

Государственное автономное общеобразовательное учреждение  
Самарской области «Самарский региональный центр для одарённых детей»

Отборочный этап

Направление: Передовые производственные технологии

**Тема: Робототехническое устройство для ремонта тротуара**

Егорочкин Глеб,  
Гурская Владислава,  
Бездетнов Илья,  
Класс:8

Руководитель:  
Сухаренко Данил Владимирович  
учитель информатики и ИКТ

Самара 2023 год

## **Аннотация**

**Цель данной работы** - создание робототехнического устройства для ремонта тротуара.

Для проведения исследований изначально был сконструирован робот на базе робототехнического конструктора tetrix, рассчитанный на управление оператором с помощью пульта, позже была реализована возможность автоматизации установки путем внедрения в электронную составляющую микроконтроллера Arduino для управления и набора инфракрасных датчиков для определения неровностей.

Установка состоит из алюминиевого каркаса собственной конструкции размерностью 1200x1200x200 (мм), двух 12В двигателей со встроенными энкодерами, 2 драйверов двигателей, 4 инфракрасных датчиков sharp, 2 аккумуляторах (12В, 2А), микроконтроллера Arduino Uno, расширения для подключения датчиков, 1 сервопривода (открытие/закрытие емкости со смесью для заполнения неровностей на дороги), емкости, механизма подачи смеси (спроектирован в САПР Компас-3D и напечатан на принтере).

**Ключевые слова:** робот, Arduino, датчики, автономная система.

## Оглавление

Введение.....	4
1. Теоретическая часть. Изучение вопроса ремонта тротуара и велосипедных дорог.....	6
1.1. Техника для обслуживания автодорожного покрытия.....	6
1.2. Роботизированные устройства для отслеживания качества асфальта.....	8
2. Практическая часть. Создание робототехнического комплекса.....	9
Выводы.....	11
Список использованных источников.....	12
Приложение .....	13

## Введение

### **Актуальность исследования.**

Важность ремонта и поддержания тротуара и велосипедных дорог в рабочем состоянии сегодня трудно переоценить. От состояния покрытия зависит безопасность пешеходов, качество дорог – это один из самых наглядных показателей уровня развития страны или отдельного ее региона.

Поэтому сегодня ремонт дорог – это одна из основных задач, стоящих перед российским правительством на пути к стабильной экономике. Но эта задача требует исключительно грамотного подхода с применением инновационных технологий. Автоматизация ремонтных работ автомобильных и велосипедных дорог – новейшее, рациональное решение, позволяющее перейти на новый уровень автодорожных работ.

**Объект исследования:** дорожные работы.

**Предмет исследования:** определение и ремонт дорожного полотна с помощью специализированного робота.

### **Цели исследования:**

- Проектирование и сборка работоспособной модели робота;
- Реализация алгоритмов определения, расчета объема подаваемой смеси для устранения неровностей дорожного полотна.

### **Задачи исследования:**

- Сборка несущей конструкции робототехнического комплекса.
- Проектирование подающего и дозирующего механизма реставрационной смеси в САПР-системе КОМПАС-3D;
- Распечатка и сборка спроектированных деталей робота;
- Подключение и тестирование электронной составляющей;
- Изучение и подбор алгоритмов, способных проанализировать структуру дорожного полотна, рассчитать объем поврежденного участка;
- Написание и тестирование программы, исправление ошибок;
- Подведение итогов (выводы).

**Методы исследования:** Поиск и анализ информации, сравнение информации, проведение эксперимента

**Новизна исследования:** Применение собственной конструкции и ПО для автоматизированной установки ремонта дорожного покрытия типа асфальтобетон.

**Теоретическая значимость исследования** состоит в детальном изучении конструкторской документации автодорожной техники, возможности её автоматизации, изучении алгоритмов анализа поверхности по показаниям инфракрасных датчиков.

**Практическая значимость исследования:** создание работоспособной коммерчески рентабельной конструкции.

# **1. Теоретическая часть. Изучение вопроса ремонта автомобильных и велосипедных дорог**

## ***1.1. Техника для обслуживания автодорожного покрытия***

Современная автомобильная дорога представляет собой сложное инженерное сооружение, которое состоит из конструктивных элементов, сооружений обустройств и характеризуется большим количеством геометрических параметров, физических свойств и эксплуатационных характеристик, а также транспортно-эксплуатационных показателей.

Функциональное назначение дороги состоит в обеспечении непрерывного, удобного и безопасного движения автомобилей с высокими скоростями, допустимыми габаритами, осевыми нагрузками и общей массой в любое время года и в любых условиях погоды. Дороги предназначены для обслуживания интересов потребителей, пользователей дорожных услуг - водителей, пассажиров, владельцев автотранспортных средств и автотранспортных предприятий, которые пользуются дорогами для поездок или перевозок грузов и пассажиров и платят за это налоги, сборы и другие отчисления в той или иной форме.

С позиций потребителя наиболее важным являются обеспеченные дорогой транспортно-эксплуатационные показатели: непрерывность, скорость, удобство и безопасность движения, пропускная способность и уровень загрузки, допустимые габариты, осевые нагрузки и общая масса автомобилей, уровень дорожного сервиса, экологические, эргономические и эстетические свойства дороги. Указанные свойства могут быть приняты за потребительские свойства дороги, поскольку от них зависят все показатели работы автомобильного транспорта и прежде всего производительность автомобилей, себестоимость перевозок, время доставки грузов и пассажиров, расход топлива и износ шин, расходы на ремонт и обслуживание автомобилей и т.д. Все эти показатели в значительной степени являются производными от потребительских свойств дорог.

С другой стороны, производными от потребительских свойств являются и требования к геометрическим и физическим характеристикам дорог, а также к их транспортно-эксплуатационному состоянию. Поэтому главная и конечная задача деятельности дорожных организаций состоит в обеспечении, поддержании и повышении потребительских свойств дорог путем содержания их на высоком уровне, совершенствования параметров и характеристик в процессе ремонта.

Для укладки слоев асфальтобетонного покрытия создана асфальтоукладочная машина или асфальтоукладчик. Асфальтоукладчик – сложная линейная дорожно-строительная машина, предназначенная для укладки слоев асфальтобетонного покрытия, включающей распределение и предварительное уплотнение асфальтобетонной смеси по нижележащему

слою дорожной одежды. Такая машина способна самостоятельно создавать асфальтовое покрытие нужной ширины и толщины слоя. Самоходные асфальтоукладчики имеют следующее строение: двигатель, система управления, гусеницы, бункер для сырья (асфальта) и приспособление, которые разглаживают и утрамбовывают асфальт.

### ***1.2 . Роботизированные устройства для отслеживания качества асфальта***

Для улучшения качества дорог необходимо осуществлять контроль качества выполненных дорожно-строительных работ. Эффективное решение этой проблемы – разработка роботизированных устройств.

Факторами эффективности применения роботизированных систем являются:

- роботизация в любых условиях, не допускающих участие человеческого персонала;
- повышение быстродействия, точности и стабильности основных показателей техники;
- сокращение численности людей.

Для отслеживания качества асфальта возможно применение роботизированной видеокамеры, которая является удобным в управлении электронным устройством. Она имеет дистанционное управление, в которое входит поворот и оптический зум. Современный ассортимент роботизированных камер включает в себя модели, которые имеют оптическое увеличение от 30X и более.

Камеры имеют круговой обзор. Камеры оснащены функцией автоматического слежения, и могут обнаруживать воздействие извне. Полученные изображения автоматически стабилизируются так, чтобы получить максимальную четкость.

## **2. Практическая часть. Создание робототехнического комплекса**

Всю практическую часть можно разделить на несколько этапов:

1. Изучение технической документации.
2. Изучение мощных, износостойких материалов набора tetrìx.
3. Создание примерной модели робота на бумаге (чертеж).
4. Разработка и проектирование отсутствующих элементов модели в программе Компас-3D.
5. Распечатка деталей и сборка макета.
6. Работа с электронной составляющей конструкции.
7. Проектирование основных частей программы.
8. Разработка программы под Arduino.

Большая часть конструкции робота собрана из деталей робототехнического конструктора tetrìx, рассчитанная на управление оператором с помощью пульта, позже была реализована возможность автоматизации установки путем внедрения в электронную составляющую микроконтроллера Arduino для управления и набора инфракрасных датчиков для определения неровностей.

Конструктивные особенности устройства:

1. Алюминиевый каркас (базовые балки и пластины и набора tetrìx).



2. Размерность 1200x1200x200 (мм).
3. Наличие двух 12В двигателей со встроенными энкодерами – для перемещения робота в плоскостях OX/OY.
4. 2 драйвера двигателей – возможность подачи питания с повышенным напряжением без вреда для управляющего микроконтроллера,.
5. 4 инфракрасных датчика sharp для детектирования поверхности дороги (возможно увеличение количества подобных датчиков).
6. 2 аккумулятора (12В, 2А), 1 из них рассчитан на питание двигателей для передвижения тележки, второй для питания микроконтроллера, датчиков и открывающего/закрывающего механизма.
7. Микроконтроллер Arduino Uno – самый доступный вариант управления установкой, поддерживающий подключения большой разновидности датчиков.
8. 1 сервопривод с плечевым усилием на 28 кг, предназначенный для открытия / закрытия емкости со смесью для заполнения неровностей на дороге.
9. Емкость и механизм подачи смеси (спроектирован в САПР Компас-3D и напечатан на принтере).

## **Выводы**

1. Собрана несущая конструкция робототехнического комплекса.
2. Спроектирован подающий и дозирующий механизма реставрационной смеси в САПР-системе КОМПАС-3D.
3. Распечатаны и добавлены в общую конструкцию спроектированные детали робота.
4. Подключена и протестирована электронная составляющая конструкции.
5. Изучены и подобраны алгоритмы, способные проанализировать структуру дорожного полотна, рассчитать объем поврежденного участка.
6. Написаны и протестирована программа, исправлены ошибки.

### Список использованных источников

1. Асфальтоукладочная машина. [сайт]. URL: (<http://tehnosayt.ru/promyshlennaya-tehnika/asfaltoukladochnaya-mashina/>)
2. Асфальтоукладочная техника. [сайт]. URL: (<https://www.gruzovik.com/stroitel'naya-tehnika/asfaltoukladochnaya-tehnika>)
3. Асфальтоукладочные работы. [сайт]. URL: (<http://www.bik-stroy.ru/articles/asfaltoukladochnie-raboti-v-sankt-peterburge.189.html>)

## Приложение

