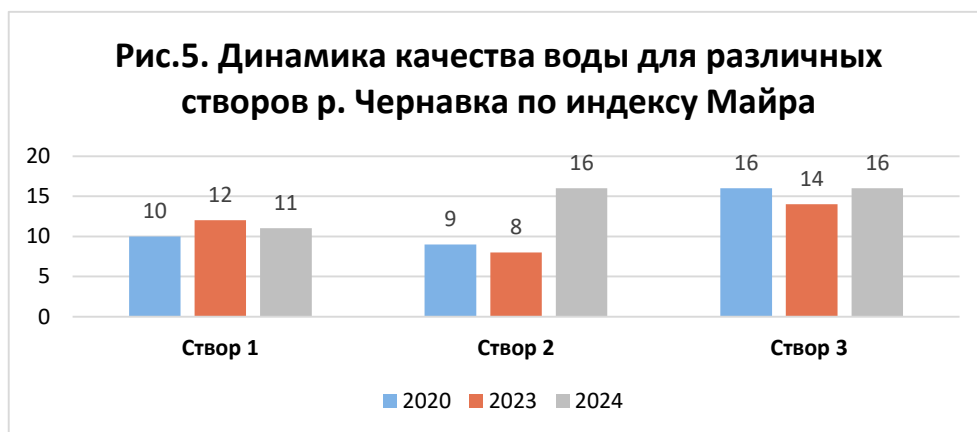
Среди моллюсков в 2023-2024 гг. доминирующей группой являются брюхоногие, на долю двустворчатых приходится лишь 33% (рис.4). Присутствие моллюсков-фильтраторов говорит об относительно высоком количестве кислорода в воде. Однако в отобранных пробах крупные двустворчатые моллюски отсутствуют, что свидетельствует о наличии органического загрязнения в придонном слое (рис.4). Результаты отлова представлены в таблицах 3 и 4.

**Таблица 3. Результаты отлова гидробионтов на реке Чернавка. 2023г.**

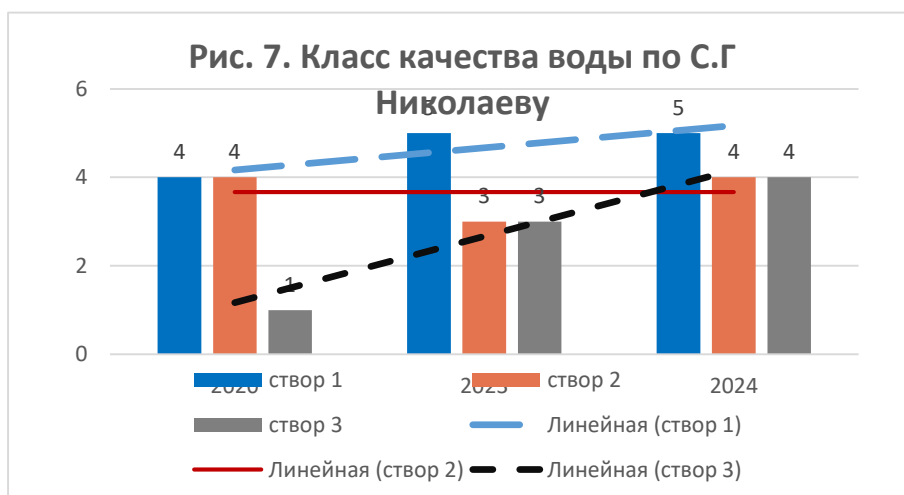
Вд	1 створ	2 створ	3 створ
Катушка блестящая	8	2	1
Пиявка улитковая	3	1	2
Физа пузырчатая	1		5
Ручейник Граммоталиус	1	1	
Гладыш	1		
Водомерка	5		
Дафнии	6	1	
Ручейник Колчанка	1		
Личинка Мошки	5		
Ручейник ромбический	5		3
Хаоборус	11		
Комарик земноводный	1		
Гребляк	2	1	
Шаровка	2	2	
Водяной ослик	3		1
Пузанчик	1	3	
Ручейник Неурония		6	
Трехгранный ручейник		3	
Водяной клещ		2	
Прудовик болотный		1	
Поденка Каенис		1	
Циклоп		3	
Горошинка (двустворчатый моллюск)		1	
Катушка семиоборотная		1	
Ручейник Триенодес		1	
Пиявка рыба	1	6	1
Огневка телорезная		1	
Трубочник		1	
Поденка Leptophlebia		1	
Гаммарус			21
Ручейник Лептоцерус			2
Моховый ручейник			1
Пиявка малая ложноконская			6
Пиявка двуглазая			1
Ручейник Гидропсиха			1
Прудовик овальный			1
Ручейник Микроптерна			1
Поденка Эфемерелла			4
Коромысло			1

**Таблица 4. Результаты отлова гидробионтов на реке Чернавка. 2024г.**

Вид	1 створ	2 створ	3 створ
Водяной ослик	8		
Водомерка палочковидная	4		
Мотыль (личинка комара звонца)	34		10
Прудовик обыкновенный	4		
Ручейник ромбический	1	1	
Бабка (стрекоза)	2		
Пиявка малая ложноконская	2	1	1
Вертячка	1	1	
Крыска (личинка мухи Ильницы)	4		
Личинка комара Кулицида	7		
Личинка комара Хаоборида	1		
Гаммарус		32	2
Ручейник моховый		4	1
Ручейник Колчанка		1	
Поденка Лептофлебия		1	
Водяной клещ		3	
Личинка мошки		7	1
Ручейник Неурония		2	
Жук нырляка		2	
Шаровка		1	
Поденка Баетис		4	
Гребляк			1
Мокрица		1	
Ручейник желтоусый			1
Речная чашечка			1
Пиявка улитковая			1
Водяной скорпион			2
Коромысло (личинка стрекозы)			1
Циклоп			1
Пузанчик (жук)			1
Комарик земноводный			6
Дафния			1



По индексу Майера в 2023 г. нами было выявлено, что качество воды 1 и 3 створов соответствует 3 классу качества воды. Если сравнивать с 2020 г., то качество воды в 1 створе улучшилось, в отличие от 3 створа который остался без изменений. Так же, 2 створ тоже остался неизменным, все еще имея 4 класс качества. В 2024 г. по индексу Майера мы выявили, что в 1 и 3 створе вода так же не изменилась и осталась 3 классом качества. Но 2 створ потерпел изменения в лучшую сторону, так же став 3 классом качества. Кроме того, отмечено существенное повышение индекса для 2 и 3 створа. Для створа № 1 индекс равен 11, это значение находится на границе 3 и 4 класса качества. Таким образом, деятельность бобров оказывает отрицательное воздействие, так как снижает проточность реки и увеличивает количество донных отложений и содержание органики. Однако сравнив класс качества воды по индексу Майера с 2020 г. (данные Грачевой Е.Д.) мы выявили, что на 1 и 2 створах вода соответствовала 4 классу качества, то есть отмечено некоторое улучшение.



За период с 2020 по 2024 год по индексу С.Г. Николаева отмечено существенное ухудшение класса качества воды, как для 1-ого, так и для 3-его створов. В 2020 году вода первого створа соответствовала 4 классу качества, а в 2023 и 2024 гг. – 5 классу качества, что говорит о дальнейшем процессе накопления органики и заболачивании. В 2023 году вода 2 створа соответствовала 3 классу, однако, в 2024 г. вновь ухудшилась до 4 класса, что также свидетельствует об ухудшении. Наиболее существенные изменения произошли для 3 створа, вода которого в 2020 году была очень чистой, олигосапробной и соответствовала 1 классу качества. В 2023 году воды этого створа соответствовали 3 классу качества (воды удовлетворительной чистоты,  $\beta$ -мезосапробные), в 2024 году - 4 классу качества (загрязненные,  $\alpha$ -мезосапробные). Возможно это связано с тем фактом, что ниже и выше данного створа в 2023 году были образованы две новые бобровые плотины, что привело к ухудшению качества воды.

В 2024 году, мы провели анализ реки на наличие железа, меди и других химических веществ с помощью набора «Нилпа». Результаты предоставлены в таблице 5.

**Таблица 5. Результаты химического анализа воды. 2024 г.**

Створы	ПДК	№1	№2	№3
Fe (железо) (мг/л)	0,1	<b>1</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>
PO <sub>4</sub> (фосфат) (мг/л)	0,15	3,5	0,25	2
NO <sub>3</sub> (нитрат) (мг/л)	40	0,5	0	0
NO <sub>2</sub> (нитрит) (мг/л)	0,08	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>	0
Cu (медь) (мг/л)	0,001	0	<b>0,1</b>	0
КН (карбонатная жесткость) (нем. градусы)		5	9	9

GH (общая жесткость) (нем.градусы)		7	11	10
NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> (аммиак/аммоний) (мг/л)	0,05/0,5	0,3	<b>0,5</b>	0
Электропроводность		20,6	20,3	23,1
pH (показатель кислотности/Нилпа)		6,7	6,5	7,6
pH (показатель кислотности/pH метр)		6,9	7	6,5

pH для всех створов, кроме 3-его близко к нейтральным значениям. Для 3 створа pH составляет 7,6 при анализе с использованием теста «Нилпа», что говорит о том, что несколько сдвинуто в сторону щелочной среды. Причиной может быть наличие насыпного щебня вблизи створа и смыва в воду грунта с дороги. Однако при измерении pH-метра показатель составил 6,5. Для 1 и 3 створов превышено ПДК по содержанию железа, особенно для 1 створа (в 3 раза) – 1 мг/л, для 3 створа – 0,1 (на границе ПДК). Скорее всего, это не в полной мере связано с деятельностью бобров, однако может быть и следствием застоя воды. Для второго створа отмечено превышение ПДК по содержанию меди, что можно объяснить близостью сельскохозяйственных угодий. Для 1 и 2 створов превышено содержание нитритов, что говорит о процессе разложения органики. Для этих створов также отмечено присутствие значительного количества аммиака и аммония.

Воды 2 и 3 створов по жесткости относятся к водам средней жесткости, для 1-го створа – ближе к мягким.

### **Заключение**

Проведя исследование качества воды в реке Чернавка, мы установили, что по различным индексам результаты не всегда совпадают. Сравнительный анализ показателей по различным индексам представлен в таблице 6.

В реках обычно количество донных отложений увеличивается по направлению течения и качество воды в случае отсутствия загрязнений ухудшается вниз по течению. В нашем случае отмечается обратный процесс, что связано с зарегулированием стока бобровой плотиной. Для первого створа, расположенного вблизи бобровой плотины вода по индексу С.Г.Николаева является грязной, для второго и третьего створа, расположенного ниже по течению – удовлетворительной чистоты в 2023 г. и загрязненными в 2024 г.

Таким образом на участках реки, где отмечена активная деятельность бобров нами выявлено существенное снижение качества воды. Это связано с целым рядом причин – зарегулированием стока, привнесением дополнительных биогенных веществ, загрязнением мусором, ветками, илом и т.д. Хотя скорость и изменение воды из-за бобровых прудов несколько снижено, области ниже по течению от плотины могут иметь повышенный потенциал для эрозии из-за улавливания различного мусора. Бобровые плотины способствуют накоплению различных отложений. Бобры могут оказывать значительное влияние на продукцию пресных вод, изменяя

уровень питательных веществ и снижая количество растворенного кислорода (Найман и Мелильо, 1985; Naiman et al., 1987). В то же время ряд авторов отмечает положительную роль деятельности бобров. Например, по мнению Горшкова Д.Ю. (2004) бобры оказывают положительные воздействия на водоток, так как бобровые пруды снижают возможность поступления паводковых вод в реки.

В нашем случае для тех участков реки, где отмечена деятельность бобров преобладали виды, для которых характерно дыхание атмосферным воздухом, или виды, которые могут выдерживать достаточно сильное органическое загрязнение.

**На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:**

1). Отмечено 39 видов беспозвоночных, представителей макрозообентоса, относящихся к четырем типам.

2). Воды в реке Чернавка, оцененные по классификации С.Г. Николаева, являются для створа, расположенного вблизи боровых плотин – грязными, для остальных – удовлетворительной чистоты в 2023г. и загрязненными – в 2024 г.

3). По индексу Майера воды можно охарактеризовать как грязные или имеющие тенденцию к загрязнению. Для 1 и 3 створов вода соответствует 3 классу качества, то есть является загрязненной. Для 2-го створа вода соответствует 4 классу качества.

4) Отмечено ухудшение класса качества воды для всех створов, что связано как с усилением деятельности боров, так и с погодными условиями.

5) Одним из основных источников загрязнения реки является деятельность бобров, в результате которой снижается скорость течения, затопляется часть прилегающих угодий, увеличивается содержание органических веществ в воде и снижается количество растворенного кислорода.

Для сохранения реки Чернавки и улучшения ее экологического состояния можно дать **следующие рекомендации**:

1. Дальнейшее слежение за изменениями гидрологического режима реки вследствие деятельности бобров, расширение района исследований, выявление место расположения плотин и бобровых прудов, мест изменения ландшафта.

2. Выявление иных источников загрязнения реки, в том числе антропогенного происхождения.

**Таблица 6. Сравнительная характеристика качества вод исследованных створов р. Чернавки по различным индексам 2020, 2023-2024 гг.**

№ створа	Класс качества по методу С.Г. Николаева			Индекс Майера			Сапробность/ трофность			Экологическая полноценность воды
	2020г.	2023г.	2024г.	2020г.	2023г.	2024г.	2020г.	2023г.	2024г.	
1	4 (загрязненные)	5 грязные	5 грязные	10 4-7 класс качества (грязные)	12 3 класс загрязненные	11 3 класс загрязненные	$\alpha$ - мезо-сапробные $\alpha$ -мезо-трофные	$\beta$ -полисапробные	$\beta$ -полисапробные	Грязные/ Экологически неполноценные
2	4 (загрязненные)	3 (удовлетворительно и чистоты)	4 (загрязненные)	9 4-7 класс качества (грязные)	8 4-7 класс качества (грязные)	16 3 класс загрязненные	$\alpha$ - мезо-сапробные $\alpha$ -мезотрофные	$\beta$ -мезо-сапробные $\alpha$ -мезотрофные	$\alpha$ - мезо-сапробные $\alpha$ -мезотрофные	2023 г. -Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое/. 2024 г. -Экологически неполноценные
3	1 (очень чистые)	3 (удовлетворительно и чистоты)	4 (загрязненные)	16 3 класс качества	14 3 класс загрязненные	16 3 класс загрязненные	Олиготрофные	$\beta$ -мезо-сапробные $\alpha$ -мезотрофные	$\alpha$ - мезо-сапробные $\alpha$ -мезотрофные	2023 г. -Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое/. 2024 г. -Экологически неполноценные

Сравнительный анализ показателей по различным индексам представлен в таблице 6. Для створа №1 в 2023-2024 году воды стали грязными, экологически неполноценными, полисапробными, что является следствием деятельности бобров. Такие воды могут использоваться лишь в технических целях после предварительной очистки путем коагуляции и дезинфекции. Их использование для рекреации и рыбоводства по санитарно-гигиеническим нормам – не допустимо.

Для створов №2 и №3 также отмечено ухудшение качества, вода соответствует 4 классу качества по методу С.Г. Николаева ( $\alpha$  – мезосапробные,  $\alpha$ -мезотрофные), то есть загрязненные и экологически неполноценные. Продлевая живучесть патогенных организмов во внешней среде, воды 4 класса могут способствовать распространению инфекционных заболеваний человека и животных. Их практическое использование для рекреации и рыбоводства имеет ограничения по санитарно-гигиеническим нормам.

### ***Список литературы и источников***

1. Алексеев С.В., Беккер А.М. Изучаем экологию экспериментально. С-Петербург. 1993.
2. Данилов П., Каньшиев В., Федоров Ф. Речные бобры Европейского севера России. [Отв. Ред. П. И. Данилов]; Ин-т биологии КарНЦ РАН. – М.: Наука, 2007.
3. Дежкин В.В., Дьяков Ю.В., Сафонов В.Г., Бобр. М., «Агропромиздат», 1986, с. 40-43.
4. Завьялов Н.А., А.В. Крылов, А.А. Бобров, В.К. Иванов, Ю.Ю. Дгебуадзе. Влияние речного бобра на экосистемы малых рек. М.: Наука. 2005. С.186.
5. Измайлова Н.Л., Ляшенко О.А., Антонов И.В. Биотестирование и биоиндикация состояния водных объектов: учебно-методическое пособие к лабораторным работам по прохождению учебной (ознакомительной) практики/ СПбГТУРП. – СПб., 2014. – 52 с.
6. Макрозообентос водоемов, Шиширина Н. Е., Ихер Т. П., Тарарина Л.Ф., Тула 2003.
7. Методическое и информационное обеспечение общественного мониторинга окружающей среды силами учащихся и педагогов образовательных организаций России. Под редакцией: С.Г. Николаева. М., 2018
8. Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям: учебно-методическая разработка по курсу «Гидробиология»; сост.: О.Ю. Деревенская. – Казань: КФУ, 2015. – 44 с.
9. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Гидрометеогодат. Л. 1977.
10. Хейсин Е.М. Определитель пресноводной фауны. М., Учпедгиз. 1962
11. Чертопруд М.В. Мониторинг загрязнения по составу макрозообентоса. Москва.2003.
12. Чертопруд М. В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. 4-е изд. М.: КМК, 2011.

13. Экологический мониторинг объектов водной среды Шиширина Н. Е., Ихер Т. П., Тарарина Л.Ф., Тула 2003.
14. Пащенко, Михаил Николаевич [Роль европейского бобра \(Castor fiber L.\) в экосистемах малых водотоков Ленинградской и Новгородской областей](#) 2005 год, автореферат диссертации на соискание степени к.б.н.
15. Горшков Дмитрий Юрьевич экология и средообразующая роль бобра (Castor fiber L.) в центральной части Волжско-Камского края. Автореферат диссертации на соискание степени к.б.н. М. 2004. 28с.

## Приложение



*Створ № 1*



*Створ № 2*



*Створ № 3*



*Химический анализ воды*

Таблица 3

**Результаты отлова гидробионтов на реке Чернавка. 2020г.  
(данные Грачевой Е.Д.)**

<b>№ станции</b>	<b>Створ 1</b>	<b>Створ 2</b>	<b>Створ 3</b>
Малая ложноконская пиявка	2	-	1
Физа	2	-	-
Катушка блестящая	1	-	-
Ручейник ромбический	1	1	5
Неурония	1	-	3
Водомерка	16	1	5
Вертячка	3	3	1
Гаммарус	3	-	7
Гладыш	3	-	-
Желтоусый ручейник	1	-	1
Моховой ручейник	1	-	-
Улитковая пиявка	2	-	-
Личинки стрекоз (бабки)	3	-	-
Катушка окаймленная	-	26	-
Водяной скорпион	-	2	-
Гребляк	-	14	1
Тинник	-	1	-
Клещ водный	-	1	-
Водолюб малый	-	2	2
<b>Моланна</b>	-	-	<b>2</b>
<b>Вислокрылка</b>	-	-	<b>1</b>
Водяной ослик	-	-	1
Дафнии	-	-	6
Пузанчик	-	-	1
Риакофила (ручейник)	-	-	1
Шаровка	-	-	2
Горошина	-	-	1
Личинки мошки(симулиум)	-	-	1
Колчанка	-	-	1
Комарик земноводный	-	-	1
Поденки(эфемерелла)	-	-	1
Баетис	-	-	1
Анаболия	-	-	1
<b>Личинки веснянок</b>	-	<b>2</b>	-
<b>Речная чашечка</b>	-	-	<b>1</b>
Прудовик обыкновенный	2	4	-