

# **РАЗРАБОТКА БЫТОВОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ**

**М. А. Заев**

## **ВВЕДЕНИЕ**

Сфера бытовой и промышленной автоматизации не является новой, но становится все более актуальной по мере совершенствования микропроцессорных технологий. Номенклатурное изобилие, доступность и компактность современных микропроцессорных изделий вкупе с повсеместным внедрением сетевых технологий положили начало эпохе новой техники, именуемой “умной”.

Актуальность названного направления в технике также означает и высокий уровень конкуренции на рынке готовых изделий, что немаловажно, учитывая коммерческий характер разработки, которой посвящена данная работа. Этот факт побуждает производителей искать незанятые ниши, приборы, которые еще не затронула автоматизация. Одними из таких приборов, как показал анализ рынка, являются бытовые электропечи и парогенераторы.

Таким образом, целью данной работы является разработка аппаратного решения задачи регуляции микроклиматических параметров путем управления электропечью и парогенератором, для последующего производства готового устройства в виде бытового прибора категории “умная баня”.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ**

При проектировании системы автоматического регулирования для конкретной задачи, такой как регуляция микроклиматических параметров в помещении банной парной, необходимо было учесть особенности регулируемой системы и управляемых устройств. Такая система, как помещение банной парной и электропечь с парогенератором, является чрезвычайно инерционной, при этом управляемые устройства способны влиять на регулируемый параметр только в направлении увеличения (не считая взаимного влияния – понижения относительной влажности при повышении температуры), тогда как понижение параметров связывается с влиянием окружающей среды. Кроме того, построение универсальной математической модели системы осложнено тем фактом, что система может быть установлена в помещениях, сильно отличающихся друг от

друга размерами и отделочными материалами. Перечисленные факторы затрудняют теоретическую разработку регулятора и делают невозможным предварительный подбор коэффициентов [1].

При проектировании также учитывались рациональные требования, предъявляемые к бытовым приборам: безопасность и простота в обращении.

## РЕАЛИЗАЦИЯ АППАРАТНОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ

Структурная схема прототипа установки изображена на рисунке 1. Система реализована в виде двух физических блоков: силового блока и панели управления. Оба блока оборудованы микроконтроллерами серии STM32F4. Разделение обусловлено необходимостью размещать силовую электронику вдали от помещения парной, в то время как панель управления может быть установлена в удобном месте, например, у входа в парную. Еще об одной важной причине разделения будет сказано ниже.

Питание системы однофазное или трехфазное, в зависимости от режима питания электропечи. Преобразование напряжения для питания управляющей электроники производится встроенным источником постоянного напряжения.

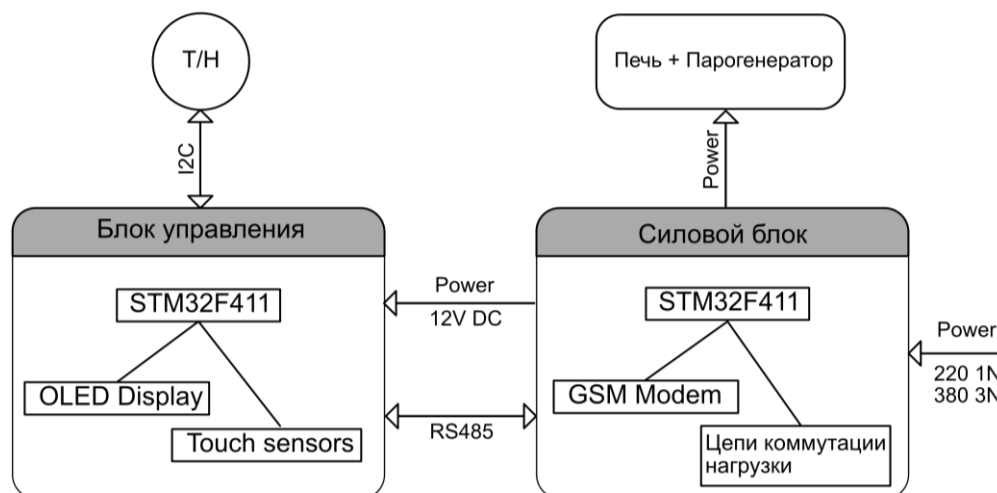


Рис. 1. Структурная диаграмма системы

Электропечь и парогенератор подключаются к силовому блоку. Внутренне электропечь представляет из себя несколько (обычно три, по одному на каждую из фаз электросети) включенных параллельно трубчатых электронагревателей. Парогенератор представляет из себя электронагреватель, помещенный в резервуар с водой.

Коммутация силовой нагрузки производится посредством симисторов. В реализованной схеме управляющий сигнал от микроконтроллера

передается симистору через оптогальваническую развязку. Недостатком полупроводниковых ключей является необходимость в массивных радиаторах для отвода тепла, что является второй причиной разделения системы на два физических блока.

При превышении допустимых параметров эксплуатации симисторы могут выйти из строя, после чего они работают в режиме пробоя. Для предотвращения возможных последствий такой ситуации, на каждой линии нагрузки предусмотрено электромеханическое реле в качестве устройства защитного отключения. Для детектирования неисправностей в цепях коммутации нагрузки присутствуют датчики тока, что позволяет системе своевременно реагировать на пробой симистора или обрыв ТЭ-На размыканием защитного реле.

Кроме цепей коммутации нагрузки, силовой блок содержит в себе схему для подключения к сети GSM, которая состоит из интегрального GSM модема, антенны и держателя SIM карты.

Несмотря на тенденции последних лет, заключающиеся в подключении электронных приборов к сети Интернет, разработка, о которой идет речь в данной работе, не относится к классу устройств так называемого “интернета вещей”. При проектировании системы было принято решение, что подключение к Интернету избыточно для задачи дистанционного включения и выключения бани, и управление посредством SMS сообщений в данной ситуации более уместно, поскольку не обязывает пользователя системы проводить дополнительные коммуникации в помещение бани.

SMS интерфейс системы дает возможность включить и выключить нагреватели, а также запросить текущее состояние системы и баланс счета SIM карты.

Система предусматривает контактное управление посредством панели управления. Панель оборудована одноцветным графическим OLED дисплеем и четырьмя емкостными датчиками прикосновения.

Непосредственно к блоку управления подключается выносной интегральный датчик температуры и влажности. Причина, по которой датчик связывается именно с блоком управления заключается в том, что блок управления расположен ближе к помещению парной, чем силовой блок.

Связь между физическими блоками осуществляется по сети RS485. Поскольку сигнал в RS485 передается по дифференциальной паре, такое соединение обладает высокой устойчивостью к помехам, что немало важно в условиях близости кабеля, по которому к силовому блоку подключена нагрузка.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ

При написании управляющей программы для микроконтроллеров были использованы средства операционной системы реального времени FreeRTOS. Операционная система предоставляет удобную абстракцию при построении архитектуры программы и, кроме того, является инструментом инкапсуляции данных программных модулей, не являющимся частью языка C, на котором была написана программа.

Микроконтроллер, расположенный внутри панели управления декодирует сигнал, поступающий с датчика температуры и влажности, и в соответствии с алгоритмом регуляции преобразует его во внутреннее представление уровня выходной мощности нагревателей. В то же время этот микроконтроллер формирует изображение для вывода на графический дисплей и интерпретирует нажатия на кнопки в соответствии с текущим режимом работы системы.

Микроконтроллер, расположенный в силовом блоке, поддерживает связь с панелью управления, получает данные о текущем требуемом уровне мощности нагревателей и обеспечивает его, формируя управляющий сигнал для симисторов с промодулированной шириной импульса. В то же время, микроконтроллер управляет GSM модемом по стандартному протоколу AT команд. [2]

Упор при конструировании программы был сделан на всестороннюю самодиагностику системы с выводом диагностических сообщений об ошибках и рекомендаций по их устранению на дисплей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы был изготовлен полнофункциональный прототип системы контроля и управления микроклиматическими параметрами, разработана управляющая программа, принципиальные электрические схемы, подготовлена техническая документация.

Проделанная работа после прохождения прототипом этапа интеграционного тестирования будет применена для производства бытовых приборов категории “умная баня” и последующей реализации на территории стран СНГ.

## Литература

1. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. — Санкт-Петербург: Невский Диалект, 2001. 557 с.
2. AT command set for GSM Mobile Equipment. GSM Technical Specification. GSM 07.07.