

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа №24 имени героя России подполковника  
Чебнёва Сергея Владимировича

(МАОУ СОШ №24)

«Жесткость воды, способы ее устранения и влияние жесткой воды  
на жизнедеятельность организмов»

Выполнила: Домнина Александра Викторовна, 11 Б

Руководитель проекта: учитель биологии

Левонюк Ольга Евгеньевна

Калининград 2025

## Содержание

Введение	3
1. Теоретическая часть	4
1.1. Физические свойства воды	4
1.2. Жёсткость воды, её виды, причины возникновения жёсткости воды	5
1.3. Признаки жесткости воды	7
1.4. Единицы измерения жесткости	7
1.5. Влияние жёсткой воды на организм человека	8
1.6. Способы устранения жёсткости воды.	9
2. Методы и оборудование	10
3. Результаты и выводы	10
Список литературы	13
Приложение	14

## **Введение:**

«Где вода, там и жизнь» и «Земля умирает, если ушла вода» - эти восточные пословицы известны каждому. Вода была той великой «колыбелью», в которой зародилась жизнь на земле, и все процессы, которые мы наблюдаем в живых организмах, осуществляются при ее участии [1].

Водой покрыто 71 % поверхности нашей планеты. Передвигаясь по земле и под землей и соприкасаясь с горными породами, вода обогащается различными солями и металлами. Вода, в которой имеется большое количество растворенных солей кальция и магния, называется жесткой. При кипячении они превращаются в соли, уже не растворимые в воде. Поэтому на стенках чайника образуется плотный прочный слой солей – накипь. В жесткой воде при стирке мыло плохо мылится и почти не образует пены.

Мы чаще всего пьем бутилированную воду и конечно хотим пить качественную и полезную, а как узнать где какая, хотелось бы знать. А также исследовать источники воды в ближайшей окрестности и смягчить имеющуюся жесткую воду.

## **Цель:**

Определить, жесткость воды из различных источников (бутилированная и водопроводная), проверить на практике способы её смягчения и проверить влияние жесткой воды на живые организмы.

## **Задачи:**

1. Определить жесткость разных образцов воды с помощью тест-полосок
2. Выбрать образцы с наибольшей жесткостью и сделать жесткую воду мягкой, используя разные методы.
3. С помощью эксперимента проверить влияние жесткости воды на развитие живых организмов (кресс-салат, корсиканская мята).

**Гипотеза:** Жесткую воду невозможно сделать мягкой в домашних условиях. Жесткая вода отрицательно влияет на развитие живых организмов.

**Актуальность** темы: владея информацией о жесткости, составе и свойствах воды, можно избежать проблем со здоровьем.

## 1. Теоретическая часть

### 1.1. Физические свойства воды

«Вода, у тебя нет ни вкуса,  
ни цвета, ни запаха,  
тобой наслаждаются,  
не ведая, что ты такое.

Нельзя сказать, что ты необходима для жизни:

ты – сама жизнь...»

*Антуан де Сент-Экзюпери*

Вода - уникальнейшее вещество, основа всех живых организмов на планете.

Молекула воды, как мы знаем, состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода. Ее формула записывается так:  $H_2O$ . Данное вещество может иметь три состояния: твердое - в виде льда, газообразное - в виде пара, и жидкое - как субстанция без цвета, вкуса и запаха. Кстати, это единственное вещество на планете, которое может существовать во всех трех состояниях одновременно в естественных условиях. Например: на полюсах Земли - лед, в океанах - вода, а испарения под солнечными лучами - это пар [1].

Плотность воды составляет примерно  $1 \text{ г/см}^3$ . Кипение воды наступает при повышении температуры до  $100^{\circ}\text{C}$ , а при падении температуры до  $0^{\circ}\text{C}$  жидкость превращается в лед.

У воды есть много очень интересных свойств. Она обладает самой большой на Земле удельной теплоёмкостью –  $4200 \text{ Дж/кг}\cdot^{\circ}\text{C}$ . За счет этого вода стабилизирует температуру воздуха на всей нашей планете. Вода - это

самое подвижное вещество после воздуха. Электропроводность воды очень мала, а теплопроводность высока и составляет примерно 0,58 Вт/м·К (Ватт на метр Кельвин). Мы ежедневно используем это свойство воды, сами того не замечая. Например, наливая холодную воду в тару и остужая в ней напитки или продукты. Холодная вода забирает тепло у бутылки, контейнера, взамен отдавая холод, возможна и обратная реакция [3].

После ртути вода обладает самым высоким значением поверхностного натяжения. Нельзя не заметить, что случайно пролитая на ровной поверхности капля иногда становится внушительным пятнышком. В этом проявляется тягучесть воды. Еще одно свойство проявляется у нее при понижении температуры до четырех градусов. Как только вода остывает до этой отметки, она становится легче. Поэтому лед всегда плавает на поверхности воды и застывает корочкой, покрывая собой реки и озера. Благодаря этому в водоемах, замерзающих зимой, не вымерзает рыба.

Важность этого вещества трудно переоценить. Вода занимает большую часть планеты, образует океаны, моря, реки и прочие водоемы. Она непосредственно участвует в формировании климата и погоды, обеспечивая тем самым определенные условия существования в том или ином уголке планеты.

Для многих организмов она служит средой обитания. Кроме того, практически каждое живое существо в той или иной мере состоит именно из воды. Например, содержание ее в организме человека составляет от 70 до 90 процентов.

## **1.2. Жёсткость воды, её виды, причины возникновения жёсткости воды**

В целом *жёсткость воды* - это совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней растворённых солей щёлочноземельных металлов, главным образом, кальция и магния (так называе-

МЫХ «солей жёсткости») [6].

**Общая жесткость.** Определяется суммарной концентрацией ионов кальция и магния, выраженная в ммоль/л или моль/кг. Представляет собой сумму карбонатной (временной) и некарбонатной (постоянной) жесткости.

**Откуда берётся жесткость воды?** Вода, проходя через круговорот воды в природе, из мягкой превращается в жёсткую. Это происходит за счет того, что попадая в почву, вода растворяет в себе породы гипса  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , известняка  $\text{CaCO}_3$ , доломитов  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ . Нерастворимые карбонаты в природных условиях взаимодействуют с растворённым в воде углекислым газом и образуют растворимые гидрокарбонаты [7].

#### **От чего зависит жесткость воды**

- Не зависящих от человека процессов в земной коре;
- Составы полезных ископаемых в местах протекания воды;
- Интенсивности растворения тех или иных горных пород;
- Сезонности. Например, весной, в период паводка, жесткость воды, особенно в поверхностных источниках, уменьшается. А жарким летом в связи с повышенным испарением воды с поверхности водоема, а так же из-за редких дождей жесткость воды, наоборот, увеличивается.
- В подземных источниках жесткость воды практически не меняется в течение года, и, как правило, очень высокая (до 80-100 мг-экв/л).

#### **Классификация жёсткости:**

1. **Временная (карбонатная).** При сильном нагреве воды из-за нее образуется белесый осадок кальция (накипь) на дне и стенках посуды. Соли кальция и магния временной жесткости также оседает на теплоносителях, затрудняют теплообмен, вызывает поломку трубопроводов и гидротехнического оборудования.
2. **Постоянная (некарбонатная).** Включает в себя те соли, которые не разлагаются в воде при кипячении, для их устранения применяют специальные фильтры умягчения.

3. **Общая жесткость питьевой воды (Жобщ)**— суммарный показатель концентрации кальция и магния [6].

### 1.3. Признаки жесткости воды

Не имея приборов, легко узнать о высокой концентрации солей по косвенным признакам их присутствия:

- на вкус жесткая вода слегка горчит, остается неприятное послевкусие;
- на сантехнике появляются белесые разводы;
- в чайнике заметны каменистые отложения;
- на дне посуды при отстаивании скапливается густой осадок;
- на стекле после высыхания капель остаются светлые пятна;
- увеличивается расход мыломоющих средств, они плохо пенятся;
- после каждой стирки одежда становится грубее из-за того, что молекулы металла проникают в волокна материалов, заполняют микроячейки между нитями.

Более точный результат можно получить, используя полоски-индикаторы, которые продаются в аптеке, интернет-магазинах, центрах продажи бытовой техники. К ним прилагается шкала яркости, которая поможет определить концентрацию солей по цвету.

Также в домашних условиях легко измерить жесткость воды с помощью солемера (TDS-тестера). Прибор опускают в воду, удерживают включенным в течение 2 секунд, анализируют показатели в ppm: до 150 — мягкая; в пределах 300 — допустимой жесткости, свыше 500 — опасная [4].

### 1.4. Единицы измерения жесткости

Системные и внесистемные международные единицы измерения:

1. миллиграмм-эквивалент на один литр — мг-экв/л;
2. моль на один кубометр — моль/м<sup>3</sup>;
3. градус жесткости — °Ж;

4. миллимоль на 1 литр — ммоль/л (вместо устаревшего ния °dH);
5. parts per million (одна миллионная часть величины 10<sup>-6</sup>, то есть: 1 мг солей в 1 литре) — ppm или мг/л [2].

В РФ применяют единицы измерения: мг-экв/л и °Ж. 1 мг-экв/л = 1°Ж = 1/2 ммоль = 50.05 ppm, что соответствует содержанию 20 мг Ca<sup>2+</sup> и 12 мг Mg<sup>2+</sup> в одном литре водного раствора [6].

По величине общей жёсткости различают воду:

1. мягкую (до 2 °Ж);
2. средней жёсткости (2-10 °Ж);
3. жёсткую (более 10 °Ж).

### 1.5. Влияние жёсткой воды на организм человека:

1. Высокая жесткость способствует **росту мочевых камней** и развитию мочекаменной болезни. Это связано с накоплением солей, которые просто не успевают выводиться из организма.

2. При умывании жесткая вода **сушит кожу**. Это происходит из-за появления «мыльных шлаков» образованных из мыла, которое не способно мылиться и растворяться в жесткой воде. Эти мыльные шлаки закупоривают поры, не давая им свободно дышать, вследствие чего могут развиваться кожные воспаления, не давать покоя зуд и жжение кожи.

3. Образование тонкой корке на волосах разрушает естественную жировую пленку. Происходит это так же, как и на коже рук – «*мыльные шлаки*» не вымываются и постепенной накапливаются. Это может вызвать **зуд кожи головы**, перхоть и даже выпадение волос.

4. Влияние сильно жесткой воды на здоровье животных не отличается от воздействия на человеческий организм. Существует высокий риск развития мочекаменной болезни. У питомцев, питающихся сухими кормами,

этот риск возрастает в несколько раз. Возможно появление проблем с шерстью и кожей, как у собак, так и у кошек при их регулярном купании.

5. **Замедляется процесс приготовления пищи**, из-за многочисленных солей плохо разваривается мясо. Это приводит к плохому усвоению белка и может вызвать заболевания желудочно-кишечного тракта [9].

Оптимальная жесткость питьевой воды — 5°Ж, такая концентрация обеспечит организм достаточным количеством магния (10–30 мг/л) и кальция (20–80 мг/л). Эти цифры совпадают с рекомендациями ВОЗ. Большие отклонения в обе стороны нежелательны и опасны [4].

Излишки солей, не участвующих в обменных процессах:

1. перегружают сердечно-сосудистую систему;
2. засоряют каналы печени и почек, снижают способность к фильтрации вредных веществ;
3. оседают на стенках сосудов, закупоривают их просветы;
4. забивают каналы нервных клеток, снижают проводимость импульсов;
5. повышают риски возникновения аллергии;
6. затрудняют вывод продуктов жизнедеятельности, способствуют накоплению токсинов и самоотравлению организма.

Мягкая вода тоже небезопасна: она вымывает из тела микроэлементы и минералы, включая кальций, что делает кости хрупкими и ломкими, вызывая остеопороз.

### 1.6. Способы устранения жёсткости воды.

Устранение жёсткости, или умягчение, воды заключается в удалении ионов кальция и магния, которое осуществляется тремя методами: термическим, химическим, физико-химическим [8].

- **Отстаивание.** Этот способ подходит только для незначительного смягчения. Если жидкость отстаивать в течение суток, часть солей выпадет в осадок. Больше этот способ подходит, если вы задумываетесь, как смягчить воду для полива в домашних условиях.

- **Кипячение.** Если вы думаете, как смягчить воду для питья в домашних условиях, то лучше использовать этот способ. Наибольшую эффективность он показывает при временной жесткости. То есть, когда наряду с катионами в воде присутствуют  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{2+}$  гидрокарбонатных или бикарбонатных анионов ( $\text{HCO}_3^-$ ).
- **Заморозка.** Жидкость нужно поместить в морозилку. Чистая вода заморозится первой. Оставшуюся часть нужно просто слить, так как в ней присутствуют соли жесткости. Это достаточно эффективный способ, как умягчить воду в домашних условиях. Однако следует учитывать, что на это потребуется много времени, а также много места в морозилке.
- **Добавление смягчителей.**
- **Фильтрация.**

## 2. Методы и оборудование

1. Методы фильтрации, замораживания, отстаивания.
2. Различные виды воды (10 видов).
3. Тест полоски фирмы «Биосенсор-Аква»

## 3. Результаты и выводы

### Эксперимент № 1:

Для эксперимента №1 мы использовали 10 экземпляров различных видов воды и 3 дополнительных. У каждого экземпляра мы проверяли жесткость при помощи тест полосок фирмы «Биосенсор-Аква» (приложение 1), результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. «Определение жёсткости воды»

№	Название/происхождение воды	Жёсткость
1	«Mever»	5-7
2	«Primavera»	Меньше 3
3	«AQUA MINERALE»	Меньше 3

4	«Минская»	5-7
5	«ТБАУ»	Меньше 3
6	«ШИШКИН ЛЕС»	Меньше 3
7	«КАЛИНОВ РОДНИК»	7-10
8	«СЕНЕЖСКАЯ»	7-10
9	«АЙСБЕРГ янтарный»	Меньше 3
10	Вода из крана (г. Калининград, Балт район)	5-7
	Вода из крана (г. Гурьевск)	5-7
	Вода из крана (п. Невское Гурьевского района)	Меньше 3
	Растаявший снег	Меньше 3

Из таблицы видно, что наиболее жесткая вода из проверенных «КАЛИНОВ РОДНИК» и «СЕНЕЖСКАЯ» с показателем 7-10, самая мягкая вода из проверенных «Primavera», «AQUA MINERALE», «ТБАУ», «ШИШКИН ЛЕС», растаявший снег, вода из крана (п. Невское) и «АЙСБЕРГ янтарный» с показателем меньше 3.

## Эксперимент № 2

Для проведения эксперимента мы взяли воду из-под крана в г.Калининград и испробовали на ней 3 метода понижения жесткости:

1 **Заморозку**, заморозка производилась в морозильной камере при температуре -18, в течении 24 часов.

2. **Кипячение**, проводилось в электрическом чайнике в течении 2 минут.

3. **Отстаивание**, проводилось при комнатной температуре (20-21) в течении 24 часов. Данные эксперимента занесены в таблицу 2

Таблица 2 «способы снижения жёсткости воды»

Метод	Было	Стало
Заморозка	5-7	Меньше 3
Кипячение	5-7	Меньше 3
Отстаивание	5-7	Меньше 3

В ходе эксперимента мы подтвердили, что с помощью таких методов как заморозка, отстаивание и кипячение, можно понизить жесткость воды [1]. Данные методы достаточно просты в применении и могут быть использованы в домашних условиях.

### Эксперимент № 3

Для выявления влияние жёсткой воды на организм мы взяли 2 вида растений: Кресс- салат и Корсиканская мята, Кресс-салат является биоиндикатором, чьи семена достаточно быстро прорастают и легко реагируют на изменение среды [5]. В нашем эксперименте при поливе жесткой водой проростки салата были более слабые и малочисленные. Так как жесткая вода нарушает всасывание питательных веществ (Приложение 3).

При долгосрочном поливе Корсиканской мяты жесткой водой внешний вид растения ухудшился (Приложение 3). Так как долговременное поливание водой со щелочным показателем рН (чаще всего, одновременно жесткой и соленой) повышает водородный показатель почвы, затрудняя усвоение растениями питательных веществ (главным образом микроэлементов) и ухудшая рост и внешний вид растений.

### Выводы

По результатам проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее жесткая вода из проверенных «КАЛИНОВ РОДНИК» и «СЕНЕЖСКАЯ», самая мягкая вода из проверенных «Primavera», «AQUA MINERALE», «ТБАУ», «ШИШКИН ЛЕС» и «АЙСБЕРГ янтарный».
2. Вода из под крана в Калининграде мало чем отличается от воды в Гурьевске и обладает средней жесткостью

3. С помощью кипячения, отстаивания и замораживания, в домашних условиях, действительно можно понизить жесткость воды
4. Жесткая вода плохо влияет на рост как молодых (проростки) так и взрослых растений

### Список литературы:

1. Бедула О. Живые родники, Самара, «Самара -2009», 2009, 78 стр.
2. Крицман В.А. Книга для чтения по неорганической химии, Москва, «Промсвещение», 1974, 368 стр.
3. Экология: Учебное пособие для учащихся 10-11 классов общеобразовательных учреждений разных видов. СПб.: СММО Пресс, 1997. - 320 с.; ил.
4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества <http://ozpp.ru/standard/pravila/sanpin214107401/>
5. Груздев В.С. Биоиндикация состояния окружающей среды, Москва, ИН-ФРА-М, 2024, 160 стр.
6. Жёсткость воды и методы её умягчения: Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине "Химия" для студентов нехимических специальностей / Курск. гос. техн. ун-т. Сост.: И. В. Савенкова, Ф.Ф. Ниязи Курск, 2005. 18с.
7. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Жёсткость\\_воды](http://ru.wikipedia.org/wiki/Жёсткость_воды)
8. <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1536.html>
9. <http://ochistivodu.ru/filtry-dlia-zhestkoi-vody/sposoby-ustraneniia-zhestkosti-vody>



Рис 1. Тест полоски фирмы «Биосенсор-Аква»



Рис 2. Измерение жесткости воды

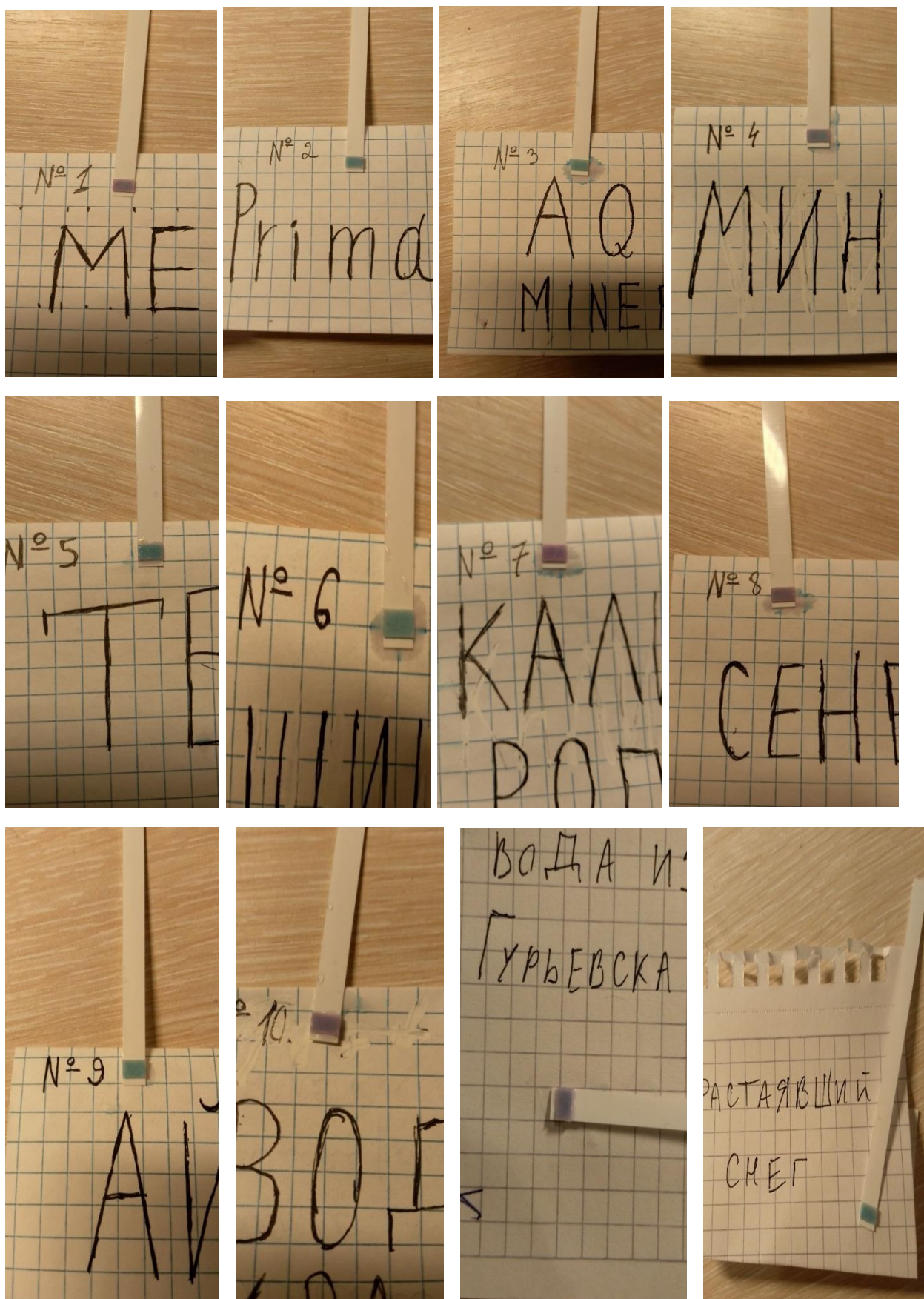


Рис 3. Тест полоски разных видов воды



Рис. 4 Замораживание – метод понижения жесткости

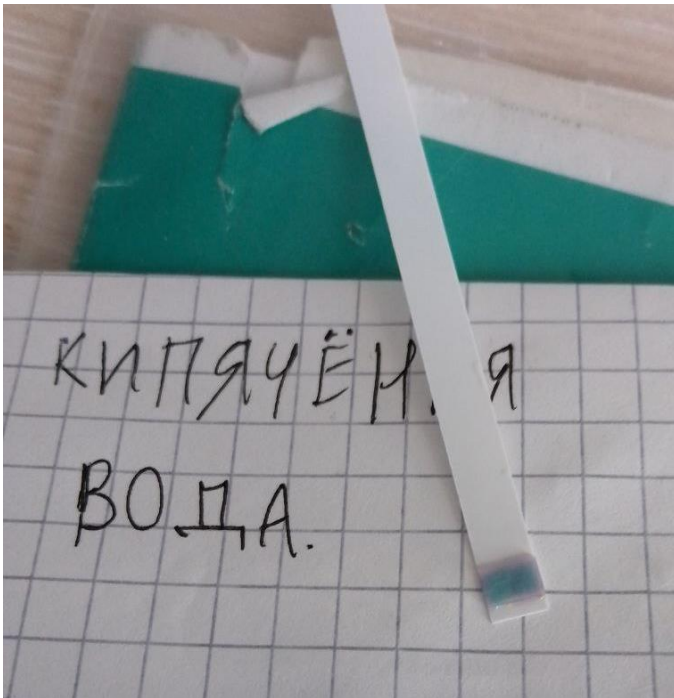
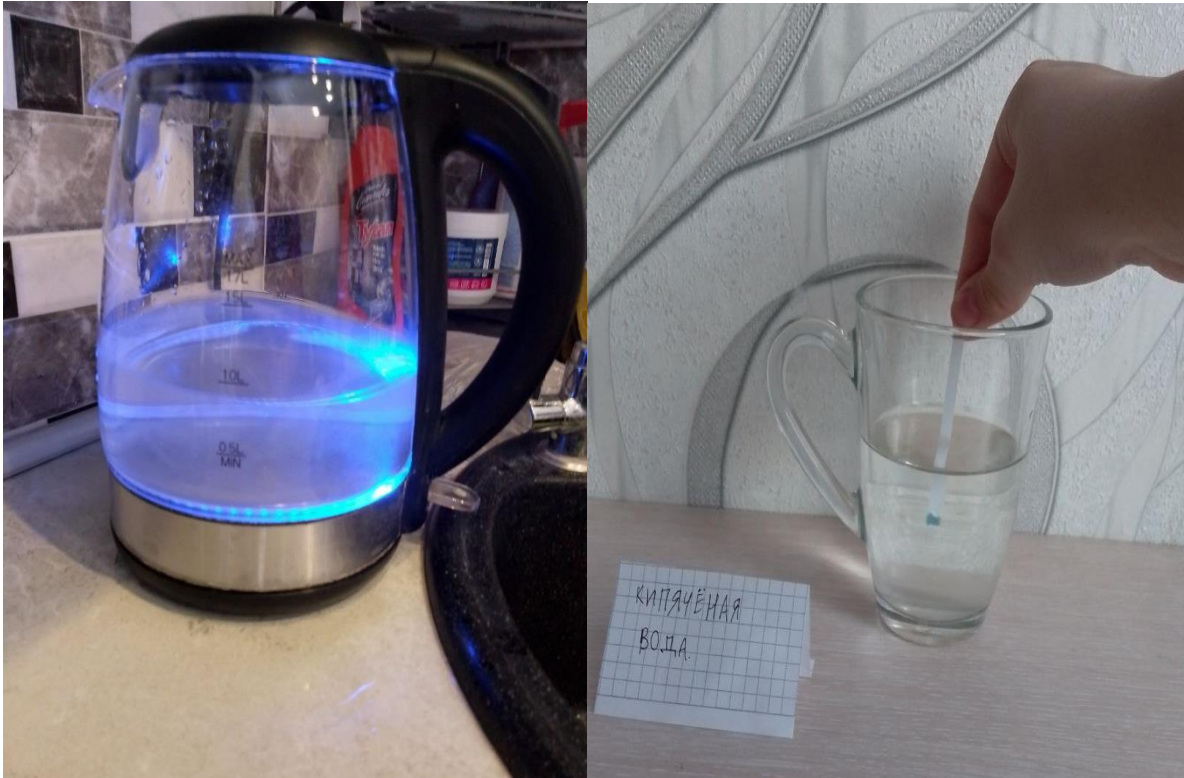


Рис. 5 Кипячение – метод понижения жесткости



Рис 6. Кресс-салат после полива жесткой водой



Рис 7. Кресс-салат после полива мягкой водой



Рис 8. Корсиканская мята после полива жесткой водой (слева)