

# Разработка электрического чайника с функцией эффективной очистки воды от солей Са и Mg



**Иванова Д.В., Смышляева Т.С.**

**ГБОУ РМЭ «Многопрофильный лицей-интернат», п. Руэм**

Научные руководители:

**учитель физики Токарева Н.С., ГБОУ РМЭ «МЛИ», п. Руэм,**

**учитель химии Егошина Е.В., ГБОУ РМЭ «МЛИ», п. Руэм,**

**к.т.н., доцент Филимонов В.Е., ФГБОУ ВПО «ПГТУ»**



**Актуальность :** Сегодня существуют различные устройства очистки воды от солей Ca и Mg, но эффективность их применения обусловлена как используемыми в них методами очистки, так и возможностями и параметрами самих устройств, и нужно разрабатывать более доступные по цене и эффективные бытовые устройства, выполняющие данную функцию.

**Объект исследования:** Электронагревательная техника

**Предмет исследования:** Электрический чайник с функцией очистки воды от жёсткости

**Цель:** Разработать электрический чайник с функцией эффективной очистки воды от солей Ca и Mg.

### **Задачи:**

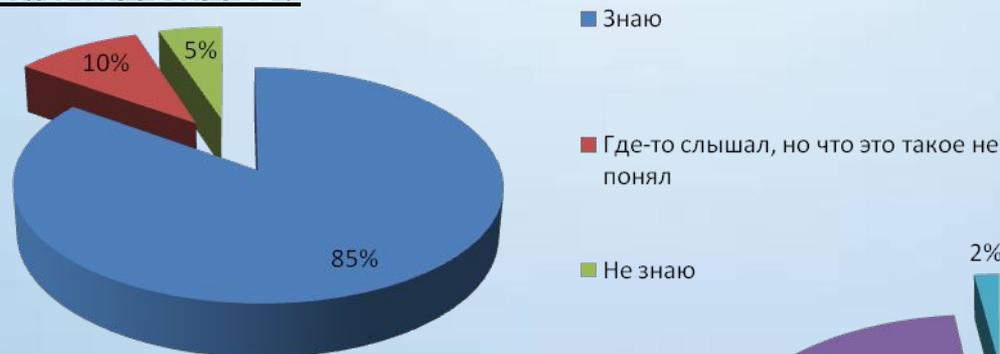
1. Выявить влияние времени кипячения воды на содержание в ней солей Ca и Mg.
2. Выявить влияние времени нагрева воды в термопote – прототипе разрабатываемого устройства на содержание в ней солей Ca и Mg.
3. Разработать новое устройство электрического чайника с функцией эффективной очистки воды от солей Ca и Mg.



**Методы исследования:** социологический опрос, теоретический и сравнительный анализы, химический и физический эксперимент.

# Результаты социологического опроса в ГБОУ РМЭ «Многопрофильный лицей-интернат», п. Руэм

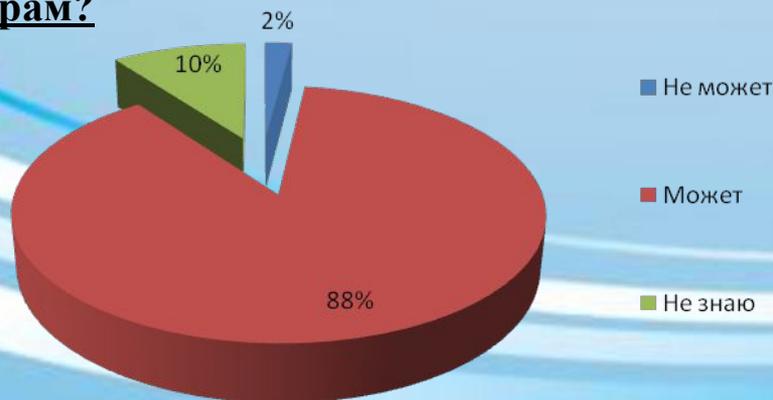
## 1. Знаете ли Вы о такой характеристике воды, как жёсткость?



## 2. Как Вы думаете, какая вода может считаться жёсткой?

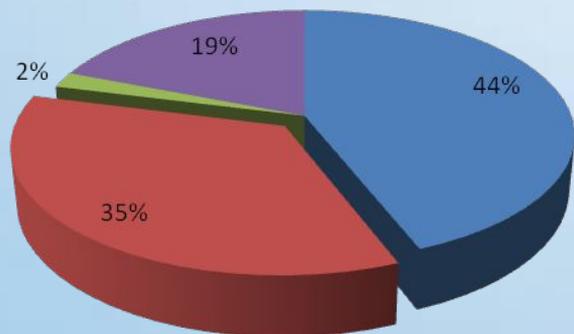


## 3. Может ли, по Вашему мнению, жёсткая вода навредить использующим её бытовым приборам?



# Результаты социологического опроса в ГБОУ РМЭ «Многопрофильный лицей-интернат», п. Руэм

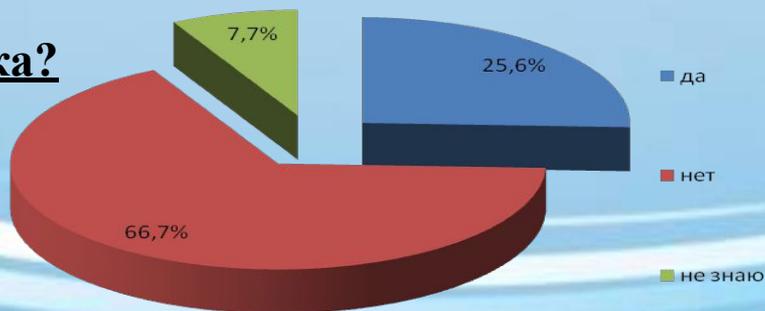
**4. Как Вы думаете, вредна ли жёсткая питьевая вода для здоровья человека при её употреблении?**



**5. Используете ли Вы какие-либо меры для обработки воды в быту?**



**6. Можно ли эффективно очистить воду от жёсткости с помощью обычного электрического чайника?**



## Жёсткость воды -

совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней растворённых солей щёлочноземельных металлов, главным образом, кальция и магния.



Жёсткость воды бывает временная (обусловленная содержанием гидрокарбонатов Ca и Mg ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ;  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ )) и постоянная (обусловленная содержанием других солей Ca и Mg: в основном хлориды и сульфаты ( $\text{CaCl}_2$ ;  $\text{MgCl}_2$ ;  $\text{CaSO}_4$ ;  $\text{MgSO}_4$ )).

Жёсткость воды вычисляют по следующей формуле, которая позволяет рассчитать суммарное количество ионов кальция и магния в воде:

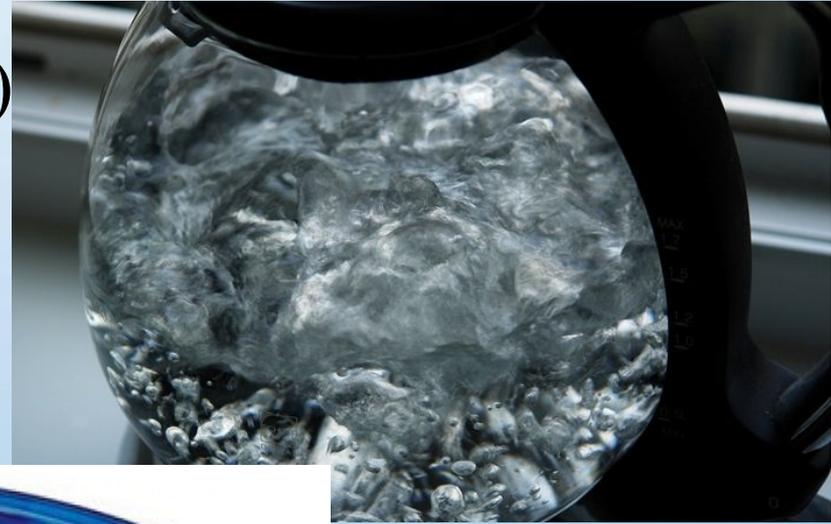


$$J_{\text{общ}} = \frac{C_n(\text{ЭДТА}) \times V(\text{ЭДТА}) \times 1000}{V(\text{H}_2\text{O})}$$

где  $J_{\text{общ}}$  – общая жёсткость воды (ммоль/л);  
 $C_n(\text{ЭДТА})$  – концентрация ЭДТА (ммоль/л);  
 $V(\text{ЭДТА})$  – объём ЭДТА (мл);  
 $V(\text{H}_2\text{O})$  – объём воды (мл);  
1000 – количество миллилитров в литре

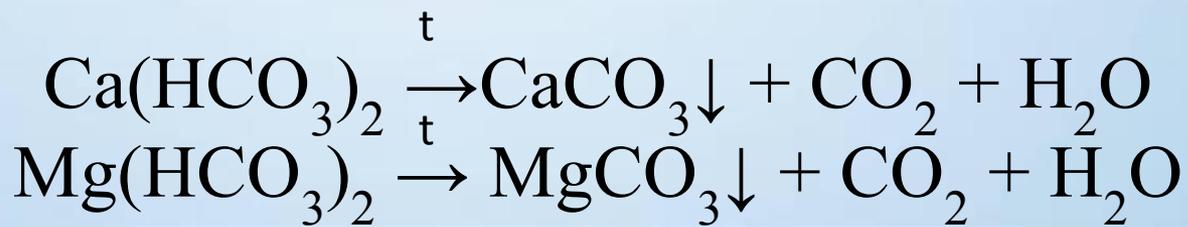
# Методы очистки воды

- Термоумягчение (кипячение)
- Фильтрация
- Реагентное умягчение
- Катионирование
- Обратный осмос
- Электродиализ

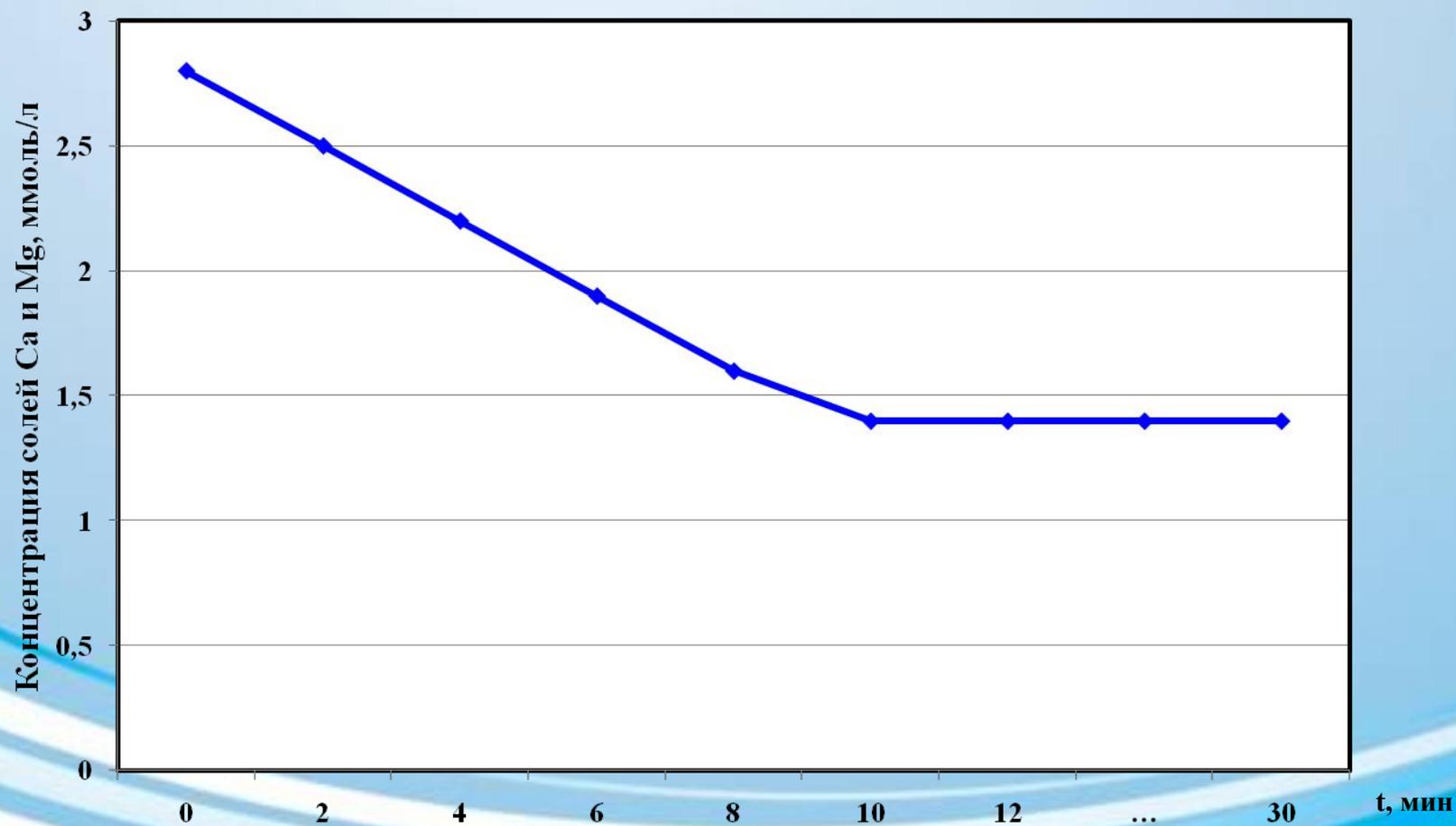


# Кипячение воды —

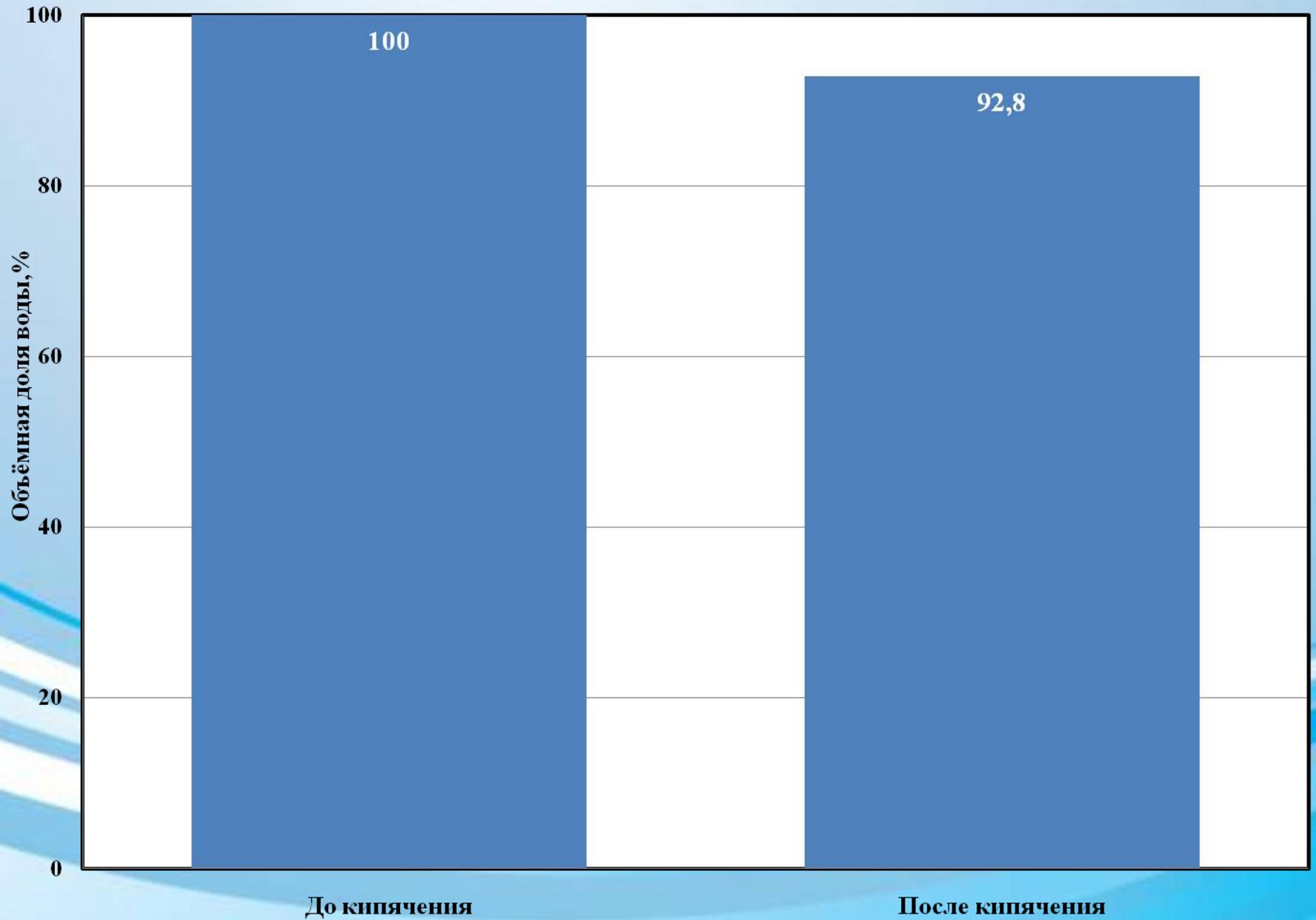
процесс доведения воды до температуры её кипения



## График зависимости жёсткости воды от времени её кипячения



# Соотношение объёма воды до и после её кипячения до уровня постоянной жёсткости



# Рекомендации по очистке воды методом кипячения

1. При кипячении выпадают в осадок только соли карбонатов Ca и Mg, обеспечивающие временную жёсткость воды, поэтому только с помощью кипячения нельзя полностью избавиться от жёсткости, поскольку существуют соли Ca и Mg не разлагающиеся при кипячении, и нужно использовать дополнительные методы очистки.
2. Установлено, что соли карбонатов Ca и Mg полностью выпадают в осадок после 10 мин. кипячения воды, поэтому дальнейшее её кипячение с целью понижения жёсткости нецелесообразно.
3. Установлено, что за время кипячения воды в течении 10 мин. теряется 7,2 % её объёма, поэтому для уменьшения потерь воды при кипячении необходимо закрывать сосуд с кипящей водой крышкой.

# Термопот – как прототип разрабатываемого устройства для эффективной очистки воды от солей Ca и Mg



**Термопот** – вид электрического бытового прибора, сочетающего в себе функции электрического чайника и термоса, он кипятит воду и в дальнейшем поддерживает её температуру длительное время на заданном уровне (например, 60, 80 или 95 °С). Подача воды происходит при нажатии на кнопку.

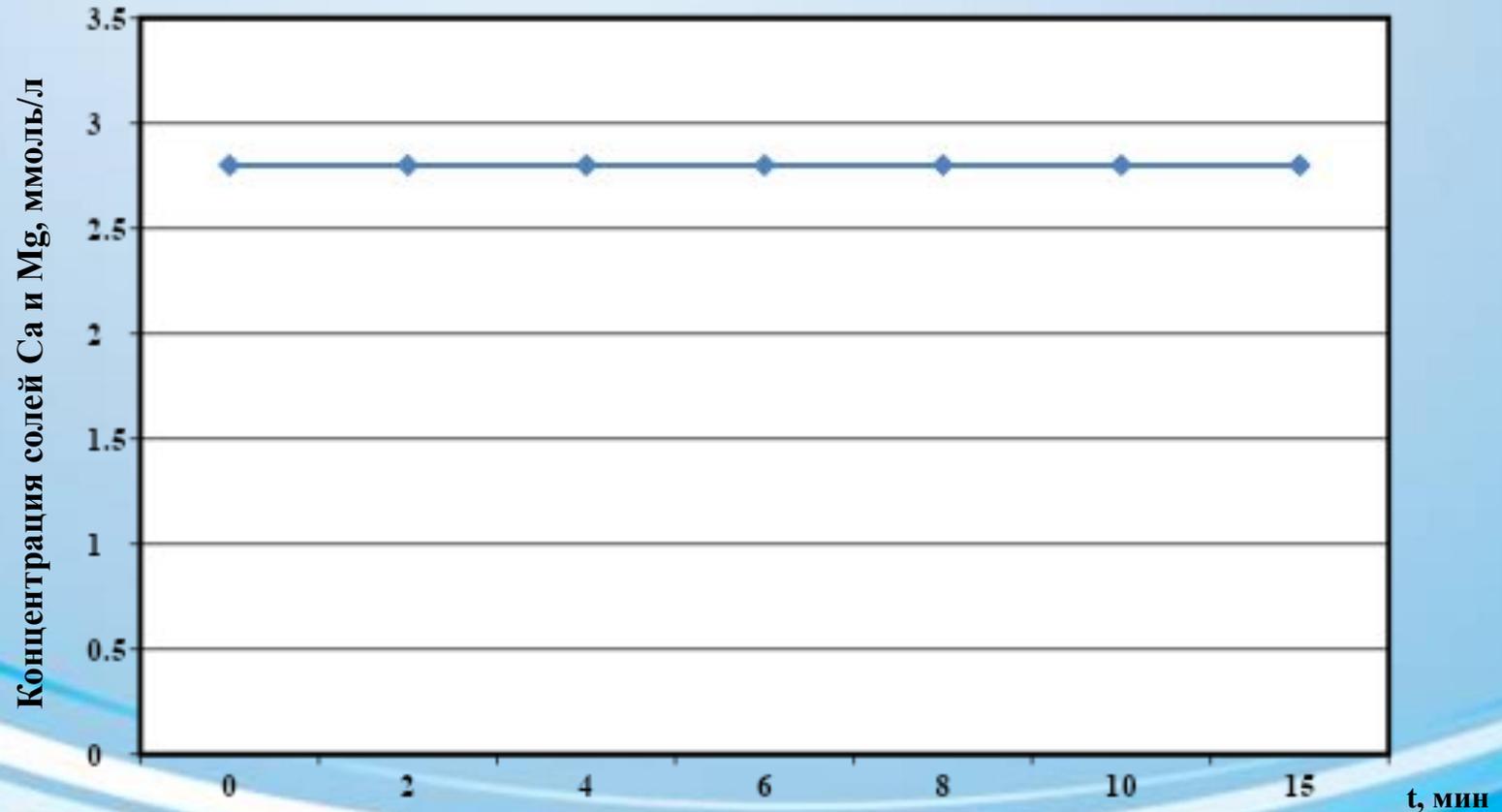
## Термопот BRAND 34400

### Технические характеристики:

Мощность	750 Вт;
Мощность поддержания температуры	35 Вт;
Напряжение	220 В – 50 Гц;
Объём	3,3 л;
Автоматическое кипячение	100 °С;

Режимы автоматического поддержания температуры 40 °С; 50 °С; 60 °С; 85 °С; 95 °С

**График зависимости жёсткости воды от времени её обработки  
в термопоте BRAND 34400 при температуре  $T = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$**



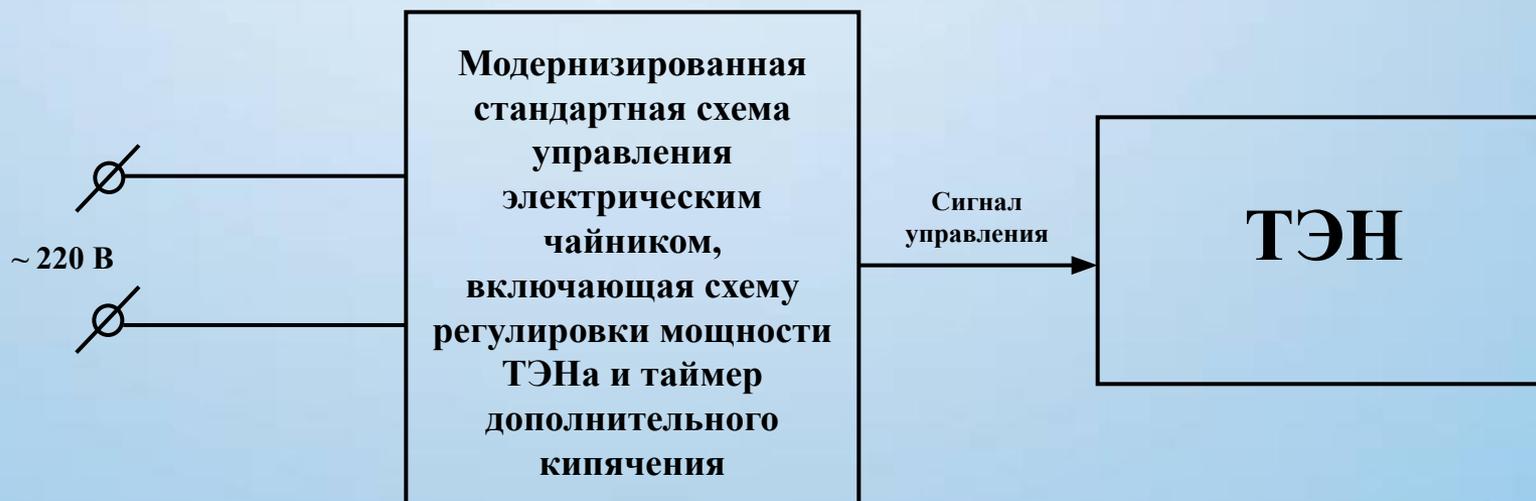
# Структурная схема модернизированного термopота с функцией эффективной очистки воды от солей Ca и Mg



Минимальная переделка схемы стандартного термopота.

В схему дополнительно вводится только таймер дополнительного кипячения, а ТЭН 2 заменяется на чуть более мощный, обеспечивающий поддержание температуры кипения воды 100 °С вместо 95 °С .

## Структурная схема электрического чайника с функцией эффективной очистки воды от солей Ca и Mg



При закипании чайника мощность ТЭНа автоматически понижается до значения, необходимого для поддержания кипения, но исключающего резкий перегрев и активное испарение воды. После этого включается таймер выдержки времени кипячения, обеспечивающий эффективную очистку воды от солей Ca и Mg.

# Выводы:

1. С помощью кипячения воды можно избавиться от временной жёсткости и тем самым значительно снизить её общую жёсткость.
2. Существует эффективное время кипячения, в течение которого жёсткость воды эффективно снижается, кипячение сверх эффективного времени не приводит к изменению жёсткости.
3. Моделирование обработки воды с использованием термопота – прототипа разрабатываемого устройства в его максимальном режиме (температура поддержания нагрева воды  $T = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) доказывает его неэффективность в очистке воды от солей Ca и Mg и требует либо усовершенствования его конструкции, либо создания нового устройства.
4. Разработана структурная схема электрического чайника с функцией эффективной очистки воды от солей Ca и Mg.
5. Патентный анализ показал, что на сегодняшний день не существует аналогов разработанного устройства, поэтому планируется получить патент на полезную модель.

Результаты исследований и разработки могут быть применены в быту для эффективной очистки воды от солей Ca и Mg, а также для создания инновационных бытовых устройств для очистки воды от жёсткости



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**