



РОССИЙСКАЯ
РОБОТОТЕХНИЧЕСКАЯ
ОЛИМПИАДА

Федерация Спортивной и Образовательной
робототехники

Российская Робототехническая Олимпиада 2024
Творческая категория
«РОБОТЫ И РОБОТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ В НЕФТЕГАЗОВОЙ
ОТРАСЛИ»

ОТЧЕТ по проекту

«Роботизированная система для замены труб на буровых установках»

Команда «ПРЭСС»

Младшая возрастная категория

Выполнили:

Панихин Никита, ученик 4 класса
МАОУ Лицей № 67 г. Челябинска,
Рулевский Максим, ученик 2
класса МАОУ Лицей № 142 г.
Челябинска;

Руководитель:

Галка Алексей Анатольевич,
инженер-робототехник ПАО
«Челябинский кузнечно-прессовый
завод»;

Научный консультант:

Малышев Виталий, инженер-
робототехник
ПАО «Челябинский кузнечно-
прессовый завод»;

г. Челябинск,

2024

Оглавление

Аннотация	3
О команде	4
Актуальность проекта	5
Глава 1 Конструирование прототипа	7
Глава 2 Датчики в системах прототипа.....	8
Глава 3 Программа	8
Глава 4: Экономическая часть.....	9
Глава 5: Эксперимент.....	10
Заключение.....	11
Развитие проекта.....	12
Итоги	13
Список литературы.....	14
Источники информации.....	15
Приложения.....	16

АННОТАЦИЯ

Роботизированная система для замены труб на буровых установках, разработанная командой "ПРЭСС" из Челябинска, представляет собой инновационный проект, направленный на автоматизацию процесса замены труб на буровых установках. Целью данного проекта является повышение безопасности и эффективности выполнения буровых работ.

В рамках проекта команда "ПРЭСС" использовала современные технологии робототехники и программирования, а также различные датчики для создания надежной и точной роботизированной системы. Эти технологии позволяют устройству автоматически выполнять процесс замены труб без участия человека, что существенно снижает риск возникновения несчастных случаев на месте работы и повышает общий уровень безопасности.

Результаты, полученные в ходе реализации проекта, свидетельствуют о высоком потенциале его применения в нефтегазовой отрасли. Роботизированная система демонстрирует не только эффективность, но и экономическую выгоду за счет сокращения затрат на трудовые ресурсы и минимизации человеческого фактора.

Таким образом, разработанная командой "ПРЭСС" роботизированная система является перспективным инновационным решением, способным значительно улучшить условия работы на буровых установках и повысить эффективность производственных процессов в нефтегазовой отрасли.

О КОМАНДЕ

Команда "ПРЭСС", состоящая из учеников младших классов МАОУ Лицея № 67 и МАОУ Лицея № 142 г. Челябинска, под руководством инженера-робототехника Галка Алексея Анатольевича, создала инновационный проект, который является ярким примером высокого уровня технической подготовки и творческого подхода.

Этот проект отражает не только профессионализм и техническую компетенцию участников, но и их способность к инновационному мышлению и творческому решению задач. Робототехнические проекты требуют не только знаний в области инженерии и программирования, но и способности к креативному подходу к решению проблем.

Команда "ПРЭСС" продемонстрировала не только умение создавать технически сложные устройства, но и способность работать в команде, обмениваться идеями и эффективно решать задачи. Это важные навыки, которые будут полезны им в будущем как в области науки и техники, так и в жизни в целом.

Инновационный проект команды "ПРЭСС" отличается не только техническим совершенством, но и потенциалом для роста и дальнейшего развития. Уверен, что данная команда будет продолжать приносить вклад в научные и технические достижения, вдохновляя других на поиск новых идей и решений.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОЕКТА

С развитием технологий и промышленности требования к безопасности и эффективности производственных процессов растут. В нефтегазовой отрасли особое внимание уделяется буровым установкам, где выполнение ряда операций связано с высокими рисками для человеческой жизни и здоровья. Одной из таких операций является замена труб на буровых установках. Этот процесс требует высокой точности и надежности, так как любая ошибка может привести к серьезным авариям и значительным финансовым потерям.

Использование роботизированных систем в данном контексте является перспективным направлением, способным существенно улучшить текущую ситуацию. Автоматизация процессов замены труб позволяет минимизировать человеческий фактор, повысить безопасность работы и снизить время простоя оборудования. Это, в свою очередь, ведет к увеличению общей производительности и снижению эксплуатационных затрат.

На данный момент в России существует только одно роботизированное решение, это ГКШ-8000 "Тимеркул" - Автоматизированный буровой ключ. (Приложение А). Однако это решение затрагивает только часть всей системы замены труб, но никак не полный цикл.

Цель и задачи работы:

Целью данной работы является разработка и реализация роботизированной системы для замены труб на буровых установках, которая способна автономно выполнять все необходимые операции с минимальным вмешательством человека.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Разработка концепции и конструкции прототипа роботизированной системы.
2. Выбор и интеграция необходимых датчиков и исполнительных механизмов.
3. Разработка программного обеспечения для управления роботом.
4. Проведение экспериментов для оценки работоспособности и эффективности системы.
5. Анализ экономической целесообразности применения разработанной системы в промышленности.

На сегодняшний день в промышленности используются различные подходы к автоматизации буровых процессов. Однако большинство из них либо требуют значительных финансовых вложений, либо не обеспечивают должного уровня автономности и безопасности. Разработка доступной и эффективной роботизированной системы, способной самостоятельно выполнять замену труб, представляет собой инновационное решение, которое может существенно изменить существующие методы бурения.

Методология исследования

В рамках данного проекта были использованы современные методы

инженерного проектирования и программирования. Конструкция робота была разработана с использованием модульных компонентов LEGO, что позволило быстро создать рабочий прототип и провести необходимые испытания. Для управления системой были применены микроконтроллеры и датчики, обеспечивающие высокую точность и надежность выполнения операций. Программное обеспечение было написано на языке EV3G и Python, что обеспечило гибкость и возможность дальнейшей доработки системы.

Таким образом, данный проект представляет собой комплексное исследование, направленное на создание эффективной роботизированной системы для замены труб на буровых установках, что может значительно повысить безопасность и производительность в нефтегазовой отрасли.

Разработка концепции и проектирование:

Процесс конструирования прототипа начался с разработки концептуальной модели, которая определяла основные функциональные требования к роботизированной системе. Основной задачей было создание устройства, способного выполнять три ключевые функции: зажатие трубы, закручивание трубы и подача трубы. Эти функции являются критически важными для обеспечения безопасной и эффективной замены труб на буровых установках.

ГЛАВА 1 КОНСТРУИРОВАНИЕ ПРОТОТИПА

Основные компоненты прототипа были выбраны с учетом надежности, простоты интеграции и возможности быстрой модификации. В качестве базового конструкционного материала использованы элементы конструктора LEGO, что позволило создать модульную и гибкую структуру, легко поддающуюся доработке.

Робота можно разделить на две части: каркас, основные элементы и механизмы.

Каркас и основные элементы:

Каркас робота состоит из вертикальных и горизонтальных элементов конструктора LEGO, что обеспечивает прочность и устойчивость конструкции. Используется много рамок LEGO различного размера, с помощью них получилось обеспечить жесткость и прочность конструкции. Примером каркаса являются вертикальные стойки для крана, который подает трубы (Приложение Б).

Механизмы:

Для работы всех механизмов используется пневматическая система и различные механизмы, реализованные с помощью линейных актуаторов и механических передач, для управления роботом используется 3 микроконтроллера Ev3 и 11 моторов.

Функции робота:

1. Для работы пневматической системы используется компрессор, с помощью большого мотора компрессор подает воздух под давлением (Приложение В).
2. Зажатие трубы: используются пневматические цилиндры и два линейных актуатора для приведения в действие зажимного механизма, который фиксирует трубу в нужном положении (Приложение Г).
3. Управление пневмоключами, с помощью больших моторов и маленьких линейных актуаторов происходит управление подачей воздуха на цилиндры в работе (Приложение Д).
4. Конвейер для подачи труб, для дальнейшей загрузки в скважину (Приложение Е).
5. Кран, используются 3 механизма, позволяющие перемещать крану трубы в двух направлениях:
 - а. Механизм для захвата труб (Приложение Ж).
 - б. Механизм для подъема труб (Приложение З).
 - с. Механизм для перемещения труб (Приложение И).
6. Механизм закручивания труб, состоит из подающего элемента, элемента для фиксации труб и вращающегося вала (Приложение К).

Все эти механизмы работают последовательно, выполняя общий алгоритм, большая часть механизмов имеют только две рабочие позиции, что дает возможность работать роботу большое количество дополнений, без технического обслуживания.

ГЛАВА 2 ДАТЧИКИ В СИСТЕМАХ ПРОТОТИПА

Датчики и управление

Для обеспечения точности и надежности операций, в системе используются датчики касания. Эти датчики играют ключевую роль в управлении подачей воздуха и процессом закручивания труб.

Датчик касания используется для фиксации крайнего положения механизма подъема крана.

ГЛАВА 3 ПРОГРАММА

Для написания программы была составлена последовательность действий (Приложение Л).

Программа состоит из 3 основных этапов:

1. Калибровка (Приложение М).
2. Загрузка первой трубы (Приложение Н).
3. Загрузка последующих труб (Приложение О).

В каждом этапе программы, робот последовательно выполняет заданные команды. Для успешной работы программы были подобраны все необходимые параметры.

Робот питается от сети, что позволяет не перенастраивать программу в зависимости от заряда микроконтроллера. Программа носит последовательный характер, что делает возможность быстрого редактирования и перенастройки (если это потребуется).

ГЛАВА 4: ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Разработка и внедрение роботизированной системы для замены труб – это важный этап в современной индустрии. Хотя на первый взгляд может показаться, что такие проекты требуют значительных начальных инвестиций, экономический анализ демонстрирует, что выгоды от этой инновации гораздо превышают затраты.

Прежде всего, автоматизация процесса замены труб приводит к значительному повышению производительности. Роботы способны выполнять задачи более быстро и эффективно, чем человеческая рабочая сила. Благодаря этому, время, необходимое на замену труб, сокращается в разы, что позволяет улучшить графики выполнения работ и сократить время простоя оборудования.

Кроме того, роботизированные системы обеспечивают значительное улучшение безопасности на рабочем месте. Роботы не подвержены человеческим ошибкам или физическим ограничениям, что снижает риск несчастных случаев и травм. Это также снижает необходимость в трате ресурсов на обучение персонала и страхование.

В свете этого, хотя начальные инвестиции в разработку и внедрение роботизированных систем могут быть значительными, они оправдывают себя в долгосрочной перспективе. Сокращение времени и затрат на трудовые ресурсы, а также повышение безопасности на рабочем месте, приводят к существенному экономическому эффекту и увеличению конкурентоспособности предприятия в целом.

Таким образом, внедрение роботизированных систем в процесс замены труб является необходимым шагом для современных предприятий, стремящихся к оптимизации своей деятельности и обеспечению высокого уровня производительности и безопасности.

ГЛАВА 5: ЭКСПЕРИМЕНТ

Чтобы удостовериться в работоспособности разработанного прототипа роботизированной системы для замены труб, мы провели серию тщательно запланированных испытаний. Эти испытания были проведены в условиях, которые максимально приближены к реальным сценариям эксплуатации. Мы стремились воссоздать все те факторы, с которыми могла бы столкнуться система в реальном производственном процессе.

Результаты испытаний оказались весьма обнадеживающими. Наш робот успешно справился с поставленными задачами по замене труб в различных условиях. Он демонстрировал высокую точность и надежность в выполнении каждого этапа процесса, начиная от демонтажа старых труб и заканчивая установкой новых.

Выводы из этих испытаний позволяют утверждать, что разработанный нами робот является эффективным и надежным инструментом для замены труб. Его высокая производительность и способность работать в различных условиях делают его значимым активом для промышленных предприятий, стремящихся к оптимизации процессов и повышению безопасности на производстве (Приложение П).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По завершении проекта по разработке и испытанию роботизированной системы для замены труб на буровых установках, мы пришли к нескольким важным выводам. На протяжении всего процесса разработки и тестирования мы уделяли особое внимание достижению двух основных целей: повышению безопасности и эффективности буровых работ.

Результаты нашей работы показали, что разработанная система действительно способна достичь этих целей. В ходе испытаний робот успешно справился с задачами по замене труб на буровых установках, демонстрируя высокую точность и надежность в выполнении каждого этапа процесса. Благодаря автоматизации этого ключевого процесса, мы ожидаем значительного сокращения времени, необходимого на замену труб, а также снижения риска возникновения несчастных случаев и травм.

Эти результаты делают нашу разработку перспективной для внедрения в нефтегазовую отрасль. Учитывая необходимость повышения безопасности и эффективности производственных процессов на буровых установках, наша роботизированная система представляет собой значимый шаг вперед. Мы убеждены, что её внедрение будет способствовать улучшению рабочих условий и оптимизации производственных процессов в этой отрасли.

Таким образом, наш проект по разработке роботизированной системы для замены труб на буровых установках доказал свою эффективность и перспективность для индустрии нефти и газа. Мы готовы к следующему этапу - внедрению этой инновационной технологии в реальные производственные условия с целью дальнейшего повышения безопасности и эффективности работы на буровых установках.

РАЗВИТИЕ ПРОЕКТА

Планы по развитию проекта включают в себя ряд ключевых шагов, направленных на улучшение функциональности и эффективности роботизированной системы для замены труб на буровых установках.

Первым шагом в развитии проекта будет доработка программного обеспечения. Это позволит значительно улучшить автономность работы робота. Разработка более сложных алгоритмов и улучшение системы искусственного интеллекта позволят роботу принимать самостоятельные решения в различных ситуациях на месте работы, что повысит его эффективность и гибкость.

Дополнительные испытания в различных условиях эксплуатации также являются важным этапом развития проекта. Это позволит убедиться в работоспособности и надежности роботизированной системы в различных климатических и рабочих условиях, таких как высокие и низкие температуры, повышенная влажность, а также при различных типах труб и структур буровых установок.

Более тщательные испытания также позволят выявить возможные слабые места системы и предпринять меры по их устранению. Это поможет создать более надежное и эффективное устройство, которое будет готово к внедрению в промышленную эксплуатацию.

Таким образом, развитие проекта включает в себя как технические усовершенствования, так и расширение практической базы по тестированию и оптимизации работы роботизированной системы, что позволит создать более конкурентоспособное и востребованное решение для нефтегазовой отрасли.

ИТОГИ

Проект, который мы реализовали, является ярким примером потенциала применения роботизированных систем в нефтегазовой отрасли. Наша работа показывает, что роботизированные системы могут принести существенные изменения в этой сфере деятельности.

Введение роботизированных технологий в нефтегазовую отрасль может привести к революционным изменениям в производственных процессах. Повышение эффективности, снижение рисков для работников, сокращение времени простоя оборудования - это лишь несколько преимуществ, которые могут быть достигнуты благодаря применению роботизированных систем.

Внедрение таких систем также может привести к снижению затрат на производство и обслуживание оборудования, оптимизации использования ресурсов и повышению конкурентоспособности предприятий в отрасли. Более того, роботизированные системы могут быть более точными и надежными, что существенно повышает качество выполняемых работ.

Таким образом, проект, который мы реализовали, демонстрирует не только текущий потенциал роботизированных систем, но и их будущее в нефтегазовой отрасли. Применение этих технологий может привести к существенным изменениям в способах работы и управления в этой сфере, обеспечивая более эффективное, безопасное и экологически устойчивое производство нефти и газа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

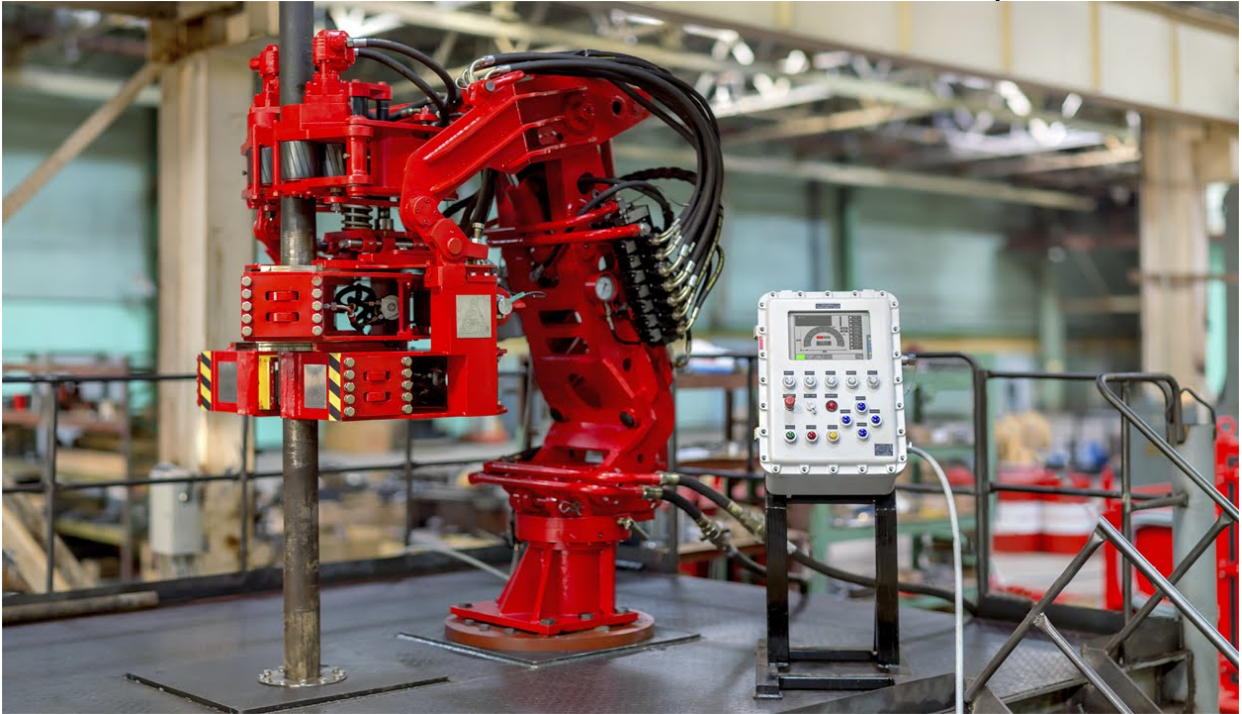
1. Иванов И.И. Робототехника в нефтегазовой отрасли. – М.: Технопресс, 2020.
2. Петров П.П. Автоматизация буровых процессов. – СПб.: Наука, 2019.
3. ISOGAWA Yoshihito Tora No Maki
4. Лоренс Валк Большая книга Lego Mindstorms Ev3 ISBN 978-5-699-94356-2

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

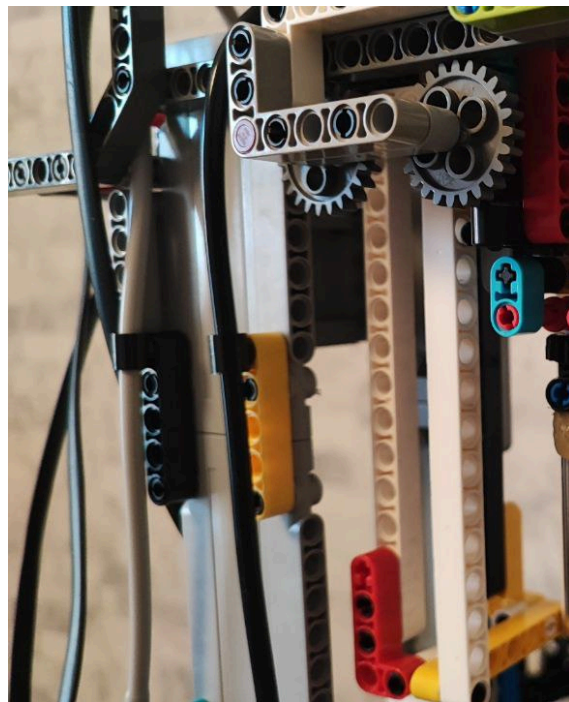
1. Официальный сайт Федерации спортивной и образовательной робототехники.
2. Документация на используемые датчики и контроллеры.

ПРИЛОЖЕНИЯ

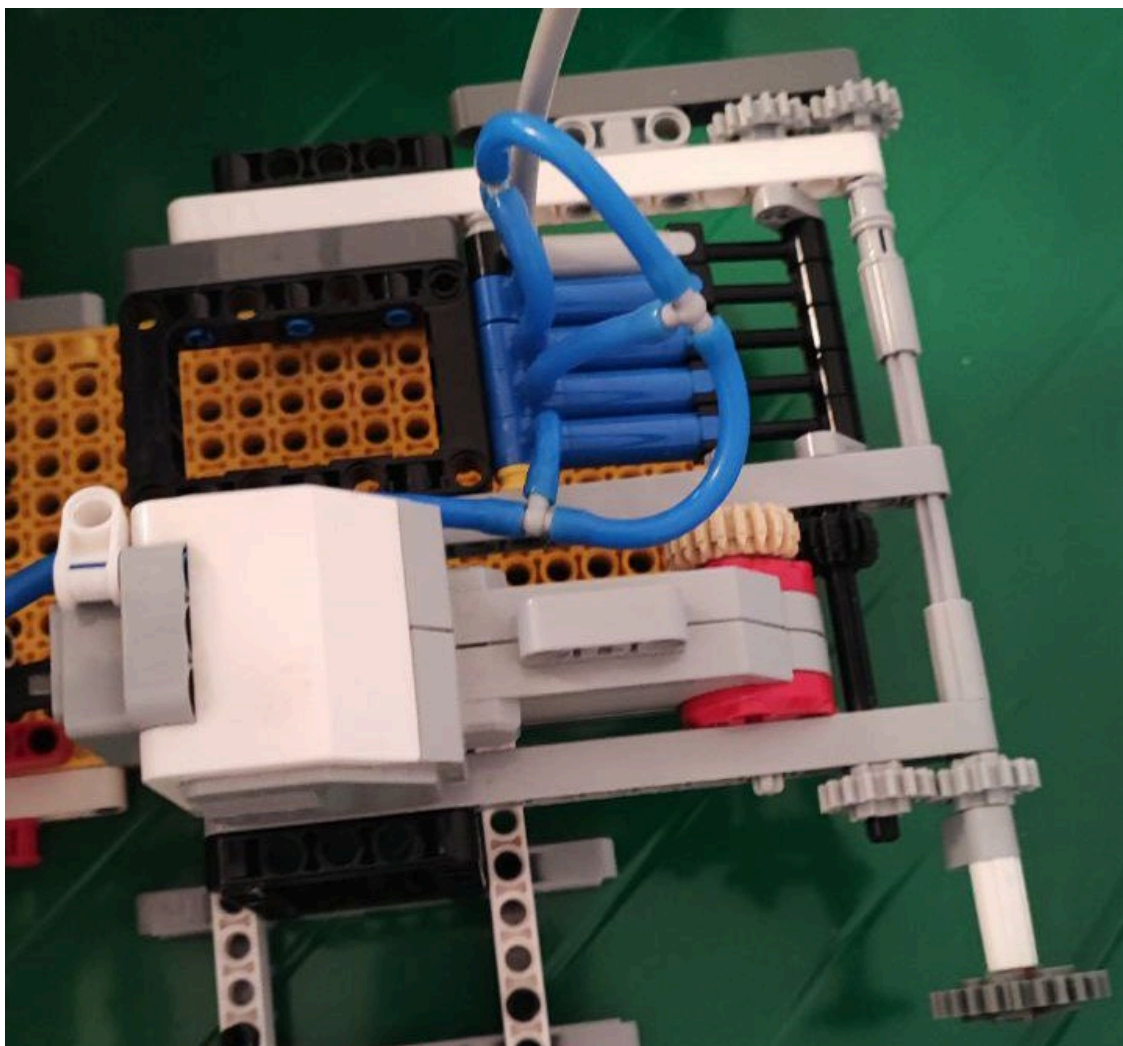
Приложение А



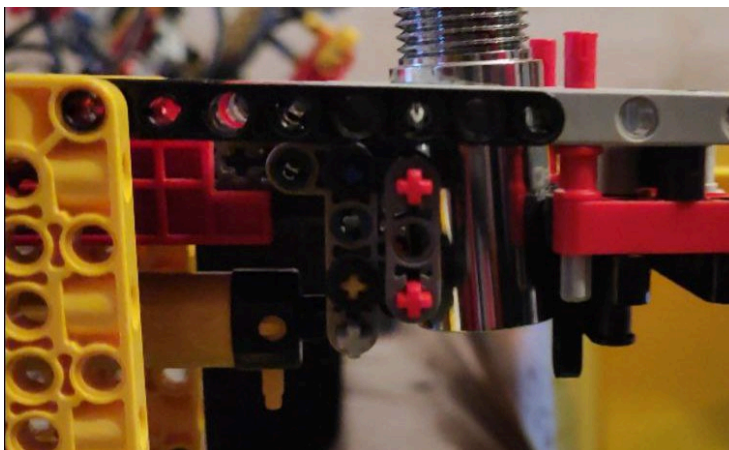
Приложение Б



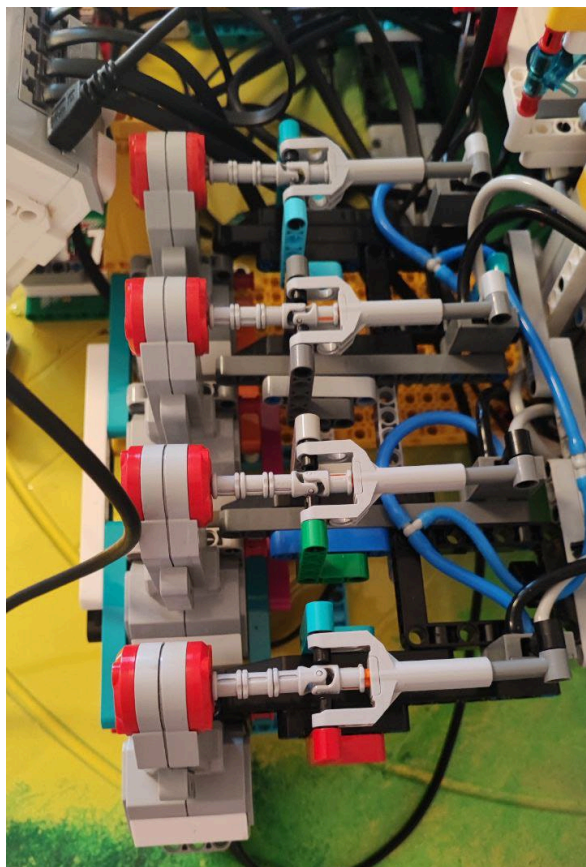
Приложение В



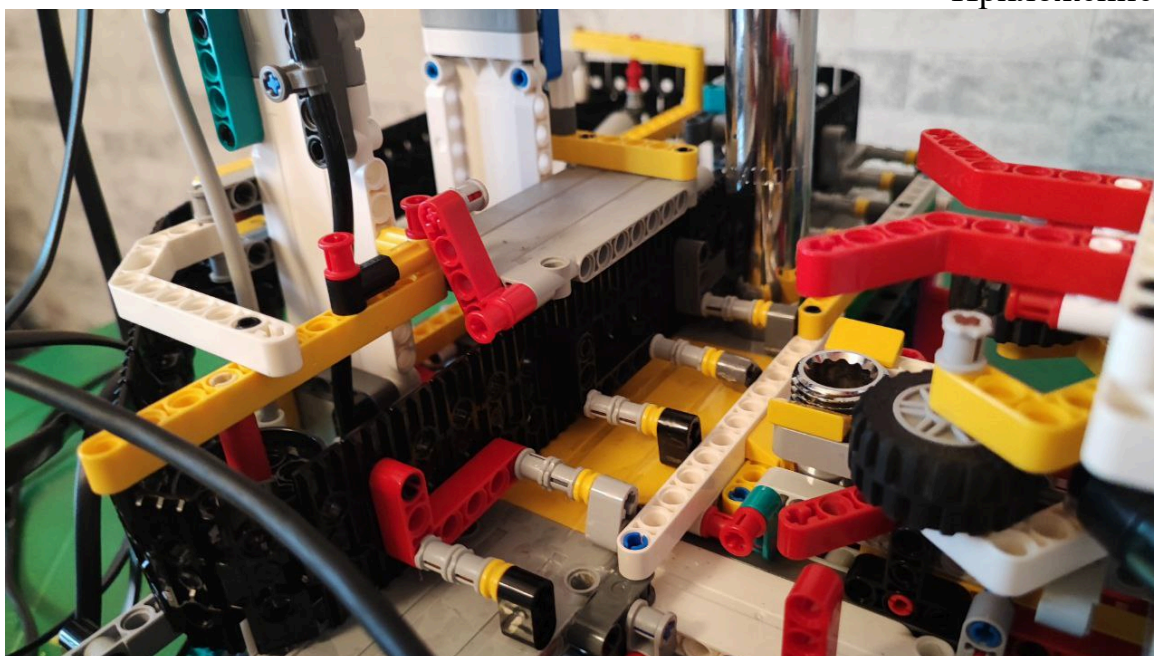
Приложение Г



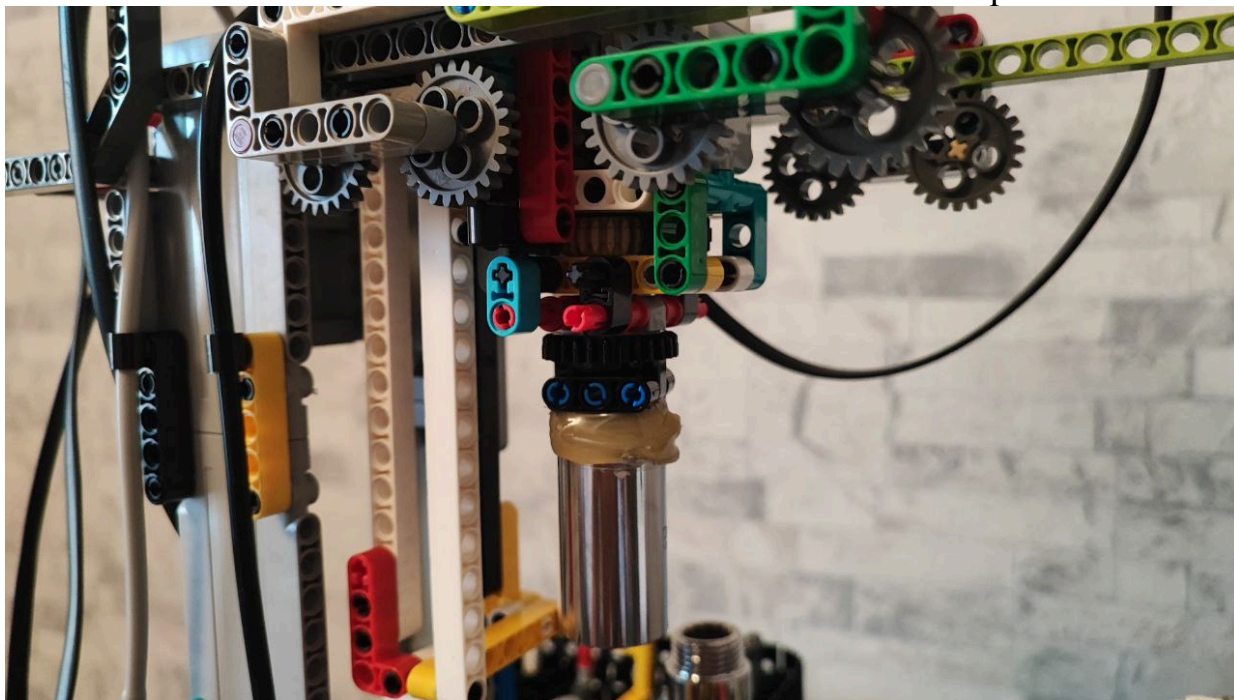
Приложение Д



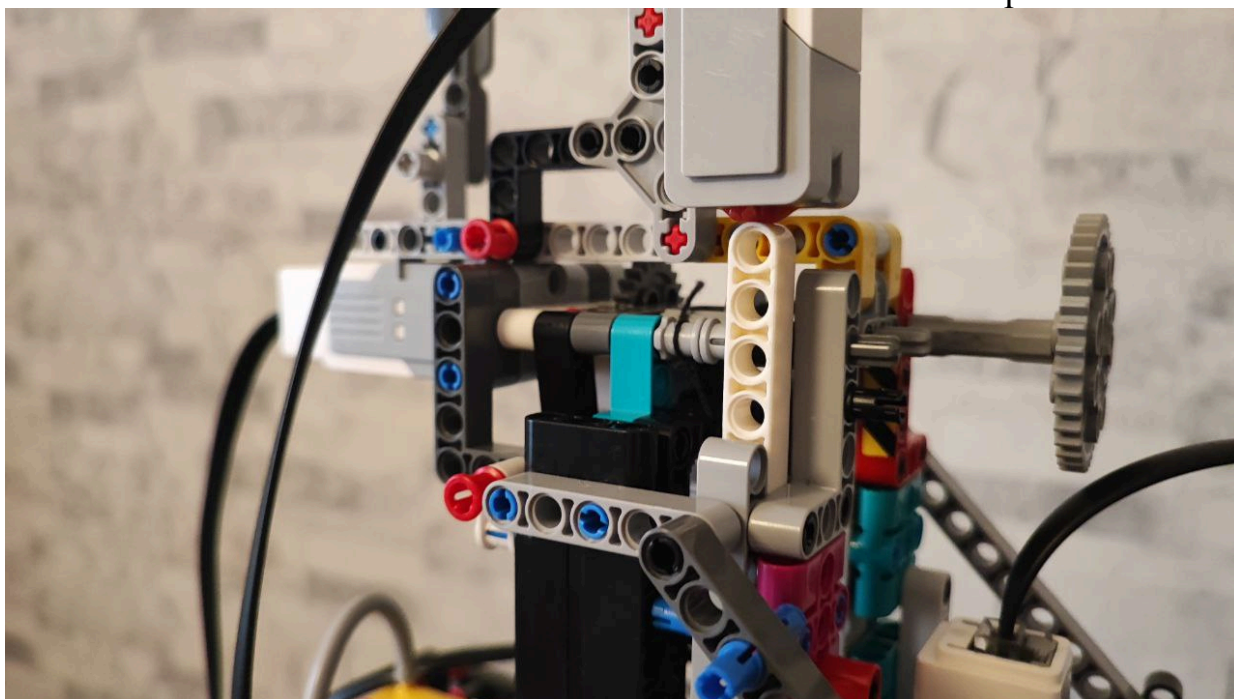
Приложение Е



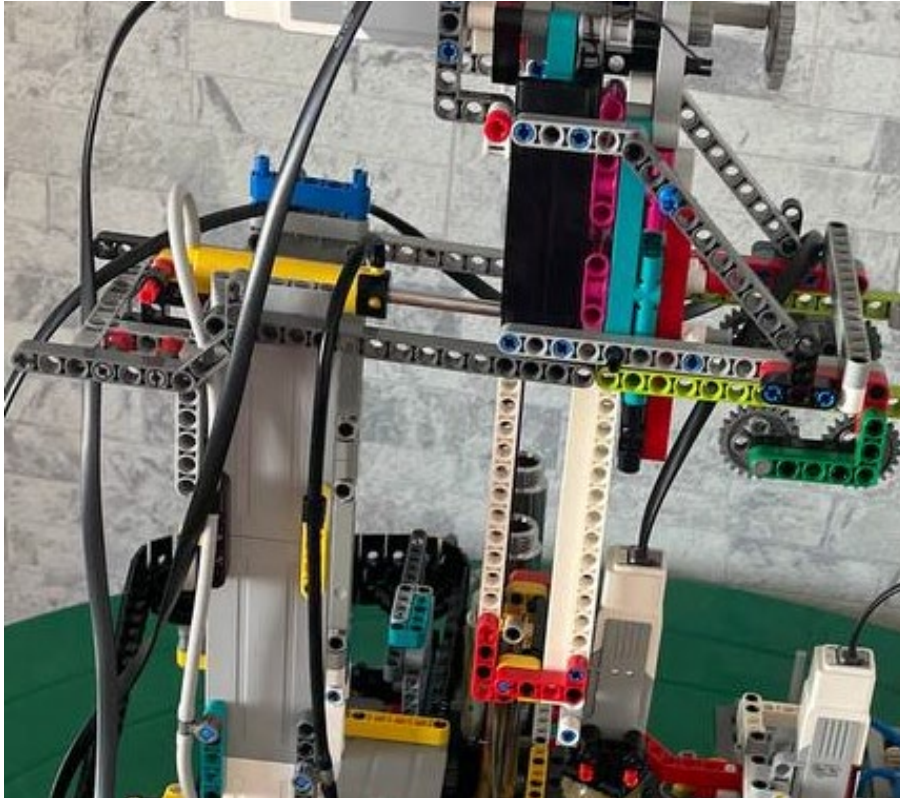
Приложение Ж



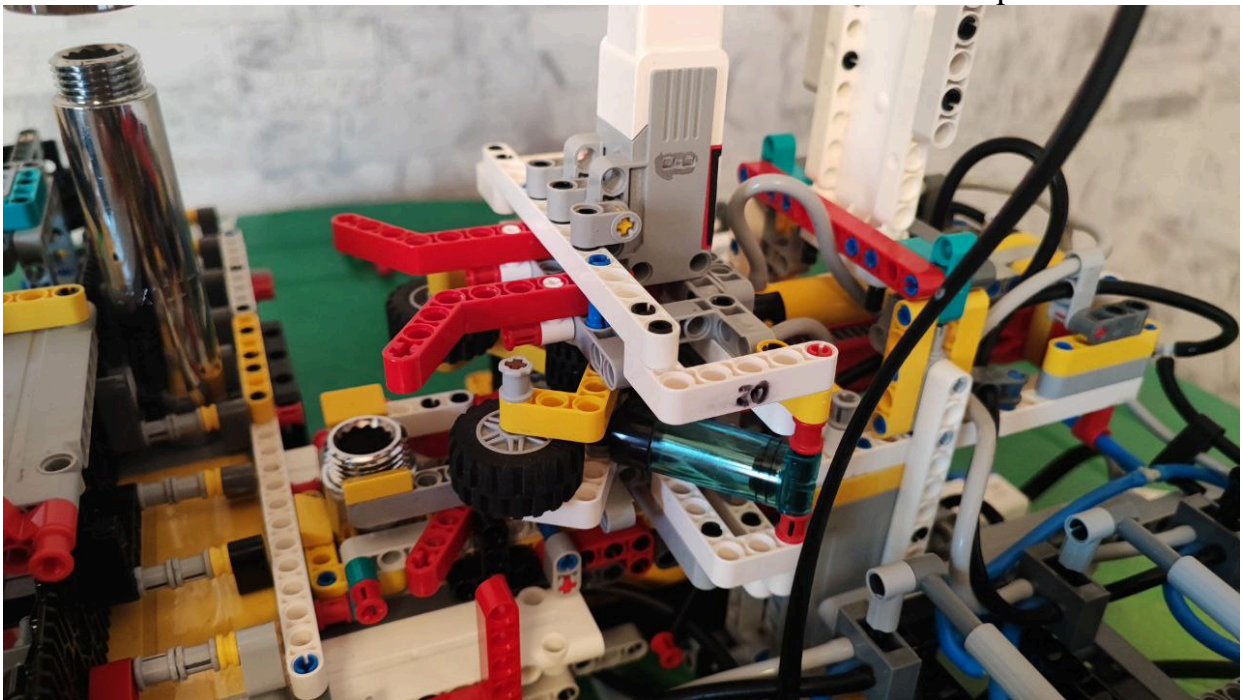
Приложение З



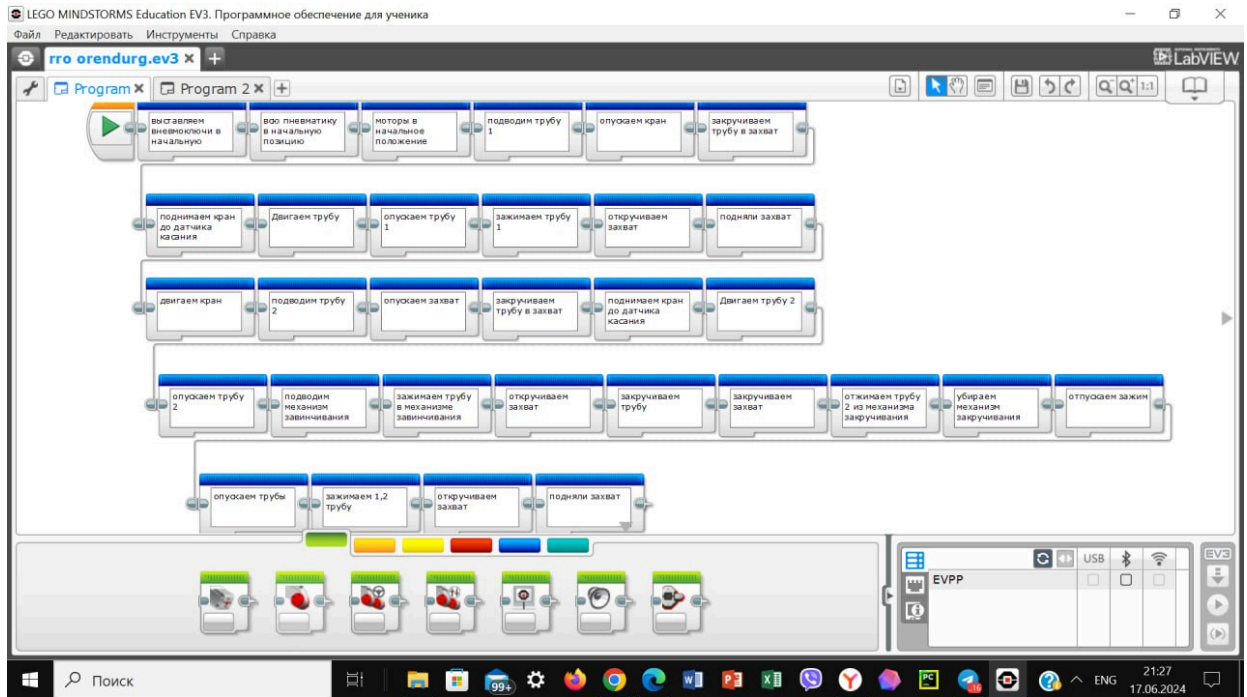
Приложение И



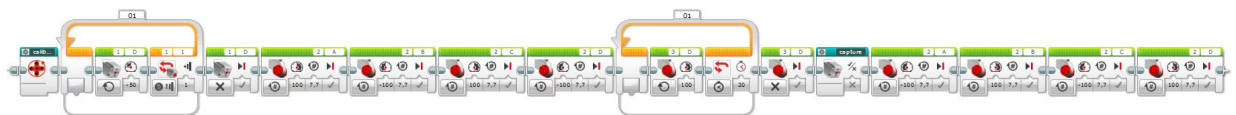
Приложение К



Приложение Л



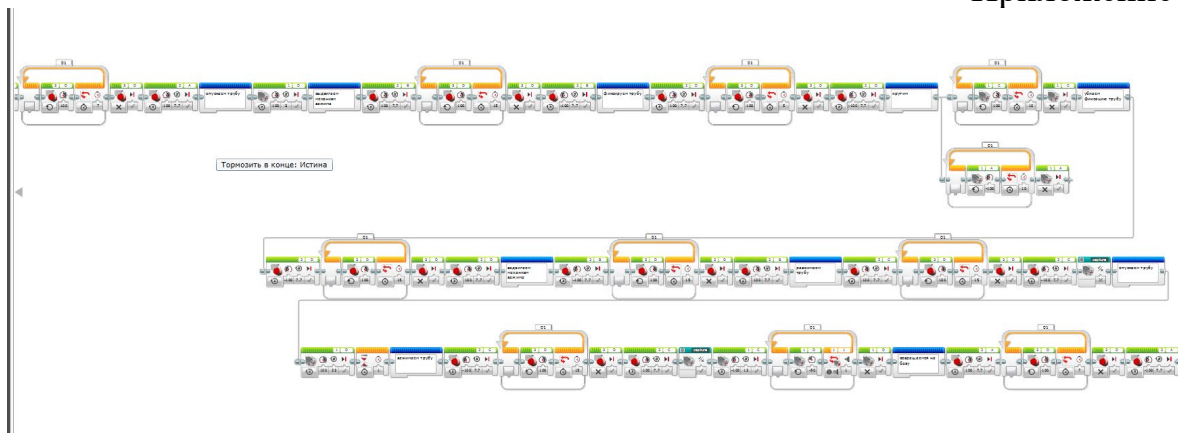
Приложение М



Приложение Н



Приложение О



Приложение П

