



Федерация Спортивной и Образовательной
робототехники

РОССИЙСКАЯ
РОБОТОТЕХНИЧЕСКАЯ
ОЛИМПИАДА

Российская Робототехническая Олимпиада 2024

Творческая категория

«Роботы и роботизированные системы в нефтегазовой отрасли»

ОТЧЕТ по проекту «Анализатор проб нефти на содержание хлористых солей»

Команда «ЧО_КОПАЙ»

Младшая возрастная категория

Выполнили:

Кувшинов Кир, ученик 3 класса

МОУ СОШ №8,

Кушнир Михаил, ученик 5 класса

МОУ СОШ №8;

Руководитель:

Потапова Дарья Анатольевна, педагог

дополнительного образования ЦЦОД

«IT-куб» г. Магнитогорск – филиал ГБУ

ДО ДЮТТ

г. Магнитогорск,

2024

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	3
О КОМАНДЕ	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРОТОТИПА	6
ГЛАВА 2 ПРОГРАММА.....	10
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	14
РАЗВИТИЕ ПРОЕКТА.....	15
ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ.....	16
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	17

АННОТАЦИЯ

Тема проекта: Анализатор проб нефти на содержание хлористых солей

Команда: ЧО_КОПАЙ

Участники команды: Кушнир Михаил, Кувшинов Кир

Цель проекта: проектирование, моделирование, конструирование и программирование устройства или системы устройств, предназначенных на автоматизацию проведения анализа проб нефти на содержание хлористых солей.

В связи с поставленной целью, были определены следующие **задачи**:

1. Провести исследование в области анализирования нефти
2. Спроектировать систему устройств для автоматизации проведения анализа проб нефти на содержание хлористых солей
3. Собрать механизмы по спроектированному решению
4. Запрограммировать механизмы

Что удалось сделать:

Анализатор проб нефти на содержание хлористых солей собран при помощи образовательных робототехнических наборов VEX IQ и VEX EDR. Проект состоит из трёх конвейерных лент, механизмов для добавления реагентов и дистиллированной воды в стакан с нефтью, механизм, опускающий мешалку в стакан с пробой и перемешивающий, фильтр и спектроскан. Работа механизмов была выполнена на базе контроллеров VEX IQ и Vex Arduino. При написании программы использовался блочный язык программирования в среде VEXcode IQ и язык C++ в среде Arduino IDE. Данный проект позволяет автоматизировать процесс проведения анализа проб нефти на содержание хлористых солей, что позволяет проводить анализ быстро и точно, исключая человеческий фактор и повышая эффективность процесса контроля качества. Автоматизированный анализатор способен оперативно определять содержание хлористых солей в пробах нефти, что позволяет предотвращать негативные последствия и принимать меры по снижению их уровня.

Компании, занимающиеся добычей, транспортировкой и переработкой нефти, могут воспользоваться преимуществами создания анализатора проб нефти на содержание хлористых солей. Это поможет им повысить эффективность производственных процессов, уменьшить риски возникновения аварийных ситуаций и обеспечить стабильное качество выпускаемой продукции.

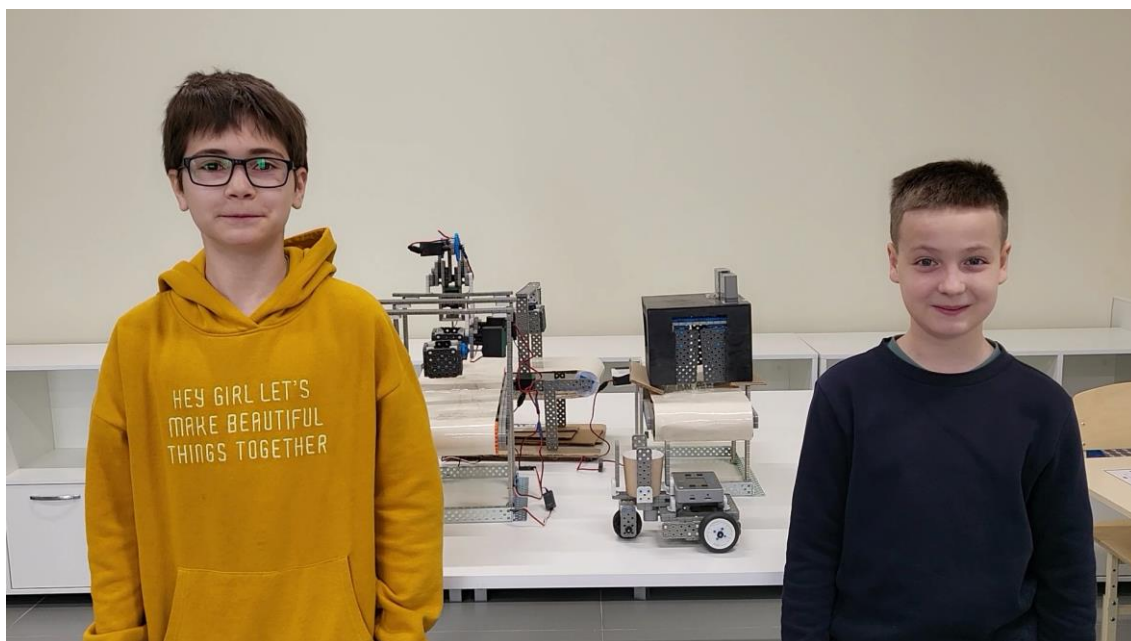
В результате, создание анализатора проб нефти на содержание хлористых солей является важным шагом в современной нефтяной промышленности. Этот инструмент позволяет повысить контроль за качеством нефти, улучшить производственные процессы и снизить риски возникновения проблем, связанных с содержанием хлористых солей.

О КОМАНДЕ

Мы, команда «ЧО_КОПАЙ» и мы представляем центр цифрового образования детей «IT-куб» г. Магнитогорск.

СОСТАВ КОМАНДЫ:

- Кушнир Михаил Арсениевич (18.02.2012) – лидер команды, ответственный за разработку идеи, конструирование и моделирование механизмов, программирование роботов;
- Кувшинов Кир Денисович (31.08.2014) – ответственный за разработку идеи, чертежи, конструирование и моделирование механизмов;
- Потапова Дарья Анатольевна – тренер, наставник команды, педагог дополнительного образования ЦЦОД «IT-куб» г. Магнитогорск.



Кушнир Михаил и Кувшинов Кир

ВВЕДЕНИЕ

Нефть – это один из самых важных природных ресурсов, который играет огромную роль в современном мире. Добыча нефти и ее использование оказывают значительное влияние на мировую экономику, политику и экологию. Однако добыча и использование нефти имеют и негативные стороны. Это загрязнение окружающей среды, выбросы парниковых газов, угроза для экосистем и климата. Поэтому при работе с нефтепродуктами крайне важно контролировать их качество, включая содержание хлористых солей. Анализ содержания хлористых солей в нефти необходим для предотвращения коррозии оборудования, защиты окружающей среды и обеспечения безопасности производственных процессов. Высокое содержание хлора может вызвать повреждения трубопроводов, а также привести к образованию токсичных соединений при сжигании нефти. Поэтому контроль за содержанием хлористых солей является важным этапом в производстве и переработке нефти.

Цель проекта: проектирование, моделирование, конструирование и программирование устройства или системы устройств, предназначенных на автоматизацию проведения анализа проб нефти на содержание хлористых солей.

В связи с поставленной целью, были определены следующие **задачи**:

1. Провести исследование в области анализа нефти
2. Спроектировать систему устройств для автоматизации проведения анализа проб нефти на содержание хлористых солей
3. Собрать механизмы по спроектированному решению
4. Запрограммировать механизмы

События с загрязнением нефти хлорорганикой в трубопроводе «Дружба» в 2019 году поставили вопрос о необходимости систематического контроля ее содержания.

При добыче нефти в качестве химического реагента для повышения отдачи нефтяного пласта используется хлорорганика, поскольку она является хорошим растворителем, а главное дешевым. Кроме того, хлорорганику применяют для технологических нужд, в том числе для удаления парафиновых отложений в скважинах.

Высокое содержание хлорсодержащих соединений опасно высокой коррозионной активностью, которая приводит к выходу из строя оборудования и применяемых для переработки нефти катализаторов. Дело в том, что при нагревании хлорорганики создаются условия для образования хлористоводородной коррозии, которая разрушает металлические покрытия.

Образование солей при реакции с нейтрализаторами выделившегося в большом количестве хлористого водорода. Образующиеся твердые отложения солей закупоривают трубопроводную арматуру. Впервые проблема вредного воздействия ХОС проявилась в Российской Федерации весной 2001-го года, когда летучие ХОС начали использовать для повышения нефтеотдачи пластов.

ГОСТ Р 51858-2020 и ТР ЕАЭС 045/2017 допускают содержание хлорорганических соединений в легкой фракции нефти до 6 ppm, фактическое же содержание этих соединений в нефтяных фракциях, выкипающих до температуры 204 °С, составляет около 1 ppm.

ГЛАВА 1 КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРОТОТИПА

Существует специальный стандарт, устанавливающий два метода определения содержания хлористых солей в нефти:

метод А – титрованием водного экстракта (при массовой концентрации хлористых солей свыше 1,0 мг/дм);

метод Б – неводным потенциометрическим титрованием (при массовой концентрации хлористых солей свыше 5,0 мг/дм).

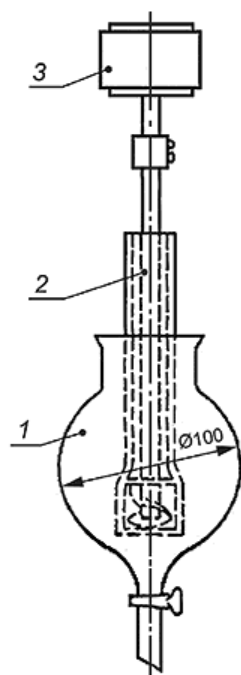
Методы А и Б допускается применять для определения содержания хлористых солей в газовом стабильном и нестабильном конденсате, а также в нефтепродуктах с массовой концентрацией хлористых солей свыше 1,0 мг/дм.

Для своего проекта мы решили реализовывать автоматизацию анализа проб используя метод А – титрование водным экстрактом.

Сущность метода заключается в извлечении хлористых солей из нефти водой и в их индикаторном или потенциометрическом титровании в водной вытяжке.

Для данного метода используется следующее оборудование:

- Воронка делительная круглая, стеклянная, вместимостью 500 см с винтовой или лопастной металлической мешалкой
- Электродвигатель, обеспечивающий частоту вращения мешалки не менее 600 об/мин
- Цилиндры, колбы, пипетки, бюретки, стаканы, воронки по ГОСТам указанным в стандарте
- Мешалка стеклянная, приводимая в движение электродвигателем с частотой вращения не менее 600 об/мин, или мешалка электромагнитная
- рН-метр, милливольтметр лабораторный или другой потенциометр с ценой деления шкалы не более 5 мВ или титратор автоматический в комплекте с лопастной мешалкой, или магнитной мешалкой и бюреткой вместимостью 10 см или менее, с наименьшим дозируемым объемом титранта, равным 0,005 см, с комбинированным серебряным электродом для argentометрического титрования
- электроды, реагенты и другие материалы

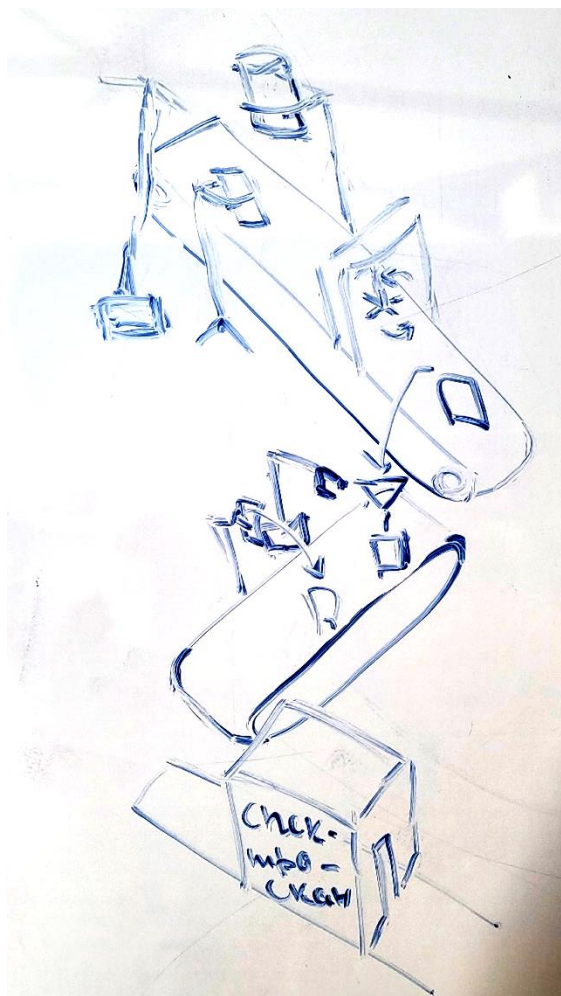


*1 – круглая делительная воронка; 2 – мешалка; 3 – электродвигатель
Круглая делительная воронка с мешалкой и электродвигателем в сборе*

Изучив все материалы о данном методе, мы выделили следующие этапы процесса титрования нефти:

- Добавление толуола в стакан с нефтью
- Добавление дистиллированной воды в стакан с нефтью
- Перемешивание содержимое стакана в течении 10 минут
- Фильтрование полученной пробы
- Добавление азотной кислоты в отфильтрованную пробу
- Отправление пробы в спектроскан
- Получение результатов о содержании хлористых солей

Для выполнения поставленной цели мы решили, что автоматизирование данного метода удобно будет выполнить при помощи построения некой производственной линии, на которой проба нефти будет поэтапно передвигаться по ленте, получая все необходимые реагенты и компоненты, перемешивая их, фильтруя, и на конечном этапе отправляться в спектроскан.



Примерный вариант линии

На первой конвейерной ленте мы решили установить два механизма которые будут добавлять в стакан с нефтью толуол и воду, после чего стакан отправляется к мешалке, которая опускается в стакан и перемешивает содержимое стакана.

На второй конвейерной ленте у нас будет установлен фильтр, а также механизм, добавляющий в отфильтрованный стакан азотную кислоту.

На третьей конвейерной ленте установлен спектроскан, с помощью которого получаем информацию о количестве содержания хлористых солей в пробе нефти.

А также мы решили создать дополнительно робота перевозчика, который будет перевозить проанализированные пробы на склад. Роботом будет управлять оператор.

Весь наш проект был собран из образовательных робототехнических наборов VEX IQ и VEX EDR, а также из подручных материалов.

Ознакомиться с механизмами проекта можно в приложении.

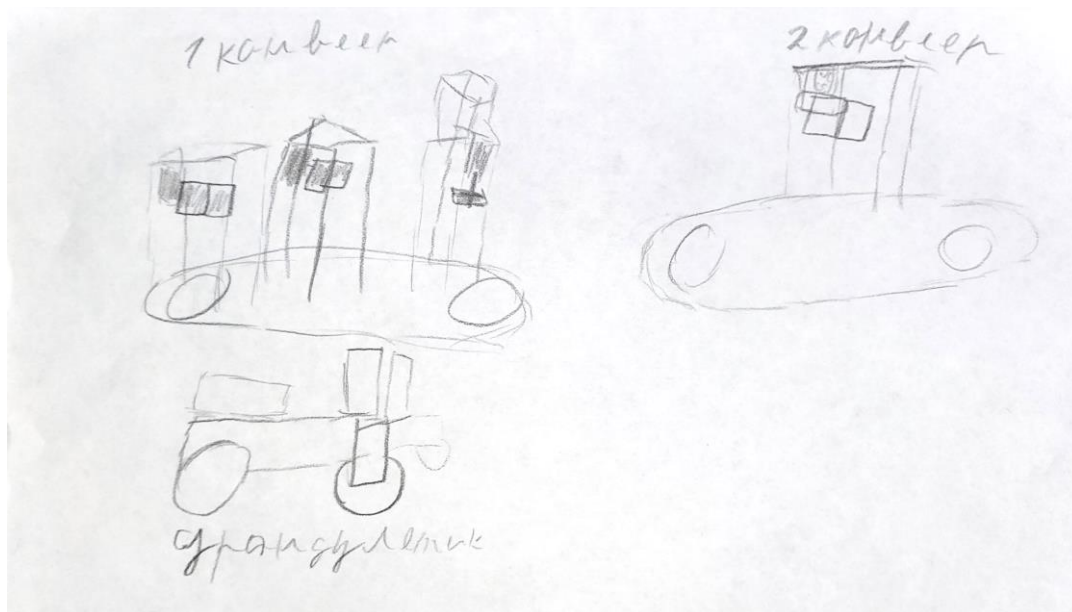


Рисунок первой и второй конвейерной ленты, работа перевозчика



Рисунок третьей конвейерной ленты

ГЛАВА 2 ПРОГРАММА

Первая и третья конвейерные ленты были запрограммированы на одном контроллере VEX Arduino на языке C++.

```
1  #include <Servo.h>
2
3  Servo motorSt1, motorSt2, motorP, motorM, motorL, motorL2;
4
5  const int MF = 15, MB = 115, MS = 0;
6  const int Send = 7, Get = 5;
7
8  unsigned int time_us = 0, distance_sm = 0;
9
10 void setup() {
11     pinMode(Send, OUTPUT);
12     pinMode(Get, INPUT);
13
14     motorSt1.attach(A2);
15     motorSt2.attach(A4);
16     motorP.attach(A6);
17     motorM.attach(A8);
18     motorL.attach(A0);
19     motorL2.attach(A14);
```

При помощи библиотеки Servo подключили моторы для двух стаканов, два мотора для мешалки и два мотора для самих лент.

```
21     motorL.write(MB); //запуск ленты
22     delay(1000);
23     motorL.write(MS); //стоп ленты возле первого стакана
24     delay(100);
25
26     motorSt1.write(MF); //поворот первого стакана
27     delay(100);
28     motorSt1.write(MS);
29     delay(2000);
30
31     motorSt1.write(MB); //поворот первого стакана назад
32     delay(200);
33     motorSt1.write(MS);
34     delay(2000);
```

Далее прописали работу механизма, отвечающего за добавление толуола в стакан с нефтью.

```

36     motorL.write(MB); //запуск ленты
37     delay(500);
38     motorL.write(MS); //стоп ленты возле второго стакана
39     delay(100);
40
41     motorSt2.write(MF); //поворот второго стакана
42     delay(100);
43     motorSt2.write(MS);
44     delay(2000);
45
46     motorSt2.write(MB); //поворот второго стакана назад
47     delay(200);
48     motorSt2.write(MS);
49     delay(2000);

```

Следом прописали работу механизма, отвечающего за добавление дистиллированной воды, по такому же принципу, как и для первого стакана.

```

51     motorL.write(MB); //запуск ленты
52     delay(1000);
53     motorL.write(MS); //стоп ленты возле мешалки
54     delay(100);
55
56     motorP.write(MF); //опустили мешалку
57     delay(100);
58     motorP.write(MS);
59     delay(100);
60
61     motorM.write(MF); //запуск мешалки на 5 сек
62     delay(5000);
63     motorM.write(MS);
64     delay(100);
65
66     motorP.write(MB); //подняли мешалку
67     delay(250);
68     motorP.write(MS);
69     delay(100);
70
71     motorL.write(MB); //запуск ленты
72     delay(2000);
73     motorL.write(MS); //стоп ленты, проба перешла на другую ленту
74     delay(100);
--

```

После описана работы мешалки, которая опускается в стакан, работает в течении 5 секунд, и поднимается вверх, после чего лента перемещает стакан с полученной пробой на другую ленту.

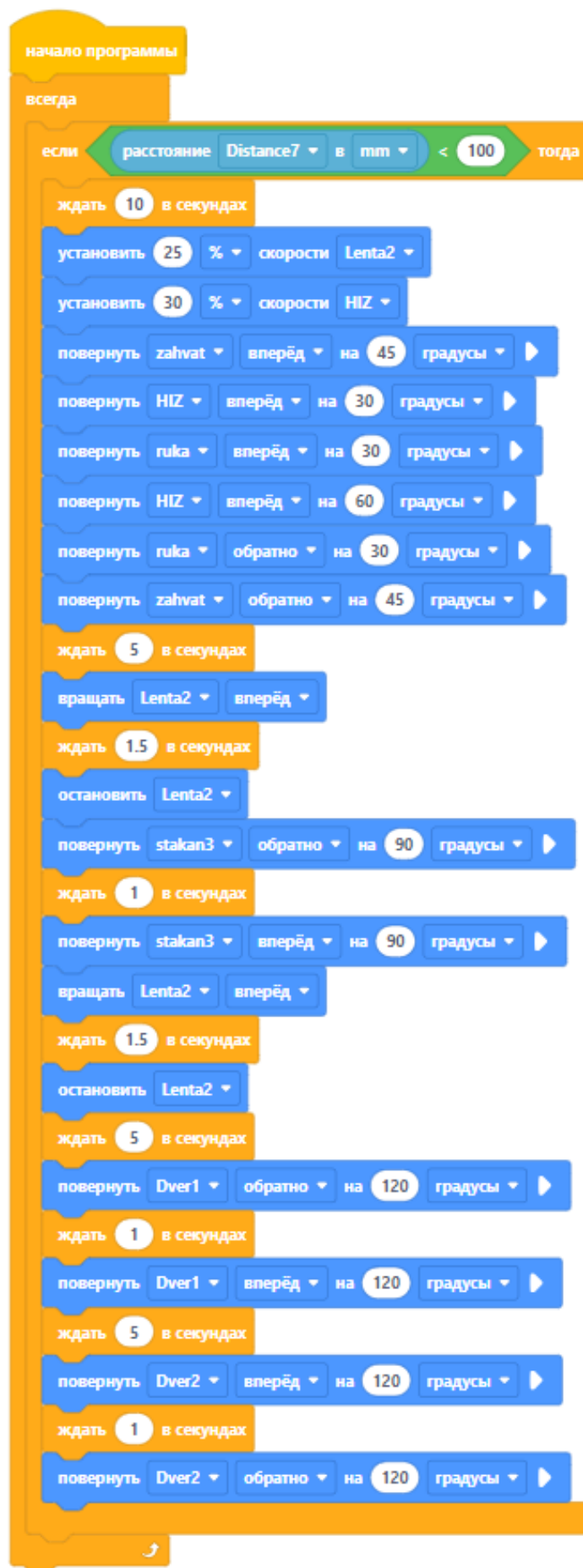
```

76     digitalWrite(Send, HIGH); //проверка стакана на 3-й ленте
77     delayMicroseconds(10);
78     digitalWrite(Send, LOW);
79     time_us = pulseIn(Get, HIGH);
80     distance_sm = time_us/58;
81
82     if (distance_sm < 10) { //работа 3-й ленты
83         motorL2.write(MF);
84         delay(3000);
85         motorL2.write(MS);
86         delay(2000);
87         motorL2.write(MF);
88         delay(1000);
89         motorL2.write(MS);
90         delay(7000);
91         motorL2.write(MF);
92         delay(4000);
93         motorL2.write(MS);
94         delay(100);
95     }

```

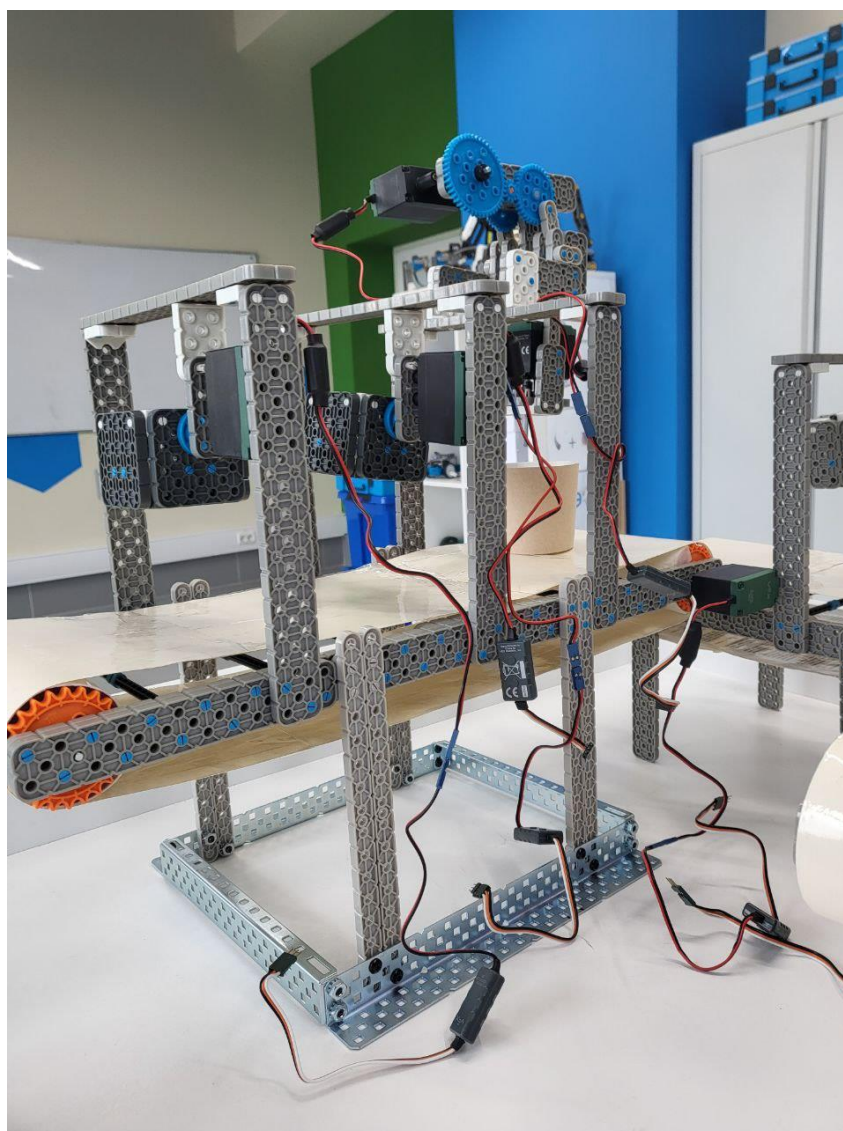
На третьей ленте планируется установить ультразвуковой датчик, который будет обнаруживать стакан на ленте и запускать её работу. Как только стакан обнаруживается, лента движет стакан к спектроскану, на котором также будет установлен датчик расстояния для открывания дверок короба.

Вторая лента будет запрограммирована на контроллере VEX IQ по принципу программирования первой ленты.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализатор проб нефти на содержание хлористых солей собран при помощи образовательных робототехнических наборов VEX IQ и VEX EDR. Проект состоит из трёх конвейерных лент, механизмов для добавления реагентов и дистиллированной воды в стакан с нефтью, механизм, опускающий мешалку в стакан с пробой и перемешивающий, фильтр и спектроскан. Работа механизмов была выполнена на базе контроллеров VEX IQ и Vex Arduino. При написании программы использовался блочный язык программирования в среде VEXcode IQ и язык C++ в среде Arduino IDE. Данный проект позволяет автоматизировать процесс проведения анализа проб нефти на содержание хлористых солей, что позволяет проводить анализ быстро и точно, исключая человеческий фактор и повышая эффективность процесса контроля качества. Автоматизированный анализатор способен оперативно определять содержание хлористых солей в пробах нефти, что позволяет предотвращать негативные последствия и принимать меры по снижению их уровня.



РАЗВИТИЕ ПРОЕКТА

В развитии проекта мы планируем провести дополнительные исследования в области анализа нефти, разработать или улучшить данную методику анализа при помощи добавления датчиков, которые позволят автоматически запускать работу конвейерных лент, запускать работу механизмов для добавления реагентов и воды, работу мешалки. А также проводить более точные расчёты и избегать погрешности при всём процессе работы анализатора.

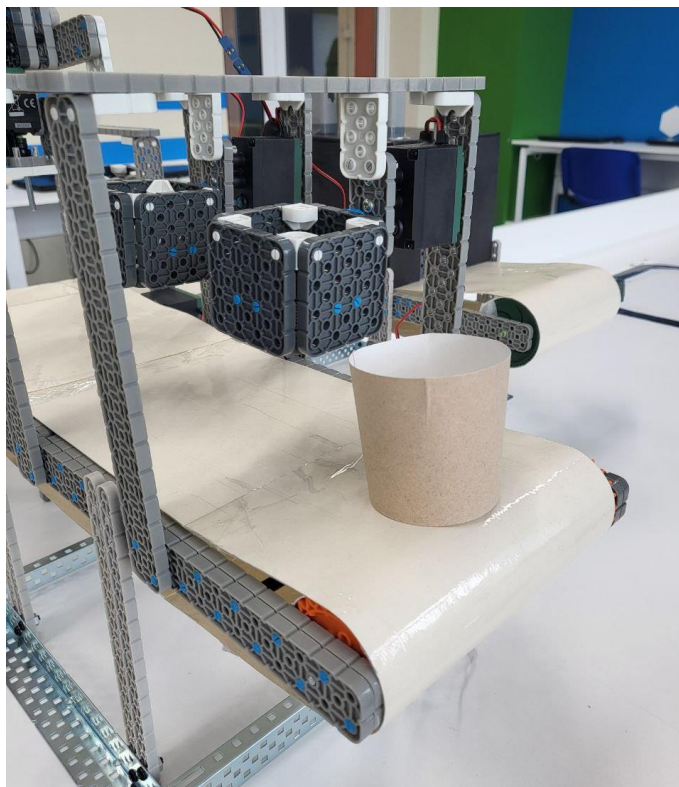
Развитие этого проекта будет способствовать увеличению производительности и снижению затрат в отрасли, что делает его перспективным и востребованным на рынке.



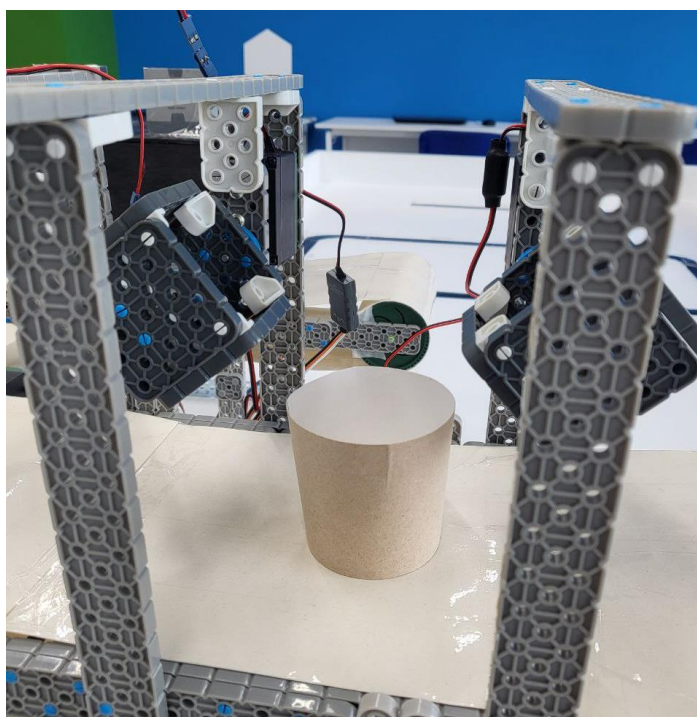
ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. ГОСТ 21534-2021 Нефть. Методы определения содержания хлористых солей (с Поправками) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200182000>
2. Отбор проб нефтепродуктов: методы, правила и оборудование // Лабораторное оснащение URL: <https://www.moslabo.ru/info/otbor-prob-nefteproduktov-metody-pravila-i-oborudovanie/>
3. Инструкция по контролю и обеспечению сохранения качества нефтепродуктов в организациях нефтепродуктообеспечения // КонсультантПлюс URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43481/04a30b2d924e45a9019e0212ccf4b22471a71ade/
4. Лабораторный анализ нефти. Лабораторный анализ нефти – параметры исследования, оборудование // Gluvex URL: <https://gluvexlab.com/articles/laboratornyy-analiz-nefti/>
5. Сбор и подготовка нефти – NaIS // Youtube URL: https://www.youtube.com/watch?v=Okj9PxCGkbU&ab_channel=YouTubeViewers
6. ГОСТ 21534: Нефть. Методы определения содержания хлористых солей // АВРОРА технологии измерений URL: <https://electrochemistry.ru/normativy/gost/gost-21534/>

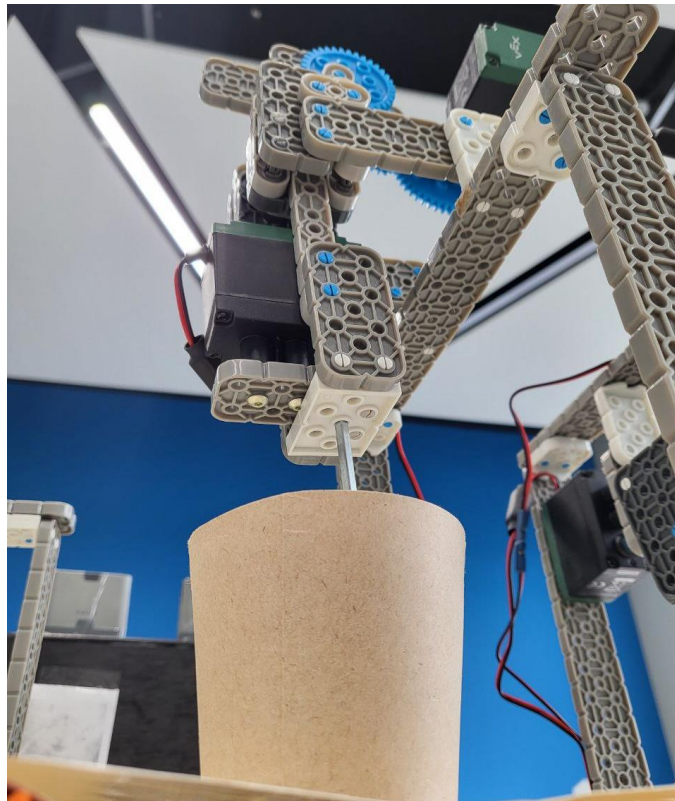
ПРИЛОЖЕНИЯ



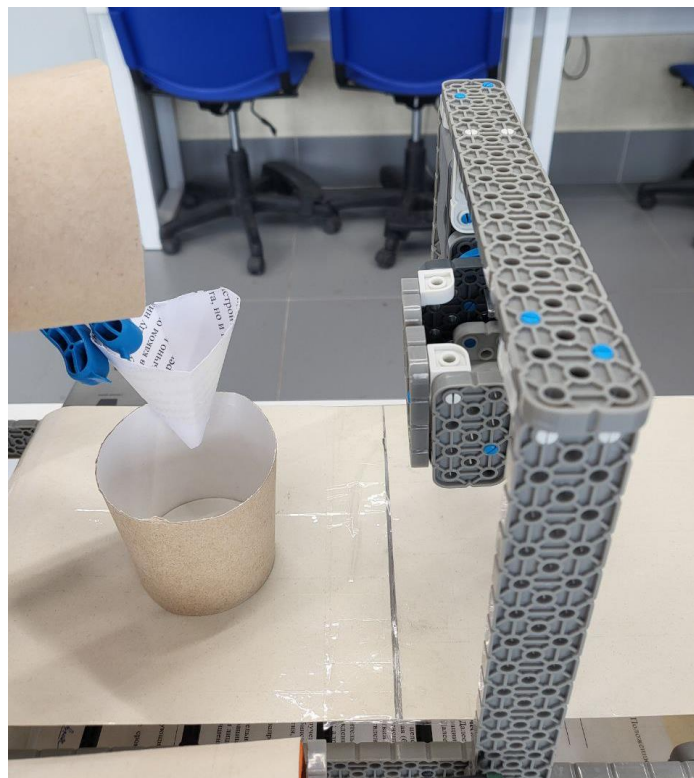
Первая конвейерная лента, добавление толуола



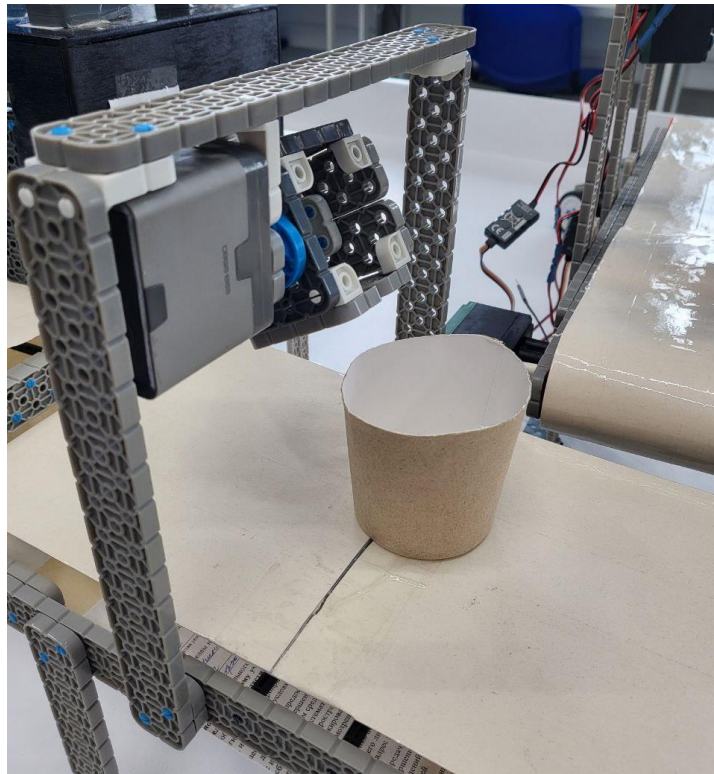
Первая конвейерная лента, добавление дистиллированной воды



Первая конвейерная лента, перемешивание



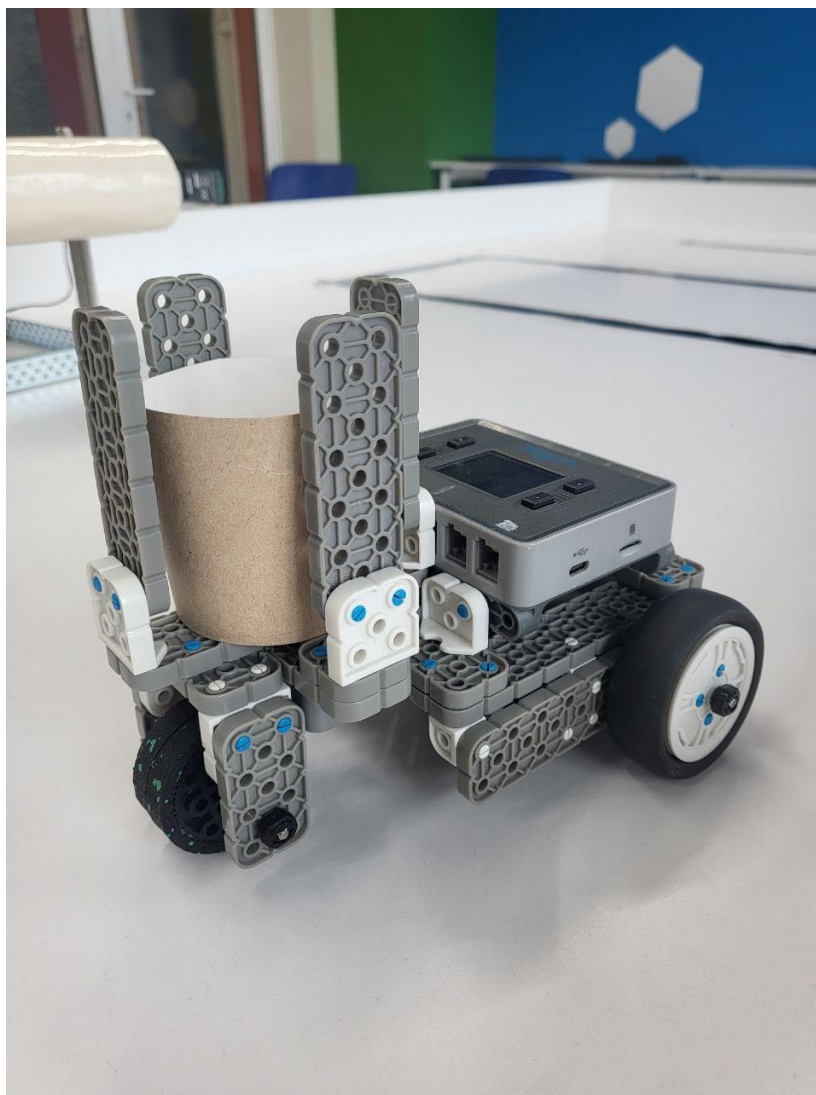
Вторая конвейерная лента, фильтрация



Вторая конвейерная лента, добавление азотной кислоты



Третья конвейерная лента, спектроскан



Робот-перевозчик