

Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
«Станция юных натуралистов» Асбестовского городского округа

Номинация: экологический мониторинг

**«МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА РОДНИКОВОЙ ВОДЫ В
ОКРЕСТНОСТЯХ ГОРОДА АСБЕСТ»**

Исполнитель: Патрушева Полина Константиновна,
обучающаяся МБУДО СЮН АГО,
творческое объединение «Мир вокруг нас»

Руководитель:
Столярова Оксана Александровна,
педагог дополнительного образования ВКК,
МБУДО СЮН АГО

Свердловская область, г.Асбест
2024 г.

Содержание

Введение	3
Теоретическая часть.....	4
Понятие питьевой воды	4
Типы родниковой воды.....	5
Оценка качества родниковой воды	6
Методика проведения исследования.....	8
Результаты и их обсуждения	13
Заключение	17
Список источников информации	18
Приложения.....	20

Введение

Состав и свойства воды, потребляемой человеком для питьевых и бытовых нужд, определяет ее качество и саму возможность использования для разнообразных целей. Чистая питьевая вода является необходимым условием сохранения здоровья человека. Задача анализа качества воды по различным критериям представляется **актуальной**, поэтому таким исследованиям посвящено достаточное количество научных статей [6]. Проблема обеспечения населения России «физиологически полноценной питьевой водой» рассматривается в трудах многих современных ученых [17].

Но существует **проблема** - несмотря на повсеместное развитие централизованных систем водоснабжения, нецентрализованные источники питьевой воды – родники, скважины и колодцы - до сих пор занимают важное место в снабжении населения питьевой водой. Многие люди уверены, что вода в родниках чище и полезнее, несмотря на то, что их качество никем не контролируется.

Объект исследования: питьевая вода родников в окрестностях города Асбест

Предмет исследования: качество питьевой воды родников в окрестностях города Асбест

Цель: провести мониторинг качества питьевой воды родников в окрестностях города Асбест

Для достижения цели мы поставили перед собой **следующие задачи:**

1. провести отбор проб родниковой воды
2. провести оценку качества родниковой воды по микробиологическим, органолептическим и химическим показателям
3. дать рекомендации по использованию родниковой воды

Перед проведением исследования мы выдвинули **гипотезу** – химический и микробиологический состав родниковой воды различается в разные сезоны года и ее качество не всегда соответствует требованиям нормативных документов.

Теоретическая часть

Понятие питьевой воды

В соответствии с ГОСТ 30813-2002 «Вода и водоподготовка. Термины и определение» вода питьевая – это вода, по качеству в естественном состоянии или после подготовки, отвечающая гигиеническим нормативам и предназначенная для удовлетворения питьевых и бытовых потребностей человека либо для производства продукции, потребляемой человеком [3].

Источником питьевой воды могут быть атмосферные, поверхностные и подземные воды. Все они очень отличаются по химическому составу и гигиенической значимости для человека [18].

Основным источником питьевой воды является природная вода. Вода проходит все этапы водоподготовки и водоочистки, необходимые для получения питьевой водопроводной воды. В России основными источниками выступают водохранилища, реки, озёра, доля подземных вод невелика. В целом источниками питьевой воды являются:

- дождевая и талая вода;
- подземные источники (колодцы, артезианские скважины, родники и т. д.);
- водозабор из водохранилищ, рек и озер.

Используются две системы водоснабжения:

1. **централизованная** - вода подаётся в жилые дома, учреждения, предприятия и т. д.
2. **нецентрализованная** - потребитель сам берёт воду непосредственно из водоисточника.

Согласно ГОСТ 30813-2002:

централизованная система питьевого водоснабжения – это комплекс устройств, сооружений и трубопроводов, предназначенных для забора, подготовки (или без нее), хранения, подачи к местам потребления питьевой воды и открытый для общего пользования

нецентрализованная система питьевого водоснабжения – это устройства и сооружения, предназначенные для забора питьевой воды без подачи ее к местам потребления и открытые для общего пользования [3].

Централизованная система водоснабжения предназначена для обеспечения водой населенных пунктов. Как правило, трубы централизованного водоснабжения проходят под землей и подведены к жилым зданиям

При этом централизованное водоснабжение может быть холодным или горячим. Холодное водоснабжение — это подача по трубам исключительно холодной воды к потребителю, в случае осуществления горячего водоснабжения - заранее подогретая вода [18].

Источниками нецентрализованного водоснабжения являются колодцы, родники и скважины.

Родник - естественный сосредоточенный выход подземной воды на поверхность земли [3].

Скважиной называют горную выработку круглого сечения, сооружаемую без доступа в нее людей, у которой длина во много раз больше диаметра [13].

Колодцы - гидротехнические сооружения, предназначенные, главным образом, для добычи воды из подземных источников. Колодцы представляют собой выкопанные в земле вертикальные шахты или скважины, достигающие водоносного горизонта [1].

К сожалению, источники нецентрализованного водоснабжения подвержены загрязнению от выбросов и стоков близлежащих промышленных предприятий, и от сезонных обстоятельств.

Типы родниковой воды

Родниковые воды по-разному залегают в грунте. По условиям и глубине залегания подземные воды делятся на:

- воды зоны аэрации: почвенные и верховодка
- воды зоны насыщения: грунтовые и межпластовые.

Почвенные воды - это скопления воды в толще почвенного слоя, располагающиеся до глубины 60 сантиметров, иногда до полутора метров. Это та вода, которой питаются корни растений. Основное пополнение этого вида вод – атмосферные осадки, снеготаяние, разлив рек.

Эта вода не лежит на водоупорном слое, она находится как бы в подвешенном состоянии, занимая пустоты почвы. Почвенная вода, как правило, находится в связанном виде. Можно назвать её «почвенный раствор» [12]. Такая родниковая вода наполняет столь привычные для человека колодцы. Такие ключи могут бить из-под земли в виде источников или удерживаться в почве. Так как такие воды залегают неподалеку от земной поверхности, их состав и глубина могут меняться в зависимости от экологической обстановки местности. Почвенные родники занимают большую часть подземного пространства, хотя циркулируют слабо. В состав почвенных родниковых вод входят суглинок, песок и глина [14].

Верховодка - это локальные скопления воды в верхнем слое земли над «островком» водоупорного слоя. Можно сказать, что это уже не почвенная вода, но ещё не грунтовая. Характер её существования, также как и почвенной воды, временный. Если лето будет засушливым – вода иссякнет. Пополнение этого типа вод происходит похожим путём – после снеготаяния или обильных дождей [12].

Грунтовые воды - это воды, располагающиеся на первом от поверхности земли водоупорном слое и уже имеют более постоянный характер – их уровень может меняться в зависимости от сезона и количества осадков, но они не иссякнут. Эти воды относят к первому водоносному горизонту [12]. Количество грунтовых вод может отличаться в зависимости от сезона. Эти ключи под воздействием температур способны замерзать и вновь оттаивать. Поскольку

грунтовые воды расположены максимально близко к окружающей среде, в их составе наблюдается большое количество болезнетворных бактерий и посторонних элементов[14]. Подпитываются они всё также от атмосферных осадков, от разливов речных и озёрных вод. В отношении грунтовых вод можно говорить об их минеральности. Они могут быть относительно свободны от примесей, но по-прежнему не защищены от антропогенного воздействия. Некоторые глубокий колодцы и неглубокие скважины питаются, как правило, этой водой [1].

Межпластовые воды, или межпластовые водоносные горизонты, располагаются между двумя водоупорными пластами. Глубина их залегания зависит от местности и начинается с 70-100 метров. Межпластовые водоносные горизонты сформировались много тысяч лет назад. Они практически неизменны и, благодаря глубине залегания и плотности водоупора, не подвержены антропогенному воздействию. Межпластовая вода «чиста», потому что не вступает во взаимодействие с человеком до тех пор, пока он не решает добывать её. Но и в этом случае современные технологии добычи и разлива воды способны сохранить первозданное качество. Чтобы достичь межпластовой воды необходимы глубокие скважины. Вода на такой глубине, как правило, находится под давлением. И, когда появляется возможность вырваться на поверхность, изливается фонтаном [12].

Межпластовые родниковые воды считаются самыми чистыми водами естественного подземного происхождения. Именно они, согласно исследованиям, более всего пригодны для приготовления пищи и питья. Яркий образец межпластовых родниковых вод — артезианские скважины [14].

Оценка качества родниковой воды

Владельцы частных скважин, колодцев, а также люди, использующие речную или иную воду, должны регулярно проводить оценку качества воды.

Питьевая вода оказывает значительное влияние на соматическую и инфекционную заболеваемость населения. Зависимость ее качества от воздействия антропогенной нагрузки на водоисточник, постоянное потребление населением питьевой воды в относительно одинаковых количествах и, следовательно, дозах химических веществ, мониторинг качества питьевой воды предоставляет возможность анализировать и прогнозировать ее качество с целью оценки риска здоровью населения, состояния санитарно-эпидемиологического благополучия населения, принимать меры по его улучшению [7].

В соответствии с СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» [15] по своему составу и свойствам вода нецентрализованного водоснабжения должна соответствовать нормативам, приведенным в **таблице №3 (приложение №1)**.

У родниковой воды определяют органолептические показатели (запах, привкус, цветность, мутность), химические показатели (водородный показатель, жесткость общая, нитраты, сухой остаток, окисляемость

перманганатная, сульфаты, хлориды) и микробиологические (общие колиформные бактерии, общее микробное число, термотолерантные колиформные бактерии и колифаги) [15].

Периодичность отбора проб воды регламентируется нормативным документом СанПиН 2.1.3684-21 "Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий". В соответствии с санитарными правилами контролировать качество и безопасность питьевой воды необходимо не менее 4 раз в году (по сезонам года): зима, весна, лето и осень [16].

Методика проведения исследования

Вся работа проведена в соответствии с планом исследования, представленным в **таблице №1**. План составлен в соответствии с СанПиН 2.1.3684-21[16] – четыре раза в течение года, в различные сезоны (зима, весна, лето и осень).

Таблица №1. План проведения исследования

№ п/п	Этапы исследования	Период проведения
1	Оценка качества родниковой воды в зимний период	февраль 2024 года
2	Оценка качества родниковой воды в весенний период (в период обильного таяния снегом)	конец марта - середина апреля 2024 года
3	Оценка качества родниковой воды в летний период	конец мая – июнь 2024 года
4	Оценка качества родниковой воды в осенний период	сентябрь – октябрь 2024 года

На первом этапе исследования выбрали источники питьевой воды нецентрализованного водоснабжения, которые соответствуют нескольким параметрам:

- функционируют в течение всего года (не застывают),
- доступное расположение (не сложно добраться пешком или на машине)
- популярность у жителей города.

Нами был произведен отбор проб воды трех источников в окрестностях города Асбест (**рис.1**):

1. источник №1 - родник «Ключевой» (город Асбест, район «Черемша») (место положения: 57⁰⁰/39,1'' N 61⁰²⁵/12.4'' E) (**рис.6, приложение №2**)

2. источник №2 - родник без названия (город Асбест, район «Черемша») (место положения: 57⁰⁰¹/07.8'' N 61⁰²⁴/49,2'' E) (**рис.7, приложение №2**)

3. источник №3 - родник (без названия) (Асбестовский городской округ, в окрестностях базы отдыха «Петушки» (место положения: 56⁰⁹⁰/ N 61⁰⁵¹/ E) (**рис.8, приложение №2**)

Родники имеют разный тип благоустройства:

- источник №1 и источник №3 – родники благоустроенные с проточной водой
- источник №2 – родник благоустроенный с застойной водой (в виде колодца).

Отбор проб воды производили в день проведения анализа. При отборе проб использовали чистую стеклянную посуду, обработанную моющими средствами и кипятком. Перед отбором банку объемом 3,0 дм³ ополаскивали отбираемой водой, после чего наполняли и закрывали крышкой (**рис.9, приложение №2**).

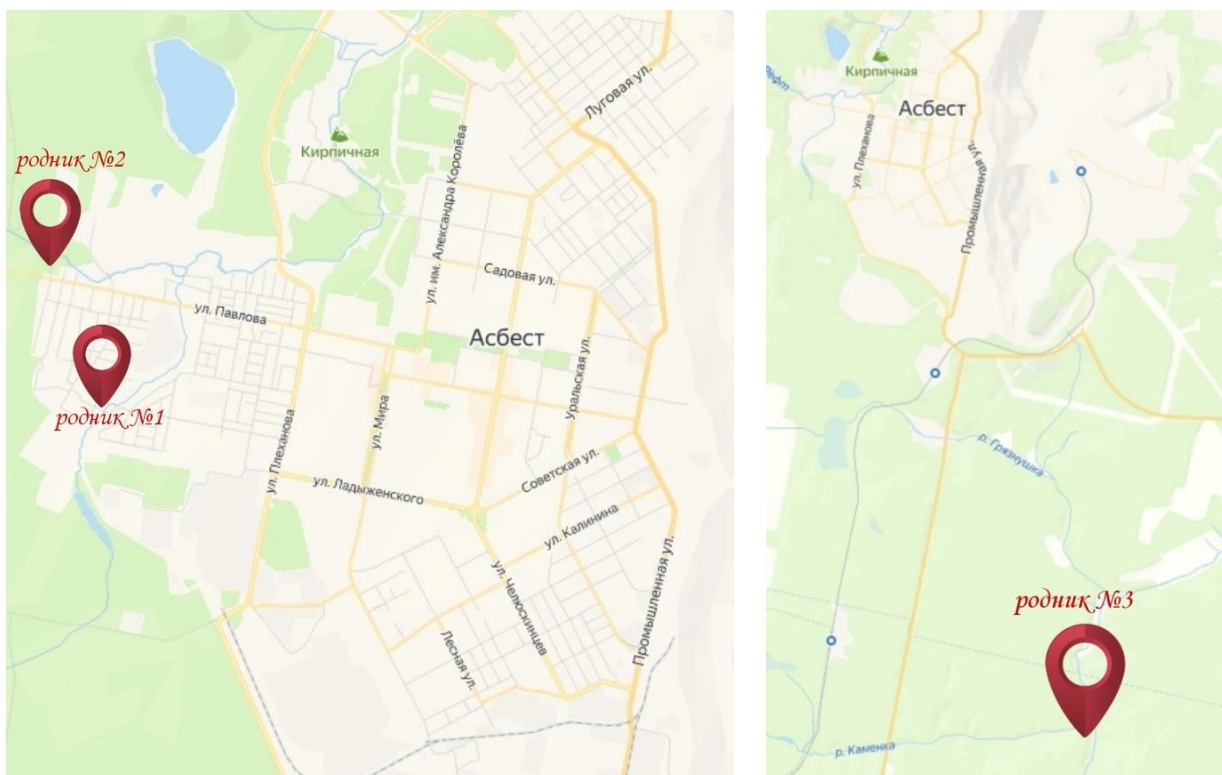


Рис. 1 Расположение источников родниковой воды

После доставки проб воды (**рис.10, приложение №2**) в лабораторию оценивали следующие микробиологические, органолептические и химические показатели воды:

- общее микробное число
- запах
- водородный показатель
- нитраты
- общая минерализация (сухой остаток)
- жесткость общая
- окисляемость перманганатная
- хлориды

Общее микробное число определяли в соответствии с п. 8.1 МУК 4.2.1018-01 [8]. После тщательного перемешивания пробы воды вносили по 1 мл в стерильные чашки Петри, слегка приоткрывая крышки. После внесения воды в каждую чашку вливали (8—12) мл расплавленного и остуженного до (45—49) °С питательного агара после фламбирования края посуды, в которой он содержится. Затем быстро смешивали содержимое чашек, равномерно распределяя по всему дну. После застывания агара чашки с посевами помещали в суховоздушный электрический термостат вверх дном и инкубировали при температуре $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ в течение (24 ± 2) ч. (**рис. 11, приложение №3**). После термостатирования подсчитывали все выросшие на чашке колонии. Учитывали только те чашки, на которых выросло не более 300 изолированных колоний. Количество колоний на обеих чашках суммировали и делили на два. Результат выражали числом колониеобразующих единиц (КОЕ) в 1 мл исследуемой

пробы воды. Если на одной из 2 чашек подсчет невозможен, результат выдают на основании учета колоний на одной чашке. Если подсчет колоний на чашках невозможен, то в результате отмечают «сплошной рост» [8].

Запах определяли в соответствии с **ГОСТ 3351-74** при температуре 20°C и 60°C .

Для определения запаха при 20°C в колбу вместимостью 250 см^3 отмеривали 100 см^3 испытуемой воды температурой 20°C . Колбу закрывали пробкой, содержимое колбы несколько раз перемешивали вращательными движениями, после чего колбу открывали и определяли характер и интенсивность запаха.

Для определения запаха при 60°C в колбу отмеривали 100 см^3 испытуемой воды. Горлышко колбы закрывали часовым стеклом и подогревали до $50\text{—}60^{\circ}\text{C}$. Содержимое колбы несколько раз перемешивали вращательными движениями. Сдвигая стекло в сторону, быстро определяли характер и интенсивность запаха по пятибалльной системе согласно требованиям таблицы №2 [4].

Таблица №2 Оценка интенсивности запаха

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха, балл
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах не ощущается потребителем, но обнаруживается при лабораторном исследовании	1
Слабая	Запах замечается потребителем, если обратить на это его внимание	2
Заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

Водородный показатель определяли с помощью датчика водородного показателя цифровой лаборатории «Сенсор» (рис. 12, приложение №3). Ополаскивали электрод дистиллированной водой и промакивали фильтровальной бумагой. Далее закрепляли датчик на штативе и погружали электрод в исследуемую жидкость так, чтобы отверстие ионного мостика было залито жидкостью. Перед тем как провести измерение в новой жидкости, каждый раз электрод ополаскивали в дистиллированной воде. По окончании измерений помещали электрод в дистиллированную воду до установления показаний от 5 до 8 ед. рН.

Определение нитратов проводили с использованием тест – полосок «Биосенсор АН» (рис. 13, приложение №3) в соответствии с прилагаемой инструкцией. Сенсорный элемент тест – полоски вертикально погружали в

анализируемую воду на 2-3 секунды. Извлекали полоску и удаляли избыток воды осторожным прикосновением ребра полоски к чистой фильтровальной бумаге. Через одну минуту сравнивали окраску сенсорного элемента тест – полоски с соответствующим полем цветовой шкалы на этикетке упаковки при хорошем освещении (нельзя сравнивать при солнечном свете) (**рис. 19, приложение №4**).

Общую минерализацию (сухой остаток) определяли в соответствии с ПНДФ 14.1:2:4.114-97. 100 см³ пробы воды, предварительно профильтрованной через бумажный фильтр "белая лента", отобранную мензуркой или цилиндром, помещали в предварительно взвешенную фарфоровую чашку и выпаривали на водяной бане досуха. После выпаривания внешнюю поверхность чашки с сухим остатком тщательно вытирали и помещали в сушильный шкаф, нагретый до 105±2°C, высушивали в течение 3 часов и взвешивали (**рис. 14, приложение №3**). Массовую концентрацию сухого остатка X (мг/дм³) вычисляли по формуле:

$$X = ((M_1 - M_2) \cdot 1000) / V,$$

где M₁ - масса чашки с высушенным остатком, мг;

M₂ - масса пустой чашки, мг;

V - аликвотная часть пробы, см³ [10].

Жесткость общую определяли в соответствии с ПНДФ 14.1:2:3.98-97 [9]. В коническую колбу вместимостью 250 см³ отмеривали необходимый объем воды. Затем добавляли 5 см³ буферного раствора и 70-100 мг порошка индикатора. Пробу перемешивали и титровали раствором трилона Б до перехода окраски из вишнево-красной в голубую. Все измерения проводились в двух повторностях (**рис. 15, приложение №3**).

Рассчитывали величину общей жесткости для каждого параллельного титрования по формуле:

$$X = (2 \cdot C_{\text{тр}} \cdot V_{\text{тр}} \cdot 1000) / V,$$

где X - жесткость воды, °Ж;

C_{тр} - концентрация раствора трилона Б, моль/ дм³;

V_{тр} - объем раствора трилона Б, пошедшего на титрование пробы, см³;

V - объем пробы воды, взятой для определения, см³;

2 - коэффициент пересчета концентрации раствора трилона Б(моль/дм³) в жесткость (°Ж).

За окончательный результат принимали среднее арифметическое значение двух параллельных измерений [9].

Окисляемость перманганатную определяли в соответствии ПНДФ 14.1:2:4.154-99. В колбу помещали 100 см³ хорошо перемешанной пробы, приливали 5 см³ разбавленной серной кислоты (1:3) и 10 см³ раствора перманганата калия (0,002 моль/дм³). Смесь нагревали так, чтобы она закипела не позднее, чем через 5 минут, и кипятили (10 ± 1) мин, закрыв маленькой конической воронкой для уменьшения испарения. К горячему раствору немедленно прибавляли 10 см³ раствора щавелевой кислоты (0,005 моль/дм³).

Обесцвеченную горячую смесь сразу титровали раствором перманганата калия (0,002 моль/дм³) до слабо-розового окрашивания (**рис. 16, приложение №3**).

Так же проводили холостое определение, используя 100 см³ дистиллированной воды, которую анализируют так же, как пробу воды.

Значение перманганатной окисляемости, выраженное в расчете на атомарный кислород в мг/дм³, определяли по формуле:

$$X = ((V_1 - V_2) * C * 8 * 5 * 1000 * K_p) / V,$$

где V_1 - объем раствора перманганата калия, израсходованного на титрование исследуемой пробы, см³;

V_2 - объем раствора перманганата калия, израсходованного на титрование холостой пробы, см³

C - концентрация раствора перманганата калия, равная 0,002 моль/дм³;

V - объем пробы, взятой для анализа, см³;

K_p - коэффициент разбавления пробы;

8 - атомная масса кислорода;

5 - стехиометрический коэффициент.

За окончательный результат принимали среднее арифметическое значение двух параллельных измерений [**11**].

Хлориды в пробах питьевой воды определили в соответствии с ГОСТ 4245 – 72. В коническую колбу отбирали 100 см³ испытуемой воды и прибавляли по 1 см³ раствора хромовокислого калия. Титровали раствором азотнокислого серебра до перехода желтой окраски в оранжево – желтую (**рис. 17, приложение №3**).

Для определения результатов пользовались формулой:

$$X = (V_{\text{титр}} * 0,354 * 1000) / V,$$

где $V_{\text{титр}}$ — количество азотнокислого серебра, израсходованное на титрование, см³;

0,354 — количество хлорид-иона, соответствующее 1 см³ раствора азотнокислого серебра, мг;

V — объем пробы, взятый для определения, см³.

За окончательный результат принимали среднее арифметическое значение двух параллельных измерений [**5**].

Результаты и их обсуждение

В соответствии с методикой проведения исследования провели мониторинг родниковой воды по микробиологическим, органолептическим и химическим показателям в различные сезоны года – зимний, весенний, летний и осенний. *В связи со строительными работами рядом с родником №1, отбор проб воды в осенний период из данного источника произвести не удалось.*

По результатам микробиологических исследований во всех чашках Петри наблюдался сплошной рост колоний микроорганизмов (**рис. 18, приложение №4**), поэтому подсчёт колоний произвести не удалось.

Результаты определения запаха представлены в **таблице №4 (приложение №4)**, результаты определения водородного показателя – в **таблице №5 (приложение №4)**, результаты определения нитрат-иона - в **таблице №6 (приложение №4)**.

Массы чашек до и после сушки, аликвоты воды, расчёт сухого остатка – в **таблице №7 (приложение №4)**.

Результаты титрования и расчёт жесткости – в **таблице №8 (приложение №4)**, расчёт окисляемости перманганатной - в **таблице №9**, расчёт концентрации хлоридов - в **таблице №10**.

Все результаты исследования занесли в сводную **таблицу №11 (приложение №4)** и сравнили с требованиями нормативного документа СанПиН 2.1.4.1175-02

По **таблице №11** видно, что по некоторым показателям пробы родниковой воды нецентрализованных источников водоснабжения не соответствуют требованиям основного нормативного документа. В исследованных источниках обнаружено несоответствия по показателям качества:

- общее микробное число,
- окисляемость перманганатная,
- жесткость воды,
- сухой остаток.

Во всех пробах воды обнаружено превышение общего микробного числа. Данный показатель является одним из самых важных при выборе воды, так как от него зависит безопасность для здоровья человека.

В исследуемых нами источниках показатели жесткости различаются в 8,0 раз (**рис.2**). Возможно, такие сильные различия в жесткости связаны с различием типов воды, питающих данные источники, а именно, с глубиной их залегания. В соответствии с изученными литературными данными, мы можем предположить, что в роднике №1 вода из водоносного горизонта (межпластовая вода), такая вода, как правило, характеризуется высокой минерализацией. Вода в источниках №2 и №3 – это вода, расположенная над водоносным слоем. Так как вода в источнике №2 и №3 не перемерзает зимой, то это либо грунтовая вода, либо из верховодного слоя. Учитывая, что грунтовые и верховодные источники подпитываются, как правило, атмосферными осадками, характеризующиеся низкими значениями жесткости, то и вода в источниках №2 и №3 является мягкой (**рис.2**).

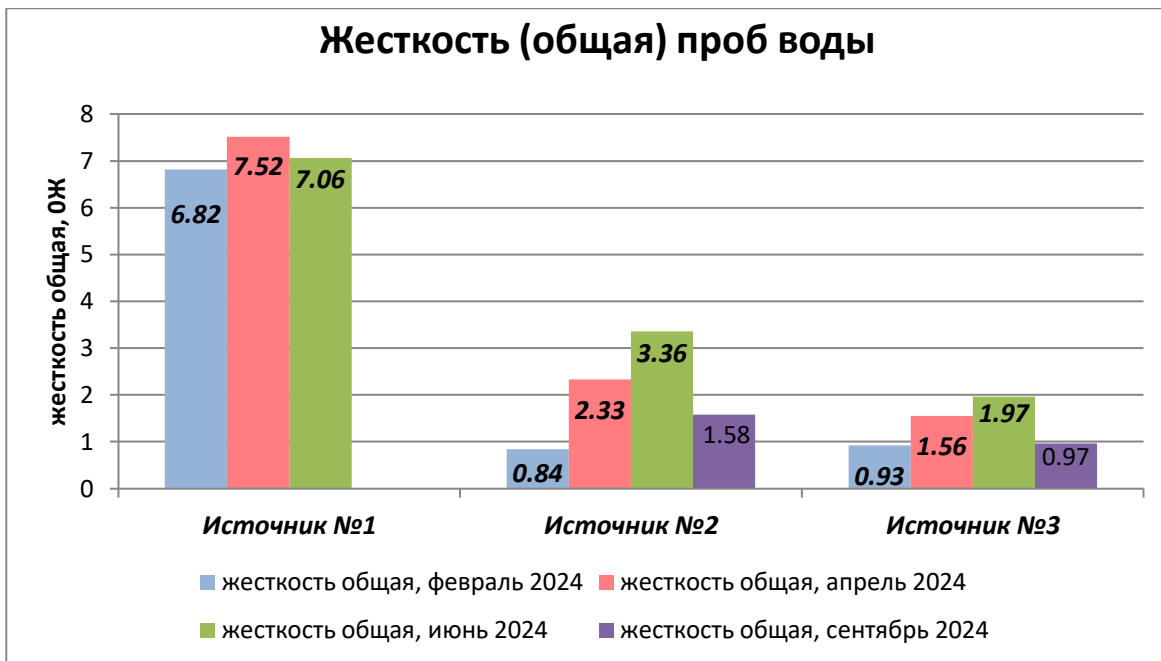


Рис. 2 Изменение общей жесткости родниковой воды в зависимости от сезона

Грунтовый тип питания источников №2 и №3 также подтверждается нестабильными результатами значений в разные сезоны года, характеризующих минерализацию воды (сухой остаток, хлориды, жесткость) (рис.3, рис.4). При этом самые низкие значения жесткости воды и концентрации хлоридов в источниках №2 и №2 определены в зимний сезон,

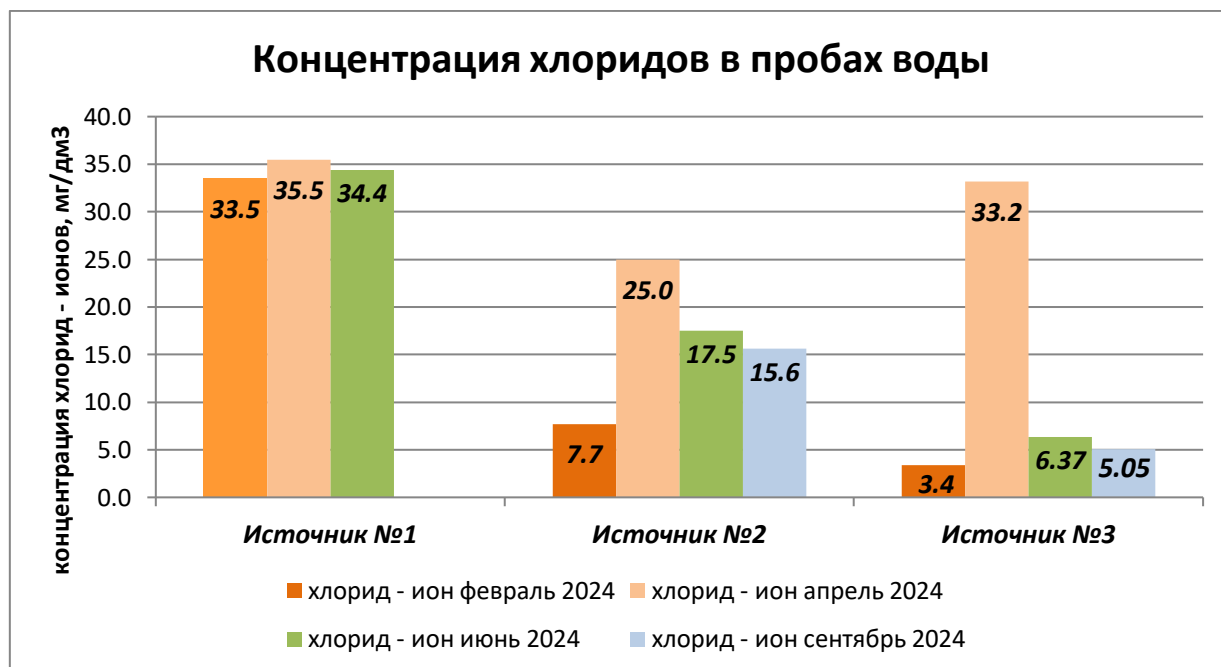


Рис. 3 Изменение концентрации хлоридов родниковой воды в зависимости от сезона

Со значением жесткости напрямую связаны другие показатели – общая минерализация (сухой остаток) и концентрация хлоридов. Общая минерализация и концентрация хлоридов также выше в родниковой воде

источника №1 по сравнению с источниками №2 и №3, что подтверждает различие в глубине залегания данных источников (рис.3, рис.4).

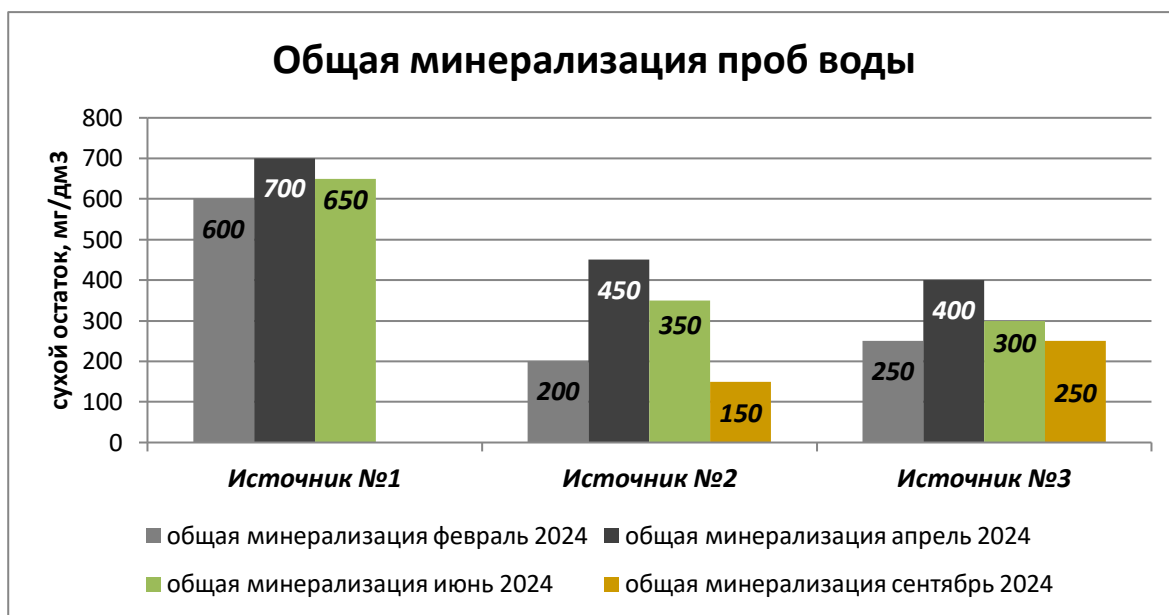


Рис. 4 Изменение общей минерализации родниковой воды в зависимости от сезона

Концентрация нитратов и окисляемость перманганатная также различны в изученных источниках (рис.5). Количество нитрат-ионов и перманганатная окисляемость напрямую связаны с органическими загрязнениями воды.

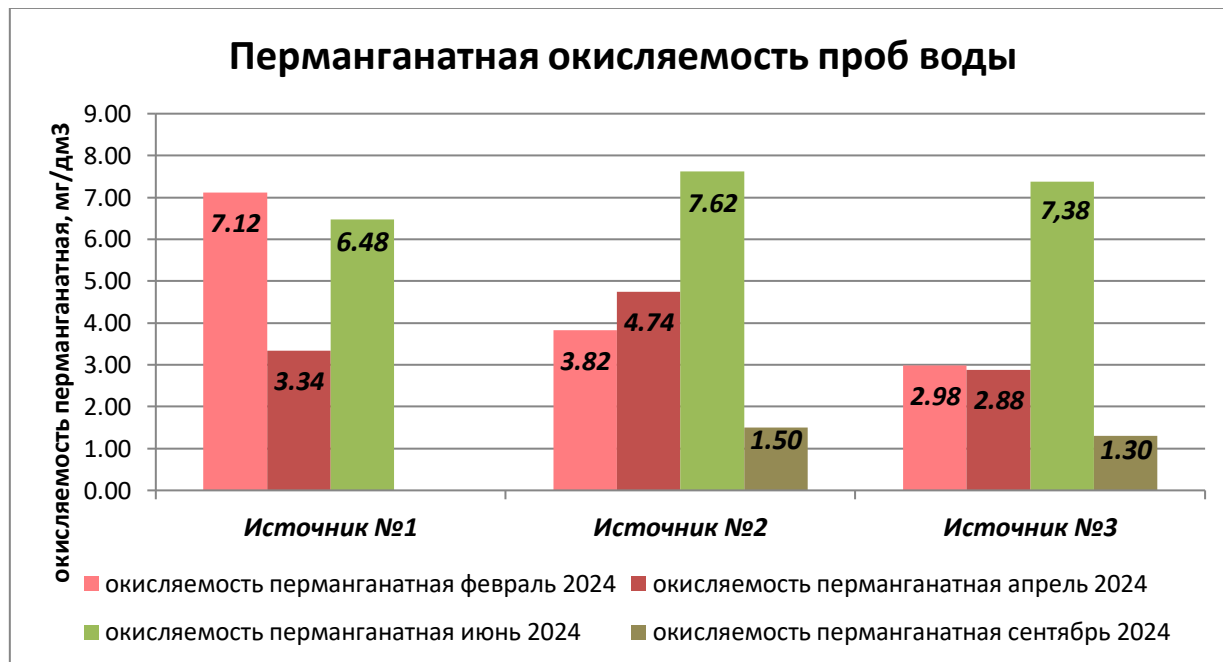


Рис. 5 Изменение перманганатной окисляемости родниковой воды в зависимости от сезона

Во всех пробах количество нитратов и концентрация перманганатной окисляемости не превышает их нормативных значений. Максимальные

значения перманганатной окисляемости в родниковой воде источников №2 и №3 зафиксированы в летнем сезоне. Так как данный показатель отражает общее содержание органических соединений в воде, то мы связываем увеличение данного показателя летом с естественными факторами, а именно, с активированием процессов жизнедеятельности флоры и фауны в данный период. Грунтовые воды в отличие от межпластовой воды напрямую контактируют с органическими соединениями грунта и живых организмов, что и приводит к наличию органического загрязнения в них.

Заключение

В результате проведенного исследования мы достигли цели путем решения поставленных перед нами задач:

1) провели отбор проб родниковой воды в зимний, весенний, летний и осенний периоды из трёх источников в окрестностях города Асбест

2) с помощью методов микробиологического, органолептического и количественного химического анализа в пробах воды определили запах, водородный показатель, нитраты, сухой остаток, жёсткость, хлориды, перманганатную окисляемость и общее микробное число и установили:

- родниковая вода разных источников в окрестностях города имеет существенные различия по химическому составу;
- все изученные пробы не соответствуют требованиям нормативной документации по микробиологическим показателям;
- по химическому составу родниковая вода источника №1 имеет меньшее количество несоответствий требованиям СанПиН 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения».

Таким образом, на основании полученных данных мы можем дать следующие рекомендации. В связи с наличием микробиологического и органического загрязнения родниковую воду перед употреблением нужно обязательно кипятить.

Употребление родниковой воды из источников №2 и №3 не пригодно в качестве питья для постоянного употребления в связи с низкими показателями жесткости и сухого остатка. Вода из данных источниках может быть использована только в **качестве дополнительного источника** воды, так как существуют данные о прямой зависимости между постоянным употреблением мягкой воды и повышенной вероятностью возникновения и развития сердечно-сосудистых заболеваний. Это связано с тем, что в мягкой воде содержатся низкие концентрации магния и кальция, которые очень необходимы для нормального функционирования мышц, в том числе и сердечной. А диетологи отмечают закономерность, согласно которой приготовление блюд на жесткой воде, увеличивает процентное содержание минералов, содержащихся в пище. Например, количество кальция повышается до 38-41%. В то же время, при готовке злаков, овощей и мяса на мягкой воде содержания микроэлементов снижается (кальций до 60 %, кобальт до 86 %; медь — 66 %) [2].

Гипотеза нашего исследования подтвердилась - химический и микробиологический состав родниковой воды по изученным нами показателям не соответствует требованиям нормативных документов. Поэтому перед тем, как использовать родниковую воду для питьевых целей, необходимо оценить её качество, а именно провести микробиологический и химический анализы, так как употребление воды несоответствующей требованиям нормативных документов может вызвать неблагоприятное влияние на организм человека.

Ближайшее планирование – мониторинг других родников, расположенных в окрестностях города Асбест.

Список источников информации

1. Всё о колодцах. Основные типа колодцев. [Электронный ресурс] // Всё своими руками URL: <https://pkdemo.ru/vse-o-kolodcax-osnovnye-vidy-kolodcev.html> (дата обращения: 10.04.2024 г.)
2. Главные факты о мягкой и жёсткой воде и советы по употреблению. [Электронный ресурс] // Здоровая вода URL: <https://vodaplus.ru/blog/glavnye-fakty-o-myagkoy-i-zhestkoy-vode-i-sovety-po-upotrebleniyu/> (дата обращения 10.04.2024г.)
3. ГОСТ 30813-2002 Вода и водоподготовка. Термины и определение [Электронный ресурс] // Консорциум. Кодекс URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030883?ysclid=lspv2b64ny101735324> (дата обращения: 02.03.2024 г.)
4. ГОСТ 3351-74 Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. [Электронный ресурс] // Консорциум. Кодекс URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200008322> (дата обращения: 18.02.2024)
5. ГОСТ 4245 – 72 Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов. [Электронный ресурс] // Охрана труда в России URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/339/4294850721.pdf?ysclid=lth3lrfity948744938> (дата обращения: 20.02.2024)
6. Ермолаева В.А. Изучение сезонных изменений жесткости и щелочности питьевой воды [Электронный ресурс] // Киберленинка URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-sezonnyh-izmeneniy-zhestkosti-i-schelochnosti-pitievoy-vody/viewer> (дата обращения 14.03.2024 г.)
7. МР 2.1.4.0176-20 Методические рекомендации. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест, организация мониторинга обеспечения населения качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения [Электронный ресурс] // Кодификация.РФ URL: <https://rulaws.ru/acts/MR-2.1.4.0176-20.-2.1.4.-Pitevaya-voda-i-vodosnabzhenie-naselennyh-mest.-Organizatsiya-monitoringa-obes/?ysclid=lттvt29q6v963108010> (дата обращения: 16.03.2024 г.)
8. МУК 4.2.1018-01 Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды [Электронный ресурс] // Консорциум. Кодекс URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200029648> (дата обращения 19.02.2024)
9. ПНДФ 14.1:2:3.98-97 Методика измерений общей жесткости в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/2d2/4293751546.pdf?ysclid=lth112mv78306169250> [Электронный ресурс] // Охрана труда в России URL:
10. ПНДФ 14.1:2:4.114-97 Методика измерений массовой концентрации сухого остатка в питьевых, поверхностных и сточных водах гравиметрическим методом. [Электронный ресурс] // Охрана труда в России URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/258/4293808591.pdf> (дата обращения: 19.02.2024)
11. ПНДФ 14.1:2:4.154-99 Методика измерений перманганатной окисляемости в пробах питьевых, природных и сточных вод титриметрическим

методом. [Электронный ресурс] // МЕГАНОРМ. Система нормативных документов URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293831/4293831991.pdf?ysclid=lth3jijnqz324643767> (дата обращения: 20.02.2024)

12. Подземные воды и запасы пресной питьевой воды на планете. Происхождение и классификация. [Электронный ресурс] // JEVEA URL: <https://xn--b1agbilj.xn--p1ai/articles/653/?ysclid=lu0tnit5lc588898560> (дата обращения: 04.04.2024)

13. Понятие о скважине [Электронный ресурс] // GEOTEKHCЕРBИС URL: <https://leuza.ru/old/gti/bur/skv.htm?ysclid=luv0i7pxl6493006005> (дата обращения: 10.04.2024 г.)

14. Родниковая [Электронный ресурс] // О ВОДЕ URL: <https://o-vode.net/kakaya-byvaet/rodnikovaya?ysclid=lutrpnbs4169794186> (дата обращения 04.04.2024)

15. СанПиН 2.1.4.1175-02 Санитарно – эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников [Электронный ресурс] // Библиотека нормативной документации URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294845/4294845751.pdf> (дата обращения: 02.02.2024 г.)

16. СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий [Электронный ресурс] // Консорциум. Кодекс URL: <https://docs.cntd.ru/document/573536177> (дата обращения: 02.02.2024 г.)

17. Семашко А.Г. Роль водоочистения и водоподготовки в обеспечении населения России экологически безопасной питьевой водой [Электронный ресурс] // Молодой ученый URL: <https://moluch.ru/archive/136/38288/?ysclid=lttwu3i42f784409371> (дата обращения: 16.03.2024 г.)

18. Характеристика источников питьевого водоснабжения, причины и источники их загрязнения [Электронный ресурс] // Студопедия URL: https://studopedia.ru/15_25463_harakteristika-istochnikov-pitevogo-vodosnabzheniya-prichini-i-istochniki-ih-zagryazneniya.html (дата обращения: 10.04.2024 г.)

Приложения

Приложение №1

Нормативы качества воды

Таблица №3 Нормативы качества воды нецентрализованных источников водоснабжения

Показатели	Единицы измерения	Норматив
Органолептические		
Запах	баллы	не более 2-3
Привкус	баллы	не более 2-3
Цветность	градусы	не более 30
Мутность	ЕМФ	в пределах 2,6-3,5
Химические		
Водородный показатель	единицы pH	в пределах 6-10
Жёсткость общая	мг-экв/л	в пределах 7-10
Нитраты (NO ₃)	мг/л	не более 45
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	в пределах 1000-1500
Окисляемость перманганатная	мг/л	в пределах 5-7
Сульфаты (SO ₄)	мг/л	не более 500
Хлориды (Cl)	мг/л	не более 350
Химические вещества неорганической и органической природы	мг/л	ПДК
Микробиологические		
Общие колиформные бактерии	число бактерий в 100 мл.	отсутствие
Общее микробное число	число образующих колонии микробов в 1 мл	100
Термотолерантные колиформные бактерии	число бактерий в 100 мл.	отсутствие
Колифаги	число бляшкообразующих единиц в 100 мл	отсутствие

Объекты исследования



Рис.6 Источник №1



Рис.7 Источник №2



Рис.8 Источник №3



Рис.9 Процедура отбора проб воды



Рис.10 Отобранные пробы воды

Проведение анализа воды



Рис. 11 Проведение микробиологического анализа

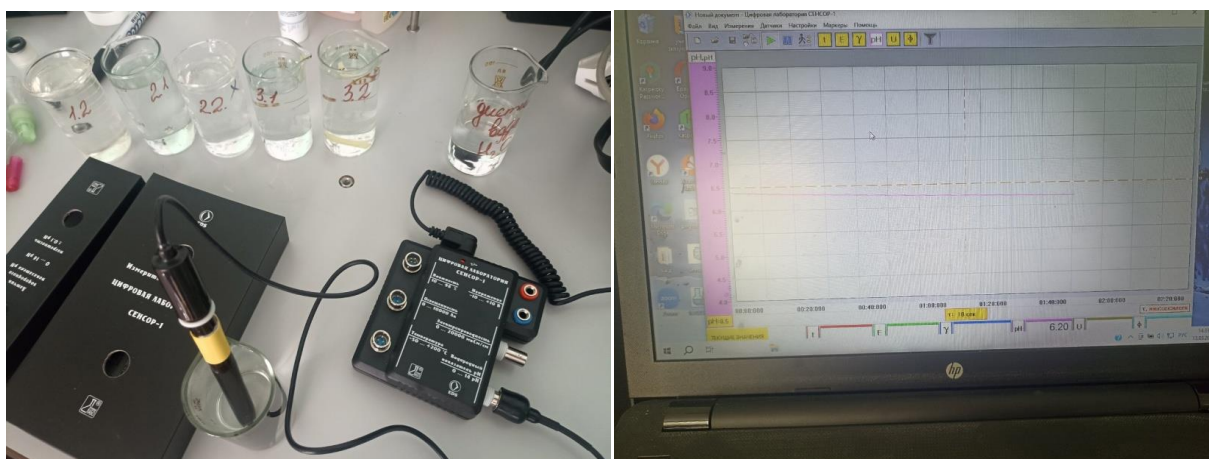


Рис. 12 Определение водородного показателя

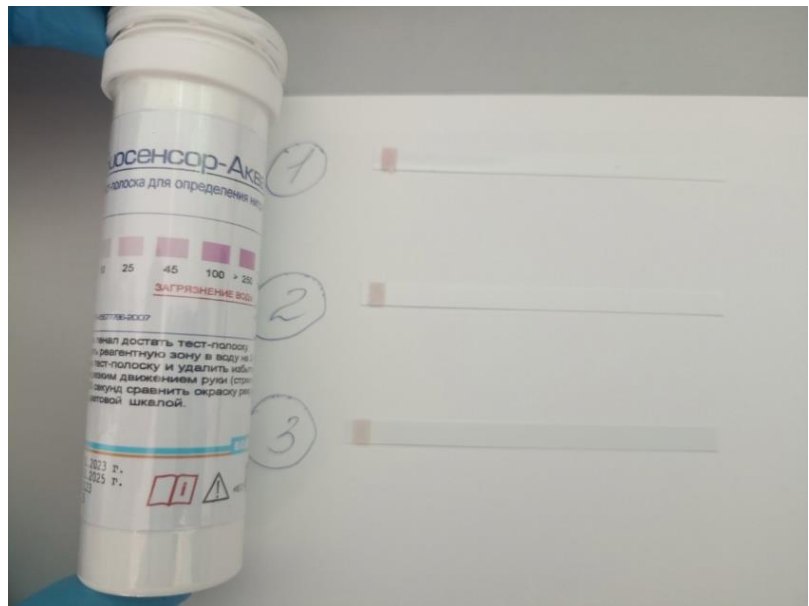
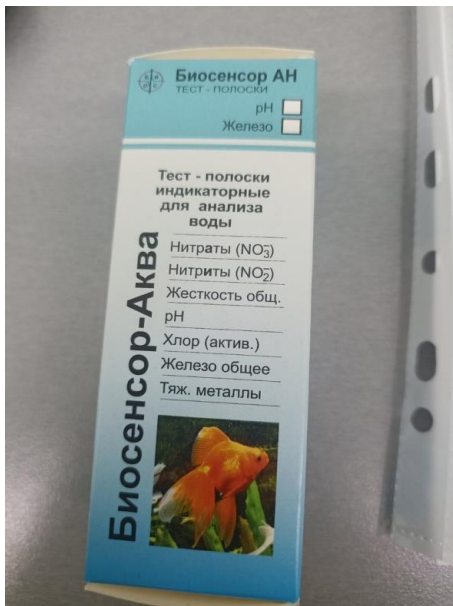


Рис. 13 Определение нитратов



Рис. 14 Определение сухого остатка



Рис. 15 Определение жесткости общей



Рис. 16 Определение окисляемости перманганатной

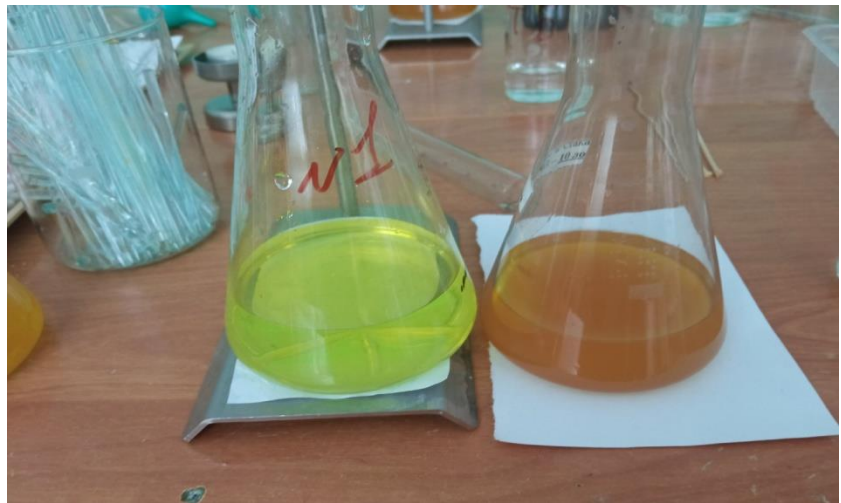


Рис. 17 Определение хлоридов

Результаты исследования

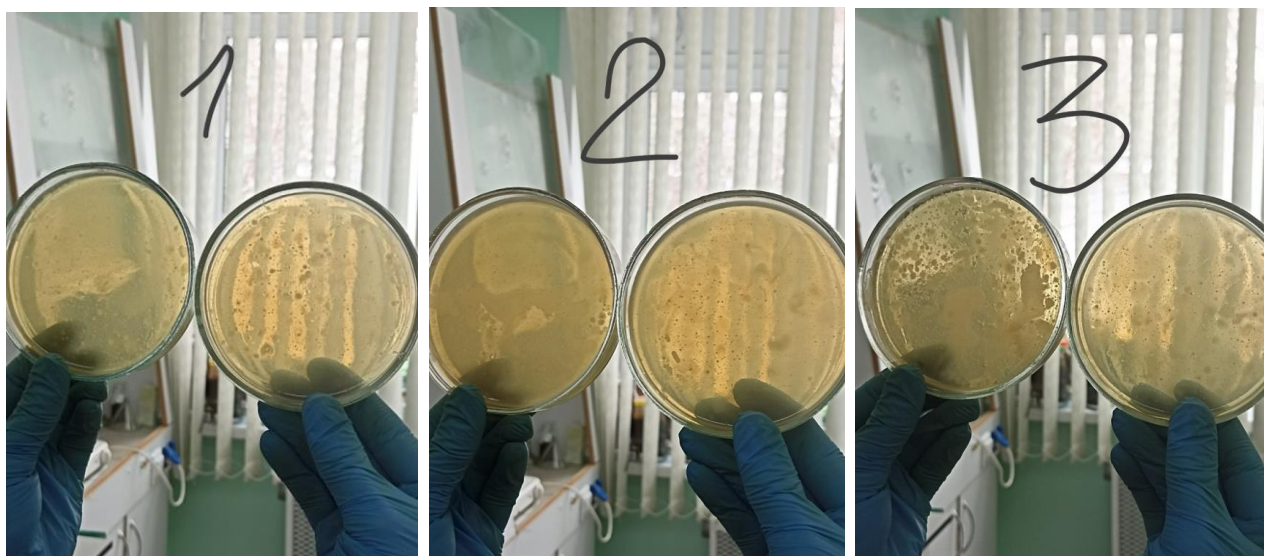


Рис. 18 Результаты микробиологического исследования

Таблица № 4 Результаты определения запаха

№ п/п	Проба воды	Запах при 20 ⁰ С, балл	Запах при 60 ⁰ С, балл
<i>Дата отбора – 25.02.2024</i>			
1	Источник №1	0	1
2	Источник №2	0	1
3	Источник №3	0	1
<i>Дата отбора – 23.04.2024</i>			
4	Источник №1	0	1
5	Источник №2	0	1
6	Источник №3	0	1
<i>Дата отбора – 05.06.2024</i>			
7	Источник №1	0	1
8	Источник №2	0	1
9	Источник №3	0	1
<i>Дата отбора – 05.09.2024</i>			
10	Источник №1	<i>нет отбора</i>	
11	Источник №2	0	1
12	Источник №3	0	1

Таблица №5 Результаты водородного показателя

№ п/п	Проба воды	Повторность	Значение водородного показателя, ед.рН	Водородный показатель (как среднее арифметическое двух повторностей), ед.рН
<i>Дата отбора – 25.02.2024</i>				
1	Источник №1	1	6,27	6,22±0,1
		2	6,17	
2	Источник №2	1	5,78	5,81±0,1

		2	5,83	
3	Источник №3	1	6,51	6,58±0,1
		2	6,64	
Дата отбора 23.04.2024				
4	Источник №1	1	5,46	5,64±0,1
		2	5,82	
5	Источник №2	1	6,32	6,19±0,1
		2	6,05	
6	Источник №3	1	6,96	6,99±0,1
		2	7,02	
Дата отбора 05.06.2024				
7	Источник №1	1	6,08	6,09±0,1
		2	6,09	
8	Источник №2	1	5,86	5,86±0,1
		2	5,85	
9	Источник №3	1	5,74	5,76±0,1
		2	5,78	
Дата отбора – 05.09.2024				
10	Источник №1	нет отбора		
11	Источник №2	1	5,67	5,69±0,1
		2	5,70	
12	Источник №3	1	6,11	6,11±0,1
		2	6,10	

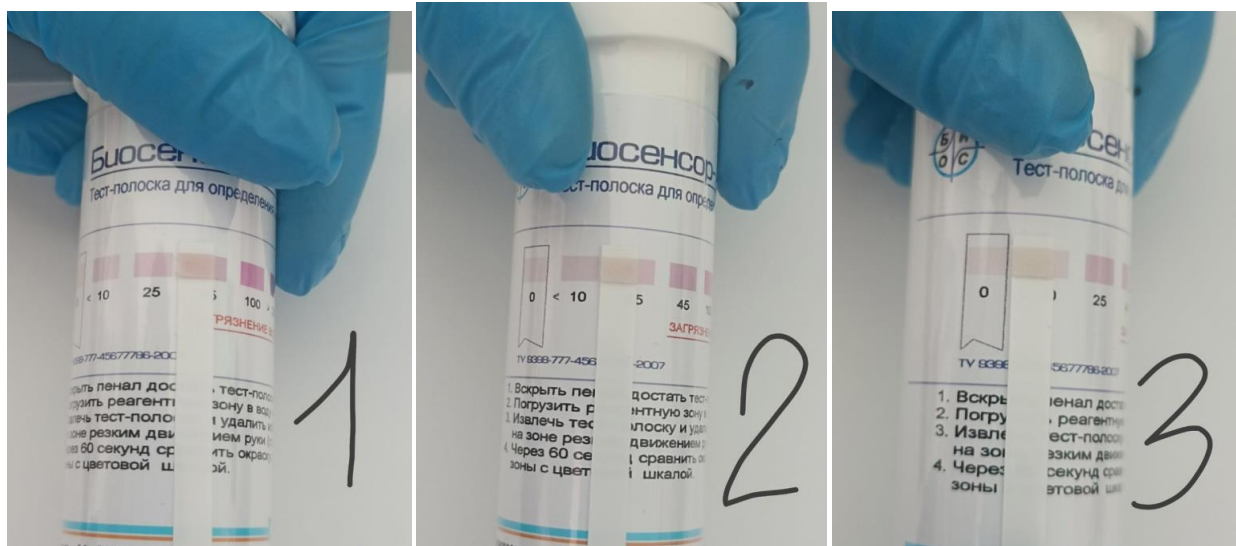


Рис. 19 Определение концентрации нитрат – ионов в пробах воды

Таблица №6 Концентрация нитрат-ионов в пробах воды

№ п/п	Проба воды	Концентрация нитрат-иона, мг/дм ³
Дата отбора - 25.02.2024		
1	Источник №1	25
2	Источник №2	≤10

3	Источник №3	<10
<i>Дата отбора – 23.04.2024</i>		
4	Источник №1	≤10
5	Источник №2	25
6	Источник №3	<10
<i>Дата отбора – 05.06.2024</i>		
7	Источник №1	≤10
8	Источник №2	≤10
9	Источник №3	<10
<i>Дата отбора – 05.09.2024</i>		
10	Источник №1	Нет отбора
11	Источник №2	10-25
12	Источник №3	<10

Таблица №7 Расчёт сухого остатка проб воды

№ п/п	Проба воды	Повторности	Объем аликвоты, см ³	Масса пустой чашки, мг	Масса чашки с осадком, мг	Значение сухого остатка, мг/дм ³	Концентрация сухого остатка (как среднее арифметическое двух повторностей), мг/дм ³
<i>Дата отбора - 25.02.2024</i>							
1	Источник №1	1	100	64210	64270	600	600±54
		2	100	55890	55950	600	
2	Источник №2	1	100	58770	58790	200	200±18
		2	100	75290	75310	200	
3	Источник №3	1	100	59700	59900	200	250±23
		2	100	64720	64690	300	
<i>Дата отбора – 23.04.2024</i>							
4	Источник №1	1	100	55910	55980	700	700±63
		2	100	64250	64320	700	
5	Источник №2	1	100	58830	58780	500	450±41
		2	100	75350	75310	400	
6	Источник №3	1	100	59960	59920	400	400±36
		2	100	64750	64710	400	
<i>Дата отбора – 05.06.2024</i>							
7	Источник №1	1	100	63730	63800	700	650±59
		2	100	55900	55960	600	
8	Источник №2	1	100	58790	58820	300	350±32
		2	100	75310	75350	400	
9	Источник №3	1	100	59920	59950	300	300±27
		2	100	64700	64730	300	
<i>Дата отбора – 05.09.2024</i>							

10	Источник №1	<i>Нет отбора</i>					
11	Источник №2	1	100	58820	58840	200	150±29
		2	100	55930	55940	100	
12	Источник №3	1	100	59950	59980	300	250±23
		2	100	64740	64760	200	

Таблица №8 Расчет жесткости в пробах воды

№ п/п	Проба воды	Повторности	Объем аликвоты, см ³	Объём трилона Б, пошедшего на титрование, см ³	Значение жесткости, Ж ⁰	Жесткость, (как среднее арифметическое двух повторностей), Ж ⁰	
<i>Дата отбора - 25.02.2024</i>							
1	Источник №1	1	25	8,55	6,84	6,82±0,61	
		2	25	8,50	6,80		
2	Источник №2	1	50	2,10	0,84	0,84±0,08	
		2	50	2,10	0,84		
3	Источник №3	1	50	2,30	0,92	0,93±0,08	
		2	50	2,35	0,94		
<i>Дата отбора – 23.04.2024</i>							
4	Источник №1	1	25	9,40	7,52	7,52±0,68	
		2	25	9,40	7,52		
5	Источник №2	1	50	5,85	2,34	2,33±0,21	
		2	50	5,80	2,32		
6	Источник №3	1	50	3,95	1,58	1,56±0,14	
		2	50	3,85	1,54		
<i>Дата отбора – 05.06.2024</i>							
7	Источник №1	1	25	8,85	7,08	7,06±0,64	
		2	25	8,80	7,04		
8	Источник №2	1	50	8,40	3,36	3,36±0,30	
		2	50	8,40	3,36		
9	Источник №3	1	50	4,95	1,98	1,97±0,18	
		2	50	4,90	1,96		
<i>Дата отбора – 05.09.2024</i>							
10	Источник №1	1	<i>нет отбора</i>				
		2	<i>нет отбора</i>				
11	Источник №2	1	50	3,95	1,58	1,58±0,14	
		2	50	3,95	1,58		
12	Источник №3	1	50	2,40	0,96	0,97±0,09	
		2	50	2,45	0,98		

Таблица №9 Перманганатная окисляемость проб воды

№ п/п	Проба воды	Повторности	Объем аликвоты, см ³	Объём КМnO ₄ , пошедшего на	Значение окисляемости перманганата	Окисляемость перманганатная (как среднее арифметическое двух повторностей),

				титрование, см ³	натной, мг/дм ³	мг/дм ³
<i>Дата отбора - 25.02.2024</i>						
1	Холостая проба	-	100	0,05	-	-
2	Источник №1	1	100	8,90	7,08	7,12±0,71
		2	100	9,00	7,16	
3	Источник №2	1	100	4,80	3,80	3,82±0,38
		2	100	4,85	3,84	
4	Источник №3	1	100	3,75	2,96	2,98±0,30
		2	100	3,80	3,00	
<i>Дата отбора - 23.04.2024</i>						
5	Холостая проба	-	100	0,05	-	-
6	Источник №1	1	100	4,20	3,32	3,34±0,33
		2	100	4,25	3,36	
7	Источник №2	1	100	6,00	4,76	4,74±0,47
		2	100	5,95	4,72	
8	Источник №3	1	100	3,65	2,88	2,88±0,29
		2	100	3,65	2,88	
<i>Дата отбора - 05.06.2024</i>						
9	Холостая проба	-	100	0,05	-	-
10	Источник №1	1	100	8,15	6,48	6,48±0,65
		2	100	8,15	6,48	
11	Источник №2	1	100	9,55	7,60	7,62±0,76
		2	100	9,60	7,64	
12	Источник №3	1	100	9,30	7,40	7,38±0,74
		2	100	9,25	7,36	
<i>Дата отбора - 05.09.2024</i>						
13	Холостая проба	-	100	0,05	-	-
14	Источник №1	<i>нет отбора</i>				
15	Источник №2	1	100	1,90	1,48	1,50±0,30
		2	100	1,95	1,52	
16	Источник №3	1	100	1,65	1,28	1,30±0,26
		2	100	1,70	1,32	

Таблица №10 Расчёт концентрации хлоридов в пробах воды

№ п/п	Проба воды	Повторности	Объем аликвоты, см ³	Объём AgNO ₃ , пошедшего на титрование, см ³	Значение хлорид-иона, мг/дм ³	Концентрация хлорид-ионов (как среднее арифметическое двух повторностей), мг/дм ³
<i>Дата отбора - 25.02.2024</i>						
1	Источник №1	1	100	9,45	33,45	33,5
		2	100	9,45	33,45	
2	Источник	1	100	2,15	7,61	7,70

	№2	2	100	2,20	7,79	
3	Источник №3	1	100	0,90	3,19	3,37
		2	100	1,00	3,54	
<i>Дата отбора – 23.04.2024</i>						
4	Источник №1	1	100	10,00	35,40	35,5
		2	100	10,05	35,58	
5	Источник №2	1	100	7,05	24,96	25,0
		2	100	7,05	24,96	
6	Источник №3	1	100	1,75	6,20	6,11
		2	100	1,70	6,02	
<i>Дата отбора – 05.06.2024</i>						
7	Источник №1	1	100	9,70	34,34	34,4
		2	100	9,75	34,52	
8	Источник №2	1	100	5,00	17,07	17,5
		2	100	5,05	17,88	
9	Источник №3	1	100	1,80	6,37	6,37
		2	100	1,80	6,37	
<i>Дата отбора – 06.09.2024</i>						
10	Источник №1	<i>нет отбора</i>				
11	Источник №2	1	100	4,35	15,40	15,6
		2	100	4,45	15,75	
12	Источник №3	1	100	1,40	4,96	5,05
		2	100	1,45	5,13	

Таблица №11 Сводная таблица результатов

Показатели качества воды	Значения показателей проб воды											
	отбор - февраль 2024			отбор - апрель 2024			отбор - июнь 2024			отбор - сентябрь 2024		
	Источник №1	Источник №2	Источник №3	Источник №1	Источник №2	Источник №3	Источник №1	Источник №2	Источник №3	Источник №1	Источник №2	Источник №3
Запах, балл (при 20°С / при 60 °С)	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	-	0/1	0/1
Норматив запаха, балл	не более 2-3											
Водородный показатель, ед.рН	6,22±0,1	5,81±0,1	6,58±0,1	6,64±0,1	6,19±0,1	6,99±0,1	6,09±0,1	5,86±0,1	5,76±0,1	-	5,69±0,1	6,11±0,1
Норматив водородного показателя, ед.рН	в пределах 6-10											
Нитраты, мг/ дм ³	25	≤10	<10	≤10	25	<10	≤10	≤10	<10	-	10-25	<10
Норматив нитрат-ионов, мг/ дм ³	не более 45											
Общая минерализация, мг/дм ³	600±54	200±18	250±23	700±63	450±41	400±36	650±59	350±32	300±27	-	150±29	250±23
Норматив общей минерализации, мг/дм ³	в пределах 1000-1500											
Жесткость, °Ж	6,82±0,61	0,84±0,08	0,93±0,08	7,52±0,68	2,33±0,21	1,56±0,14	7,06±0,64	3,36±0,30	1,97±0,18	-	1,58±0,14	0,97±0,09
Норматив жесткости, °Ж	в пределах 7-10											
Окисляемость перманганатная, мг/дм ³	7,12±0,71	3,82±0,38	2,98±0,30	3,34±0,33	4,74±0,47	2,88±0,29	6,48±0,65	7,62±0,76	7,38±0,74	-	1,50±0,30	1,30±0,26
Норматив окисляемости перманганатной, мг/дм ³	в пределах 5-7											
Хлориды, мг/дм ³	33,5	7,70	3,37	35,5	25,0	33,2	34,4	17,5	6,37	-	15,6	5,05
Норматив хлоридов, мг/дм ³	не более 350											
Общее микробное число, КОЕ	256	Сплошной рост	Сплошной рост	Сплошной рост	Сплошной рост	Сплошной рост	Сплошной рост	Сплошной рост	Сплошной рост	-	Сплошной рост	Сплошной рост
Норматив общего микробного числа, КОЕ	не более 100											

