

Муниципальное общеобразовательное учреждение Урлукская средняя общеобразовательная школа

**Центр естественно-научной
и технологической направленностей «Точка роста»**

Сборник научных статей школьников «Я – исследователь!»



2022-2023

Предисловие

Эксперимент является источником знаний и критерием их истинности в науке. Концепция современного образования подразумевает, что в учебном эксперименте ведущую роль должен занять самостоятельный исследовательский ученический эксперимент.

Современные экспериментальные исследования по химии и физике уже трудно представить без использования не только аналоговых, но и цифровых измерительных приборов. В Федеральном Государственном Образовательном Стандарте (ФГОС) прописано, что одним из универсальных учебных действий, приобретаемых учащимися, должно стать умение «проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов».

В данном сборнике размещены научные статьи школьников обучающихся в рамках программы дополнительного образования детей «Химия в жизни человека» с использованием цифровой лаборатории Releon - laif.

Тема: «Влияние жевательной смолки на кислотно-щелочной баланс ротовой полости»

Выполнила учащаяся 8 класса
Коноваленкова Ксения Борисовна
Руководитель научного проекта
Шелопугина Наталья Сергеевна

Научная статья

Цель работы: выяснить можно ли использовать жевательную смолку для нормализации кислотно-щелочного баланса ротовой полости.

Задачи:

1. Исследовать кислотно-щелочной баланс ротовой полости до употребления серы (жевательной смолки).
2. Исследовать кислотно-щелочной баланс ротовой полости после употребления серы (жевательной смолки).
3. Сделать вывод о возможности использования серы (жевательной смолки)

Для эксперимента нам понадобятся: пробы слюны, лабораторная посуда, продукты питания, цифровая лаборатория Releop.

Участниками эксперимента согласились побыть мои одноклассники.

В Забайкалье жевательную смолку называют серой. Добывают ее с хвойных пород деревьев в виде смолы. Затем смолу подвергают термической обработке и получают так называемую серу.

Сера оказывает благоприятное действие на пищеварительную систему, начиная с ротовой полости. Например, кислотно-щелочной баланс ротовой полости находится в пределах $pH=6,8-7,4$. После употребления пищи кислотно-щелочной баланс ротовой полости нарушается, что может привести к различным заболеваниям. Сера, обладая обеззараживающим свойством, приводит к нормализации кислотно-щелочного баланса. Это утверждение мы сегодня проверим или опровергнем.

У участников эксперимента заранее были взяты пробы слюны: №1, №2, №3, №4. Затем учащиеся употребляли в пищу лимон (кислотность которого мы заранее измерили): $pH=3,43$.



Рис 1. Необходимое оборудование



Рис 2. Участники эксперимента



Рис 3. Измерение рН лимона.



Рис 4. Жевательная смолка (сера)

После пяти минут мы снова сделали забор проб слюны у двух участников, которые не употребляли серу; а у двух других участников сделали забор проб слюны после того, как они пожевали серу.

С помощью электрода рН сделали замеры:



Рис 4. Измерение рН ротовой полости до принятия лимона.

Показатели исследования кислотно-щелочного баланса ротовой полости до и после употребления серы (жевательной смолки) размещены в таблице 1:

Таблица 1. Показатели исследования кислотно-щелочного баланса ротовой полости до и после употребления серы (жевательной смолки)

№	рН лимона	рН до принятия лимона в пищу	рН сразу после принятия лимона в пищу	рН после 5 минутного жевания серы
1	3,43	8,6	8,37	Не употреблял
2		8,7	8,1	Не употреблял
3		8,38	7,37	7,1
4		8,7	7,5	7,3

1) мы видим, что кислотность ротовой полости незначительно понизилась у двух участников, которые после еды не использовали серу;

2) у двоих участников, употребляющих серу, понижение кислотности значительное;

Вывод: жевательную смолку можно использовать для нормализации кислотно-щелочного баланса ротовой полости.

Данные этого исследования будут мною использованы в написании исследовательской работы, где я продолжу изучение свойств серы с помощью цифровой лаборатории.

Тема: «Растворимость поваренной соли»

Выполнила ученица 8 класса:
Кузьмина Елена Викторовна

Руководитель научного проекта:
Шелопугина Наталья Сергеевна

Научная статья

Цель работы: выяснить проводит ли обычная поваренная соль, растворимая в воде, электричество.

Задачи:

1. Изучить информацию из других источников о поваренной соли.
2. Провести опыт с помощью специальных приборов.
3. На основе опыта сделать вывод.

Методы:

1. Изучение информации из разных источников.

На первом этапе моей работы я нашла информацию о проводимости соли в дополнительной литературе. Она показала что соль, растворенная в воде, проводит электричество. Теперь осталось проверить эту информацию на опыте.

Для опыта мне понадобились: специальный прибор для выявления проводимости электричества, поваренная соль, вода.



Рис 1. Раствор поваренной соли

На втором этапе растворила соль в воде.

Далее перелила воду из одного сосуда в тот стакан, который находился в приборе.



Рис 2. Изучение проводимости электрического тока поваренной соли

А затем включила прибор, и лампочка на приборе загорелась, а это означало, что поваренная соль, растворённая в воде, проводит электрический ток.



Рис 3. Индикатор электрического тока (горит лампочка) в растворе поваренной соли

На основе данных экспериментальных исследований можно сделать вывод, что поваренная соль, растворённая в воде, проводит электрический ток, является электролитом.

Тема: Исследование качественного состава фруктовых соков

Исаева Наталья Игоревна, 8 класс
Руководитель научного проекта
Шелопугина Наталья Сергеевна

Научная статья

Цель: определить в условиях школьной лаборатории качественный состав фруктовых соков

Задачи

- Выяснить химический состав соков.
- Выработать рекомендации по употреблению готовых апельсинового и яблочного соков.

Были использованы методы исследования:

- метод эксперимента.



Рис. 1. Соки, которые взяты для эксперимента

Мною был проведен опыт на выявление глюкозы - $C_6H_{12}O_6$. В состав молекулы глюкозы входит специальная группа, ее еще называют альдегидная $-C \equiv \overset{O}{H}$

Ее мы обнаружим с помощью специальных химических реакций, которые называются качественными, т.е. по наличию этой группы можно определить, есть ли глюкоза в фруктовых соках.

Мною была проведена химическая реакция со свежавыжатым гидроксидом меди $Cu(OH)_2$. Для этого я взяла гидроксид Na, прилила сульфат Cu и получила синий творожистый осадок $Cu(OH)_2$.



Рис 2. Получение гидроксида меди - синего творожистого осадка

Уравнение химической реакции: $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$.

К этому осадку я прилила по очереди фруктовые соки. И нагрела над спиртовкой. Через некоторое время содержимое изменило цвет. Сначала на зеленый, а потом на кирпично – красный:



Рис.3 Зеленый цвет раствора



Рис 4. Кирпично – красный цвет раствора

Эта реакция доказывает, что глюкоза присутствует в фруктовых соках.

Также мною был проведен опыт по электропроводимости с помощью цифровой лаборатории «RELEON»

Показания были следующими: 368 эСм, что доказывает наличие ионов металлов Na^+ , Cu^{+2} . Они также играют важную роль для организма.

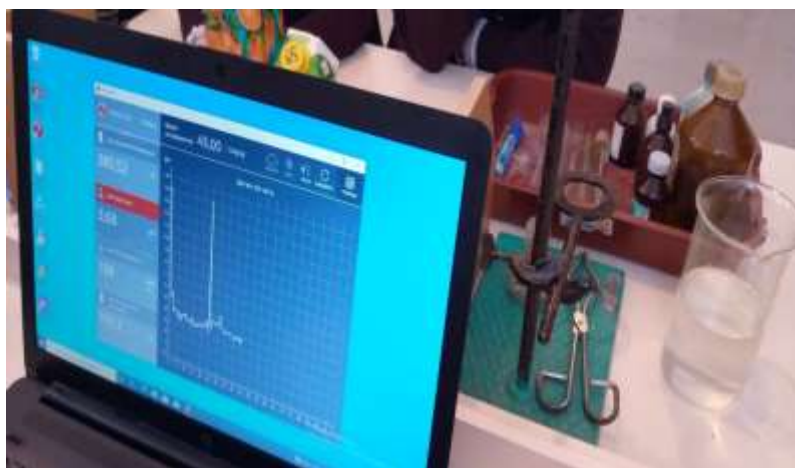


Рис. 5. Электропроводность фруктовых соков

Вывод: в состав соков входит глюкоза, и ионы которые очень полезны для организма.

- Рекомендации:
1. пить соки не более 300 миллилитров в день,
 - 2.соки пить за 30 минут до еды,
 - 3.после употребления сока необходимо прополоскать рот водой.

Тема: «Бумага и ее состав»

Выполнила: Москвитина Наталья, учащаяся 8 класса

Научная статья

Цель: Выяснить что такое - бумага?

Задачи: 1) Узнать состав бумаги?

2) Узнать виды бумаги?

3) Провести химические опыты с бумагой

Как известно, бумагу изобрели примерно в 105 году человек по имени Цай Лунь.

Он нашел способ делать бумагу из волокнистой части коры тутового дерева. Китайцы научились толочь кору в воде, чтобы отделить волокна, потом они выливали эту смесь на поднос и сушили. В наши дни бумагу производят на бумажных фабриках. Основным сырьем для производства бумаги является целлюлоза, формула которой $(C_6H_{10}O_5)_n$

Виды бумаги:

- Матовая
- Полуматовая
- Глянцевая
- Однослойная
- Двухслойная
- Офсетная
- Газетная
- Дизайнерская

Для изготовления 1 тонны бумаги требуется 17 деревьев. А из 1 тонны бумаги можно изготовить 30 тысяч обычных ученических тетрадей. Мною были проведено два опыта:

1) С лимонной кислотой



Рис 1. Необходимое оборудование для эксперимента

Что я делала:

- 1) Взяла лимонную кислоту, воду, йод, листочки офисной бумаги «Снегурочка» (на рис.1).
- 2) Написала на листочке слово лимонной кислотой и оставила сушиться на 2 часа.
- 3) После того как листочек высох (на листочке ничего было не видно), сделала раствор йода с водой и опустила листочек с надписями в йодный раствор, после того как листок намок, вытаскиваем его из раствора, и у нас получается видна надпись. Это мы видим на рис.2



Рис 2. Проявление слова (качественная реакция на крахмал)

Второй опыт провела с серной кислотой (это мы видим на рис.3)



Рис.3. Концентрированная серная кислота вызывает обугливание бумаги

Вывод:

1. В процессе изготовления бумаги используют модифицированный крахмал для улучшения ее внешнего вида и печатных свойств (в полиграфии этот процесс называется мелование бумаги), а при взаимодействии с йодом крахмал окрашивается в синий цвет.
2. Происходит окисление целлюлозы, бумага в местах контакта с серной кислотой обугливается.

«Исследование физико-химических показателей воды из монастырского колодца»

Михайлова Ксения Сергеевна

Россия, Забайкальский край

МОУ Урлукская СОШ, 11 класс

Научный руководитель:

Шелопугина Наталья Сергеевна,

Учитель химии МОУ Урлукская СОШ

Аннотация

Святой и лечебной считается в народе вода, взятая из монастырских колодцев, а святой её называли потому что, излечивает она от недугов и болезней всяких [1]. Святая вода не портится длительное время. Среди паломников Урлукского монастыря зачастую возникает вопрос – почему? Длительность хранения можно объяснить наличием таких химических элементов, содержащихся в воде, которые ограничивают жизнедеятельность бактерий, увеличивая при этом сроки качества воды. С этой целью проведены исследования проб воды из монастырского колодца на базе школьной цифровой лаборатории Releon, а для точности результатов образцы воды были направлены в научную лабораторию научно-исследовательского института Роспотребнадзора г. Иркутска. Результатом аналитического анализа, выявлено повышенное содержание ионов свинца; в целом же, качество воды на объекте исследований по содержанию тяжелых металлов можно считать удовлетворительным.

Материалы данной работы можно использовать для просвещения общественности. Учитывая интересы здоровья населения, необходимо проводить следующие природоохранные мероприятия: экологическое образование и воспитание, знание норм качества питьевой воды.

Ключевые слова:

ПДК - максимальная концентрация вещества в воде, которая при поступлении в организм в течение всей жизни не должна оказывать прямого или опосредованного

влияния на здоровье населения в настоящем и последующих поколениях, в том числе в отдаленные сроки жизни, а также не ухудшать гигиенические условия водопользования.

Грунтовые воды - воды, которые залегают на первом от земной поверхности водоупорном слое, называются грунтовыми водами.

Жесткость воды называется совокупность свойств, обусловленных содержанием в ней катионов щелочноземельных элементов, преимущественно ионов кальция и магния.

Общая минерализация — показатель количества содержащихся в воде растворенных веществ (неорганические соли, органические вещества).

Введение

Ходят верующие к восстанавливающемуся Чикойскому монастырю в селе Урлук, дабы поклониться святыне, набрать святую воду из монастырских колодцев, помолиться о здравии своих родных, об урожае, о заступлении от бед [1]. Святая вода не портится годами, не закисает. Множество возникает вопросов, и главный из них — почему? Существует предположение, что вода не портится потому, что во времена разгрома монастыря срочно в колодцы были спущены разные предметы: иконы, утварь, в т. ч. и серебряная. Предположительно, решающую роль здесь играют положительно заряженные ионы серебра Ag^+ . Бактерицидные свойства серебра были изучены, оказалось, что катионы серебра подавляют деятельность фермента, обеспечивающего кислородный обмен у простейших микроорганизмов болезнетворных бактерий, вирусов и грибов [2].

В случае, если ионы серебра не будут обнаружены, длительность хранения воды из монастырского колодца можно объяснить наличием каких-то других химических элементов, например наличием ионов тяжелых металлов, таких как ионы свинца. Ионы свинца являются своего рода консервантом. О таких его свойствах знали еще в Древнем Риме, когда использовали ацетат свинца для длительного хранения вина [3]. Однако о токсичности свинца в 2000 г до н. э. еще ничего не знали.

В настоящее время, вопрос о химическом составе грунтовых вод, а именно таким является монастырский колодец, представляют работы научных и практических основ: Левчук А. А., Александрова А.В, Сидоркович С.А. в статье «Оценка качества подземных вод, используемых в хозяйственно-питьевых целях» [7]; «Геологические факторы и физико-химические процессы формирования подземных вод Тункинской впадины», С.Х. Павлов [и др.] // Геодинамика и тектонофизика. — 2018. [8]; кандидат наук Дребот Валерия Витальевна, 2023 г рассматривает в статье «Формирование химического состава подземных вод в районе Торейских озер (Забайкальский край)» [9]. «Содержание тяжелых металлов в грунтовых водах», статья кандидата биологических

наук С. Н. Досбергенова, 2019 [10]. Подробное описание действия различных соединений свинца описано в справочнике «Вредные химические вещества» под редакцией доктора биологических наук Филова В. А., 1988 г.[11]. В статье Е.А. Бондаревича, Н.Н. Коцюржинской и др. ЧГМА «Мониторинг загрязнения снежного покрова г. Читы тяжелыми металлами» рассматривается вопрос о содержании ионов свинца в снеге. «Оценка техногенного загрязнения городской среды Читы по состоянию снежного покрова, 2019 г. Е.А. Бондаревич, Читинская государственная медицинская академия. Изучением содержания ионов тяжелых металлов в снеге в центре села Урлук занимались учащиеся при выполнении проекта «Химические загрязнители снежного покрова в центре села Урлук», 2022.

В связи с вопросом о причине длительного хранения воды из монастырского колодца, возникла необходимость изучить элементный состав воды, выявить её органолептические свойства.

Цель: изучить физико-химические свойства монастырской воды посредством качественного и количественного аналитического анализа.

Задачи:

1. Выяснить элементный химический состав, показатели общей жесткости, степень минерализации и физические показатели pH, мутности, электропроводности образцов воды из монастырского колодца.
2. Провести исследование данных показателей, применяя школьную цифровую лабораторию Releon life и для уточнения результатов исследования, провести химический анализ образцов воды на базе исследовательского института Роспотребнадзора г. Иркутска.
3. Проанализировать полученные результаты и сделать предположительные выводы о причине длительности хранения воды из монастырского колодца.

Объект исследования: вода из монастырского колодца Урлукского монастыря.

Предмет исследования: химические и органолептические свойства монастырской воды.

Исследование в школьной лаборатории проводилось с использованием цифровой лаборатории Releon; в научной лаборатории ФКУЗ Иркутского государственного научно-исследовательского противочумного института Роспотребнадзора, аналитические методики определения основных гидрохимических параметров, проводились методами спектрометрии (атомно-адсорбционный метод), хроматографии, потенциометрии (приложение 1).

Проведенный анализ позволил определить превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) ионов свинца, стронция, никеля в монастырской воде. Ионы серебра обнаружены не были.

По результатам количественного химического анализа проб воды сделано предположение о длительности хранения воды из монастырских колодцев: с научной точки зрения, вода из монастырского колодца может храниться длительное время из-за повышенного содержания ионов тяжелого металла свинца, который обладает свойствами консерванта, замедляющий работу ферментов, парализующий рост бактерий [3]. Соли тяжелых металлов оказывают противомикробный эффект, инактивируя ферменты, необходимые для жизнедеятельности микроорганизмов. Инактивация ферментов происходит путем взаимодействия ионов тяжелых металлов с сульфгидрильными группами (SH-группы) ферментов[12].

Основная часть

Изучение органолептических свойств образцов воды в школьной лаборатории

Изучение органолептических свойств образца воды взятой из монастырского колодца (№1) проводили в сравнении с образцом воды из скважины местного поселения (№2). В колбу №1 нами была налита монастырская вода, а в колбу №2 была налита подземная вода из поселения. Исследования проводились по следующим признакам: цвет, запах.

Исследование воды:

1. По цвету

№1-желтоватый

№2-прозрачный

2. Определение мутности (прозрачности) по 5-ти балльной шкале

Для определения мутности, или прозрачности, стеклянный мерный цилиндр с водой помещают на страницу книги и читают текст. Постоянно приливают воду в цилиндр, пока текст не станет невидимым или слабовидимым. Определяют мутность по шкале (прил. 3):

Таблица 1

Определение мутности (прозрачности) по 5-ти балльной шкале.

№ пробирки	Вода	Баллы	Мутность	Чтение по тексту
------------	------	-------	----------	------------------

1	Монастырская	4 балла	Заметная,
---	--------------	---------	-----------

ближе к слабой мутности	Буквы прослеживаются слабо
-------------------------	----------------------------

2	Подземная вода из поселения	2 балла	Мутность слабая	Буквы
---	-----------------------------	---------	-----------------	-------

прослеживаются очень хорошо при высоте столба 400 мл

Предположительно, и желтый цвет, и заметная мутность монастырской воды зависит от протекания под землей. Она состоит из спертых вод, в течении долгого времени, смешанных с частицами земли и несвободных от некоторых гнилостей.

3. Определение запаха

Наличие у образца воды запаха определяют по шкале в баллах (прил. 3):

№1 (монастырская вода) имеет по данной шкале заметный запах, что оценивается в 3 балла (запах влаголюбивых растений, например мха). №2 (подземная вода из поселения) - 0 баллов запах не определяется.

Таким образом, показатели органолептических свойств пробы воды из монастырского колодца не соответствуют ГОСТ [13].

Изучение физических показателей образцов воды в школьной лаборатории

1. Определение pH растворов проб воды

Для характеристики кислотности среды используют величину pH (водородный показатель). Он связан с концентрацией ионов водорода в растворе: чем больше концентрация ионов водорода, тем ниже pH. В чистой воде и нейтральных растворах значение pH равно 7. Из-за малых примесей растворенного углекислого газа в дистиллированной воде pH может колебаться от 5,5 до 7. Нейтральной считают среду с диапазоном pH от 6 до 8. Чем меньше pH, тем среда более кислая. С помощью кислотно-основных индикаторов можно определить среду раствора. А также pH раствора можно точно измерить с помощью прибора pH-электрода цифровой лаборатории Releon life. Принцип его действия состоит в том, что измеряется разность потенциалов между индикаторным электродом, потенциал которого зависит от концентрации ионов водорода, и электродом сравнения с постоянным потенциалом. С помощью такого датчика для определения pH монастырской воды и для сравнения - проб воды из скважины, определили значения, которые занесены в таблицу.

Таблица 1

Определение pH растворов проб воды

Показатель	Проба воды из монастырского колодца	Проба воды из скважины поселения
pH	7,76	6,5



Рис 1. График pH растворов образца воды из монастырского колодца

2. Определение электропроводности проб воды

Для измерения электропроводности в школьной лаборатории взяли датчик электропроводности цифровой лаборатории Releон. На экране компьютера, отмечаем значение электропроводности в мкСм. Сименс (единица системы СИ) – электрическая проводимость участка электрической цепи с сопротивлением 1 Ом).



Рис 2. Значение электропроводности монастырской воды

Значение электропроводности воды из монастырского колодца составила 251 мкСм. В питьевой воде всегда растворено некоторое количество солей и газов, поэтому она не является чистым веществом. Присутствие солей (жесткость) доказывается значением электропроводности (около 200 мкСм). Жесткость воды определяется совокупностью свойств, обусловленных содержанием в ней катионов щелочноземельных элементов, преимущественно ионов кальция и магния.

Данный показатель в исследуемом образце соответствует норме. Метод оценки жесткой воды по электропроводности позволяет сравнить общую жесткость разных образцов воды. Точное значение общей жесткости воды этим методом определить нельзя, так как электропроводность обуславливается не только солями кальция и магния, в воде присутствуют и другие электролиты: соли натрия, калия и др. Жесткость воды обусловлена частичным растворением пород, через которые она протекает. Нормальной жесткостью в России считается суммарное содержание ионов кальция и магния в воде до 2 ммоль/л.

Таким образом, по физическим показателям представленные для исследования пробы воды соответствуют нормам ГОСТ в РФ [13].

Изучение химического состава: выявление ионов серебра, железа
в школьной лаборатории

Выявление ионов серебра

Используя знания о качественных реакциях на ионы, нами были проделаны экспериментальные опыты на обнаружение ионов Ag^+ реактивом, содержащего Cl^- (хлорид ионы). Приведенное ниже уравнение можно рассматривать как обобщенное представление реакции обменного разложения, когда два реагента разлагаются и обмениваются своими составляющими. Например, это могут быть такие реакции: $\text{AgNO}_3 (\text{водн.}) + \text{NaCl} (\text{водн.}) = \text{NaNO}_3 (\text{водн.}) + \text{AgCl} (\text{тв.})$. Нами была использована соляная кислота HCl . Уравнение химических реакций в общем виде можно отобразить так: $\text{Ag}^{++}\text{Cl}^- = \text{AgCl}$, должен образоваться белый творожный осадок, либо белого цвета помутнение. №1 (монастырская вода) при добавлении соляной кислоты цвет не изменяется; №2 (подземная вода из поселения) при добавлении соляной кислоты цвет не изменяется. Оба образца мы сравнивали с контрольным образцом. Следовательно, нами не были обнаружены ионы серебра в монастырской воде.

Таким образом, используя доступные методики определения ионов серебра в школьной лаборатории, нами обнаружены не были. Также мы можем предположить, что данный способ определения ионов серебра не приемлем, в силу того, что концентрация ионов серебра в пробе воды содержится в очень малых количествах, нужно использовать другие методики на базе научных лабораторий.

Определение содержания железа в природных водах в школьной лаборатории

Часто в природной воде содержатся ионы железа – как в окисленной форме Fe^{+3} , так и в восстановленной Fe^{+2} . Вода, содержащая Fe^{+2} , прозрачна и чиста на вид, но при контакте с воздухом, особенно при нагревании, ионы железа постепенно окисляются, придавая воде желтовато-бурую окраску. Предельно допустимая концентрация железа в воде (ПДК) $0,3 \text{ мг/л}$ [13]. При содержании железа выше 1 мг/л вода становится мутной, окрашивается в желто-бурый цвет, у нее ощущается характерный металлический привкус. Для определения иона Fe^{+3} в воде используют довольно чувствительную (предел обнаружения $0,02 \text{ мг/л}$) реакцию с роданидом калия или аммония: $3\text{KSCN} + \text{FeCl}_3 = \text{Fe}(\text{SCN})_3 + 3\text{KCl}$. Образующееся комплексное соединение $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ имеет ярко-красную окраску. Однако реакция чувствительна только к ионам Fe^{+3} , поэтому для обнаружения железа в форме Fe^{+2} пробу нужно доокислять (например, добавлением небольшого количества концентрированной азотной кислоты). Концентрацию окрашенных соединений удобно определять по оптической плотности растворов. Оптическая плотность растворов – мера ослабления света прозрачными объектами или отражения света непрозрачными объектами. Световой поток, проходя через окрашенную жидкость, частично поглощается. Остальная часть светового потока попадает на фотоэлемент, в котором возникает электрический ток, регистрирующийся при помощи

амперметра. Чем больше концентрация раствора, тем больше его оптическая плотность и тем больше степень поглощения света, следовательно, тем меньше сила возникающего тока. Между оптической плотностью и концентрацией вещества в растворе существует прямая пропорциональная зависимость.

Для проведения эксперимента приготовили два градуировочных раствора. Для этого отобрали мерной пипеткой 5 мл 0,001 М раствора FeCl_3 , поместили его в мерную колбу объемом 50 мл, долили воды до метки и хорошо перемешали. Затем отобрали мерной пипеткой 25 мл полученного раствора, поместили его в мерную колбу объемом 50 мл, долили воды до метки и хорошо перемешали. Подключили датчик оптической плотности к компьютеру. Запустили программу измерений Releon Lite. В подменю датчика выбрали синий светофильтр (длина волны 465 нм). В кювету с помощью мерной пипетки налили 2 мл первого градуировочного раствора хлорида железа (III), добавили с помощью аптечной пипетки одну каплю концентрированной азотной кислоты и с помощью другой мерной пипетки – 0,5 мл 0,1 М раствора роданида калия. Затем построили градуировочный график, представляющий собой зависимость оптической плотности от концентрации раствора, включая нулевую точку, все три точки лежат на одной прямой. На основании градуировочного графика нашли значения концентраций, соответствующих полученным значениям оптической плотности для данного образца воды.

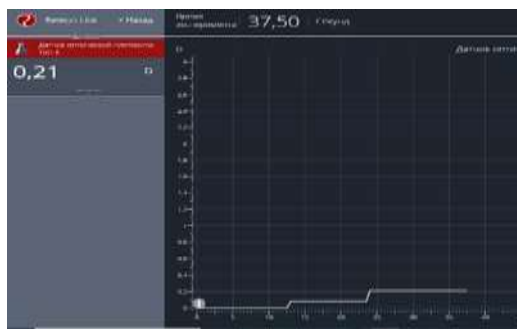


Рис 3. Полученные значения оптической плотности для построения градуировочного (калибровочного) графика.



$$C_{г\text{мл}} = \frac{m_{г\text{р}} \cdot V_{г\text{р}}}{V_{\text{мерной колбы}}} = \frac{0,00635 \text{ г} \cdot 25 \text{ мл}}{50 \text{ мл}} = 0,003175 \text{ г\мл}$$

Рис 4. Градуировочная прямая

Градуировочный график нужен для того, чтобы найти соответствие между концентрацией раствора и оптической плотностью. Заранее коэффициент пересчета между этими величинами неизвестен, его определяем экспериментально:

Показания датчика оптической плотности образца монастырской воды цифровой лаборатории Releон определились значением $D = 0,08$ (рис 5).



Рис 5. Показания датчика оптической плотности пробы монастырской воды

С помощью градуировочного (калибровочного) графика по значению оптической плотности (D) анализируемого раствора – монастырской воды, находим концентрацию (C , г\мл) в анализируемом образце. Примерное ее значение 0,0050 г\мл, при ПДК 0,3 г\мл.

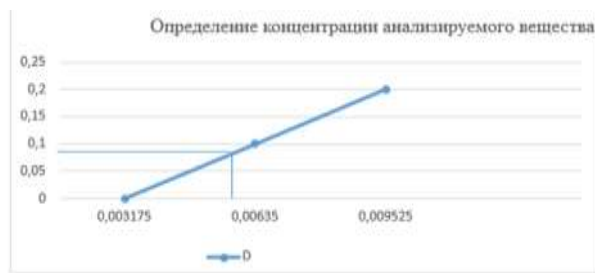


Рис 6. Определение концентрации в анализируемом образце воды

Таким образом, по результатам исследования в школьной лаборатории содержание общего железа не превышает ПДК в пробах монастырской воды.

Изучение гидрохимических показателей проб воды из монастырского колодца в научной лаборатории

В силу того, что из перечисленных исследований образцов воды на общую жесткость, электропроводность, кислотность, некоторые показатели имеют все же погрешность в измерении.

Для уточнения результатов обратились за консультацией к лаборанту-исследователю, биологу (лаборатория патофизиологии) Бандыш Юлии Викторовне, ФКУЗ Иркутского государственного научно-исследовательского противочумного института Роспотребнадзора.

В научно-исследовательской лаборатории г. Иркутска в отобранных пробах определяли рН, общее Fe, жесткость, хлориды, нитраты, нитриты, взвешенные вещества, фосфаты и Са, концентрация Fe, Cu, Zn, Cd, Pb, Mg, Ni, Co.

Все использованные аналитические методики определения основных гидрохимических параметров допущены для целей государственного экологического контроля и утверждены метеорологической службой Росстандарт [14].

При определении физико-химических показателей проб воды в научной лаборатории использовались стандартные методы и методики: спектрометрия (атомно-адсорбционный метод) и хроматографический метод использовались для определения катионов и анионов; для определения рН - потенциометрический метод (приложение 1).

Определение тяжелых металлов в образцах монастырской воды
и воды из скважины

Результаты анализа на наличие тяжелых металлов, проведенного в лаборатории института по воде показали, что содержание в колодезной монастырской воде свинца превышает ПДК в 2,3 раза. Кадмий – отсутствует, также отсутствуют хром, кобальт, и марганец. Концентрация меди не превышает допустимую концентрацию, также цинк и

железо превышения по концентрации не дают. Концентрация кальция в воде сравнительно близка к предельно допустимой. Стронций имеет превышение предельно допустимой концентрации в 1,8 раз. Концентрация хрома, марганца, железа, меди, кадмия и цинка не имеет превышения по предельно допустимым концентрациям. Концентрация никеля имеет превышение предельно допустимой концентрации в 1,144 раза ПДК (приложение 4).

Таким образом, качество воды на объекте исследований по содержанию тяжелых металлов можно считать удовлетворительным: превышение ПДК наблюдается только в отношении свинца, что, возможно, свидетельствует о начале свинцового загрязнения.

По данным таблицы можно наблюдать, что показатель на ионы аммония в образце воды из скважины – увеличена концентрация в достаточно большом количестве. Можно предположить, что на это влияет антропогенная нагрузка на источник.

Таблица 2

Химические элементы	Проба 1 (монаст. вода)	Проба 2 (скважина)	ПДК мг\л
NH_4^+	0,2 – 0,4 мг/л	2,2 мг/л	0,39
SO_4^{-2}	50 мг/л	28 мг/л	500
CO_3^{-2}	9 мг/л	следовое количество	-
HCO_3^-	170,8 мг/л	250,1 мг/л	30-400
NO_3^-	-	0,7 мг/л	50
NO_2^-			3,0
Cl^-	2,3 мг/л	15,62 мг/л	350
PO_4^{-3}	0,3 мг/л	0,3 мг/л	0,5

Обобщающие показатели качества воды

Жесткость. Результаты определения жесткости обычно выражают в мг-экв/дм³. По результатам исследования двух проб воды стало известно, что жесткость воды = 2,1 экв/дм³ >|<, что свидетельствует о том, что вода в источнике (монастырский колодец) мягкая (приложение 2). Общая минерализация. Лабораторные исследования двух проб воды показали следующий результат: уровень общей минерализации воды = 130 мг/л. Отсюда можно сделать вывод, что вода в указанных источниках слабоминерализованная (приложение 2). Кислотность среды (рН). Согласно результатам исследований, кислотность воды в пробах, в среднем колеблется от 6,5 до 7,5.

Таким образом, результаты анализа, полученные в научной лаборатории г. Иркутска свидетельствуют о том, что в воде превышение предельно допустимой концентрации

происходит только по свинцу, в 2,3 раза. Было отмечено превышение предельно допустимой концентрации по стронцию – в 1,8 раз, а также по никелю – в 1,144 раз в монастырской воде.

Ионы серебра обнаружены не были. Результатам исследований по обобщенным показателям (общая минерализация, жесткость, кислотность) выявили, что общая экологическая ситуация благополучная.

Заключение

Проведенные аналитические исследования подтвердили наличие ионов тяжелого металла свинца, который предположительно способствует длительному сохранению качества воды, как элемента, который оказывает противомикробный эффект, инактивируя ферменты, необходимые для жизнедеятельности микроорганизмов. Однако, обнаружено превышение ПДК данного токсичного элемента, он способен накапливаться в организме. Учитывая интересы здоровья населения, необходимо знание норм качества питьевой воды.

Приложение 1

Химические методы исследования в научной лаборатории г. Иркутск

Химические исследования (атомно-абсорбционный метод) проводились на атомно - абсорбционном спектрометре «AAnalit-400». Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС) – метод количественного анализа, основанный на свойствах атомов поглощать свет с определенной длиной волны (резонансное поглощение). Методом ААС могут определяться около 60 элементов (в основном металлы и ряд переходных элементов).



Рис «AAnalit-400».

Хроматографическая система использовалась для аналитических измерений; отечественный ионный хроматограф Цвет-3006 с кондуктометрическим детектором. Автоматическая запись хроматограмм в режиме реального времени проводилась с помощью совместимого с персональным компьютером аналого-цифрового преобразователя и соответствующей обслуживающей программы. В качестве элюента

использовали 2.5 мМ и 3 мМ растворы гидроксида натрия. Элюент подавали насосом высокого давления производительностью от 0.5 до 6 мл/мин. Скорость элюирования составляла 1.9 мл/мин. Для определения анионов использовали хроматограф "Цвет-3006" с кондуктометрическим детектором ($S_{дет} = 10^{-3} - 10^{-1}$ мг/л). Применяли двухколоночный вариант ионной хроматографии (колонок 100×6 мм) и карбонатный элюент (2,8 мМ NaHCO_3 / 2,0 мМ Na_2CO_3). Объем пробы 50 мкл. Повышение селективности в классической ионной хроматографии при сохранении общепринятого карбонатного элюента и универсального способа кондуктометрического детектирования зависит от типа ионита и его обменной емкости.

Двухколоночная ионная хроматография, основанная на компенсации (подавлении) электролита, содержащегося в элюенте для разделения смеси ионов на колонке с помощью второй ионообменной колонки, расположенной между детектором и разделительной колонкой. Этот метод и был ранее назван ионной хроматографией.

Вещества разделяются на катионообменной колонке по ионообменному механизму, попадают в десорбционную колонку со смолой в ОН-форме, где происходит нейтрализация подвижной фазы и удаление электролита из элюента. Анализируемые вещества выходят из колонки в деионизированной воде и попадают в кондуктометрическую кювету. Сигнал с кондуктометра поступает на самописец или интегратор. На аналогичной установке анализировали анионы. Так как десорбционную колонку приходится часто регенерировать, отношение объемов, пропущенных через колонку, к объемам, допущенным через колонку, должно быть меньше или равно 10.



Рис Хроматограф "Цвет-3006"

Кислотность среды (рН). рН воды определялось соотношением концентраций свободного диоксида углерода и гидрокарбонат-иона. Это соотношение может быстро изменяться в результате происходящих в воде химических и биологических процессов.

Оценивали величину рН с помощью лабораторного (потенциометрического) рН-метра. Потенциометрия - данный подраздел включает в себя совокупность всех физико-химических методов проведения исследований, которые существуют, но с одним небольшим условием. Сюда входят лишь те из них, которые базируются на измерении электродвижущей силы цепей. Данные цепи состоят из двух основных элементов: индикаторного электрода; электрода сравнения. Для того чтобы использовать потенциометрический метод анализа, необходимо найти зависимость электрохимического электрода, а точнее, его потенциала от концентрации ионов или же от их активности. Есть еще одно положение, и оно говорит о том, что потенциометрия - это раздел, который включает в себя электрохимические способы анализа, основывающиеся на возбуждении вещества электрическим полем и необходимость проводить измерения равновесного электрода. Сущность метода потенциометрического метода анализа в данной области потенциометрического титрования основывается на необходимости определения точки эквивалентности в реакции нейтрализации, а также в реакции осаждения и комплексообразования, которые будут известны по итогам проведения потенциометрических измерений. После того как в результате проведения анализа станет точно известна эта самая точка эквивалентности, которая является и точкой окончания реакции, окажется возможным нахождение неизвестного количества вещества в растворе, за которым ведется контроль. Определить это можно по расходу титранта, концентрация которого известна в точных числах.

Принцип работы потенциометрического метода анализа - титрования - заключается в следующем. Вблизи от точки эквивалентности обычно происходит сильное изменение или даже скачок потенциала от индикаторного электрода. Сила данного скачка будет зависеть от силы титруемого раствора кислоты или же основания, а также от концентрации самого раствора. Если же проводить титрование смесей различных кислот, то можно наблюдать несколько скачков за одну реакцию.

Величина рН воды один из важнейших показателей качества вод. Величина концентрации ионов водорода имеет большое значение для химических и биологических процессов, происходящих в природных водах. От величины рН зависит развитие и жизнедеятельность водных растений, устойчивость различных форм миграции элементов, агрессивное действие воды на металлы и бетон. Величина рН воды также влияет на процессы превращения различных форм биогенных элементов, изменяет токсичность загрязняющих веществ.

Водородный показатель (рН) представляет собой отрицательный логарифм концентрации водородных ионов в растворе: $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$.

Измерение pH при контроле качества природной и питьевой воды проводится практически повсеместно.

Приложение 2

Общая жесткость, минерализация, кислотность

Жесткость. Результаты определения жесткости обычно выражают в мг-экв/дм³.

Жесткость воды колеблется в широких пределах. Вода с жесткостью менее 4 мг-экв/дм³ считается мягкой, от 4 до 8 мг-экв/дм³ - средней жесткости, от 8 до 12 мг-экв/дм³ - жесткой и выше 12 мг-экв/дм³ - очень жесткой. Общая жесткость колеблется от единиц до десятков, иногда сотен мг-экв/дм³, причем карбонатная жесткость составляет до 70-80% от общей жесткости.

Общая минерализация. Общая минерализация — показатель количества содержащихся в воде растворенных веществ (неорганические соли, органические вещества). Также этот показатель называют содержанием твердых веществ или общим солесодержанием. Растворенные газы при вычислении общей минерализации не учитываются.

Наибольший вклад в общую минерализацию воды вносят распространенные неорганические соли (бикарбонаты, хлориды и сульфаты кальция, магния, калия и натрия), а также небольшое количество органических веществ. Обычно минерализацию подсчитывают в миллиграммах на литр (мг/л), но, учитывая, что единица измерения «литр» не является системной, правильнее минерализацию выражать в мг/куб.дм, при больших концентрациях — в граммах на литр (г/л, г/куб.дм). Также уровень минерализации может выражаться в частицах на миллион частиц воды — parts per million (ppm). Соотношение между единицами измерения в мг/л и ppm почти равное и для простоты можно принять, что 1 мг/л = 1 ppm. На минерализацию вод влияют как природные факторы, так и воздействие человека. Природная минерализация зависит от геологии района происхождения вод. Различный уровень растворимости минералов природной среды оказывает серьёзное влияние на итоговую минерализацию воды.

В зависимости от общей минерализации воды делятся на следующие виды:

- слабоминерализованные (1-2 г/л),
- малой минерализации (2-5 г/л),
- средней минерализации (5-15 г/л),
- высокой минерализации (15-30 г/л),
- рассольные минеральные воды (35-150 г/л),
- крепкорассольные воды (150 г/л и выше).

Приложение 3

Определение мутности по шкале:

5 баллов (оч. сильная) - буквы прослеживаются очень слабо при высоте столба 100 мл;

4 балла (сильная)-буквы прослеживаются слабо при высоте столба 200 мл;

3 балла (заметная)-буквы прослеживаются хорошо при высоте столба 300 мл;

2 балла (слабая)-буквы прослеживаются очень хорошо при высоте столба 400 мл;

1 балл (не определяется)-буквы прослеживаются отчетливо при высоте 500 мл.

Определение запаха воды по шкале

0 баллов - запах не определяется;

1 балл - очень слабый;

2 балла - слабый;

3 балла - заметный;

4 балла - отчетливый;

5 баллов- очень сильный.

Вода, запах которой оценивается 4 и 5 баллами, непригодная для питья.

Приложение 4

Определение содержания ионов тяжелых металлов в научной лаборатории

Содержание тяжелых металлов в монастырской воде

Тяжелые металлы	Концентрация, мг/л	ПДК, мг/л
-----------------	--------------------	-----------

Pb	$0,070 \pm 0,006$	0,03
----	-------------------	------

Cd	0,014	
----	-------	--

Sr	$0,06 \pm 0,001$	7,0
----	------------------	-----

Cr	0,05	
----	------	--

Co	0,01	
----	------	--

Ni	$0,1144 \pm 0,001$	0,1
----	--------------------	-----

Cu	$0,0009 \pm 0,00009$	1,0
----	----------------------	-----

Zn	$0,009 \pm 0,0005$	0,22
----	--------------------	------

Mn	0	0,1
----	---	-----

Fe	$0,02 \pm 0,002$	0,63
----	------------------	------

K	$1,74 \pm 0,04$	20
---	-----------------	----

Ca	120 ± 11	30-140
----	--------------	--------

Список литературы

<https://pravoslavie.ru/4081.html>

<https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-na-okruzhayushchuyu-sredu-yodistogo-serebra-primenyaemogo-v-protivogradovoy-zaschite/viewer>

https://dzen.ru/a/ZH2Ky_DfnDgGnH1o

<https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-soderzhanii-svintsa-v-pechenochnyh-konservah/viewer>

https://www.airsoft-bit.ru/media/normativi/VHV_neorganicheskie_soedinenia%20_elementov_I-IV_Filov_1988.pdf

<https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnoe-regulirovanie-svintsa-i-ego-soedineniy/viewer>

<https://cloud.mail.ru/attaches/16988843681797442208%3B0%3B1?folder-id=500015&x-email=natasha.shelopugina%40mail.ru&cvg=f>

<https://www.dissercat.com/content/formirovanie-khimicheskogo-sostava-podzemnykh-vod-v-raione-toreiskikh-ozher-zabaikalskii-krai>

<https://www.dissercat.com/content/formirovanie-khimicheskogo-sostava-podzemnykh-vod-v-raione-toreiskikh-ozher-zabaikalskii-krai>

<https://cyberleninka.ru/article/n/soderzhanie-tyazhelykh-metallov-v-gruntovykh-vodah-mestorozhdeniy-karaarna-i-vostochnaya-kokarna/viewer>

<https://www.airsoft-bit.ru/pervichnye-pokazateli-opasnosti/344-vhv-neorganicheskie-soedinenia-elementov>

<http://pharmacologylib.ru/books/item/f00/s00/z0000012/st185.shtml>