

Радиосистема управления освещением (переисправленная) ч.1



Мария Соцкова, 25 декабря 2016г.

"Радиосистема управления освещением"

Целью данного курсового проекта является построение сети, осуществляющей дистанционное управление/мониторинг светодиодных светильников по радиоканалу.

Основные требования к системе:

- Максимальное количество светильников в сети: до 50
- Радиус зоны обслуживания: 75 м
- Тип управления яркостью светильника: аналоговый, ШИМ
- Вероятность ошибки на бит P_b: 10⁻⁴

1.1. Обоснование предполагаемой архитектуры решения, пояснение схемы взаимодействия "пользователь - радиосеть - объект управления". Проработка состава сетевого терминала (выделенного узла сети), отражающего выполнение возлагаемых на объект задач. Характеристика и пояснение практической реализации следующих задач терминала: "включение/выключение светильника, установку дежурного освещения, плавная регулировка яркости любого из имеющегося в сети светильника/группы светильников"; пояснение стратегии поведения терминалов и выделенного узла сети "список управления/обнаружение и тестирование/обновление списка/исполнение возложенных обязанностей", анализ обрабатываемых видов данных; проработка примера подготовки сообщений для отправки и примера исполнения принятой терминалом команды.

Подразумевается, что есть некоторое помещение (к примеру, выставочный зал), в котором используется светодиодное освещение и характеристиками этого освещения можно дистанционно управлять с некоторого пульта. То есть, имеется единственный пользователь системы – оператор, который управляет освещением. По команде с пульта управления должны осуществляться:

- Включение/выключение светильников
- Установка дежурного освещения
- Плавная регулировка яркости любого светильника или группы светильников

В обратном направлении, от светодиодной панели по терминалам к модулю управления по запросу должны передаваться:

- Температура излучающей панели
- Температура источника питания
- Ток потребления лампы

Из этого можно сделать вывод, что связь в системе – двунаправленная, то есть в одном направлении мы посылаем в сущности команду, а обратно получаем телеметрию. Сообщение от пульта управления может быть широковещательным, то есть адресовано всем активным лампам, либо может относиться к конкретному терминалу или произвольному.

Повторюсь, что систему освещения будем рассматривать на примере выставочного зала картинной галереи. Поэтому к системе можно предъявить некоторые требования: важно, чтобы все объекты выставки были достаточно освещены в часы работы галереи, и чтобы освещение было возможно отключить на время, когда галерея закрыта для посетителей. Так же должна быть возможность сделать освещение конкретного светильника или группы светильников более ярким или же приглушенным, чтобы обеспечить комфортный просмотр конкретного экспоната.

Архитектуру решения поставленной задачи создания данной системы можно описать подобным образом:

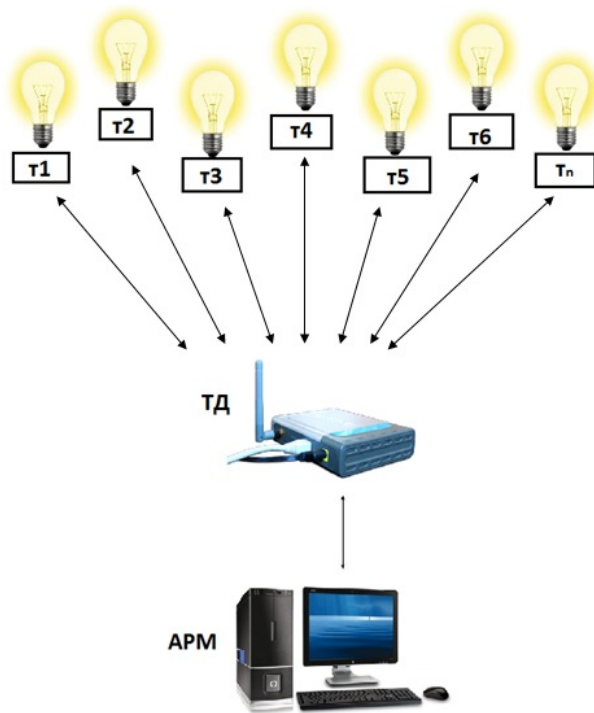


Рисунок 1. Архитектура решения.

Где пункт управления АРМ – автоматизированное рабочее место, которое включает в себя часть аппаратной реализации и часть программной реализации, проще говоря - ПК, на котором имеется программа, предоставляющая в доступной форме для оператора возможность управления всеми объектами. (Пример интерфейса программы – рис. 2). Объектами являются светодиодные светильники, в нашем случае 50 штук, которые возможно объединить в группы. Каждая группа подсвечивает конкретный экспонат. Конфигурирование светильников в группы создается с помощью программы. Пользователь выбирает в программной среде светильники и образует их в группы. Обмен информацией ведется через точку доступа (ТД). Точка доступа обеспечивает взаимодействие всех терминалов с АРМ, а также реализует большинство процедур, связанных с управлением и передачей данных, оставляя терминалам только простую обработку сигналов.

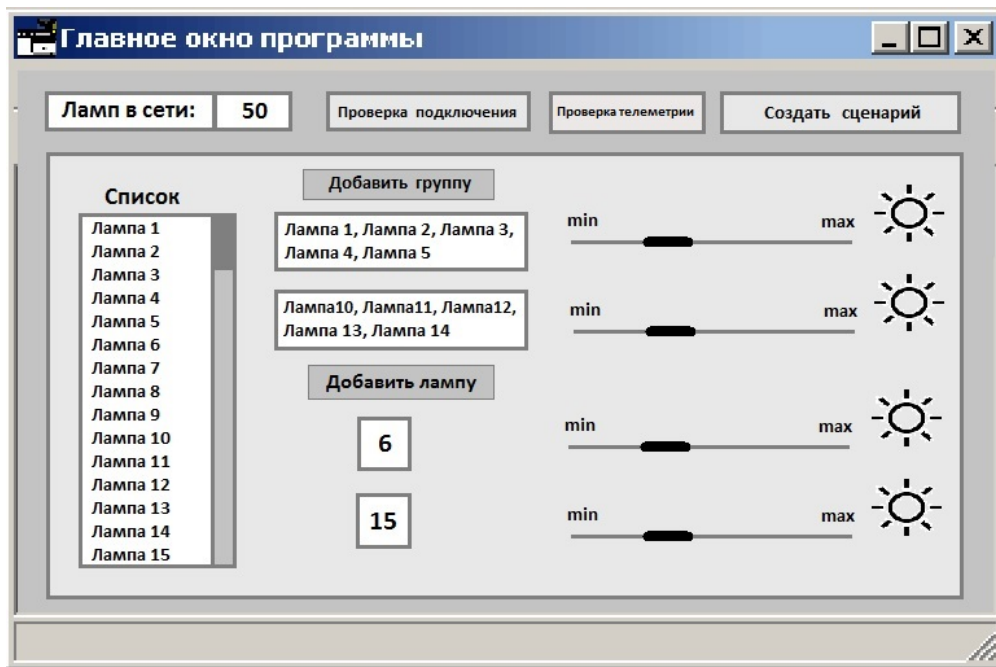


Рисунок 2. Графический интерфейс программы

В состав каждого светильника входит терминал – устройство, осуществляющее двустороннюю беспроводную связь.

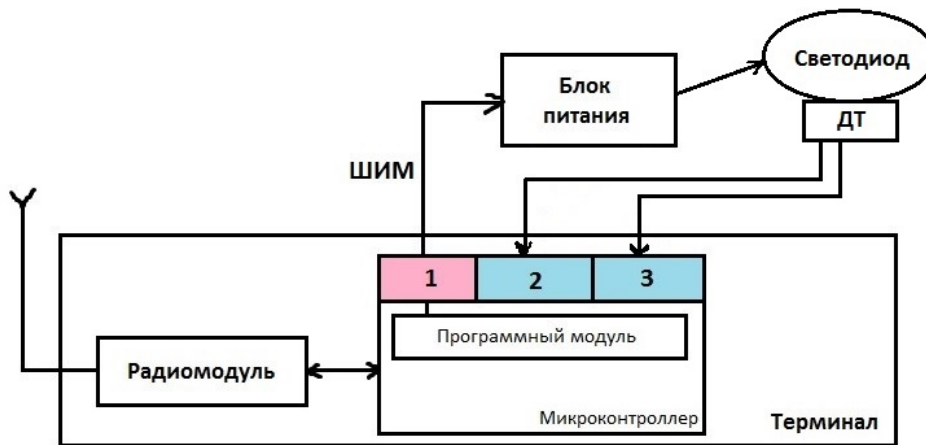


Рисунок 3. Схема терминала

В составе терминала есть микроконтроллер. Микроконтроллер – программно управляемая микросхема, которая управляет источником питания. У микроконтроллера в нашем случае есть три порта. Первый предназначен для формирования ШИМ-сигнала (широтно-импульсная модуляция - это способ кодирования аналогового сигнала путём изменения ширины (длительности) прямоугольных импульсов несущей), для управления блоком питания. Два других порта - для получения данных с датчика телеметрии (ДТ). Например, по второму порту считываем температуру, по третьему – напряжение. Микропрограмма содержится в программном модуле и управляет световым режимом. Модуль получает извне команду, разбирает ее, понимает что нужно сделать и формирует соответствующий ШИМ-сигнал. В состав терминала также включен радиомодуль, для осуществления беспроводного приема/передачи данных от терминала к точке доступа.

Включение/выключение светильника, установка дежурного освещения, плавная регулировка яркости любого из имеющегося в сети светильников/группы светильников осуществляется посредством передачи команд от АРМ терминалам, которые входят в состав каждого светильника. В самом начале точка доступа обнаруживает доступные терминалы, производит синхронизацию, и приводит данные (адреса) доступных терминалов пользователю. Далее пользователь в программе формирует сообщение для конкретного терминала, группы, или широковещательное – для всех терминалов сразу. Пользователь может задать уровень яркости или создать сценарий – различные уровни яркости в зависимости от промежутков времени. После того, как терминал обнаружен в сети, появляется возможность передать ему желаемую команду. Это происходит с помощью точки доступа, которая взаимодействует с терминалами посредством метода TDMA (подробнее в пункте 1.5.2.).

Для непосредственного мониторинга за электропотреблением системы каждый терминал самостоятельно отправляет свои телеметрические данные на точку доступа с интервалом времени, заданным пользователем. С точки доступа данные напряжения и температуры поступают на АРМ, где обрабатываются приложением и становятся доступными для пользователя. Однако значения телеметрических данных возможно запросить и вне временного цикла, отправив команду с запросом посредством приложения, установленного на ПК.

1.2. Анализ видов информационных сообщений, выделение источника каждого конкретного сообщения и получателя. Подробный анализ "жизненного цикла" сообщений - от события, инициирующего появление сообщения, до момента его исполнения на приемной стороне. Проработка структуры информационных сообщений.

Сообщения для терминала, содержащие команды управления освещением будут иметь адресный, групповой или широковещательный характер. При доставке сообщений в передающемся пакете будет указываться тип адресации:

- Если команда предназначена конкретному светильнику, то поле «Тип адресации» будет содержать значение «А» - адресное сообщение; в поле «Адрес» будет содержаться ID этого терминала.
- В случае, если команда предназначена группе светильников, то поле «Тип адресации» будет содержать значение «G» - групповая адресация, а в поле «Адрес» будет содержаться адрес всей группы.
- «В» - широковещательная – в случае, если сообщение адресовано всем терминалам. Поле «Адрес» будет отсутствовать, а в поле «Тип адресации» будет находиться значение «В».

Тип адресации	Адрес	Data	Контрольная сумма
----------------------	--------------	-------------	--------------------------

Рисунок 4. Структура информационного сообщения для терминала

Сообщение для терминала может быть сформировано в программе только тогда, когда терминал обнаружен в сети и готов принять команду. Точка доступа оповещает терминал о том, что он принадлежит ей и производит подстройку по времени. При возникновении ошибки в сетевом интерфейсе необходимо предусмотреть инструмент её обнаружения. С этой целью сообщение дополняется полем контрольной суммы. Если при приеме рассчитанное значение контрольной суммы не совпадает с принятым, то регистрируется факт ошибки. В таком случае ранее сформированное сообщение будет передано повторно, и в случае его успешного выполнения на АРМ поступит пакет телеметрии.

Сообщения, содержащие данные телеметрии, поступают с терминала на точку доступа через промежутки времени, заданные пользователем. Такие сообщения будут содержать информацию о значениях температуры и напряжения (в поле Data), которые поступили с датчика телеметрии; номер передаваемого пакета (для возможности переслать пакет, пришедший с ошибкой); адрес терминала, который является инициатором данного сообщения. Далее с точки доступа это сообщение поступает на АРМ, где обрабатывается приложением, установленным на ПК, и после этого представляет собой данные, доступные для пользователя.

«Общение» терминала с точкой доступа будет осуществляться посредством служебных сообщений. К ним относятся служебные сообщения управления соединением, например, с целью регистрации в сети терминала, которые будут содержать адрес терминала-инициатора, «флаг» его исправности, время активности; ширококвещательное сообщение для всех терминалов с целью формирования их списка (инициатор – точка доступа); служебные сообщения подтверждения и отказа (АСК и НАК соответственно); служебное сообщение с информацией о наличии сообщения для терминала.

1.3.-1.4. Краткая характеристика целевого ПО терминала (выделенного узла сети), пользовательского интерфейса (интерфейса взаимодействия с внешним объектом). Построение обобщенной иерархической схемы радиосети, отражающей схему взаимодействия "пользователь - радиосеть - объект управления".

Пользовательский интерфейс представляет собой программу, установленную на ПК, при помощи которой пользователь взаимодействует с объектами освещения (Рис. 2). С помощью данной программы возможно осуществление конфигурации светильников в группы и обеспечить нужный режим освещения. Также возможно создание сценария освещения. Например, задать определенный уровень яркости в конкретные промежутки времени.

В курсовой работе применим следующие уровни взаимодействия:

1. Физический уровень L1 - обеспечивает задачи надежной передачи от точки доступа к терминалу и обратно потока битов, поступающего с канального уровня. Любые технические решения, направленные на повышение достоверности приема битов, могут быть реализованы на физическом уровне. Выполняются следующие функции:
 - Обеспечение синхронизации. В разрабатываемой радиосети необходимо использовать битовую синхронизацию. Битовая синхронизация осуществляется с помощью системы ФАПЧ (фазовая автоподстройка частоты).
 - Модуляция. Выполняется на физическом уровне при передаче всего сообщения в канал. В наших условиях будем склоняться к двухпозиционным видам модуляции помехоустойчивость высокая, требуемые скорости низкие.
 - Помехоустойчивое кодирование (Forward Error Correction - FEC);
2. Канальный уровень L2 - решает задачи, необходимые для организации логического канала связи между точкой доступа и терминалом:
 - тип сообщения – определение типа передаваемого сообщения: адресное, групповое или ширококвещательное.
 - адресация сообщения – указание адреса светильника или группы светильников, если сообщение адресное или групповое.
 - обеспечение надежной доставки (CRC) - служба, осуществляющая проверку достоверности принятого сообщения
 - организация доступа к физическому каналу связи (ФКС)
3. Уровень управления соединением L3 - выполняет функции управления всей системой: на основе данных, полученных с нижнего уровня и данных информационной системы принимает решения о дальнейших действиях системы. Уровень тесно связан с информационной системой – определяет, какому из светильников необходимо передать необходимое сообщение.

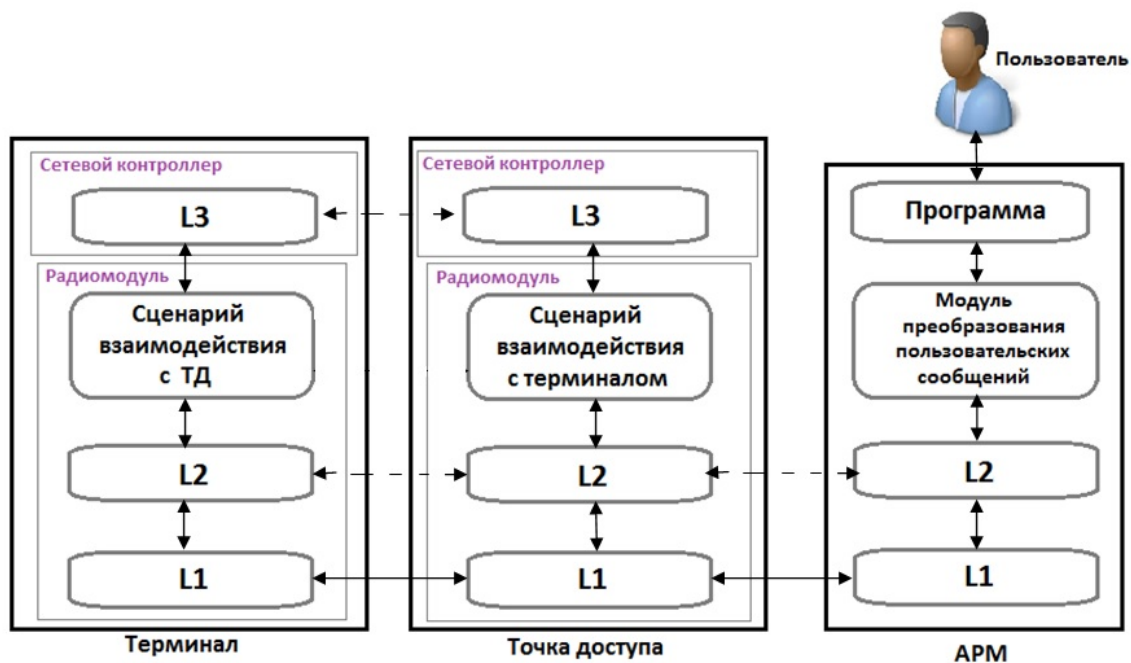


Рисунок 5. Иерархическая схема сети

Радиомодуль – неотъемлемая часть, предназначенная для организации передачи-приема сообщений по радиоресурсу. В нем реализуется функциональность L1, L2 уровней (физического и канального).

Сетевой контроллер – подчиняется заранее проработанному сценарию взаимодействия, исполнение которого основывается на диалоге сетевых устройств. Диалог же требует установления канала передачи данных, таким образом в составе ТД должен быть особый модуль (уровень L3), выполняющий управление поведением сетевого узла.

1. А.В. Бакке. «Лекции по курсу ССПО»
2. <http://radiolay.ru/>
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Широтно-импульсная_модуляция
4. <http://omoled.ru/publications/view/468>
5. Вспомогательные слайды к курсовому проекту (Автор: А.В. Бакке)