

Всероссийские робототехнические соревнования
«ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ РОССИИ»



СЕЗОН 2019-2020

ИНЖЕНЕРНАЯ КНИГА

«Моделирование автоматизированного участка производства»

Название команды: «Горячая десятка»

Название образовательной организации: МОУ «СОШ №10 им. В.П. Поляничко» г. Магнитогорска

2020 г.

Содержание инженерной книги

1. Визитка команды
2. Идея и общее содержание проекта
3. Взаимодействие с предприятием
4. Технологическая часть проекта
5. Программа
6. Приложение

1. Визитка команды

Магнитогорск — второй по величине город в Челябинской области, в котором проживают более четырехсот тысяч человек. Наш город — один из нескольких городов мира, расположенных сразу в двух частях света: в Европе и Азии. Магнитогорск делит пополам река Урал. Правый берег реки застроен жилыми кварталами. Практически весь левый берег занимает металлургический комбинат и другие промышленные предприятия. Магнитогорск - один из крупнейших мировых центров черной металлургии. Неофициально наш город именуют “металлургической столицей России”, “стальным сердцем Родины”. Нашему городу присвоено почетное звание “Город трудовой доблести и славы”.

В южной части города расположена школа №10, которая носит имя государственного и политического деятеля России Виктора Петровича Поляничко (МОУ «СОШ № 10 им. В.П. Поляничко» г. Магнитогорска, Юридический адрес: Челябинская область, город Магнитогорск, улица Тевосяна, дом 27, корпус 3, телефон 8(3519)411241). С 2013 года школа является ресурсным центром образовательной робототехники. Ежегодно обучающиеся участвуют в соревнованиях различного уровня, добиваются высоких результатов. В этом году наша команда «Горячая Десятка» стала победителем регионального этапа робототехнического фестиваля «Робофест-2020» в направлении «Инженерные кадры России», категории «Икар-ТЕХНО»

Состав команды “Горячая десятка”:

1. Кочергин Демьян, 14 лет, 8 класс

Разработчик алгоритмов машинного обучения. Ответственный за оптимизацию производительности и точности алгоритмов автоматизированного участка. Отвечает за разработку самодельных механизмов с использованием 3D печати.

2.Руководитель команды: Лаврова Ксения Александровна, педагог МОУ «СОШ №10 им. В.П. Поляничко» г. Магнитогорска

ЗАО «МЗПВ»

В создании проекта принимали участие наши эксперты:

1. Скрипкин Евгений Викторович, начальник производства ЗАО «МЗПВ»;
2. Шапшова Наталья Владимировна, менеджер отдела труда ЗАО «МЗПВ»;
3. Курц Светлана Владиславовна, председатель профсоюзного комитета ЗАО «МЗПВ»;
4. Маликова Наталья Сергеевна, директор МОУ «СОШ №10 им. В.П. Поляничко» г. Магнитогорска.

2. Идея и общее содержание проекта

Ключевая функция современных производств строится на автоматизации их технологических процессов. С точки зрения робототехники, это позволяет предприятиям повысить свою эффективность и производительность, что крайне важно для конкуренции в своей отрасли. Наш исследовательский проект «Моделирование автоматизированного участка производства» связан с работой Магнитогорского завода прокатных валков, играющего значимую роль в жизни города, области и страны в целом. На **актуальность** выбранной нами темы указывают следующие факторы:

- 1) востребованность сортовых и листовых валков как в нашей стране, так и за рубежом в связи с активным введением в эксплуатацию современных прокатных станов;
- 2) магнитогорский завод прокатных валков – молодое, быстроразвивающееся предприятие, деятельность которого направлена на создание конкурентоспособной продукции, постоянное расширение области поставок продукции, модернизацию технологических процессов на предприятии;
- 3) политика магнитогорского завода прокатных валков направлена на взаимодействие с подрастающим поколением, обеспечение будущего кадрового потенциала, поэтому предприятие не боится ставить перед молодыми профессионалами задачи разных уровней сложности, давать кейсы на рационализаторство.

На сегодняшний день основной задачей предприятия является усовершенствование системы транспортировки заготовки между цехами и её доставки конечному потребителю. **Проблематика** заключается в постоянном контроле за показателями температуры и влажности среды, в которой находится валок. Нашей командой был получен кейс на решение данной проблемы.

Цель работы: создать модель оборудования для автоматизации процесса производства прокатных валков

Задачи:

- 1) познакомиться с производственным процессом закрытого акционерного общества «Магнитогорский завод прокатных валков»;
- 2) рассмотреть особенности литейного и механообрабатывающего производства;
- 3) реализовать кейс от ЗАО «МЗПВ».

План работы

Этап работы	Дата	Якимович Г.	Быков М.	Кочергин Д.
Взаимодействие с предприятием	3.02.2020	Экскурсия на МЗПВ с целью знакомства с инженерно-технической составляющей предприятия.	Экскурсия на МЗПВ с целью знакомства с аппаратным обеспечением предприятия	-
Технологическая часть проекта: начало работы	6 февраля 2020 года	Начало работы по созданию модели автоматизированного участка: Конструирование литейного цеха. Срок сдачи- 12 февраля	Начало работы по программированию автоматизированного участка: создание программы в системе EV3 для литейного цеха. Срок сдачи-12 февраля	Начало работы по разработке Самодельных деталей: создание 4-х заготовок с использованием 3D печати, работа с Arduino с целью создания сигнальной системы оповещения. Срок сдачи-12 февраля.
Технологическая часть проекта: продолжение работы	12 февраля	Сдача выполненных заданий, начало конструирования цеха механической обработки заготовки. Срок сдачи-21 февраля	Сдача выполненных заданий, начало программирования цеха механической обработки заготовки. Срок сдачи-21 февраля.	Сдача выполненных заданий, начало работы по машинному обучению, создание самодельных механизмов с использованием лазерной резки. Срок сдачи-21 февраля

Технологическая часть проекта: окончание работы	21 февраля	Сдача выполненных заданий, разработка инженерных концепций для решений кейса. Окончание технологической части проекта-28 февраля	Сдача выполненных заданий, разработка ПО работа с датчиками Arduino для решения кейса. Окончание технологической части проекта-28 февраля	Сдача выполненных заданий, распределение цехов на соревновательном поле. Окончание технологической части проекта-28 февраля
---	------------	--	---	---

3. Взаимодействие с предприятием



Знакомство с историей предприятия

16 июля 2004 года - дата государственной регистрации ЗАО "Магнитогорский завод прокатных валков". ЗАО "МЗПВ" - одно из крупнейших предприятий в России по производству листовых и сортовых валков, изготовленных методом центробежного литья.

За 2005 год коллектив завода совместно со специалистами словенской фирмы "Valji Group d.o.o." освоил технологию производства двухслойных и трёхслойных центробежных листовых прокатных валков. С августа 2006 года совместно со специалистами НПК "ЦНИИТМАШ" освоено производство сортовых центробежных валков.

Результатом работы предприятия является поставка высококачественных чугунных листовых и сортовых валков для ПАО "Магнитогорский металлургический комбинат", ПАО "Новолипецкий металлургический комбинат", ПАО "Северсталь" и других металлургических предприятий России.

Знакомство с технологией основного производства



Процесс производства складывается из следующих этапов:

1. Формообразование.

Изготовление полуформ из песчано-глинистых смесей, отделка и окраска внутренних поверхностей. Качество и свойства набивного и окрасочного слоя оценивается непрерывно на всем этапе производства полуформ.

2. Плавка металла.

ЗАО «МЗПВ» имеет мощности по плавильным агрегатам до 170 тонн в сутки.

3. Литье заготовок.

Заливка подготовленного металла во вращающийся кокиль для формирования рабочего слоя валка осуществляется на центробежной машине.

4. Термическая обработка.

Термическая обработка обеспечивает валкам необходимый уровень механических свойств и фазово-структурный состав.

Она производится в автоматическом режиме по заданным программам на шести современных экологически безопасных термических печах, работающих на природном газе.

5. Механическая обработка

Для получения высокой точности параметров валков используется современный твердосплавный инструмент и парк металлообрабатывающих станков

6. Контроль качества продукции

7. Лаборатория входного контроля.



Знакомство с участком, который необходимо автоматизировать

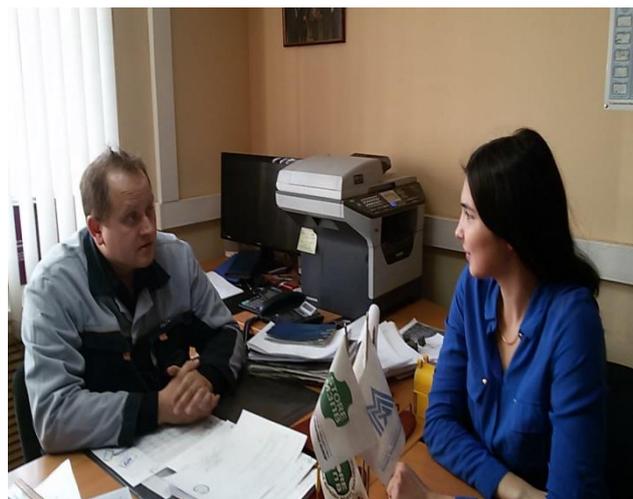
Нашей команде предстоит оптимизировать участок между литейным и механообрабатывающим цехом, а также-???

Экскурсия и встреча со специалистом предприятия

3 февраля 2020 года - экскурсия на ЗАО «МЗПВ». Экскурсию по промышленной площадке провел начальник цеха ЗАО «МЗПВ» Скрипкин Евгений Викторович. Он рассказал о производстве валков, показал работу каждого станка. Рассказал, что деятельность ЗАО «МЗПВ» направлена на обеспечение бесперебойной работы металлургических производств конкурентоспособной продукцией, расширение области поставок валков (роликов, бандажей), разработку и внедрение новых технологий, позволяющих удовлетворить требования прокатного производства, провёл экскурсию по литейному и механообрабатывающему цеху ЗАО «МЗПВ». Нам рассказали о внедрении новых технологий в производство по сравнению с другими годами, показали, как это происходит. А также озвучили проблему производства, существующую на сегодняшний день (кейс от предприятия).

Соглашение о взаимодействии

8 декабря 2014 г. – обсуждение и подписание договора о сотрудничестве между предприятием ЗАО "Магнитогорский завод прокатных валков" и МОУ «СОШ №10 им. В.П. Поляничко» г. Магнитогорска в лице и.о. директора ЗАО "Магнитогорский завод прокатных валков" А.В. Авдиенко и руководителя команды Лавровой К.А.



Кейс от предприятия ЗАО «МЗПВ»

Кейс №1 (Техническое задание)	
Название пункта	Краткое описание
Название проекта	Транспортировка продукции к покупателю и от цеха к цеху
Наименование предприятия, предоставившего проект	ЗАО «МЗПВ»
Исполнитель проекта	Якимович Глеб, Быков Матвей, Кочергин Демьян
Возраст детей	15, 14, 13 лет
Направление деятельности предприятия	Черная металлургия
Описание предприятия	На предприятии производятся прокатные валки для различных предприятий нашей страны
Проблема, на решение которой направлен проект	При транспортировке продукция подвергается перепадам температуры окружающей среды, которая не очень хорошо сказывается на прокатном валке.
Техническое задание	Изготовить теплые коридоры, по которым заготовка будет попадать с одного цеха в другой. Изготовить боксы для транспортировки продукции от производителя к покупателю, где будет поддерживаться нужная температура.
Цель проекта	Изготовить боксы для поддержания температуры

<p>Задачи проекта</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Познакомиться с производственным процессом закрытого акционерного общества «Магнитогорский завод прокатных валков». 2. Рассмотреть особенности литейного и механообрабатывающего производства. 3. Реализовать кейс от ЗАО «МЗПВ»
<p>Описание условий работы проекта и проектируемого процесса</p>	
<p>Знания и умения, необходимые для выполнения проекта</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные принципы и элементы работы участка (линии) по изготовлению валков. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – рационально организовывать рабочее место; – производить сборку модели из определенных материалов; – производить запуск и тестирование данной модели; – вносить необходимые изменения в конструкцию на основании полученных результатов.
<p>Образовательные области (межпредметные связи)</p>	<p>Предметы, темы:</p> <p>Компетенции предприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – организация производства по изготовлению прокатных валков; <p>Физика:</p> <ul style="list-style-type: none"> – электрические цепи.

	<p>Математика:</p> <ul style="list-style-type: none"> – измерение расстояний; – отношение величин и масштаба. <p>Информатика:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы алгоритмизации, навыки программирования. <p>Разработка модели способствует популяризации инженерного творчества.</p> <p>Учащиеся получают навыки по робототехнике, основы алгоритмизации, навыки программирования и моделирования.</p> <p>При реализации модели, учащиеся получают дополнительные знания из области физики и технологии работы с материалами.</p>
Опорное оборудование	Конструкторы, материалы
Продукт проектной деятельности	Модель автоматизированной линии по изготовлению прокатных валков
Планируемые ожидаемые результаты	<p>Предметные результаты:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знание производственного процесса; – умение собирать, запускать и тестировать модель участка. <p>Межпредметные результаты: овладение универсальными учебными действиями (УУД), которые помогут самостоятельному овладению новыми знаниями, умению учиться.</p> <p>Познавательные УУД:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выявление потребностей, проектирование и создание моделей технологических процессов. <p>Коммуникативные УУД:</p>

	<ul style="list-style-type: none">– согласование и координация совместной познавательной-трудовой деятельности с другими ее участниками. <p>Регулятивные УУД:</p> <ul style="list-style-type: none">– целеполагание и построение своей деятельности;– контроль и оценивание своих действий, их корректировка. <p>Личностные результаты:</p> <ul style="list-style-type: none">– ответственное отношение к учению с целью воспитания интереса к миру профессий, выбору профессии технического профиля;– формирование мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и техники.
--	---

Технологическая часть проекта

История вопроса и способы решения проблемы

Мы на протяжении 6 лет сотрудничаем с Магнитогорским заводом прокатных валков. В 2014 году мы впервые побывали на производстве и создали модель полного цикла обработки заготовки. Технического задания на рационализацию мы не получили. В 2020 году мы решили заняться моделированием литейного и механообрабатывающего цехов и получили кейс на решение проблемы, связанной с транспортировкой заготовки между цехами, до конечного потребителя с поддержанием нужной температуры и влажности. Раннее данная проблема решалась с использованием зарубежной герметичной упаковки, но в 2019 поставщик упаковки ушел с российского рынка, поэтому предприятию пришлось прибегнуть к использованию отечественной, которая в свою очередь увеличила количества брака на этапе транспортировки к конечному потребителю.

Этапы работы над проектом/Цели для каждого этапа

1. Предварительная подготовка проекта.
 - 1.1. Обсуждение с экспертами текущих технических вопросов.
 - 1.2. Обсуждение с коллегами по команде рациональных предложений, возможностей проекта.
 - 1.3. Окончательное распределение ролей в соответствии с выполняемыми задачами.
2. Осуществление проекта.
 - 2.1. Выполнение каждым членом команды своей задачи, прописанной в плане работы.
 - 2.2. Решение технических проблем, возникающих в ходе реализации проекта.
3. Презентация проекта.
 - 3.1. Презентация проекта экспертной комиссии, ответы на вопросы.
4. Передача проекта предприятию.

4.1.Согласованная передача решенного технического задания непосредственно заказчику в лице ЗАО ”МЗПВ”.

В ходе работ было выполнено два этапа: предварительная подготовка и осуществление проекта. Презентация будет осуществлена 18 марта, а передача проекта предприятию в апреле 2020 года.

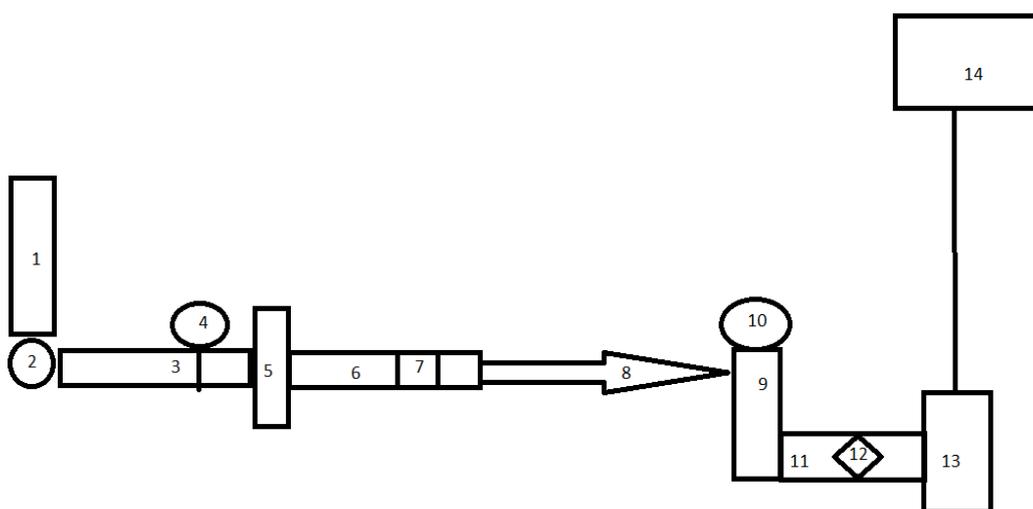
Первоначальные варианты решения проблемы поддержания нужной температуры и влажности

	ЗА	ПРОТИВ
Использование органического стекла в качестве” теплового перехода” между цехами	1) демократическая цена 2) прочность 3) лёгкость в обработке 4) большой процент прозрачности 5) стойкость к внешним факторам	1) слабая стойкость к огню 2) особый уход
Использование датчиков Arduino в качестве “начинки” для бокса, контролирующего показатели температуры и влажности в окружающей валка среде	1) демократическая цена 2) кроссплатформенность 3) открытые спецификации 4) гигантское количество расширений	1) неудобная оболочка для написания ПО 2) малая частота микропроцессора
Итого:	ЗА-9	Против-4

Создав сводную таблицу преимуществ и недостатков

использования органического стекла и контроллеров Arduino, можно сделать **вывод**, что преимущества нашей системы берут верх над малочисленными недостатками, поэтому кейс будет реализован на аппаратной базе Arduino, а “тёплый переход” с использованием органического стекла.

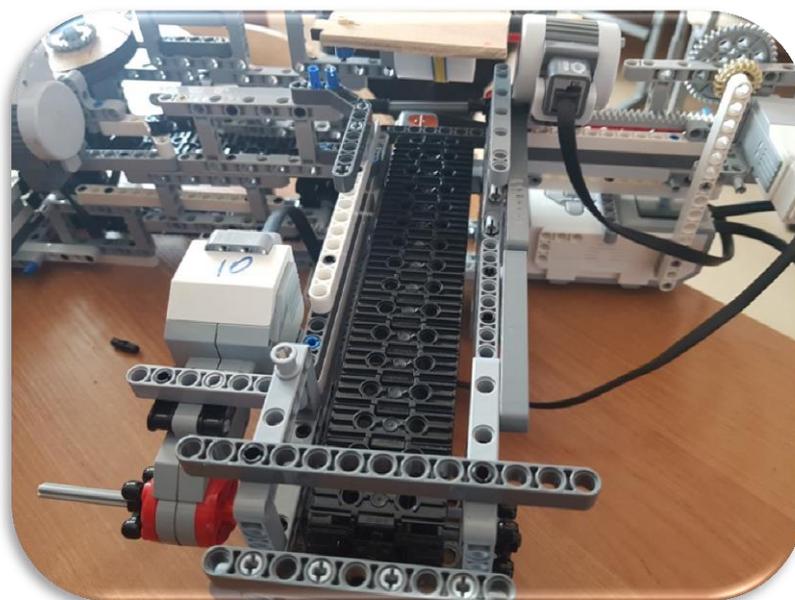
Схема размещения механизмов на автоматизированном участке



Условные обозначения на схеме:

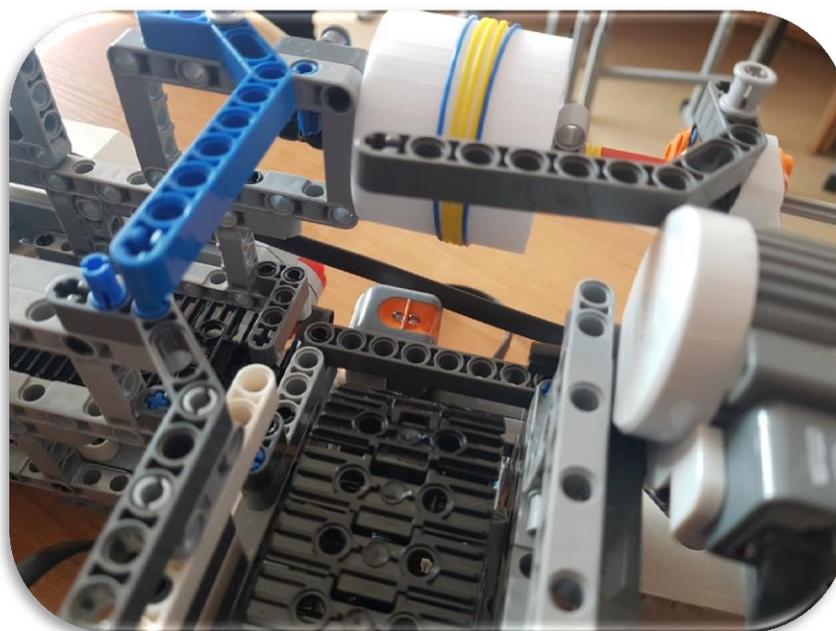
1. Конвейер №1

Основная функция - передача четырёх первичных заготовок в зону машины центробежного литья. Механизм создан и запрограммирован на базе образовательного конструктора Mindstorms EV3. Состоит из таких частей, как кольцевой барабан (1), ленты (2), привод (3).



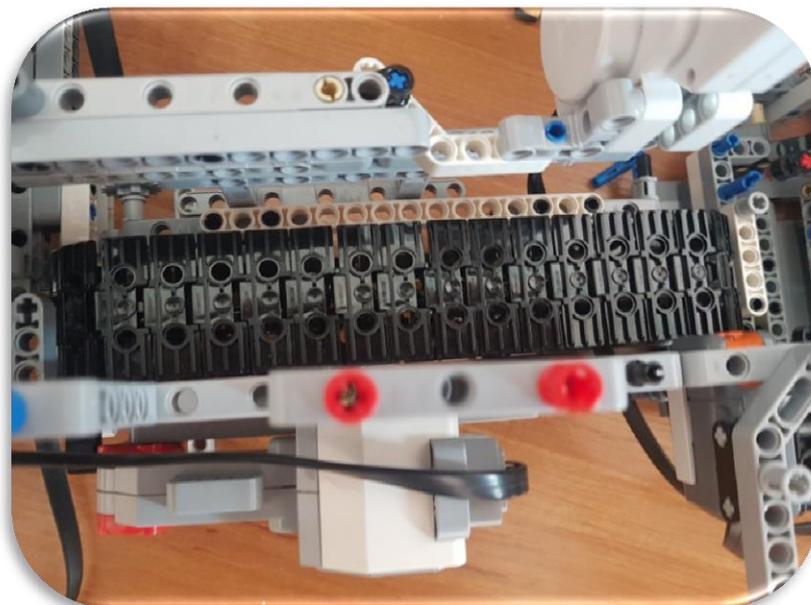
2. Машина центробежного литья

Машина создана для центробежного литья. В данную машину загружают оснастку. Центробежное литьё - перспективный способ производства фасонных изделий с формой тел вращения преимущественно при крупносерийном их изготовлении. Барабан машины создан при использовании 3D печати (1). Вращательное движение барабана осуществляется при помощи привода (2), загрузка оснастки - при помощи среднего мотора и реечной передачи (3)



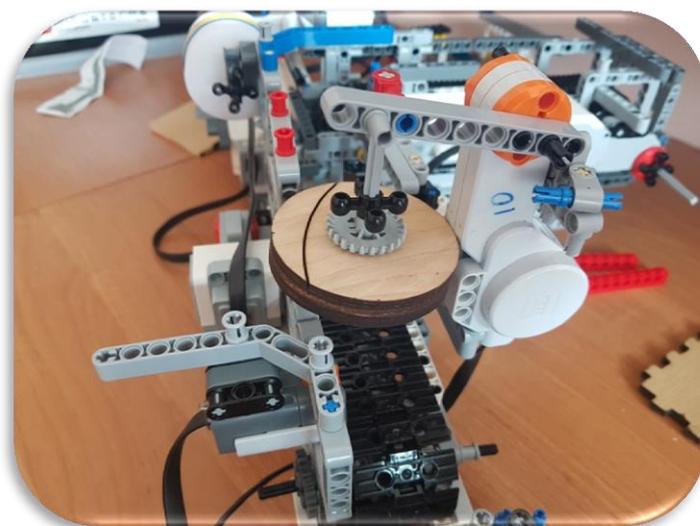
3. Конвейер №2

Является связующим элементом между машиной центробежного литья и колпаковой печью. Механизм создан и запрограммирован на базе образовательного конструктора Mindstorms EV3. Состоит из таких частей, как кольцевой барабан (1), ленты (2), привода (3).



4. Колпаковая печь

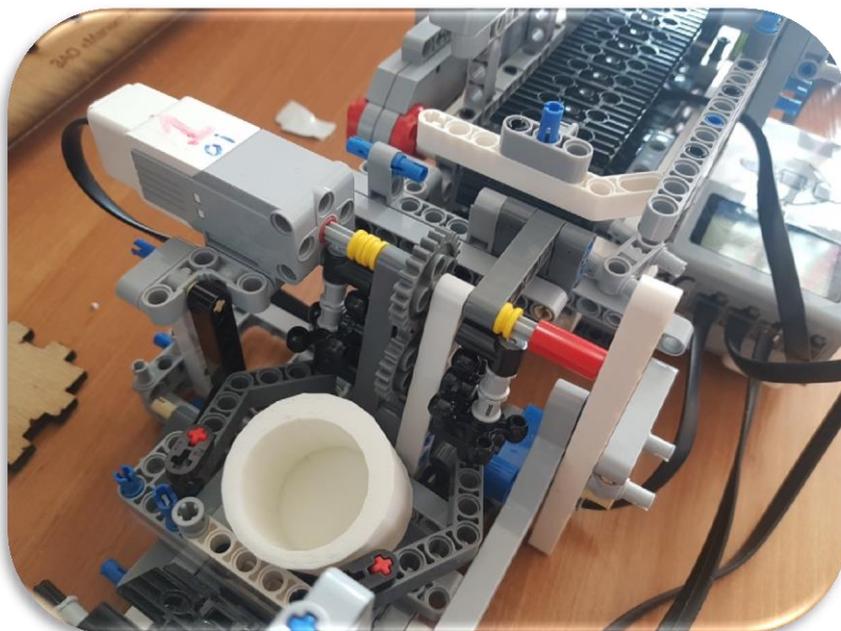
Располагается на конвейере №3. Осуществляет заливку металла в сердцевину будущего валка. Механизм создан и запрограммирован на базе образовательного конструктора Mindstorms EV3 (1). Заливочным элементом выступает деталь, созданная при помощи лазерной резки (2).



5. Манипулятор

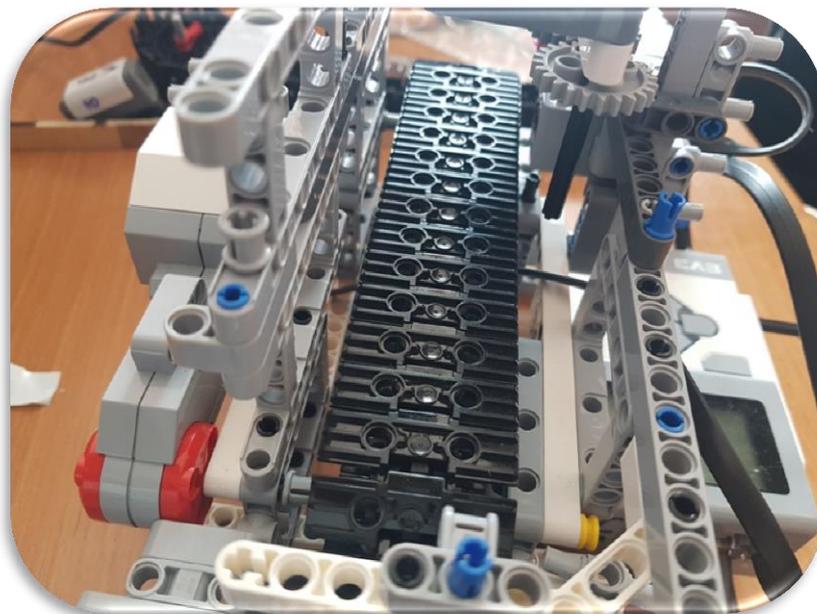
Является связующим элементом между конвейером №2 и №3. Выполняет функцию перемещения заготовки между печами. Имеет 2 степени свободы. Механизм создан и запрограммирован на базе образовательного конструктора Mindstorms EV3 (1). Преимущества данного манипулятора по сравнению с аналогами:

- 1) может взять предмет любой высоты;
- 2) возьмет заготовку, находящуюся под углом;
- 3) возьмет заготовку любой формы;
- 4) аккуратно переместит заготовку на следующую конвейерную ленту.



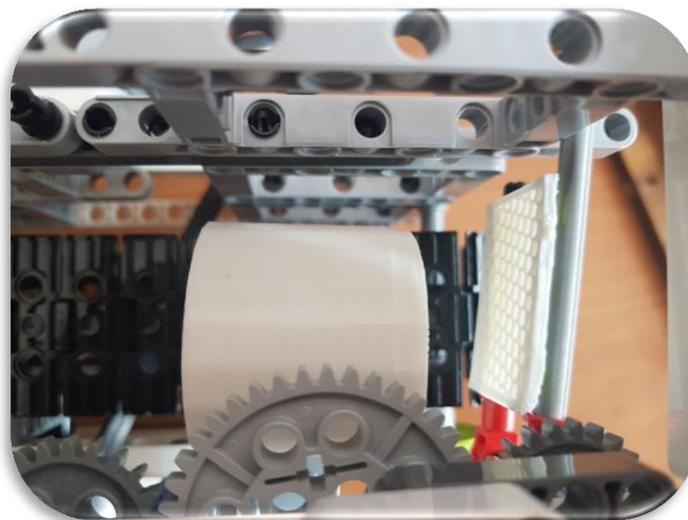
6. Конвейер №3

Принимает заготовку от манипулятора, передаёт её в печь термической обработки. Механизм создан и запрограммирован на базе образовательного конструктора Mindstorms EV3. Состоит из таких частей, как кольцевой барабан (1), ленты (2), привода (3).



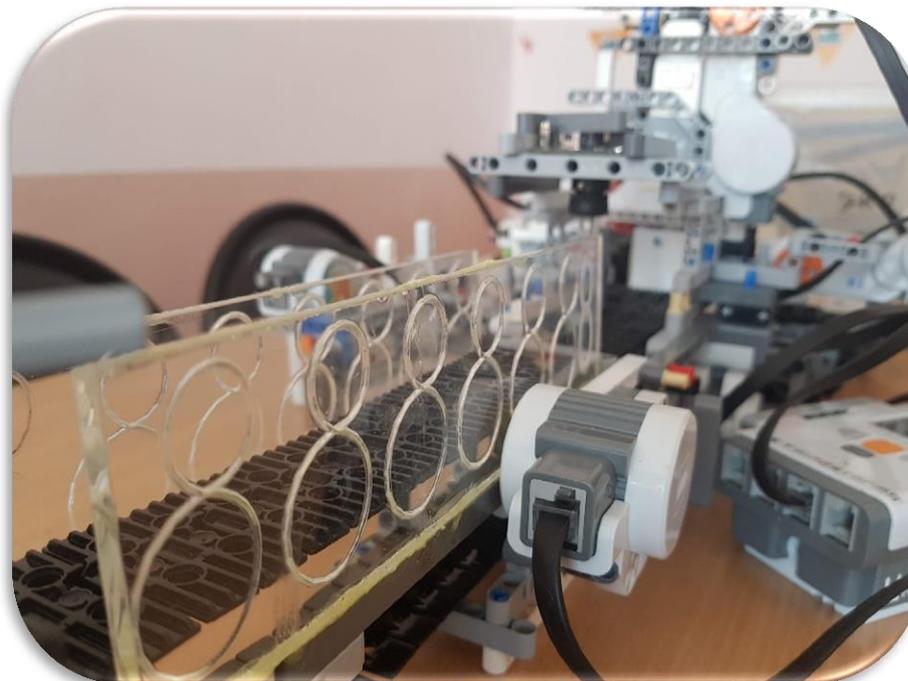
7. Печь термической обработки

Располагается на конвейере №3. Создана при помощи образовательного конструктора Mindstorms EV3, а стенки печи разработаны при помощи 3D печати. Функция печи - осуществлять нагрев, выдержку и охлаждение твёрдых металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счёт изменения внутреннего строения и структуры.(1)



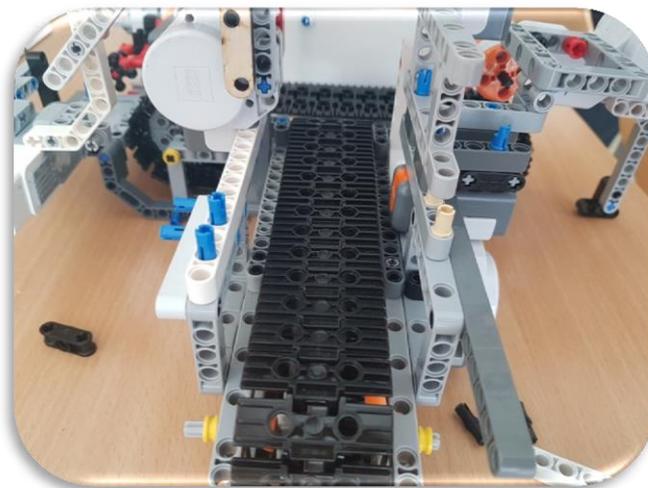
8. “Тёплый переход” между цехами

Кейс от предприятия. Благодаря данному переходу заготовки из литейного цеха в цех механообработки, валок сохраняет свою температуру и не подвержен разрушающим свойствам внешних факторов. Конструкция представляет собой транспортную ленту, полностью отделанную органическим стеклом.



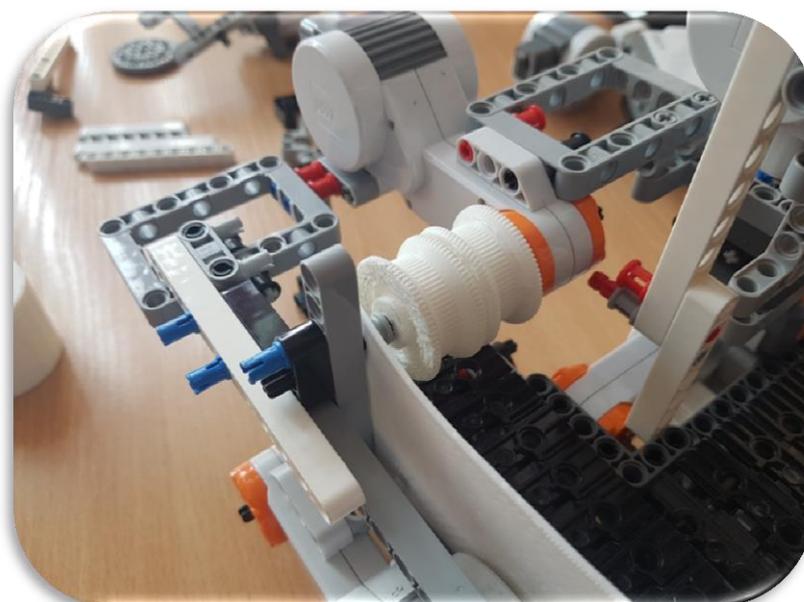
9. Конвейер №4

Является принимающим конвейером механообрабатывающего цеха. Механизм создан и запрограммирован на базе образовательного конструктора Mindstorms EV3. Состоит из таких частей, как кольцевой барабан (1), ленты (2), приводы (3).



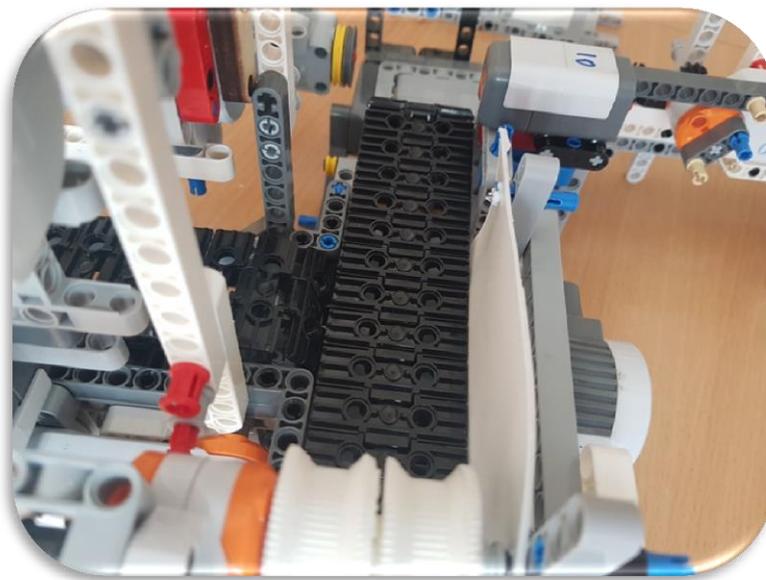
10. Шлифовальный станок

Выполняет функцию шлифовки заготовки. Привод представлен образовательным конструктором Mindstorms, а абразив шлифовального станка создан с применением 3D печати. Шлифовка заготовки происходит по всему периметру.



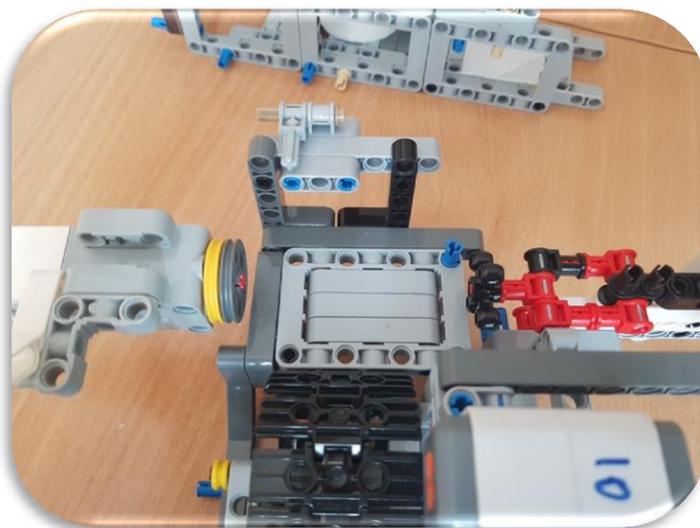
11. Конвейер №5

Выполняет роль завершающего конвейера всего технологического процесса предприятия. Механизм создан и запрограммирован на базе образовательного конструктора Mindstorms EV3. Состоит из таких частей, как кольцевой барабан (1), ленты (2), привода (3).



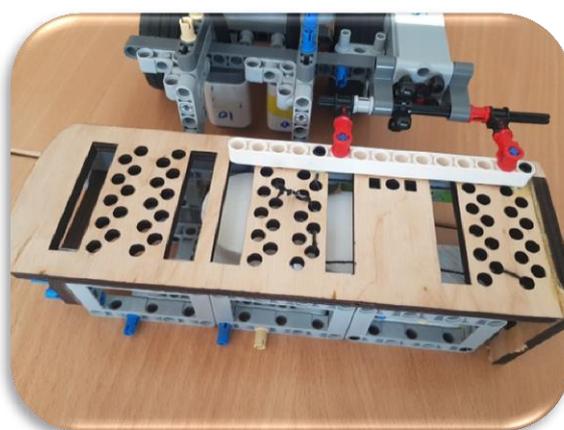
12. Токарный станок

Осуществляет точение заготовки посредством вращения сервопривода. Наш механизм включает в себя два привода: один быстро раскручивает заготовку, а второй осуществляет точение. Механизм также приводится в движение благодаря реечной передаче. (1)



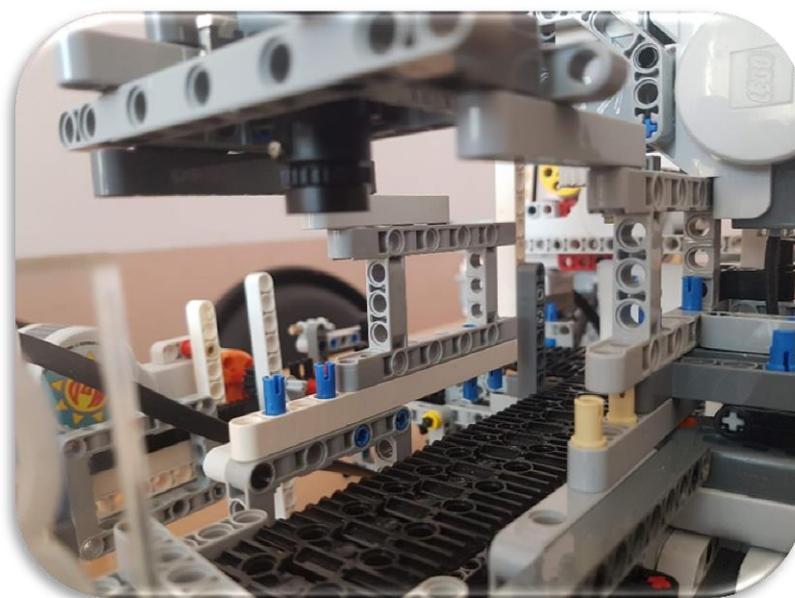
13. Бокс для заготовок, с системой определения температуры и влажности

Кейс от предприятия. После полного цикла обработки, готовый валок попадает в герметичный бокс с фиксируемой температурой и влажностью. После чего тягач отвозит данный бокс в зону 14 (Зона конечного потребителя)

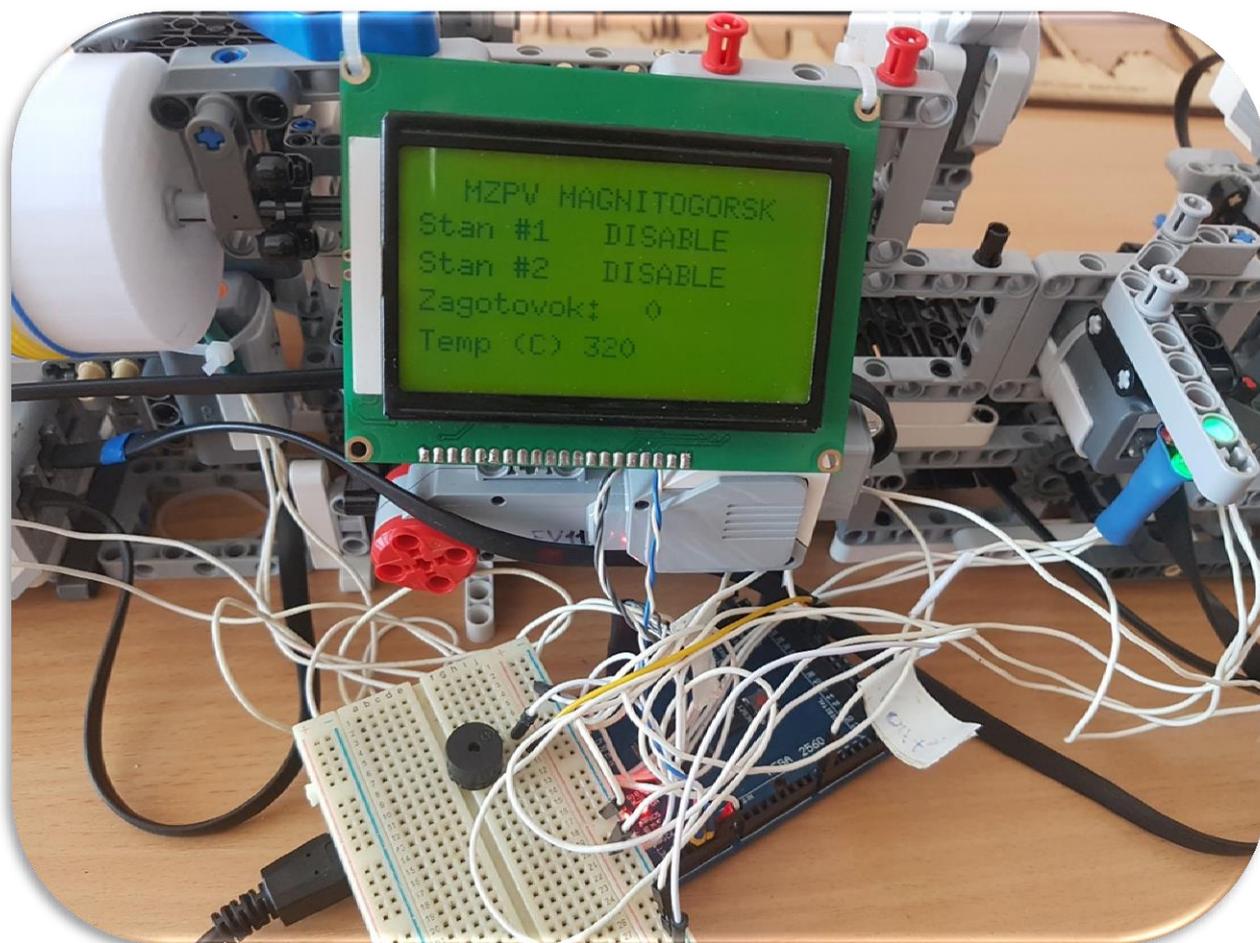


14. Зона конечного потребителя

У нас имеется камера, которая считает количество заготовок, которые пришли из литейного цеха в механообрабатывающий цех.

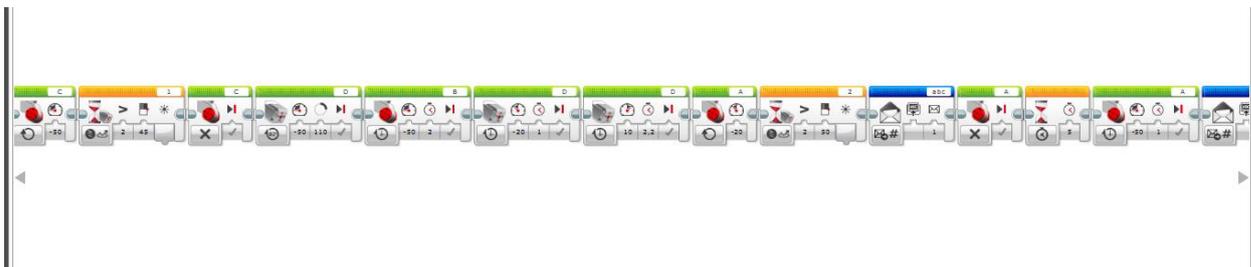


У нас имеется дисплей, где показано состояния станков и количество заготовок производимых в данный момент времени.



Программа

Данная программа для машины центробежного литья и конвейера 1 и 2.



Программа для печей и манипулятора. Два блока связаны между собой по каналу Bluetooth.



Программа для платы ардуино

A screenshot of a C++ code editor (Visual Studio Code) showing the source code for a program. The code is for an Arduino Mega and includes headers for Arduino, TrackingCamDxlUart, and U8glib. It defines sensor values, initializes a TrackingCamDxlUart object, sets up pins, and includes a setup function that initializes the camera and starts a melody.

```
main.cpp - Untitled (Workspace) - Visual Studio Code
File Edit Selection View Go Debug Terminal Help
EXPLORER
  OPEN EDITORS
  UNTITLED (WORKSPACE)
  launch.json
  include
  README
  TrackingCamDxlUart.cpp
  TrackingCamDxlUart.h
  src
    main.cpp
    TrackingCamDxlUart.h
  test
  .gitignore
  .travis.yml
  platformio.ini
  OUTLINE
    loop()
    setup()
    one_sens_val
    previousMillis
    s1_stat
    s2_stat
    trackingCam
    tw_sens_val
    u8g

main.cpp X
mega > src > main.cpp > ...
1 #include <Arduino.h>
2 #include "TrackingCamDxlUart.h"
3 #include <U8glib.h>
4 U8GLIB_S17920_128X64_1X u8g( 5 , 6 , 7 );
5 // Подключаем библиотеку U8glib
6 // Создаём объект u8g для работы с дисплеем, ука
7
8
9 int one_sens_val = 400;
10 int tw_sens_val = 500;
11
12 TrackingCamDxlUart trackingCam;
13 unsigned long previousMillis = 0;
14
15 int s1_stat = 0;
16 int s2_stat = 0;
17
18 void setup()
19 {
20
21   trackingCam.init(51, 2, 115200, 30);
22   Serial.begin(115200);
23   //=====
24   pinMode(34, OUTPUT);
25   pinMode(36, OUTPUT);
26   pinMode(3, OUTPUT);
27   pinMode(2, OUTPUT);
28   //=====
29   pinMode(A8, INPUT);
30   pinMode(A10, INPUT);
31   pinMode(A12, INPUT);
32   //=====
33   //Стартовая мелодия
34   //=====
35   tone(30, 1500, 500);
36   delay(900);
37 }
```

Приложение

Фотографии с экскурсии ЗАО «МЗПВ»

