

Исследование электрической проводимости воды для оценки её качества

физика

Огуречников А.А.

8 класс, МБОУ СОШ № 5, г. Шахты

Научный руководитель: Кузьмина Е.П., учитель физики,

МБОУ СОШ № 5 г. Шахты

Введение.

Для здоровья человека огромное значение имеет качественная вода. Все процессы жизнедеятельности протекают в воде, как универсальном

растворителе огромного количества химических веществ. Современное общество озабочено проблемой чистой воды на нашей планете.

В феврале 2023 года в СМИ и интернет-источниках нашего города стала распространяться информация о том, что водопроводная вода в г. Шахты не соответствует гигиеническим нормативам по некоторым химическим показателям. А именно: превышены предельно-допустимые концентрации бромдихлорметана и дибромхлорметана. В связи с этим считаю важным изучить не только химические свойства водопроводной воды в г. Шахты, но и ее физические свойства, а именно ее электрическую проводимость и удельное электрическое сопротивление, ведь именно эти показатели являются основными, когда речь идет о примесях в воде.

Гипотеза: предположим, что по электрической проводимости жидкости можно судить о наличии в ней вредных примесей, а значит, о качестве воды.

Цель исследовательской работы: изучение проводящих свойств водопроводной, кипяченой и бутилированной воды

Задачи:

- изучить явление протекания электрического тока в жидкостях и методы определения удельного электрического сопротивления жидкостей;
- сделать экспериментально-опытную установку для определения проводящих свойств жидкости;
- сравнить проводящие свойства бутилированной воды и водопроводной воды (кипяченой и некипяченой);
- сделать выводы на основе сравнения, подтвердить или опровергнуть гипотезу

Методы исследования.

Контроль наличия примесей в воде на основе теоретических (анализ и синтез), эмпирических (эксперимент, наблюдение, измерение) и математических методов.

Качество воды определяется ее физико-химическими показателями, одним из которых является её удельное электрическое сопротивление. Для измерения удельного электрического сопротивления воды можно сделать прибор, состоящий из пластикового сосуда прямоугольной формы, двух электродов из меди, помещенных в воду на некотором расстоянии друг от друга, гальванического элемента. В процессе опыта можно определить силу тока в цепи электродов и напряжения на них. Так как сопротивление зависит от температуры, эта формула дает наиболее точный результат при комнатной температуре 20⁰С. Остальные измерения можно сделать при помощи линейки

$$\rho = \frac{Us}{Ih}$$

где ρ - удельное электрическое сопротивление воды при комнатной температуре (Омм),

U- напряжение (В);

s - площадь сечения воды в сосуде, перпендикулярного силовым линиям

h — расстояние между зондами, м, I — сила тока в цепи электродов, А.

Данный метод имеет погрешности, но математически для меня, ученика 8 класса, он наиболее доступен. [<http://electricalschool.info/>]

Материалы и приборы: экспериментально-опытная установка для изучения проводящих свойств жидкости, аккумулятор на 4,5В, миллиамперметр, электролитическая ванна, набор Arduino-UNO, проводники, образцы воды (водопроводной, кипяченой водопроводной и бутилированной)

Результаты

Опираясь на эти теоретические сведения я решил проверить электрическую проводимость воды торговой марки Сенежская и водопроводной воды, набранной 14.02.2023 года в Пролетарском районе города Шахты.

Опыт я провел двумя разными методами: применяя лабораторное оборудование от компании Arduino (см.рис 1) [\[https://www.arduino.cc/\]](https://www.arduino.cc/), с его помощью можно судить о качественных характеристиках воды и стандартное лабораторное оборудование кабинета физики (здесь нам доступны количественные характеристики).

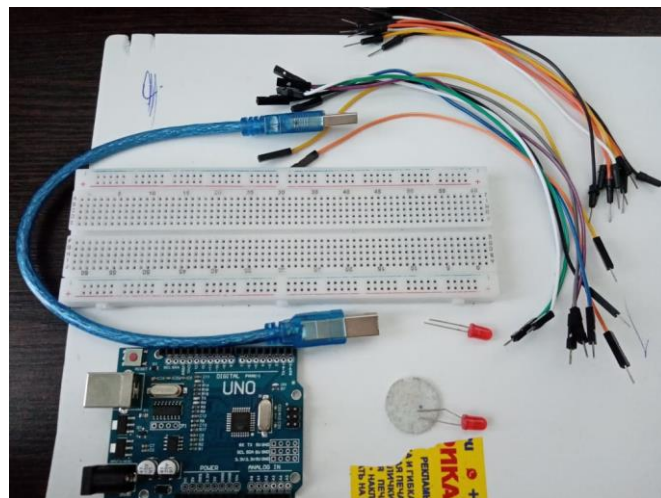


Рисунок 1. Оборудование Arduino

Опыт 1.

Оборудование: модули лабораторного оборудования от компании Arduino, два стакана, два образца воды одинакового объема.

В данном эксперименте я использую плату от компании Arduino в моём случае Arduino-UNO, в ней я использую контакты GND что означает массу и контакт 5В. Для работы с этим оборудованием надо иметь разные модули и знать основы языка программирования C++ и Arduino библиотеки.

К Arduino я подключил провода отходящие в воду и от воды подключил провода в макетную плату. В макетной плате подключены: светодиодная лампочка, провода отходящие в стаканы и резисторы на 220кОм для ослабления тока в цепи на всякий случай, я же не знаю, какая сила тока будет, а лампочка перегорает при 20мА. Цифрой 1 помечен стакан с водопроводной водой, а цифрой 2 – с бутилированной. Макетная плата устроена рядами с контактами соединённые между собой. После включения видно, что лампочка, находящаяся в цепи с водопроводной водой загорелась ярче, чем лампа в цепи с очищенной водой (рис.2). По накалу ламп можно сделать вывод, что да, действительно, у

бутилированной воды электрическое сопротивление больше, а проводимость меньше, значит в ней меньше ионов примесей, растворенных в воде. Значит бутилированная вода более чистая.

Опыт 2. Количественный анализ.

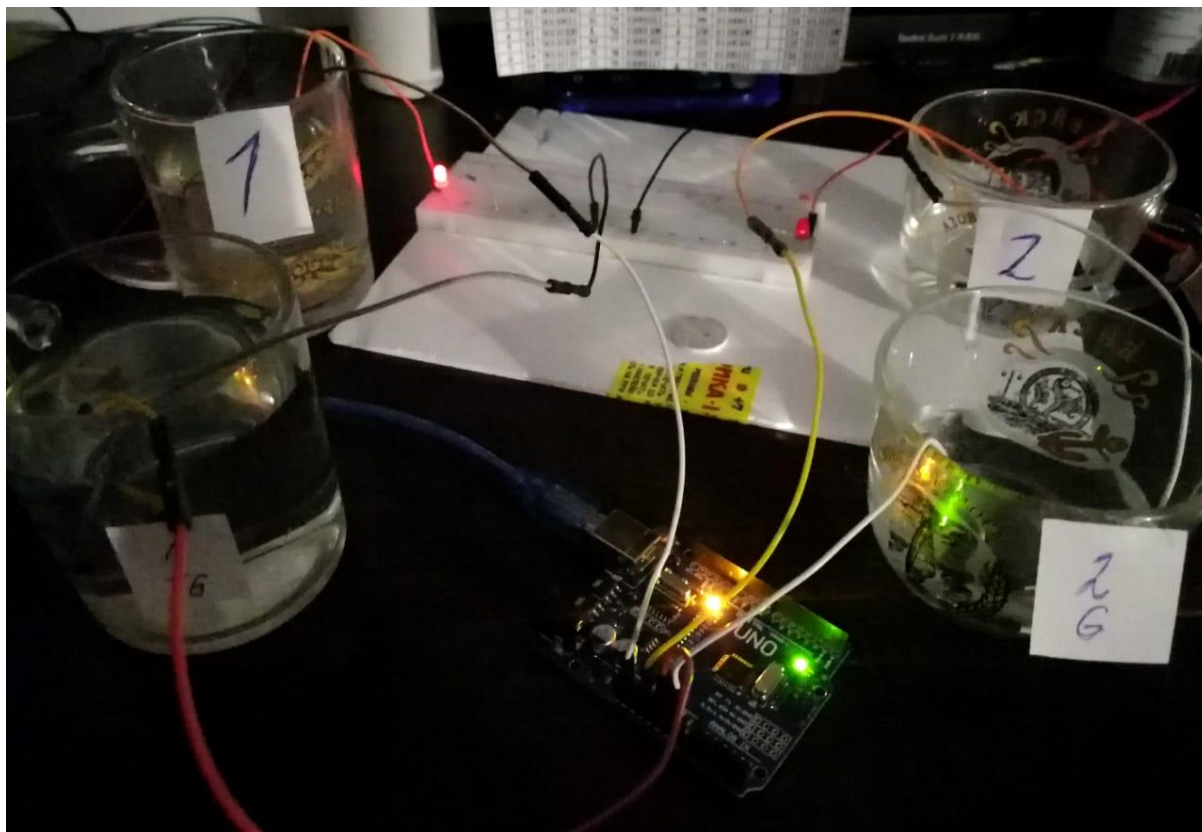


Рисунок 2. Электрическая цепь

Оборудование: электролитическая ванна, миллиамперметр, источник тока 4 В, соединительные провода, два образца воды одинакового объема.

Я собрал электрическую цепь, состоящую из последовательно соединенных источника тока, миллиамперметра и электролитической ванны (схема цепи на рис.3).

В неё я опустил концы проводников, таким образом они стали играть роль электродов. В ванну сначала налил бутилированную воду (см. рис.4). Показания

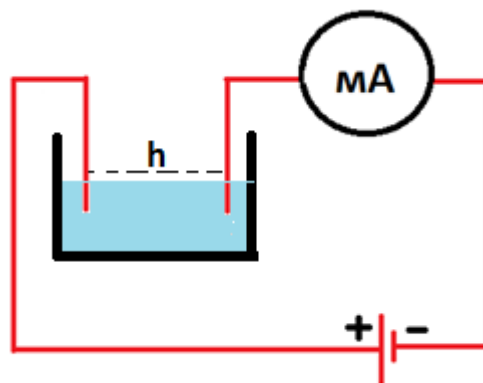


Рисунок 3. Схема опытно-экспериментальной установки

миллиамперметра в этом случае составили 0,1мА. После я заменил бутилированную воду на водопроводную. Показания миллиамперметра заметно увеличились – до 0,35мА. Проводящие свойства водопроводной воды оказались почти в 4 раза лучше, чем очищенной. Для водопроводной кипяченой воды показатель силы тока составил 0,2мА (здесь нужно учесть, что вода кипяченая вода должна остыть до той же температуры для чистоты эксперимента).

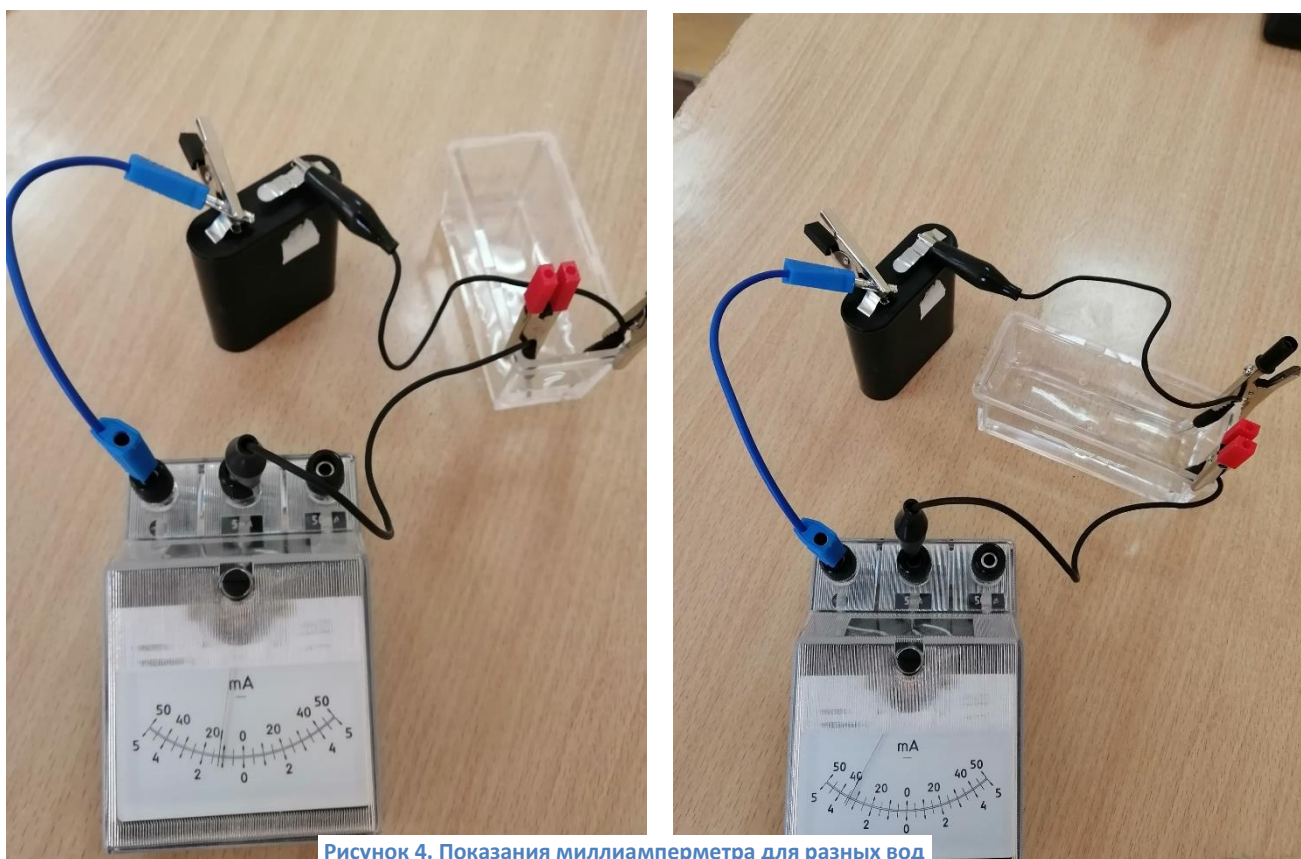


Таблица «Электрические характеристики различных вод»

	I, A	U, В	s, м²	h, м	ρ, Омм
1.Водопроводная	0, 0035	4 В	0,002	0,05	46
2.Водопроводная кипяченая	0,002	4 В	0,002	0,05	80
3.Бутилированная	0,001	4 В	0,002	0,05	160

Площадь сечения воды в сосуде определил по формуле площади

$$S=ab=10\text{см}*2\text{см}=20\text{см}^2=0,002\text{м}^2$$

Удельное электрическое сопротивление по другой формуле:

$$\rho = \frac{Us}{Ih}$$

Расчет:

$$1.\rho = \frac{4*0,002}{0,0035*0,05} \approx 46(\text{Омм})$$

$$2.\rho = \frac{4*0,002}{0,002*0,05} \approx 80(\text{Омм})$$

$$3.\rho = \frac{4*0,002}{0,001*0,05} \approx 160(\text{Омм}).$$

Чем больше сопротивление воды, тем меньше в ней примесей. Если же удельное сопротивление мало, то примесей много, такая вода называется жесткой. Излишняя жесткость вредит здоровью человека. Она провоцирует заболевание почек и других систем организма. Опыт показал, что меньше всего примесей, действительно, в бутилированной воде. Кипячение улучшает характеристики воды почти в два раза, так как способствует осаждению вредных веществ на нагревательных элементах приборов или стенках посуды. Именно поэтому жесткая вода приводит к появлению накипи на внутренней поверхности чайников, нагревательных приборов стиральных машин, посудомоечных машин, приводит их к преждевременной поломке, но это лучше, чем губить собственное здоровье.

В интернете я нашел таблицу удельного сопротивления различных вод [<https://otvet.mail.ru>]. Если сравнивать с этой таблицей, то вода в Шахтах лишь в кипяченом виде соответствует водопроводной воде в Москве.

Удельное сопротивление различных вод имеет следующие осредненные значения (Ом-м):	
Морская вода	0,2—1,0
Днепр	12
Вода в торфяной земле	15—20
Сена	16
Волга	20
Рейн	20—40
Ключевая вода	40
Вода в прудах	50
Грунтовая вода	20—70
Водопровод (Москва)	70
Нева	60—100
Водопровод	100
Волхоз	100
Свирь	300
Мамакан	330
Нива	550
Теребля и Рика, реки в каменистых почвах Кольского полуострова	6000—10 000
Дистиллированная вода, дождевая вода	1 000 000

Рисунок 5. Таблица удельного сопротивления различных вод

Заключение.

В ходе эксперимента я убедился, что, измеряя проводящие свойства воды или ее удельное сопротивление, можно судить о ее качестве. Таким образом, выдвинутая мной гипотеза подтвердилась. В нашем городе на самом деле водопроводная вода оставляет желать лучшего и содержит в себе много нежелательных примесей. Чтоб избежать плохих последствий для здоровья, нужно употреблять бутилированную или хотя бы кипяченую воду.

Пейте чистую воду и будьте здоровы!

5. Источники.

1. <http://electricalschool.info/>
2. <https://sciencing.com/>
3. <https://ovteh.ru/>
4. <https://studfile.net/>
5. <https://www.arduino.cc/>