ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ТВОРЧЕСКИХ РАБОТ МОЛОДЁЖИ

«МЕНЯ ОЦЕНЯТ В XXI ВЕКЕ»

Направление: Экология

Тема: Оценка качества воды некоторых участков реки Чернавка в Ивановском районе Ивановской области биоиндикационными методами

Соискатель: Голубева Арина Игоревна

Научный руководитель: Гусева Анна Юрьевна, заместитель директора, руководитель регионального центра выявления и поддержки одаренных детей Ивановской области ГАУДПО ИО «Университет непрерывного образования и инноваций», педагог дополнительного образования, кандидат биологических наук

Место выполнения работы: ГАУДПО ИО «Университет непрерывного образования и инноваций»

2026

Содержание

Введение	3
Обзор литературы	4
Материал и методика	4
Результаты	6
Заключение	14
Выводы	14
Рекомендации	15
Список литературных источников	16
Приложения	17

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 практически 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 аминосоединения, 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. Так же, на изменение качества воды влияет погода, климат и другие факторы, как антропогенное воздействие. 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 – оценить динамику изменения качества воды реки Чернавка в Ивановском районе Ивановской области.

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 динамике качества воды р. Чернавка, выявить возможные источники загрязнения.

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 (аммиак, аминокислоты и амидокислоты). В олигосапробных водоемах сероводород отсутствует, углекислого газа мало, количество кислорода близко к величине нормального насыщения, растворенных органических веществ практически нет. Мезосапробные воды (зоны водоемов) подразделяются на α- и β-мезосапробные. В первых встречается аммиак, амино- и амидокислоты, но уже есть и кислород. Минерализация органического вещества в основном идет за счет его аэробного окисления. Следующая, β-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. Олигосапробные воды населены наиболее разнообразно в видовом отношении и наиболее бедно в количественном.

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 индикаторовстепени загрязнения водоемов.

Одним из факторов, способствующих изменению абиотических и биотических параметров водных и прибрежно-водных биоценозов является жизнедеятельность бобров. Существенное изменение гидрологического режима бобрами, в том числе и для изучаемой реки, производится исключительно на малых реках и ручьях. Жизнедеятельность речного бобра также воздействует на химический режим малых рек за счет выделения в воду метаболитов. При помощи плотин животные могут напрямую влиять на гидрологическое состояние водоемов (Дежкин и др., 1986). Поднятие уровня грунтовых вод усиливает процесс оглеения и торфонакопления (Данилов и др., 2007).

Материал и методика

Исследования проводились в сентябре 2023г., в августе 2024г. для трех створов реки Чернавка и сентябре 2025г. - для четырех створов, расположенных в окрестностях деревни Скалозубка и села Никольское Ивановского района. Первый створ располагался в подтопленной части леса. Ниже створа расположена бобровая плотина. 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. Четвертый створ находится в 20 м перед третьим. Результаты исследований сравнивались с данными 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, 2025). При определении объектов использовался бинокулярный микроскоп «БИОПТИК» BS-200. Для определения классов качества воды нами применялись общепринятые биоиндикационные методы – метод Пантле-Букка, метод Пантле-Букка в модификации Сладчека, методика С.Г. Николаева (2018).

Рис.1. Карта-схема мест отбора проб.



При проведении исследований использовались следующие методы биоиндикации.

Метод С. Г. Николаева. Для определения класса качеств вод нами использовался индекс С.Г. Николаева (1993) (Прил.18). По методике С.Г. Николаева выделяется 6 классов качества вод: 1 – Очень чистые (ксеносапробные); 2 – Чистые (Олигосапробные); 3 – Удовлетворительной чистоты (β-мезосапробные); 4 – Загрязнённые (α-мезосапробные); 5 – Грязные (β-полисапробные); 6 – Очень грязные (гиперэфтрофные).

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) и получаем суммарную индикаторную значимость таксонов в каждом классе. Максимальное значение указывает на класс качества вод.

Для оценки качеств вод также была применена методика **Пантле-Букка в модификации Сладчека (Чертопруд, 2003).**

Формула для расчёта индекса сапробности по методике Пантле-Букка в модификации Сладчека:

$$S = \frac{\sum(sh)}{\sum^{h}}$$

Оценочная шкала чистоты воды (По Чертопруду 2003-2014) :

1. ксеносапробная зона – 0-0,50 (очень чистые)
2. олигосапробная — 0,51-1,50 (чистые)
3. β-мезосапробная — 1,51-2,50 (удовлетворительной чистоты)
4. α-мезосапробная — 2,51-3,50 (загрязнённые)
5. полисапробная — 3,51-4,00 (грязные).

В 2024 и 2025 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_2 (нитрит);
- NO_3 (нитрат);
- PO_4 (фосфаты);
- NH_3/NH_4 (аммоний/аммиак);
- Cu (медь);
- Fe (железо).

pH также определялись спомощью портативного тестера PRO Waterprof. Также была оценена электропроводность (мСм/см) с помощью портативноготестера EC59 PRO Waterproof EC/NLC/Testers. (24)

езультаты

По результатам обследования трех створов в 2023-2025 гг. скорость течения увеличивается от 1-го к 3 створу. Для первого створа течение практически отсутствует, а у третьего скорость достаточно высокая, однако снижается в 2025 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 1. 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-коричневатый	Отсутствует, местами 7-12 см	Речной	Отсутствует
№4 Перед трубой	16 ˚С	38 см	Песчанно илистое	Бледно-желтый	10-12 см, местами	Речной	Присутствует На 20% поверхности

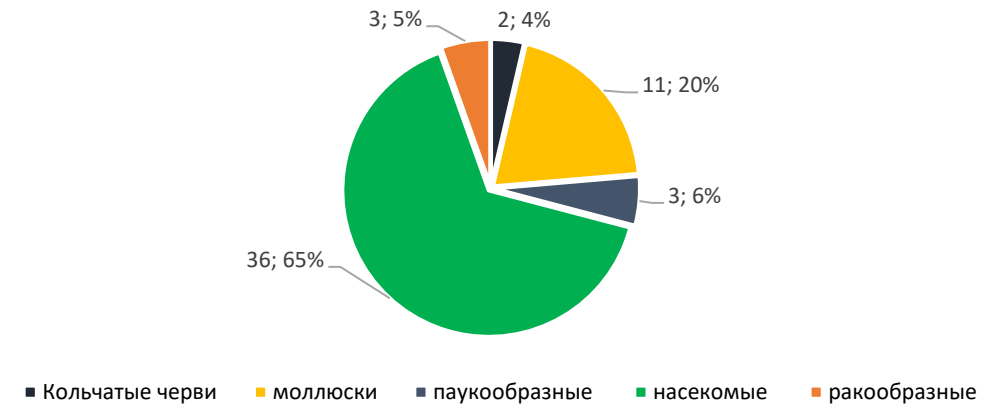
Повышение температуры в районе плотины снижает количество кислорода, что снижает процесс окисления органических веществ и способность реки к самоочищению.

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. Пленка так же была отмечена для четвертого створа. Запах гнилостный у первого створа и торфянистый у второго. У третьего створа запах речной, у четвертого тоже.

За период исследований водоема были отловлены 59 видов беспозвоночных, представители 4 типов, относящиеся к группе макрозообентоса. (прил. 17)

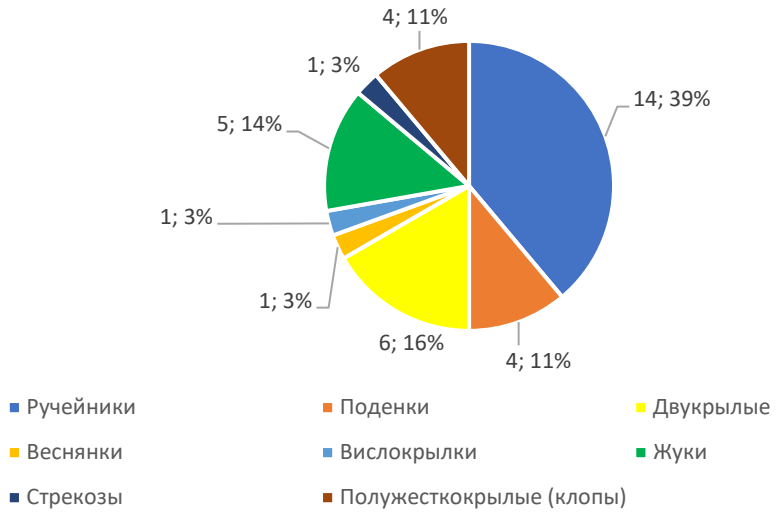
Наибольшее количество видов отмечено для класса Насекомые (40 видов) (рис.2). На втором месте находятся моллюски (11 видов). Отмечено 3 вида ракообразных, 3 вида паукообразных и 2 вида кольчатых червей.

Рис. 2. Соотношение таксономических групп -макрозообентоса. 2020 г., 2023-2024-2025 гг.



Среди насекомых преобладают представители отряда Ручейники (14 видов) (рис.3), содоминирующими группами являются Двукрылые (6 видов), Жуки (5 видов), поденки и клопы (по 4 вида). Отмечено по 1 виду вислокрылок, веснянок, стрекоз.

Рис.3. Соотношение отрядов насекомых. 2020 г., 2023-2024-2025 гг.



Среди моллюсков в 2023-2025 гг. доминирующей группой являются брюхоногие, на долю двустворчатых приходится лишь 18% (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.



По соотношениям групп организмов по 2023-2024-2025 годам, мы можем видеть что на протяжении всех 3 годов доминируют организмы β-мезасопробной зоны. В 2023 году был отмечен 1 организм принадлежащий группе полисапробных организмов. В 2024 году, для первого створа и для 3 створа в 2023 по пантле-букку в модификации сладчека (с учетом численности организмов индикаторов) преобладают организмы α-мезасапробных вод.

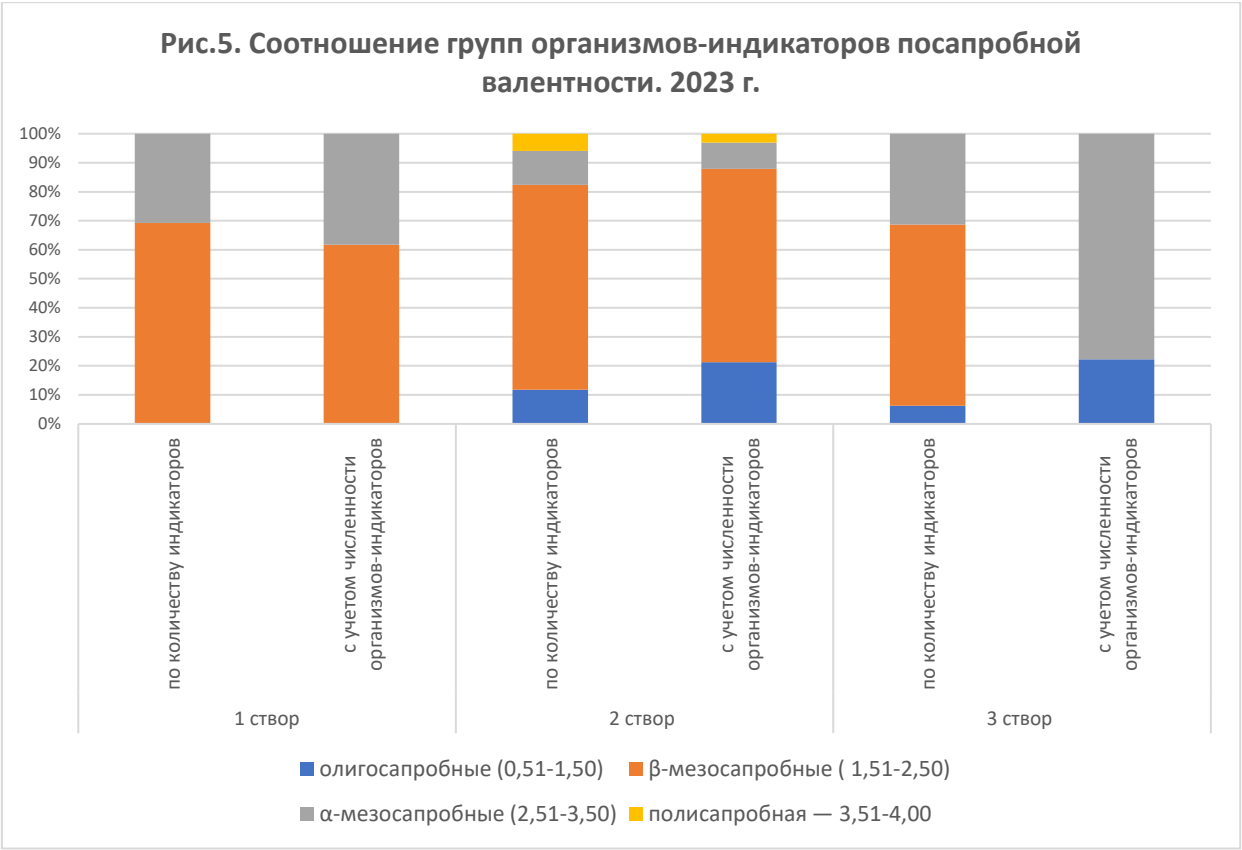


Рис.6. Соотношение групп организмов-индикаторов посапробной валентности. 2024 г.

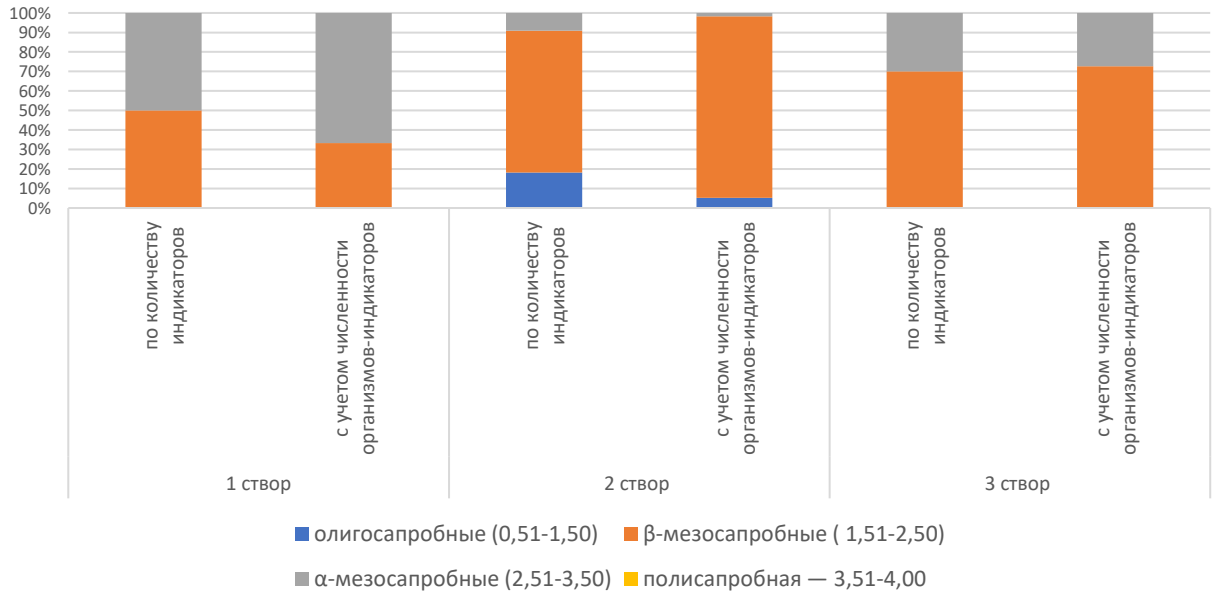
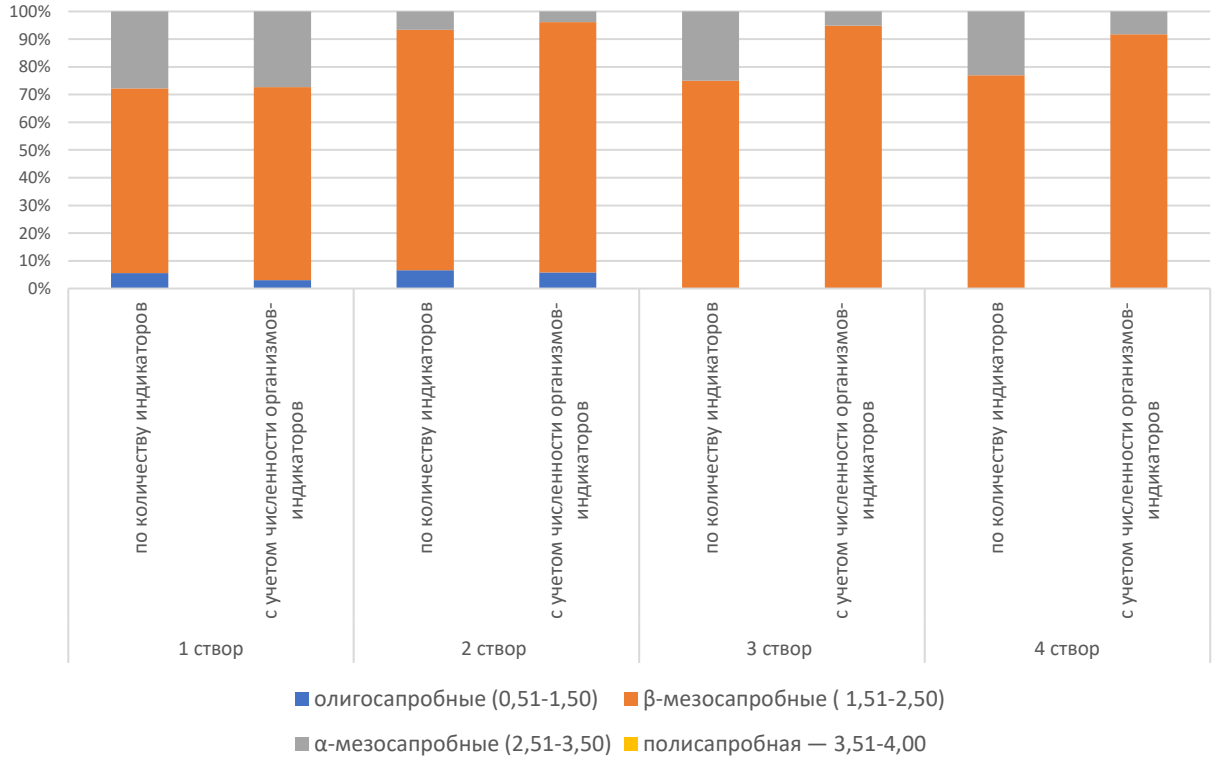
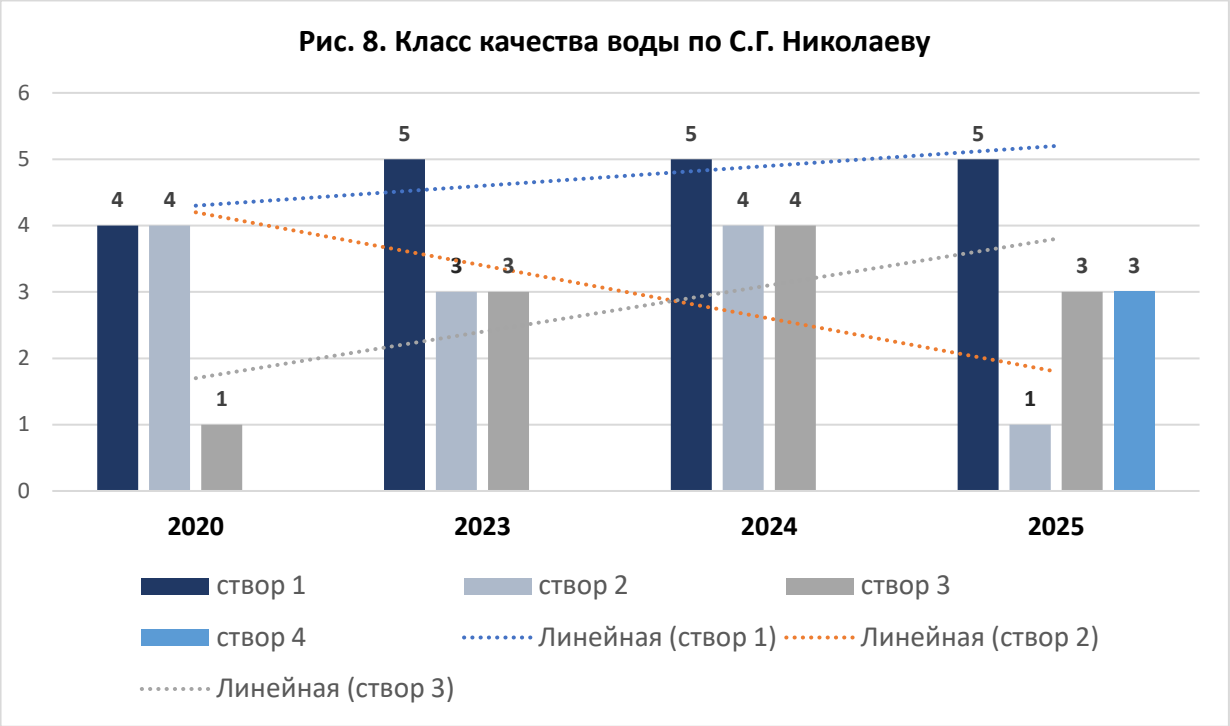
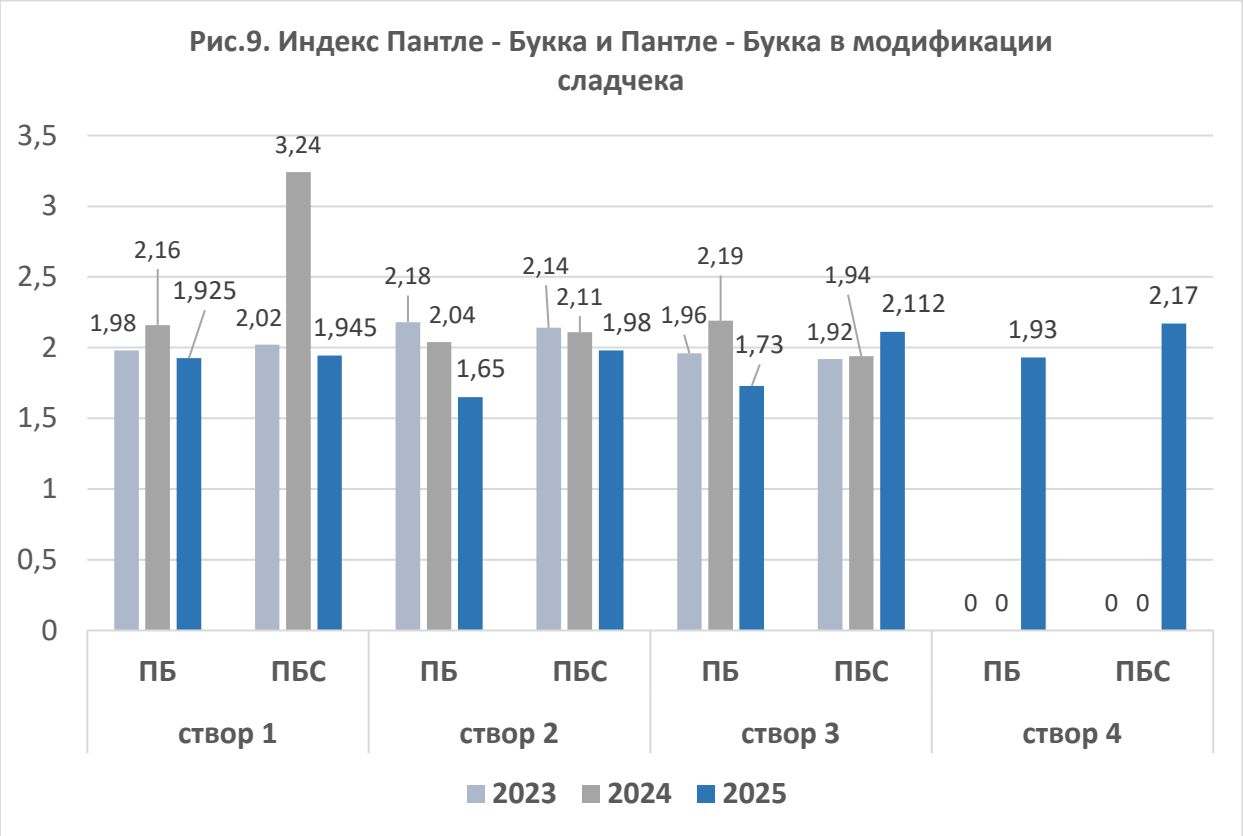


Рис.7. Соотношение групп организмов-индикаторов посапробной валентности. 2025 г.



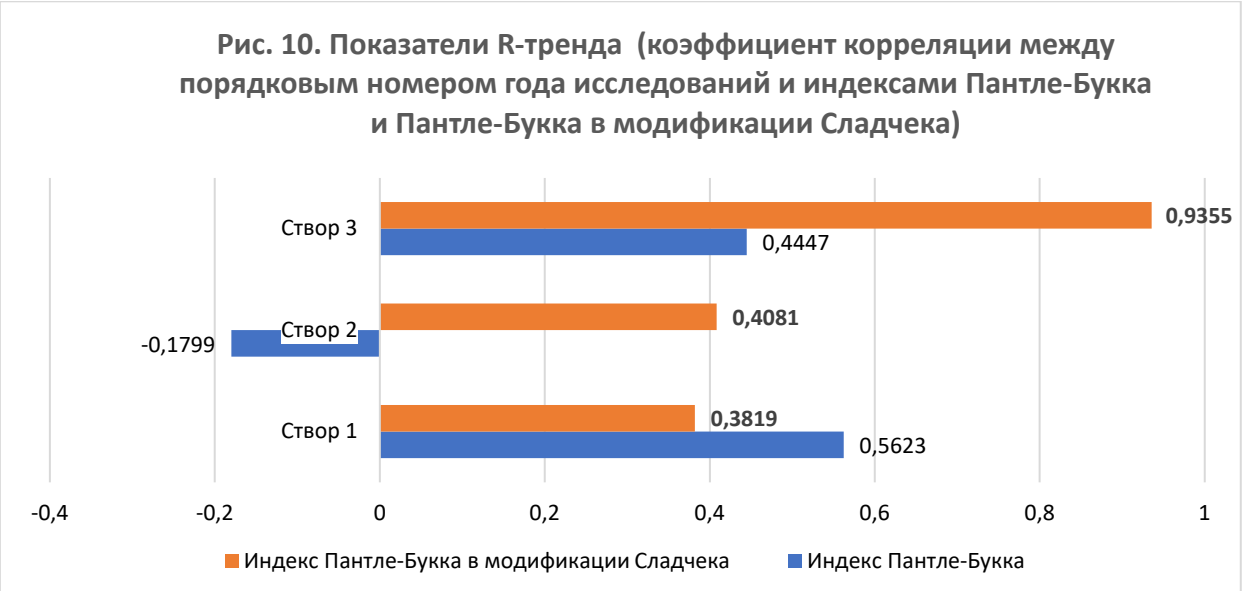


За период с 2020 по 2024 год по индексу С.Г. Николаева отмечено существенное ухудшение класса качества воды, как для 1-ого, так и для 3-его створов. Но в 2025 году отмечено улучшение. В 2020 году вода первого створа соответствовала 4 классу качества, а в 2023, 2024 и 2025 гг. – 5 классу качества, что 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 свидетельствовало об ухудшении, но в 2025 году вода 2 створа соответствует 1 классу качества. Наиболее существенные изменения произошли для 3 створа, вода которого в 2020 году была очень чистой, олигосапробной и соответствовала 1 классу качества. В 2023 и 2025 году воды этого створа соответствовали 3 классу качества (воды удовлетворительной чистоты, β-мезосапробные), в 2024 году - 4 классу качества (загрязненные, α-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. Хотя в 2025 году произошло очередное улучшение, предположительно связанное с большим количеством осадков.



По индексу Пантле-Букка воды всех створов в 2023-2025гг. соответствовали β-мезосапробным водам. Улучшение показателей по данному индексу отмечено для 2 и 3 створов (до 1,65 и 1,73 в 2025 г. соответственно).

Более точным по сравнению с методом Пантле-Букка является метод Пантле-Букка в модификации Сладчека. В 2024 году отмечено значительное ухудшенние для 1 створа. Вода в этом створе соответствует α - мезо-сапробным, загрязненным водам. В 2025 году так же произошло ухудшение для створа номер 3.



Анализ показателей R-тренда (коэффициента корреляции между порядковым номером года исследования и значением индекса Пантле-Букка и Пантле-Букка в

модификации Сладчека выявил тенденцию к ухудшению качества воды для всех створов за период с 2020 по 2025 гг. (рис. 10). Для первого и третьего створов показатели коэффициента корреляции между порядковым номером года исследований и индексом Пантле-Букка коэффициент корреляции является положительным, следовательно отмечено ухудшение качества воды. Для второго створа по индексу Пантле-Букка отмечено некоторое улучшение (коэффициент корреляции составил - 0,1799). По индексу Пантле-Букка в модификации Сладчека все коэффициенты корреляции являются положительными, следовательно, по данному индексу происходит ухудшение качества воды. Эти изменения носят недостоверный характер ($p>0,05$). Наиболее близким к значимым изменениям по ухудшению качества вод оказался створ №3 ($p=0,06454$). Это можно объяснить близостью источника загрязнений (дорога), а также захламлением данного участка упавшими деревьями.

В 2024-2025 годах мы провели анализ вод реки на наличие железа, меди и других химических веществ с помощью набора «Нилпа». Результаты предоставлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты химического анализа воды. 2024-25 г.

Створы	**ПДК**	**№1**		**№2**		**№3**		**№4**
		2024	**2025**	**2024**	**2025**	**2024**	**2025**	**2025**
Fe (железо) (мг/л)	0,1	**1**	**0.1**	**0,3**	**0**	**0,1**	**0**	**0**
PO_4^{3-} (фосфат) (мг/л)	0,15	3,5	0	0,25	0,25	2	0.25	0.23
NO_3^- (нитрат) (мг/л)	40	0,5	0	0	0	0	0	0
NO_2^- (нитрит) (мг/л)	0,08	**0,5**	**0**	**0,1**	0	0	0	0
Cu^{2+} (медь) (мг/л)	0,001	0	**0**	**0,1**	0	0	0	0
KH (карбонатная жесткость) (нем./русс. градусы)		5 / 1,785	4 / 1,428	9 / 3,213	11 / 3,927	9 / 3,213	9 / 3,213	6 / 2,142
GH (общая жесткость) (нем./русс.градусы)		7 / 2,499	6 / 2,142	11 / 3,927	13 / 4,641	10 / 3,57	11 / 3,927	12 / 4,284
NH_3/NH_4 (аммиак/аммоний) (мг/л)	0,05/ 0,5	0,3	0	**0,5**	0	0	0	0
Электропроводность		20,6	-	20,3	-	23,1	-	-
pH (показатель кислотности/Нилпа)		6,7	7,3	6,5	7,2	7,6	7	6,5
pH (показатель кислотности/PH метр)		6,9	-	7	-	6,5	-	-

В 2025 году pH для всех створов, кроме 1-го близко к нейтральным значениям. Для створа №1 pH составляет 7,3 при анализе с использованием теста «Нилпа». Для створов №1 и №3 в 2024 году превышено ПДК по содержанию железа, особенно для створа №1 (в 3 раза) – 1 мг/л, для створа №3 – 0,1 мг/л (на границе ПДК). Скорее всего, это не полной мере связано с деятельностью бобров, однако может быть и следствием застоя воды. Для второго створа в 2024 году 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 всех створов относятся к мягким водам в 2024 году, однако, в 2025 воды 2 и 4 створов относятся к водам средней жесткости

Заключение

Проведя исследование качества воды р. Чернавка мы установили, что по различным индексам результаты не всегда совпадают. Сравнительный анализ показателей по различным индексам представлен в приложении 9.

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 у первого створа. Для первого створа, расположенного вблизи бобровой плотины, вода по индексу С.Г. Николаева является грязной, для второго и третьего свора, расположенного ниже по течению – удовлетворительной чистоты в 2023 г. и загрязненными в 2024 и 2025 гг. Таким образом на участке реки, где отмечена активная деятельность бобров, антропогенное воздействие, или изменения климата, нами выявлено существенное снижение качества воды. Это связано с целым рядом причин – зарегулированием стока, привнесением дополнительных биогенных веществ, отсутствия достаточного количества кислорода, загрязнением мусором, ветками, илом и т.д. 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; Naimanetal., 1987). 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.

Погодные условия могут влиять как положительно, так и отрицательно. Во время дождя, общее количество воды увеличивается, из-за чего происходит улучшение.

Для створа №1 в 2023-2025 году воды стали грязными, экологически неполноценными, полисапробными, что является следствием деятельности бобров. Такие воды могут использоваться лишь в технических целях после предварительной отчистки 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 этих створов и створа №4 соответствует 3 классу качества по методу Пантле-Букка в модификации сладчека (β-мезо-сапробные), то есть загрязненные и экологически неполноценные. Продлевая живучесть патогенных организмов во внешней среде, воды 3 класса могут способствовать распространению инфекционных заболеваний человека и животных. Их практическое использование для рекреации и рыбоводства имеет ограничения по санитарно-гигиеническим нормам.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие <u>выводы:</u>

1). Отмечено 59 видов беспозвоночных, представителей макрозообентоса, относящихся к трем 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 и 2025 гг.

3). По индексу Пантле-Букка и Пантле-Букка в модификации Сладчека, воды можно охарактеризовать β-мезосапробные воды. Для всех створов воды β-мезосапробные, то есть воды удовлетворительной чистоты.

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

5). Одним из основных источников загрязнения реки является деятельность бобров и погодные условия, в результате которых 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 влияния погодных условий, расширение района исследований, выявление мест расположения бобровых плотин, мест изменения ландшафта.
2. Выявление иных источников загрязнения реки, в том числе антропогенного происхождения.

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., ТараринаЛ.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.

Приложение



Приложение 1. Створ № 1.



Приложение 2. Створ № 2.



Приложение 3. Створ № 3



Приложение 4. Створ № 4

Приложение 5. Результаты отлова гидробионтов на реке Чернавка. 2020г. (данные Грачевой Е.Д.

№ станции	Створ 1	Створ 2	Створ 3
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
Моланна	-	-	2
Вислокрылка	-	-	1
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
Личинки веснянок	-	2	-
Речная чашечка	-	-	1
Прудовик обыкновенный	2	4	-

Приложение 6. Результаты отлова гидробионтов на реке Чернавка. 2023г.

Вид	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	
Водянной ослик	3		1
Пузанчик	1	3	
Ручейник Неурония		6	
Трехгранный ручейник		3	
Водянной клещ		2	
Прудовик болотный		1	
Поденка Каенис		1	
Циклоп		3	
Горошинка (двустворчатый моллюск)		1	
Катушка семиоборотная		1	
Ручейник Триенодес		1	
Пиявка рыбья	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

Приложение 7. 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 нырялка		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

Приложение 8. Результаты отлова гидробионтов на реке Чернавка. 2025г.

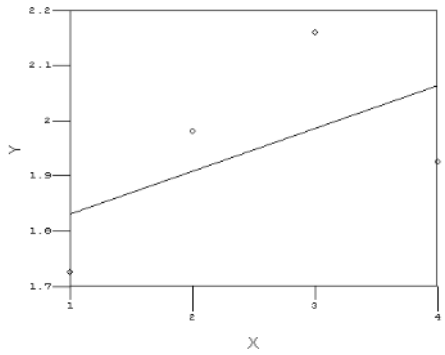
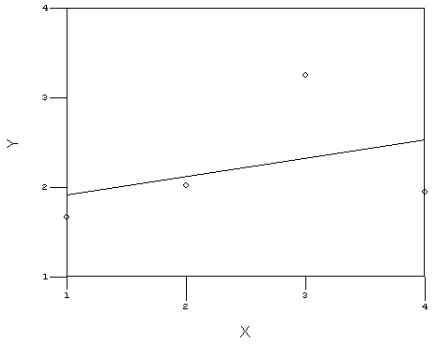
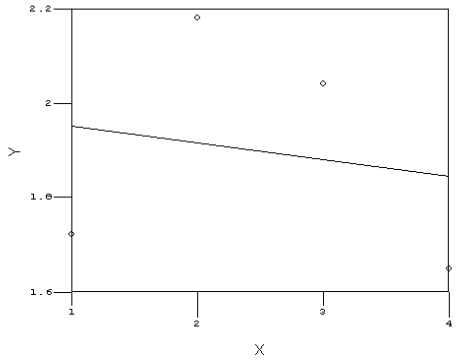
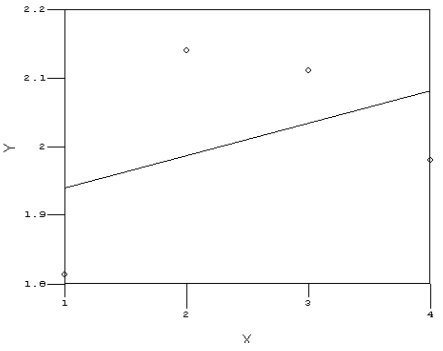
Вид	1	2	3	4
Желтоусый ручейник	2	4		
Ромбический ручейник	2	1		1
Моховой ручейник	1	1	5	1
Гоммарус		32	84	130
Тинник		1		
Ручейник граммоталиус		1		
Ручейник хетоптерикс		1		

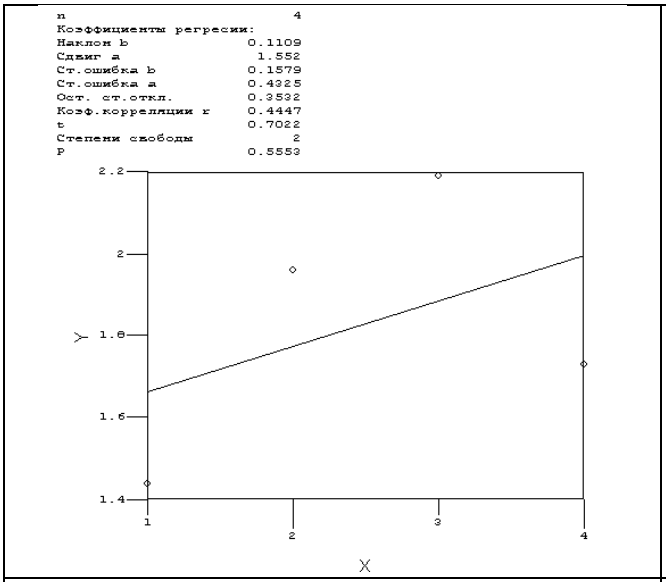
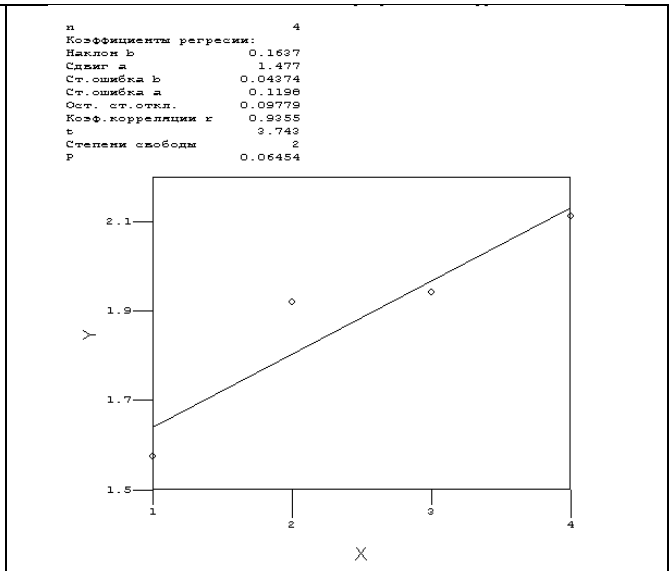
Ручейник трехгранный		1		
Ручейник микроптерна		1		
Ручейник гидропсиха		1		1
Поденка каенис	1	1		1
Лужанка		1		
Веснянка немура		1		
Руч. реакофила		3		
Изящная водомерка			1	
Мокрица			1	
Ручейник глифотелиус			1	
Гребляк			1	3
Физа пузырчатая	1	2	3	2
Ручейник молanna			1	
Слепень			1	
Личинка стрекозы коромысло			2	9
Комарик земноводный	2		8	
Паук серебрянка			1	
Клещ водяной			3	
Мошка	2		1	
Малая ложноконская пиявка				2
Водомерка	2			6
Вертячка	1			4
Гладыш	1			1
Улитковая пиявка	1			
Бабки	2			
Катушка окаймленная	1			
Водяной ослик	4			
Пузанчик	1			
Шаровка	2			1
Поденка баетис	1			
Анаболия	1			
Мотыль	7			
Прудовик обыкновенный	3			
Комары звонцы	48			
Комар кулицида	4			
Поденка эфемерелла	6			1
Паук доломедос				1
Физа заостренная				1

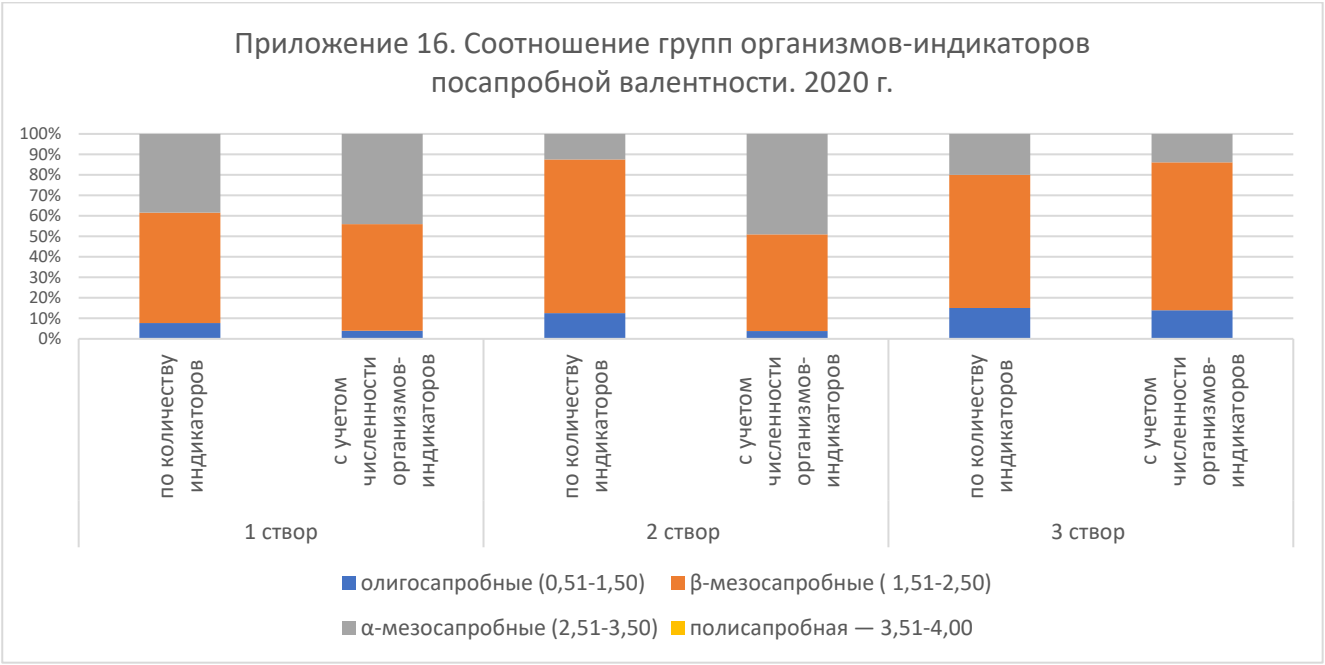
Приложение 9. Сравнительная характеристика качества вод исследованных створов р. Чернавки по различным индексам 2020, 2023-2024-2025гг.

№ створа	Класс качества по методу С.Г. Николаева				Индекс Пантле-Букка			Индекс Пантле-Букка в модификации Сладчека			Экологическая полноценность воды
	2020г.	2023г.	2024г.	2025г.	2023г.	2024г.	2025г.	2023г.	2024г.	2025г.	
1	**4 (загрязненные) α - мезосапробные α-мезотрофные**	**5 Грязные β-полисапробные**	**5 Грязные β-полисапробные**	**5 Грязные β-полисапробные**	**1,98 3 класс β-мезосапробные**	**2,16 3 класс β-мезосапробные**	**1,925 3 класс β-мезосапробные**	**2,02 3 класс β-мезосапробные**	**3,42 4 класс α - мезосапробные**	**1,945 3 класс β-мезосапробные**	Грязные/ Экологически неполноценные, полисапробные
2	**4 (загрязненные) α - мезосапробные α-мезотрофные**	**3 (удовлетворительной чистоты) β-мезосапробные α-мезотрофные**	**4 (загрязненные) α - мезосапробные α-мезотрофные**	**1 (Очень чистые) ксеносапробные**	**2,18 3 класс β-мезосапробные**	**2,04 3 класс β-мезосапробные**	**1,65 3 класс β-мезосапробные**	**2,14 3 класс β-мезосапробные**	**2,11 3 класс β-мезосапробные**	**1,98 3 класс β-мезосапробные**	2024 г. - Экологически неполноценные / 2025 г. - Экологически полноценные: питьевое с очисткой, рекреация рыболовство, орошение, техническое

3	**1 (очень чистые) Олиготрофные**	**3 (удовлетворительной чистоты) β-мезосапробные α-мезотроные**	**4 (загрязненные) α - мезосапробные α-мезотрофные**	**3 (удовлетворительной чистоты) β-мезосапробные α-мезотроные**	**1,96 3 класс β-мезосапробные**	**2,19 3 класс β-мезосапробные**	**1,73 3 класс β-мезосапробные**	**1,92 3 класс β-мезосапробные**	**1,94 3 класс β-мезосапробные**	**2,112 3 класс β-мезосапробные**	2024 - 25 гг. - Экологически неполноценные
4	**-**	**-**	**-**	**3 (удовлетворительной чистоты) β-мезосапробные α-мезотрофные**	**-**	**-**	**1,93 3 класс β-мезосапробные**	**-**	**-**	**2,17 3 класс β-мезосапробные**	2025 г. – удовлетворительной чистоты

n 4 Коэффициенты регресии: Наклон b 0.078 Сдвиг a 1.759 Ст.ошибка b 0.00112 Ст.ошибка a 0.2222 Ост. ст.откл. 0.1614 Коэф.корреляции r 0.5623 t 0.9615 Степени свободы 2 P 0.4277  	n 4 Коэффициенты регресии: Наклон b 0.2069 Сдвиг a 1.699 Ст.ошибка b 0.354 Ст.ошибка a 0.9695 Ост. ст.откл. 0.7916 Коэф.корреляции r 0.3819 t 0.5844 Степени свободы 2 P 0.6181 
Приложение 10. Зависимость индекса Пантле-Букка от порядкового номера года исследований. Створ № 1	Приложение 11. Зависимость индекса Пантле-Букка в модификации Сладчека от порядкового номера года исследований. Створ № 1
n 4 Коэффициенты регресии: Наклон b -0.0252 Сдвиг a 1.966 Ст.ошибка b 0.1365 Ст.ошибка a 0.3738 Ост. ст.откл. 0.3052 Коэф.корреляции r -0.1799 t -0.2586 Степени свободы 2 P 0.8201  	n 4 Коэффициенты регресии: Наклон b 0.0471 Сдвиг a 1.693 Ст.ошибка b 0.07451 Ст.ошибка a 0.2041 Ост. ст.откл. 0.1666 Коэф.корреляции r 0.4081 t 0.6321 Степени свободы 2 P 0.5919 
Приложение 12. Зависимость индекса Пантле-Букка от порядкового номера года исследований. Створ № 2	Приложение 13. Зависимость индекса Пантле-Букка в модификации Сладчека от порядкового номера года исследований. Створ № 2

	
Приложение 14. Зависимость индекса Пантле-Букка от порядкового номера года исследований. Створ № 3	Приложение 15. Зависимость индекса Пантле-Букка в модификации Сладчека от порядкового номера года исследований. Створ № 3



<u>Приложение 17. Таксономический список отловленных организмов</u>

Тип Кольчатые Черви – (Annelida)

Класс Пиявки – Hirudinea

Отряд Хоботные Пиявки – (Rhynchobdellae)

Семейство Плоские пиявки-(Glossiphoniidae)

1) Пиявка улитковая – (Glossiphoniacomplanata)

Отряд челюстные пиявки (Gnathobdellae)

Семейство (Hirudinidae)

1) Малая ложноконская пиявка (Herpopdellaoctoculata)

<u>Тип Моллюски – (Mollusca</u>)

Класс Брюхоногие – (Gastropoda)
Отряд переднежаберные (Prosobranchia)
Семейство Живородки (Viviparidae)
1) Лужанка (Viviparus contectus)
Отряд Лёгочные улитки – (Pulmonata)
Семейство Физиды – (Physidae)
1) Физа пузырчатая (Physafontinalis)
Семейство Прудовики (Lymnaeidae)
1) Обыкновенный прудовик (Lymnaeastagnalis)
Семейство Катушки – (Planorbidae)
1) Катушка блестящая – (Segmentinanitida)
2) Катушка окаймленная – (Planorbisplanorbis)
3) Речная чашечка – (Ancylusfluviatilis)
Класс Двустворчатые – (Bivalvia)
Семейство Шаровки - Sphaeriidae
1) Шаровка – (Sphaerium)
2) Горошинка речная – (Pisidiumamnicum)
Тип Членистоногие (Arthropoda)
Тип Ракообразные – (Crustacea)
Класс Жаброногие – (Branchiopoda)
Отряд Ветвистоусые, или Кладоцеры - Cladocera
1) Дафнии (Daphnia)
Класс Высшие Раки – Malacostraca
Отряд Амфиподы – Amphipoda
Семейство Гаммариды (Gammaridae)
1) Гаммарус – (Gammarus sp.)
Отряд Равноногие раки – (Isopoda)
1) Водяной ослик – (Asellusaquaticus)
Класс Паукообразные – (Arachnida)
Отряд клещи (Acarina)
1) Водяные клещи (Hydracarina, Hydrachnellae)
Отряд Пауки (Aranei)
1) Паук серебрянка (Argyroneta aquatica)
2) Паук доломедос (Dolomedes fimbriatus)
Класс Насекомые (Insecta)
Отряд Ручейники (Trichoptera)
Семейство (Rhyacophilidae)
1) Ручейник Риакофила (Rhyacophila)
2) Ручейник Неурония (Neuronia)
3) Ручейник Анаболия (Anabolianervosa)
Семейство (Limnephilidae)
1) Желтоусый ручейник (Limnophilusflavicornis)
2) Ручейник моховой (Limnephilusstigma)
3) Ромбический ручейник (Limnophilusrhombicus)
4) Ручейник колчанка (Limnephilusvitattus)

5) Ручейник граммоталиус (Grammotaulius nitidus)
6) Ручейник хетоптерикс (Chaetopteryx villosa)
7) Ручейник глифотелиус (Glyphotaelius pellucidus)
Семейство (Hydropsychidae)
1) Ручейник трехгранный (Oligochaetodes triangularis)
2) Ручейник гидропсиха (Hydropsyche)
Семейство (Hydroptilidae)
1) Ручейник микроптерна (Micropternaidae)
Семейство (Molannidae)
1) Ручейник моланна (Molanna angustata)
Семейство (Leptoceridae)
1) Ручейник Триенодес (Triaenodes)
2) Ручейник лептоцерус (Leptocerus)
Отряд Полужесткокрылых (Hemiptera)
Семейство Водяные скорпионы (Nepidae)
1) Водяной скорпион обыкновенный – (Nepacinerea)
Семейство Гребляки (Corixidae)
1) Гребляк обыкновенный (Sigarastriata)
Семейство Водомерки (Gerridae)
1) Палочковидная водомерка (Hydrometra gracilenta)
2) Изящная водомерка (Hydrometra gracilenta)
семейство Гладышей (Notonectidae)
Отряд подёнки – Ephemeroptera
Семейство – Leptophlebiidae
1) Лептофлебия – (Leptophlebia)
Семейство - Ephemerellidae
1) Эфемерелла – (Ephemerella)
Семейство (Baetidae)
1) Баетис (Baetis)
Семейство (Caenidae)
1) Каенис (Caenis)
Отряд Двукрылые – Diptera
Семейство хирономиды (Chironomidae)
1) Мотыль или личинка комара звонца – (Chironomusplumosus)
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 вислокрылые, или вислокрылки (Megaloptera)

Семейство(Sialidae)

1) Вислокрылка (Slalisflavilatera)

Отряд Жуки, или Жесткокрылые – (Coleoptera)

Семейство вертячки или кружалки (Gyrinidae)

1) Вертячки – (Gyrinus)

Семейство Плавунцы - Dytiscidae

1) Тинники – (Ilybius)

2) Пузанчики – (Hyphydrus)

3) Нырялка – (Dytiscus)

Семейство Водолюбы - Hydrophilidae

1) Водолюб малый – (Hydrocharacaraboides)

Отряд Стрекозы – (Odonata),

семейство (Corduliidae)

1) Бабки, или патрульщики – (Corduliidae)

семейство (Aeshnidae)

1) личинка стрекозы коромысло (Aeshna)

Приложение 18. Шкала классов качества вод (Николаев С.Г. и соавт., 2018)

Перечень индикаторных таксонов	**Классы качества**					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Губки		+	+			**макрозообентосанет**
Трубочник в массе					+	
Плоские пиявки			+	+		
Червеобразные пиявки			+	+	+	
Перловицы			+	+		
Беззубки		+	+			
Шаровки		+	+	+		
Горошинки	+	+	+			
Затворки		+	+			
Веснянки (кроме Nemouridae)	+	+				
Бокоплав	+	+	+			
Водяной ослик			+	+	+	
Речной рак		+	+			
Водяные клопы		+	+	+		
Ручейники (сем. Rhyacophilidae)	+	+				
Ручейники (р. Neureclipsis, р. Molanna, р. Brachycentrus)		+	+			
Ручейники (сем. Hydroptilidae)			+	+		
Ручейники (р. Anabolia)			+	+		
Роющие личинки подёнок		+	+			
Плоские личинки подёнок		+	+	+		
Личинки стрекоз (красотка и плосконожка)		+	+			

Личинки стрекоз (Дедки)			+	+		
Личинки вислокрылок			+	+		
Вилохвостка	+	+				
Личинки мошек		+	+	+		
Мотыль				+		
Мотыль в массе					+	
Крыска			+	+	+	
Индивидуальная классовая значимость таксонов	20	6	5	7	20	