

**ЦИФРОВОЙ РЕЕСТР
ЛУЧШИХ ПРАКТИК
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ**



ОПИСАНИЕ ПРАКТИКИ

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЕКТ
«АВТОМАТИЧЕСКИЙ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ
КОМПЛЕКС»**

**Государственное бюджетное
учреждение дополнительного
образования Дом творчества
«Измайловский» Адмиралтейского
района Санкт-Петербурга**

г. Санкт-Петербург

2021 г.

Актуальность проекта

Во все времена и у всех народов транспорт играл важную роль. В современном мире его значение выросло многократно. Одним из важнейших видов транспорта является железнодорожный.

В настоящее время доминирующим направлением инновационного развития железнодорожных технологий становится реализация концепции «Интеллектуальный поезд», в которой подвижной состав рассматривается как объект в системе управления перевозочным процессом.

Начало развития беспилотных технологий на железной дороге относится к середине 1940-х годов. В середине 1960-х в Сан-Франциско появились первые пригородные электрички, курсирующие на автомате в тестовом режиме. В России аналогичные эксперименты начались в 1957 году.

С 2015 году на станции Лужская в Ленинградской области два беспилотных тепловоза стали обеспечивать автоматический роспуск составов на сортировочной горке.

В 2019 году в России протестировали первый беспилотный поезд. В конце 2021 года на Московском центральном кольце (МЦК) планируется запустить в тестовую эксплуатацию беспилотный электропоезд, соответствующий самому высокому уровню автоматизации, когда машинист в поезде может отсутствовать.

В 2017 году англо-австралийская компания Rio Tinto успешно завершила испытания автономных грузовых поездов. В 2019 году в американском штате Колорадо успешно провели тестовый запуск тяжелого грузового поезда в беспилотном режиме.

Таким образом, создание и изучение моделей беспилотного железнодорожного транспорта является одной из наиболее актуальных тем настоящего времени.

Целью нашего проекта является создание модели автоматического грузового железнодорожного комплекса, состоящего из беспилотного локомотива с товарным вагоном, автоматическим манипулятором и автоматическим стрелочным переводом. На основе этой модели вычисляются параметры, связанные с движением поезда и манипулятора.

В связи с данной моделью мы решали следующие задачи:

- плавная и точная по местоположению остановка железнодорожного состава;
- плавные и точные движения манипулятора;
- помехоустойчивое определение цвета груза.

В настоящее время холдинг «РЖД» ведет разработку систем беспилотных поездов. В апреле 2020 года ОАО «Российские железные дороги» разместило на сайте госзакупок предложение о привлечении разработчиков технологии движения поездов без машинистов на Московской и Октябрьской железных дорогах.

В перспективе наши разработки могут представлять интерес для ОАО «Российские железные дороги» и других компаний, занимающихся беспилотным железнодорожным транспортом.

Перейдем к описанию модели представляемого проекта.

Модель создана на основе робототехнического конструктора Лего Mindstorms NXT и детской железной дороги фирмы Лего.

Локомотив с одним грузовым вагоном движется по железнодорожному полотну до станции загрузки. Остановка поезда происходит по метке, расположенной под рельсами, благодаря фиксации её датчиком освещенности. В то же время при подъезде к станции поезд фиксируется дальномером, после чего запускается манипулятор на погрузку. Манипулятор захватывает груз, который представлен шариком синего или красного цвета. Далее манипулятор переносит этот груз на вагон, присоединенный к локомотиву. Для большей точности движение стрелы манипулятора и захвата груза происходят, исходя из показаний датчиков дальномера и касания, закрепленных на стреле и на корпусе манипулятора. Датчик освещенности, расположенный на вагоне, определяет тип груза (цвет шарика) и по каналу Bluetooth передает сигнал на стрелку. В зависимости от типа груза, стрелка переходит в одно из двух положений. Соответственно, поезд после отправления от станции загрузки едет по одному из двух маршрутов. Затем, благодаря датчику освещенности, поезд снова останавливается на одной из двух станций для разгрузки. Первая станция разгрузки предназначена для грузов первого типа (синих шаров), вторая – для грузов второго типа (красных шаров). Контейнер с шариком автоматически поворачивается, в результате чего шар выгружается. Контейнер возвращается в исходное положение. Далее поезд возобновляет движение и отправляется снова на станцию загрузки. На этом первый проход цикла завершается.

Программа написана в среде RobotC.

В реальной модели вместо канала Bluetooth, конечно, должна использоваться надёжная защищенная цифровая радиосвязь. Остановка поезда также должна осуществляться по датчикам дальномера, поскольку освещенность железнодорожного полотна может быть различной в зависимости от погодных условий, времени суток и случайных факторов.

Данная модель поезда является беспилотным поездом со степенью автоматизации 2 (ведение машинистом с функцией автоведения). Препятствием для большей степени автоматизации является отсутствие автоматического управления при внештатных ситуациях.

Обратимся теперь к решению сформулированных выше задач.

Плавная и точная по местоположению остановка железнодорожного состава. В результате действия силы инерции и других случайных факторов изначально остановка локомотива по метке, определяемой датчиком освещенности, имела разброс 1-2 см от ожидаемого места остановки. Это приводило к тому, что манипулятор не мог поместить груз в вагон поезда. В результате проведенных измерений мы пришли к выводу, что перед станцией надо расположить еще одну метку, после которой поезд начинает снижать скорость. Тогда на второй метке поезд останавливается достаточно точно. Для

более плавной остановки лучше сделать несколько меток, обеспечивающих поэтапное снижение скорости.

Плавные и точные движения манипулятора. Движение манипулятора изначально осуществлялись по датчику энкодера. Тем не менее, накапливающаяся погрешность, проскальзывание зубцов шестерёнок не давали точного перемещения грузов. Поэтому мы разработали алгоритмы, которые дополнительно корректировали движение стрелы манипулятора на основе датчиков дальномера и касания.

Помехоустойчивое определение цвета груза. Груз, который мы помещаем на платформу вагона, сортируется в зависимости от его цвета. Цвет определяет датчик освещенности, расположенный на вагоне. Но в результате различной освещенности окружающей среды и некоторых колебаний освещенности даже в течение короткого интервала времени, датчик света часто ошибочно определял эти изменения за груз. Поэтому мы применили алгоритмы для определения цвета груза, которые были устойчивы к помехам.

Планируемые задачи, решаемые на основе данной модели.

1. Оснастить локомотив техническим зрением на базе контроллера ардуино. Это позволит увеличить степень автоматизации беспилотного поезда до четвёртой степени (полная автоматизация).

2. Разработать и создать модель автоматического манипулятора, работающего на основе электромагнита.

Необходимые ресурсы: техническое зрение Ардуино, контроллер ардуино, электромагнит.

Видео работы модели можно посмотреть по ссылке:
<https://youtu.be/yjzqsMDEs6w>

Источники

Макаров И.М., Топчеев Ю.И., Робототехника: История и перспективы. М.: Наука, 2003

<https://m.habr.com/ru/502202/>

https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:Беспилотные_поезда_в_РЖД

<https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=190096>

<https://trainandbrain.ru>