

УДК 372.862

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ZIGBEE КАК ИНСТРУМЕНТ ИЗУЧЕНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

А. С. Бухарова, магистрант группы РЭТ-м-20;

П. А. Петров, доктор PhD

Некоммерческое акционерное общество «Северо-Казахстанский университет имени
Манаша Козыбаева», Петропавловск, Казахстан

Аннотация. При подготовке инженерных кадров, невозможно обойти стороной изучение современных беспроводных технологий, в т.ч. беспроводных локальных сетей. В курсах дисциплин у будущих инженеров, изучающих технологии беспроводной передачи данных, упор делается на такие технологии как Bluetooth и Wi-fi. В данной статье предлагается метод изучения беспроводной связи при помощи топологии ZigBee, где возможен синтез с современными отладочными платформами и платами. Использование данной технологии упростит задачу будущим инженерам в вопросе освоения беспроводных локальных сетей.

Ключевые слова: беспроводные технологии, ZigBee, инженерное образование, микросхема, идентификатор.

APPLICATION OF ZIGBEE TECHNOLOGY AS A TOOL FOR STUDYING WIRELESS NETWORKS

A. S. Bukharova, master student gr.RET-m-20;

P. A. Petrov, doctor PhD

Non-profit limited company «Manash Kozybayev North Kazakhstan University»,
Petropavlovsk, Kazakhstan

Abstract. When training engineers, it is impossible to ignore the study of modern wireless technologies, including wireless local area networks. Future engineers who study wireless data transmission technologies pay special attention to technologies such as Bluetooth and Wi-fi in their courses. This article offers a method for studying wireless communication using the ZigBee topology, where synthesis with modern debugging platforms and boards is possible. Using this technology will simplify the task of future engineers when developing wireless local area networks.

Keywords: wireless technologies, ZigBee, engineering education, chip, ID.

Введение.

Для конкурентоспособной экономики и национальной безопасности необходимо внедрение новых приоритетов для инженерной деятельности и совершенствование инженерного образования. Ведь инженерное образование – это не просто знание специфических дисциплин, это – оригинальный способ мышления, умение видеть мир как систему, проектировать её элементы и управлять ими. Век инноваций требует от инженера усовершенствования и модернизации своих компетенции.

Инженерное образование также тесно связано с необходимостью изучения беспроводных технологий, так как их популярность растет с каждым днем. Они становятся общепринятым стандартом, всесторонне влияющим на нашу повседневную жизнь, благодаря их стоимости, удобству использования и пропускной способности.

В данной статье рассматривается более подробно стандарт ZigBee, как один из методов изучения технологий беспроводной передачи данных.

ZigBee – это стандарт беспроводной связи IEEE 802.15.4. С помощью этой технологий можно разрабатывать самоорганизующиеся и самовосстанавливающиеся беспроводные сети с автоматической ретрансляцией сообщений, с поддержкой батарейных и мобильных узлов.

В настоящее время технология ZigBee применяется при создании устройств автоматического считывания показаний счетчиков, систем автоматизации зданий, в охранных системах, при разработке датчиков и систем управления.

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ И ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКСЫ: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ

Сборник материалов V Международной научно-практической конференции

Основная часть

XXI век – это век новых технологии, век цифровизации и информатизации, где быстро и интенсивно развиваются информационно-коммуникационные (ИКТ), наукоёмкие компьютерные (НКТ), нано-технологии. В связи с этим, стремительно повышается роль и престиж инженеров и специалистов технической сферы.

Амплуа инженера стремительно растет и в производстве и в обществе целом.

Для конкурентоспособной экономики и национальной безопасности необходимо внедрение новых приоритетов для инженерной деятельности и совершенствование инженерного образования. Ведь инженерное образование – это не просто знание специфических дисциплин, это – оригинальный способ мышления, умение видеть мир как систему, проектировать её элементы и управлять ими. Век инноваций требует от инженера усовершенствования и модернизации своих компетенции.

Инженер XXI века должен обладать следующими характеристиками:

- конкурентоспособность и востребованность,
- компетентностные знания в сфере науки и технологий,
- глобальное мышление,
- знания в области междисциплинарных дисциплин
- постоянное самообучение и самосовершенствование,
- мобильность,
- и т.д.

Инженерное образование также тесно связано с необходимостью изучения беспроводных технологий, так как их популярность растет с каждым днем. Они становятся общепринятым стандартом, всесторонне влияющим на нашу повседневную жизнь, благодаря их стоимости, удобству использования и пропускной способности.

В наше время существует множество беспроводных сетей. Однако и для самых опытных инженеров бывает сложно отдать приоритет к какому-либо беспроводному протоколу, знание одной технической документации недостаточно. Поэтому при выборе необходимо провести комплексный анализ нескольких параметров данных технологии. Основные параметры технологии ZigBee, Wi-Fi и Bluetooth можно посмотреть в таблице 1. Эта информация поспособствует принятию правильного решения при выборе технологий беспроводной передачи данных.

Таблица 1 – Основные параметры технологии ZigBee, Wi-Fi и Bluetooth

Технология беспроводной передачи данных	ZigBee (IEEE 802.15.4)	Wi-Fi (IEEE 802.11b)	Bluetooth (IEEE 802.15.1)
Частотный диапазон, ГГц	2,4-2,483	2,4-2,483	2,4-2,483
Пропускная способность, кбит/с	250	11 000	723,1
Размер стека протокола, кбайт	32-64	более 1 000	более 250
Время непрерывной автономной работы от батареи, дни	100-1 000	0,5-5	1-10
Максимальное количество узлов в сети	65 536	10	7
Диапазон действия, м (средние значения)	10-100	20-300	10-100
Области применения	Удаленный мониторинг и управление	Передача мультимедийной информации (Интернет, электронная почта, видео)	Замещение проводного соединения

В данной статье более подробно рассматривается стандарт ZigBee, как один из методов изучения технологий беспроводной передачи данных. На рисунке 1 приведен модуль беспроводной передачи ZigBee.



Рисунок 1 – Модуль беспроводной передачи ZigBee

Стандарт ZigBee появился значительно позже технологий Wi-Fi и Bluetooth, так как необходима была технология, которая бы обладала следующими характеристиками: способность передачи данных не на очень больших скоростях, довольно маленькое энергопотребление и относительно невысокая стоимость.

ZigBee – это стандарт беспроводной связи IEEE 802.15.4. С помощью этой технологии можно разрабатывать самоорганизующиеся и самовосстанавливающиеся беспроводные сети с автоматической ретрансляцией сообщений, с поддержкой батарейных и мобильных узлов.

В настоящее время технология ZigBee применяется при создании устройств автоматического считывания показаний счетчиков, систем автоматизации зданий, в охранных системах, при разработке датчиков и систем управления.

Сеть ZigBee основана на ячеистой топологии (mesh-топологии). Данный вид топологии позволяет каждому устройству связываться с любым другим устройством как напрямую, так и через промежуточные узлы сети. Сообщения в них до поступления конечному адресату переходят от одного узла к другому, то есть существуют различные варианты (маршруты) прохождения сообщений. Благодаря этому сеть остается доступной несмотря на сбой в том или ином звене. На рисунке 2 приведены три варианта топологии сети ZigBee.

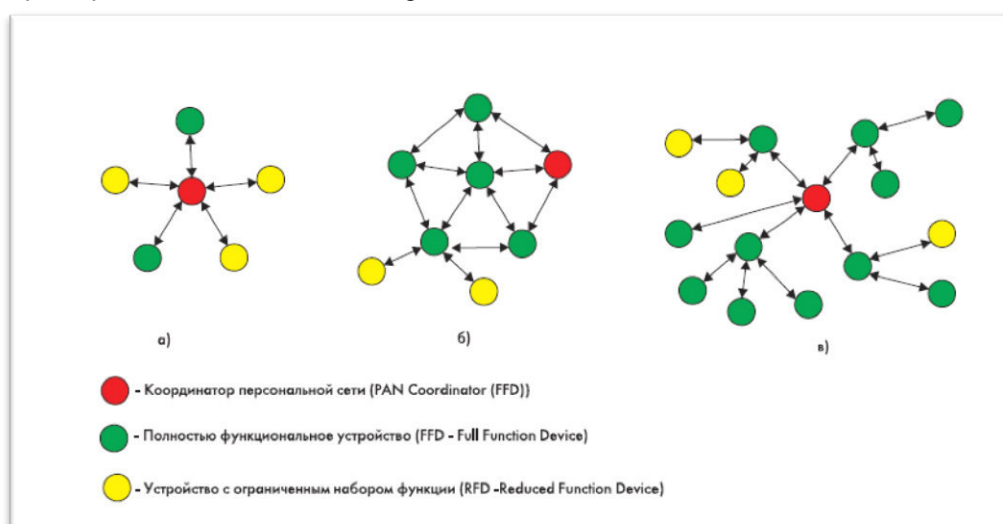


Рисунок 2 – Три варианта топологии сети ZigBee

Аппаратная часть стандарта ZigBee выполняется в двух исполнениях: 1) устройства с ограниченным набором функции (RFD);

2) полностью функциональные устройства (FFD).

Для успешной реализации одной из топологий сети, показанной выше на рисунке 2, нужно хотя бы одно FFD-устройство, которое будет выполнять роль сетевого координатора.

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ И ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКСЫ: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ

Сборник материалов V Международной научно-практической конференции

Стандарт ZigBee предусматривает частотные каналы в диапазонах 868 МГц, 915 МГц и 2,4 ГГц. Наибольшие скорости передачи данных и наивысшая помехоустойчивость достигаются в диапазоне 2,4 ГГц. Поэтому большинство производителей микросхем выпускают приемопередатчики именно для этого диапазона, в котором предусмотрено 16 частотных каналов с шагом 5 МГц. Скорость передачи данных вместе со служебной информацией в эфире составляет 250 кбит/с. При этом средняя пропускная способность узла может быть в пределах 5 ... 40 кбит/с.

Для подключения и конфигурации ZigBee модуля необходимо скачать и установить программу X-CTU.

X-CTU – это утилита компании Digi, предназначенная для настройки и прошивки ZigBee модулей, также программа позволяет обновить уже встроенные программы.

Окно инсталляции программы выглядит следующим образом (рисунок 3):

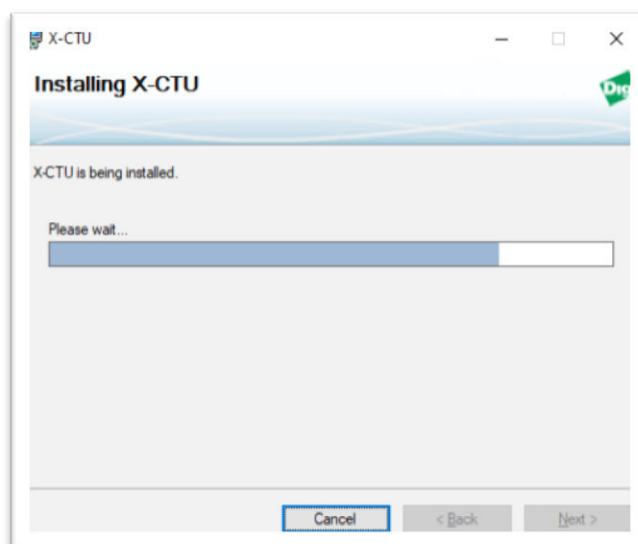


Рисунок 3 - Окно установки программы X-CTU

После установки нужно запустить программу. Имеющийся модуль ZigBee можно добавить через переходник. Главное, чтобы модуль был подключен к USB-порту.

Порт выбирается кнопкой Discover с лупой. При поиске модуля в окошке Discover radio devices необходимо оставить галочки по умолчанию, а скорость передачи данных Baud Rate выбирать из распространенных. Обычно у новых модулей он равен 9600. Затем выбирается найденный через поиск модуль.

В следующем шаге конфигурации, меняются параметры модуля, такие как PAN ID, Coordinator Enabled (CE), API Enable (AP), Node Identifier.

С помощью кнопки Write (рисунок карандаша) можно прошить сделанные настройки в модуль.

В качестве микросхемы приемопередатчика стандарта 802.15.4, принадлежащему Альянсу ZigBee часто используется тип XBee Series 2. Этот модуль беспроводной передачи и приема удобен тем, что его можно использовать совместно с отладочными платами типа Arduino через специальные платы расширения. На рисунке 4 показан пример такого схемотехнического синтеза: плата Arduino Uno – плата расширения XBee Shield – микросхема Xbee Series 2.

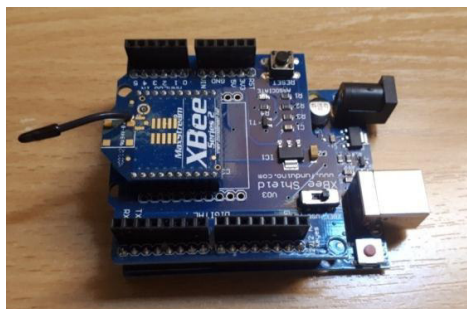


Рисунок 4 – Синтез платы Arduino Uno и микросхемы Xbee Series 2
через плату расширения

Направление 5. Современные вызовы и перспективные тенденции подготовки специалистов в инженерном образовании

Такая конструкция упрощает проектирование и сборку устройств для систем беспроводной передачи данных. Рассмотрим простейший пример коммуникации двух подобных модулей по топологии «точка-точка». Для того чтобы модули Xbee Series 2 имели возможность обмениваться данными по беспроводному каналу, они должны принадлежать одной сети. Для этого, с помощью специального программатора Spark Fun (рисунок 5) прошьем оба модуля, присвоив им одинаковый идентификатор сети.

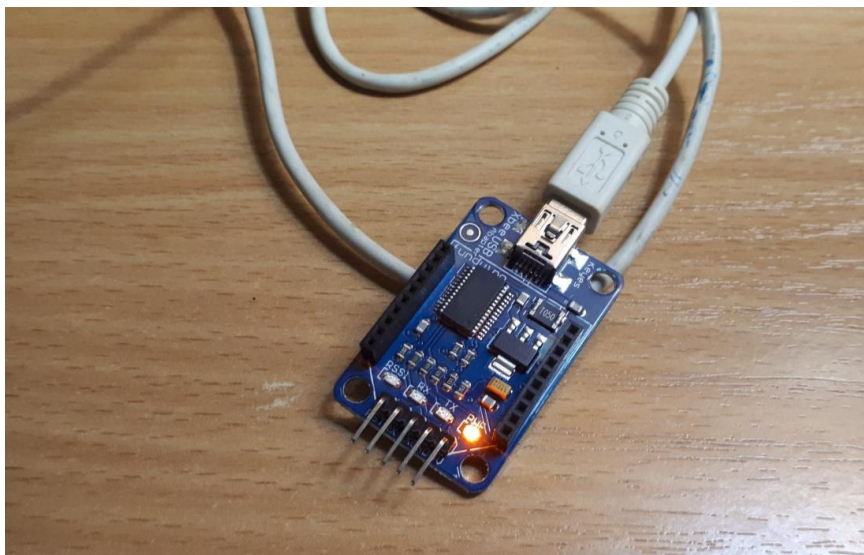


Рисунок 5 – Программатор Spark Fun для прошивки модулей ZigBee

Как было сказано выше, для прошивки и конфигурации модулей ZigBee используется утилита X-CTU. Один модуль сконфигурируем как координатор, другой как маршрутизатор/конечное устройство. Помимо этого, обязательно обоим модулям нужно присвоить общий идентификатор PAN ID = 1234. Таким образом, оба модуля будут принадлежать одной сети, что позволит передавать данные в обе стороны. Интерфейс утилиты X-CTU для прошивки координатора изображен на рисунке 6, для прошивки роутера – на рисунке 7.

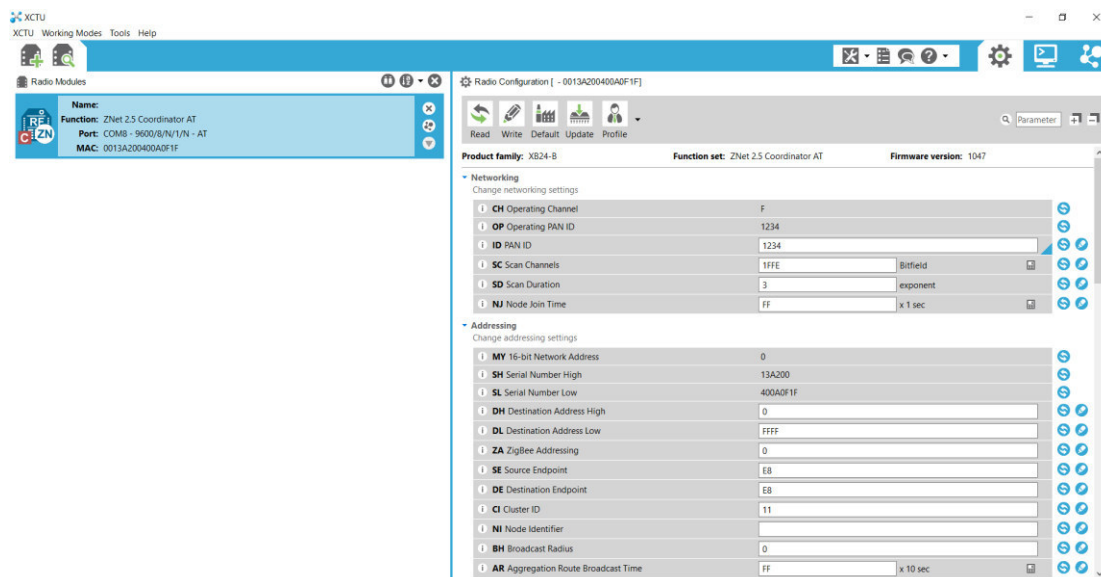


Рисунок 6 – Интерфейс программы X-CTU для прошивки координатора

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ И ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКСЫ: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ

Сборник материалов V Международной научно-практической конференции

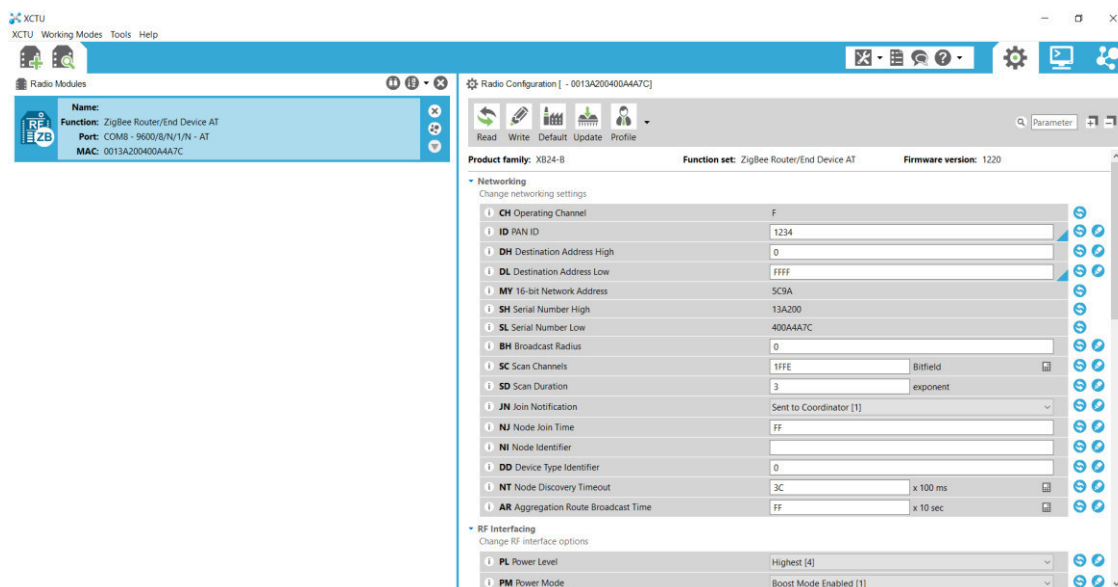


Рисунок 7 – Интерфейс программы X-CTU для прошивки роутера

С помощью AT-команд можно обнаружить другой модуль, принадлежащий сети ZigBee и имеющий тот же PAN ID. Для этого в разделе Serial Console программы X-CTU нужно набрать комбинацию из трех плюсов (чтобы «разбудить» спящий модуль) и ввести команду `atnd`. С помощью этой команды модуль сканирует местность в поисках другого модуля. На рисунке 8 изображен интерфейс Serial Console, где с помощью сканирования найден другой модуль с физическим адресом 5C9A.

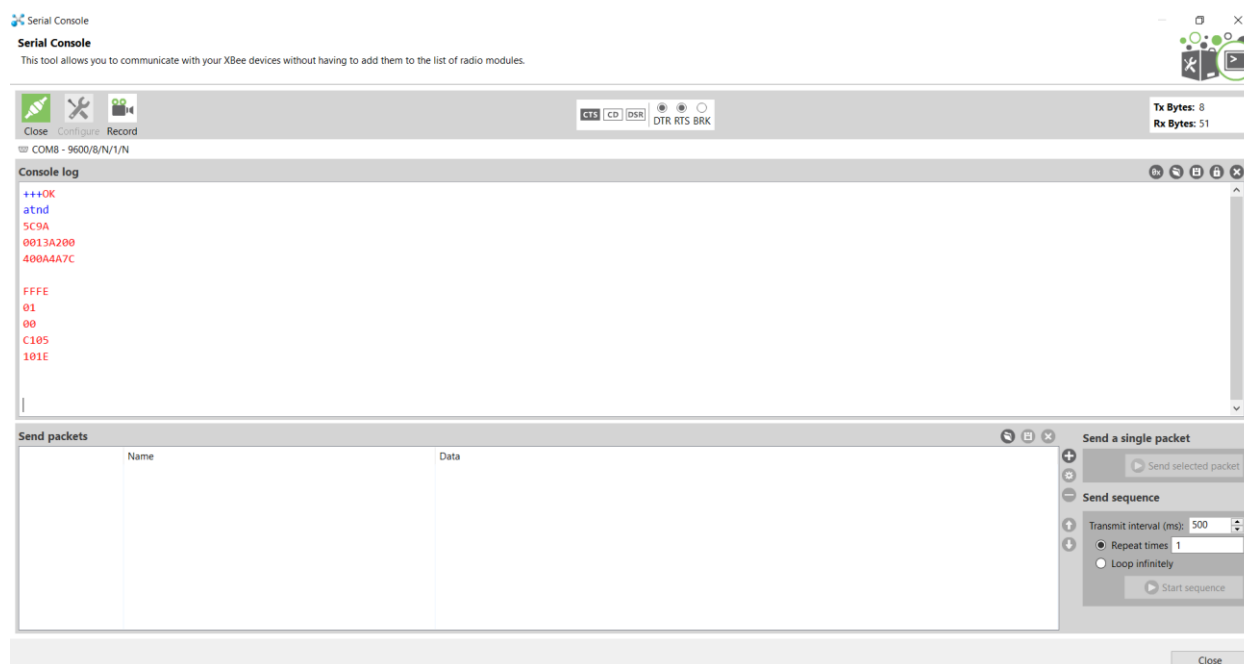


Рисунок 8 - Обнаружение другого модуля ZigBee с помощью AT-команд

Теперь, когда сами модули прошиты и могут осуществлять взаимную коммуникацию, напомним программу для передатчика (координатора) и приемника (маршрутизатора). Программы пишутся на языке Arduino в программном обеспечении Arduino. С передатчика мы будем отправлять логический сигнал по нажатию тактовой кнопки, т.е. сигнал либо логической единицы (кнопка нажата), либо сигнал логического нуля (кнопка отжата). Этот сигнал будет передаваться с платы Arduino по последовательному порту. Если на плате расширения Xbee Shield осуществить переключение джампером с режима USB на режим Xbee, данные вместо последовательного порта будут

Направление 5. Современные вызовы и перспективные тенденции подготовки специалистов в инженерном образовании

передаваться по радиоканалу на частоте 2,4 ГГц. Аналогично, необходимо переключить режим Xbee и на роутере (приемнике) после прошивки платы Arduino Uno. Роутер будет принимать значения «0» и «1», передаваемые по беспроводному каналу. Если же будет принята логическая единица, загорится светодиод, подключенный к одному из пинов приемника, при приеме «0» - светодиод будет погашен. На рисунке 9 изображена программа для передатчика, написанного в среде Arduino, на рисунке 10 - программа для приемника.

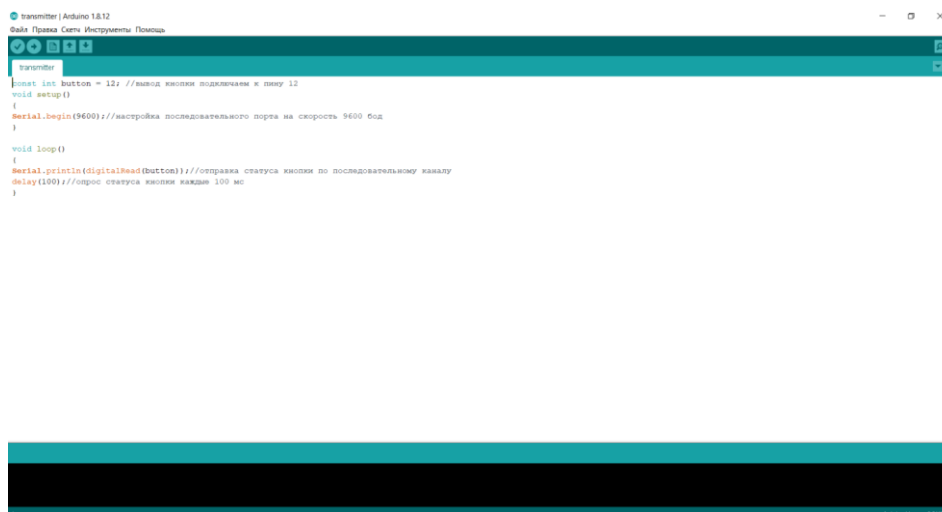


Рисунок 9 – Программа для передатчика, написанного в среде Arduino



Рисунок 10 – Программа для приемника, написанного в среде Arduino

На рисунке 11 изображен процесс нажатия на кнопку (светодиод горит). А процесс передачи логического нуля (кнопка не нажата, светодиод не горит) представлен на рисунке 12.

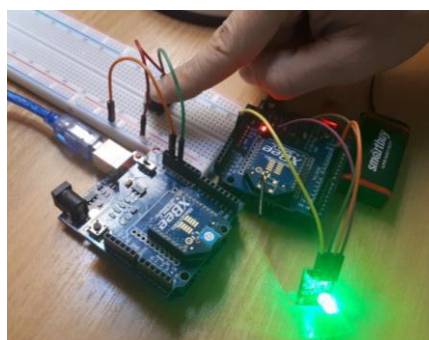


Рисунок 11 – Передача логической единицы по беспроводному каналу

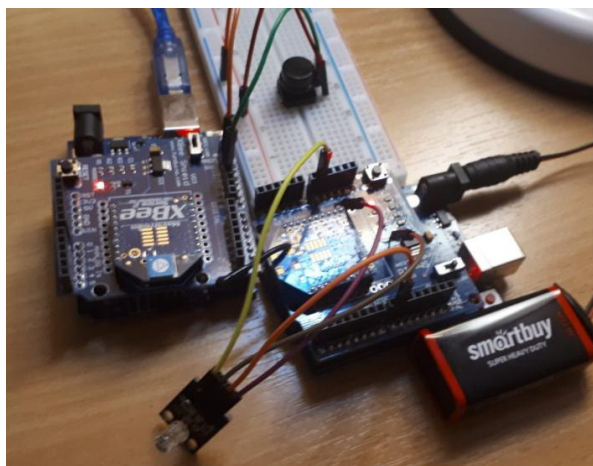


Рисунок 12 – Передача логического нуля по беспроводному каналу

Таким образом, приемник постоянно сканирует радиоканал, а передатчик посылает с интервалом времени логический ноль (в случае не нажатой кнопки), либо единицу (при замыкании тактовой кнопки). Совершенно очевидно, что данная технология позволяет проектировать и собирать куда более сложные в схемотехническом исполнении устройства беспроводной передачи данных, в т.ч. эта технология за счет экономии энергии удобна и для разработки автоматизированных комплексов. Поэтому она очень удобна для изучения средств беспроводной передачи данных и беспроводных локальных сетей, в частности.

В настоящее время технология ZigBee набирает большую популярность. Этот протокол широко используется в системах управления бытовой электроникой, в системах мониторинга окружающей среды, в системах автоматического снятия показаний с различных счетчиков, в системах безопасности. Хорошо известная всем система «Умный Дом» (Smart Home) также реализована на технологий ZigBee.

Заключение

Технология ZigBee имеет ряд преимуществ в изучении современных беспроводных технологий при подготовке инженерных кадров. Технология ZigBee может осуществлять коммуникацию с популярными отладочными платами типа Arduino, что позволяет проектировать несложные и удобные в исполнении устройства с беспроводной передачей данных. Кроме того, для работы с модулями ZigBee существует интуитивно понятная утилита X-CTU, которая позволяет прошивать, настраивать и управлять беспроводными модулями XBee Series 2. Таким образом, для изучения современных энергоэкономичных беспроводных локальных сетей идеально подходит топология ZigBee, что позволит подготавливать квалифицированных специалистов в области беспроводных технологий.

Библиографический список

1. URL: <https://real-trac.com/ru/> (дата обращения: 31.10.2020).
2. URL: <https://zigbeealliance.org/> (дата обращения: 02.11.2020).
3. URL: <https://www.wless.ru/> (дата обращения: 02.11.2020).
4. URL: <https://habr.com/ru/> (дата обращения: 04.11.2020).
5. Коптев, Д. С. Сравнительный анализ наиболее перспективных стандартов беспроводной сетей связи / А. Н. Щитов, А. Н. Шевцов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. –2016. №1. – С.185-187.