

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОМ ДЕТСКОГО ТВОРЧЕСТВА»

**«НАДВОДНЫЙ РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС  
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА  
НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ»**

**Номинация:** творческий и исследовательский проект по темам:

«Чистая энергетика»



ПРОЕКТ ПОДГОТОВИЛ:

***Байметов Эдуард Валерьевич** 06.01.2005 г.р.  
учащийся центра по работе  
с одаренными детьми*

РУКОВОДИТЕЛИ:

*педагоги дополнительного образования*

***Романенко Игорь Николаевич**  
**Романенко Руслана Александровна***

г. ВИЛЮЧИНСК 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	3
1.1.Целеполагание и задачи работы.....	5
1.2. Актуальность и новизна проекта.....	6
2. Основная часть .....	7
2.1.Описание проекта.....	7
2.2.Теоретическое обоснование проекта .....	7
2.2.1. Что такое возобновляемые источники энергии .....	7
2.2.2. Что такое электролиз воды.....	12
2.2.3. Что такое RaspberryPi .....	12
2.3.Практическая часть.....	13
2.3.1. Разработка идеи.....	13
2.3.2. Практическая значимость и реализуемость проекта.....	13
2.3.3. План работы.....	13
2.3.4. Ресурсное обеспечение и компетенции .....	13
2.3.5. Разработка модуля для электролиза воды .....	16
2.3.6. Создание электродов.....	16
2.3.7. Работа с преобразователями напряжения.....	17
2.3.8. Работа с ветряным и солнечным генератором .....	17
2.3.9. Работа с полной конструкцией .....	18
2.4.Экспериментальная часть.....	19
2.4.1. Эксперимент №1 .....	19
2.4.2. Эксперимент №2 .....	20
3. Заключение .....	21
4. Список использованной литературы.....	22
5. Приложения .....	23
5.1. Сборка полной конструкции и работа с ней .....	24
5.2. Ссылка на видео эксперимента с электродами и солевыми растворами.....	24
5.3. Ссылка на видео тестирования прототипа комплекса по добыче водорода ..	24
5.4. Текст исходного кода.....	25

## **1. ВВЕДЕНИЕ.**

Вторжение человека в природную энергетическую и экологическую системы и его воздействие на окружающую среду обусловило ряд экологических проблем. Из-за роста потребления природных ресурсов, растёт угроза жизни не только человеческой цивилизации, но и нашей планеты. Самые распространенные источники тепловой и электрической энергии, такие как нефть, газ, уголь, древесина не возобновляемы, не бесконечны и не экологичны, поэтому в недалёком будущем у человечества появятся очень большие проблемы, справиться с которыми будет совсем поздно. Именно поэтому, в современном мире проблема долгосрочного развития энергетики является наиболее актуальной и востребованной.

### **Проблемы традиционных источников энергии**

#### **– Ограниченность запасов ресурсов**

Хоть по оценкам учёных на данный момент запасов энергетических ресурсов очень много, но в недалёком будущем их размеры сократятся в несколько раз, что приведёт к трудно поправимым критическим ситуациям и кризисам.

#### **– Рост энергетических потребностей человечества**

По мере развития человечества растут и потребности. Человеку требуется все больше ресурсов, а так как основные источники не бесконечны, то необходимо искать новые способы получения и источники энергии/

#### **– Истощение планеты**

Человек, добывая энергетические ресурсы наносит необратимый вред нашей планете. Она истощается, что негативно сказывается не только на важных биологических процессах, но и на нашей жизни.

#### **– Угроза экологической безопасности**

Добыча, переработка, получение традиционных энергетических ресурсов сопровождается с выбросами токсичных отходов в открытую среду и загрязнению окружающей среды.

## Анализ области исследования:

Изучая методы решения экологических проблем, связанных с топливом, я пришёл к выводу, что самым лучшим способом является переход от не возобновляемых к возобновляемым экологически чистым источникам энергии, создание мобильных станций на их основе. В связи с этим, самым эффективным энергетическим источником станет водород, который по своим качествам опережает традиционные источники, а также, что самое главное, он практически неиссякаем в нашей природе.

Уже сейчас существует большое количество дешевых способов получения водорода, например, разложение метана при нагревании или пропускание водяных паров над раскалённым углём, но подобные методы за счёт выделения большого количества углеводородных веществ наносят огромное количество вреда природе.



К сожалению, на данный момент, практически отсутствуют относительно дешёвые и экологичные способы добычи водородного топлива. Например, электролизер воды



для получения водорода на основе солнечной энергии австралийской компании LAVO имеет высокую производительность и эффективность, но при этом цена данного устройства значительно высока (26тыс.-29тыс. долларов), поэтому не все пользователи водородной энергии смогут позволить себе такое устройство. Другим примером является проект отделений Siemens Gamesa и Siemens Energy: станция получения водородного топлива на основе ветряной энергетики. Такая станция по должна стать самым эффективным способом получения газа и заменить все другие методы, но проект до сих пор находится на стадии разработки и неизвестно каков будет результат будет на самом деле.

Таким образом, **вопрос создания недорогих, эффективных и экологически чистых способов добычи водорода является достаточно востребованным направлением на данный момент.**

## **1.1 ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА**

**Цель:** создание надводного роботизированного комплекса для производства водородного топлива на основе возобновляемых источников энергии.

### **Задачи:**

- познакомиться с возобновляемыми источниками энергии;
- исследовать наиболее эффективные способы получения альтернативной энергии;
- собрать солнечный и ветряной генераторы электроэнергии;
- собрать установку для добычи водорода и кислорода;
- соединить и автоматизировать солнечно-ветряную и водородно-кислородную системы;
- провести тесты и эксперименты с прототипом станции.

### **Методы реализации проекта:**

- анализ области исследования, поиск необходимой информации, систематизация и применение полученных знаний;
- разработка и реализация физической модели рабочего прототипа проекта;
- проведение практических экспериментов и опытов;
- эмпирические исследования, наблюдение, анализ и фиксация результатов.

## 1.2 АКТУАЛЬНОСТЬ И НОВИЗНА ПРОЕКТА

### **Актуальность:**

Все самые распространённые традиционные энергетические ресурсы не бесконечны и очень неэкологичны, поэтому переход на экологически чистый и практически неиссякаемый источник энергии – водород, является достаточно перспективным направлением.

### **Новизна:**

Новизна проекта заключается в том, комплекс экологически чистый и не требует много ресурсных затрат, он практически не требует человеческого внимания. Электроэнергия для процесса электролиза добывается при помощи альтернативных возобновляемых источников энергии.

### **Объект исследования:**

Добыча экологически чистых, возобновляемых энергетических ресурсов, при помощи альтернативных источников энергии.

### **Предмет исследования:**

Получение водорода при помощи солнечного и ветряного источников энергии.

### **Место работы над проектом:**

Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования «Дом детского творчества».

### **Сроки работы над проектом:**

С сентября 2021 по октябрь 2022 года.

## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЕКТА

В ходе работы над проектом и исследования объекта исследования была выдвинута **гипотеза**: используя альтернативные источники энергии и возможности одноплатного компьютера Raspberry Pi можно создать комплексную станцию получения такого топлива, как водород.

### 2.2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

#### 2.2.1 Что такое возобновляемые источники энергии?

**Возобновляемые источники энергии** – это экологически чистые ресурсы, которые практически никогда не иссякнут на нашей планете и при правильном использовании, преобразовании их, можно получать электрическую и тепловую энергию, необходимую для человека

**Солнечная энергия** — это преобразованные лучи солнечного света или фотоэлектрических элементов в электрическую, получаемую за счёт физических процессов, проходящих в проводниках



и полупроводниках под воздействием солнечных лучей, или тепловую энергию, которая основана на свойствах газов и жидкостей.



В системе получения электрической энергии используют станции, основой которых являются специальные солнечные панели, изготовленные на основе кремния, переработанного из трихлорсилана. Панель состоит из n-слоя и p-слоя, между которыми находится p-n-переход. При влиянии солнечного излучения на фотоэлемент в нем образуются электронно-дырочные пары, избыток которых



переносится через р-п-переход из одного слоя в другой. На контактах п-слоя образуется положительно заряженный полюс, а на п-слое – отрицательный.

**Ветряная энергия** - преобразованная кинетическая энергии движущегося воздуха. Ветер появляется из-за неравномерного нагрева атмосферы солнечными лучами, неровностей поверхности земли и вращения планеты. От скорости потока зависит количество получаемой и преобразованной кинетической энергии.

Основной и самый эффективный способ получения энергии – ветряные установки, в основе которых лежит ветровой генератор. Он состоит из лопастей, закрепленных на первичный вал. При прохождении достаточного воздушного потока через лопасти вал начинает вращательное движение, что приводит к работе двигателя, генератор которого преобразует кинетическую энергию в электрическую. Все станции различны и специфичны, в зависимости от габаритов, места их расположения и комплектации.



### ***Энергетические свойства водорода.***



Водород является чуть ли не самым распространенным веществом на нашей планете, так как он содержится почти в каждом веществе вокруг нас, что позволяет его очень легко добывать из несложных неорганических веществ. Газ также является идеальным энергетическим ресурсом, который не наносит природе никакого вреда, так как при сжигании он не образует углекислого газа и прочих токсичных углеводородных веществ, давая при этом высокие температуры. Его теплота сгорания почти в 3 раза больше, чем у не менее эффективной нефти и в 4 раза больше, чем у природного газа и каменного угля. Водород в чистом виде можно хранить в баллонах или соляных кавернах, также его очень легко транспортировать (при помощи танкеров или по трубопроводам).



Сравнительная таблица различных видов топлива  
и их удельная теплота сгорания

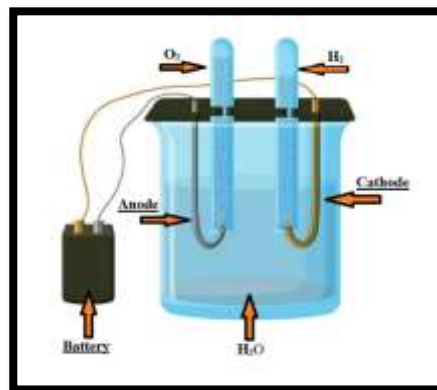
ВИД ТОПЛИВА	УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ	ЕД. ИЗМ.
	в кКал	
Водород	28700	1 м <sup>3</sup>
Нефть	10500	1 л
Газ природный	8000	1 м <sup>3</sup>
Уголь каменный	6450	1 кг
Уголь древесный	6510	1 кг
Торф	2900	1 кг
Пропан	10885	1 м <sup>3</sup>
Этилен	11470	1 м <sup>3</sup>
Мазут	9700	1 л
Метан	11950	1 м <sup>3</sup>

Электролиз воды может является самым эффективным способом получения водорода, из-за крайне дешевого источника - воды, а также малых энергозатрат, этот способ по праву считается по-настоящему «зелёным» способом добычи водорода.

Хоть водород уже применяется в общественном и для личного пользования транспорте, он еще не так активно используется в электроэнергетики, кроме некоторых экономически развитых стран.

### 2.2.2. Что такое электролиз воды?

Электролиз воды – это процесс разложения молекул воды на атомы водорода и кислорода под действием электрического тока. Процесс протекает при помощи двух электродов, помещенных в жидкость (электролит), с подключенным к ним источником питания. Один подключают к положительному



полюсу, который становится анодом, а к другой к отрицательно заряженному полюсу, который превращается в

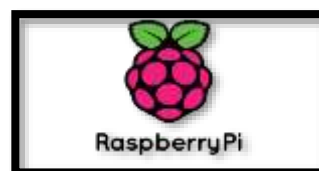
катод. При подаче тока на электроды, помещенные в электролит, катод и анод начинают притягивать к себе атомы водорода и кислорода, отделяя их друг от друга. Важно распределить полученные газы между собой, потому что при их смешивании образуется взрывоопасный гремучий газ Брауна.

### 2.2.3 Что такое RaspberryPi?

RaspberryPi – это миниатюрный одноплатный компьютер, который с лёгкостью поместится на ладони взрослого человека. Несмотря на



свои скромные размеры, плата имеет высокую производительность, низкое потребление энергии, что позволяет вычислительному



устройству выйти на один уровень со стационарными ПК.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **2.3.1. Разработка идеи**

Размышления о том, какая должна быть модель, что она должна из себя представлять, являются наиболее важным этапом проекта. Идея заключается в создании надводного роботизированного комплекса для производства водородного топлива на основе возобновляемых источников энергии.

### **2.3.2 Практическая значимость и реализуемость проекта**

Предполагаемое устройство, созданное в промышленных масштабах, может использоваться крупными топливно-энергетическими компаниями и корпорациями, а также для частных домовладений, в зависимости от габаритов установки.

Создание прототипа установки для добычи малого количество водородной энергии в условиях полупрофессионального несложного оборудования и компонентов полностью возможно при наличии необходимых знаний и умений, в условиях промышленного масштаба в проекте будут использоваться передовые технологии и материалы, что обуславливает высокую эффективность создаваемого модуля.

### **2.3.3. План работы**

1. Анализ источников информации
2. Изготовление системы электролиза воды
3. Создание ветряного и солнечного генератора
4. Заготовка платформы и ёмкостей для хранения газов
5. Компоновка частей станции
6. Подключение модуля к общей сети питания
7. Проведение экспериментов

### **2.3.4. Ресурсное обеспечение**

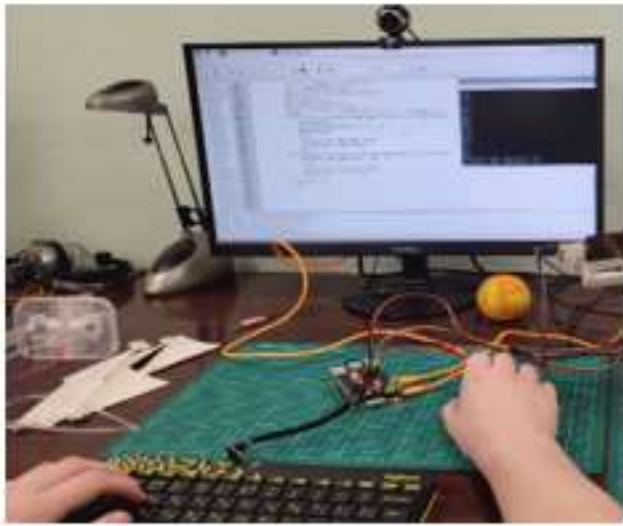
1. Руководители и консультация
  - Консультация с химической лабораторией военно-морской базы города Вилючинск

- Руководители, помогавшие в реализации проектной деятельности:  
Романенко Игорь Николаевич, Романенко Руслана Александровна.

## 2. Материально-техническое обеспечение

Для работы со всеми компонентами необходимо специальное оборудование, которое поможет заготовить комплектующие для станции, а в последствии собрать всю систему

От качества материалов зависит эффективность установки, поэтому необходимо подобрать качественные комплектующие для станции.

Техническое обеспечение	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Рабочее место с персональным компьютером и доступом к интернету</li> <li>• Паяльная станция</li> <li>• Одноплатный компьютер Raspberry Pi</li> <li>• Инструменты разного назначения</li> </ul>	

Материальное  
обеспечение

- Медные и  
алюминиевые  
детали
- Провода
- Болты, саморезы,  
шайбы, гайки
- Емкость с  
крышкой,  
бутылки, краска
- Пластмассовые  
заготовки
- Солнечная  
панель, лопасти  
пропеллера
- Двигатели,  
резисторы, платы  
расширения,  
сервопривод





### 3. Компетенции

Для того чтобы реализовать проект необходимо было приобрести некоторые навыки и знания.

- Навыки пайки, программирования
- Составление электрических цепей
- Работа с радиокомпонентами
- Работа с микроконтроллерами

МБУ ДО ДДТ города Вилючинск предоставил всё необходимое материально-техническое обеспечение.

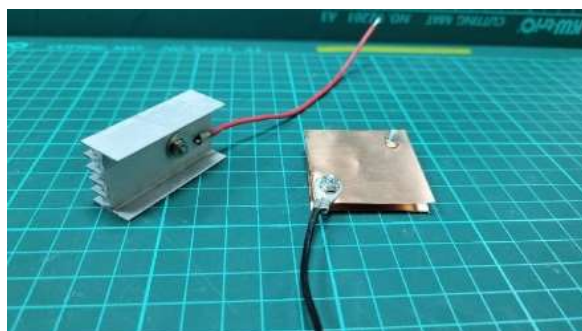
#### 2.3.4. Разработка модуля для электролиза воды

Для протекания процесса электролиза необходимо сделать специальный сосуд, в котором будут располагаться электролит и два электрода, отделенные друг от друга ограждением, которое практически полностью разделит пластины, чтобы при процессе водород и кислород не смешивались. Для вывода газов необходимо импортировать в систему два шприца с трубками, соединяющие модуль и контейнеры, а также сделать разъёмы для проведения проводов.



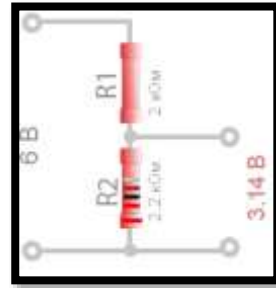
#### 2.3.5. Создание электродов

В качестве материалов для электродов было решено использовать алюминий и медь, так как из доступных видов данные металлы являются наиболее эффективными и наименее подверженными окислению



### 2.3.6 Работа с преобразователями напряжения.

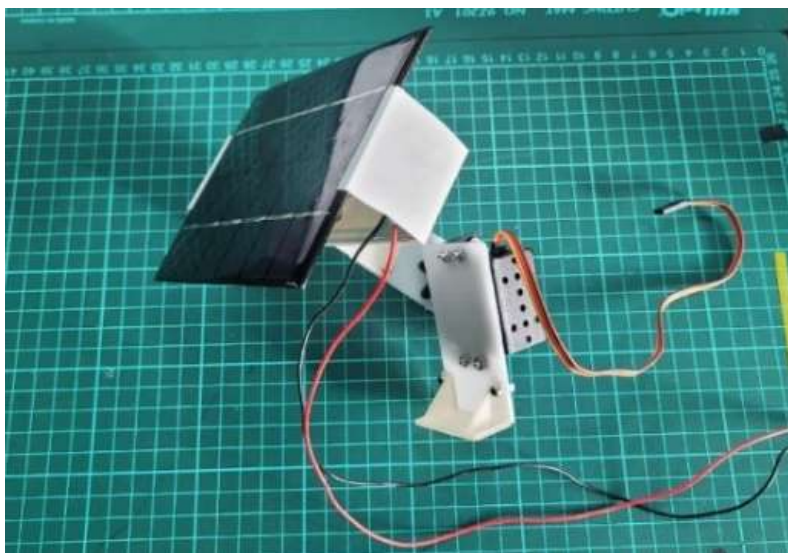
Перед работой с генераторами солнечной и ветряной энергии необходимо сделать преобразователи напряжения. Они позволяют понижать или стабилизировать напряжение до допустимого уровня, чтобы можно было отслеживать состояние станции при



помощи Raspberry Pi, потому что максимальный вольтаж на вход и выход микроконтроллера составляет 3.3 Вольт. При необходимости с помощью формул в исходном коде можно вернуть изначальные значения.

### 2.3.7 Работа с ветряным и солнечным генератором

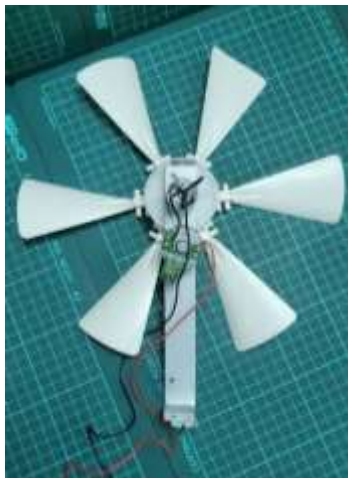
Для использования солнечной батареи нужно припаять провода с делителем напряжения, сделать специальные детали крепежа. И теперь с запчастями, болтами, гайками и саморезами необходимо подсоединить генератор к сервоприводу, далее при помощи пластиковых заготовок можно импортировать систему в общий конструктив.



Такая установка под управлением сервопривода даст возможность располагать панель под любым удобным углом, а значит намного эффективней получать солнечную энергию. Солнечная панель способна давать напряжение до 9 вольт.



Для генератора ветряной энергии необходимо сделать конструктив, основой которого будет пропеллер. Лопасти было решено взять из набора LEGO, а закрепить их нужно на специальный вырезанный из пластмассовой



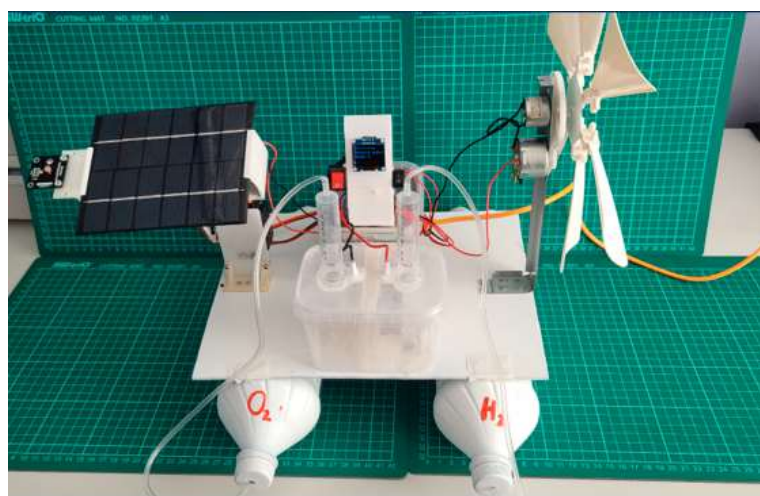
заготовки шестиугольник.

Два двигателя, к которым подсоединена эта система выдает 2.5-2.8 Вольт.



### 2.3.8 Работа с полной конструкцией

После создание основных частей станции необходимо установить всю систему на одной платформе. Для этого было решено взять белую акриловую платформу. Далее нужно закрепить ветряной и солнечный генераторы, модуль электролиза воды. Вся система будет держаться на двух баллонах для хранения кислорода и водорода, этого будет достаточно чтобы система могла держаться на плаву в море. Последним этапом



сборки будет подключение всей системы к общей электросети, а также интегрирование системы резервного питания.

Комплекс решено было назвать «HOWS System». Аббревиатура «HOWS» расшифровывается: «H» - hydrogen, «O» - oxygen, «W» - wind, «S» - solar.

## 2.4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### 2.4.1 Эксперимент №1

В первом эксперименте необходимо было определить материал для электродов, протестировать модуль для электролиза воды со специально набранной морской водой и растворами различной концентрации солей, узнать сможет ли такая система в действительности добывать водород.



В итоге при различных объемах солевой примеси в растворе 400-500 мл, напряжении 12 Вольт для получения примерно 50-70 грамм чистого водорода получились следующие значения:

Объём солевой примеси	Сила тока в цепи	Время для получения объема водорода
10 мл	5-6.5 Ампер	7-8 мин.
20 мл	7-9 Ампер	5-6 мин.
30 мл	11-13 Ампер	4-4.5 мин.
40 мл	14-15 Ампер	3.5-4 мин.
50 мл	17-20 Ампер	2-3 мин.

С морской водой при силе тока 1.4-1.5 Ампер модуль вырабатывает необходимый объем за 50-70 секунд.

В ходе проведения эксперимента оказалось, что самыми эффективными и доступными будут электроды из меди и алюминия. По результатам, занесенным в таблицу, выяснилось, что таким способом в действительности можно добывать водород. Подробнее об эксперименте см. ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

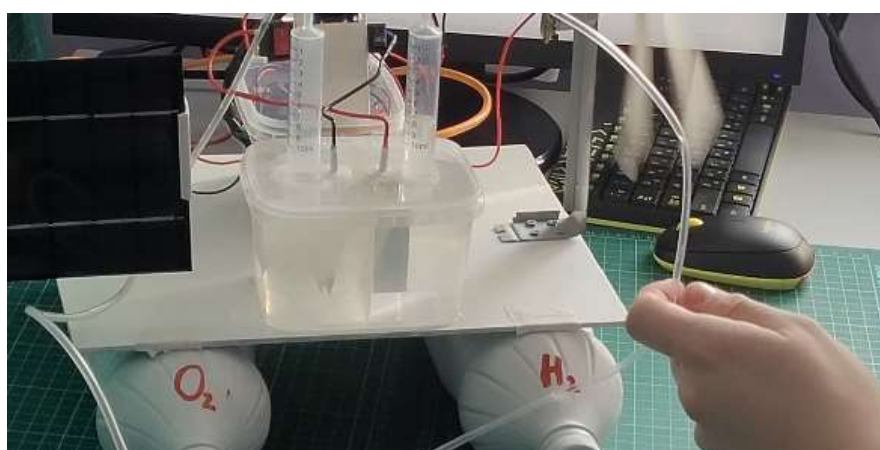
### 2.4.1 Эксперимент №2

Для тестирования экспериментальной станции получения водорода были проведены эксперименты и испытания, в ходе которых было получено время производства 15 мл чистого водорода при разных солевых



растворах, а следовательно, и силе тока в процессе электролиза воды. Значения, полученные в результате исследований занесены в сравнительную таблицу:

Объём солевой примеси	Сила тока в цепи	Время для получения объема водорода
10 мл	0.6-0.65 Ампер	4-5 мин.
20 мл	0.72-0.77 Ампер	3-4 мин.
30 мл	0.81-0.88 Ампер	2.7-3.5 мин.
40 мл	0.89-0.95 Ампер	2-2.6 мин.
50 мл	0.97-1.3 Ампер	1.5-2 мин.



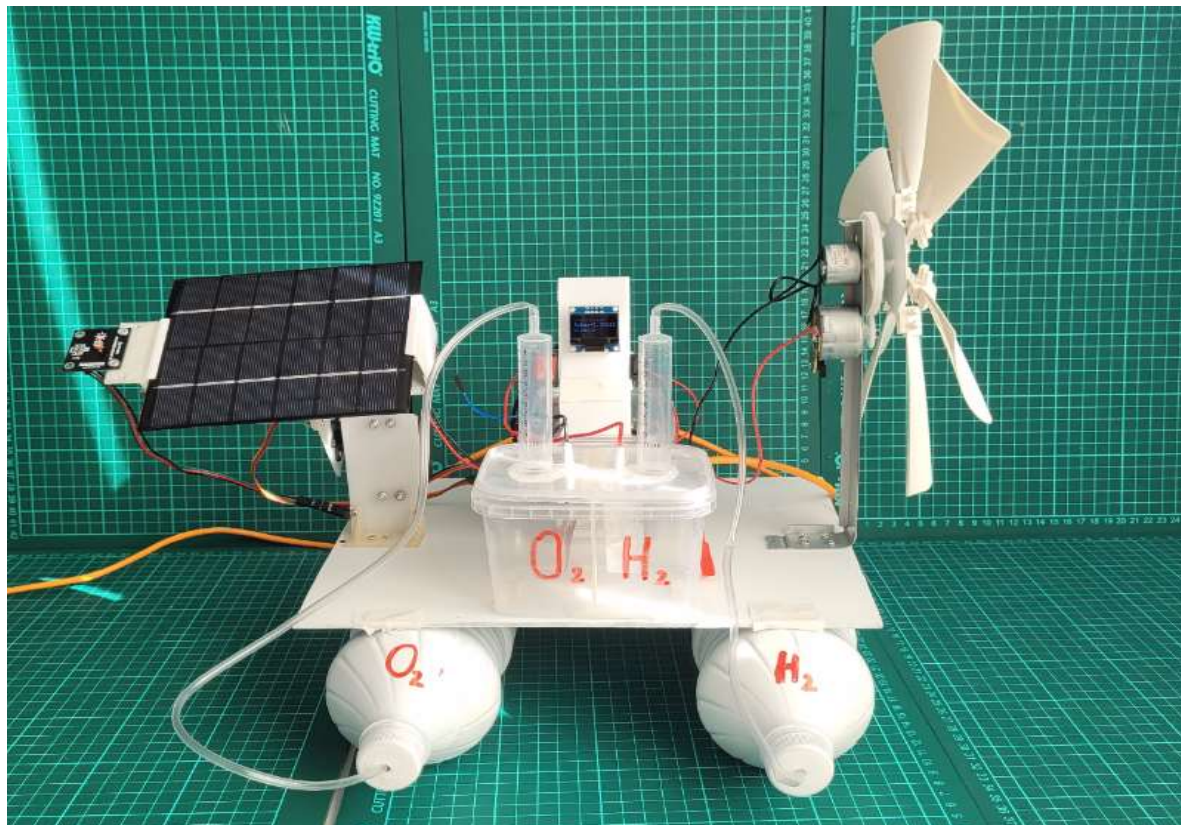
В ходе тестирования установки было подтверждено, что модуль со всеми его возможностями может добывать чистый водород, не нанося никакого вреда окружающей среде и не требуя дополнительных ресурсов для выделения водорода. Подробнее о проведенных испытаниях см. ПРИЛОЖЕНИЕ 3.



### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итогом работы стал собранный и протестированный мной прототип надводной станции получения водорода на основе альтернативных источников электроэнергии.

Буквальных аналогов на данный момент не существует.



В ходе работы над проектом удалось подтвердить выдвинутую мной гипотезу, в итоге добился поставленной цели и выполнил все задачи. Я смог собрать действительно рабочую модель станции, провести над ней тесты и эксперименты.

В дальнейшем проект будет развиваться, дорабатываться. Для развития будут привлечено финансирование от заинтересованных лиц, будут поданы заявки на различные гранты и конкурсы. Я очень хочу, чтобы в недалеком будущем мой проект из идейного прототипа перерос в настоящую полноценную модель станции чистой и возобновляемой энергии. Я надеюсь, что моим проектом заинтересуются и он в действительности смог бы помочь решить энергетические проблемы!

#### 4. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Введение в водородную энергетику. - Москва, Энергоатомиздат, 1984 г., Э. Э. Шпильрайн, С. Т. Мальшенко, Г. Г. Кулешов.
2. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. - М. Энергоатомиздат. 1990. - 392 с., Твайделл Дж., Уэйр А.
3. Водородная энергетика [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Водородная\\_энергетика](https://ru.wikipedia.org/wiki/Водородная_энергетика) (Дата обращения: 07.02.2022)
4. Малина Пи. Руководство по настройке и применению. – Москва; ДМК Пресс, 2014 г., Юрий Магда
5. Микрокомпьютеры Raspberry Pi. Практическое руководство. – СПб.; БХВ-Петербург, 2015 г. – 240 ил., Виктор Петин.

## 5. ПРИЛОЖЕНИЕ

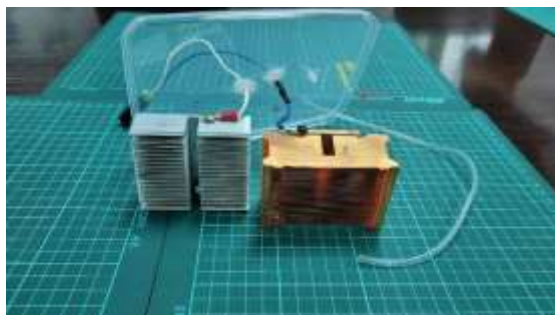
### ПРИЛОЖЕНИЕ 5.1

Сборка полной конструкции и работа с ней



### ПРИЛОЖЕНИЕ 5.2

Эксперимент по тестированию электродов и растров.



Ссылка на видеоролик:

<https://disk.yandex.ru/i/ppsKdrUxt5LEUw>



## ПРИЛОЖЕНИЕ 5.3

Тестирование станции, добыча водорода.



Ссылка на видеоролик:

<https://disk.yandex.ru/i/ppsKdrUxt5LEUw>



