

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра дискретной математики и информационных технологий

**РАЗРАБОТКА БЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ КОМПОНЕНТАМИ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА
СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 5 курса 521 группы
направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
факультета компьютерных наук и информационных технологий
Каргина Михаила Сергеевича

Научный руководитель

к. ф.-м.н., доцент

Л.Б. Тяпаев

подпись, дата

Зав. кафедрой

к. ф.-м.н., доцент

Л.Б. Тяпаев

подпись, дата

Саратов 2019

Введение

Актуальность темы. Ситуация на современном мировом рынке обязует производителей не только выпускать продукцию, соответствующую местным и международным стандартам, но и привносить, реализовывать и продвигать свои необычные идеи, которые вначале становятся «изюминкой» именно этого производителя, а далее, если оказались действительно стоящими, перенимаются конкурентами и начинают окружать нас повсюду. Подобная ситуация коснулась не только потребительской продукции, но и абсолютно всех сфер общественной жизни, в том числе и городского транспорта.

Современный трамвайный вагон – это больше не просто железный короб с двигателем, окнами, дверями и пантографом. Это сложный автоматизированный комплекс, в котором обеспечивается выполнение огромного количества разнородных основных и вспомогательных функций.

К самой основной функции, безусловно, относится обеспечение параметров движения трамвайного вагона, реализуемого с помощью комплексного устройства - электропривода трамвая. Однако нельзя оставлять без внимания также и требования безопасности, обеспечиваемых, в частности, многократно дублированной системой торможения (электродинамическое и механическое торможение, и аварийный выброс песка между колесами и рельсами).

В работе описываются исследования и разработка устройств (а точнее - систем управления ими) для самого современного отечественного сочлененного (3х-секционного) трамвайного вагона модели 71-931М, разработанного в конце 2016 г. предприятием ПК «Транспортные системы» (г.Москва).

В настоящее время по контракту с ООО «Мосгортранс» ПК «Транспортные системы» изготавливает и поставляет в Москву 300 трамваев «Витязь-м».

Полный комплект электрооборудования для этого трамвайного вагона, включая систему электропривода, разработала и поставляет ЗАО «Канопус» (г.Миасс, Челябинской обл.).

А ряд устройств, предназначенных для обеспечения микроклимата - система кондиционирования воздуха, отопители салона и кабины, тепловые завесы, а также для обеспечения системы торможения трамвая - блоки тормозных резисторов (для электродинамического торможения) и устройства подачи песка между колесами и рельсами (для аварийного торможения) - разрабатывает и выпускает саратовское предприятие НПФ «ЭТНА», на котором и выполнялись описанные в работе исследования и разработка.

В рамках работы были сформулированы основные принципы управления системой аварийного торможения для вагона, разработана принципиальная электрическая схема платы управления, разработан алгоритм её работы и реализовано программное обеспечение (ПО). Важным этапом работы является реализация связи изделия по CAN-шине с общей системой управления трамвая и обеспечение двустороннего обмена информацией с этой системой.

По итогам разработки упомянутой выше платы управления и программного обеспечения для реализации алгоритма управления, его отладки в составе трамвая были созданы серийные устройства, входящие в настоящее время в серийно поставляемое оборудование для трамвайных вагонов модели 71-931М, уже более 270 штук из которых уже сегодня ходят по московским трамвайным маршрутам.

Цель бакалаврской работы - разработка системы управления шестью устройствами подачи песка, связанная по CAN-шине с общей системой управления трамвая.

Поставленная цель определила **следующие задачи:**

- 1) изучить требования к устройствам пескоподдачи;
- 2) изучить интерфейс CAN;
- 3) разработать аппаратную часть платы;
- 4) разработать программную часть платы;
- 5) испытать и отладить плату в сборе.

Теоретическая значимость бакалаврской работы заключается в детальном изучении всех этапов проектирования и разработки электронных изделий на базе микроконтроллеров.

Практическая значимость бакалаврской работы: разработано устройство пескоподачи для аварийного режима торможения вагона, уже более 1000 устройств произведено и установлено в вагоны, поставляемые по контракту с ООО «Мосгортранс».

Структура и объем работы. Бакалаврская работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников и двух приложений. Общий объем работы – 60 страниц, из них 47 страниц – основное содержание, включая 18 рисунков и 3 таблицы, цифровой носитель в качестве приложения, список использованных источников информации – 20 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава "Описание периферийного устройства трамвайного вагона - аварийной системы торможения и подходу к управлению этой системой" приводит полное описание конфигурации аварийной системы безопасности - системы пескоподачи трамвая и основных предъявляемых к ней требований. В ней описаны устройства, управление которыми необходимо обеспечить путем создания соответствующей системы управления. Также в ней определены функции изделия, реализованные при выполнении дальнейшей разработки.

Вторая глава "Интерфейс передачи данных CAN" посвящена детальному изучению интерфейса передачи CAN.

Автоматизированная система управления трамвайным вагоном использует интерфейс передачи данных CAN (Controller Area Network) для внутренней взаимосвязи подсистем, входящих в неё. В том числе это касается и рассматриваемого изделия – устройства пескоподачи.

В этой главе описывается история, структура пакетов и характеристики сетей, построенных на интерфейсе CAN.

Третья глава "Разработка аппаратной части платы управления аварийной системой торможения" посвящена проектированию электронной схемы и печатной платы для рассматриваемой системы.

В этой главе описывается выбор основного микроконтроллера, приводится информация о его функционале. Разрабатывается принципиальная электрическая схема с пояснениями причин выбора той или иной обвязки. В конце главы приводится внешний вид получившейся платы - блока управления устройством пескоподачи.

Четвертая глава "Разработка программного обеспечения системы автоматического управления аварийной системы торможения" посвящена реализации программной части рассматриваемой системы.

Устройства пескоподачи (УПП) трамвайного вагона предназначены для подачи песка между колесами подвижного состава и рельсами. Это реализуется в режимах аварийного торможения, когда основные системы торможения не способны обеспечить требуемую длину тормозного пути. В конструкцию описываемого трамвайного вагона модели 7-931 М входят 3 моторные тележки. Под их передние колеса с левой и правой стороны трамвая в аварийных ситуациях вбрасывается песок от, соответственно, шести устройств подачи песка.

В данной главе приводятся характеристики узлов системы, излагаются требования к алгоритму работы и разрабатывается сам алгоритм работы системы.

Пятая глава "Отладка, запуск и тестирование систем управления" посвящена отладке, запуску и тестированию разработанной системы устройств подачи песка (УПП).

Важнейшим этапом разработки любых систем управления является их отладка и тестирование. Зачастую этот этап занимает более 50% от общего времени разработки этих устройств.

В этой главе произведена корректировка прошивки основного микроконтроллера, устранены схемотехнические недочёты. Также разработано ПО на ПК для тестирования системы в лабораторных условиях и на вагоне.

Заключение

Представленная работа была посвящена созданию периферийных активных устройств распределенной автоматизированной системы управления трамвайным вагоном. Целью работы являлась разработка сложной системы управления шестью устройствами подачи песка, связанной по CAN-шине с общей системой управления трамвая. В ходе работы были решены задачи:

- 1) Изучены требования к устройствам пескоподачи;
- 2) Изучен интерфейс CAN;
- 3) Разработана схема электронной платы и подобраны компоненты;
- 4) Разработано ПО (прошивка) для электронной платы;
- 5) Система пескоподачи была собрана, испытана и отлажена на вагоне.

Блок управления – разработан, проверен и в лабораторных условиях, и в эксплуатации, разработка доведена до стадии освоения в серийном производстве. Так блоки управления устройствами подачи песка (УПП) изготовлены в серийном производстве в количестве уже более 1000 штук и успешно эксплуатируются в составе устройств подачи песка в новых трамвайных вагонах модели 71-931М («Витязь-М») разработки и производства ПК «Транспортные системы» (г. Москва).

Работа по созданию этих устройств выполнялась в течение 2-х лет в НПФ «ЭТНА» (г. Саратов).

В процессе выполнения этой работы были пройдены все стадии исследования от ручного изготовления и тестирования электронных плат блоков управления до освоения их в серийном производстве, разработки программного обеспечения, отладки функционирования комплексных устройств, в состав которых они входят. В том числе - и непосредственно на объекте - трамвайных вагонах модели 71-931М («Витязь-М») уже поступивших в эксплуатацию в трамвайное депо им. Н. Э. Баумана г. Москвы.

Таким образом, поставленные цель и задачи выполнены полностью.

Основные источники информации:

1. Controller Area Network (CAN). Описание протокола [Электронный ресурс] / Википедия [Электронный ресурс] : Свободная энциклопедия . -URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Controller_Area_Network (дата обращения 20.05.2019). - Загл. с экрана. -Яз. рус.
2. Краткий обзор протокола CAN. Часть I [Электронный ресурс] / MicroMax [Электронный ресурс] : Надежные решения для жестких условий эксплуатации . -URL: <http://www.micromax.ru/solution/theory-practice/articles/2160/> (дата обращения 20.05.2019). - Загл. с экрана. -Яз. рус.
3. Краткий обзор протокола CAN. Часть II [Электронный ресурс] / MicroMax [Электронный ресурс] : Надежные решения для жестких условий эксплуатации . -URL: <http://www.micromax.ru/solution/theory-practice/articles/2161/> (дата обращения 20.05.2019). - Загл. с экрана. -Яз. рус.
4. CAN [Электронный ресурс] / BookASUTP [Электронный ресурс] : Энциклопедия АСУ ТП. -URL: https://www.bookasutp.ru/Chapter2_6.aspx (дата обращения 20.03.2019). - Загл. с экрана. -Яз. рус.
5. Atmel AT90CAN128 [Электронный ресурс] / Microchip [Электронный ресурс] : Device overview. -URL: <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/AT90CAN128> (дата обращения 20.05.2019). - Загл. с экрана. -Яз. англ.
6. Atmel AT90CAN128 [Электронный ресурс] / Microchip [Электронный ресурс] : Datasheet. -URL: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/doc7679.pdf> (дата обращения 20.05.2019). - Загл. с экрана. -Яз. англ.
7. DeviceNet CAN Transceivers [Электронный ресурс] / Texas Instruments [Электронный ресурс] : Datasheet. -URL: <http://www.ti.com/lit/ds/sllse37/sllse37.pdf> (дата обращения 20.05.2019). - Загл. с экрана. -Яз. англ.