Международный конкурс исследовательских работ школьников

«Research start»

Тема: **«Исследование водородной энергетика»**

Тимергалиева Аделина Ильназовна

МБОУ " Центр образования - Гимназия №57 "Притяжение"

11 класс

Научный руководитель:

Гильманова Нина Николаевна

учитель физики

НАБЕРЕЖНЫЕ ЧЕЛНЫ

2023г.

**Оглавление**

Введение.................................................................................................................... 3

I. Теоретическая часть

1.1. Электроэнергетика: проблемы, пути решения................................................4

1.2. Водородная энергетика и история возникновения..........................................5

1.3. Перспективы и преимущества водородной энергии.......................................6

1.5.Технологии водородной энергетики: производство, хранение и использование водорода в различных областях.....................................................7

1.6.Ограничения водородной энергетики...............................................................8

II. Практическая часть

2.1.Изучение зеленой водородной энергетики................................................10-12

2.2. Анкетирование..................................................................................................12

2.3. Опыт …………………………………………………………………………..13

III . Заключение........................................................................................................14

IV. Литература.........................................................................................................15

V. Приложение ………………………………………………………………..16-17

**ВВЕДЕНИЕ**

Водородная энергетика является одним из наиболее актуальных направлений развития современной энергетики. В последние годы наблюдается все больший интерес к использованию водорода как экологически чистого и эффективного источника энергии.

**Цель работы:** изучить возможности зеленой водородной энергетики для обеспечения России, создать прибор для электролиза.

**Гипотеза:** может ли на данный момент водородная энергетика полностью заменить традиционную.

**Объект исследования:** энергетическая система.

**Предмет исследования:** зеленая водородная энергетика.

**Проблема исследования:** В настоящее время современный мир стал сталкиваться с чрезмерным исчерпанием полезных ископаемых, а также с негативными последствиями использования традиционных источников энергии, таких как нефть, уголь и природный газ, поэтому человечество стремиться к созданию более экологически чистых источников энергии.

**Актуальность:** Энергетика играет критическую роль в повседневной жизни человека, обеспечивая освещение, отопление, охлаждение, транспорт, производство и другие, жизненно важные функции. Она поддерживает экономику, обеспечивает комфорт и удобства, и способствует развитию технологий и науки. Энергия также необходима для производства пищи, воды и прочих основных потребностей. Отсутствие энергии или нестабильность в ее обеспечении может серьезно угрожать жизни и благосостоянию людей.

**Практическая значимость** заключается в том, чтополученные данные можно использовать на уроках физики, географии, химии и во внеклассной работе.

**Приемы и методы:** Изучение и теоретический анализ литературы по исследуемой проблеме; Изучение реального положения дел в производстве электроэнергии при использовании запасов традиционных природных видов топлива; Анализ особенностей зеленой водородной энергетики; Анализ преимуществ и перспектив водородной энергетики.

**Задачи**:

1. Собрать и изучить учебную, научно - популярную литературу и Интернет - источники по теме «водородная энергетика».
2. Рассмотреть возможности производства, хранения и использования водорода, его перспективы и преимущества.
3. Ознакомиться с проектами, связанными с зеленой водородной энергетикой.
4. Провести анкетирование.
5. Сделать электролизер.
6. Сделать выводы о перспективах развития водородной энергетики.

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**1.1. Электроэнергетика: проблемы, пути решения.**

Электроэнергетика - ключевая отрасль современной промышленности, обеспечивающая устойчивое функционирование экономики, комфорт и безопасность населения. Однако, электроэнергетика также сталкивается с рядом проблем, которые ограничивают ее развитие и стабильность.  
**Основные проблемы электроэнергетики:**1. Недостаток энергоносителей:  
2. Высокая стоимость производства:  
3. Энергетическая неэффективность:  
4. Экологические проблемы:  
  
**Пути решения проблем электроэнергетики:**1. Развитие возобновляемых источников энергии:  
Одним из путей решения проблем электроэнергетики является переход к использованию возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия, биогаз, гидроэнергетика и др. Это позволит сократить зависимость от ограниченных энергоносителей и снизить негативное влияние на окружающую среду.  
  
2. Улучшение энергоэффективности:  
Оптимизация процессов производства и передачи электроэнергии, внедрение новых энергоэффективных технологий и сокращение потерь в процессе эксплуатации - все это важные шаги по повышению энергоэффективности электроэнергетики.  
  
3. Развитие ядерной энергетики с высокой безопасностью:  
Ядерная энергетика, несмотря на свои риски, является одним из самых эффективных источников электроэнергии в настоящее время. Развитие и использование новых безопасных технологий в ядерной энергетике может помочь справиться с проблемами энергетической безопасности и экологии.  
  
Таким образом, проблемы электроэнергетики являются серьезными вызовами для общества. Однако, разработка и внедрение новых технологий, переход к возобновляемым источникам энергии, повышение энергоэффективности - все это пути решения проблем, которые могут привести к более устойчивой и экологически чистой электроэнергетике. Одной из главных задач является содействие развитию и применению таких технологий для обеспечения устойчивого и безопасного энергетического будущего.

**1.2. Водородная энергетика и история возникновения.**

Водородная энергетика — это система получения энергии из водорода, с использованием различных методов, таких как электролиз, реформинг углеводородов, ферментативное брожение и др. При этом основными особенностями водородной энергетики являются чистота, эффективность и универсальность.

Рассмотрим историю возникновения водородной энергетики, начиная с первых ее исследований до современных технологических достижений.  
1. Первые исследования и открытия:  
История водородной энергетики насчитывает несколько столетий. Ещё в XVI веке швейцарский алхимик Парацельс открыл свойства водорода, а в XVIII веке английский ученый Генри Кавендиш первым выделил его в чистом виде путем реакции с кислородом. Важным шагом в истории стало открытие французским химиком Л. Гай-Люссаком в 1802 году закона объемных соотношений, определившего стехиометрические значения в реакции образования воды из водорода и кислорода.  
2. Развитие технологий производства водорода:  
В середине XIX века начались активные исследования в области производства водорода. В 1828 году русский ученый Д. И. Менделеев разработал метод улавливания водорода из воды с помощью металлического катализатора. В 1868 году французский инженер П. Э. М. Гастин демонстрирует работу первой водородной батареи, использующей принцип электролиза воды.  
3. Применение водородной энергетики в промышленности:  
В начале XX века водородная энергетика находит свое применение в промышленности. В 1910 году немецкий химик Фридрих Бергиус представляет концепцию водородного водо-газового водопровода, который широко использовался во время Первой мировой войны. В 1932 году Германия запускает первую стационарную водородную электростанцию.  
4. Развитие водородных технологий во время энергетического кризиса:  
В 1970-х годах, в связи с энергетическим кризисом, интерес к водородной энергетике возрастает. В 1976 году была создана первая водородная топливная ячейка, а в 1989 году американский ученый Стэнли Праусниц представил концепцию водородной экономики – использования водорода в качестве универсального топлива.  
5. Современные достижения и перспективы:  
Современная водородная энергетика продолжает развиваться и исследоваться. В настоящее время проводятся исследования по созданию эффективных и экологически чистых способов производства водорода, в том числе с использованием возобновляемых источников энергии. Водородные транспортные системы также активно развиваются, открывая новые возможности для передвижения на чистой источнике энергии.

**1.3.Переспективы и преимущества водородной энергии.**

Перспективы водородной энергетики:  
1. Устойчивость залежей водорода.

Один из главных аргументов в пользу водородной энергетики - это ее устойчивость в отличие от ограниченных источников нефти, угля и газа. Водород можно получить как из возобновляемых, так и из невозобновляемых источников, таких как солнечная и ветровая энергия, биомасса и вода.  
  
2. Экологическая чистота.

Водородная энергетика является экологически чистым источником энергии, поскольку при сжигании водорода не выделяются вредные для окружающей среды выбросы. Это ставит водородную энергетику в одну категорию с другими возобновляемыми источниками энергии, такими как солнце и ветер.  
  
3. Высокий коэффициент использования.

Сравнительно низкое количество энергии теряется в процессе использования водородной энергетики по сравнению с другими видами энергии. Водород можно использовать в топливной электрической ячейке, где он может преобразовываться в электричество с высоким КПД, что обеспечивает экономию энергии и повышает энергетическую эффективность.

4. Широкий спектр применения.

Водород можно использовать в различных отраслях промышленности, таких как транспорт, производство электроэнергии, отопление, сталелитейное производство, химическая промышленность и другие. Это делает ее универсальным решением для множества задач и областей применения.

**1.5. Технологии водородной энергетики: производство, хранение и использование водорода в различных областях**

**Производство водорода:**  
а) Электролиз воды - один из основных методов производства водорода. Водород и кислород, полученные при электролизе, разделяются с помощью специальных мембран или формируются в отдельные газовые потоки.  
  
б) Стимулированный фотолиз воды - процесс, при котором солнечная энергия используется для разлома воды на водород и кислород. Одним из способов реализации данного процесса является использование фотохимических реакторов и катализаторов.  
  
в) Извлечение из водорносных источников - водород можно получить путем извлечения из природных ресурсов, таких как природный газ или уголь, через химические процессы, такие как паровая реформация или газификация.  
  
**Хранение и транспортировка водорода:**  
а) Водородные цистерны - использование высокодавлений цистерн позволяет хранить водород в сжатом виде. Это является наиболее распространенным способом хранения и транспортировки водорода.  
  
б) Жидкий водород - при охлаждении водород переходит в жидкое состояние, что значительно увеличивает его плотность. Жидкий водород можно использовать для хранения и транспортировки на большие расстояния.  
  
в) Водородные связки - использование водородных связок в материалах позволяет эффективно захватывать и освобождать водород при необходимости, что упрощает его хранение и транспортировку.

**Использование водорода в различных областях:**  
Водород может быть использован в различных областях, включая энергетику, транспорт, промышленность и бытовые потребности. В энергетике, водород может быть использован для генерации электроэнергии в топливных элементах, где он взаимодействует с кислородом, производя электричество и воду. В транспорте, водород может использоваться водородными топливными элементами в качестве альтернативы традиционным ископаемым топливам, таким как бензин или дизельное топливо. Применение водородных топливных элементов в промышленности может снизить зависимость от ископаемых ресурсов и уменьшить выбросы парниковых газов. В бытовых условиях, водород может быть использован для обеспечения тепла и электроэнергии в домашних системах.

**1.6.Ограничения водородной энергетики**

Вопреки своим многообещающим возможностям, водородная энергетика сталкивается с рядом ограничений и вызовов, которые необходимо учесть для ее успешной реализации. Рассмотрим три основных ограничения и вызова водородной энергетики: высокие затраты на инфраструктуру, сложности в хранении и транспортировке, разработка безопасных технологий и стандартов.

1. Высокие затраты на инфраструктуру.  
Одной из главных преград перед широкомасштабным применением водородной энергетики являются высокие затраты на инфраструктуру. Для использования водорода в качестве источника энергии необходимо создание специализированных станций по его производству, хранению и распределению. Существующая инфраструктура, ориентированная на нефтепродукты, не подходит для водорода, что требует серьезных инвестиций и времени для ее модернизации. Кроме того, построение такой инфраструктуры требует большой площади земли и массовых технических решений, что также влияет на общие затраты.  
  
2.Сложности в хранении и транспортировке.  
Хранение и транспортировка водорода являются еще одним вызовом для водородной энергетики. В своем естественном состоянии водород является газообразным веществом, что значительно осложняет его хранение и перевозку. Для преодоления этой сложности, водород должен быть сжат или охлажден до очень низких температур, что требует использования специальных технологий и оборудования. Кроме того, взаимодействие водорода с другими веществами может привести к утечке или взрыву, что требует разработки безопасных методов его перевозки и хранения.  
  
3. Разработка безопасных технологий.  
Безопасность является фундаментальным аспектом развития водородной энергетики. Водород высоко взрывоопасный газ, и его использование требует разработки безопасных технологий и стандартов. Утечки и аварии могут иметь серьезные последствия, поэтому необходимо внимательно разрабатывать и внедрять меры предосторожности. Безопасность также важна при производстве, транспортировке и использовании водорода, что требует высокого уровня контроля и строго соблюдения соответствующих норм и стандартов.

Ограничения и вызовы водородной энергетики представляют серьезные препятствия перед ее широкомасштабным использованием. Однако, с развитием технологий и дальнейшим научным исследованиям, эти ограничения могут быть преодолены. В поддержку водородной энергетики необходимо продолжать инвестировать в исследования и разработки, чтобы обеспечить устойчивое и безопасное использование этого перспективного источника энергии.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**2.1. Изучение зеленой водородной энергетики.**

Водородная энергетика является одной из наиболее обсуждаемых и перспективных тем в сфере энергетического развития. Водород (H2) - самый обильный элемент во вселенной, который может быть использован в качестве источника чистой и устойчивой энергии. Обычно не имеет визуального цвета, но в зависимости от способа производства ему присваивают разные цвета.

Серый водород производят из природного газа метана путем конверсии — смешивания с водяным паром и нагреванием. Это самый дешевый, но и самый грязный способ. Стоимость производства серого водорода составляет $1–2 за 1 кг, но объем выбросов углекислого газа сопоставим с традиционным сжиганием углеводородного топлива. Серый водород занимает порядка 75% рынка.

Бурый (коричневый) водород, который занимает 20% от производимого в мире объема, получают с помощью газификации угля — окисления при высоких температурах. По цене и загрязняющей способности он находится на одном уровне с серым.

Голубой (синий) водород также получают путем паровой конверсии метана, но процесс подразумевает технологию улавливания углекислого газа (Carbon capture and storage, CCS), который закачивают в специальные хранилища. При его производстве необходимо больше сырья и больше энергии, чем для серого водорода. Ученые считают этот цвет далеким от экологически чистого, так как выбросы парниковых газов в атмосферу ниже, чем у серого водорода, всего на 9–12%. Стоит голубой водород в диапазоне $2,8–3,5 за 1 кг.

Бирюзовый водород уже намного более экологически чистый. Это продукт пиролиза метана — разложения газа под действием высоких температур без доступа кислорода. Вместе с ним образуется твердый углерод, который можно дальше использовать в промышленности, например сталелитейной. Цена — в районе $2.

Зеленый водород, на который возлагают надежды на декарбонизацию. Его производят электролизом. На данный момент, это самый дорогой вид водорода и стоить он может до $9 за 1 кг.

Также к полностью чистому водороду относят желтый или розовый — их, как и зеленый, получают с помощью электролиза, но только энергия поступает от АЭС. Пока в мире есть лишь один демонстрационный проект по его производству — установка мощностью 1 МВт в США.

По всему миру ищут способ удешевить производство полностью чистого водорода. Исследователи из США предлагают использовать более дешевые материалы для процесса электролиза. Китайские ученые изменили свойства катализаторов, задействованных в электролизе, и сумели эффективно выделить водород из морской воды, запасы которой неизмеримо больше пресной. В нашей стране разработали способ получения водорода окислением частиц алюминия в воде под воздействием лазерного излучения — этот процесс вдвое менее энергозатратный, чем традиционный электролиз. Однако подобные разработки находятся на лабораторном уровне, и для их внедрения понадобится много времени и ресурсов.

Проекты в мире для перехода на зеленый водород:

Проект "Гринхайдро" является одним из самых амбициозных исследовательских и разработочных проектов в области зеленого водорода в Германии. Его основная цель - создание инфраструктуры для производства и использования зеленого водорода в промышленных масштабах. Проект предусматривает строительство электролизных установок на основе возобновляемых источников энергии и ввод в эксплуатацию сетей на сжатом и жидком водороде. "Гринхайдро" планирует стать одним из крупнейших производителей и поставщиков зеленого водорода в Европе.  
  
Австралия, обладая огромными природными ресурсами, стала одной из ключевых стран в развитии зеленого водорода. Проект "Солнечный ветер" предполагает использование солнечной и ветровой энергии для производства водорода. В рамках проекта планируется строительство крупных солнечных и ветровых ферм, а также электролизных установок. Полученный зеленый водород будет применяться в различных отраслях, включая энергетику, промышленность и транспорт.

Проект "Hybrit" является совместным предприятием нескольких шведских компаний, включая SSAB, LKAB и Vattenfall. Целью проекта является разработка технологии производства стали с использованием зеленого водорода вместо традиционного кокса. В процессе производства стали при помощи зеленого водорода избегается выброс углекислого газа. "Hybrit" планирует создать первую в мире коммерческую сталелитейную печь на зеленом водороде, что значительно снизит углеродный след от производства стали.

Франция – одна из стран, активно развивающих зеленый водород. Компания "Грин Хайдро" в настоящее время реализует проект строительства крупнейшей в мире производственной базы по производству зеленого водорода. Основным источником энергии для этого проекта станет солнечная энергия, получаемая с помощью солнечных батарей. Предполагается, что в результате данного проекта ежегодно будет производиться около 8000 тонн зеленого водорода.  
  
В Великобритании один из самых крупных проектов по производству зеленого водорода – "(North Humber Side ". В рамках проекта планируется строительство ветроэнергетической фермы с мощностью около 3 ГВт. Эта энергия будет использоваться для производства зеленого водорода путем электролиза. Ожидается, что в результате этого проекта удастся произвести около 800 тысяч тонн зеленого водорода в год.  
  
В Германии находится проект " Arnem ", который также ориентирован на создание инфраструктуры для производства и использования зеленого водорода. В рамках этого проекта планируется строительство мощного парка ветроэнергетических установок, а также электролизера для производства водорода. Ожидается, что ежегодно в результате данного проекта будет производиться около 900 тысяч тонн зеленого водорода.

Переход на зеленый водород стал глобальным трендом, Россия, как одна из ведущих энергетических держав, также принимает участие в разработке и реализации проектов для перехода на зеленый водород. Рассмотрим некоторые из них:

1. Северо-Западный проект по водородной энергии:  
Международное сотрудничество совместно с Европейским Союзом позволило России запустить проект по созданию завода, который будет производить зеленый водород на основе возобновляемой энергии. Завод будет располагаться на Северо-Западе России, где есть достаточное количество возобновляемых источников энергии, таких как ветровая и солнечная энергия. Производство зеленого водорода на базе данного завода позволит России снизить выбросы парниковых газов и сделать свой вклад в борьбу с изменением климата.  
  
2. Проект "Водородная Долина":  
Один из самых амбициозных проектов в России, "Водородная Долина", планирует создать клавишные компоненты водородной экосистемы на одной территории. Проект включает в себя производство зеленого водорода, его транспортировку, хранение и использование в различных отраслях экономики. Возле долины будут построены сети заправочных станций для транспортных средств, работающих на водороде, а также предприятия по производству и использованию водородных топливных элементов.  
  
3. Проект "Арктический Водород":  
В связи с активным развитием арктической зоны, Россия также рассматривает возможности использования зеленого водорода в этом регионе. Планируется создание комплекса по производству и экспорту водорода из арктической зоны. Проект основан на использовании возобновляемых источников энергии, таких как ветровая и гидроэнергия, для производства зеленого водорода и его транспортировки на места потребления.

4В последние годы Россия все больше осознает необходимость решения проблемы климатического кризиса и активно принимает меры для перехода на зеленый водород. В 2020 году правительство РФ приняло Зеленую Доктрину, которая предусматривает развитие водородного сектора до 2035 года. Также в стране ведется работа над созданием национальной программы развития водородной энергетики.  
  
5.В Волгоградской области в 2021 году был запущен химико-технологический комплекс "Волгорегионгаз", оснащенный уникальным электролизером, который позволяет получать водород с использованием возобновляемых источников энергии.

6.Еще одним проектом является строительство водородной станции в городе Киров, где также планируется использование возобновляемых источников энергии.

Перспективы развития зеленого водорода в России.  
Россия, обладая огромными запасами природного газа, может стать ведущим производителем зеленого водорода, который получается из этого сырья. Также у страны имеются значительные возобновляемые источники энергии, такие как солнечная и ветровая энергия, которые могут быть использованы для получения зеленого водорода. Вместе с тем, Россия также должна развивать инфраструктуру для использования, транспортировки и хранения зеленого водорода.

**2.2. Анкетирование.**

Изучив теоретические сведения про водородную энергетику, провела анонимное анкетирование среди учащихся 8-11 классов. В опросе участвовало 64 человека. Участники должны были ответить на 11 вопросов, чтобы определить уровень своих знаний об энергетике. Перечень вопросов и результаты анкетирования представлены в **приложении 1**. Проанализировав ответы, выяснила, что большинство не имеют верное представление об энергетике в целом, о зеленой водородной энергетике в частности.

Рассказав немного теории об энергетике, а именно зеленой водородной энергетике. Был задан вопрос: « Как вы думаете, перейдет ли мир полностью на зеленую водородную энергетику?»

35 человек ответили «да, перейдет», 29 человек – «нет, не сможет».

Таким образом, после небольшого сообщения о водородной энергетике, многие заинтересовались данной темой, и можно предположить, что хотя бы один из учащихся еще больше раскроет данную тему в будущем.

**2.3. Опыт.**

Ознакомившись с основными способами получения водорода. Больше всего меня заинтересовал – электролиз. Для этого я собрала специальное оборудование и провела опыт. **Приложение 2**.

Электролиз – окислительно-восстановительный процесс, протекающий на электродах при прохождении электрического тока через расплав или раствор электролита.

Электролизер – прибор для электролиза

Цель: сделать электролизер своими руками.

Оборудование: сода, дистиллированная вода, солевая батарейка, угольник, паяльник, термоклей, провод, источник питания, пробирки.

Ход работы:

1)из батарейки нужно извлечь угольный стержень:

* содрать внешнюю оболочку с батарейки;
* с помощью пассатижей отрываем верхнюю крышку;
* с помощью шила поддеваем, вытаскиваем пластиковые подкладки;
* с помощью шила круговыми движениями выковыриваем электролиты и угольные стержни;

2) кипятим около часа угольные стержни;

3) в пластиковом уголке проделываем отверстия и укрепляем угольные стержни;

4) соединяем проводами;

5) термоклеем изолируем провода;

6) готовим солевой раствор;

7) ставим пробирки, ждем пока накопиться водород.

8) электролизер готов.

Подожжем водород, который накопился в пробирке, слышим хлопок. Чистый водород сгорает практически бесшумно. Таким образом, можно судить о том, что к водороду не помешался кислород из воздуха.

Вывод: создали электролизер в домашних условиях.

**Заключение**

Таким образом, водородная энергетика для России представляет собой перспективное направление развития, которое может существенно сократить загрязнение окружающей среды и обеспечить энергетическую независимость. Несмотря на некоторые технические и экономические проблемы, она имеет огромный потенциал и большие перспективы в будущем. Однако для реализации этого потенциала требуется дальнейшая разработка технологии хранения и использования водорода, а также создание соответствующей инфраструктуры. Благодаря своей чистоте, эффективности и универсальности, водородная энергетика может стать ключевым фактором в переходе к устойчивому и экологически безопасному будущему.

Создала электролизер для рассмотрения одного из способов производства водорода.

Раскрыв ключевые моменты водородной энергетики, можно предположить, что через некоторое время человечество все же придет к «зеленому водороду», и возможно водородная энергетика полностью или частично заменит традиционную. Поскольку каждый день идет усовершенствование водородной энергетики, и я хочу помочь развить данную сферу в нашей стране и заинтересовать как можно больше людей.

**Литература**

«Зеленая экономика» Александра Липин.

«Зеленая» энергетика» Комарова Валентина Викторовна, Заикин С. С., Садовникова Галина Дмитриевн.

«Водород в энергетике» Р. В. Радченко, А. С. Мокрушин, В. В. Тюльп.

«Введение в водородную энергетику» Шпильрайн Э. Э.

«Возобновляемая энергетика» А. Б.Алхасов.

«Мировая энергетика: состояние, проблемы, перспективы» В.В.Бушуев.

Сайты в Сети Интернет:

https://ru.wikipedia.org/wiki/ВодороднаяЭнергетика.

<https://trends.rbc.ru/trends/green/64ad3aca9a79474eabb9312f>

**Приложение 1**

**Перечень и результаты вопросов**

**Какая страна производит наибольшее количество электроэнергии?**

* США     -    32
* Китай     -    20
* Индия - 12

**В какой стране произошла самая крупная авария на АЭС?**

* Япония    -   0
* Украина   -  0
* СССР - 64

**Можно ли уничтожить или создать энергию?**

* **Да – 2**
* **Нет - 62**

**Ископаемые виды топлива включают:**

* **природный газ**
* **уголь**
* **нефть**
* **все вышеперечисленное - 64**

**Какой сектор общества потребляет больше всего энергии?**

* **жилые помещения - 2**
* **промышленность - 56**
* **транспорт - 6**
* **коммерция – 0**

**Энергоэффективность определяется как:**

* **количество энергии в ископаемом топливе - 4**
* **количество энергии, которое вы получаете от системы, деленное на общую энергию, которую вы вкладываете в систему –55**
* **количество полученной энергии минус количество потерянной – 1**
* **количество энергии, теряемой в окружающую среду – 4**

**Электричество - это движение:**

* **атомы –**
* **нейтроны - 1**
* **молекулы –**
* **заряженные частицы, такие как электроны или ионы – 63**

**Первая атомная электростанция была запущена, конечно, в Советском Союзе. И произошло это в 1954 году, через 5 лет после создания атомной бомбы. Как она называется?**

* Обнинская АЭС - 56
* Сибирская АЭС – 7
* Белоярская АЭС – 1

**Как используется тепло, выделяемое в процессе атомной реакции?**

* рассеивается в окружающем пространстве. – 7
* направляется в обогревательные системы. – 8
* используется для получения пара и вращения паровой турбины. -49

**«Зеленая» водородная энергетика производит энергию с помощью возобновляемых источников?**

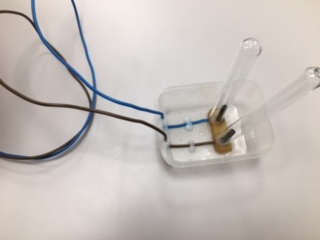
* Да – 25
* Нет – 29
* Не знаю - 10

**Как вы думаете, перейдет ли мир полностью на зеленую водородную энергетику?**

* Да – 35
* Нет – 29

**Приложение 2**

 схема электролизера; уравнение реакции

 электролизер, собранный в домашних условиях