

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра Дискретной математики и информационных технологий

**АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 2 курса 271 группы  
направления 09.04.01 — Информатика и вычислительная техника  
факультета КНиИТ  
Каргина Михаила Сергеевича

Научный руководитель

к. ф.-м. н.

\_\_\_\_\_

И. Д. Сагаева

Заведующий кафедрой

к. ф.-м. н.

\_\_\_\_\_

Л. Б. Тяпаев

Саратов 15 июня 2021 г.

## 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 корабль с двигателем, окнами, дверями и пантографом. Это сложный автоматизированный комплекс, в котором обеспечивается выполнение огромного количества разнородных основных и вспомогательных функций.

В настоящее время в сфере автомобилестроения, а также в сфере тяжелого машиностроения (куда относится и рельсовый транспорт, в том числе трамваи) развивается тенденция акцентирования на комфорте. Комфорт для водителя, комфорт для пассажира. Одна из насущных проблем комфорта – поддержание микроклимата при любых условиях эксплуатации.

В настоящее время на всех выпускаемых трамвайных вагонах в мире климатом управляет головное устройство вагона. Каждый год количество «умных» устройств в новой технике растет: добавляются новые датчики, модули, усложняется конструкция, а вместе с ней и архитектура сети обмена данными. В итоге головное устройство оказывается перегружено информацией: так, например, оно должно обрабатывать видеофиксацию в формате FullHD с десяти камер трамвая, выводить интерактивный интерфейс на экране для водителя, вычислять режимы управления антиблокировочной системой, антипробуксовочной системой, и тд.

Для того, чтобы разгрузить головное устройство трамвая, было предложено снять с головного устройства функцию управления климатом, а оставить только минимальный пакет функций, связанных с микроклиматом – его включение и небольшая коррекция в пределах трёх градусов. Соответственно, задачи по вычислению целевых температур, определению алгоритмов работы различных климатических устройств, сбору и дискретизации ошибок будет выполнять автономная система климата.

Целью работы является разработка, внедрение и отладка автоматизированной мультizonной системы климата для городского электротранспорта.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. определить комфортные условия для пассажиров;
2. определить компонентный состав и требования для системы климата;
3. разработать концепцию и общие схемы взаимодействия компонентов системы климата;
4. разработать аппаратную и программную часть компонентов системы климата;
5. разработать прикладное программное обеспечение и отладить компоненты системы по отдельности;
6. установить компоненты на вагон и провести испытания системы в интегрированном виде;
7. внести изменения в систему или её компоненты на основании замечаний, выявленных во время испытаний.

Теоретическая значимость бакалаврской работы заключается в создании рабочей модели комфортной автоматизированной системы микроклимата для городского электротранспорта.

Практическая значимость бакалаврской работы: разработаны компоненты системы микроклимата, разработан алгоритм их взаимодействия, система реализована, установлена и отлажена на вагоне 71-931 АМ зав.№1, находящийся в эксплуатации СПб ГУП «Горэлектротранс».

Структура и объем работы. Магистерская работа состоит из введения, четырнадцати глав, заключения, списка использованных источников и восьми приложений. Общий объем работы – 168 страниц, из них 73 страницы – основное содержание, включая 18 рисунков, список использованных источников информации – 13 наименований.

## 1 Основное содержание работы

В первой главе «Обзор литературы» приведено описание источников литературы, используемой в работе.

Во второй главе «Проблемы качественной реализации микроклимата» производится общая постановка задачи, анализируются проблемы реализации разрабатываемой системы и приводятся концепция их решений.

В третьей главе «Интерфейс передачи данных CAN» рассматривается техническая реализация интерфейса CAN и основные принципы построения сетей на шине CAN, используемой в качестве шины обмена данными в разрабатываемой системе.

Четвертая глава «Разработка концептуальных схем мультizonной системы климата» содержит в себе информацию о топологии системы, о логических связях компонентов системы микроклимата.

В пятой главе «Требования к компонентам системы климата» формализуются технические требования к разрабатываемой системе. Пятая и четвертая главы вкупе образуют своего рода техническое задание, по которому будет производиться разработка системы в последующих главах.

В шестой главе «Разработка аппаратной части плат управления» описывается аппаратный состав компонентов и описана реализация электронных блоков управления для отдельных изделий, входящих в состав изделий.

В седьмой главе «Разработка программного обеспечения» описан верхний уровень разработанных прошивок (инструкций для микроконтроллера) на языке C++ для каждого из компонентов системы.

В восьмой главе «Разработка прикладного ПО для работы с отдельными компонентами системы микроклимата» описан верхний уровень разработанного приложения для ОС Windows на языке C#, при помощи которого можно производить как отладку и проверку работоспособности отдельных компонентов системы, так и эмуляцию команд вагона, позволяя управлять системой как единым механизмом.

В девятой главе «Подготовка компонентов системы к испытаниям» описаны характеристики изделий (компонентов системы) или их макетов, которые были изготовлены для проведения испытаний.

В десятой главе «Испытания компонентов системы» описано взаимодействие разработанного прикладного ПО с компонентами системы, базовые ре-

зультаты испытаний конструктива и логики работы программно-аппаратного комплекса изделий.

В одиннадцатой главе «Отладка компонентов системы» кратко описывается способ решения проблем, выявленных на этапе испытаний компонентов системы.

В двенадцатой главе «Алгоритм работы мультizonной системы климата» описан алгоритм работы мультizonной системы климата с точки зрения взаимодействия компонентов системы между собой, а также между элементами управления и другими узлами вагона.

В тринадцатой главе «Пакеты данных» описано адресное пространство и формат сообщений шины CAN климата.

Четырнадцатая глава «Испытания и отладка системы в интегрированном виде» посвящена результирующему этапу: интеграции разработанной системы на трамвайный вагон, отладке взаимодействия компонентов внутри системы, отладке взаимодействия системы с внешними факторами (оборудованием вагона).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы была разработана, внедрена и отлажена автоматизированная мультizonная система климата.

За время работы над дипломным проектом был сделан и проанализирован обзор литературы, после чего были сформулированы требования к системе климата и разработаны концептуальные схемы построения этой системы.

На следующем этапе работы были сформированы требования к компонентам системы и разработаны проекты их реализаций: электрические схемы, трассировка, программное обеспечение для микроконтроллеров и прикладное пользовательское ПО для отладки и диагностики компонентов. На заключительном этапе работы над дипломным проектом проводились испытания и отладка аппаратно-программного комплекса отдельных компонентов системы климата, затем была произведена установка компонентов системы на трамвайный вагон, объединение их в систему, запуск, испытания и отладка системы в сборе на вагоне.

Разработанные принципиальные схемы плат управления СКВ, ТРО, ТЗВ и маршрутизатора приведены в приложениях А - Г. Листинги с ПО этих плат приводятся в приложениях Д - З.

Задачи научно-исследовательской работы были выполнены, а цель достигнута.

На сегодняшний день система является уникальной и установлена на вагон 71-931 АМ зав.№1, находящийся в эксплуатации СПб ГУП «Горэлектротранс». В будущем планируется отслеживать неисправности, возникающие в системе, а также планируется провести оптимизацию проекта в части упрощения монтажа, более прозрачного распределения функционала компонентов, универсализации.

Основные источники и литература:

1. Носачев, В. М. Система автоматического управления микроклиматом троллейбуса. Ч. 2. Схематическое решение и конструкция блока управления системы / В.М. Носачев [и др.] // Вопросы прикладной физики: межвузовский сборник научных трудов. - Саратов : Издательство Саратовского университета, 2014. – Вып.21 – С. 34-38.

2. Мирошник, А. В. Климат-контроль как наиболее эффективный подход к энергосбережению на городском электротранспорте. Ч. 1. Экспериментальные данные и предварительные расчеты / А.В. Мирошник, В.Я. Явчуновский // Вопросы прикладной физики : межвузовский сборник научных трудов. - Саратов : Издательство Саратовского университета, 2011. - Вып.18. - С. 3-16.
3. Atmel AT90CAN128 [Электронный ресурс] / Microchip [Электронный ресурс] : Datasheet. -URL: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/doc7679.pdf> (дата обращения 20.05.2020). - Загл. с экрана. -Яз. англ.
4. ГОСТ 8802-78. Вагоны трамвайные пассажирские. Технические условия (с Изменениями N 1, 2). - Москва: ИПК Издательство стандартов, 1999.
5. Каргин, М. С. Недостатки применения передачи данных по линии амплитудной модуляции 433 МГц в промышленных условиях / М.С. Каргин, И.Д. Сагаева // Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками. - Саратов : Издательство Саратовского университета, 2020. – Вып.5 – С. 90-94.