III Всероссийская конференция «Юные техники и изобретатели»

номинация «ДОРОГИ РОССИИ»

тема : «Автоматизированная система ремонта дорог»

Автор: Лесь Даниил Вадимович, Муниципальное автономное учреждение дополнительного образования центр развития одаренных детей и юношества «Интеллект»

Научный руководитель: Кучугурный Александр Валерьевич

Преподаватель дополнительного образования, МАОУ ДОД центр «Интеллект»

Владикавказ 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

[АННОТАЦИЯ 3](#_Toc449530589)

[Введение 4](#_Toc449530590)

1. [ОБЩАЯ ЧАСТЬ 5](#_Toc449530591)

[1.1. История применения асфальта 5](#_Toc449530592)

[1.2 Актуальность проблемы 6](#_Toc449530593)

[2. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР 7](#_Toc449530594)

[2.1. Технология ямочного ремонта асфальта 7](#_Toc449530595)

[2.1.1. Этапы ямочного ремонта асфальтовых дорог 7](#_Toc449530596)

[2.1.2. Этапы ямочного ремонта асфальта с применением холодного асфальта 7](#_Toc449530597)

[2.2. Характеристики холодно асфальтовой смеси 8](#_Toc449530598)

[2.3. Выбор и обоснование метода ремонта 9](#_Toc449530600)

[2.4. Исследование имеющихся научных разработок в России 10](#_Toc449530601)

[3. ОПИСАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ 11](#_Toc449530602)

[3.1. Обзор составных элементов автоматизированной системы 11](#_Toc449530603)

[3.2. Описание работы системы 11](#_Toc449530604)

[3.3. Описание материальной базы 11](#_Toc449530605)

[3.4. Описание программной части 12](#_Toc449530606)

[4. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ 13](#_Toc449530607)

[Заключение 14](#_Toc449530608)

[Использованные источники 15](#_Toc449530609)

[Приложения 18](#_Toc449530610)

## АННОТАЦИЯ

Ежегодно в России вводится в эксплуатацию более 300 километров дорог. Так же в связи с развитием экономики постоянно растёт нагрузка на существующую автомобильно-транспортную сеть. В связи с чем растет необходимость поиска качественно новых методов ремонта существующей автотранспортной сети дорог. Наиболее эффективным способом в складывающейся ситуации видится использование динамично развивающейся отрасли робототехники, на лицо имеющей большие преимущества перед человеческим трудом, по многим показателям.

Суть данной работы состоит в поиске методов для решений важных государственных задач при внедрении передовых технологий на благо Российской федерации.

Данная научно-исследовательская работа выполнена в объеме 30 страниц, с использованием 2 графиков, 7 алгоритмов, 3 иллюстраций, 2 таблиц, и 1 листинга программы.

В данной работе присутствуют 7 приложений.

## Введение

Согласно Федеральной службе государственной статистики – протяженность автомобильных дорог в Российской федерации на конец 2008 года составляла 939700 километров из них с твердым покрытием 629373 километров. [1]

С 2001 по 2014 годы протяженность дорог с твердым покрытием увеличилась на 85%: с 532 тыс. км до 984 тыс. км.

В результате чего постоянно возрастает объём работ по техническому обслуживанию и ремонту дорожного полотна. Таким образом задача повышения эффективности методов ремонта дорожного покрытия является достаточно **актуальной**.

**Целью** данной работы является создание прототипа автоматизированной системы ремонта дорог, которая представляет собой ямочный способ ремонта дорожного покрытия на дорогах с минимизацией использования человеческого труда.

Данная работа имеет большое **практическое значение** поскольку при ремонте дорог подобным способом улучшаются технические, временные и экономические показатели. В связи с тем в России подобных разработок на данном этапе не существует.

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. История применения асфальта

Первоначально в XIX веке улицы городов мостились камнями. Начиная с середины XIX века во Франции, Швейцарии, США и ряде других стран дорожное покрытие начинают делать из битумно-минеральных смесей. В 1830-х годах асфальтобетонное покрытие было впервые применено для покрытия тротуаров парижского Королевского моста.

Летом 1839 года в Санкт-Петербурге были покрыты тротуары на протяжении 45,5 погонных сажень шириной 5 футов (97,08 × 1,52 м) и часть моста длиной 8,5 и шириной 6,5 футов (2,59 × 1,98 м) у дамбы Тучкова моста. В 1876 году Московская городская дума ассигновала 50 тысяч рублей на проведение эксперимента по устройству асфальтобетонного покрытия: на Тверской улице построили несколько участков из нового материала.

Бурно развивающаяся дорожная сеть требовала новых типов дорожных покрытий, которые можно было так же быстро сооружать, как и земляное полотно. В 1876 году в США впервые применили литой асфальт, приготовленный с использованием нефтяных битумов. В 1892 году в США индустриальным методом была построена первая дорожная конструкция из бетона шириною 3 м. 12 лет спустя с помощью гудронатора со свободным истечением горячего битума была построена дорога в 29 км.

В России изготовление асфальта впервые наладил инженер и архитектор Иван Буттац — асфальт стали добывать в 1873 году на Сызранском заводе, на правом берегу Волги на 20 км выше Сызрани.

## 1.2 Актуальность проблемы

По данным Федерального дорожного агентства, в целом по РФ планируется ввести в эксплуатацию участки федеральных автомобильных дорог общей протяженностью в 2015 году 324,6 км, в 2016 году – 360,5 км, в 2017 году – 384,7 км. [2]

В настоящее время предполагается основное внимание уделять не новому строительству, а ремонту и содержанию уже построенных асфальтобетонных покрытий. Это обусловлено еще и тем, что современное экономическое положение в Российской Федерации не позволяет вкладывать крупные инвестиции в новое дорожное строительство. [3]

Центр стратегических исследований компании РОСГОССТРАХ на протяжении последних лет проводит мониторинг состояния дорожного хозяйства в крупных и средних российских городах. Целью этих исследований является оценка качества жизни населения, макроэкономическое прогнозирование, а также выбор наиболее перспективных территорий для развития страховых операций. Последнее исследование, проведенное летом 2014 года, охватило 35 крупных и средних российских городов, всего в исследовании приняли участие 13 тыс. 895 респондентов. [4]

График оценки качества автомобильных дорог России с 2008 по 2014 год при опросе жителей городов представлен в приложении 1.

Согласно графику приведенному в приложении 2, динамика объемов перевозок всеми видами транспорта и внутри валовым продуктом России с 2008-2018 гг., что подтверждает факт необходимости совершенствования методов ремонта дорожного полотна в связи с увеличением на него нагрузки. [3]

## 2. Аналитический обзор

## 2.1. Технология ямочного ремонта асфальта

Ямочный ремонт осуществляется поэтапно с соблюдением ГОСТ, СНиП и ТР. При этом восстановлению подлежит не только верхняя часть дороги, но и глубокий слой.

## 2.1.1. Этапы ямочного ремонта асфальтовых дорог

Ямочный ремонт асфальтового покрытия происходит по следующим этапам:

1. Выявление площади, глубины повреждений.
2. Расчет и разметка площади работ.
3. Демонтаж асфальтового покрытия.
4. Выравнивание стенок по глубине и краям.
5. Очистка места укладки от мусора.
6. Просушка технологического среза.
7. Обработка дна и боковых поверхностей жидким горячим битумом или битумными эмульсиями.
8. Равномерное распределение горячей массы по «заплатке».
9. Уплотнение.

## 2.1.2. Этапы ямочного ремонта асфальта с применением холодного асфальта

Ямочный ремонт холодным методом применяется при небольших площадях повреждений и происходит по следующим этапам:

1. Выявление площади, глубины повреждений.
2. Расчет и разметка площади работ.
3. Демонтаж асфальтового покрытия.
4. Выравнивание стенок по глубине и краям.
5. Очистка места укладки от мусора.
6. Распределение массы по «заплатке».
7. Уплотнение.

## 2.2. Характеристики холодно асфальтовой смеси

## Холодный асфальт применяется для быстрого ремонта, выбоин и трещин в аэродромном покрытии (асфальте, бетоне) в течении всего календарного года. После укладки образует твердую, долговечную поверхность, устойчивую к нагрузкам (усадке, расширению), вызванным транспортными и погодными условиями. Сразу же, после укладки поверхность готова к эксплуатации.

**Классификация.**

Смеси следует приготовлять в соответствии с требованиями ГОСТ 9128 по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке предприятием-изготовителем.

В зависимости от условий укладки смеси можно разделить на два типа:

- тип I – для укладки при температуре окружающего воздуха выше 5 °С;

- тип II – для укладки при температуре окружающего воздуха в интервале от 5 до минус 25 °С;

- для центральной части России подобрана универсальная формула изготовления Холодного асфальта из местных ингредиентов (битума, солярки и минерального составляющего камня/щебня).

Использование холодной асфальтовой смеси дает:

* Высокое качество устранения дефектов (соответствие показателям плотности, прочности, равенства, жесткости основного покрытия);
* Длительный срок службы отремонтированного места;
* Постоянное наличие и доступность необходимого материала, машин и оборудования;
* Простоту ремонта;
* Использование данной технологии в любых погодных условиях;
* Оперативность открытия движения транспорта в местах проведения ремонта мгновенное, не надо ждать полного застывания.

## 2.3. Выбор и обоснование метода ремонта

При укладке горячей асфальтобетонной смеси важно следовать технологии, при соблюдении которой будет обеспеченно надлежащее качество укладываемого дорожного покрытия и большой срок его эксплуатации. Так температура воздуха должна быть не ниже +10 С°, а температура укладываемого асфальтобетона не ниже +120 С°. Для поддержания постоянной температуры смеси при транспортировки от асфальтобетонного завода до места проведения работ, рекомендуется использовать специальное оборудование. [5]

Ямочный ремонт с применением холодного асфальта имеет следующие преимущества:

1. Возможность длительного хранения асфальта перед укладкой.

2. Не требуется доставка спецтехникой, и располагается в бункере асфальт укладчика до его использования.

3. Быстрота укладки.

4. Нет необходимости в тяжелой трамбовке.

5. Широкий температурный диапазон при производстве работ (от -15 до + 40 °C).

В связи с вышеперечисленными факторами исходя из условий работы ямочный ремонт дорог будет осуществляться при помощи холодного асфальта марки McAsphalt Perma Patch канадского производства стоимостью 360 р. за 1 мешок. Спецификация в приложении 3.

## 2.4. Исследование имеющихся научных разработок в России [6]

1. RU 2 149 943 C1. Дата публикации 27.05.2000 г. – Способ ремонта и восстановления покрытий дорог и агрегат для осуществления этих процессов. Автор: Холмянский И.А.
2. RU 40 057 U1 Дата публикации: 27.08.2004 г. – Машина для ремонта дорожных и аэродромных покрытий. Автор: Луговнёв А В.
3. RU 2 267 571 C2. Опубликовано: 10.01.2006 г. Ремонт дорожных асфальтобетонных покрытий по способу Чернопятова. Автор: Чернопятов Владимир Сергеевич.
4. RU 129 512 U1. Опубликовано: 27.06.2013 г. Самоходный дорожно-строительный агрегат. Автор(ы): Ащеульников Андрей Федорович (RU), Ащеульников Михаил Андреевич (RU).

## 3. Описание работы системы

## 3.1. Обзор составных элементов автоматизированной системы

Автоматизированная система ремонта дорог состоит из двух роботизированных устройств:

1. Ремонтник.
2. Загрузчик.

Устройства работают как система в целом обмениваясь информацией и выполняя свой круг решения задач.

Задача «ремонтника» непосредственно ремонт дорожного полотна, а «погрузчика» пополнять при необходимости бункер «ремонтника» асфальтом.

## 3.2. Описание работы системы

Работа системы в целом происходит следующим образом. До того как начнутся дорожные работы необходимо обозначить карту ремонта дороги непосредственно на месте светлой легко смывающейся краской. Способ разметки представлен в приложении 1.

«Ремонтник» и «загрузчик» ставятся в начальную точку разметки друг за другом, спереди «ремонтник». Далее роботы движутся по траектории и обнаруживая ямы обозначенные краской производят ремонт дороги, по мере того как смесь в бункере «ремонтника» заканчивается, «ее пополняет загрузчик».

Алгоритм работы системы приведен в приложении 3.

## 3.3. Описание материальной базы

Система автоматизированного ремонта дорог построена на базе роботехнического конструктора Lego Mindstorms EV3 с элементами конструктора TETRIX.

Основными элементами системы являются:

* Контроллер EV3.
* Сервоприводы.
* Датчики касания.
* Датчик Light Sensor Array - массив из 8 датчиков с управляемыми источниками света, возвращающий 8 дискретных значений показаний датчиков.

Спецификации контроллера приведены в приложении 6.

## 3.4. Описание программной части

Программа автоматизированной системы управления дорог создана графической среде программирования EV3 созданной Компанией National Instruments специально Lego Corporation и предназначенной для программирования контроллеров LEGO.

Листинг программы автоматизированной системы ремонта созданная в этой среде представлен приложении 7.

## 4. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Экономический расчет составлен руководствуясь Распоряжением Минтранса РФ от 10.12.2002 N ОС-1109-р "О введении в действие "Руководства по оценке эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса"

Результаты сметных расчетов стоимости ямочного ремонта, устройства покрытия и капитального ремонта представлены в таблицах в приложении 5 из условия покрытия асфальтобетонной смесью типа Б марки I с фиброй Fibarm FIBER WA по новой технологии покрытия толщиной 4 см смета №1, и холодного асфальта с применением автоматизированной системы ремонта дорог смета №2. [9]

## Заключение

В результате исследования была проделана большая работа по поиску применяемых процессов автоматизации ремонта асфальта, а так же существующих наработок в России и зарубежном. Выявлены оптимальные способы ремонта дорог позволяющие решить «проблему дорог» в России.

В процессе работы были выявлены особенности ямочного ремонта и способы их решения.

Была разработана и изготовлена действующая модель робота на базе конструктора Lego Mindstorms EV3, показывающая принцип ямочного ремонта асфальта с минимальным участием человека.

Был составлен эффективный алгоритм работы робота по ремонту асфальта, а так же написана управляющая программа.

Результаты исследовательской работы рекомендуются к использованию при опытно-конструкторской разработке систем аналогичного назначения.

Технико-экономическая эффективность результатов работы приведена в экономическом расчете.

Применение подобных автоматизированных систем позволит существенно повысить качество и скорость ремонта дорожного полотна, а так же увеличить экономическую эффективность ремонта дорог, перенаправив сэкономленные средства на развитие дорожной сети России.

## Использованные источники

1. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики <http://www.gks.ru/bgd/regl/B09_55/isswww.exe/Stg/02-23.htm>
2. Официальный сайт Министерства транспорта Российской Федерации, Федерального дорожного агентства <http://rosavtodor.ru/press/reports/14539.html>
3. Обзорная информация Федерального дорожного агентства Министерства транспорта Российской Федерации <http://base1.gostedu.ru/56/56229/>
4. Официальный сайт Центра стратегических исследований страховой компании Росгосстрах <http://www.rgs.ru/media/CSR/Roads%202014.pdf>
5. ОДН 218.0.006-2002 Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог. Источник:

<http://www.gosthelp.ru/text/ODN21800062002Praviladiag.html>

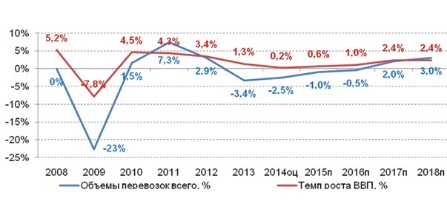
1. Официальный сайт Федерального государственного бюджетного учреждения Федеральный институт промышленной собственности. Источник: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS\_Ru
2. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года - <http://rosavtodor.ru/documents/119>
3. Распоряжение Минтранса РФ от 10.12.2002 N ОС-1109-р "О введении в действие "Руководства по оценке эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса"
4. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы: ГЭСН-2001: Автомоб. дороги. Сб. 27 / Госстрой России. - М., 2001.
5. Ушаков В.В. Ремонт цементобетонных покрытий автомобильных дорог. - М., 2002. - (Автомоб. дороги: Обзорн. информ. / Информавтодор; Вып. 6).

Приложение 1

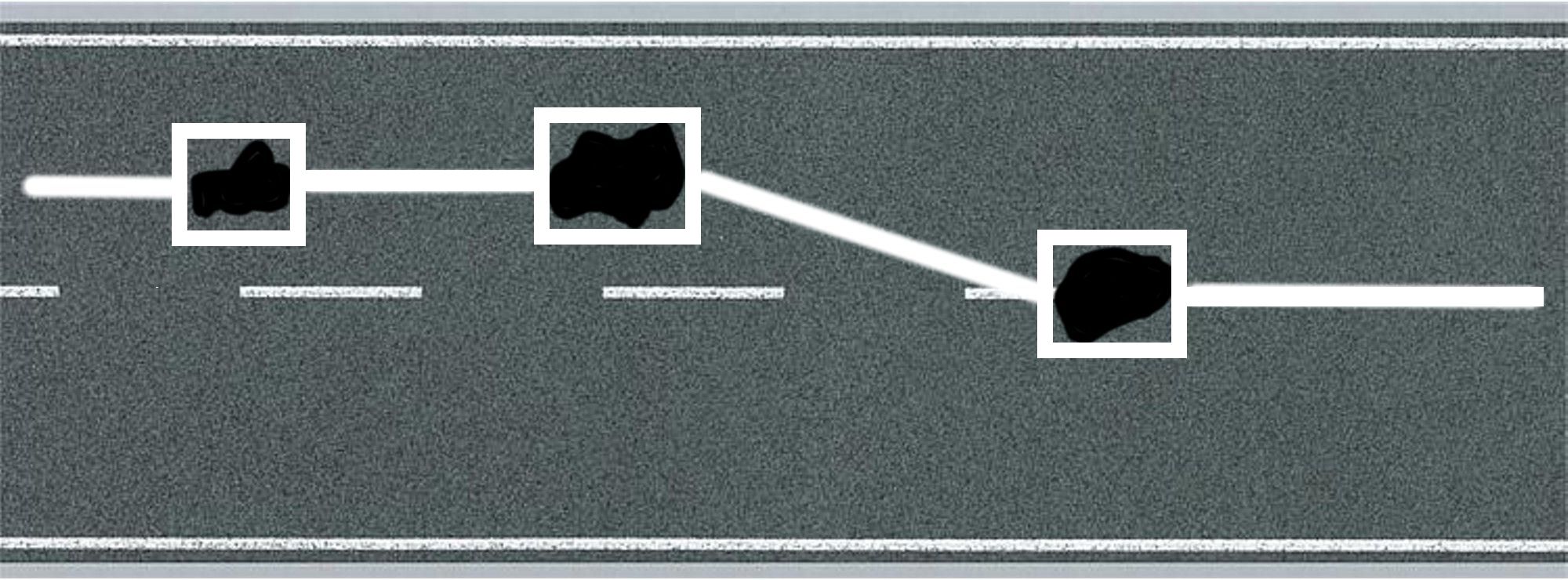
Оценка состояния автомобильных дорог России при опросе мнения жителей городов в интервале 2008 – 2014 годов.

Д

Динамика объемов перевозок всеми видами транспорта и ВВП России (%, 2008-2018 гг.)



Приложение 2

Разметка карты ремонта дорожного покрытия

Разметка ямы

Траектория движения Роботов

Приложение 3

## ****Холодный асфальт - McAsphalt Perma Patch (Канада)****

****Как известно, большой проблемой для дорожников является ликвидация ямочности на дорогах с асфальтобетонным покрытием в конце зимы и ранней весной, когда применение известных способов ликвидации ямочности, таких как обратная пропитка, засыпка ям крупным щебнем или заделка кирпичом, не только малоэффективны, но и не безопасны для участников движения. Совершенно новым способом, позволяющим осуществлять **ямочный ремонт на влажном покрытии**, а также **в холодную погоду**(при температуре от минус 25 °С до +49 °С), является применение **холодных асфальтобетонных смесей полученных по технологии компании «McAsphalt &**[***Cantat Associates Inc***](http://tiu.ru/redirect?url=http%3A%2F%2Fwww.cantat-associates.ru%2F)**» (Канада)**. Данная технология является хорошей альтернативой традиционной, основанной на применении горячих смесей, использование которых в осенне-зимний период становится практически невозможным.

Рис 1. Холодный асфальт - McAsphalt Perma Patch

Для приготовления асфальтобетона по технологии «McAsphalt» применяется **смесь асфальтобетонная холодная** (далее смесь) – **рационально подобранная смесь из дробленого минерального заполнителя и органического вяжущего, модифицированного концентратом – полимером «McAsphalt Perma-Patch», перемешанных в смесителях принудительного действия.**

Смесь сохраняет свои свойства при хранении в открытых штабелях, под навесом на твердом покрытии в течение двух лет или в полиэтиленовых мешках без ограничения по времени.

**Гарантии поставщика**

Поставщик (изготовитель) гарантирует в течении двух лет соответствие смеси требованиям настоящих технических условий при соблюдении потребителем условий применения, хранения и транспортирования, установленных техническими нормативами.

**Область применения**

Холодный асфальт применяется для быстрого ремонта, выбоин и трещин в аэродромном покрытии (асфальте, бетоне) в течении всего календарного года. После укладки образует твердую, долговечную поверхность, устойчивую к нагрузкам (усадке, расширению), вызванным транспортными и погодными условиями. Сразу же, после укладки поверхность готова к эксплуатации.

**Характеристики**

Страна производитель Россия

Тип асфальтобетона Холодный

**Начало**

**Приложение 4**

**Алгоритм работы автоматизированной системы ремонта асфальта**

**4**

**Найдена**

**отметка**

**Да**

**1**

**Загрузка асфальта**

**Да**

**Нет**

**Движение по линии**

**Нет**

**Смесь в норме**

**Самотестирование**

**Да**

**Нет**

**Начать тест**

**2**

**Выгружено**

**Выгрузка смеси**

**Вызрез**

**выполнен**

**Демонтаж асфальта**

**Нет**

**Да**

**Нет**

**Да**

**Уплотнение выгруженного асфальта**

**Нет**

**Уплотнено**

**Да**

**3**

**Нет**

**Да**

**Нет**

**Сработал Д1**

**Начало**

**Толкатель назад**

**Сигнал погрузчику**

**Ожидание конца погрузки**

**Да**

**Сработал Д1**

**Конец**

**Подпрограмма «Загрузка асфальта»**

**Подпрограмма «Уплотнение выгруженного асфальта»**

**Начало**

**Движение назад**

**Движение вперед**

**Конец**

**I := 1, 2, 1**

**Отсылка сообщения 2 роботу «Следуй»**

**Подпрограмма «Демонтаж асфальта»**

**Нет**

**Начало**

**Отсылка сообщения 2 роботу- «Работа»**

**Движение до метки**

**Да**

**Демонтаж асфальта**

**Резка завершена**

**Чистка от мусора**

**Движение вперед**

**Опускание фрезы**

**Включение фрезы**

**Конец**

**Подпрограмма «Движение по линии»**

**Начало**

**МB := 50 + S**

**S := (Д1 - Д2) \*1,5**

**МC := 50 - S**

**Считывание показаний с датчиков Д1 и Д2**

**Алгоритм работы загрузчика асфальта**

**Нет**

**Да**

**Нет**

**Сообщение «Работа»**

**Начало**

**Движение по линии на дистанции от 1 робота**

**Стоп моторы**

**Загрузка в бункер**

**Сообщение «Загружено»**

**Да**

**Сообщение «Загрузка»**

**Сообщение «Следуй»**

**Да**

**Нет**

**СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № 1**

**ямочный ремонт асфальтобетонной смесью типа Б марки I с фиброй Fibarm FIBER WA (новая технология**)

Составлен в текущих ценах на 01.01.2000 г.

**Приложение 5**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п.п. | Обоснование | Наименование работ и затрат, единица измерения | Ед. изм.  объемов работ | Количество, 1 % | Стоимость единицы | | | Общая стоимость | | |  |
| всего прямые затраты | эксплуатации машин | Материалы | Всего | оплаты труда | эксплуатация машин | Материалы |
| оплаты труда | в т.ч. оплаты труда | в т.ч. оплаты труда |
| \* | Устройство ямочного ремонта асфальтобетонного покрытия | 100 м 2 | 1 | 12043  450,66 | 2357 | 9235 | 12043 | 451 | 2357 | 9235 |
| 180,26 | 180 |
| 1 | Итого | | | | | | | 12 043 | 451 | 2357  180 | 924 |
| 4 | Накладные расходы 15,3% | | | | | | | 1 843 |  |  |  |
| 5 | Итого с учетом накладных расходов | | | | | | | 13 886 |  |  |  |
| 6 | Сметная прибыль 8% | | | | | | | 1 111 |  |  |  |
| 7 | Итого по главам 1-7 | | | | | | | 14 996 |  |  |  |
| 8 | Глава 9. Прочие работы и затраты | | | | | | |  |  |  |  |
| 9 | Средства на страхование подрядных организаций, 1% от итого по главам 1-7 | | | | | | | 150 |  |  |  |
| 10 | Итого по главам 1-9 | | | | | | | 15 146 |  |  |  |
| 11 | Глава 12. Резерв на непредвиденные работы, 3% от итого по главам 1-7 | | | | | | | 450 |  |  |  |
| 12 | Всего по сметному расчету | | | | | | | 15 596 |  |  |  |
| 13 | НДС, 18% от всего по сметному расчету | | | | | | | 2 807 |  |  |  |
| 14 | Итого стоимость по сметному расчету с учетом НДС | | | | | | | 18 404 |  |  |  |

**СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № 2**

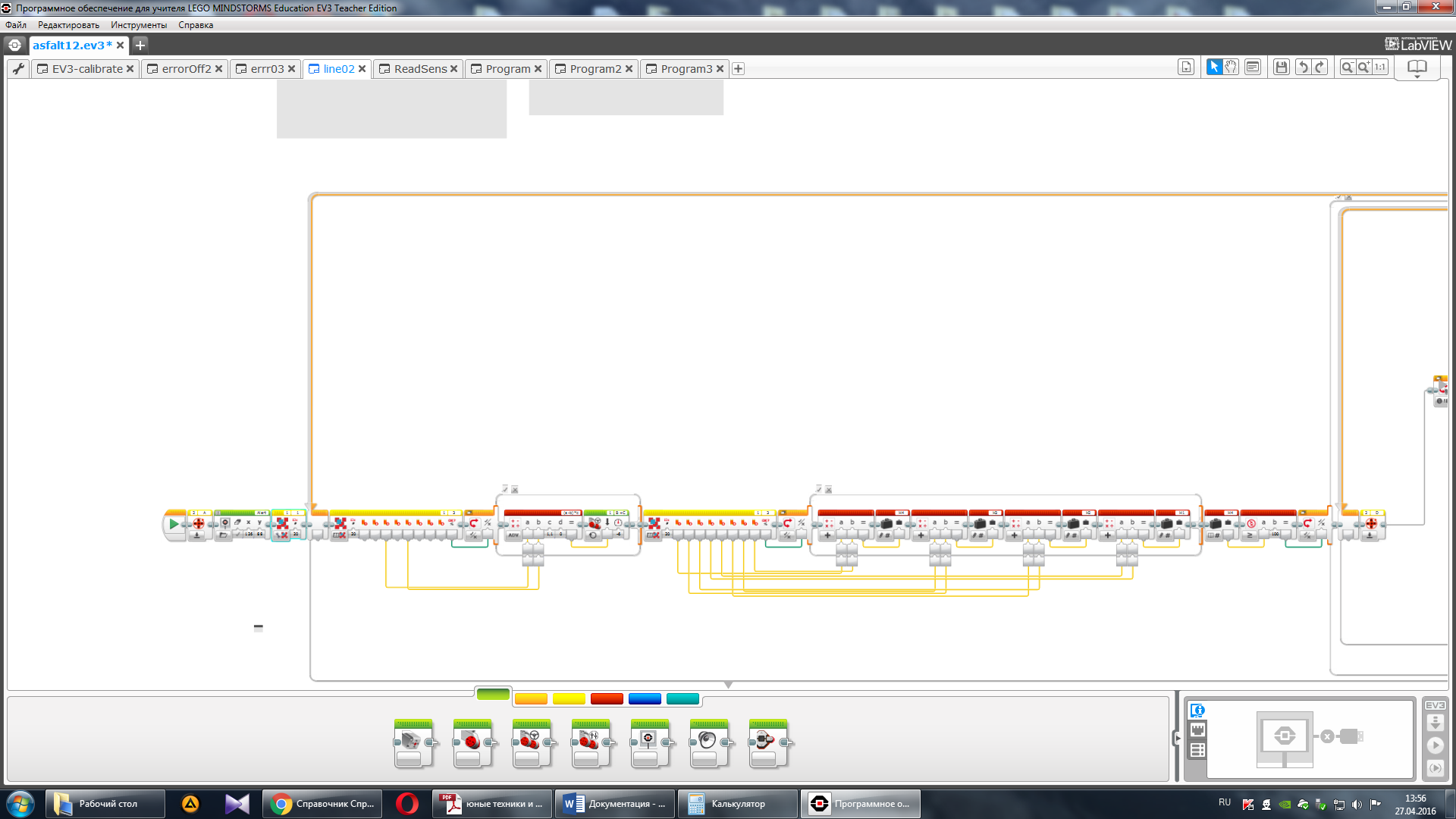
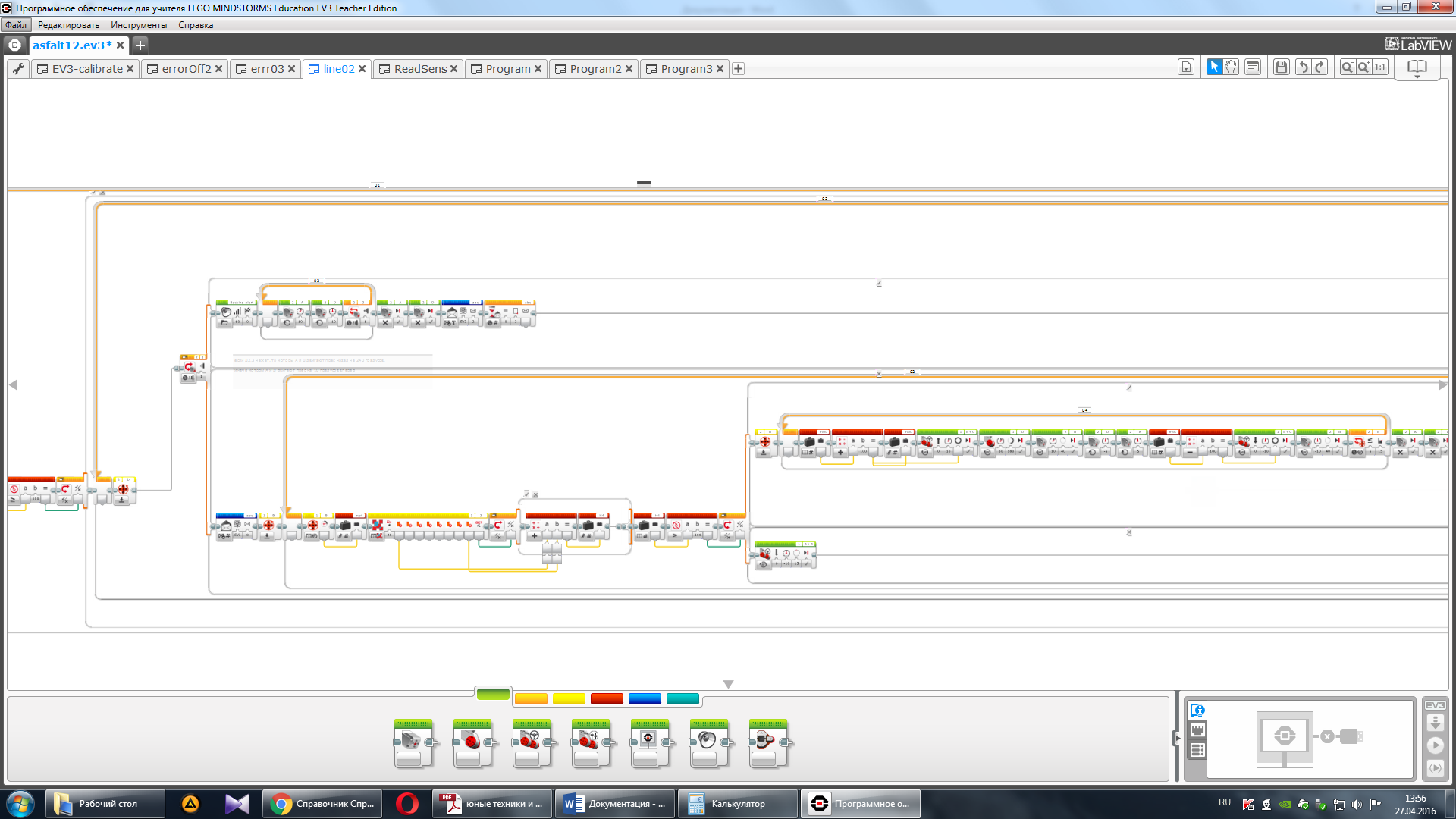
**ямочный ремонт асфальтобетонной смесью холодного типа с учетом автоматизированной системы ремонта дорог**  Составлен в текущих ценах на 01.01.2000 г.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п.п. | Обоснование | Наименование работ и затрат, единица измерения | Ед. изм.  объемов работ | Количество, 1 % | Стоимость единицы | | | Общая стоимость | | |  |
| всего прямые затраты | эксплуатации машин | Материалы | Всего | оплаты труда | эксплуатация машин | Материалы |
| оплаты труда | в т.ч. оплаты труда | в т.ч. оплаты труда |
| \* | Устройство ямочного ремонта асфальтобетонного покрытия | 100 м 2 | 1 | 10829  22,5 | 1571 | 9235 | 10829 | 23 | 1571 | 9235 |
| 9 | 9 |
| 1 | Итого | | | | | | | 10829 | 23 | 1571  9 | 924 |
| 4 | Накладные расходы 15,3% | | | | | | | 1657 |  |  |  |
| 5 | Итого с учетом накладных расходов | | | | | | | 12486 |  |  |  |
| 6 | Сметная прибыль 8% | | | | | | | 866 |  |  |  |
| 7 | Итого по главам 1-7 | | | | | | | 13485 |  |  |  |
| 8 | Глава 9. Прочие работы и затраты | | | | | | |  |  |  |  |
| 9 | Средства на страхование подрядных организаций, 1% от итого по главам 1-7 | | | | | | | 130 |  |  |  |
| 10 | Итого по главам 1-9 | | | | | | | 13615 |  |  |  |
| 11 | Глава 12. Резерв на непредвиденные работы, 3% от итого по главам 1-7 | | | | | | | 408 |  |  |  |
| 12 | Всего по сметному расчету | | | | | | | 14023 |  |  |  |
| 13 | НДС, 18% от всего по сметному расчету | | | | | | | 2524 |  |  |  |
| 14 | Итого стоимость по сметному расчету с учетом НДС | | | | | | | 16 547 |  |  |  |

## ****Технические характеристики микрокомпьютера Lego EV3:****

* ****Процессор — ARM9 (в конструкторе NXT 2.0 использовался ARM7);
* оперативная память — 64 мегабайт;
* FLASH память — 16 мегабайт;
* слот расширения SD;
* USB 2.0 с поддержкой подключения Wi-Fi;
* Bluetooth 2.1;
* монохромный экран разрешением 178×128 пикселей;
* четыре порта ввода;
* четыре порта вывода;
* шестикнопочный интерфейс управления;
* высококачественный интегрированный динамик;
* автономное питание от шести батарей типа АА, либо с использованием аккумулятора постоянного тока EV3 2050 мАч;
* операционная система Linux.

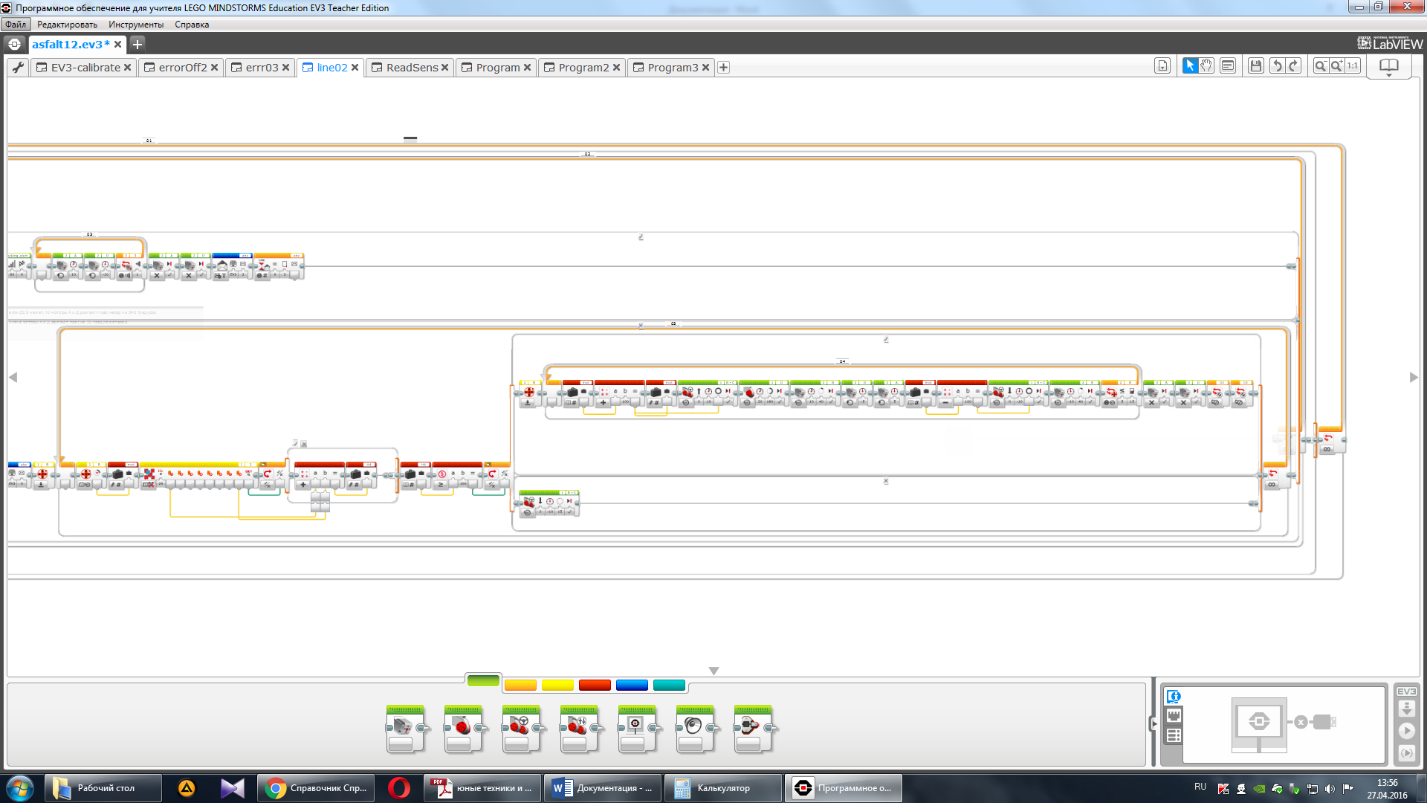
**Приложение 6**



**Приложение 7**

**Выгрузка смеси и отсылка сообщения**

**Программа робота-ремонтника с подпрограммами**



**Замер меток, технологический разрез и уплотнение**

**Программа робота - загрузчика**

