



Stars of Science and Education, РусАльянс «Сова»



Министерство просвещения Российской Федерации

Департамент образования и науки города Москвы

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
города Москвы "Школа № 199"

Международный конкурс проектов "ECO Life" 2025/26

Исследовательская работа

Поиск наиболее эффективных условий нагрева ВОДЫ ОТ СОЛНЦА

Выполнил: Касаткин Георгий Денисович

Ученик 4Л класса

Руководитель: Новикова Наталья Дмитриевна

Учитель начальных классов

2025-2026 г.

Оглавление

1. Аннотация
2. Введение
 - 2.1. Постановка проблемы
 - 2.2. Цель и задачи исследовательской работы
 - 2.3. Гипотеза исследовательской работы
 - 2.4. Методы исследования
 - 2.5. Практическая значимость исследовательской работы
3. Основная часть
 - 3.1. Методика выполнения исследовательской работы
 - 2.3.1. Оборудование и материалы
 - 2.3.2. Меры безопасности при проведении опыта.
 - 2.3.3. Методика эксперимента
 - 2.3.4. Измеряемые параметры
 - 2.3.5. Оформление результатов
4. Заключение
 - 4.1. Результаты исследовательской работы
 - 4.2. Выводы, сделанные в результате исследования
 - 4.3. Итоговый продукт исследовательской работы
 - 4.4. Перспективы развития направления исследовательской работы
5. Список используемой литературы и электронных ресурсов

Аннотация

В исследовательской работе поставлена цель определить оптимальные условия для максимально эффективного нагрева воды в течении 1 часа с использованием самодельной солнечной установки путем сравнения показателей контрольного и опытного образцов.

Задачей исследования ставится разработка и изготовление самодельной солнечной установки для нагрева воды, включающую контрольный и опытный образцы с различными параметрами. Проведение серии экспериментов по нагреву 0,5 литра воды в опытном и контрольном образцах с фиксацией изменений температуры, интенсивности солнечного излучения и силы ветра.

Объектом исследования выступает процесс нагрева воды солнечными лучами на улице в контрольном и опытном образцах. Предмет исследования - эффективность нагрева воды за 1 час в самодельной солнечной установке.

Гипотеза исследования предполагает, что создание условий для фокусирования солнечных лучей, замкнутость емкости с водой и минимизация теплопередачи нагретой воды в опытной установке, способствуют более эффективному ее нагреву за один час, что будет подтверждено более высокими температурными показателями в опытном образце по сравнению с контрольным. Новизна исследования заключается в суммировании всех условий эффективного нагрева воды солнечной энергией.

В работе показана оптимальная самодельная конструкция солнечной установки и определен лучший угол её наклона по отношению к солнцу для эффективности нагрева. В процессе серии опытов виден процесс теплопередачи и преобразование солнечной энергии в тепловую в условиях открытой местности.

Совокупность различных методов исследования для определения эффективности нагрева воды за 1 час подтверждают гипотезу оптимальности конструктивных параметров в созданной самодельной солнечной установке.

По результатам исследовательской работы можно практически создавать аналогичные эффективные самодельные водонагреватели для бытовых и промышленных нужд, например на дачах, в походах и различных аварийных ситуациях на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях.

Введение

Закон Российской Федерации от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее - Закон) регулирует отношения физических и юридических лиц по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, устанавливает требования к энергетической эффективности зданий, строений, сооружений и другим объектам.

Использование солнечной энергии, в рамках этого Закона, перспективное направление возобновляемой энергии в быту и всех отраслей государственного и частного хозяйствования. Значимость использования солнечной энергии возрастает в контексте растущих экологических проблем, стремления к уменьшению зависимости от ископаемых видов топлива и обеспечения энергетической безопасности.

Преимущества использования солнечной энергетики: экологическая чистота, возобновляемость, низкие эксплуатационные расходы, модульность и масштабируемость солнечных установок.

Актуальность данного исследования определяется необходимостью эффективного использования солнечной энергии в домашних хозяйствах и на предприятиях.

Целью исследовательской работы является выявление условий наиболее эффективно нагрева воды за 1 час с помощью самодельной солнечной установки, путём сравнения показателей контрольного и опытного образцов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Спроектировать и изготовить две модификации самодельной солнечной установки: контрольный образец (базовая конструкция без специальных улучшений) и опытный образец (конструкция с оптимизированными параметрами: применение фокусирующего зеркала и угол наклона его по отношению к солнцу, применение теплоизоляции и черного материала поглощающей поверхности).
2. Провести серию экспериментов по нагреву 0,5 литра воды в обоих образцах в одинаковых погодных условиях (время суток, наличие ветра, температура окружающей среды) в течении 1 часа.
3. Измерить и зафиксировать: начальную, через каждые 15 минут и конечную температуру воды в градусах Цельсия в каждом образце.
4. Измерить и зафиксировать интенсивность солнечного излучения и скорость ветра при каждом измерении температуры воды.
5. Сравнить динамику нагрева и конечные температурные показатели воды в контрольном и опытном образцах.
6. Выявить факторы, оказывающие наибольшее влияние на эффективность нагрева воды.

7. Сформулировать практические рекомендации по конструированию и применению самодельных солнечных установок для достижения максимального нагрева воды за один час.

Методы исследования:

1. Экспериментальный метод (натурные испытания на открытом воздухе).
2. Сравнительный анализ данных контрольного и опытного образцов.
3. Инструментальные измерения (термометры, часы, смартфон с программой для измерения освещенности).

Практическая значимость исследовательской работы заключается в том, что позволяет разработать доступные рекомендации по созданию эффективных самодельных солнечных водонагревателей для промышленных и бытовых нужд, продемонстрировать потенциал использования возобновляемых источников энергии на практике, повысить энергоэффективность и снизить затраты на нагрев воды в теплое время года.

Основная часть

Методика выполнения исследовательской работы

Оборудование и материалы:

картонная коробка (50 × 30 × 20 см); алюминиевая фольга; чёрная ткань; прозрачный сотовый поликарбонат; ёмкости для воды (стеклянные банки 0,5 л (2 шт.); термометры спиртовые 2 шт; часы; рулон поролона; смартфон с приложением для измерения освещённости, вогнутый отражатель диаметром 29 см, пакет из прозрачного полиэтилена (70 × 70 × 70 см).

Меры безопасности при проведении опыта.

Во избежание ожога работать в перчатках, проводить опыт вдали от легковоспламеняемых предметов, использовать стеклянные емкости устойчивые к нагреванию.

Методика эксперимента:

Шаг 1. Сборка солнечной «печи».

- 1.1. Сделать в картонной коробке две дверцы с противоположных сторон из сотового поликарбоната.
- 1.2. Утеплить все стенки коробки, кроме дверц, поролоном (утеплитель).
- 1.3. Внутренние стенки коробки, кроме дверц, обклеить алюминиевой фольгой (отражатель).
- 1.4. Поместить внутрь коробки стеклянную банку с водой объемом 0,5 литра и закрыть полиэтиленовой крышкой (в крышке сделать отверстие для термометра).
- 1.5. Наружные стенки коробки, кроме дверц, обтянуть черной тканью (для уменьшения отражения солнечных лучей).
- 1.6. Вставить в банку с водой через отверстие в коробке и крышке термометр для измерения температуры.
- 1.7. Сделать из полиэтилена прозрачный колпак и накрыть им коробку.

Шаг 2. Подготовка проб. Берем две одинаковые банки с одинаковым количеством воды 0,5 литра и одинаковой температуры 35 градусов Цельсия. Помещаем в банки термометры для измерения температуры в течении часа.

2.1. Банка А – это собранный опытный образец, солнечная «печь», должен поглощать больше солнечной энергии.

2.2. Банка Б – это контрольный образец, банка из прозрачного стекла ничем не защищена и не закрыта, должна отражать часть солнечных лучей.

Шаг 3. Проведение опыта.

3.1. Устанавливаем банку А на солнце под углом 70 градусов от поверхности земли для того, чтобы солнечные лучи падали на неё под углом 90 градусов в переднюю дверцу для оптимального нагрева. Вогнутый отражатель солнечных лучей диаметром 29 см ставим за банкой А и фокусируем солнечные лучи через заднюю вторую дверцу на банку с водой в коробке для её дополнительного нагрева.

3.2. Устанавливаем банку Б на поверхность земли под углом 90 градусов, поэтому солнечные лучи будут на неё падать под углом больше 90 градусов, что не даст оптимальности нагрева.

3.3. Банку А накрываем полиэтиленовым колпаком для исключения обдува ветром, что повысит эффективность нагрева солнечными лучами, банку Б оставляем незащищенной, что снизит эффективность нагрева солнечными лучами.

3.4. Температуру на улице в период проведения каждого опыта измеряем в градусах Цельсия.

3.5. Определяем уровень освещенности на улице в период проведения каждого опыта в люксах.

3.6. Определяем уровень силы ветра на улице в период проведения каждого опыта в метрах в секунду.

3.7. Измеряем температуру на улице и в банках А и Б каждые 15 минут в течении одного часа каждого эксперимента.

3.8. Повторяем эксперимент несколько раз для сравнения результатов.

Измеряемые параметры:

- t_0 (°C) — начальная температура воды;
- $t_{15}, t_{30}, t_{45}, t_{60}$ (°C) — температура воды через 15/30/45/60 минут;
- $\Delta t = t_{60} - t_0$ (°C) — прирост температуры за один час;
- $\Delta_{A-B} t$ — разница температуры воды между банками А и Б;
- $\Delta_{ясно} t, \Delta_{пасм} t$ — влияние освещенности на нагрев воды в банках А и Б;
- $\Delta_{ветер} t, \Delta_{без\ ветер} t$ — влияние ветра на нагрев воды в банках А и Б.

Оформление результатов

Таблицы измерений

Дата и время проведения опыта	Освещенность (люксов)	Ветер (метров в секунду) северный	Температура воздуха на улице (градусов Цельсия)	Температура воды в контрольной банке Б (градусов Цельсия)	Температура воды в опытной банке А (градусов Цельсия)
17.02.2026	Ясно, солнечно, без осадков				
13=30	6553	3	-12	+35	+35
13=45	6553	3	-12	+32	+35
14=00	6553	3	-12	+18	+35,5

14=15	6553	3	-12	+16	+35,5
14=30	6553	3	-12	+14	+35,5

Дата и время проведения опыта	Освещенность (люксов) Переменная облачность, небольшой снег	Ветер (метров в секунду) северо-западный	Температура воздуха на улице (градусов Цельсия)	Температура воды в контрольной банке Б (градусов Цельсия)	Температура воды в опытной банке А (градусов Цельсия)
21.02.2026					
13=30	2156	5	- 4	+35	+35
13=45	2156	5	- 4	+33	+35
14=00	2156	5	- 4	+28	+35
14=15	2156	5	- 4	+21	+35
14=30	2156	5	- 4	+19	+35

Дата и время проведения опыта	Освещенность (люксов) Переменная облачность	Ветер (метров в секунду) западный	Температура воздуха на улице (градусов Цельсия)	Температура воды в контрольной банке Б (градусов Цельсия)	Температура воды в опытной банке А (градусов Цельсия)
07.03.2026					
13=30	5117	2	+2	+35	+35
13=45	5117	2	+2	+33	+35
14=00	5117	2	+2	+30	+35,5
14=15	5117	2	+2	+25	+35,5
14=30	5117	2	+2	+23	+36

Дата и время проведения опыта	Освещенность (люксов) Ясно, солнечно, без осадков	Ветер (метров в секунду) юго-западный	Температура воздуха на улице (градусов Цельсия)	Температура воды в контрольной банке Б (градусов Цельсия)	Температура воды в опытной банке А (градусов Цельсия)
10.03.2026					
13=30	6553	1	+7	+35	+35
13=45	6553	1	+7	+33	+35,5
14=00	6553	1	+7	+30	+36
14=15	6553	1	+7	+29	+36,2
14=30	6553	1	+7	+27	+36,5

Дата и время проведения опыта	Освещенность (люксов) Ясно, солнечно, без осадков	Ветер (метров в секунду) юго-западный	Температура воздуха на улице (градусов Цельсия)	Температура воды в контрольной банке Б (градусов Цельсия)	Температура воды в опытной банке А (градусов Цельсия)
12.03.2026					
13=30	6553	0,8	+10	+35	+35
13=45	6553	0,8	+10	+34	+35,5
14=00	6553	0,8	+10	+32	+36
14=15	6553	0,8	+10	+31	+36,3
14=30	6553	0,8	+10	+29	+36,7

Описание условий и результатов опыта

Опыт проводился в течении пяти дней, при различных климатических условиях. Начальная температура воды t_0 ($^{\circ}\text{C}$) в банках А и Б всегда была постоянной $+ 35^{\circ}\text{C}$.

17 февраля 2026 года при максимальной освещенности 6553 люксов, температуре на улице — 12°C и северном ветре 3 метра в секунду за час вода в банке А нагрелась на 0,5°C, в банке Б температура воды снизилась до +14 °С.

21 февраля 2026 года при освещенности 2156 люксов, температуре на улице — 4°C и северном ветре 5 метров в секунду за час вода в банке А не нагрелась, но сохранила свою температуру, в банке Б температура воды снизилась до +20 °С.

07 марта 2026 года при освещенности 5117 люксов, температуре на улице +2°C и западном ветре 2 метра в секунду за час вода в банке А нагрелась на 1°C, в банке Б температура воды снизилась до +23 °С.

10 марта 2026 года при освещенности 6553 люксов, температуре на улице +7°C и юго-западном ветре 1 метр в секунду за час вода в банке А нагрелась на 1,5°C, в банке Б температура воды снизилась до +27 °С.

12 марта 2026 года при освещенности 6553 люксов, температуре на улице + 10°C и юго-западном ветре 0,8 метра в секунду за час вода в банке А нагрелась на 1,7°C, в банке Б температура воды снизилась до +29 °С.

Фотоотчет.

Фото №1. Банка А в «Солнечной печи» и контрольный образец Банка Б.



Фото №2. Установка на улице контрольного образца Банки Б и Банки А в «Солнечной печи» под углом 70 градусов от поверхности земли с вогнутым

отражателем солнечных лучей диаметром 29 см для фокусирования солнечных лучей через заднюю вторую дверцу в коробке для дополнительного нагрева воды.



Заключение

Результаты исследовательской работы.

Гипотеза исследования полностью подтвердилась, созданные условия в опытной установке (фокусирование солнечных лучей и выбор оптимального угла их падения на емкость с водой, замкнутость емкости с водой и минимизация теплопередачи нагретой воды в опытной установке) способствуют более эффективному ее нагреву за один час, что подтверждено более высокими температурными показателями в опытном образце по сравнению с контрольным.

Банка А, опытный образец, сохраняет температуру лучше и нагревается быстрее от солнечных лучей, потому что не обдувается ветром, получает солнечную энергию с двух сторон, обтянут темной тканью и отдает минимум тепла.

В банке А вода всегда была теплее, по сравнению в водой банки Б:

- 17 февраля 2026 года на 21°C;
- 21 февраля 2026 года на 14°C;
- 07 марта 2026 года на 13°C;
- 10 марта 2026 года 9,5°C;
- 12 марта 2026 года на 7,7°C.

Выводы, сделанные в результате исследования.

Итоговый продукт исследовательской работы это «солнечная печь». В созданном образце «солнечной печи» оптимально сочетаются условия максимально эффективного нагрева воды в течении 1 часа при различных

погодных условиях, что показало сравнение измеряемых параметров в контрольном (банка Б) и опытном (банка А) образцах.

Погодные условия на прямую влияют на эффективность работы «солнечной печи», чем меньше освещенность, ниже уличная температура и сильнее ветер, вода, а обоих банках нагревается меньше. В климатических условиях средней полосы России «солнечные печи» могут эффективно использоваться различными потребителями в бытовых и промышленных целях в течение 6–7 месяцев в году (март/апрель — сентябрь).

При наличии высокой солнечной активности в домашних условиях и на предприятиях посредством таких установок, как контрольный образец в данной исследовательской работе «солнечная печь», можно, особенно в летнее время кипятить воду для различных нужд, осуществлять приготовление и разогрев различных блюд, производить обогрев подвальных помещений.

Тема, рассмотренная в данной исследовательской работе, имеет большую перспективу для дальнейшего разностороннего теоретического и практического изучения. Целесообразно будет применить для фокусирования солнечных лучей вогнутое зеркало большого диаметра или линзу, использовать емкости для нагрева с двойной стенкой и использовать для нагрева незамерзающие жидкости или металлы. Использование электронного термометра с записью данных позволит точнее собрать измеряемые параметры. Интересно будет провести исследовательскую работу по данной теме в различное время года и суток, а также в различных регионах Российской Федерации. На основе полученных в ходе дальнейшего исследования данных разработать практические рекомендации по использованию солнечной энергии в различных регионах Российской Федерации.

Список используемой литературы и электронных ресурсов.

1. Арикат. С. М., «Гибридная система тепло и электроснабжения применительно к жилому сектору Иордании», Дисс. канд. техн. наук. М.: МЭИ, 2001.
2. Бекман У. А., Клейн С. А., Даффи Дж. А., «Расчет систем солнечного теплоснабжения», М. Энергоиздат, 1982.
3. Бутузов В.А. «Анализ опыта разработки и эксплуатации гелиоустановок в Краснодарском крае», «Промышленная энергетика», №2, 1997.
4. Валов М.М., Горшков Б.Н., Некрасова Э.И. «О точности определения интенсивности солнечной радиации при расчётах гелиоустановок», «Гелиотехника», №6, 1982.
5. Попель О.С. «Эффективность применения солнечных водонагревателей в климатических условиях средней полосы России», Энергосбережение, 2001, №1.
6. Рабинович М.Д. «Сравнение различных методов представления климатологической информации при расчёте производительности гелиосистем», «Гелиотехника», №3, 1986.
7. Содонов Б. И., «Разработка систем энергоснабжения на основе солнечных модулей с асимметричными параболоцилиндрическими концентраторами автономных сельскохозяйственных объектов Забайкалья», Дисс. канд. техн. наук. М.: ВИЭСХ, 2004.
8. Харченко Н.В., «Индивидуальные солнечные установки», М.: Энергоатомиздат, 1991.