

Удмуртская Республика  
МБОУ Н-Киварская средняя общеобразовательная школа  
Шарканского района

**Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды**  
**Номинация «Экологический мониторинг»**

**Исследовательская работа**  
**«Изучение степени загрязненности воды реки Киварка**  
**биоиндикационными методами»**

Выполнил: Широбоков Игорь Алексеевич,  
учащийся 9 класса МБОУ Н-Киварская СОШ

Руководитель: Трефилов Михаил Тимофеевич,  
учитель химии и биологии МБОУ Н-Киварская СОШ

2022 год

## Содержание

Введение .....	3
1 Обзор литературы .....	4
1.1. Особенности климата и рельефа Удмуртии.....	4
1.2. Водные ресурсы Удмуртии .....	4
1.3. Оценка уровня загрязненности.....	5
1.4. Рыбы водоёмов Удмуртии.....	7
2. Методика исследования.....	8
2.1. Морфометрические особенности участка .....	8
2.2. Методики изучения степени загрязнения реки .....	9
3. Результаты исследований .....	10
3.1. Рекогносцировочное обследование реки .....	10
3.2. Изучения степени загрязнения реки .....	14
3.3. Отбор проб и определение зообентоса.....	14
3.4. Определение уровня загрязненности водоема по индексам сапробности (по Панкле и Букку в модификации Сладечека) .....	16
3.5. Определение биотического индекса (по методу Вудивисса).....	17
3.6. Биотический индекс Скотта .....	18
3.7. Определение загрязнения воды органическими веществами (индекс Гуднайт - Уотлея ) .....	19
3.8. Высшие водные растения как индикаторы качества воды.....	20
3.9. Пресноводные рыбы .....	22
3.10. Химические свойства воды .....	24
Выводы .....	25
Список литературы .....	26
Приложения .....	27

## Введение

Водные объекты, а особенно реки, являются одной из важнейших экологически значимых составных частей экосистем. В этой экосистеме происходит взаимодействие многих биологических, химических процессов. Все процессы в реке строго сбалансированы. Изменение одной из характеристик или процесса имеет каскадный эффект и меняет параметры всей системы. В результате река (водоём) теряет свою естественную привлекательность – меняется цвет воды, появляется неприятный запах, исчезает рыба и другие обитатели водоёма, воду нельзя употреблять в качестве питьевой.

Мониторинг качества природных вод служит для выяснения экологического состояния водоема, их пригодности для питьевого и хозяйственного использования и пригодности для обитания беспозвоночных животных и рыб. Существует много методов для определения экологического состояния воды. Мы в своей работе использовали наиболее известные методы.

В основе гидробиологического метода положено то обстоятельство, что в природе существуют виды, которые могут обитать только в сравнительно узком диапазоне какого-либо экологического фактора, и виды, существующие в достаточно широком диапазоне экологических условий. Присутствие отдельных видов животных или их отсутствие в реке может многое сказать об их экологическом состоянии.

Высокая требовательность к условиям существования ряда видов, формирование сложных многокомпонентных систем, приуроченность к определенным субстратам, относительная малоподвижность позволяют использовать зообентос для регистрации антропогенного воздействия на экосистемы.

**Актуальность темы.** До настоящего времени экологическое состояние реки Киварка в верхнем течении мало изучено.

**Цель:** Изучить экологическое состояние реки Киварка методами биоиндикации.

Для выполнения данной цели поставили **задачи:**

1. Провести гидрологические исследования реки Киварка;
2. Провести биоиндикацию водоёма с использованием донных беспозвоночных.
3. Провести биоиндикацию водоёма по высшим водным растениям.
4. Определить видовой состав рыб на реке Киварка.
5. Изучить физико-химические свойства воды.

## 1. Обзор литературы

### 1.1. Особенности климата и рельефа Удмуртии

*Рельеф* нашей местности представляет собой довольно высокие холмы с крутыми или отлогими склонами, сильно пересеченными долинами ручейков, логами и оврагами. Возвышенности имеют выпуклые вершины, покрытые елово-пихтовыми лесами с крутыми склонами. На возвышенностях отложения татарского яруса верхней перми прикрыты плащом элювиальных и делювиальных образований, а на более крутых склонах тонким почвенным покровом.

*Климат.* Среднегодовое количество осадков в средней полосе Удмуртии около 500 мм. Из всего количества осадков около  $\frac{3}{5}$  выпадает в виде дождей в течение 5 месяцев вегетационного периода. В годовом ходе наибольшее количество осадков бывает летом и осенью. Причем летние дожди выпадают в виде кратковременных ливней, вода которых пропитывается в почву не полностью – значительная часть ее стекает в реки, образуя кратковременные паводки, а часть испаряется.

Наименьшее количество осадков наблюдается зимой (в феврале) и весной (в марте – апреле).

Мощность снежного покрова ко второй половине марта достигает максимальной величины, в среднем по республике от 50 до 60 см, но с большими колебаниями из года в год. Количество дней со снежным покровом – 160-165.

### 1.2. Водные ресурсы Удмуртии

Всего на территории Удмуртии насчитывается свыше 500 рек. Течение их неравномерное, в средней и нижней части, в основном, спокойное, в верхней части – быстротечное. Истоки рек и ручейков расположены на более возвышенных районах.

Все реки Удмуртии имеют смешанное питание с преобладанием снегового, от атмосферных осадков и подземных вод. От таяния снега они широко разливаются весной. С наступлением лета реки сильно мелеют, наступает межень на малых реках с июня и длится до конца августа. В меженное время реки питаются за счет выхода подземных вод.

Поступление поверхностных вод в реки в значительное время усиливается осенью в связи с дождями, понижением температуры и уменьшением поверхностного испарения.

Зимой, когда воды покрываются льдом, в реки поступают только подземные воды, но и грунтовое питание заметно ослабевает.

Мутность речных вод на территории Удмуртии колеблется в больших пределах: от 100 до 250  $\text{грамм}/\text{м}^3$ .

В летнюю и зимнюю межень, когда реки республики питаются подземными водами, они имеют наиболее высокую минерализацию и, по гидрохимической классификации, относятся к рекам с гидрокарбонатными водами. Но и тогда

они имеют малую минерализацию (от 0,2 до 0,5 грамм растворенных минеральных веществ на 1 литр воды) и становятся лишь умеренно жесткими. Весной, при таянии снега, и при осенних дождях минерализация заметно снижается, вода делается вообще мягкой. А содержание кислорода возрастает, достигая весной 17-22 мгм/1 литр. Вышеописанные почвенно-климатические условия Удмуртии, подробно приведенные Ширококовым С.И.(1969), характерны и для нашей местности.

### **1.3. Оценка уровня загрязненности**

Оценка уровня загрязненности водоемов по организмам-индикаторам дана в пособии по экологическому практикуму Печерских В.Н. (1996). Главнейший критерий загрязненности воды – наличие в ней разлагающегося органического вещества, которое является питательной базой для ряда организмов и в основном определяют состав водных сообществ.

Наблюдая те или иные организмы во время экскурсий или гидробиологических исследований, со временем можно составить список обитателей водоема, который позволит с достаточной точностью говорить о его чистоте водоема.

По внешнему виду воды, донного грунта, прибрежно-водной и водной растительности, берегов, поймы реки можно дать первичную оценку экологического состояния речной экосистемы.

В работе Н. Козлова с соавторами (2000) отмечено, что экологические проблемы Удмуртии связаны с загрязнением атмосферы, выбросами от предприятий и автотранспорта, загрязнением поверхностных и подземных вод различными стоками и отходами, нарушением почвенного покрова и загрязнением почв, уничтожением и обеднением фауны.

Относительно благоприятное экологическое состояние ландшафтов сохраняется в тех районах, которые удалены от крупных промышленных центров, мест нефтедобычи и коммуникационных сооружений, где сохранились достаточно высокая залесенность территории.

В практическом руководстве по оценке экологического состояния малых рек (под ред. В.В Скворцова, 2006) отмечено, что оценка экологического состояния водного объекта может проводиться с помощью химического, бактериологического и гидробиологического методов. Под гидробиологическим методом понимается оценка качества воды по растительному и животному населению водоёма. В основу этого метода положено то обстоятельство, что в природе существуют виды, которые могут обитать только в сравнительно узком диапазоне какого-либо экологического фактора (так называемые стенобионтные виды), и виды, существующие в достаточно широком диапазоне экологических условий (эврибионтные виды). Из этого следует, что присутствие стенобионтных видов или их отсутствие в ручье или реке может многое сказать об их экологическом состоянии. Такие виды называются индикаторными. Биологическое равновесие природных водных экосистем поддерживается многочисленными связями популяций организмов между собой и с окружающей неживой материей. При загрязнении водоёмов органическими веществами это равновесие нарушается, что

отражается на их видовом составе – могут исчезать стенобионтные виды, уступая свое место эврибионтным, и при этом может сокращаться видовое богатство, обитающих в данном водоёме.

Далее авторы отмечают, что существующие в настоящее время системы биоиндикации экологического состояния вод позволяют специалистам достаточно надежно оценивать уровень загрязнения ограниченным числом терминов или баллов. Большинство из применяемых систем учитывают индикаторное значение конкретных видов организмов или крупных систематических групп более высокого порядка (семейства или отряды, например) и степень биологического разнообразия.

В работе Жигарева И.А. с соавторами (2002) имеются сведения, что поскольку многие индикаторные организмы представлены насекомыми в личиночной стадии, для обследования рек следует выбирать периоды до вылёта насекомых (весна и начало осени).

Показателем качества воды в озёрах и прудах является её трофность, понимаемая как количество органических веществ, накопленных в процессе фотосинтеза при наличии биогенных элементов (азот, фосфор, калий). Органическое вещество обеспечивает существование животного населения и его видовое разнообразие; численность популяций зависит от количества пищи. После гибели животных возникают проблемы с разложением их останков и изменением содержания кислорода в воде (который расходуется на процессы гниения). Процесс повышения трофности водоёма называется эвтрофикацией.

Авторы отмечают, что эвтрофикацию водоёмов можно обнаружить с помощью организмов индикаторов, которыми являются личинки комаров-дергунов (хирономид), которые называются мотылём, и малощетинковые черви (трубочники). Эти животные, обитающие в донных илах, богатых органическими веществами, приспособлены к недостатку кислорода. Присутствие в составе донного ила названных организмов – верный признак повышенной эвтрофикации. При сильной эвтрофикации в иле многочисленны трубочники, они часто покрывают дно сплошным слоем. Воды таких водоемов малопригодны для бытового использования. При средней степени эвтрофикации трубочники единичны, мотыля значительно больше. При слабой эвтрофикации те и другие могут отсутствовать.

В методическом пособии «Химия и экология» (сост. Г.А.Фадеева, 2003) указано, что важным показателем качества воды является количество растворенного в ней кислорода. Кислород необходим для жизни обитателей водоёмов. За счет деятельности аэробных бактерий кислород используется для окисления органических веществ останков животных и растительных организмов с образованием  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , а также небольших количеств ионов  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , которые усваиваются растениями. Тем самым осуществляется самоочищение водоёма. При избытке органических веществ растворенного кислорода оказывается уже недостаточно для деятельности аэробных бактерий. В этих условиях процесс разложения органических веществ выполняют анаэробные бактерии, но в результате их деятельности образуются уже  $\text{CH}_4$ ,

$\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{PH}_3$ . Вода приобретает гнилостный запах, гибнет рыба и другие обитатели водоёмов.

Большой вред природным водам наносят растворенные в сточных водах минеральные удобрения, смываемые с поверхности почвы. Удобрения (в особенности нитраты и фосфаты) вызывают бурное разрастание сорной травы и водорослей. Это приводит к засорению водоёмов и их гибели.

Источниками загрязнения воды также являются: 1) продукты гниения древесины; 2) горюче-смазочные вещества; 3) нефть; 4) отходы животноводства.

Таким образом, присутствием или отсутствием в водоеме тех или иных видов беспозвоночных животных, можно надежно оценить уровень загрязнения воды.

#### **1.4. Рыбы водоёмов Удмуртии**

Несомненно, из всех водных животных наибольший интерес представляют рыбы. На основании наших наблюдений и литературных данных можно считать, что в водоемах Удмуртии обитает не менее 39 видов рыб (из 10 семейств). Некоторые виды рыб очень многочисленны и широко распространены в водоемах различных типов: реках, озерах, водохранилищах и прудах; другие, напротив, - более или менее редкие и немногочисленные. В некоторых прудах выращивается культурная разновидность сазана – карп.

В Энциклопедии Удмуртской Республики (2000) есть данные, что в водоемах Удмуртии зарегистрировано 45 видов рыб, из них ценные промысловые – стерлядь, лещ, жерех. Из ценных очень редкими являются лососевые – таймень, белорыбица.

Козлова Н.Т, Украинцева А.Ю.(2006) считают, что водоемы Удмуртии богаты рыбой – их около 40 видов. Наиболее распространены лещ, чехонь, язь, серебряный и золотой карась. Редкими и исчезающими считаются русский осетр и стерлядь

По данным Широбокова С.И.(1969), в реках Удмуртии водится пресноводная рыба: лещ, щука, окунь, ёрш, язь, карась, плотва (сорога), налим, линь, голавль, жерех, подуст, судак, вьюн, пескарь, уклейка (щекля), голянь (усач), редко хариус.

По данным Асланиди К., Шавкин В. (1999) в пресных водах России и в прибрежной зоне омывающих её морей обитает не менее 2000 видов и подвидов рыб. На долю типично пресноводных рыб приходится всего 269 видов, относящихся к 136 родам, 28 семействам и 11 отрядам.

Таким образом, наши реки и пруды богаты видовым составом рыб, многие из них имеют промысловое значение.

## 2. Методика исследования

*Оборудование:* мерная лента, водный термометр, поплавки, шнур, водный сачок, жестяная банка без крышки с отверстиями на дне, дуршлаг, набор сит, кювета и ванночки, пипетка, пинцет, лупа, определители водных растений и животных, полевой дневник, карандаш, гербарная папка, гербарный пресс, часы с секундной стрелкой, стеклянные и пластмассовые сосуды различной ёмкости.

### 2.1. Морфометрические особенности участка

Река Киварка протекает в Шарканском и Воткинском районах (рис.1). Исток находится в 2 км к северо-востоку от д. Верхние Кивары. Устье реки находится в 57 км по правому берегу реки Сива. Длина реки составляет 36 км. Средний уклон составляет 3,2 м/км, расход воды — 0,35 м<sup>3</sup>/с, скорость течения — 0,8 м/с.

Площадь бассейна 155 км<sup>2</sup>

Устье Сива (приток Камы). Река Киварка относится к бассейну реки Кама, она является правым притоком реки Сива, и является притоком первого порядка реки Сива. Река Киварка впадает в реку Сива в 1,5 км севернее села Черепановка Воткинского района. На реке Киварка расположен знаменитый рыбопитомник "Пихтовка" Воткинского района.

Ширина русла в среднем течении 5-8 м, в нижнем достигает 10-13 м.

Глубина на перекатах изменяется в пределах 0,8- 1,2 м на плесах 1,5-2,0 м. Скорость течения резко возрастает от 0,3 м/сек в среднем течении до 0,8 м/сек в низовьях. Минимальный месячный расход 50% обеспеченности летнего периода составляет 0,12 м<sup>3</sup>/сек. Главный приток р. Гондырвайка.

*Извилистость реки* 1,068.

### 2.2. Методики изучения степени загрязнения реки

При оценке уровня загрязненности водоема руководствовались разными методиками:

#### 1. Определение уровня загрязненности водоема по индексам сапробности (по Панкле и Букку в модификации Сладечека)

Методика основана на расчете индекса сапробности по организмам, индикаторам, для которых индекс сапробности уже известен. Методика не требует точного количественного анализа, достаточно определить частоту встречаемости вида (h) по шкале:

Шкала частоты	Значение h	Процент от общего количества организмов
Очень редко	1	Менее 1
Редко	2	2-3
Нередко	3	4-10
Часто	5	11-20
Очень часто	7	21-40
Масса	8	41-100

Отнесение к той или иной шкале частоты произвольно и зависит от встречаемости вида на исследуемой площади относительно других видов.

## **2. Определение биотического индекса (по методу Вудивисса)**

Метод устанавливает биотические индексы в зависимости от загрязнения реки и предназначается в основном для оценки загрязненности бытовыми стоками.

В основу метода положена закономерность упрощения таксономической структуры биоценоза по мере повышения уровня загрязнения вод (за счет выпадения индикаторных таксонов при достижении предела толерантности) одновременно со снижением общего разнообразия организмов, объединенных в так называемые группы Вудивисса.

## **3. Биотический индекс Скотта.**

Предлагаемый индекс Скотта является одним из самых простых, но достаточно надёжных. В том случае, когда не требуется детальная идентификация животных до вида, достаточно рассортировать их на три следующие группы, которые различаются по степени чувствительности к загрязнению.

*Группа 1* включает чувствительные к загрязнению организмы, такие как поденки, веснянки и ручейники, которые не плетут сетей. Эти организмы типичны для чистых вод.

*Группа 2* включает отчасти устойчивые (толерантные) к загрязнению организмы, такие как ручейники, плетушие сети, речные раки, водяные ослики и двустворчатые моллюски. Эти организмы типичны для вод удовлетворительного качества.

*Группа 3* включает толерантные к загрязнению организмы, такие как малощетинковые черви, пиявки и личинки хирономид. Эти организмы типичны для вод плохого качества.

## **4. Определение загрязнения воды органикой (Индекс Гуднайт-Уотлея)**

Это простая, но надежная методика биоиндикации используется только для определения загрязнения водоёма органическими веществами. Для определения значений олигохетного индекса годятся только материалы дночерпательных проб.

## **5. Высшие водные растения как индикаторы качества воды.**

Высшие водные растения являются важным компонентом эвтрофного звена экосистем водоёмов.

Высшие водные растения являются хорошими индикаторами состояния водной среды. По видовому составу растений, степени развития их сообществ, их продуктивности можно оценивать степень воздействия природных и антропогенных факторов.

### 3. Результаты исследований и их обсуждение

#### 3.1. Рекогносцировочное обследование реки

Время наблюдения. Август - октябрь 2022г

Тип и название водного объекта - река Киварка

Местоположение пункта наблюдения. Нижнекиварское сельское поселение Шарканского района Удмуртской Республики. Пункт наблюдения начинается в 950 метрах ниже от деревни Верхние Кивары и вниз по течению реки протяженностью 250 м. С правой стороны реки - приусадебные участки с домами и надворными постройками, слева – небольшой елово-пихтовый лес, суходольные луга и пастбища.

Полевые исследования. Ширину реки Киварка в верхнем течении определяем с помощью рулетки; в пункте наблюдения она составила 327 см, глубину реки измеряли метровой линейкой, наибольшая глубина в пунктах наблюдения составила 72 см (рис.1, табл1).

Измерение скорости течения. Скорость течения представляет собой путь, пройденный частицами воды за единицу времени и измеряется в метрах за одну секунду (м/сек). Знать скорость течения необходимо для вычисления расхода воды.

Для измерения скорости использовали поплавки, изготовленные – отпиленные от сухого бревна деревянные кружки (плашки) диаметром 14 см и толщиной 4,2 см. Пред началом измерительных работ вдоль одного из берегов реки отложили 4 вехи, расстояние между вехами 6 метров. Перпендикулярно оси реки наметили 4 створа: пусковой, верхний, главный, нижний. Створы обозначены на обоих берегах вешками, через все створы натянули шнуры. Один из юннатов у пускового створа, по команде руководителя, забрасывал поплавок, остальные наблюдатели на верхнем, главном и нижнем створах подавали сигналы в момент прохождения поплавка через створы. Руководитель замечал время в секундах. Было запущено 6 поплавков. Каждый поплавок пускали после того, как предыдущий проходил нижний створ. Результаты измерений занесли в таблицу 2.

Для вычисления площади живого сечения берут чертеж поперечного профиля реки, на котором вертикали разбивают площадь на ряд трапеций, а береговые участки имеют вид треугольников. Площадь каждой отдельной фигуры

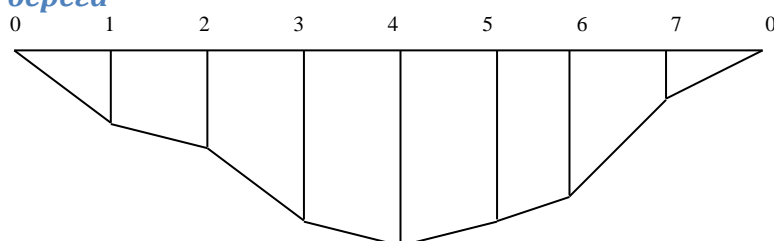
определяют по формулам:  $S = \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot b$ ,  $s = \frac{b \cdot h}{2}$

Где S – площадь водного сечения, b – расстояние между вертикалями, h – глубина промерных вертикалей. Сложив все вычисленные площади, получаем площадь живого сечения – S.

Расход воды вычисляют путем умножения площади живого сечения реки на среднюю скорость реки.

Урез левого берега

урез правого берега



масштаб горизонтальный в 1 см = 0,327 м

масштаб вертикальный в 1см = 0,24м

Рис. 1. Профиль живого сечения реки Киварка

Таблица 1

Промеры глубин и вычисление площади живого сечения реки Киварка

№ промерной вертикали	Расстояние промерных вертикалей уреза левого берега, м	Расстояние между вертикалями, м	Глубина, м	Полусумма смежных глубин, м <sup>2</sup>	Площадь живого сечения между вертикалями, м <sup>3</sup>	Примечание
Урез левого берега	0,0		0,0			Дно илистое, с мелкими гальками, частично покрыто элодеей.
1	0,45	0,45	0,34	0,17	0,0765	
2	0,90	0,45	0,40	0,37	0,1665	
3	1,35	0,45	0,63	0,515	0,2318	
4	1,80	0,45	0,72	0,675	0,3037	
5	2,25	0,45	0,58	0,65	0,2925	
6	2,70	0,45	0,52	0,55	0,2475	
7	3,15	0,45	0,12	0,32	0,144	
урез правого берега	3,27	0,12	0,00	0,06	0,072	
Общая площадь живого сечения реки			1,53 м <sup>2</sup>			
Ширина реки			3,27 м			
Максимальная глубина			0,72 м			

Таблица 2

## Измерение скорости течения воды поплавковым методом и вычисление расхода воды реки Киварка

№ поплавка	Место прохождения поплавка через главный створ от уреза воды	Продолжительность хода поплавка от верхнего створа до главного, с	Продолжительность хода поплавка от главного створа до нижнего, с	Продолжительность хода поплавка от верхнего створа до нижнего, с	Расстояние между верхним и нижним створами, м	Скорость движения поплавка, м/с
1	Около левого берега	91	89	180	60	0,33
2	Ближе к левому берегу	75	71	146	60	0,41
3	Середина реки	67	60	127	60	0,47
5	Ближе к правому берегу	86	82	168	60	0,36
6	Около правого берега	94	98	192	60	0,31
Средняя скорость течения воды – 0,376 м/с Расход воды – $1,53 \text{ м}^2 \times 0,376 \text{ м/с} = 0,575 \text{ м}^3/\text{с}$						

Данные таблицы 2 показывают, что средняя скорость течения воды реки Киварка составляет 0,376 м/с, то есть течение спокойное. Расход воды составляет 0,575 м<sup>3</sup>/с. Средняя скорость течения воды и расход воды определили по профилю сечения реки в пункте наблюдения /рис.1,табл.1/. Объем стока за 1 час составляет  $0,575 \text{ м}^3/\text{с} \times 3600 \text{ с} = 2070 \text{ м}^3$ , за сутки – 49680 м<sup>3</sup>.

**Прибрежная растительность.** Берега реки Киварка в верхнем течении пологие, поросшие травянистой, кустарниковой и древесной растительностью (рис.2,3,10). Прибрежная растительность представлена следующими видами: ива козья- *Salix caprea* L., ива корзиночная – *Salix viminalis* L., ива пепельная – *Salix cinerea* L., ива белая – *Salix alba* L., крапива двудомная – *Urtica dioica* L., пырей ползучий – *Elytrigia repens* L., камыш лесной – *Scirpus sylvaticus* L., мать-и-мачеха – *Tussilago farfara* L., таволга вязолистная – *Filipendula ulmaria* L., гравилат речной – *Geum rivale* L., полынь горькая - *Artemisia absinthium* L., полынь обыкновенная – *Artemisia vulgaris* L., чертополох курчавый - *Carduus crispus* L., бодяк полевой – *Cirsium arvense* L., осот полевой – *Sonchus arvensis* L., лютик жгучий - *Ranunculus flammula* L., подмаренник прирученный – *Gallium rivale* (Sibth. EtSmith), мята водяная – *Mentha aquatica* L., мята полевая – *Mentha arvensis* L., сныть обыкновенная – *Aegopodium podagraria* L., мятлик луговой – *Poa pratensis* L.

Высшая водная растительность представлена следующими видами растений: ряска малая – *Lemna minor*L., рдест курчавый – *Potamogeton crispus*L., горец земноводный – *Poligonum amphibium*, ситняг болотный – *Eleocharis palustris*, камыш озёрный – *Schoenoplectus lacustris*, хвощ приречный – *Equisetum fluviatile*, мята водяная – *Mentha aquatica*, лютик водяной – *Ranunculus aquatilis*, калужница болотная – *Caltha palustris*, чистец болотный – *Stachys palustris*, частуха подорожниковая – *Alisma plantago-aquatica*L., водокрас обыкновенный – *Hydrocharis morsus-ranae*L., элодея канадская – *Elodea Canadensis*/

*Описание грунта на дне и берегу водного объекта.* Грунт на дне реки Киварка преобладает илистый и местами песчано-илистый с присутствием гальки.

Общая характеристика воды.

а) температуру воды измеряли ртутным термометром и в день наблюдения составляла +17<sup>0</sup>С.

б) интенсивность цвета воды 50<sup>0</sup>-слабая окраска в) прозрачность воды определяли стеклянным цилиндром с прозрачным стеклянным дном. Относительный показатель прозрачности воды составил 37 см.

г) запах – речной

Доски, бревна, жерди и ветки находящиеся в воде, а также опавшие листья на дне реки и само дно реки покрыты космами зеленых нитчатых водорослей. На поверхности воды встречаются опавшие листья ивы, тонкие веточки, а там где частично запружено ветками и другим мусором образуется светло - серая пена.

#### **Фауна водоема и окрестностей реки.**

В верхнем течении реки обитают следующие виды рыб: линь-*Tinca tinca*, верховка обыкновенная-*Leucaspis delineatus*, пескарь обыкновенный-*Gobio gobio*, вьюн обыкновенный-*Misgurnus fossilis*, голец обыкновенный-*Neomacheilus barbattulus*, окунь обыкновенный – *Perca fluviatilis*, карась обыкновенный – *Carassius carassius*. Из земноводных встречаются – лягушка прудовая – *Rana esculenta*, жаба обыкновенная – *Bufo bufo*.

В воде реки и окрестностях обитают ондатра обыкновенная-*Ondatra zibethica*, полевка водяная-*Arvicola lateralis*, бобр обыкновенный – *Castor fiber*. Птицы – цапля серая-*Ardea cinerea*, кряква-*Anas platyrhynchos*, чирок-трескунок-*Anas querquedula*, чирок свистунок – *Anas crecca*, кулик перевозчик-*Tringa hypoleucos*, много певчих птиц из отряда Воробьинообразных.

Основные формы антропогенных воздействий. Обследуемый участок расположен в 950 метрах от деревни Верхние Кивары и вниз по течению. В деревне около 100 жилых домов. Каждое хозяйство имеет садово-огородный участок и скотный двор. Вода реки используется для водопоя скота и обитания домашней птицы в летнее время. Население пользуется водопроводом, для питьевых нужд воду с реки не использует. На реке местные рыбаки ловят рыбу круглый год, кроме весеннего половодья и нереста рыб. На территории деревни имеется животноводческая ферма крупного рогатого скота. Навоз с

фермы удаляется ежедневно и вывозится на поля. Отходы животноводства частично попадают в реку во время таяния снега и ливневых дождей.

### **3.2. Изучения степени загрязнения реки**

При оценке уровня загрязненности водоема руководствовались разными методиками.

Под загрязнением водоемов понимается содержание в воде различных органических и неорганических химических соединений. Загрязнение теми или иными веществами может быть естественным (природное) и антропогенным (вызванное деятельностью человека). Естественное загрязнение образуется при размыве почв и пород, по которым протекают воды, и в результате жизнедеятельности живых организмов (выделения, накопление отмерших остатков и т.д.). Антропогенное загрязнение образуется в результате хозяйственной деятельности человека, при сбросе в водоемы сточных вод и смыве с загрязненной поверхности почвы, а также при выпадении загрязненных атмосферных осадков.

Уровень загрязненности водоема оценивали по трофо-сапробности и водородному показателю.

Главнейший критерий загрязненности воды – наличие в ней разлагающегося органического вещества, которое является питательной базой для ряда организмов и в основном определяет состав водных сообществ. Этот показатель принято называть сапробностью или трофо-сапробностью.

### **3.3. Отбор проб и определение зообентоса.**

Отбор пробы воды проводили в разные сроки за время исследования.

Для определения уровня загрязненности водоема мы использовали *бентос, перифитон, водную растительность, нектон и планктон.*

Отбор пробы воды проводили в разные сроки за время исследования (рис. 3,4,5).

14 августа 2022г. Пасмурная погода, без осадков, ветер северный умеренный. Температура воздуха в тени +28°C, температура воды +17°C. Время отбора с 12-00 до 12-47.

Визуальные наблюдения: вода в реке прозрачная, на дне водоёма вблизи у берега плавают мальки рыб – голец обыкновенный, два ползущих личинок ручейника, мелкие белые моллюски, очень подвижные, относительно крупные, похожие на мальков рыб, личинки насекомых.

Донный грунт принесли на пришкольный участок и промыли через сита с разными ячейками. В результате на ситах мы обнаружили очень много ручейников в чехликах и несколько особей без чехликов; личинки длиной 2,5-3 см, заостренные с обоих концов, серого цвета, очень подвижны; плавающие личинки поденок и веснянок. Каждый вид поместили в отдельные колбы с водой для последующего определения.

15 августа 2022 г. Продолжали изучение зообентоса. Самодельным дно черпателем отобрали грунт и прямо на реке отмывали через сита.

Обнаружили живые организмы, среди которых:

- два малька Гольца обыкновенного;
- перловица
- пиявка;
- большое количество ручейников нескольких видов (величина и материал чехлов различный);
- подвижная личинка вислокрылки;
- личинки поденок;
- подвижная личинка, похожа на малька рыб, 3 пары членистых ног, 6 пар жаберных нитей на брюшной части тела, в хвостовой части 3 пары нитевых отростка одинаковой длины;
- личинка слепня;
- личинка бекасицы – тело с сужающимся передним концом, задний конец несколько расширен, несет два длинных выроста с перистыми волосками. На первых восьми сегментах брюшка имеются мускулистые втягивающиеся ложноножки;
- много мелких двустворчатых моллюсков (5-10 мм).

Кроме вышеперечисленных организмов, в пробе много других мелких личинок и червячков (но не мотыли), разнообразной формы и окраски. Все обнаруженные виды отпустили обратно в водоем.

В последующих отборах пробы видовое разнообразие не отличалось от предшествующих, только численностью особей.

Последний отбор пробы грунта сделали 29 августа 2022г. В пробе обнаружены 2 пиявки, 1 личинка долгоножки, 2 небольшие двустворчатые моллюски, 2 мелкие прудовики, 1 личинка бекасицы, 1 слепня и 2 мотыля. Грунт оставили в банке в школьной лаборатории для дальнейшего изучения (рис.6,7). Через два дня, после оседания грунта в банке, мы увидели на поверхности грунта бледно-розовые нитеобразные организмы в количестве – 17 шт. Сидят на одном месте и делают колебательные движения. Организмы длиной около 3-5 см, когда их потревожишь, они быстро втягиваются и становятся почти незаметными. Из определителя мы узнали, что данные организмы относятся к малощетинковым червям - трубочник обыкновенный, обитают в загрязненных водоемах.

18 октября 2022г. Экскурсия на водоем. малооблачная погода, ветер северный слабый. Температура воздуха +5°C, температура воды +4°C. Вода в реке прозрачная, запах отсутствует. По дну реки плавают мелкие рыбы –голец обыкновенный. На дне реки растут элодея канадская и нитчатые зеленые водоросли. Взяли пробу воды 750 мл, вместе с водорослями. Нас удивило наличие в пробе воды огромного количества личинок насекомых в такое время года! (рис.5).

Личинки длиной около 12 мм, имеют 3 пары членистых ног. Тело отчетливо разделено на голову, грудь, брюшко, на голове четко видны 1 пара глаз и 1 пара усиков. На конце брюшка имеются 3 тонкие хвостовые нити – личинки поденки. Также в пробе имеется одна пиявка, одна личинка стрекозы, внешне похожее на жука и множество дафнии и бокоплава. Во всех наших

исследованиях зообентоса чаще других встречаются различные виды ручейников, личинки поденок.

### 3.4. Определение уровня загрязненности водоема по индексам сапробности (по Панкле и Букку в модификации Сладечека)

В результате обследования бентоса, планктона и водной растительности в реке были обнаружены следующие виды (табл.3).

Таблица 3

Видовое разнообразие обитателей воды и частота встречаемости видов

Название вида	Шкала частоты встречаемости	Значение h	Процент от общего кол-ва организмов	Индекс сапробности
Пиявка прудовая	редко	2	2-3	
Комар – звонец – мотыль	редко	2	2-3	3,8
Улитка острая	нередко	3	4-10	2,05
Коловратка	редко	2	2-3	3,25
Шаровка роговая	редко	2	2-3	2,4
Дафния	не редко	3	4-10	3,4
Циклопы	нередко	3	4-10	2,25
Водомерка	нередко	3	4-10	1,55
Поденка обыкновенная	нередко	3	4-10	1,3
Катушка выпуклая	нередко	3	4-10	1,4
Жук-плавунец	редко	2	2-3	2,15
Личинка стрекозы, плосконожка	нередко	3	4-10	
Личинка стрекозы красотки	нередко	3	4-10	
Личинки ручейников	Часто	5	11-20	
Водяной ослик	нередко	3	4-10	
Рдест плавающий	часто	5	11-20	1,8
Ряска горбатая	редко	2	2-3	2,25
Элодея канадская	часто	5	11-20	1,85
Горец земноводный	нередко	3	4-10	1,75
Хвощ речной	нередко	3	4-10	0,8
Пескарь	нередко	3	4-10	2,25
Вьюн обыкновенный	Редко	2	2-3	
Голец обыкновенный	часто	5	11-20	
Линь	Редко	2	2-3	1,75
Щука обыкновенная	нередко	3	4-10	2,0
Плотва	редко	2	2-3	1,55
Трубочник	нередко	3	4-10	1,75
Водомерка	нередко	3	4-10	1,4
Перловица	редко	2	2-3	
Рдест блестящий	нередко	3	4-10	

По известным индексам сапробности вычисляем средний индекс сапробности по формуле:

$$s = \frac{s_1 \cdot \sum h_1 + s_2 \cdot \sum h_2 + \dots + s_n \cdot \sum h_n}{\sum h_1 + \sum h_2 + \dots + \sum h_n}$$

Где  $\Sigma$  - сумма, s- индекс значимости вида; h-относительное число особей.

$$S = \frac{3,8 \times 2 + 2,05 \times 3 + 3,25 \times 2 + 2,4 \times 2 + 3,4 \times 3 + 2,25 \times 3 + 1,55 \times 3 + 1,3 \times 3 + 1,4 \times 3 + 2,15 \times 2 + 1,8 \times 5 + 2,25 \times 5 + 1,85 \times 5 + 1,75 \times 3 + 0,8 \times 3 + 2,25 \times 3 + 1,75 \times 3 + 2,0 \times 2 + 1,55 \times 3 + 1,75 \times 2 + 1,4 \times 3}{2+3+2+2+3+3+3+3+3+2+5+5+5+3+3+3+3+2+3+2+3} = \frac{124,55}{63} = 1,97$$

По нашим расчетам средний индекс сапробности составил 1,97. Данное число означает, что вода в пункте наблюдения на реке Киварка относится к *классу бетамезосапробного*, т.е. 3 классу вод, значит, умеренно загрязненная органическими веществами.

### 3.5. Определение биотического индекса (по методу Вудивисса)

Таблица 4

#### Индикаторные группы Вудивисса

Каждый вид плоских червей	Личинки двукрылых (кроме хирономид и мошек)
Класс олигохет(исключая род Nais)	Хирономиды (кроме Chironomus thummi)
Род Nais	Жуки
Каждый вид пиявок	Вислокрылки
Моллюски	Каждое семейство ручейников
Ракообразные	Мошки
Веснянки	Клопы
Поденки	Личинки Chirjnmusthummi

Наличие в пробах хотя бы одного из представителей данных групп дает один балл при расчете общего числа групп Вудивисса.

Таблица 5

#### Рабочая шкала для определения биотического индекса по наличию групп Вудивисса

Показательные организмы	Видовое разнообразие	Число групп Вудивисса в пробе				
		0-1	2-5	6-10	11-15	16 и >
Личинки веснянок	Больше одного вида	-	7	8	9	10
	Только один вид	-	6	7	8	9
Личинки поденок	Больше одного вида	-	6	7	8	9
	Только один вид	-	5	6	7	8

Личинки ручейников	Больше одного вида	-	5	6	7	8
	Только один вид	-	4	5	6	7
Гаммарусы	Все вышеназванные организмы отсутствуют	3	4	5	6	7
Водяной ослик	То же	2	3	4	5	6
Тубифициды и личинки хирономусов	То же	1	2	3	4	-
Все вышеназванные группы отсутствуют	Могут присутствовать некоторые нетребовательные к кислороду виды	0	1	2	-	-

В составе взятых проб в реке нами обнаружены следующие виды (см. табл.4): вислокрылка, (она дает одну группу Вудивисса), несколько видов олигохет (все олигохеты – 1 группа), один вид пиявок (1 группа), моллюски (1 группа), ракообразные (1), один вид поденок (1), клопы (1), личинки двукрылых (1) ручейники (1), личинка *chirjnmusthummi* (1)

Таблица 6

Соответствие индекса Вудивисса состоянию ручья

Диапазоны значений	Оценка качества воды
1	Сильно загрязненная
2-3	Загрязненная
4-5	Умеренно загрязненная
6-10	Чистая

Подсчитываем число групп Вудивисса (с использованием таблиц 4,5). Сумма всех групп дает 10. Находим высший таксон по таблице 5. Это поденки - один вид, поэтому смотрим нижнюю строку. На пересечении этой строки и столбца 6-10 (наше число групп 10) находим биотический индекс нашей реки –6, следовательно, вода чистая, класс вод 2.

### 3.6. Биотический индекс Скотта

После того, как животные были рассортированы по трем группам, приступают к расчету самого индекса. Для этого число систематических групп умножают на соответствующий множитель и полученные произведения сложить между собой. Полученная сумма и является значением индекса Скотта. Затем, в зависимости от того, в какой интервал попадает вычисленное значение индекса, определяется экологическое состояние ручья (отличное, хорошее, удовлетворительное или плохое).

## Вычисление индекса Скотта

Группа 1	Численность	Группа 2	Численность	Группа 3	Численность
Чувствительные к загрязнению		Довольно устойчивые к загрязнению		Устойчивые к загрязнению	
Ручейник	17	Личинка стрекозы	6	Личинки хирономид	3
Веснянка	4	Личинка вислокрылки	3	Пиявка	1
Поденка	15	Двустворчатый моллюск	11		
		Личинка ручейника, плетущего сети	23		
Количество групп	3	Количество групп	4	Количество групп	2
Множитель	3	Множитель	2	Множитель	1
Произведение	$3 \times 3 = 9$	Произведение	$4 \times 2 = 8$	Произведение	$2 \times 1 = 2$
Сумма произведений – индекс Скотта $9+8+2 = 19$					

## Соответствие индекса Скотта показателю состояния ручья

Состояние ручья по индексу Скотта	
>22	Отличное
17-22	Хорошее
11-16	Удовлетворительное
<11	Плохое

По данным таблицы сумма произведений – индекс Скотта составила 19, это означает, что *экологическое состояние воды на реке хорошее*.

### 3.7. Определение загрязнения воды органическими веществами (индекс Гуднайт - Уотлея)

Значение индекса (а) равно отношению количества обнаруженных в пробе олигохет (малощетинковых червей) к общему количеству организмов (включая и самих червей) в процентах по формуле:

$$a = \frac{\text{Олигохет}}{\text{Общее кол.орг.}} \times 100\%.$$

Степень загрязнения вод органикой приведена в таблице 8

Таблица 8

## Степень загрязнения вод органикой

Значение индекса, %	Степень загрязнения воды	Класс качества
менее 30	отсутствие загрязнения	1-2
30-60	незначительная	2-3

60-70	умеренная	3-4
70-80	значительная	4-5
более 80	сильная	5-6

Состояние реки считается хорошим, если олигохетный индекс (*ОИ*) меньше 60%, сомнительным при *ОИ* в пределах 60-80%; река тяжело загрязнена, если *ОИ* превышает 80%. По показателю обобщенного индекса судят о степени эвтрофикации водоема.

Если взять данные пробы от 15 августа 2022 г (с.14), где были обнаружены

11 особей беспозвоночных донных животных и затем выявлено 17 трубочников, то значение олигохетного индекса в данной пробе составит

$$a = \frac{17}{11+17} \times 100\% = 60,7\%$$

Значит, степень загрязненности воды умеренная, класс качества воды 3-4. Присутствие трубочников в бентосе указывает на повышенную эвтрофикацию водоема.

Проведенные исследования и расчеты по биоиндикации показывают хорошее состояние и умеренное загрязнение воды в реке.

### **3.8. Высшие водные растения как индикаторы качества воды**

Высшие водные растения являются важным компонентом эвтрофного звена экосистем водоёмов. Они образуют пояс зеленой растительности, развивающейся вдоль уреза воды различных водоёмов.

Водные растения создают пищу и места обитания для многих водных животных, в частности среди зарослей водных растений обитают личинки стрекоз и поденок.

При изучении водоёма мы собрали водные растения. (рис.10). Из собранных растений изготовили гербарий (рис. 11). По имеющимся определителям растений определяли вид растения и разделили на три группы (см приложение табл. 1)

В биоиндикации водоемов сообщества водных растений используются менее широко по сравнению с представителями зообентоса. Это связано с тем, что растения обладают довольно широкими географическими и экологическими ареалами, причем в различных физико-географических условиях одни и те же виды могут иметь разное индикаторное значение (табл. 9)

В то же время, водные растения, как объект наблюдения, имеют ряд преимуществ перед другими обитателями водоемов. Прежде всего, это крупные организмы, видимые невооруженным глазом, причем их относительно легко определить.

## Индикаторные свойства высшей водной растительности

Название растения	Группа	Индикаторные свойства
Элодея канадская	1	Индикатор пресноводных, слабопроточных с нейтральной и слабощелочной реакцией, с невысоким содержанием взвешенных частиц вод. Индикатор умеренного антропогенного влияния
Рдест плавающий	2	Индикатор эвтрофных водоемов с аккумуляцией органических веществ в донных отложениях
Горец земноводный	2	Индикатор местообитаний с высокой степенью перемешиваемости воды
Тростник обыкновенный	3	Политопный вид
Ситняг болотный	3	Индикатор нарушенных прибрежных территорий
Камыш озёрный	3	Индикатор мезоэвтрофных водоёмов с колебаниями уровня воды и слабым течением
Частуха подорожниковая	3	Индикатор эвтрофных водотоков, участков, нарушенных вследствие выпаса скота
Хвощ речной	3	Индикатор мезотрофных водоёмов, с колебаниями уровня воды. Развитие этого вида означает относительную чистоту вод
Лютик водяной	3	Индикатор мезоэвтрофных водоемом

Известна группа высших водных растений, по присутствию которых можно судить о состоянии водной среды. Так, наличие в водоемах полушника озёрного, лобелии Дортманна и урути очередноцветковой свидетельствует о чистоте вод. Массовое развитие рясок может свидетельствовать о неблагоприятном состоянии экосистемы исследуемого водоема (рис.12).

Наличие различного рода антропогенных воздействий выявляется массовым развитием таких видов, как стрелолист обыкновенных, частуха подорожниковая, элодея канадская, телорез алоэвидный, роголистник погруженный, уруть колосистая, рогоз узколистный (рис 13).

В исследуемой зоне реки Киварка мы обнаружили 31 вид растений. (см. приложение табл. 1). Анализ таблицы 1 (приложение) показывает, что растения произрастающие в воде и около воды представлены тремя классами: однодольные (51,6%), двудольные (45,2%), хвощевые (4,2%); среди них преобладают класс Однодольные.

Растения относятся к 18 семействам. На исследуемом участке реки произрастают две экологические группы растений: погруженные в воду и плавающие гидрофиты и гелофиты (воздушно водные растения), а также - *гигрофиты*- наземные растения, обитающие в условиях повышенной влажности почвы и воздуха.

Многообразие видов растений говорит об устойчивости биоценоза водоема - реки Киварка. Для растений, у которых известен индекс сапробности, составили отдельную таблицу.

## Индекс сапробности околородных и водных растений

Название вида растения	Индекс сапробности
Водокрас обыкновенный-Hydrocharismorsus-ranae	1.5
Рдест травяной -Potamogetongramineus	1.7
Рдест пронзеннолистный-Potamogetonperfoliatus	1.7
Рогоз широколистный - Typhalatifolia	1.7
Роголистник темно-зелёный -Ceratophullumdemersum	1.9
Ряска малая- lemnaminior	2.25
Ряска тройчатая - lemnatrisulca	1,8
Горец земноводный- Zoligonumamphibium	1.75
Стрелолист обыкновенный - Sagittariasagittifolia	1.4
Хвощприречный - Equisetumfluviatile	0.8
Элодеяканадская -Elodeacanadensis	1.85

По индексам сапробности растений вычислили уровень загрязненности водоема.

$$S = \frac{2 \times 1,5 + 3 \times 1,7 + 3 \times 1,7 + 2 \times 1,7 + 3 \times 1,9 + 5 \times 2,25 + 3 \times 1,8 + 3 \times 1,75 + 3 \times 1,4 + 2 \times 0,8 + 5 \times 1,85}{2 + 3 + 3 + 2 + 3 + 5 + 3 + 3 + 3 + 2 + 5} = \frac{59,25}{34} = 1,74.$$

По нашим расчетам средний индекс сапробности составил 1,74. Данное число означает, что вода в пункте наблюдения на реке Киварка относится к классу *бетамезосапробного*, т.е. 3 классу вод, значит, вода *умеренно загрязненная* органическими веществами.

По нашим наблюдениям доминирующими водными растениями являются элодея канадская, рдест плавающий, частуха подорожниковая, ситняг болотный - растения умеренно выносливые к загрязнению. По этим показателям воду можно отнести к умеренно загрязненной. Одной из причин загрязнения водоема мы считаем антропогенный фактор.

### 3.9. Пресноводные рыбы

В целях изучения видового разнообразия пресноводных рыб на реке Киварка в окрестностях деревень Верхние и Нижние Кивары мы провели опрос местных рыбаков любителей. Было опрошено 6 человек (возраст 55-75 лет). Для анкетирования составили следующие вопросы:

1. Какие виды рыб водятся на реке Киварка в окрестностях деревень Верхние и Нижние Кивары?
2. Каких видов рыб больше всего в реке?
3. Какие виды рыб водятся в малом количестве?
4. Изменился ли видовой состав рыб в течение последних 25- 30 лет?
5. Какие меры нужно принимать для улучшения местообитания и увеличения количества рыб на реке?

В результате опроса мы получили такие ответы:

1. В реке Киварка в окрестностях деревень Верхние и Нижние Кивары водятся виды рыб: карп, окунь, карась, линь, верховка, голец, пескарь, вьюн, щука, плотва.

2. Сравнительно в большом количестве обитают такие виды рыб: карась, окунь, верховка, голец.
3. В малом количестве встречаются виды рыб: линь, вьюн, пескарь, плотва,
4. 30 лет назад в реке не водились щука обыкновенная, карп, но в большом количестве водились голец обыкновенный, верховка, часто попадалась на удочку пескарь, а исчезла «краснопёрка».
5. В целях сохранения видового разнообразия рыб: не загрязнять водоемы, не ловить сетями, не рыбачить во время нереста, запрудить пруд.

По опросам местных рыбаков любителей на реке Киварка в окрестностях деревень Верхние и Нижние Кивары водятся 10 видов рыб (см. приложение ) из них в большом количестве только 4 вида – голец обыкновенный, окунь, карась, верховка, остальные в малом количестве.

Карпы и щука поднимаются в реку из большого нижнего пруда «Бегаш»; можно считать, что они являются результатом интродукции. Из перечисленных видов рыб промысловое значение для местного населения имеют карп, карась, окунь, в меньшем количестве щука рис 14,15).

Таким образом, ихтиофауна реки Киварка в окрестностях деревни Верхние и Нижние Кивары представлена 10 видами рыб: щука обыкновенная, пескарь обыкновенный, линь, карась обыкновенный, или золотой, верховка обыкновенная, плотва обыкновенная, вьюн обыкновенный, голец обыкновенный, окунь обыкновенный, карп. Рыбы представляют семейства Карповые - 6 видов: карп, линь, карась обыкновенный, верховка обыкновенная, плотва обыкновенная, пескарь обыкновенный, Вьюновые – 2 вида: вьюн обыкновенный, голец обыкновенный; Окуневые – 1 вид: окунь обыкновенный; Щуковые – 1 вид: щука обыкновенная.

По характеру пищи, потребляемой взрослыми рыбами, можно разделить на ряд трофических групп:

Таблица 11

Спектр питания рыб

№	Трофическая группа	Виды рыб	Число видов	Процент
1	Рыбы с широким спектром питания	Плотва обыкновенная, карась обыкновенный, карп	3	30
2	Зоопланктофаги	Верховка обыкновенная	1	10
3	Зообентофаги	Линь, пескарь обыкновенный, вьюн обыкновенный, голец обыкновенный	4	40
4	Хищники	Щука обыкновенная, окунь обыкновенный	2	20
Всего:			10	100

Как показывают данные таблицы 11, по характеру пищи потребляемые взрослыми рыбами преобладают рыбы, питающиеся зообентосом.

### 3.10. Химические свойства воды

#### *Определение водородного показателя (pH).*

В пробирку налили 5 мл анализируемой воды, добавили 4 капли раствора универсального индикатора и встряхнули пробирку. Раствор окрасился в светло-зеленый цвет, сравнили со стандартной шкалой, он соответствует величине 7,0. Анализ повторили ещё два раза, результат получили такой же, значит, кислотность воды в нашей реке имеет  $pH=7$ , нейтральная. (рис17)

Кислотность воды для природных вод обычно имеет значения от 6,5 до 8,5. Изменение  $pH$  воды сверх допустимых пределов создает среду непригодной для существования большинства водных организмов, а также непригодную для хозяйственно-питьевых нужд.

Таким образом, вода в нашей реке по величине кислотности благоприятна для обитания растений и животных.

#### *Определение железа.*

Исследуя реку, мы заметили, что в отдельных местах по берегам просачивается вода из-под земли и собирается в виде лужи, покрытая ржавчиной. А ржавчина указывает на присутствие железа. Решили проверить. В пробирку поместили 10 мл воды, прибавили 1 каплю концентрированной азотной кислоты, несколько капель 5% раствора перекиси водорода и 0,5 мл 20%-ного раствора роданида калия. В результате раствор окрасился в розово-красный цвет. Провели другой опыт. В пробирку с пробой воды также добавили 1 каплю  $HNO_3$  и 4 капли раствора  $H_2O_2$ , затем добавили несколько капель желтой кровяной соли  $K_4Fe(CN)_6$ , в результате раствор окрасился в яркий сине-зеленый цвет. Данные опыты доказывают наличие железа в подземных водах. Такие же опыты провели с водами из текущей реки – реактивы окраску пробы воды не изменили. Данный опыт показывает на наличие железа в подземных водах. А роль железа в жизнедеятельности живых организмов очень велика.

Качественные реакции, проведенные на определение сульфатов, хлоридов и нитратов результата не дали.

Воду проверяли на электропроводность (рис.18). В химический стакан налили 100 мл воды, в стакан опускаем два электрода, к клеммам которых присоединен провода, один из проводов соединен с лампочкой. Выходной контакт от лампочки и провод от другой клеммы идут к источнику тока. Прибор подключили к источнику тока и лампочка слабо загорается. Данный опыт показывает, что в воде содержатся соли, имеющие подвижные ионы.

## Выводы

На основании наших исследований можно сделать следующие выводы:

1. На исследуемом участке реки Киварка имеет следующие параметры:
  - ширина составляет 3,27 м;
  - максимальная глубина 0,72 м;
  - общая площадь живого сечения 1,53 м<sup>2</sup>;
  - средняя скорость течения воды 0,376 м/с;
  - расход воды 0,575 м<sup>3</sup>/с.
2. Используя различные методики для оценки экологического состояния реки, выявили, что вода в реке Киварка умеренно загрязнённая. По наличию представителей гидробионтов вода в реке Киварка является бета- меза- сапробным, относится к второму-третьему классу качества вод, умеренно загрязненная, т.е. средняя степень загрязнения воды.
3. Выявлен 31 вид высших водных и прибрежных растений: 16 видов гелофитов, 7 видов гидрофитов и 8 видов гигрофиты. Многообразие видов растений говорит об устойчивости биоценоза водоема - реки Киварка, а рассчитанный индекс сапробности о принадлежности водоема к 3 классу вод - вода умеренно загрязненная органическими веществами.
4. В реке Киварка в окрестностях деревень Верхние и Нижние Кивары обитают 10 видов рыб. Ихтиофауна на реке представлена семействами карповые (6 видов); вьюновые (2 вида); окуневые (1 вид); щуковые (1 вид); из них три вида имеют промысловое значение для местного населения. По характеру пищи потребляемые взрослыми рыбами преобладают рыбы, питающиеся зообентосом.
5. Вода в реке имеет речной запах, кислотность рН=7 благоприятна для обитания большого количества видов растений и животных.

## Список литературы

1. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Гущина Э.В. Экологический практикум школьника: Учебное пособие для учащихся.– Самара: Изд-во «Учебная литература», 2006.-304
2. Андрешкин Ю.Г., Добринская Л.А., Лосев Б.Е. Рыбы и рыбалка. – Свердловск: Сред.-Урал. КН. Изд-во, 1988. – 192 с.
3. Асланинди К.Б., Шавкин В.И. Рыбы пресных вод: Карманный определитель. М.: Рольф, 1999. – 128 с
4. Басов В.М., Капитонов В.И. Летний полевой практикум по экологии. Учебное пособие. Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 1999. – 160 с.
5. Жигарев И.А., Пономарева О.Н., Чернова Н. М. Основы экологии. Сборник задач, упражнений и практических работ. 10- 11 класс. М.: Дрофа, 2002. -208 с.
6. Любительское рыболовство и охрана природы/Сост. Г.Н.Семенова. – М.: Росагропромиздат, 1991. – 189 с.
7. Методы исследований зообентоса и оценки экологического состояния водоемов (Сост. А.С.Боголюбов) – М.: Экосистема, 1997.-17с.
8. Методика рекогносцировочного обследования малых водоемов: Методическое пособие /А.С.Боголюбов, Д.Н.Засько. – М.: Экосистема, 1998.- 13 с.
9. Муравьев.А.Г., Пугал Н.А., Лаврова В.Н. Экологический практикум: Учебное пособие с комплектом карт-инструкций /под ред. К.х.н. А.Г.Муравьева. – СПб.: Крисмас+ , 2003. – 176 с.
- 10.Нехлюдова А.С и др. Полевая практика по природоведению. – М.: Просвещение, 1986. – 224 с.
- 11.Печерских В.Н. Элементы мониторинга водоемов. Пособие по экологическому практикуму. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 1996. – 47 с.
- 12.Практическое руководство по оценке экологического состояния малых рек: Учебное пособие для сети общественного экологического мониторинга /Под ред. Д.б.н. В.В.Скворцова. – СПб.: « Крисмас +», 2006. – 176 с.
- 13.Растения и животные : Руководство для натуралиста: Пер. с нем. /К.Нидон, д-р И. Петерман, П. Шеффель, Б.Шайба. – М.: Мир, 1991. 263 с.
- 14.Физико-химические методы изучения качества природных вод: Методическое пособие. Ю.А.Буйволов. – М.: Экосистема, 1997. – 17 с.

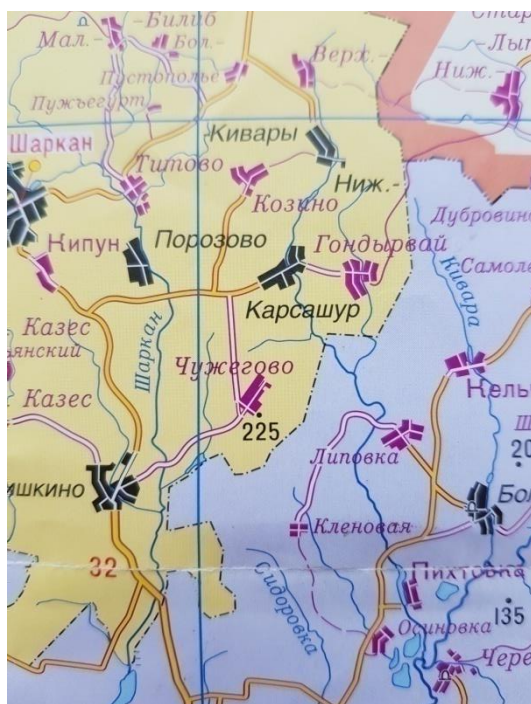


Рисунок 1. Река в Удмуртии, протекает в Шарканском и Воткинском районах. Исток находится в 2 км к северо-востоку от д. Верхние Кивары. Протекает через дд.Верхние и Нижние Кивары,Карсашур. Впадает в р. Сива около села Черепановка Воткинского района.



Рисунок 2. Река Киварка в верхнем течении. Местоположение одного из пунктов наблюдения.



Рисунок 3. Отбор проб для определения зообентоса.



Рисунок 4. Юный исследователь отмывает грунт на реке



Рисунок 5. Отбор беспозвоночных для дальнейшего определения



Рисунок 6.. Определение видового разнообразия зообентоса



Рисунок 7. Определение видового разнообразия

**Биоиндикаторы** – виды, показывающие чистоту или загрязнение вод.

<p><u>Животные:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Личинки комаров, мотылей</li> <li>• Пиявки</li> <li>• Веснянки</li> <li>• Поденки</li> <li>• Ручейники</li> <li>• Ракообразные</li> <li>• Моллюски</li> </ul>	<p><u>Растительные</u></p> <p>• Ряска</p> <p>• Кувши</p> <p>е</p>
--	---








Рисунок 8. Организмы биоиндикаторы.



Рисунок 9. Биотический индекс по системе Вудивиса



Рисунок 10. Берега реки Киварка в верхнем течении пологие, поросшие травянистой, кустарниковой и древесной растительностью.

Водные растения, как объект наблюдения, имеют ряд преимуществ перед другими обитателями водоемов: это крупные организмы, видимые невооруженным глазом, причем их относительно легко определить.



Рисунок 11. Составление гербария водных растений.



Рисунок 12. Ряска малая -мелкие плавающие растения, состоящие из зеленой пластинки



Рисунок 13. Плавающие и погруженные в воду растения- индикаторы степени загрязнения водоема.

Таблица 1

## Видовой состав водной и околоводной растительности

№	Вид растения	Класс	семейство	Экологическая группа
1	Вахта трехлистная	Двудольные	Вахтовые	гелофит
2	Водокрас обыкновенный	Однодольные	Водокрасовые	гидрофит
3	Горец перечный	Двудольные	Гречишные	гелофит
4	Гречиха земноводная	Двудольные	Гречишные	гидрофит
5	Ива прутьевидная	Двудольные	Ивовые	гидрофит
6	Камыш лесной	Однодольные	Осоковые	гелофит
7	Калужница болотная	Двудольные	Лютиковые	гелофит
8	Лютик водяной	Двудольные	Лютиковые	гелофит
9	Манник большой	Однодольные	Мятликовые	гидрофит
10	Мята водяная	Двудольные	Губоцветные	гелофит
11	Мята полевая	Двудольные	Губоцветные	гидрофит
12	Незабудка болотная	Двудольные	Бурачниковые	гелофит
13	Осока мохнатая	Однодольные	Осоковые	гелофит
14	Осока чёрная	Однодольные	Осоковые	гелофит
15	Рдест травяной	Однодольные	Рдестовые	гидрофит
16	Рдест пронзенolistный	Однодольные	Рдестовые	гидрофит
17	Рогоз узколистный	Однодольные	Рогозовые	гелофит
18	Роголистник обыкновенный	Двудольные	Роголистниковые	гидрофит
19	Ряска маленькая	Однодольные	Рясковые	гидрофит
20	Ряска трехдольная	Однодольные	Рясковые	гидрофит
21	Селезеночник очереднолистный	Двудольные	Камнеломковые	гидрофит
22	Ситник сплюснутый	Однодольные	Ситниковые	гидрофит
23	Ситняг болотный	Однодольные	Осоковые	гелофит
24	Стрелолист обыкновенный	Однодольные	Частуховые	гелофит
25	Таволга вязолистная	Двудольные	Розоцветные	гелофит
26	Тростник обыкновенный	Однодольные	Мятликовые	гелофит
27	Хвощ приречный	Хвощевые		гелофит
28	Частуха подорожниковая	Однодольные	Частуховые	гелофит
29	Чистец болотный	Двудольные	Губоцветные	гидрофит
30	Щавель болотный	Двудольные	Гречишные	гидрофит
31	Элодея канадская	Однодольные	Водокрасовые	гидрофит

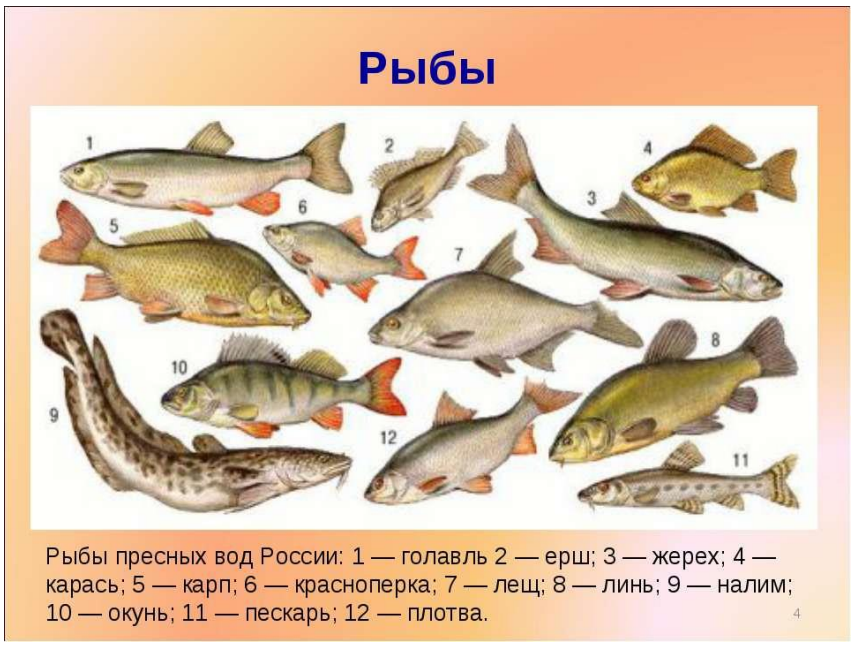


Рисунок 14. На реке Киварка обитают рыбы пресных вод: карась, карп, линь, окунь, пескарь, плотва, щука, верховка, голец, вьюн.



Рис. 15. Рыбы пресных вод.

### **Щука - чипей**

Щука хищная рыба. Ее длина тела достигает до 1,5м, и весом до 35 кг. У нее длинное, как бы сдавленное с боков туловище. Голова сильно удлинённая, а нижняя челюсть выдается вперед. Спинной плавник буроватого цвета, с черными пятнышками, он находится далеко сзади. Окраска щуки пятнистая, от желтовато-зеленого до оливково-зеленого цвета, брюхо белое. На коже проступают темные поперечные полосы. Щука обитает в реках с медленным течением и со стоячей водой. Особенно любит она прозрачные неглубокие озера со дном, покрытыми растительностью. Так как щука хищница, то основная пища для взрослых щук-мелкая рыба. Они также питаются: раками, лягушками, водоплавающими птицами и даже мелкими млекопитающими. Щука обычно охотится в одиночку. Она подстерегает свою добычу, укрывшись за затопленным деревом или водными растениями. Благодаря своей маскировке, она становится практически невидимой для рыб, проплывающих очень близко от нее.

### **Плотва – чабак**

Плотва - вид рыб из семейства карповых. Она имеет много подвидов, из которых некоторые имеют собственные названия: тарань, вобла, сорога. Плотву легко отличить от других рыб по оранжевой окраске радужной оболочки глаза и красному пятнышку в ее верхней части. У нее утолщенное с боков тело длиной до 18-35 см (изредка встречаются даже особи до 50 см) и высокая спинка. Одиночные плавники имеют серую окраску. Плотва встречается как в стоячих или медленно текущих речках, так и в больших озерах и водохранилищах. Им подходят и прибрежные воды, заросшие растительностью и открытыми водными пространствами. Плотва питается в основном растительной пищей, но может поедать червей и личинок различных водных насекомых, моллюсков. Если в местах, где водится плотва, мало хищных рыб или слишком много корма, то численность плотвы резко увеличивается но это приводит к тому, что рыба становится мельче ситуация называемого «карликового роста».

### **Окунь - юш**

Окунь - типичный представитель семейства окуневых, которое насчитывают не более 162 пресноводных видов. Его тело достигает 30 см, но может вырастать до 50 см, и весит до 10 кг. По бокам тела 5-9 поперечных темных полос. Тело высокое с двумя спинными плавниками, соединенными между собой перепонкой у самого основания. На конце первого из них- характерное черное пятно. Хвостовой плавник и плавники на брюхе красные. Держится окунь среди подводной растительности, погруженных в воду древесных корней и коряг, где его полосатая окраска служит отличной маскировкой. Питается окунь: червями, мелкими рыбами и личинками различных водных насекомых. Нерест происходит в апреле-мае на мелководье. Икра выметается длинными тяжами, которые обматываются вокруг подводных объектов. Инкубация длится примерно 8 дней. Мальки кормятся планктоном, а молодь подрастая переходит на личинок насекомых, рачков и наконец осваивает взрослую пищу. Встречается в медленно текущих водоемах, речках, прудах и озерах.

### **Карп- карпуш (карпушка)**

Карп- крупная рыба длиной 1 м и более, и весом 37- 41 кг. Его продолговатое тело бурозелено-серебристого цвета, сплошь покрыто чешуей. У карпа, которого разводят в рыбхозах более короткое туловище и довольно высокая спинка. Рот у него своеобразный, он может выдвигать его вперед, вытягивая как хобот, а может и растягивать. Карпы любят обитать в водоемах с медленно текущей или стоячей водой, густом проросших растениями и имеющих мягкое дно. Это старые русла рек, разливы и спокойные речные бухты, а также озера и пруды. Карпы активны даже ночью. В поисках пищи они взрывают речное дно на глубину 10 см. Иногда карпы поднимаются на поверхность воды и заглатывают крылатых насекомых и водоросли. Карпы устойчивы к загрязнению воды, поэтому их можно разводить даже в водоемах-отстойниках. Наряду с другими видами промысловых рыб (форель, белый амур) карпа успешно разводят во многих рыбных хозяйствах.

### **Обыкновенный голец - тушо**

Тело гольца удлиненное, цилиндрическое, несколько повышенное к середине. Голова слегка сплюснута сверху вниз, плавники крупнее, чем у вьюна, хвостовой плавник усеченный, чешуя отсутствует. Рот нижний, с хорошо выраженными губами. Общая окраска тела темно-серо-бурая с аморфными пятнами. С учетом довольно большого числа подвидов ареал его очень широкий. Обыкновенный голец распространен в Средней и Восточной Европе. Типичными биотопами являются придонные участки. В углубленных местах голец образует скопления и ведет групповой образ жизни. На мелких участках реки с быстрым течением он переходит на одиночный образ жизни, используя в качестве укрытий плоские камни. Требователен к чистоте воды и высокому содержанию кислорода в ней. В целом это обычный вид с динамичной численностью. В определенных местах, будучи многочисленным, может исчезать, а затем восстанавливаться. В 80-е годы во многих реках голец почти исчез в связи с загрязнениями биотопов. К концу 90-х годов стал в целом обычным видом с очень неравномерным распределением. Половозрелым голец становится в возрасте 3 года при длине тела 6 см. Плодовитость его - до 6 тыс. икринок. В популяциях отлавливались половозрелые особи с длиной тела 8 см и плодовитостью 1,9 тыс. икринок. Икрометание порционное, в мае - июне. Икру выметывает на песок или растения в местах с течением. У этого вида отмечен половой диморфизм: самки мельче самцов. У последних на хвостовом стебле имеется кожистый гребень, длина которого больше, чем грудные плавники у самок. Размеры гольца невелики: длина - до 10-15 см редко до 18 см, масса тела - до 40 г. В мордовских популяциях встречаются экземпляры длиной 16 см (обычно до 11 - 13 см). Растет он быстро. Продолжительность жизни, очевидно, 6 - 7 лет. Гонец потребляет хирономид, олигохетов, моллюсков и прочих мелких зообентофагов на разных стадиях развития, а также икру других рыб. По пищевой нише конкурирует с пескарем при их совместном обитании. Хозяйственного значения голец не имеет. Может служить биоиндикатором чистоты придонных биотопов. Ловится на удочку, используется рыбаками в качестве наживки. Из семейства вьюновых.

### **Пескарь- чукирна**

Рыбка из семейства карповых. Длина тела до 22 см, а вес пескаря 20-30г. Тело удлиненное, голова несколько утолщена. В боковой линии 40- 45 чешуек. Спина окрашена в бурый цвет с зеленоватым оттенком, бока желтые. По бокам тела 6- 14 темных крупных пятен. Спинной и хвостовой плавники серовато- желтые с мелкими крапинками. Остальные плавники бесцветные. Глоточные зубы двухрядные. Широко распространен евразийский вид. Встречается от Португалии до Амура, на север до Полярного круга (в Сибири - южнее). Известно до 20 подвидов, местных форм и рас, многие из которых трудноразличимы. Нерест порционный в апреле- июне, на перекатах, часто в зарослях растительности (водяного лютика). Икра приклеивается к субстрату, инкрустируется кусочками ила. Плодовитость до 3 тысяч икринок. Половой зрелости достигает на 2-4 году жизни. Непромысловый, но многочисленный вид во всех частях ареала. Используется в качестве наживки.

### **Линь - тыпарсь**

Линь рыба из семейства карповых. Длина тела до 65см, и весом до 7,5 кг. Тело высокое массивное. Кожа толстая, выделяет много слизи. Рот небольшой конечный. В углах рта есть по одному короткому усика. Плавники закруглены. Бока тела коричневые, часто с красновато-бронзовым оттенком, спина зеленоватая. Плавники темные, ирис глаз красноватый. В полной боковой линии не менее 88 очень мелких, но плотно сидящих чешуй. Жаберные тычинки длинные и тонкие, их всего 12-14. Питается беспозвоночными, моллюсками, водорослями. В Европе этот вид довольно обычный представитель речной и озерной фауны. К Востоку от Урала встречается реже, но граница сплошного ареала линия доходит до среднего течения Енисея и его притоков. Восточная граница прерывистого ареала – озеро Байкал. Линь типично пресноводная рыба, живущая у дна, в иле и зарослях растений. Хорошо переносит дефицит кислорода в воде. Нерест порционный, в мае-июле, при температуре выше +19<sup>0</sup>С. Плодовитость до 400 тысяч икринок диаметром до 1,2 мм. Инкубация 3-7 дней. Объект прудового рыбоводства. Легко ограничивает рост по объему аквариума. Хорошо уживается с рыбками другими видов. Неприхотлив. Всеяден.

### **Вьюн обыкновенный - кыйчорыг**

Эта рыба из семейства вьюновых. Длина тела может достигать до 20-25см, редко до 30 см. Тело удлинённое, покрыто мелкой, но хорошо развитой чешуей. Спинной плавник короткий и лежит над брюшными. Хвостовой плавник закругленный, без выемки. На верхней челюсти 1- 2 пары усиков, а на нижней 2 пары усиков. Боковая линия незаметная. Бока тела окрашены в коричнево- буроватый цвет, спина темнее, брюхо светлое. У взрослых особей темные пятна на боках и спине (заметные у молоди), сливаются, коричнево - буроватый цвет, спина темнее, брюхо светлое. образуют темно шоколадный фон. В срединном ряду тела находится 135- 175 чешуй. Эта рыбка распространена в речных старицах, мелких озерах и стоячих водоемах Центральной и Восточной Европы. А также обитает в бассейнах рек Европейской территории России, от Балтики до Волги и Кубани. Подвидов нет. Нерест происходит в апреле-июне, среди водной растительности. Плодовитость до 150 тысяч икринок. При низком содержании кислорода прибегает к воздушному дыханию.

### **Обыкновенная верховка - куарчабак**

Длина до 8 см, масса тела 6 г. Тело удлинённое, сжатое с боков. Бока блестящие, серебристые, спина зеленоватая. Вдоль тела по бокам проходит ярко-серебристая полоска. Плавники бесцветные. Чешуя довольно крупная, в средней линии 40-50 чешуй. Анальный плавник длиннее спинного и начинается под ним. Жаберные тычинки очень густые, обычно их 14-16. Питается зоопланктоном и падающими в воду насекомыми. Широко распространен в Средней и Восточной Европе, на востоке от Рейна до бассейна Волги, также в бассейнах Балтийского (редко Белого) и Черного морей. Стайная рыба. Держится у поверхности в озерах, водохранилищах, в спокойных участках рек. Нерест порционный, летом. Начинается при температуре воды +15°C и длится около 2 месяцев. Икру откладывает на плавающие листья водных растений и другие плавающие предметы. Кладки имеют вид цветочек шириной в 1-2 икринки. В аквариуме эти рыбки неприхотливы, берут любой корм.

### **Золотой или обыкновенный карась-карака**

Карась рыба из семейства карповых длина тела достигает до 40 см, и масса тела до 5 кг. В малокормных водоемах есть карликовые формы рыб, у которых длина тела до 15 см и вес до 100 г. Чешуйки на ощупь гладкие. Бока тела окрашены в медно-красный или золотистые оттенки. Брюшко светлее, спина заметно темнее. Плавники желтовато-красные с более темными концами. В полной боковой линии 32-36 чешуй. Жаберных тычинок 23-25. В Европе встречается от Великобритании и Скандинавии на севере до Македонии и Северной Италии на юге. В России южнее 64-65°С.ш. Нерест начинается летом в стоячих и медленно текущих пресных водоемах, порционный, при температуре не ниже 14°C. Плодовитость до 300 тысяч икринок. Если водоемы промерзают до дна и пересыхают, то карась закапывается в ил, переживая неблагоприятные условия. Популярный объект прудового рыболовства.



Рисунок 16 . Отбор проб воды для анализа.



Рисунок 17. Определение водородного показателя воды



Рисунок 18. Определение электропроводности воды

