Киберфизическая система - информационно-технологическая система сбора и хранения информации об объектах окружающей среды, и осуществляющая контроль за показателями электронных устройств, взаимодействующих с физическим миром.

Самым частым примером киберфизической системы служит «Умный дом». Актуальность систем такого рода основывается на желании рядового пользователя упростить собственную жизнь, которое удается удовлетворить с развитием информационных и электронных технологий. Не смотря на то что это молодое направление, крупные компании уже включились в борьбу за клиента на поприще киберфизических систем. Поэтому сотрудники и студенты кафедры 3 начали проектировать собственную систему «Умный дом».

# Обзор рынка систем

Прежде чем преступить к разработке узлов киберфизической системы был проведен обзор и анализ имеющихся на рынке решений производителей. Для сравнения были выбраны крупные производители систем «Умный дом» в арсенале которых есть решения по управлению осветительными приборами сети 220В. Fibaro, Xiaomi, Redmond. Cистемы, поставляемые этими компаниями, обладают разной степенью интеграции. Так, например, установкой системы Fibaro занимаются только представители компании, установка дорогостоящая. Система Redmond наоборот самая слабосвязная и основывается только на смартфоне пользователя, к которому по Bluetooth подключаются устройства по очереди. Xiaomi занимает среднее положение и предлагает обзавестись сервером-шлюзом для подключения множества устройств, который требует только подключение к домашней сети Wi-Fi.

# Постановка задачи

В рамках дипломной работы я занимался развитием «Умного дома». Моими основными задачами являлась разработка электронного устройства регулировки мощности осветительных приборов сети 220В для системы «Умный дом», а также создание пользовательского Web-интерфейса для удаленного управления устройствами системы «Умный дом». Кроме того, я занимался второстепенными задачами по настройке облачных сервисов для работы системы в целом.

# Реализация свето-регулятора (способы управления мощностью)

Для управления яркостью осветительных приборов сети 220В применяются два способа регулирования мощности нагрузки: фазовое регулирование по фронту и фазовое регулирование по спаду. Регуляторы с отсечкой по фронту работают с лампами накаливания, тогда как регуляторы с отсечкой по спаду способны работать еще и с так называемыми диммируемыми светодиодными лампами. Таким образом, был выбран способ с отсечкой по спаду.

Для этого необходимо, чтобы нагрузка была подключена к сети сначала синусоиды напряжения сети, далее требуется прекратить коммутацию через определенный отрезок времени, не превышающий полупериод синусоиды напряжения. На следующем полупериоде коммутация нагрузки к сети будет снова восстановлена, пока снова не наступит время для отключения нагрузки от сети.

# Реализация свето-регулятора (функциональная схема)

Для регулирования мощности нагрузки была спроектирована следующая функциональная схема. Она состоит из детектора перехода через ноль напряжения сети, силового ключа на МОП транзисторах, микроконтроллера, схем питания и схемы управления устройством.

Схема работает следующим образом: микроконтроллер узнает о начале синуса напряжения сети от детектора перехода через ноль, выполняет подключение нагрузки к сети с помощью силового ключа переменного тока. Через определенный промежуток времени микроконтроллер закрывает силовой ключ, и коммутация нагрузки питающим напряжением прекращается.

# Реализация свето-регулятора (моделирование)

На основе функциональной схемы была спроектирована и промоделирована принципиальная электрическая схема устройства. Модерирование позволило грамотно подобрать компоненты и проверить работоспособность схемы в целом. Принципиальная схема и результат моделирования представлены на слайдах.

# Реализация свето-регулятора (прототип)

На основе электрической схемы созданы печатные платы силовой и цифровой частей схемы, а также собран прототип устройства.

С точки зрения программной части для осуществления задач управления нагрузкой переменного тока, обмена данными по Wi-Fi и прочего функционала умного диммера было написано программное обеспечение на языке C++ с использованием принципов объектно-ориентированного программирования.

Результатом проектирования аппаратной и программной частей является собранное функционирующее устройство, позволяющее управлять освещением с помощью сенсорных клавиш на лицевой панели или из личного кабинета системы «Умный дом» при подключении к Wi-Fi.

# Реализация Web-интерфейса

Для удаленного контроля за устройствами киберфизической системы «Умный дом» был создан пользовательский Web-интерфейс, доступный в браузере на компьютере пользователя. У каждого пользователя системы свой личный кабинет, доступ к которому осуществляется по почте и паролю. Не авторизованному лицу доступ не предоставляется.

При успешном входе пользователя встречает панель управления устройствами, сгруппированными по комнатам. Раздел комнат позволяет:

• менять названия комнат и устройств

• переносить устройства из одной комнаты в другую

• создавать новые комнаты

• регулировать доступные параметры приборов.

На слайде показано окно регулировки яркости разработанного диммера. На примере умного диммера интерфейс позволяет регулировать следующие параметры:

• Яркость освещения

• Режим работы (автоматический, ручной)

• Рабочее состояние (включен, выключен)

# Заключение

Процесс создания свето-регулятора включал стандартный маршрут проектирования электронных устройств: от разработки функциональной схемы до сборки прототипа устройства.

Процесс создания Web-интерфейса состоял из написания программного обеспечения интерфейса с последующим внедрением в киберфизическую систему с помощью облачных услуг.

Таким образом, внедрение разработанных компонентов в развивающуюся систему «Умный дом» позволило запустить полный цикл работы системы для конечного пользователя. Дальнейшие действия будут направлены на улучшение имеющихся устройств системы, например, помещение диммера в корпус, а также на разработку и подключение новых устройств киберфизической системы, например, датчика утечки газа.

Выбранный подход к проектированию системы гарантирует её масштабируемость, а открытый исходный код и использование современных электронных и информационных технологий позволяет инженерам – электронщикам и программистам слаженно развивать систему «Умный дом», находясь при этом в совершенно разных уголках земного шара, что выгодно отличает открытую киберфизическую систему «Умный дом» кафедры №3 от коммерческих проектов крупных компаний.

Работа над устройствами «Умного дома» не ограничивается данной дипломной работой и будет продолжаться в сотрудничестве с преподавателями и студентами кафедры №3 НИЯУ МИФИ.