



Федерация Спортивной и Образовательной  
робототехники

## Российская Робототехническая Олимпиада 2024

### Творческая категория

«Роботы и роботизированные системы в нефтегазовой отрасли»

### **ОТЧЕТ по проекту «Bright Light – переработка попутного газа, добываемого вместе с нефтью, в электричество»**

Команда «Взрывные Нефтяники»

*Младшая возрастная категория*

#### **Выполнили:**

Уресметов Иван, учащийся

ЦДиМИТ «Технотроника»

Фирсов Алексей, учащийся

ЦДиМИТ «Технотроника»

#### **Руководитель:**

Иванцова Ирина Александровна,

педагог дополнительного образования

ЦДиМИТ «Технотроника»

г. Ижевск,

2024

## Содержание

Аннотация .....	3
О команде .....	5
Введение .....	6
Глава 1. Этапы разработки проекта.....	7
Глава 2. Конструирование прототипа.....	15
Глава 3. Датчики в системах прототипа.....	17
Глава 4. Программа.....	18
Глава 5. Экономическая часть .....	19
Заключение .....	20
Итоги.....	22
Список литературы и источников информации.....	23
Приложения.....	24

## Аннотация

Вашему вниманию предоставляем проект «Bright Light – переработка попутного газа, добываемого вместе с нефтью, в электричество», который поможет экономить природные ресурсы, улучшить экологическую среду России и обеспечит дополнительной прибылью нефтяные компании.

В ходе данной работы мы намерены подтвердить *актуальность* нашего проекта по созданию установки переработки попутного газа в электричество, что сделает добычу нефти прибыльнее и экологичнее, а также обеспечит республику необходимыми электрозаправками.

*Цель проекта:* переработать газ в электричество с помощью специальной установки.

Для реализации данной цели были поставлены такие *задачи* как: 1) изучить проблематику, узнать, что такое нефть, для чего используется, и почему содержит газ; 2) изучить ситуацию с электротранспортом в Удмуртии; 3) провести исследование, проанализировать необходимость перерабатывать газ в электричество; 4) сконструировать автоматизированную установку по переработке газа в электричество на базе LEGO; 5) запрограммировать собранную модель в программной среде LEGO Wedo 2.0, Spike; 6) собрать электронную схему по автоматическому контролю количества воды в нефти.

Удмуртия располагает значительными запасами различных полезных ископаемых. На настоящий момент в Удмуртии насчитывается 115 месторождения нефти. Годовые темпы добычи нефти 8-9 млн тонн. При добыче нефти добывается попутный нефтяной газ, который является сопутствующим продуктом. Это получаемый совместно с нефтью растворенный газ или смесь растворенного газа, добываемый через нефтяные скважины, вследствие особенностей геологического строения или технологии разработки. Попутный нефтяной газ нужно отделять от нефти для того, чтобы она соответствовала требуемым стандартам.

В ходе работы над проектом мы поставили цель переработать попутный газ в электричество с помощью специальной установки. Выработанное электричество мы хотим использовать для электрозаправок, так как месторождения нефти в Удмуртии находятся практически вдоль всех автотрасс. Это позволит обеспечить дешевым топливом большое количество электромобилей, набирающих популярность.

Наша команда отправилась в Удмуртский Государственный университет, в Институт естественных наук на кафедру прикладной биохимии и биотехнологии, чтобы изучить структуру нефти. Это вещество состоит из углеводородов, которые первоначально образовались из древних растений и животных, существовавших еще до динозавров. Понадобилось около 300 млн лет, чтобы под воздействием давления и тепла под землей все эти останки превратились в нефть.

Чтобы изучить как добывают нефть наша команда отправилась в музей геологии, находящейся в компании «Удмуртнефть», работающей под

управлением НК «Роснефть». Нефть обладает меньшей плотностью, чем вода. Ее находят в хорошо проницаемых горных породах. Нефть залегает в так называемых «ловушках», в которых богатые углеводородами слои оказываются зажатыми между непроницаемыми слоями. Они и являются главной добычей нефтяников.

Из-за огромного давления на глубине, где залегает нефть, попутный нефтяной газ растворяется в ней. Выходя из скважины, нефтегазовая смесь сразу оказывается в замкнутом пространстве с пониженным давлением — сепараторе. В нем смесь медленно течет по наклонным «полочкам» и под действием силы тяжести успевает разделиться на воду, нефть и газ.

В результате исследований наша команда создала модель, представленную в виде *площадки нефтепромыслов, которая включает в себя 3 зоны:*

1) буровая станция со станком – качалкой: идет процесс бурения добывающей скважины за счет бура, подвешенного на механизме «лебедка». После того, как пробурили скважину, подсоединяем станок-качалку, которая качает нефть.

2) установка для переработки газа в электричество, которая приводится в действие с помощью датчика силы. Далее этот поток энергии устремляется на рабочее колесо турбины через механизм червячной передачи и вращает его, где и происходит преобразование в электричество. Оно направляется в аккумуляторный накопитель. Качество газа проверяет калориметр, который определяет расход пробы газа и воздуха, а также перепад давления, после чего преобразует перепад давления в цифровой сигнал. Пороговые значения 3-63 Мдж/м<sup>3</sup>. Если качество газа допустимое в норме, то показывается на индикаторе, например, число 63. Если качество газа низкое - температура падает, загорается индикатор красного цвета световой матрицы, а цифровой показатель уменьшается и показывает, например, цифру 3, происходит оповещение изменением кнопки цвета с зеленого на красный и срабатывает сигнализация - звуковой сигнал. Далее датчик цвета считывает сигнал, и установка автоматически останавливается.

Электронная схема по автоматическому контролю количества воды в нефти работает за счет платы Arduino UNO с помощью датчика влажности. Если уровень воды большой, то отправляется сигнал оператору в расчетный отдел на экран.

3) электрозаправочная станция работает на электричестве, идущем от аккумулятора-накопителя. Также электричество поступает на буровую и станок-качалку.

Итоговый продукт: у нас получился проект «Bright Light – переработка попутного газа, добываемого вместе с нефтью, в электричество», который поможет экономить природные ресурсы, улучшить экологическую среду России и обеспечит дополнительной прибылью нефтяным компаниям.

В перспективе этот проект имеет практическое значение и применение в развитии нефтегазовой отрасли.

## О команде

Город Ижевск – столица Удмуртской Республики. С 2020 года присвоено Почетное звание РФ «Город трудовой доблести». Численность населения города Ижевска по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Удмуртской Республике на 01 января 2023 года составила 620 591 человек. Ижевск крупный промышленный, культурный и научный центр. [13]

Организация: Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования «Центр повышения квалификации в сфере информационных технологий» (ЦДиМИТ «Технотроника») – сокращенно АНО ДПО «ЦПКИТ».

Адрес: УР, г.Ижевск, пер.Северный, д. 9А.

Телефон: +7 (3412) 338-315.

Наша команда: «Взрывные Нефтяники». Эмблема команды представлена на рисунке 1.

Наш девиз: «Взорвем уныние мы враз, и будет свет у нас, и газ».

Члены команды: Уресметов Иван, 9 лет и Фирсов Алексей, 9 лет, учащиеся Технотроники, учащиеся 3 «Е» класса МБОУ «ИТ-лицей №24» города Ижевска (Рис.2).

Наш наставник: Иванцова Ирина Александровна, педагог дополнительного образования АНО ДПО «ЦПКИТ» (ЦДиМИТ «Технотроника») (Рис.2).

Консультант проекта: Нишкевич Юрий Александрович, генеральный директор ООО «КанБайкал», г.Нетеюганск.



Рис. 1. Эмблема команды «Взрывные нефтяники».



Рис.2. Общее фото команды (слева направо –наставник Иванцова И.А., члены команды: Фирсов А., Уресметов И.).

## Введение

Столица Удмуртской Республики – город Ижевск. Удмуртия располагает значительными запасами различных полезных ископаемых. Насчитывается 115 месторождения нефти. Годовые темпы добычи нефти 8-9 млн тонн. При стандартном бурении при добыче нефти добывается попутный нефтяной газ, который является сопутствующим продуктом. Попутный нефтяной газ, или ПНГ — это получаемый совместно с нефтью растворенный газ или смесь растворенного газа, добываемый через нефтяные скважины, вследствие особенностей геологического строения или технологии разработки.

Долгое время ПНГ оставался для нефтяных компаний побочным продуктом, поэтому и проблему его утилизации решали достаточно просто — сжигали.

Однако наша команда «Взрывные нефтяники» поставили цель переработать газ в электричество с помощью специальной установки. Выработанное электричество мы хотим использовать для электрозаправок, что позволит обеспечить топливом большое количество электромобилей, набирающих популярность.

Вашему вниманию предоставляем проект «Bright Light – переработка попутного газа, добываемого вместе с нефтью, в электричество», который поможет экономить природные ресурсы, улучшить экологическую среду России и обеспечит дополнительной прибылью ПАО НК «Роснефть», с которой мы сотрудничаем.

В ходе данной работы мы намерены подтвердить **актуальность нашего проекта** по созданию установки переработки попутного газа в электричество, что сделает добычу нефти прибыльнее и экологичнее, а также обеспечит республику необходимыми электрозаправками.

**Цель проекта:** Переработать газ в электричество с помощью специальной установки.

**Задачи проекта:** Для реализации данной цели был поставлен ряд задач:

- Изучить проблематику, узнать, что такое нефть, для чего используется, и почему содержит газ.
- Изучить ситуацию с электротранспортом в Удмуртии.
- Провести исследование, проанализировать необходимость перерабатывать газ в электричество.
- Сконструировать автоматизированную установку по переработке газа в электричество на базе LEGO
  - Собрать автоматическую систему контроля количества воды.
  - Запрограммировать собранную модель в программной среде LEGO Wedo 2.0, Spike.

## Глава 1. Этапы разработки проекта

Удмуртия, или Удмуртская Республика, — субъект Российской Федерации. Входит в состав Приволжского федерального округа, является частью Уральского экономического района. Столица — город Ижевск.

В Удмуртской Республике находятся значительные запасы различных полезных ископаемых, в том числе 115 месторождения нефти. Годовые темпы добычи нефти 8-9 млн тонн. Выявлены бурые и каменные угли, залежи которых сконцентрированы в двух угленосных районах в южной части республики. Выявленные газовые залежи (31 газоносный объект) характеризуются повышенным содержанием азота и незначительным содержанием углеводородов.

Первое месторождение нефти на территории Удмуртской Республики было открыто в 1954 году. Это был Вятский участок Арланского месторождения, основная часть которого находится на территории Башкортостана. Промышленная же добыча нефти началась гораздо позже — в 1969 году.

А первым шагом к промышленной добыче нефти было создание в 1967 году единственного на тот момент в республике предприятия по добыче нефти — нефтепромыслового управления (НПУ) «Удмуртнефть». [10]

В 2022 году объём накопленной добычи предприятия превысил 320 млн тонн нефти.

Попутный нефтяной газ является сопутствующим продуктом при стандартном бурении. Это получаемый совместно с нефтью растворенный газ или смесь растворенного газа, добываемый через нефтяные скважины, вследствие особенностей геологического строения или технологии разработки. Попутный нефтяной газ нужно отделять от нефти для того, чтобы она соответствовала требуемым стандартам. Долгое время попутный нефтяной газ оставался для нефтяных компаний побочным продуктом, поэтому и проблему его утилизации решали достаточно просто — сжигали.

Проезжая по территории Удмуртии, можно увидеть множество горящих факелов: это горит попутный нефтяной газ.

В России в результате сжигания газа в факелах ежегодно образуется почти 100 млн тонн CO<sub>2</sub> – углекислого газа, который очень негативно влияет на организм человека и является канцерогеном.

Опасность представляют также выбросы сажи: по мнению экологов, мельчайшие сажевые частички могут переноситься на большие расстояния и оседать на поверхности снега или льда. При вдыхании сажи в организм попадают частицы, насыщенные токсинами. Последствия их накопления в органах и тканях ведут к развитию онкологии, сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний.

Наша команда «Взрывные нефтяники» решила попробовать решить данную проблему. Мы поставили цель создать установку. Перерабатывающую газ электричество. Выработанное электричество предлагается использовать

для электрозаправок, так как месторождения нефти в Удмуртии находятся практически вдоль всех автотрасс, что позволит обеспечить дешевым топливом большое количество электромобилей, набирающих популярность.

Чтобы понять данный вопрос и изучить его со всех сторон мы начали с истории, а также рассмотрения существующих способов решения проблемы.

## **1. 1. Историческая справка и изучение проблемы**

Доля нефти в общем потреблении энергоресурсов постоянно растет: если в 1900 году на долю нефти приходилось 3% мирового энергопотребления, то к 2020 году ее доля выросла примерно до 67%.

Примерно 3 тыс. лет до н. э. Жители Ближнего Востока начали использовать нефть в качестве топлива, для изготовления оружия, для светильников и строительного материала (битум, асфальт). Нефть собирали с поверхности открытых водоемов.

В 347 год н. э. в Китае впервые пробурили скважины в земле для получения нефти. В качестве труб использовались полые стволы бамбука.

В Византии в 7 веке н. э. изобрели супероружие того времени - "греческий огонь", изготавливаемый на основе нефти.

В России же царь Петр Первый издал указ об учреждении первой регулярной российской газеты «Ведомости» в 1702 году. В первом выпуске газеты была опубликована статья о том, как была обнаружена нефть на реке Сок в Поволжье, а в более поздних выпусках была информация о нефтепроявлениях в других районах России. В 1745 г. Федор Прядунов получил разрешение начать добычу нефти со дна реки Ухты. Прядунов также построил примитивный нефтеперегонный завод и поставлял некоторые продукты в Москву и Санкт-Петербург.

Первая в мире нефтяная скважина современного типа пробурена в 1848 году на Апшеронском полуострове неподалеку от Баку. [6]

В наше время, в 2023-2024 гг. мировая добыча сырой нефти возросла более чем на 5%, что намного выше тенденции за прошлые годы. Полностью заменить нефтепродукты не представляется возможным еще как минимум до конца 21 века, поскольку практически вся промышленность построена на использовании ископаемого топлива.

Если рассматривать химический состав нефти, то можно отметить, что она состоит из углеводородов. Они первоначально образовались из древних растений и животных, существовавших еще до динозавров. Понадобилось около 300 млн лет, чтобы под воздействием давления и тепла под землей все эти останки превратились в нефть. [3]

Наша команда отправилась в Удмуртский Государственный университет, в Институт естественных наук на кафедру прикладной биохимии и биотехнологии, чтобы изучить структуру нефти.





Рис.3-4. Команда «Взрывные нефтяники» в лаборатории прикладной биохимии и биотехнологии.

Химический состав этого вещества крайне разнообразен. Основную часть составляют углеводороды, которые делятся на нефтефины, парафины и ароматические углеводороды. Также присутствуют различные примеси, например, сера, которую можно оттуда извлечь. Кроме этого, в парафиновой среде можно вырастить пищевой белок.

Областей применения нефти — великое множество. В первую очередь это, конечно, топливо, пластмасса и технические масла. Но также можно встретить:

- в медикаментах (аспирин и пр.);
  - в духах (большинство парфюмерных добавок получают из продуктов нефтехимического производства – ванилин, фиалка, жасмин, роза и пр.);
  - в фарше (папрын добавляют в фарш, сосиски и колбасу.);
  - в жвачке, конфетах, шоколаде, мармеладе (каучук, парафиновый воск);
  - одежде, искусственном мехе и коже (синтетическое волокно из нейлона и полиэстера);
  - очках (для линз используется покрытие - ацетат)
- и многое другое.

Далее, чтобы узнать, как добывают нефть, «Взрывные нефтяники» отправились в музей геологии, находящейся в компании «Удмуртнефть», работающей под управлением НК «Роснефть». [11]



Рис.5. Изучение нефтепромыслов в музее геологии, НК «Удмуртнефть».

Научно-технологическая экспозиция музея состоит из более чем 250 экспонатов. В нем можно увидеть образцы нефти удмуртских месторождений, а также нефть, добытую в Оренбургской области. Она относится к лёгким

фракциям углеводородов и имеет различные оттенки: от янтарного до изумрудного цвета.



Рис.6. Образцы нефти удмуртских месторождений, музей геологии, НК «Удмуртнефть».

Наша команда рассмотрела оборудование, применяемое в процессах нефтедобычи на месторождениях «Удмуртнефти», а также геодезические приборы прошлого столетия, которые сегодня заменило спутниковое оборудование. Сотрудники музея рассказали нам, как добывается нефть, и почему она содержит газ.

Добыча нефти - сложный и многоступенчатый процесс, поэтому это процесс тщательно изучают и тратят на это много денег. [1]

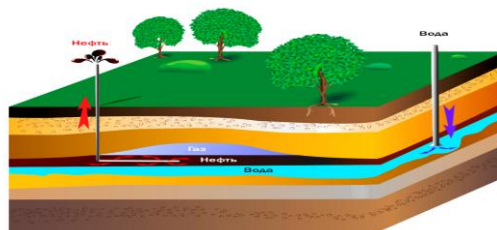


Рис.7. Схема залегания слоев нефти.

Нефть обладает меньшей плотностью, чем вода. Чаще всего ее находят в песках, песчаниках, доломитах, известняках и другие, хорошо проницаемых горных породах. Нефть залегает в так называемых «ловушках», в которых богатые углеводородами слои оказываются зажатыми между непроницаемыми слоями. Они и являются главной добычей нефтяников.

Из-за огромного давления на глубине, где залегает нефть, попутный нефтяной газ растворяется в ней. Выходя из скважины, нефтегазовая смесь сразу оказывается в замкнутом пространстве с пониженным давлением — сепараторе. В нем смесь медленно течет по наклонным «полочкам» и под действием силы тяжести успевает разделиться на воду, нефть и газ. После сепарации пути всех веществ расходятся: воду очищают, нефть отправляют на переработку или продажу. [4]



Рис. 8. Газовый факел на территории Удмуртской республики.

На каждом месторождении состав и давление извлеченного попутного газа разные, поэтому направлять его по обычным трубопроводам к одному месту переработки не всегда возможно. Для транспортировки нужно строить компрессорные станции, увеличивающие давление газа, а также предварительно разделять его на сухой отбензиненный газ и жирный газ. Это достаточно затратно и нецелесообразно и поэтому часто такой газ просто сжигают. Это, хоть и дешево, но небезопасно, невыгодно и экологически вредно: природный ресурс просто тратится впустую.

Мы решили переработать попутный газ в электричество, а данное электричество пустить на электрозаправки и небольшую сопутствующую инфраструктуру – магазин и сервис.

## 1.2. Социологическое исследование

Мы изучили, что Удмуртия испытывает острую нехватку электрозаправок, в то время как электромобили набирают все большую популярность в нашей стране. Изучив карту, мы нашли всего две (!) электрозаправки в Ижевске, и ни одной в Удмуртии.

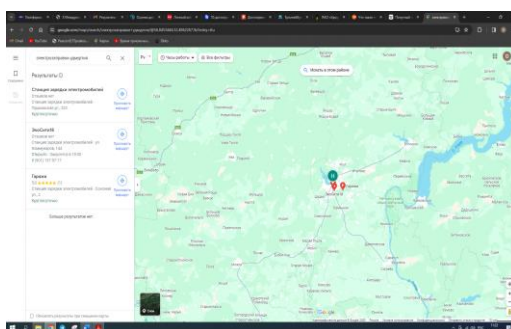


Рис.9. Скриншот из поисковой системы, отображающий местонахождение электрических заправок на территории Удмуртской республики.

Отсюда последовал вопрос, так ли нам нужны электрозаправки, и кто вообще хочет ездить на электромобиле? Чтобы узнать ответ на этот вопрос **мы провели опрос** среди знакомых детей и взрослых (всего 96 чел.) и узнали ответы на следующие вопросы:

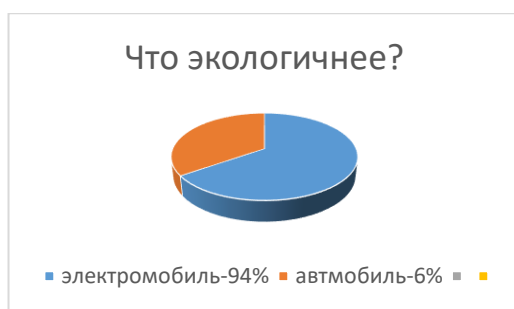
- Что, по-вашему, более экологично (полезнее для природы): электромобиль или автомобиль?

- Видели ли вы электрозаправку в нашем городе?

- Хотели бы вы ездить на электромобиле?

По итогам опрошенных мы получили следующие результаты:

1. Что, по-вашему, более экологично (полезнее для природы): электромобиль или автомобиль?



Очевидно, что большинство считает электромобиль более экологически чистым видом транспорта.

## 2. Видели ли вы электрозаправку в нашем городе?



Сделаем вывод, что электрозаправок у нас не хватает.

## 3. Хотели бы вы ездить на электромобиле?



Большая часть опрошиваемых хотели бы покататься или даже иметь свой. Следовательно, электрозаправки все-таки необходимы в связи с растущим интересом и спросом на электромобили.

Проведенный опрос окончательно подтвердил **актуальность проекта** по созданию установки переработки попутного газа в электричество, что сделает добычу нефти прибыльнее и экологичнее, а также обеспечит республику необходимыми электрозаправками.

Мы обратились в Удмуртский государственный университет, институт нефти и газа им. М.С. Гуцириева, чтобы изучить, что уже было сделано в данном направлении.

### 1.3. Исследование существующих технологий и экономическое обоснование работы

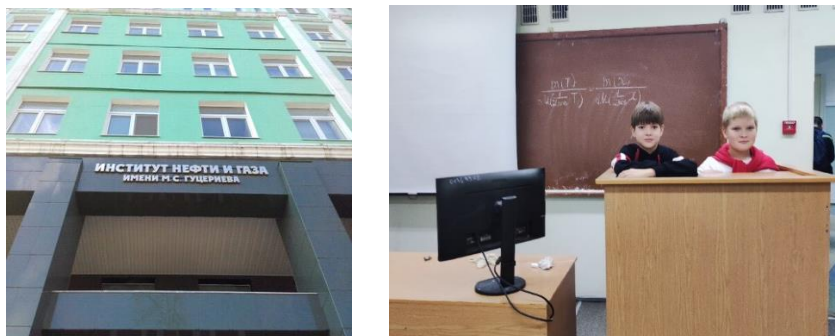


Рис.10-11. Команда «Взрывные нефтяники» в институте нефти и газа им. М.С. Гуцириева, Удмуртский Государственный Университет.

Специалисты института рассказали нам, что основу заложили их коллеги из Института катализа (ИК) СО РАН города Новосибирска в 2016. Они разработали установку, перерабатывающую попутный нефтяной газ (ПНГ), который сжигается на факелах на нефтяных вышках. Ученые предложили перерабатывать жирные углеводороды в метан, который можно использовать прямо на месторождении для выработки электричества с помощью технологии парового риформинга (реакция конверсии углеводородов в присутствии водяного пара). Технология еще не вошла в коммерческое производство.

Сейчас существуют подобный проект у компании «ТНК-ВР»: инновационная газотурбинная электростанция, которая преобразовывает попутный газ в электроэнергию. Однако данная конструкция достаточно большая, и невозможно ее установить на множество буровых Удмуртии. Над тем, чтобы перерабатывать попутный газ в электроэнергию, работают и другие нефтяные компании.

Но есть подобная технология, которая обычно используется в холодильных установках, а также для привода насосов и газовых компрессоров. Газопоршневая электростанция (ГПЭС) — это система генерации, созданная на основе газопоршневого двигателя, позволяющая преобразовывать внутреннюю энергию топлива (газа) в энергию электричества. Наша команда предложила использовать данную технологию в нефтяной отрасли Удмуртии. С помощью специалистов ПАО «Удмуртнефть» нам удалось рассчитать следующие показатели.

Производство электроэнергии с помощью газопоршневых электростанций выгоднее приобретения электроэнергии от существующих теплоэлектростанций. Стоимость вырабатываемой электроэнергии ГПЭС меньше текущей стоимости электроэнергии примерно на 20%. Экономический эффект от такого предложения достигается за счет двух факторов: полезного использования попутного нефтяного газа и выработки электрической энергии.

Преимущества генерации электроэнергии на ГПЭС:

- Экологический показатель – полезное использование попутного газа (меньше газа выбрасывается в атмосферу Земли).

- Экономический показатель – снижение затрат на приобретение электроэнергии для своего производства.

- Энергонезависимость предприятия - наличие дополнительного источника электроэнергии позволяет предприятию уменьшить свою зависимость от внешних поставщиков энергоресурсов (электроэнергии).

На установках предварительного сброса воды и газа устанавливаются ГПЭС мощностью, например, до 6 МВт. Экономия затрат на приобретение электроэнергии до 30 млн.руб. в год за счет снижения затрат на ее приобретение.

Использование попутно-добываемого газа кратно повышается (в два-три раза) – достигается снижение затрат на выплаты за выбросы парниковых газов, попутного нефтяного газа в атмосферу.

Таким образом, ГПЭС покрывает расходы на ее установку и дает возможность обеспечивать электрозаправки по всей Удмуртии.

## Глава 2. Конструирование прототипа

На занятиях в Центре «Технотроника» мы не первый год изучаем различные механизмы, устройства, способы их программирования. Полученные знания мы решили применить на практике.

Для проекта мы взяли следующие материалы:

- конструкторы Lego WeDo 2.0, Lego Spike и Lego Technic;
- 2 персональных компьютера с программным обеспечением конструкторов Lego WeDo 2.0 и Spike;
- подручные материалы (гирлянда, проволока, канцелярские принадлежности, шпажки).

Наша модель представлена в виде площадки нефтепромыслов (Приложение 1, А), которая включает в себя 3 зоны: буровая станция со станком – качалкой (Приложение 1, Б), **непосредственно сама установка для переработки газа в электричество** (Приложение 1, В), электрозаправочная станция (Приложение 1, Г).

Сначала мы собрали буровую установку, для которой мы использовали: конструктор Lego Technic и подручные материалы.

Вышка является ключевым узлом оборудования буровой установки и предназначена для проведения спуско-подъёмных операций с бурильными и обсадными трубами, поддержания бурильной колонны при бурении и др. В нашей буровой установке идет процесс бурения добывающей скважины за счет бура, подвешенного на механизме «лебедка».

После того, как пробурили скважину, подсоединили станок-качалку, которая качает нефть. Станок-качалка является важным элементом нефтегазового оборудования и используется для механического привода к нефтяным скважинным штанговым (плунжерным) насосам. Для ее создания мы использовали: 1 смарт-хаб, 1 мотор, 1 датчик расстояния.

Станок-качалка приводится в действие от датчика расстояния, с помощью мотора Lego WeDo 2.0, подключенного к смарт-хабу. Механизм рычага имитирует возвратно-поступательное движение (вверх-вниз) (Приложение 2). Он качает нефть, которая поступает по трубам вместе с газом и водой в сепаратор. Это специальная емкость, которая разделяет жидкость на нефть на газ и воду.

Затем газ попадает в нашу **установку**, где преобразуется в электричество. Для создания установки для переработки газа в электричество мы использовали: 2 хаба, 1 мотор, 3 датчика (силы, цвета, световая матрица) (Приложение 3).

Наша установка состоит из электронных компонентов набора Spike Prime и Spike Start. С нажатия датчика силы, подключенного в порт С, хаба1, установка приводится в действие (с помощью мотора, установленного в порт А хаба1). С помощью зубчатой передачи газ попадает в камеру сгорания, где он сгорает и превращается в тепловую энергию. Далее этот поток энергии устремляется на рабочее колесо турбины через механизм червячной передачи

и вращает его, где и происходит преобразование в электричество, которое направляется в аккумуляторный накопитель.

Качество газа проверяет калориметр. Если качество газа допустимое в норме, то показывается на индикаторе – хабе 1, число 63. Если качество газа низкое, то температура падает, загорается индикатор красного цвета в виде световой матрицы, подключенной к хабу 2 в порт А, а цифровой показатель уменьшается и показывает на хабе 1 цифру 3, происходит оповещение изменением кнопки цвета на хабе 1 с зеленого на красный. Далее датчик цвета, подключенный в порт В хаба 1, считывает красный сигнал, автоматически установка останавливается и срабатывает сигнализация в виде звукового сигнала, длительностью 3 секунды.

В емкость качается нефть с водой автоматически при помощи помпы. Система работает за счет платы Arduino UNO (Приложение 3, Б). Проверка уровня воды осуществляется с помощью датчика влажности. Если уровень воды большой, то отправляется сигнал оператору в расчетный отдел. После этого отделом расчета принимается решение о техническом обслуживании или ликвидации скважины.

Освещение проекта осуществляется с помощью переключателя Lego Technic, который приводится в движение механическим переключением. Переключатель совмещен с клеммой светодиодов, подключенных к хабу, который питается от аккумуляторных батареек (Приложение 4, А). Также освещение идет от светодиодной гирлянды (Приложение 4, Б).

Процесс работы команды над проектом по моделированию и программированию представлен в приложении 7.



### Глава 3. Датчики в системах прототипа

Станок-качалка приводится в действие от датчика расстояния, с помощью мотора Lego WeDo 2.0, подключенного к смарт-хабу.

Установка работает с нажатия датчика силы, подключенного в порт С, хаба1, установка приводится в действие.

Качество газа проверяет калориметр, который представлен в качестве индикатора, встроенного в хаб, на котором показываются значения качества газа. Если качество газа низкое, то температура падает, загорается индикатор красного цвета в виде датчика – световой матрицы, подключенной к хабу 2 в порт А. Далее датчик цвета, подключенный в порт В хаба 1, считывает красный сигнал, автоматически установка останавливается.

Проверка уровня воды осуществляется с помощью датчика влажности. Если уровень воды большой, то отправляется сигнал оператору в расчетный отдел на экран.

Описание электронных компонентов и механизмов, необходимых для сборки модели представлены в таблице 1.

Таблица 1. Электронные компоненты и механизмы, необходимые для сборки модели:

№ п/п	Название детали	Используемые детали
1.	Хаб – 2 шт. / Смарт-хаб – 1 шт.	
2.	Плата Arduino UNO – 1 шт./ Тройка Shield – 1 шт.	
3.	Мотор – 2 шт.	
4.	Датчик цвета – 1 шт.	
5.	Датчик силы – 1 шт.	
6.	Датчик расстояния – 1 шт.	
7.	Датчик световая матрица – 1 шт.	
8.	Датчик влажности – 1 шт.	
9.	Помпа и силовой ключ – 1шт./ Светодиод с резистором – 2 шт.	
10.	Зубчатая передача – 2 шт.	
11.	Червячная передача – 2 шт.	
12.	Механизм рычаг – 1 шт.	
13.	Механизм лебедка – 1 шт.	

## Глава 4. Программа

Процесс работы станка – качалки запускается при использовании беспроводной связи Bluetooth автоматически с датчика расстояния. Программа написана в программном обеспечении Lego WeDo 2.0 с помощью графических блоков. (Приложение 5, А).

Весь процесс на нашей установке для переработки газа в электричество запускается с включения центральной кнопки хаба, а далее с нажатия кнопки на датчике силы.

Программу для работы установки для переработки газа в электричество мы написали в программном обеспечении Spike.

Программа состоит из двух подпрограмм в соответствии с работой, либо остановкой установки.

Первая подпрограмма написана в программном обеспечении Scratch, состоящая из текстовых блоков Scratch-программирования, которые сохранили и загрузили в нулевую ячейку хаба. (Приложение 6, А).

Процесс неисправности на установке обозначен индикатором красного цвета с обозначением его на световой матрице и запуском с блока начала во второй подпрограмме программного обеспечения Spike Start с помощью графических блоков (Приложение 6, Б).

Система контроля количества воды работает за счет платы Arduino UNO. (Приложение 5, Б). Программа написана в программном обеспечении Arduino. Когда датчик влажности считывает данные меньше 300, то включается помпа и зеленый светодиод. Иначе, если влажность больше или равна 700, то выключается зеленый светодиод, помпа и включается красный светодиод.

## Глава 5. Экономическая часть

Вычисление себестоимости установки по переработки попутного газа в электричество.

Себестоимость — стоимостная оценка текущих затрат предприятия на производство и реализацию продукции.

Ориентировочная себестоимость производства нашей установки составляет 80 050 350 миллионов рублей (Табл.2. Себестоимость по статьям расходов). Цены на комплектующие установки получены из свободных источников, являющимися публичными офертами и Интернет – магазинов производителей. Цены указаны без налога НДС.

Таблица 2. Себестоимость по статьям расходов.

№	Статья расходов	Цена, руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
1	Турбина	42 000000	1	42 000 000
2	Электродгенератор	1 200 000	1	1 200 000
3	Устройство подогрева воздуха	450 000	1	450 000
4	Компрессор	1 723 000	1	1 723 000
5	Теплообменный аппарат-регенератор	2 405 000	1	2 405 000
6	Выхлопная труба	15 000	1	500 000
7	Камера сгорания попутного нефтяного газа	3 000 000	1	3 000 000
8	Трубопровод	325 000	1	325 000
9	Воздушный компрессор	2 700 000	1	2 700 000
10	Инжектор	400 000	1	400 000
11	Теплообменный аппарат-регенератор с камерой конвекции	4 300 000	1	4 300 000
12	Камера радиации	315 000	1	315 000
13	Аккумулятор	607 000	3	1 821 000
14	Система воздуха забора	2 320 000	1	2 320 000
15	Заливка бетона	1 000 000		<b>1 000 000</b>
16	Конструкция самой установки	5 150 000	1	5 150 000
17	<b>Работы по сборке установки 15%</b>			<b>10 441 350</b>
<b>ИТОГО:</b>				<b>80 050 350</b>

Расчетный срок эксплуатации установки составляет 15 лет. Далее понадобится модернизация или его капитальный ремонт. Обслуживание установки производит фирма ООО «Опра».

Срок окупаемости проекта составляет порядка 5-7 лет.

## Заключение

Этот проект имеет в перспективе практическое значение и применение по развитию нефтегазовой отрасли.

Социальным партнером в нашем проекте выступило предприятие в Удмуртии ПАО «Удмуртнефть» имени В.И. Кудинова (ПАО НК «Роснефть»).

ПАО НК «Роснефть» — лидер российской нефтяной отрасли и одна из крупнейших публичных добычных компаний мира. Основными видами деятельности Компании являются:

- поиск и разведка месторождений углеводородов,
- добыча нефти, газа и газового конденсата,
- нефтепереработка и нефтехимия,
- реализация нефти, газа и продуктов их переработки на территории России и за её пределами и др.

ПАО НК «Роснефть» включена в перечень стратегических предприятий России. Флагманские проекты Компании оказывают стабилизирующее воздействие на национальную экономику, служат драйвером развития нефтегазовой отрасли, фундаментальной науки и передовых технологий.

В Удмуртии компания представлена ПАО «Удмуртнефть» имени В.И. Кудинова и является флагманом топливно-энергетического комплекса Удмуртской Республики, на долю которого приходится почти 60% всей нефтедобычи региона. Общество входит в число крупнейших налогоплательщиков, работодателей и инвесторов республики. На балансе предприятия 33 разрабатываемых месторождения, 2 относятся к разведываемым.

Нашим проектом «Bright Light – переработка попутного газа, добываемого вместе с нефтью, в электричество» мы поделились с предприятием – социальным партнером.

Они представили отзыв на нашу проектную работу по практическому его значению и применению.



**ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «УДМУРТНЕФТЬ» ИМЕНИ В.И. КУДИНОВА**  
(ПАО «Удмуртнефть» им. В.И. Кудинава)

Почтовый адрес: 540000, г. Ижевск, Удмуртская Республика, 4380011  
Телефон: (3412) 40-73-43, факс: (3412) 40-71-25, e-mail: [cor@udmurtneft.ru](mailto:cor@udmurtneft.ru), <http://www.udmurtneft.ru>  
ОКПО 01080061, ОГРН 1021801147274, ИНН 1811084040, КПП 1811084007.

19.12.2023

**Отзыв на проектную работу**

Тема работы, которую проделал коллектив ребят, в своей перспективе имеет практическое значение, в случае изменения макроэкономической ситуации (в случае увеличения стоимости нефти свыше 100 долл/бар).

Особо применимо данное предложение для удаленных от развитой инфраструктуры нефтяным месторождений с высоким газосодержанием, в том числе не крупным по запасам газоконденсатным месторождениям УВС.

Желаем дальнейших успехов молодому коллективу эрудитов в поиске методов, способов и технологий для развития нефтегазовой отрасли Российской Федерации.

Заместитель главного геолога по  
недропользованию и лицензированию

В.Л. Бессмертных

## Итоги

В результате данного исследования и инженерно-практической работы у нас получился проект «Bright Light – переработка попутного газа, добываемого вместе с нефтью, в электричество», который поможет экономить природные ресурсы, улучшить экологическую среду России и обеспечит дополнительной прибылью ПАО НК «Роснефть», с которой мы сотрудничаем.

При условии воплощения в жизнь нашей установки, нефтяные компании получают дополнительную прибыль, народонаселение – доступные электрозаправки, а природа будет меньше загрязняться. Производство электроэнергии с помощью газопоршневых электростанций выгоднее приобретения электроэнергии от существующих теплоэлектростанций. Стоимость вырабатываемой электроэнергии меньше текущей стоимости электроэнергии примерно, на 20%.

А также автоматическая система контроля количества воды в нефти позволяет нам экономить человеческий ресурс и время.

Наша команда «Взрывные нефтяники» заинтересована данной проблемой и желает изучать робототехнику дальше для того, чтобы улучшать и упрощать процессы в жизни, а также решать экологические и социальные проблемы.

Мы обрели новые знания и умения, которые пригодятся нам в обучении.

Проект «Bright Light» запускай – ресурсы экономь, экологию улучшай и прибыль приумножай!

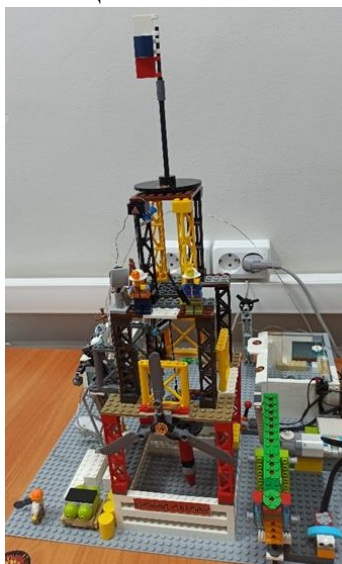
## Список литературы и источников информации

1. Арбузов, В. Н. Геология. Технология добычи нефти и газа. Практикум: практическое пособие для вузов / В. Н. Арбузов, Е. В. Курганова. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 67 с.
2. Калашникова О.Р., Семенова Ю.В. ИННЦ Ижевский нефтяной научный центр. – Ижевск, 2011. – 152 с.
3. Кодзова С.З. Черное золото. История русской нефти. Бином. Лаборатория знаний / Олма, 2021. – 256 с.
4. Малофеев Г.Е. Нагнетание в пласт теплоносителей для интенсификации добычи нефти и увеличения нефтеотдачи, 2017. – 224.
5. Медведева М.Л. Коррозия и защита оборудования при переработке нефти и газа. — Москва: Издательство: Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2017. – 307 с.
6. Мировая добыча нефти и природного газа. Плакат. – М.: Спектр (пособия), 2019.
7. Молчанов А.Г. Машины и оборудование для добычи нефти и газа. – Москва: Изд. дом Альянс, 2019. – 558 с.
8. Ола Дж., Бином М. Метанол и энергетика будущего. Когда закончатся нефть и газ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. – 418 с.
9. Петерсилье В.И. Методические рекомендации по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом /В.И. Пороскуна, Г.Г. Яценко. – Москва-Тверь: ВНИГНИ, НПЦ "Тверьгеофизика", 2017 – 132 с.
10. Прудникова Н.П. «Удмуртнефть»: Люди и годы. – Ижевск: Изд. Парацельс, 2007. – 207 с.
11. Тонкова А.Т., Жилин С.С. Черное золото Удмуртии. – Ижевск: Регион-Пресс, 2006. – 150 с.
12. Хайн Норман Дж. Геология, разведка, бурение и добыча нефти. – Москва: Олим-Бизнес, 2017. – 726 с.
13. <https://www.izh.ru/i/info/14842.html> Ижевск. Официальный сайт.

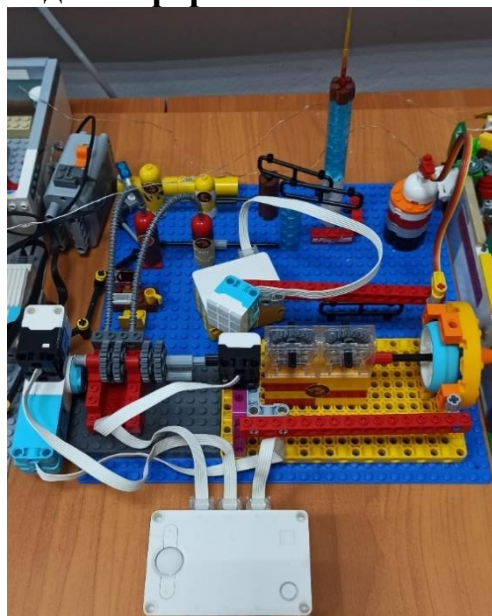
**А. Площадка нефтепромыслов.**



**Б. Буровая станция со станком – качалкой.**



**В. Установка для переработки газа в электричество.**





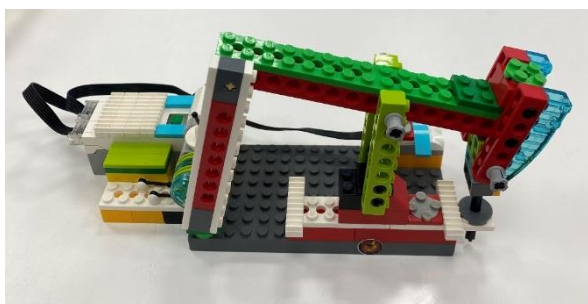
## Г. Электрозаправочная станция.



## Приложение 2.

### Станок – качалка.

А. Вид справа.

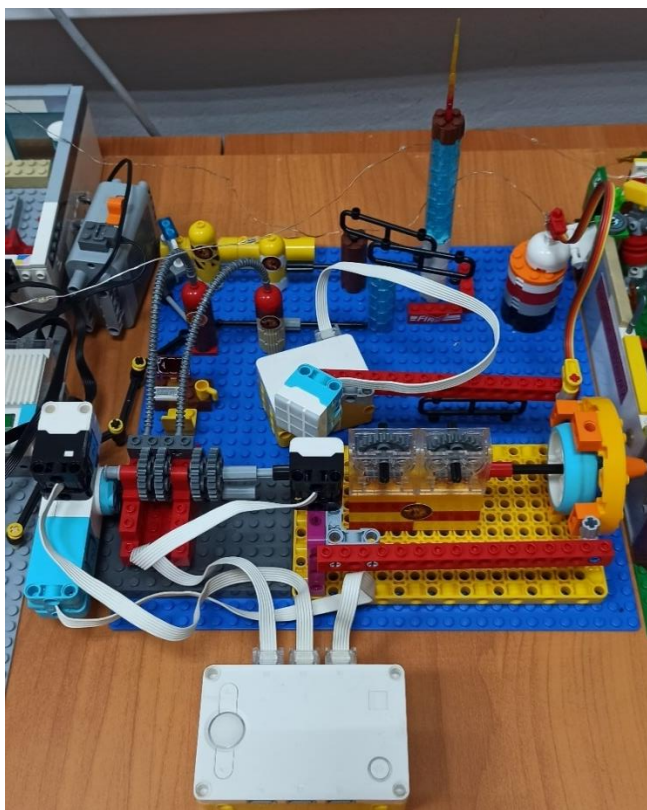


Б. Вид слева.

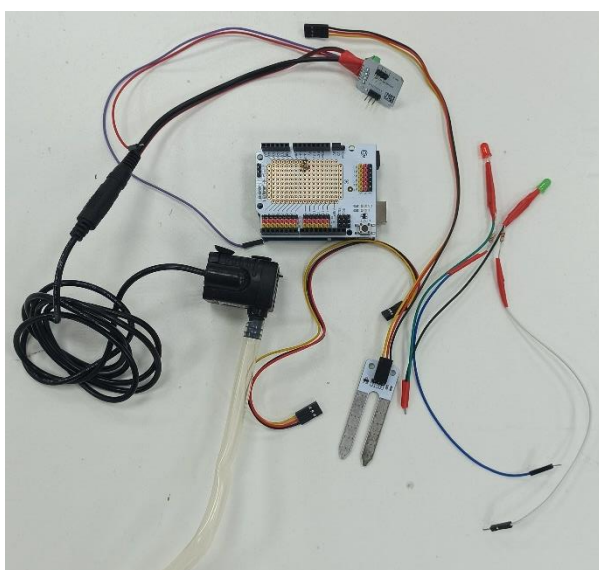


### Приложение 3.

#### А. Установка для переработки газа в электричество.



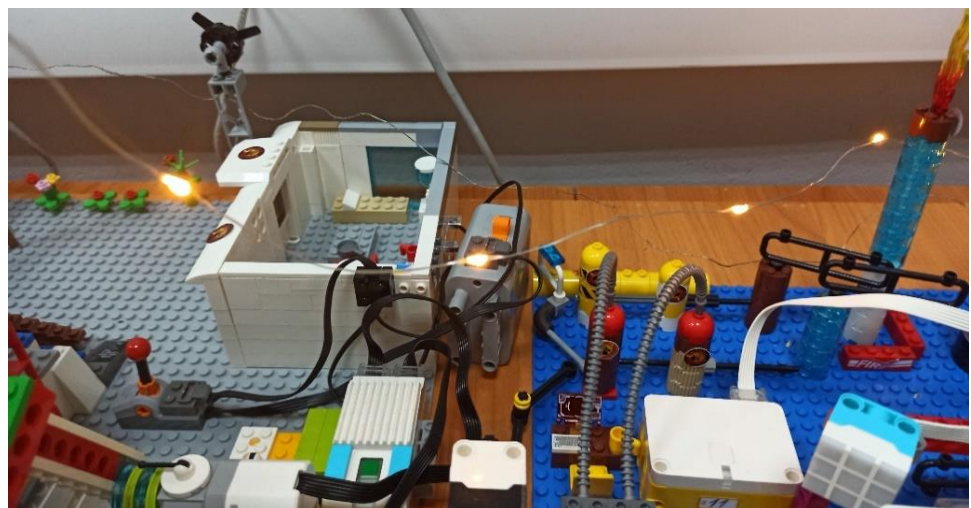
#### Б. Автоматическая система контроля количества воды.



**А. Освещение проекта от электронных компонентов Lego Technic.**



**Б. Освещение проекта гирляндой.**



### А. Программа управления станком – качалкой.



Программа запускается с блока начала, обозначенной кнопкой А на клавиатуре, далее программа ждет, пока сработает датчик расстояния, после чего запускается бесконечный процесс движения мотора в модели по часовой стрелке с мощностью 1.

Остановка мотора в модели станка-качалки происходит при нажатии кнопки на клавиатуре 3.

### Б. Программа управления системы контроля количества воды.

```
int sensorPin = A0; // Переменная целого типа (integer) Пин, к которому подключен датчик влажности
int greenLed = 13; // Переменная целого типа (integer) Пин для зеленого светодиода
int redLed = 12; // Переменная целого типа (integer) Пин для красного светодиода
#define POMP_PIN 4 // Директива #define , позволяет дать имя пину Пин, к которому подключена помпа

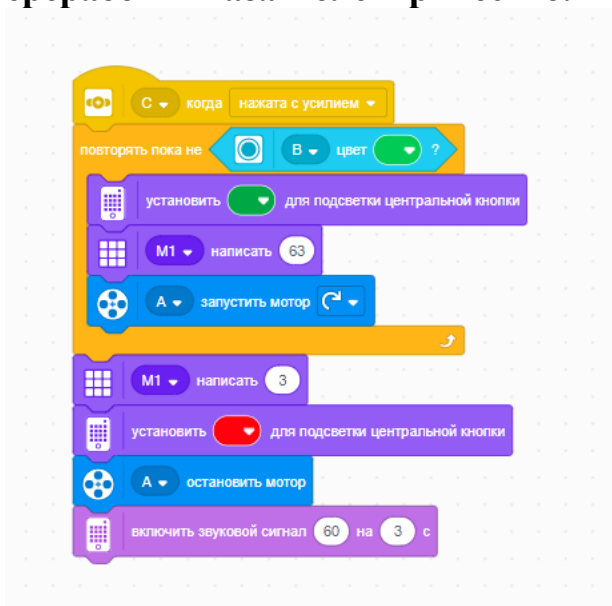
void setup() {
  pinMode(greenLed, OUTPUT); //Пин зеленого светодиода назначен как выход напряжения
  pinMode(redLed, OUTPUT); //Пин красного светодиода назначен как выход напряжения
  pinMode(sensorPin, INPUT); //Пин датчика влажности назначен как вход напряжения
  pinMode(POMP_PIN, OUTPUT); //Пин помпы назначен как выход напряжения
}

void loop() {
  int sensorValue = analogRead(sensorPin); // Считываем данные с датчика влажности в переменную sensorValue - целого типа

  if(sensorValue < 300) { // Если влажность меньше 300
    digitalWrite(POMP_PIN, HIGH); //Включаем помпу
    digitalWrite(greenLed, HIGH); // Включаем зеленый светодиод
    digitalWrite(redLed, LOW); // Выключаем красный светодиод
  } else if(sensorValue >= 700) { // Иначе если влажность больше или равна 700
    digitalWrite(POMP_PIN, LOW); //Выключаем помпу
    digitalWrite(greenLed, LOW); // Выключаем зеленый светодиод
    digitalWrite(redLed, HIGH); // Включаем красный светодиод
  }

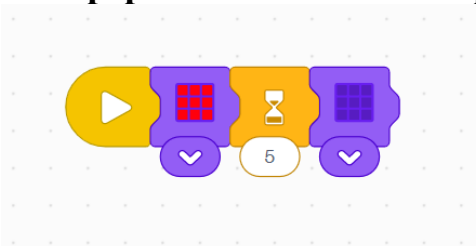
  delay(1000); // Ждем 1 секунду перед повторным измерением
}
```

**А. Первая подпрограмма Scratch для работы установки для переработки газа в электричество.**



После включения центральной кнопки хаба, программа запускается после нажатия кнопки на датчике силы, подключенного в порт С, далее индикатор на хабе показывает допустимое значение качества газа 63 и идет подсветка центральной кнопки хаба зеленым цветом, запускается мотор, подключенный в порт А, по часовой стрелке и приводит модель в движении бесконечно, но при одном условии до момента срабатывания датчика цвета, установленного в порт В, в соответствие цвету (в программе установлен зеленый цвет, т.к. датчик цвета красный цвет на световой матрице считывает, как зеленый), после чего на хабе воспроизводится показатель - цифра 3, происходит изменение цвета центральной кнопки на хабе на красный, мотор останавливается и срабатывает сигнализация, подавая на хабе звуковой сигнал 60, длительностью 3 секунды.

**Б. Вторая графическая подпрограмма для процесса остановки установки для переработки газа в электричество.**



После включения блока начала загорается красный свет на световой матрице и горит в течение 5 секунд, затем выключается.

Процесс работы команды над проектом по моделированию и программированию

