



# ***Управляемое пенообразование при кипении молока***

**АВТОР: ТУПИЦЫНА НАДЕЖДА,  
УЧЕНИЦА 9В КЛАССА  
МБОУ СОШ № 56 ГОРОДА КИРОВА**

**РУКОВОДИТЕЛЬ: БРЕНДИНА Н.В.,  
УЧИТЕЛЬ ФИЗИКИ**

**Киров, 2017**



Информация

Исследование

Результаты 12

Обсуждение 6

Дневник исследователя 1

Участники 15

Заполнить анкету

Участники:



... и ещё 10 участников

## А у вас молоко убежало...



Язык проекта: Русский

Почему при повышении температуры вода нагревается и кипит, а молоко сразу убежало? И как его остановить? Какие существуют для этого хитрости?

Проект нравится 5 участникам



# На площадке Глобальной школьной лаборатории опубликован проект

полимеризовавшихся молекул молока, которая закрывает пузырькам выход на поверхность.

Когда под плёнкой скапливается большое количество пузырьков, они её прорывают и молочная пена убежало.

А теперь, зная физику явления, будем учиться управлять образованием пены и исследуем от чего зависит скорость её образования.

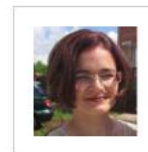
Ключевые слова: кипение, пена, эксперимент, молоко, физика

Рекомендованный возраст: Младшая школа (6–11 лет), Основная школа (12–15 лет), Старшая школа (16–18 лет), Взрослые (19 лет и старше)

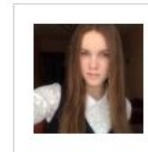
Предметы: Физика, Здоровье и Безопасность, Технологии и техника

Перейти к разделу Исследование

## Авторы проекта



bnv



nadyatup

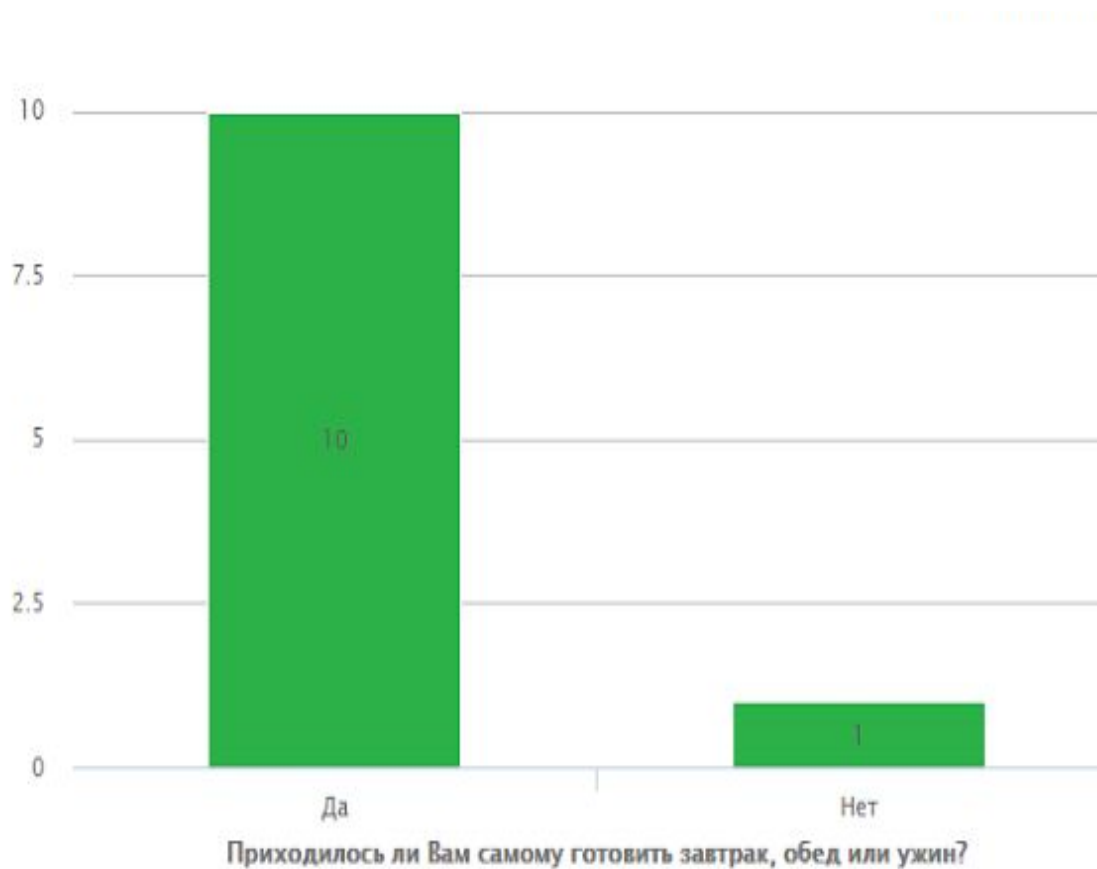
**Цель:**

***Выяснить, что влияет на  
пенообразование при кипении молока и  
как управлять этим процессом***

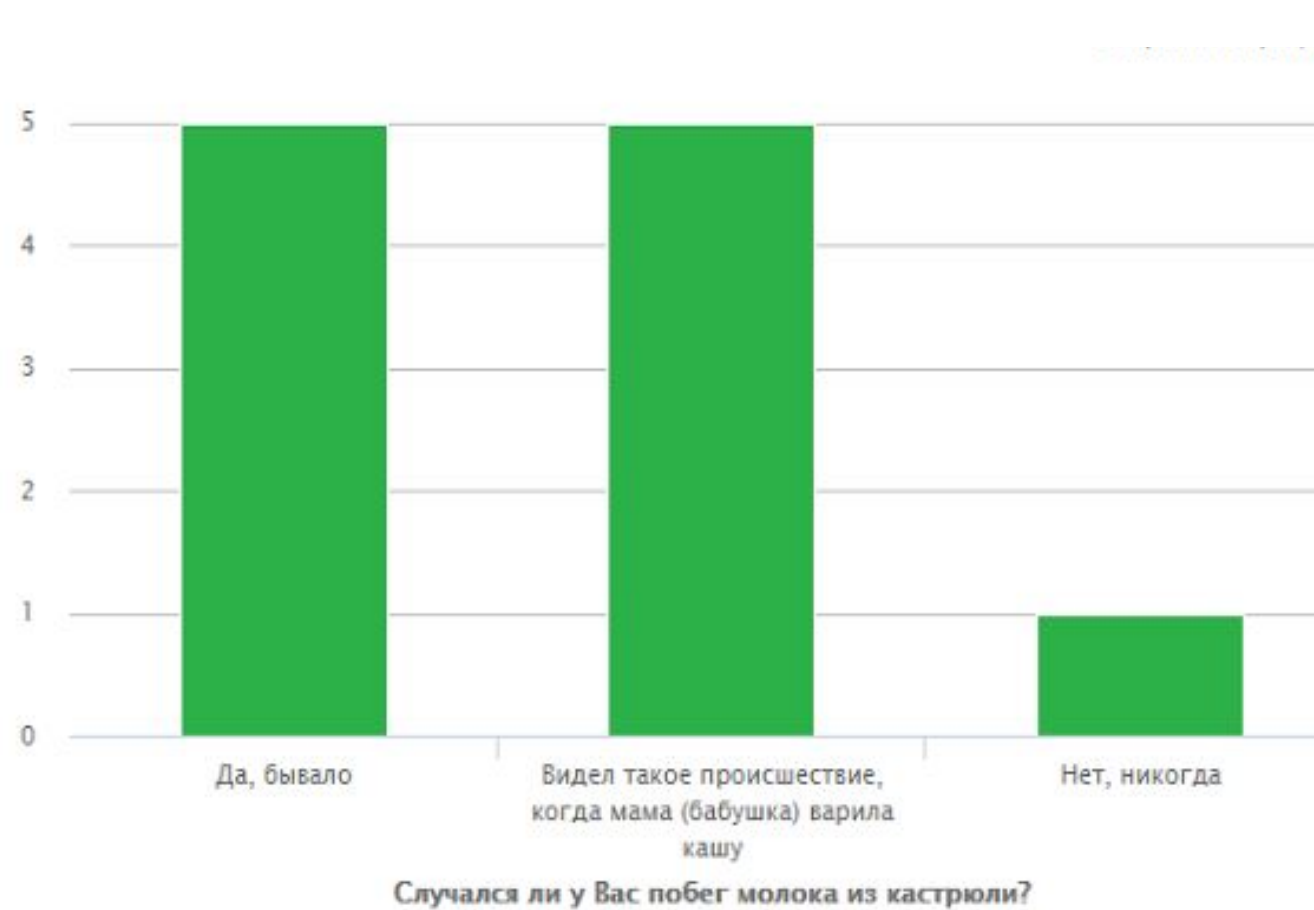
**Объект исследования:** явление кипения молока

**Предмет исследования:** определение методов  
управления пенообразованием при кипении молока

# Сам готовил



# Побег молока



## **Цель:**

**Выяснить, что влияет на пенообразование при кипении молока и как управлять этим процессом**

## **Задачи:**

- 1. Изучить явление кипения молока, выяснить причины пенообразования и “убегания” молока при кипении.**
- 2. Проанализировать причины, предложить методы управления пенообразованием при кипении.**
- 3. Выполнить плановые эксперименты по проверке предложенных методов.**
- 4. Разработать критерии для оценки эффективности методов.**
- 5. Оценить эффективность и сделать выводы о наиболее эффективных методах управления пенообразованием.**

# *Методы исследования*

*Изучение научно-популярной литературы*

*Проведение социологического опроса*

*Наблюдение физического явления кипения*

*Проведение планового цифрового эксперимента*

*Анализ результатов планового эксперимента*

*Анализ результатов экспериментов участников*

*Глобальной школьной лаборатории*

**Цель:**

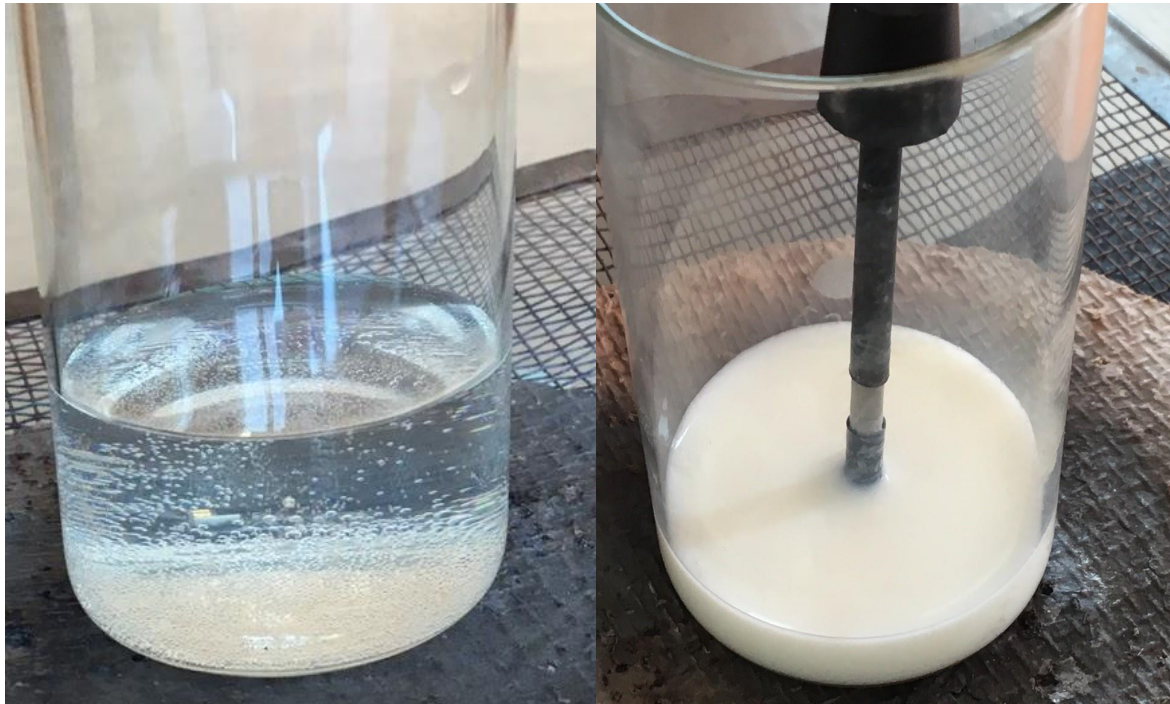
**Выяснить, что влияет на пенообразование при кипении молока и как управлять этим процессом**

**Гипотеза:**

**«Свободное» (без плёнки) кипение молока, изменение характеристик самой молочной плёнки, изменение характеристик ёмкости для кипения позволят управлять пенообразованием молока при кипении.**

# **Наблюдение явления пенообразования и кипения молока**

*Цель: наблюдение явления пенообразования и кипения молока, измерение температуры при которой образуется молочная плёнка. Определение методов управления пенообразованием и кипением молока.*



***На дне появляются  
пузырьки с паром***

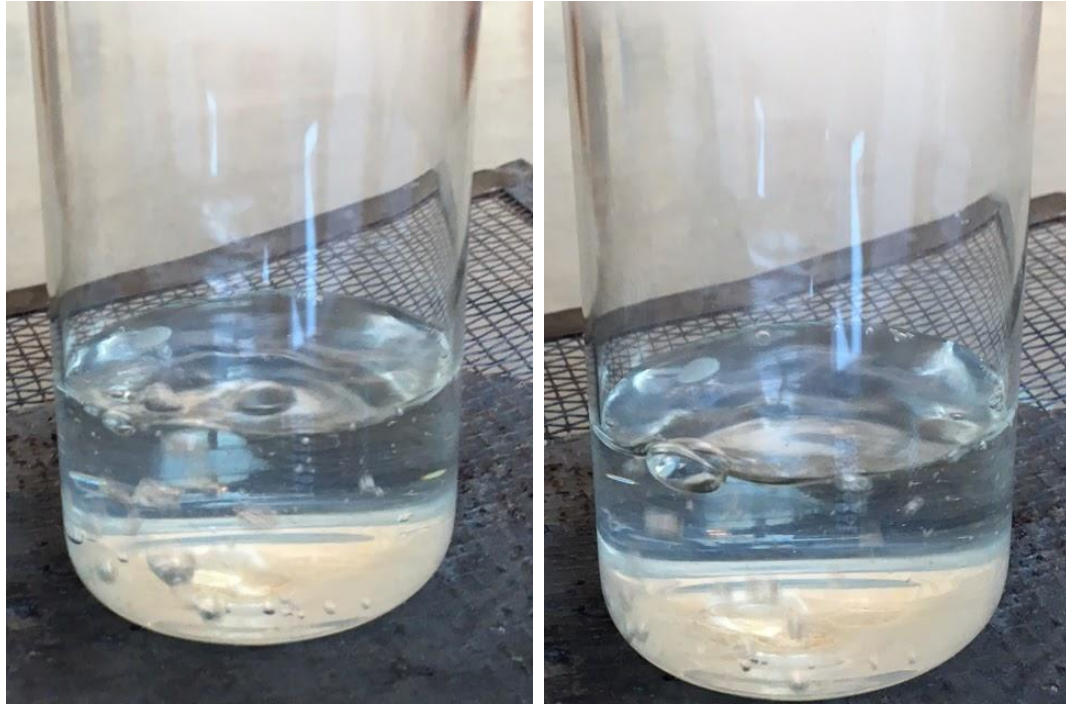


***Пузырьки всплывают  
сначала около стенок,  
затем по всей  
поверхности***



# **Наблюдение явления пенообразования и кипения молока**

*Цель: пронаблюдать явления пенообразования и кипения молока, измерить температуру при которой происходят эти явления. На основе наблюдений предложить способы управления кипением молока.*



**Пузырьки на поверхности  
лопаются.  
Вода кипит.**





**На поверхности молока  
образуется плёнка.  
Количество пузырьков  
увеличивается, они  
становятся крупнее**

**Пузырьки  
прорывают плёнку  
около стенок,  
поднимают её до  
краёв.  
МОЛОКО “УБЕЖАЛО”**

*Средняя температура образования плёнки  $(57 \pm 1)^\circ\text{C}$*

**Плѐнка на молоке**  **Молоко “убежало”**

  
**Добиться  
“свободного”  
кипения молока  
(без плѐнки)**

  
**Изменить  
характеристики  
ѐмкости для  
кипения молока**

  
**Изменить  
характеристики  
молочной плѐнки**

# **Методы для организации “свободного” кипения молока**

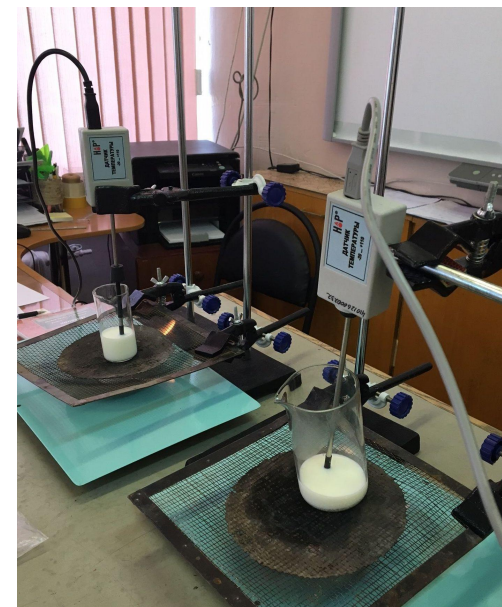
**Удалять  
плёнку и пену  
механически**



**Создавать на  
дне очага  
локального  
кипения**



**Изменить  
диаметр  
сосуда**



# Эксперименты по проверке первой группы методов

**Удалять  
плёнку и пену  
механически**



**Постоянно помешивать**  
**Маленькая кастрюля**  
**Убрать пенку**  
**медленный огонь**  
**Надо помешивать**  
**К свету**  
**слабый огонь**  
**надо помешивать**

# Эксперименты по проверке первой группы методов

**Создавать на дне область интенсивного кипения**



## Дополнительные рекомендации



Автор: [lisenok](#), 09.04.2016 [Показать анкету](#)

Положить сверху на кастрюлю ложку или поварешку, положить специальную крышку, которая не дает пене вытекать или помешивать.

Автор: [marke](#), 08.04.2016 [Показать анкету](#)

Молоко лучше всего кипятить в алюминиевой посуде на умеренном огне. Если поставите на сильный огонь, молоко наверняка пригорит. Если молоко поставить на

Автор: [kbpf](#), 03.04.2016 [Показать анкету](#)

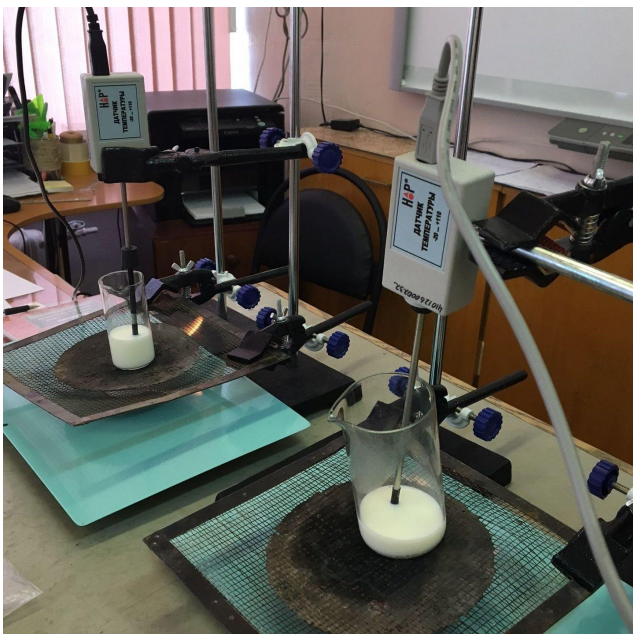
Чтобы молоко не убежало, нужно выцарапывать на своих кастрюлях борозды или класть в них какие-нибудь (желательно, металлические - температура плавления высокая, не сварятся) стерильные шероховатые или извилистые предметы.

Автор: [vladik\\_56](#), 02.04.2016 [Показать анкету](#)

надо положить ложку в кастрюлю

# Эксперименты по проверке первой группы методов

## Изменить диаметр сосуда



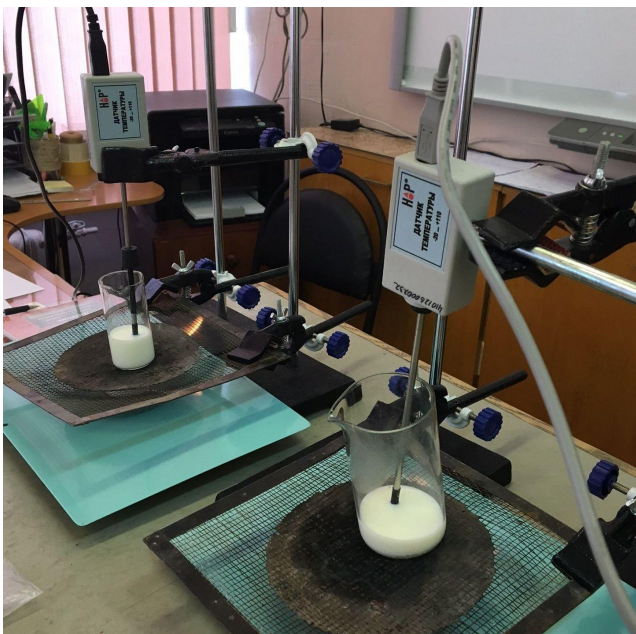
Результаты:

№ опыта	Время закипания молока в стакане диаметром 5см	Время закипания молока в стакане диаметром 3см
1	340 с	440 с
2	313 с	400 с
3	328 с	412 с

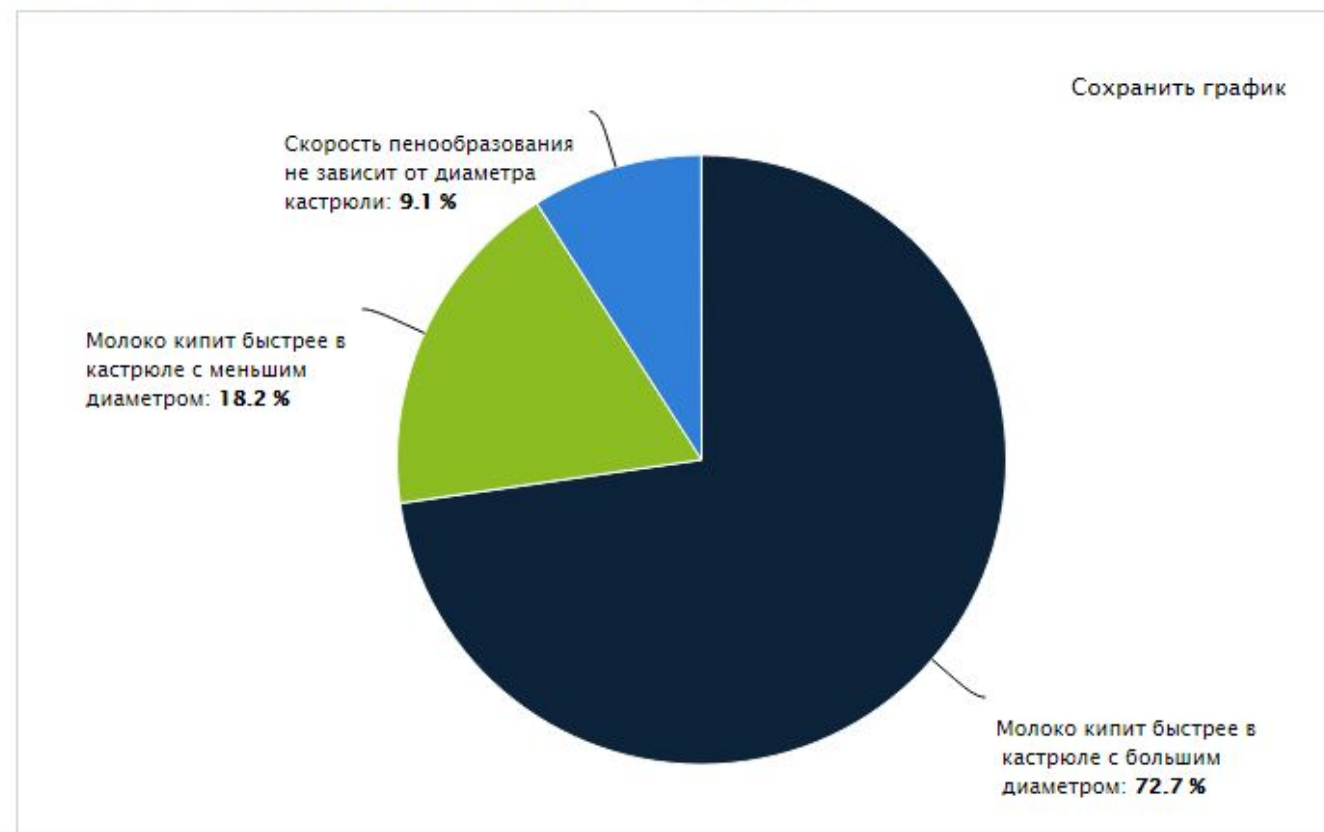
**Вывод:** использовать сосуд небольшого диаметра

# Эксперименты по проверке первой группы методов

## Изменить диаметр сосуда



Влияние диаметра кастрюли на скорость закипания



# **Методы изменения характеристик плёнки на молоке**

**Добавить  
примеси**



**Изменить  
жирность  
молока**



**Нагревать  
на водяной  
бане**





# Эксперименты по изменению характеристик плёнки на молоке

**Добавить  
примеси**



Сладкое молоко

Масса сахара, г	Температура образования плёнки/ Температура кипения сладкого молока, °C
3,9	62 °C / 99,7°C
7,93	58,6 °C / 100,4°C
11,97	67 °C / 101,3°C

Солёное молоко

Масса соли, г	Температура образования плёнки/ Температура кипения солёного молока, °C
3,4	69 °C / 101,2°C
5,88	68 °C / 101,4°C
10,01	67 °C / 102,8°C

*Солёное молоко убегает с высокой пеной стремительно, особенно если солить молоко перед закипанием.*

(При растворении соли выделяется дополнительная энергия, время до закипания уменьшается).

# Эксперименты по изменению характеристик плёнки на молоке

**Добавить  
примеси**



Молоко и примеси

globallab®  
Глобальная школьная лаборатория

Сохранить график

Пенообразование усиливается с добавлением примесей: 18.2 %

Молоко кипит быстрее без примесей: 27.3 %

Быстрее закипает молоко с сахаром: 9.1 %

Быстрее закипает молоко с солью: 45.5 %

**Вывод:** эффективнее добавлять сахар, а не соль

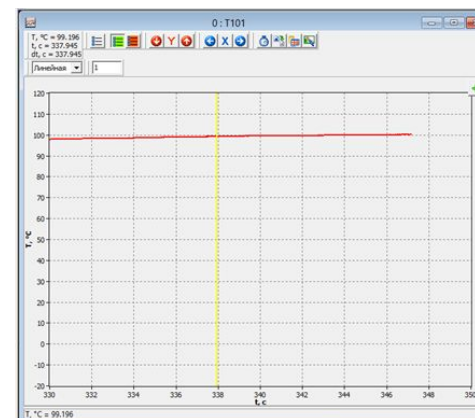
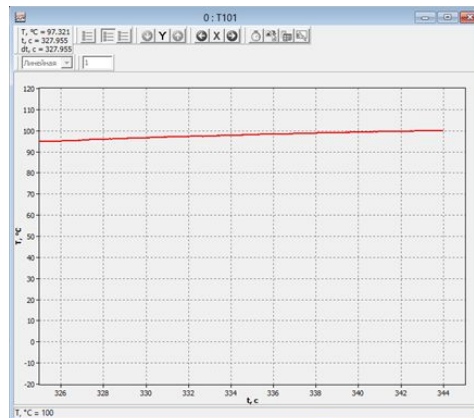
# Эксперименты по изменению характеристик плёнки на молоке

## Изменить жирность молока



Результаты:

	МДЖ 2,7%	МДЖ 5%
плотность	1,02 г/см <sup>3</sup>	1,06 г/см <sup>3</sup>
температура кипения	100°C	99°C
характеристики плёнки	образовалась при 56°C, тонкая	образовалась при 71°C, более толстая на внешний вид, имеет желтоватый оттенок



# *Эксперименты по изменению характеристик плёнки на молоке*

*Нагревать на водяной бане*



# *Методы изменения характеристик ёмкости для кипения молока*

*Смазать  
маслом*



*Ополоснуть  
холодной водой*



# Цель:

Выяснить, что влияет на пенообразование при кипении молока и как управлять этим процессом

# Гипотеза:

«Свободное» (без плёнки) кипение молока, изменение характеристик самой молочной плёнки, изменение характеристик ёмкости для кипения позволят управлять пенообразованием молока при кипении.



**Какой метод самый эффективный?**

# Проверка по критериям эффективности

Название метода	Результаты	Доп. предметы	Доп. материалы	Доп. финансовые затраты	Доп. временные затраты	Выводы
удаление молочной плёнки	Постоянное помешивание или удаление плёнки с пеной предотвращает побег молока	+	-	-	++	Метод недостаточно эффективен
создание очагов локального кипения	Образуются крупные пузыри, которые разрывают плёнку. Молоко не убегает.	+	-	-	-	Метод достаточно эффективен
изменение диаметра ёмкости для кипения	При увеличении диаметра кастрюли скорость закипания увеличивается. Нужно брать кастрюлю с меньшим диаметром.	-	-	-	+	Метод недостаточно эффективен
изменение жирности молока	Более жирное молоко закипает дольше, образуется более прочная плёнка	-	-	+	-	Метод недостаточно эффективен

# Проверка по критериям эффективности

добавление примесей	При добавлении соли перед закипанием образуется высокая пена, которая	-	+	+	-	Метод недостаточно эффективен. (Более эффективен при добавлении
	стремительно убегает. С сахаром пены значительно меньше.					сахара, чем соли)
нагревание на водяной бане	Молоко кипит равномерно сколь угодно долго	-	-	-	-	Метод эффективен
нанесение масляной полоски	Пена доходит до масляной границы и останавливается	-	+	+	-	Метод недостаточно эффективен
Ополаскивание ёмкости для кипения холодной водой	Молоко кипит, не убегая	-	-	-	-	Метод эффективен



# **Рекомендации**

## **по управлению пенообразованием при кипении молока**

1. Перед наливанием молока в кастрюлю ополосните её холодной водой, не вытирая. Вода заберёт часть энергии.
2. Налейте в кастрюлю молоко не полностью, а до середины.
3. После появления молочной плёнки уменьшите нагрев, замедляя парообразование внутри молока.
4. Периодически помешивайте, разрушая целостность плёнки, или удалите плёнку лопаточкой или ложкой, выпуская избыток давления в пузырях под ней.
5. Положите на дно ложку сахара. Это замедлит процесс пенообразования.
6. Если нужно солить, то сделайте это в начале нагревания молока, а не перед закипанием.
7. Положите на дно перевернутую крышку для консервирования или блюдце. Образующиеся при этом крупные пузыри разорвут плёнку. Для этой цели подойдёт и промышленный молочный сторож.
8. Смажьте край кастрюли сливочным маслом шириной в два пальца. Это остановит поднимающуюся молочную пену.
9. Сверху на кастрюлю положите поварёшку или ложку. Она задержит молочную пену.
10. Нагревайте кастрюлю с молоком на водяной бане. Молоко нагреется равномерно и будет кипеть хоть несколько часов, не убегая.



Информация


Исследование

Результаты  11

Обсуждение  6

Рекомендации по доработке проекта  4

Дневник исследователя  1

Участники  14

Заполнить анкету

# А у вас молоко убежало...

Язык проекта: Русский

Участников (14)

[СПИСОМ](#)

[на карте](#)

[география участников](#)



**Asanova Aizhan Izbasovna**

asanovaaizhan



**Vladislav**

vladik 56



**Alisa**

lisenok



**cveta**

z-raven3



**Mark**

marke



**nadyatup**

nadyatup



**Chernyadev Ivan**

chernyadevi



**veron\_2**

veron 2

Активация W

Чтобы активировать

перейдите к пара

компьютера.



**lenara**

lenara



**Tatyana**

bukreeva75



***Спасибо за внимание!***

***Тупицына Надежда,  
МБОУ СОШ № 56 города Кирова***