

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Промышленная электроника»

(наименование)

11.03.04 – Электроника и нанoeлектроника

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Электроника и робототехника

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Интеллектуальная система управления трафиком на перекрестке

Студент

Д.И. Краснов

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

Руководитель

А.К. Кудинов

_____ (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Название дипломной работы: «Интеллектуальная система управления трафиком на перекрестке».

Выпускная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, одной таблицы, 29 рисунков, списка литературы, графической части на 6 листах формата А1 и перечня элементов на 3 листах.

Ключевым вопросом дипломной работы является корректировка запрещающих и разрешающих временных интервалов и увеличение пропускной способности перекрестка.

Целью работы является разработка устройства для обеспечения автономной работы системы и автоматической корректировкой фаз разрешающих и запрещающих сигналов светофора.

Дипломную работу можно разделить на части, логически взаимосвязанные между собой следующим образом: анализ существующих систем с похожим функционалом; подбором и применением подходящего оборудования, и процессом разработки структурной схемы системы; разработки принципиальной схемы; написание кода программы; описание алгоритма работы системы; экономический расчет.

В конце разработки мы представляем успешный прототип данного устройства, которое способно выполнять требуемые нами функции.

Подводя итоги, хотелось бы подчеркнуть, что данная система актуальна за счет высокого спроса на данную технологию и за счет малой стоимостью по соотношению других таких же систем на рынке.

Abstract

The title of the graduation work is «Intelligent traffic control system at the intersection».

The senior paper consists of an introduction, five parts, a conclusion, one table, 29 figures, list of references, a graphic part on 6 A1 sheets and list of elements on 3 sheets.

The key issue of the thesis is adjustment of the prohibiting and permitting time intervals and increase to the throughput of the intersection.

The main objective of the work is to develop a device to ensure the autonomous operation of the system and the automatic correction of the phases of authorization and prohibition of traffic lights.

The thesis may be subdivided into logically related sections as follows: analysis of existing systems with similar functionality; analysis of existing systems with similar functions; the selection and application of appropriate equipment's and the process of developing a structural scheme of the system; development of circuit diagram; writing the program code; description of system's algorithm; economic calculation.

Upon completion of the development, we present a successful device prototype capable of performing the functions we need.

In summary, I would like to emphasize that this system is relevant due to the high demand for this technology and due to the low cost of the ratio of other similar systems in the market.

Содержание

Введение.....	5
1. Обзор рынка и актуальность.....	11
2. Разработка структурной схемы	23
3. Разработка принципиальной схемы	29
4. Описание алгоритма устройства	35
5. Экономический расчет	37
Заключение	38
Список используемой литературы и используемых источников	39

Введение

В 1768 году появился первый автомобиль и с течением времени их количество только возрастало. Появилась необходимость в регулировании движения. Одним из первых решений этой проблемы и одним из самых простых стал регулировщик (рисунок 1). Долгое время регулировщики оставались единственным способом регулирования движения.

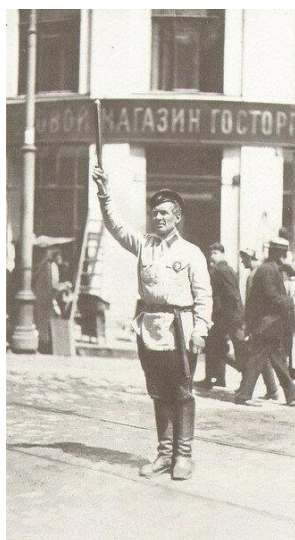


Рисунок 1 – Регулировщик в Москве

Но человек всегда пытался автоматизировать большинство процессов и это коснулось и регулировщиков. Так в 1868 году появился первый светофор, который был установлен в Лондоне. Изобретению данного устройства поспособствовала необходимость автоматизировать работу регулировщика и уменьшить загруженность участков дорог.

Первый светофор представлял собой столб с поднимающимися и опускающимися крыльями, которым управлял человек. Его изображение можно увидеть на рисунке 2.

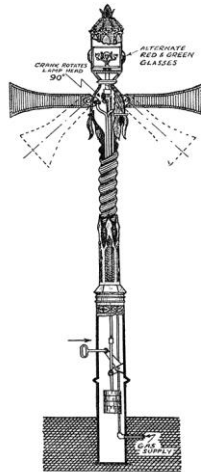


Рисунок 2 – Первый светофор

Уже в 1910 году в Чикаго был разработан первый автоматический светофор, который не требовал участия человека (рисунок 3). В его устройстве использовались надписи без подсветки STOP и PROCEED.



Рисунок 3 – Первый автоматический светофор

В 1912 году был изобретен в США первый электрический светофор (рисунок 4), своим видом он мог напоминать уже современные светофоры с круглыми сигналами зеленого и красного цвета.



Рисунок 4 – Первый электрический светофор

В 1920 году в Нью-Йорке и Детройте появился самый первый трехцветный светофор, с использованием желтого цвета (рисунок 5).



Рисунок 5 – Первый трехцветный светофор

А в СССР первый светофор появился только в 1930 году, его изображение можно увидеть на рисунке 6. Он был установлен на пересечении Литейного и Невского проспекта. Такой аппарат очень быстро себя зарекомендовал, поэтому в конце этого года появился следующий светофор, но уже в Москве.

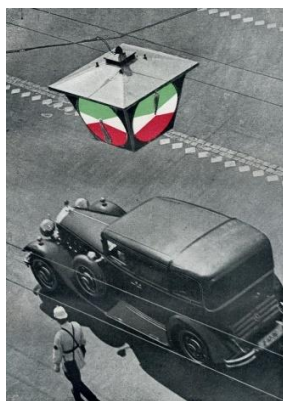


Рисунок 6 – Первый светофор в Санкт-Петербурге

Пытаясь избежать проблем с мировым законодательством, поскольку данное изобретение было запатентовано американцами, руководство СССР приняло решение экспериментировать с разными цветами светофора, их расположением и количеством цветов. Но уже в 1959 году, благодаря Международной конвенции о дорожном движении и к протоколу о дорожных знаках и сигналах, к которой присоединилась СССР, все стало на свои места и светофор начал выглядеть так, как мы знаем его сейчас, с теми цветами и их последовательностью.

Современные светофоры, изображение которого можно увидеть на рисунке 7, уже имеют круглую форму сигналов 3-х цветов, а также имеют специальное табло, которое отображает отсчет времени, указывающее на то, как долго еще будет гореть данный цвет. Так же на смену ламп накаливания пришли светодиоды, которые помимо экономии электроэнергии и большей надежности работы еще и лучше видны на дороге.



Рисунок 7 – Современный светофор

Но технологический процесс не стоит на месте, машин становится все больше, а дороги перегружаются сильнее и тогда перед инженерами встал вопрос, как разгрузить направления, по которым образовался затор. Было принято решение изобрести «умные» светофоры, которые анализируя данные с датчиков на дороге будут менять свои алгоритмы работы, в зависимости от перегруженности направления.

За основу «умных» светофоров был взят программируемый контроллер.

На данный момент существует два вида светофоров:

- нейросетевые,
- адаптивные.

Вся система состоит из нескольких составляющих, а именно: контроллеров, камер и удаленных датчиков движения. Все это позволяет анализировать ситуацию на дороге в режиме реального времени и передавать полученную информацию уже непосредственно на центральный сервер управления.

После того, как центральный сервер получит данные, он будет посылать команды на контроллеры светофоров, а те в свою очередь будут менять сигналы таким образом, чтобы время пребывания машин на перегруженном участке дороги сократилось.

Так же такая система позволяет внести изменения в алгоритм работы светофора, в случае возникновения ДТП.

Большинство развитых стран старается активно внедрять данную технологию, а также делать акцент на приоритет общественного транспорта и велосипедистов, дабы сократить общий трафик автомобилей и улучшить обстановку на дорогах и экологическую ситуацию.

Вывод по разделу:

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что основные меры, предпринимаемые в области обеспечения безопасности дорожного

движения, направлены на совершенствование организации движения транспортных потоков.

Так в России с каждым годом идет больший упор на развитие интеллектуальных транспортных систем и становится выгоднее вкладывать бюджет в развитие «умных» светофоров, нежели в перестройку всей сети дорог. Мировой опыт также показывает, что использование интеллектуальной системы управления дорожным трафиком является наиболее перспективным направлением развития дорожно-транспортного процесса.

В России разработка интеллектуальной транспортной системы с каждым годом становится все более актуальной. Необходимость такой системы доказывает и мировой опыт их применения.

1 Обзор рынка и актуальность

Теперь рассмотрим существующие примеры реализации «умных» светофоров. Всего их два типа:

- адаптивные,
- нейросетевые.

Адаптивные светофоры как правило применяются на простых и мало загруженных перекрестках, где чаще всего перегружается только одно направление. В качестве подсчета автотранспорта используются видеокамеры и различные физические датчики. Основной проблемой такой системы является небольшая зона «видимости» приборов подсчета автотранспорта. В случае с камерой, она должна быть четко направлена на тот участок дороги, где необходим подсчет транспортных средств. Такой метод установки довольно сложен, поскольку этому мешает ряд факторов, а именно:

- различные объекты в виде дорожных знаков, столбов, проводов и пр., которые будут закрывать обзор. Не редко приходится устанавливать специальные опоры;
- погодные условия, в виде дождя, снега или метели. Камера будет принимать это как наличие движения автотранспорта;
- ветер. Он будет периодически смещать камеру в разные стороны, соответственно и область обзора камеры будет меняться.

Но стоит отметить, что не смотря на указанные недостатки, адаптивному светофору вовсе необязательно качественно собирать данные. Такие светофоры устанавливаются на тех перекрестках, где смена сигнала абсолютно очевидна.

Нейросетевые светофоры уже напротив стараются собрать как можно больше качественных данных, тем самым позволяя повысить пропускную

способность загруженного участка дороги. Такие светофоры работают на основе нейронных сетей. Данная система имеет ряд преимуществ над адаптивными светофорами. Она позволяет определять транспортные средства на намного большем расстоянии, а также более точно считать их количество. Так же нейронная сеть способна определять тип транспортного средства по разным параметрам, такие как: размер транспортного средства, его длину, манеру начала движения, скорость и пр. Помимо этого, нейронная сеть может определять людей и объекты.

Еще одним отличием нейросетевых светофоров от адаптивных является отсутствие ограничений по установке камер. Нейронные сети обеспечивают распознавание любых объектов не зависимо от ракурса или перекрытия обзора. Таким образом можно хорошо сэкономить на установке таких светофоров.

Рассмотрим один из примеров «умного» светофора и оценим его примерную стоимость, не включая стоимость установки.

Основным элементом будет сам светофор, который изображен на рисунке 8. Для его функционирования будет необходима система питания и управления. Сам светофор выполнен из АБС-пластика – ударопрочного материала, с повышенной стойкостью к воздействию агрессивных агентов и температурных перепадов. Имеет антибликовые козырьки. Светодиодная матрица в моноблочном исполнении, три светодиода 1210 PGC с диаметром светодиодных глазков: 115 мм: красный, желтый, зеленый.



Рисунок 8 – Светофор

Следующим элементом, без которого невозможна будет работа светофора является аккумулятор (рисунок 9). Система питания имеет встроенный контроллер питания с видами электронной защиты от перебоев во вторичных цепях, контролем глубокого разряда и переплюсовки АКБ. Также у контроллера питания имеется функция защиты от короткого замыкания и перегрузки по выходу вторичного питания. Имеется устройство оповещения разряда источника питания. Корпус изготовлен из ударопрочного биологически инертного пластика с функцией влагозащиты.

Для зарядки аккумулятора используется модуль автономного питания на солнечных батареях



Рисунок 9 – Аккумулятор

Для зарядки аккумулятора используется модуль автономного питания на солнечных батареях. Такая система уже оптимизирована под работу светофора.

Следующим типом «умного» светофора на рынке будет нейросетевой светофор.

В эту систему входят:

- дорожный контроллер,
- детектор транспорта,

- обзорные камеры,
- автомобильный и пешеходный светофоры.

Используя сетевую адаптацию, мы получаем возможность расширить свои возможности в регулировании движения. Все периферийное оборудование, а также контроллеры объединяются в единую сеть, посредством применения проводных и беспроводных каналов связи. Это позволяет:

- осуществлять мониторинг дорожной ситуации с помощью камер на всех перекрестках;
- реагировать на различные внештатные ситуации (аварии, пробки или поломки транспортного средства);
- централизованно «управлять» всем городом из одной точки;
- получать информацию о текущем состоянии всего полевого оборудования;
- удаленно настраивать режим работы оборудования и контроллеров;
- получить графическое отображение дорожного процесса на перекрестках;
- выводить на экран и автоматически отправлять системные сообщения по SMS или электронной почте;
- более точно распознавать различные инциденты и заторовые ситуации;
- использовать функцию, дающую приоритет общественному транспорту;
- давать полномочия с разноуровневым доступом к системе;
- централизованно вести базу данных со всеми параметрами и выводить их в графическом виде;
- использовать облегченную версию Web-интерфейса.

Разобравшись с устройством автоматизированной системы управления дорожным движением, мы можем теперь рассмотреть каждую его составляющую и рассчитаем примерную стоимость.

Дорожный контроллер – это устройство, предназначенное для управления дорожным движением путем переключения сигналов светофора и многопозиционных дорожных знаков. С помощью него можно увеличить пропускную способность и обеспечить безопасность движения. Изображение дорожного контроллера можно увидеть на рисунке 10.



Рисунок 10 – Дорожный контроллер

Управление происходит путем переключения сигналов, которое выполняется по заложенным в память программам. Сами программы состоят из фаз, а фазы – из конкретных наборов направлений.

Дорожный контроллер способен:

- включать сигналы транспортных, пешеходных, реверсивных и маршрутно-транспортных светофоров;
- контролировать напряжение питающей сети;

- контролировать исправность всех подключенных светодиодных блоков светофора;
- контролировать целостность изоляции подключенной нагрузки;
- принимать сигналы спутниковых систем ГНСС, чтобы синхронизировать внутренние часы реального времени контроллера.

Организовывать интерфейс для связи с системами АСУДД.

Характеристики дорожного контроллера:

- число выходных силовых каналов: до 160;
- измерение напряжения и тока каждого ключа: да;
- внешние интерфейсы: RS-232, RS-485, Ethernet, TTL;
- метод коррекции часов: GPS-Глонасс, NTP;
- работа с интеллектуальными светофорами: да;
- поддержка табло динамических указателей скорости: да;
- табло обратного отсчета времени (по интерфейсу RS-485): да;
- поддержка вызывного пешеходного табло: да;
- диагностика рабочих параметров светофорного оборудования: да;
- интеграция с устройствами фото-видео фиксации нарушений ПДД: да;
- возможность подключения магнитных детекторов транспорта: да.

Расчетная стоимость: ~500к рублей.

Детектор транспорта «Корда». Данный детектор предназначен для мониторинга параметров транспортного потока на участках дороги в режиме реального времени. Детектор представляет собой видеомодуль, который подключается к блоку обработки данных, его изображение можно увидеть на рисунке 11.



Рисунок 11 – Детектор транспорта

Задача детектора – передавать информацию в динамике о характеристиках транспортного потока с каждого направления на перекрестке.

На рисунке 12 изображены параметры, которые способен собирать детектор транспорта.

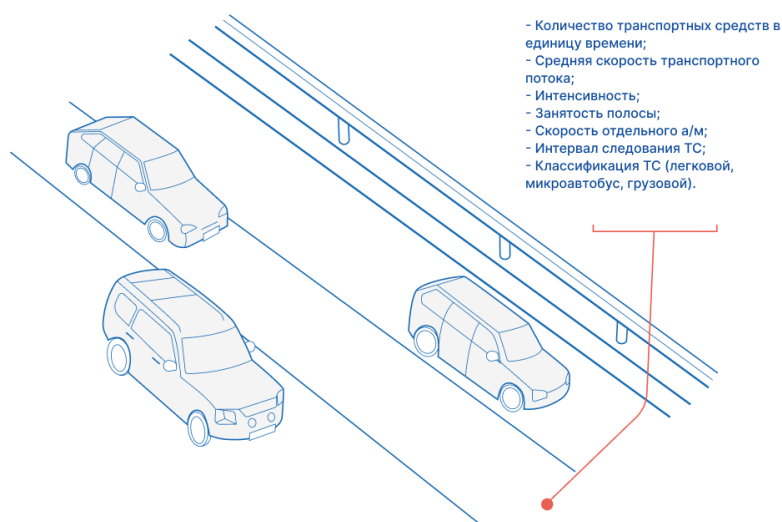


Рисунок 12 – Данные, собираемые детектором транспорта

Детектор способен производить расчет фазовых коэффициентов светофора для управления ими на перекрестках в режиме реального времени. Он может применяться как независимо, с целью сбора данных о

транспортном потоке, так и для обеспечения автоматической адаптации циклов светофора в составе комплекса оборудования.

Характеристики детектора транспорта «Корда»:

- количество зон обнаружения: до 10 полос;
- разрешение: 2 Мп/HDTV 1080p при 30 кадров/с;
- форматы кодирования: H264, H265, Motion JPEG;
- сетевой интерфейс: RJ-45 для 10BASE-T/100Base-TX;
- максимальное энергопотребление: до 6,5 Вт;
- максимальное энергопотребление (с подогревом): до 27Вт;
- поддержка PoE питание: да;
- рабочий диапазон температур: от -45С до +50С;
- класс защиты: IP 67;
- материал корпуса: алюминий.

Расчетная стоимость: ~150к рублей.

Обзорные камеры – как правило устанавливаются непосредственно на светофорном объекте (но могут быть и исключения) и обеспечивают круглосуточный мониторинг обстановки на дороге. Данные с камер передаются на сервер и хранятся там не менее 30 дней. Обзорные камеры предназначены для оперативного реагирования на нештатные ситуации. Пример обзорной камеры можно увидеть на рисунке 13.

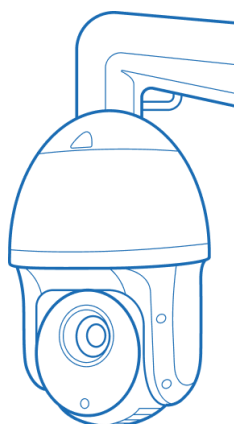


Рисунок 13 – Обзорная камера

Камера способна фиксировать и сохранять такие данные как:

- регистрационный номер автомобиля;
- тип транспортного средства;
- марку и модель транспортного средства;
- фотографию транспортного средства в момент движения по перекрестку;
- видеофрагмент проезда автомобиля по перекрестку.

Пример работы обзорной камеры можно увидеть на рисунке 14.

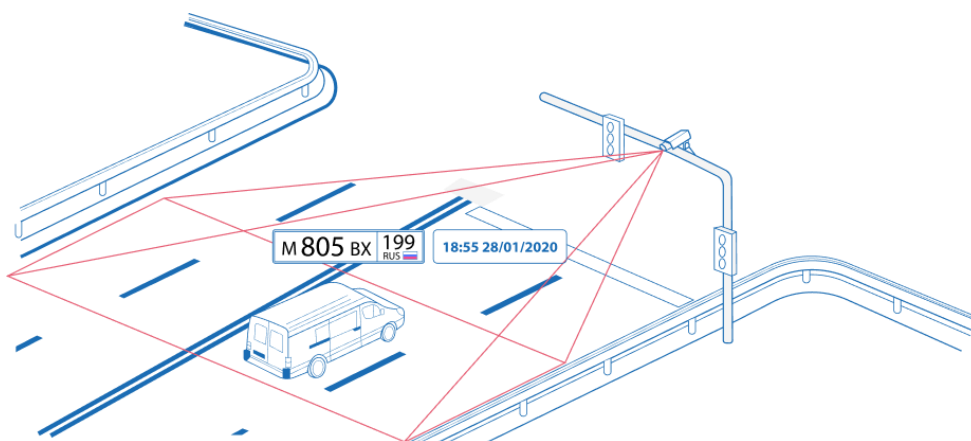


Рисунок 14 – Пример работы обзорной камеры.

Расчетная стоимость: ~30к рублей

Транспортный светофор Т.1-2М, 300 мм (с обратным отсчетом времени), рисунок 15.



Рисунок 15 – Транспортный светофор Т.1-2М

Технические характеристики светофора:

- диаметр рабочих апертур: 300 мм;
- светотехнические характеристики по ГОСТ 25695-91 (ГОСТ Р 52282-2004);
- масса: не более 7 кг;
- напряжение питания в соответствии с ГОСТ 21128-83 (не допускаются броски напряжения амплитудой выше 250 В), 220 В $\pm 10\%$;
- частота питающей сети $50 \pm 0,5$ Гц;
- диапазон рабочих температур: от -60°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
- относительная влажность воздуха при температуре 25°C – до 100%;
- атмосферное давление – от 84 до 107кПа (от 630 до 800 мм. рт. ст.);
- вид климатического исполнения: умеренно-холодный У1.1 по ГОСТ 15150;
- класс защиты, обеспечиваемый корпусом по ГОСТ 14254: IP54;
- максимальный диаметр жилы подводящего кабеля не более 2,5 мм;
- светофор по способу защиты человека от поражения электрическим током соответствует 2 классу по ГОСТ 12.2.007.0-75;
- время непрерывной работы – неограниченно.

Расчетная стоимость: ~37к рублей.

Пешеходный светофор П.2-2МИ, 300 мм (с обратным отсчетом времени), рисунок 16.



Рисунок 16 – Пешеходный светофор П.2-2МИ

Технические характеристики светофора:

- диаметр рабочих апертур: 300 мм;
- светотехнические характеристики по ГОСТ 25695-91 (ГОСТ Р 52282-2004);
- масса: не более 5 кг;
- напряжение питания в соответствии с ГОСТ 21128-83 (не допускаются броски напряжения амплитудой выше 250 В), 220 В $\pm 10\%$;
- диапазон рабочих температур: от -60С до +60С;
- относительная влажность воздуха при температуре 25С – до 100%;
- атмосферное давление – от 84 до 107кПа (от 630 до 800 мм. рт. ст.);
- вид климатического исполнения: умеренно-холодный У1.1 по ГОСТ 15150;
- класс защиты, обеспечиваемый корпусом по ГОСТ 14254: IP54;
- максимальный диаметр жилы подводящего кабеля не более 2,5 мм;

- светофор по способу защиты человека от поражения электрическим током соответствует 2 классу по ГОСТ 12.2.007.0-75;
- время непрерывной работы – неограниченно;
- электронные части расположены в герметизированном корпусе.

Расчетная стоимость: ~32к рублей.

Таким образом, внедрив такую систему на перекрестки мы можем:

- сократить время в пути на 20-35%, а в случае ДТП на 70%;
- снизить количество остановок в пути на 20-40%;
- сократить время прибытия экстренных служб;
- уменьшить количество выбросов в атмосферу на ~7%;
- снизить потребление топлива на 5-10%;
- уменьшить задержки в пути для общественного транспорта на 20-60%.

Вывод по разделу:

В результате анализа рынка, мы можем сделать вывод, что данная технология актуальна, активно внедряется и пользуется высоким спросом, а значит и наше устройство будет востребовано на рынке.

2 Разработка структурной схемы

Чтобы реализовать данную идею нам понадобится управляющий контроллер, датчик интенсивности, коммутатор, источник питания и сам светофор.

В качестве управляющего контроллера будем использовать контроллер собственной разработки на базе микроконтроллера STM32f103c8t6. Данный управляющий контроллер должен обеспечивать связь с датчиками по сети Ethernet по протоколу TCP/IP минимальное количество подключаемых датчиков 4. Подключение выполняется через коммутатор. Управление светофорами контроллер выполняет с помощью релейных выходов. Максимальное напряжение коммутации которых составляет 220В или 30В постоянного. Максимальный коммутирующий ток по релейным выходам составляет 8А. В управляющем контроллере должны использоваться часы реального времени для отслеживания трафика и загруженности перекрестка.

Поскольку наша система работает, отталкиваясь от скорости транспортного средства, то в качестве датчика интенсивности подойдет FMCW-радар «Аркен», изображенный на рисунке 18. В принципе его работы заложена генерация двух параллельных лучей, которые создают «скоростную ловушку». Датчик будет измерять время, которое потребуется транспортному средству, чтобы преодолеть расстояние между лучами. Тем самым позволит высокоточно рассчитать скорость каждого отдельного автомобиля.



Рисунок 18 – Датчик интенсивности «Аркен»

Помимо этого, датчик способен вести классификацию транспортных средств:

- по длине,
- по скорости,
- по направлению движения.

Данный датчик обладает рядом преимуществ:

- способен работать даже через различные ограждения и барьеры;
- определять автотранспорт, который перестраивается в другой ряд;
- не зависит от погодных и температурных условий;
- обладает большим разрешением и дальностью обнаружения до 76,2 м.

Пример работы датчика интенсивности «Аркен» изображен на рисунке 19.

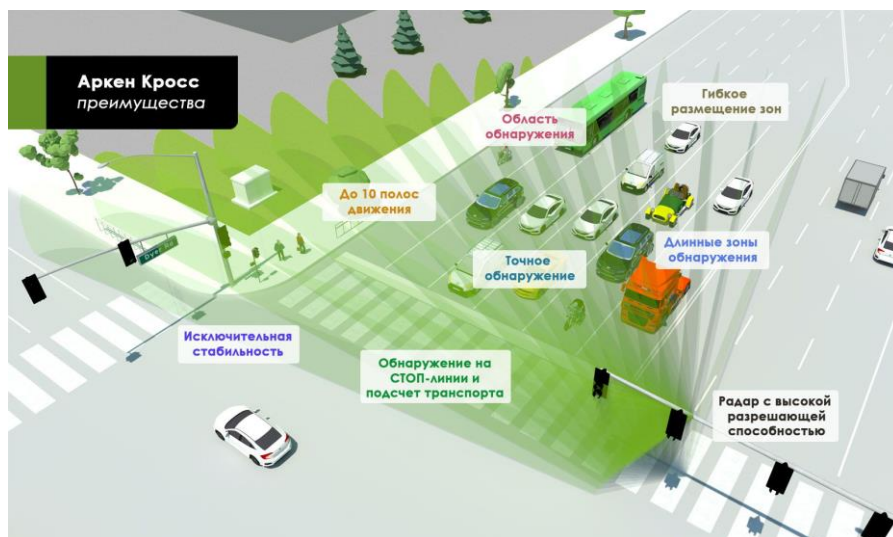


Рисунок 19 – Принцип работы датчика

Передача данных осуществляется путем подключения через Ethernet.

Для питания системы необходим преобразователь с 220В на 24В. Для этой цели прекрасно подойдет блок питания LRS-50-24, рассчитанный на 52 Вт (рисунок 20).



Рисунок 20 – Блок питания LRS-50-24

Так как потребляемая мощность датчика 7,6 Вт, а всего их 4, то данный вариант отлично нам подходит. К тому же данный блок питания очень дешевый, что несомненно является преимуществом.

Из особенностей можно выделить:

- устойчивость к повышенному входному напряжению до 300 В (до 5 секунд) и вибрации до 5G;
 - диапазон входного напряжения: 85...264 В;
 - диапазон рабочей температуры: -30...+70С;
 - высота корпуса 30 мм;
 - защита от короткого замыкания, перегрузки, перенапряжения;
- КПД: 87.5-91.5%.

Технические параметры:

- выходное напряжение, В: 24;
- выходной ток, А: 2.2;
- мощность, Вт: 52;
- коррекция коэффициента мощности: нет;
- размеры, мм: 99x82x30;
- вес, г: 230.

В качестве светофора можно выбрать модель Т1.2 – МИ (рисунок 21).



Рисунок 21 – Транспортный светофор Т1.2 – МИ

Имеет два режима работы, которые зависят от подключения. Может работать как в режиме отсчета оставшегося времени так и без него. Зеленый сигнал также может работать в двух режимах: обычном и «конфликтным» (постоянно мигающим). Корпус выполнен по стандарту защиты IP65. Изделие устойчиво к механическим внешним воздействующим факторам, соответствующим группе 2 по ГОСТ 17516.1.

Технические характеристики:

- питание осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением $220\text{В} \pm 20\%$ и частотой $50 \pm 1\text{Гц}$;
- средняя потребляемая мощность, Вт: не более 15;
- диапазон рабочих температур от -60С до $+60\text{С}$.

Вывод по разделу:

Таким образом, на основе выбранных элементов построим структурную схему нашей системы (рисунок 22).



Рисунок 22 – Структурная схема системы

3 Разработка принципиальной схемы

В качестве основы управляющего контроллера предпочтение стоит отдать микроконтроллеру STM32f103c8t6 (рисунок 23)



Рисунок 23 – Микроконтроллер STM32f103c8t6

STM32F103xx – это высокопроизводительные линии средней плотности. У всех устройств имеется два 12-разрядных АЦП, три 16-разрядных таймера общего назначения плюс один ШИМ-таймер, а также стандартные и расширенные интерфейсы связи: до двух I²C и SPI, три USART, USB и CAN. Также имеют высокопроизводительное 32-разрядное RISC-ядро ARM Cortex-M3, работающее на частоте от 4 до 16 МГц, высокоскоростную встроенную память (флэш-память до 128 кбайт и SRAM до 20 Кбайт), помимо этого имеет широкий спектр расширенных операций ввода-вывода и периферийных устройств, подключенных к двум шинам APB. Устройства работают от источника питания от 2,0 до 3,6 В. Они доступны как в температурном диапазоне от -40 до +85С, так и в расширенном температурном режиме диапазоне от -40 до +105С.

Схема включения микросхемы изображена на рисунке 24.

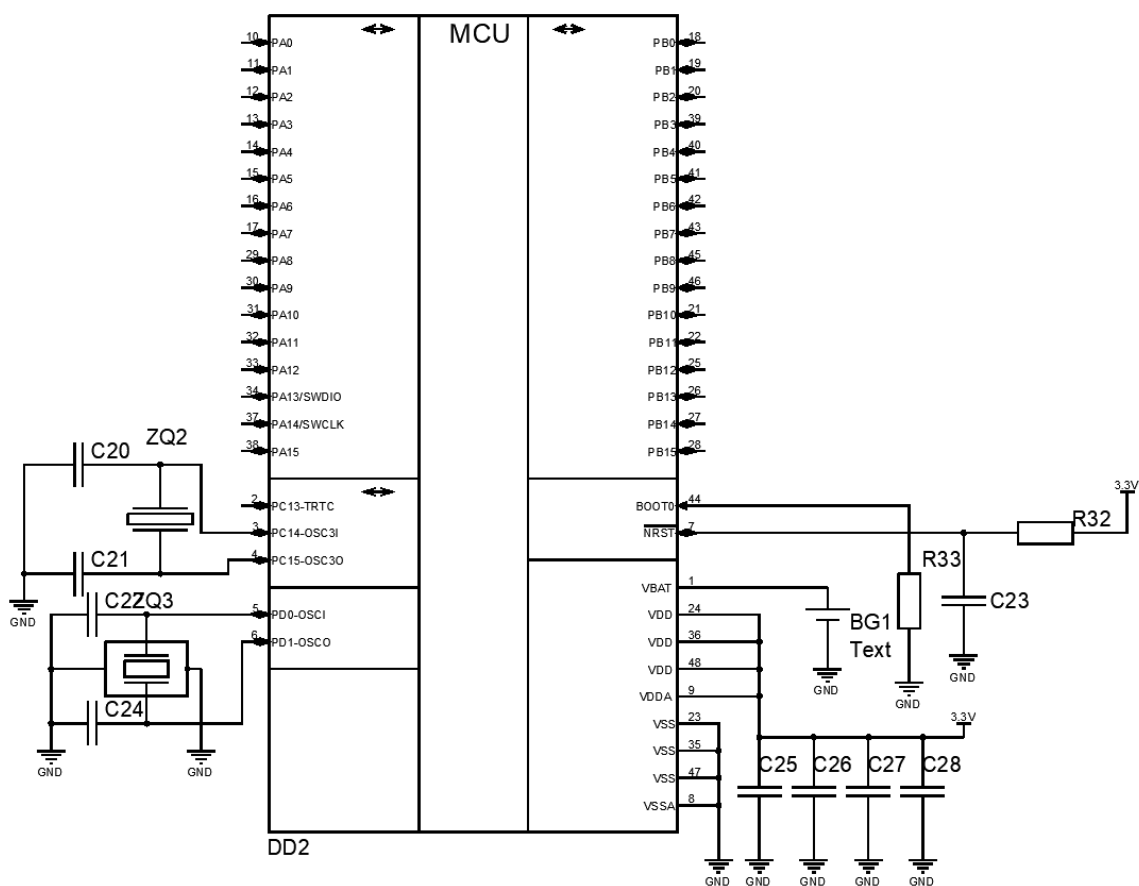


Рисунок 24 – Микроконтроллер STM32f103c8t6

Выбранный микроконтроллер STM32f103c8t6 включен по стандартной схеме. Питание его производится от напряжения 3,3В. На каждый питающий вход подключен питающий конденсатор C25, C26, C27, C28. Они действуют как местный источник питания для микроконтроллера, которые позволяют уменьшить выбросы потребляемого тока и делают их симметричными при исходящих ниспадающих фронтах.

Блокировочные конденсаторы выбираются величиной 100нФ. Для задержки включения микроконтроллера при подаче системы питания и как следствие устранения влияния переходных процессов при включении на вход 7 микроконтроллера NRST подключена интегрирующая цепь R32, C23.

Сопротивление R32 выбрано 10кОм, C23 100 нФ. В этом случае время задержки включения порядка 5 мс.

Микроконтроллер имеет несколько вариантов тактирования.

Первый вариант - внутренний тактовый RC генератор.

Он имеет низкую температурную стабильность, поэтому мы его использовать не будем.

И второй вариант - это генератор с подключением внешнего кварцевого резонатора ZQ3. Для работы системы на максимальной частоте выберем частоту кварца равной 16 МГц.

В этом случае внутренними установками микроконтроллера можем добиться частоты шины. В этом случае внутренняя тактовая частота будет составлять 64 МГц.

В схеме также предусмотрено использование часов реального времени (RTC). Для их тактирования также используется генератор с внешним кварцевым резонатором ZQ3 с тактовой частотой 32.768 кГц.

Настройки тактовой частоты микроконтроллера в программе STM32 cube mx изображено на рисунке 25.

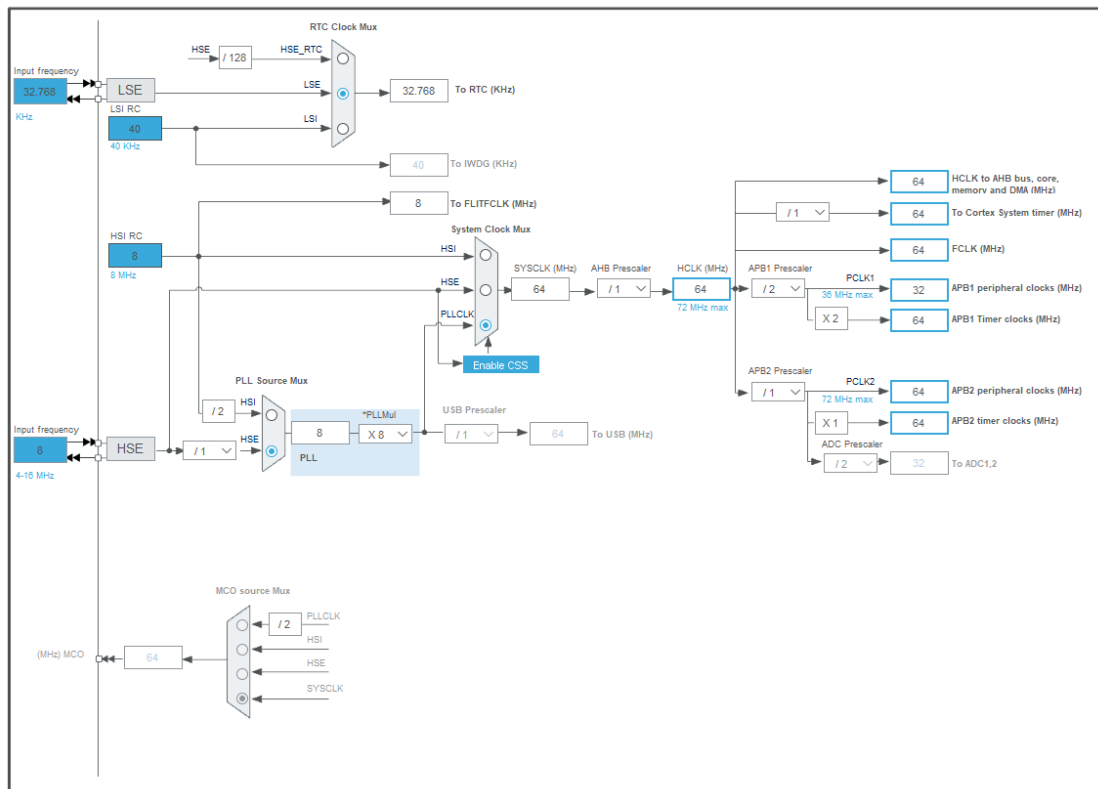


Рисунок 25 – Настройки тактовой частоты

Передача данных в микросхему Wiznet W5500 осуществляется по SPI интерфейсу. Шина MOSI подключена к выводу микросхемы PA7 MISO вывод PA6. Тактовый сигнал передается с вывода PA5.

Выбор кристалла (чип SHIPSELECT) микроконтроллером осуществляет выходом PA4.

Прерывания микроконтроллера W5500 передается на вывод PA2. Сброс микросхемы возможен с вывода PA3 микроконтроллера

Управление релейными выходами производится с выводов PB0 PB11 микроконтроллера посредством микросхем ULN2003D. Структурная схема которого приведена на рисунке 26.

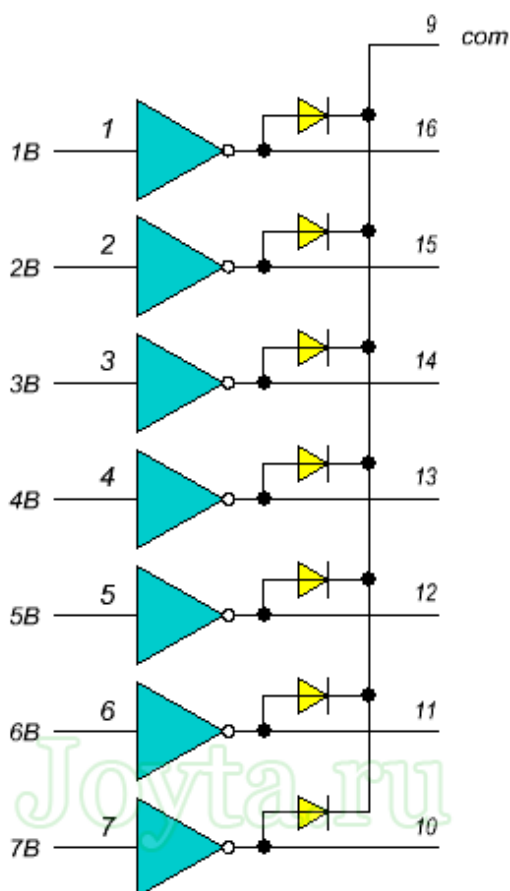


Рисунок 26 – Структурная схема ULN2003D

Так как микросхема имеет шунтирующие диоды, мы можем отказаться от внешних шунтирующих реле диодов, таким образом сократить затраты.

В качестве управляющих реле выбрали реле RY610024 8А, 250В.

В качестве микросхемы, обеспечивающей Ethernet соединение, используем микросхему W5500 со стандартной схемой включения. Для обеспечения работы внутреннего тактового генератора трансивера использован кварцевый резонатор ZQ1 на частоту 50МГц.

Так как трансивер имеет «шумящие» цепи питания, развяжем их при помощи индуктивности L1, L2 0603CS-12NXGL.

Для гальванической развязки внешней сети Ethernet используем трансформатор NX1188NL.

Питание элементов схемы осуществляется питанием 3.3В. Суммарная потребляемая мощность не превышает 1 Вт. Питание устройства при этом предполагается от источников питания GSL-50-24. Поэтому в элементе схемы питание обеспечивает DC/DC преобразователь фирмы Traco Power TMW2-2403SHI.

Для обеспечения технологичности подключения устройства используем пружинные клеммные зажимы типа DG141.

Принципиальная схема включения микросхемы W5500 изображена на рисунке 27.

Вывод по разделу:

На основе всего вышесказанного можно сделать вывод, что разработанная принципиальная схема полностью выполняет свои функции.

4 Описание алгоритма устройства

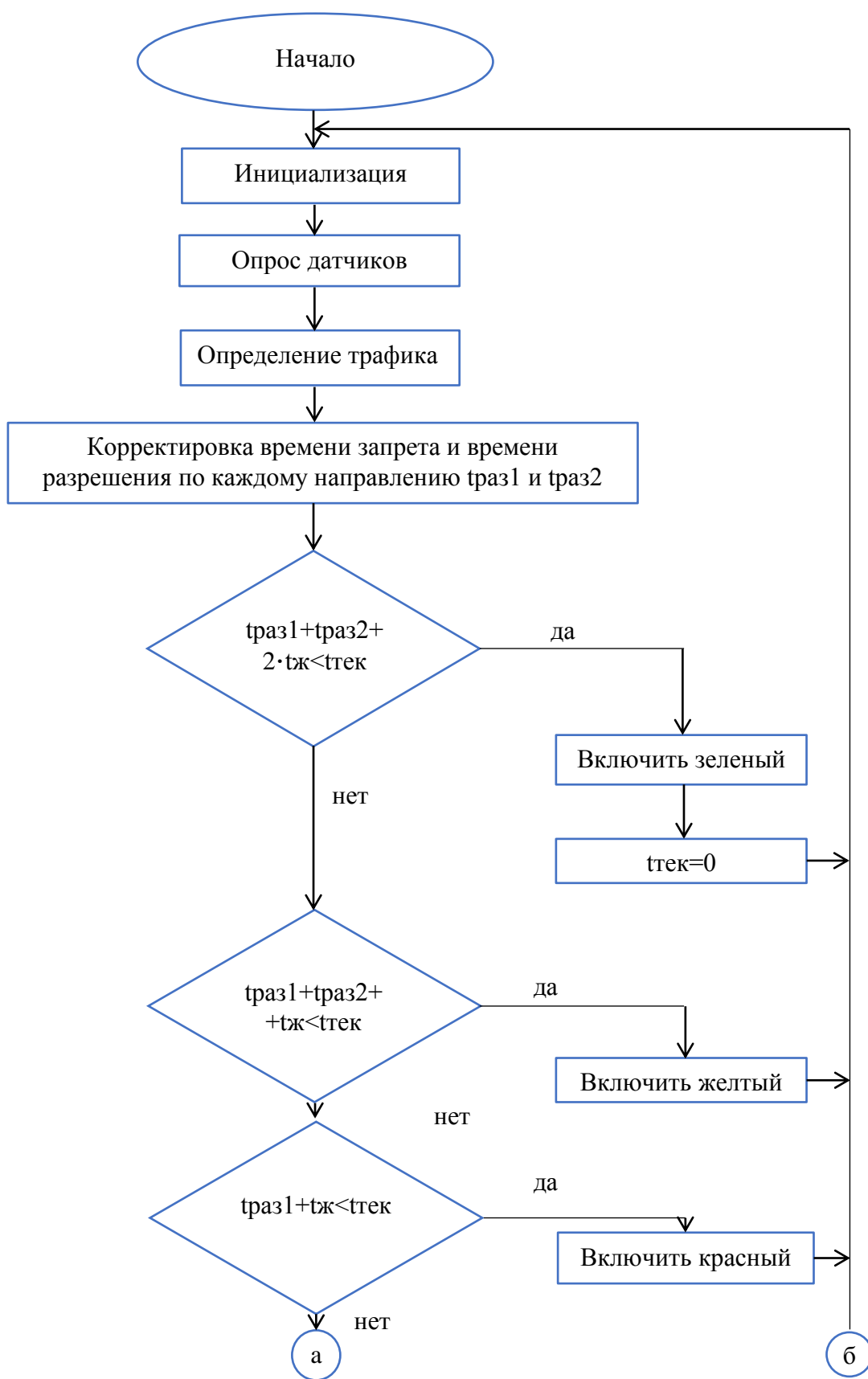


Рисунок 28 – Блок-схема алгоритма

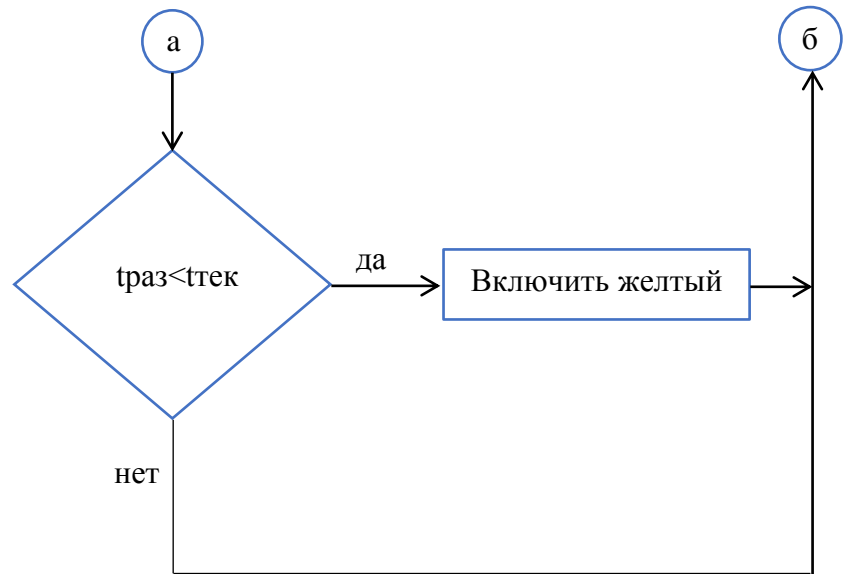


Рисунок 29 – Блок-схема алгоритма

На рисунках 28 и 29 представлена блок-схема алгоритма.

Вывод по разделу:

Таким образом, данный алгоритм позволяет управлять нашей системой, выполняя требуемые функции. На основе этого можно сделать вывод, что наша система соответствует поставленной цели.

5 Экономический расчет

Стоимость каждого отдельно взятого элемента и общая стоимость полученной системы показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет стоимости элементов

Наименование	Количество	Цена, руб.
Управляющий контроллер STM32f103c8t6	1	2490
Блок питания LRS-50-24	1	1690
Датчик интенсивности движения «Аркен»	4	63259
Транспортный светофор Т1.2 - МИ	4	20 562

Итого: 339464 руб.

Вывод по разделу:

Выше перечислены все элементы, присутствующие в разрабатываемой системе, их цены и количество. Сравнивая с аналогами, которые используются в настоящее время можно сказать, что данная система намного дешевле.

Заключение

В конечном итоге, спроектированная система соответствует изначально заявленным требованиям, имеет требуемый функционал при относительно небольшой стоимости элементов системы.

В данной ВКР были проанализированы известные решения, обозначены требования к проектируемой системе, составлена структурная схема, проведен поиск и подбор элементов системы, составлены электрическая принципиальная схема, алгоритм действий программы.

Разработанный алгоритм наглядно показывает принцип работы системы и выполняемые ею функции.

Конечный расчет стоимости такой системы удовлетворяет экономические требования разработанной системы и является хорошей альтернативой из представленных на рынке аналогичных систем.

В дальнейшем возможно улучшение данной системы, путем ее усложнения и добавления новых элементов, а также заменой текущих на более продвинутые. Все это поможет сравнить ее с аналогами.

Так, например, можно увеличить количество и разнообразие датчиков, что поможет собирать больше данных и на более большом участке дороги. Также в дальнейшем можно объединить данную систему в сеть, что позволит контролировать дорожную обстановку сразу на нескольких перекрестках.

Можно усовершенствовать программу, позволив ей анализировать и принимать решения на основе большего разнообразия различных параметров.

При этом я считаю возможным расширить функционал работы системы, добавив к транспортным светофорам еще и пешеходные, что позволит не только транспортному средству сократить время в пути, но и человеку.

Список используемой литературы

1. Амосов В. В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств. 2007. 542 с.
2. Блок питания LRS-50-24 [Электронный ресурс] // Преобразователь AC/DC 220В/24В: <https://www.chipdip.ru/product/lrs-50-24>
3. Блокировочные конденсаторы [Электронный ресурс] // Выбор и применение: <https://habr.com/ru/post/146987/>
4. Датчик интенсивности «Аркен» [Электронный ресурс] // Принцип работы и характеристики: <https://iteldor.ru/products/arken/>
5. Детектор транспорта «Корда» [Электронный ресурс] // Назначение и область применения: <https://korda-group.ru/detektor-transporta-korda/>
6. Дорожный контроллер [Электронный ресурс] // Устройство и функции: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
7. Марченко А. Л. Основы электроники. 2008. 296 с.
8. Микроконтроллер NRST [Электронный ресурс] // Справочные данные:
http://www.gaw.ru/html.cgi/adv/doc/micros/arm/arh_sam7s/14_2.htm?ysclid=14mlg0cgrr873324466
9. Микросхема STM32F103C8T6 [Электронный ресурс] // Даташит и описание: <http://inverter48.ru/datasheets/mikrokontrollery/stm32f103c8t6?>
10. Микросхема ULN2003D [Электронный ресурс] // Схема подключения: <https://www.joyta.ru/4575-mikrosxema-uln2003-opisanie-i-sxemy-primeneniya/>
11. Микросхема Wiznet W5500 [Электронный ресурс] // Применение и характерные особенности: <https://eax.me/stm32-w5500/>
12. Огородников И. Н. Микропроцессорная техника: практический курс, УрФУ, 2012. 137 с.

13. Преобразователь TMW2-2403SHI [Электронный ресурс] // Исполнение и технические параметры: <https://www.chipdip.ru/product0/8004418786>
14. Пружинный клеммный зажим DG141 // Настройка: <https://www.ntp-servers.net/>
15. Резонатор [Электронный ресурс] // Описание и принцип работы: <https://ru.wikipedia.org/wiki>
16. Реле RY610024 [Электронный ресурс] // Использование и характеристики: <https://www.rlocman.ru/datasheet/data.html?di=109210&/RY610024&>
17. Согласующий трансформатор Ethernet [Электронный ресурс] // Область применения и рабочие параметры: <https://zen.yandex.ru/media/elektorradio/soglasuiuscii-transformator-ethernethto-eto-takoedlia-chego-nujen-i-gde-primeniaetsia-5de0e4ccf7e01b00bf2e4a36>
18. Термистор NTC3950 [Электронный ресурс] // Data Sheet: <https://www.makeralot.com/download/Reprap-Hotend-Thermistor-NTC-3950-100K.pdf>
19. Титце У. Полупроводниковая схемотехника / У. Титце, К. Шенк; пер. с нем. Г. С. Карбашева, 2008. 941 с.
20. TMP35 [Электронный ресурс] // Data Sheet: https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/TMP35_36_37.pdf
21. Трансформатор HX1188NL [Электронный ресурс] // Даташит и характеристики: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/638126/PULSE/HX1188NL.html>
22. Управляющие контроллеры [Электронный ресурс] // Выбор контроллера для управления: <https://elesant.ru/elektroprovodka-kottedzha/chto-takoe-kontroller-upravleniya/>

23. Устройства измерения температуры [Электронный ресурс] // Промышленный импорт: <https://dmliefer.ru/katalog/kip/pribory-dlja-izmerenija-temperatury>

24. Хоровиц П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл; пер. с англ. Б. Н. Бронина, 2003. 704 с.