Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

**«Пермский национальный** **исследовательский**

**политехнический университет»**

Факультет: Прикладной математики и механики

Кафедра: Прикладная математика

Направление: 24.03.02 «Системы управления движением и навигация»

Программа: «Программное и математическое обеспечение систем навигации и управления»

**ОТЧЕТ**

по дисциплине

**«Системное программирование»**

Тема: **«**Способы беспроводной передачи данных между Arduino и ПК**»**

Выполнил студент гр. ИВК-21-1б

Каримов Р.А.

(Ф.И.О.)

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

*(подпись, дата)*

**Принял:**

Старший преподаватель каф. ПМ, Абакшин Д.С.

(Должность, Ф.И.О.)

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*(оценка) (подпись)*

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

*(дата)*

**Пермь, 2025**

СОДЕРЖАНИЕ

[Введение 3](#_Toc193226137)

[Bluetooth 4](#_Toc193226138)

[Wi-Fi (ESP8266, ESP32) 6](#_Toc193226139)

[RF-модули (433 МГц) 8](#_Toc193226140)

[LoRa (RFM95, SX1278) 10](#_Toc193226141)

[ZigBee (XBee) 13](#_Toc193226142)

[Заключение 15](#_Toc193226143)

# Введение

В современном мире беспроводная передача данных становится все более востребованной и широко применяемой технологией. Особенно это актуально в области разработки и программирования микроконтроллеров, таких как Arduino. Использование беспроводной передачи данных позволяет значительно расширить возможности проектов на Arduino и упростить процесс взаимодействия с компьютером. Благодаря этой технологии разработчики получают большую гибкость и свободу действий при создании устройств с автоматизацией или удаленным управлением.

Для установления беспроводной связи между Arduino и компьютером с использованием различных технологий, необходимо соблюдать определенные шаги по настройке и установке соответствующих модулей и драйверов. Важно правильно выбрать способ беспроводной передачи данных в зависимости от конкретной задачи и потребностей проекта. Кроме того, необходимо учитывать особенности выбранного модуля беспроводной связи, его радиус действия, скорость передачи и степень надежности передачи данных.

Существует несколько технологий беспроводной связи, применяемых для передачи данных между Arduino и ПК:

* **Bluetooth**
* **Wi-Fi**
* **RF-модули**
* **LoRa**
* **ZigBee (XBee)**

В данной работе рассмотрены основные методы беспроводной передачи данных, используемые устройства, их преимущества и недостатки.

# Bluetooth

Одним из самых популярных и удобных устройств для беспроводной передачи данных между Arduino и ПК (персональный компьютер) является модуль Bluetooth. Благодаря своей простоте в использовании и относительно невысокой стоимости, модули Bluetooth позволяют устанавливать стабильное соединение между устройствами на небольших расстояниях.

Bluetooth-модули позволяют передавать данные между Arduino и ПК небольшие расстояния (до 10 метров).

**Использование:**

1. Подключение модуля Bluetooth к Arduino через UART (TX/RX):

а) VCC подключается к 5V на Arduino;

б) GND подключается к GND (земле) на Arduino;

в) TXD подключается к пину RX на Arduino (обычно цифровой пин, нужно использовать программный Serial);

г) RXD подключается к пину TX на Arduino (обычно цифровой пин, нужно использовать программный Serial).

2. Настройка скорости передачи (9600 или 115200 бод).

3. Связь с ПК через встроенный Bluetooth-адаптер или USB-Bluetooth-донгл.

4. Использование последовательного порта для обмена данными.

Пример кода представлен на рис. 1.

**Пояснение к коду:**

Используется библиотека *SoftwareSeria*l для создания виртуального последовательного порта.

1. *SoftwareSerial BTSerial(RX, TX)* создаем объект *BTSerial* для работы с программным последовательным портом.

2. В *setup()* настраивается скорость передачи данных:

*BTSerial.begin(9600);* инициализируем скорость передачи данных для связи с Bluetooth модулем (обычно 9600).

3. В *loop()* проверяется, доступны ли данные для приёма или передачи:

* *if (BTSerial.available())* проверяем, пришли ли данные через Bluetooth.
* *char received = BTSerial.read()* читаем принятые данные.

Введённые с клавиатуры символы передаются через Bluetooth, а полученные отображаются в последовательном порту.

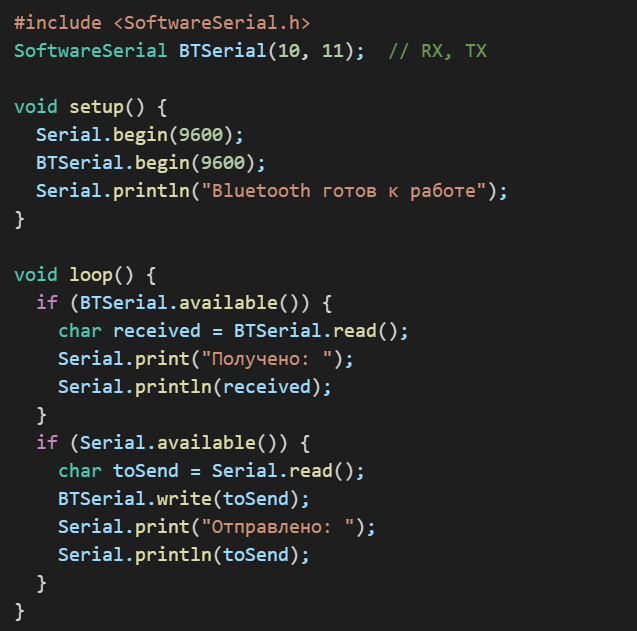


Рисунок 1 – Пример кода

**Преимущества:** Низкая стоимость модулей, простота использования (многие библиотеки доступны для Arduino и ПК), низкое энергопотребление.

**Недостатки:** относительно низкая скорость передачи данных, ограниченная дальность действия, необходимость сопряжения устройств.

# Wi-Fi (ESP8266, ESP32)

Еще одним популярным вариантом для беспроводной передачи данных является использование модулей Wi-Fi. Модули Wi-Fi обеспечивают более широкий радиус действия по сравнению с Bluetooth и могут работать на больших расстояниях. Помимо этого, модули Wi-Fi позволяют осуществлять подключение к сети интернет, что открывает дополнительные возможности для передачи данных с Arduino на ПК и наоборот.

Для применения модулей Wi-Fi с Arduino, часто требуется наличие дополнительных компонентов и проводить более сложную настройку, чем в случае с Bluetooth. Однако благодаря возможности работы в сети интернет, модули Wi-Fi предоставляют больше гибкости и функциональности в передаче данных.

Модули ESP8266 и ESP32 позволяют организовать беспроводную передачу данных по Wi-Fi, подключаясь к локальной сети или создавая точку доступа.

**Использование:**

1. Подключение модуля ESP8266/ESP32 к Arduino через UART или использование встроенного Wi-Fi в ESP32.

2. Организация передачи данных через протоколы:

а) HTTP простой протокол, но не самый эффективный для постоянного потока данных;

б) MQTT более эффективный протокол для обмена сообщениями “публикация-подписка”, идеально подходит для IoT-устройств. Требуется MQTT брокер;

в) TCP/UDP более низкоуровневые протоколы, дают больше контроля, но требуют более сложной реализации.

3. Подключение к существующей сети или создание собственной точки доступа.

Пример кода представлен на рис. 2.

**Пояснение к коду:**

* Подключение к Wi-Fi сети с указанными SSID и паролем.
* Ожидание подключения клиента к серверу на порту 80.
* При подключении клиента отправка строки "Привет от ESP8266".
* Вывод в Serial Monitor статуса подключения.

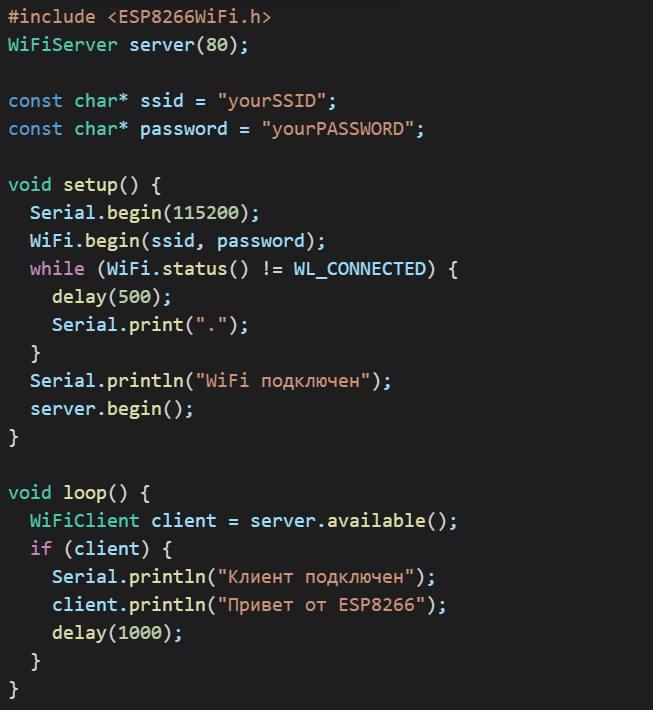


Рисунок 2 – Пример кода

**Преимущества:** большая дальность действия, высокая скорость передачи данных, возможность подключения к интернету.

**Недостатки:** более высокая стоимость модулей, более сложное программирование, потребляет больше энергии, чем Bluetooth.

# RF-модули (433 МГц)

RF-модули на частоте 433 МГц (например, модули TX/RX 433MHz) используются для передачи данных на расстояния до 100 метров. Они работают в паре: передатчик (TX) и приёмник (RX).

**Использование:**

1. Подключение передатчика и приёмника к Arduino:

а) Передатчик (TX):

VCC → 5V

GND → GND

DATA → D12 (Arduino)

б) Приёмник (RX):

VCC → 5V

GND → GND

DATA → D11 (Arduino)

2. Использование библиотеки *VirtualWire* или *RadioHead* для передачи данных.

3. Подключение к ПК через приёмник, подключённый к USB-UART адаптеру.

Пример кода представлен на рис. 3 и рис. 4.

**Пояснение к коду:**

* В передатчике устанавливается пин для передачи данных (D12) и задаётся скорость передачи 2000 бод.
* В *loop()* передаётся строка "Hello, PC!" каждую секунду.
* В приёмнике устанавливается пин для приёма данных (D11) и включается прослушивание.
* При получении данных они выводятся в последовательный порт.

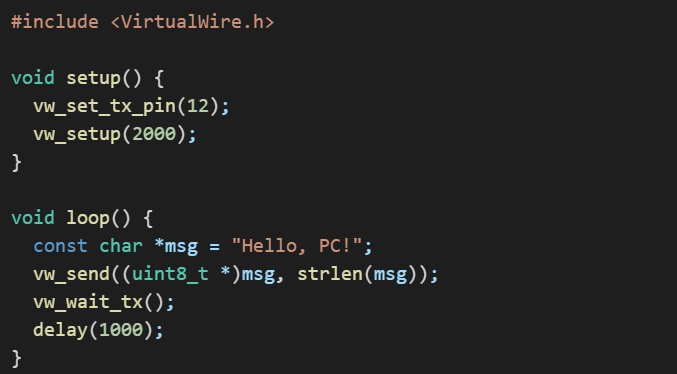


Рисунок 3 – Пример кода для передатчика

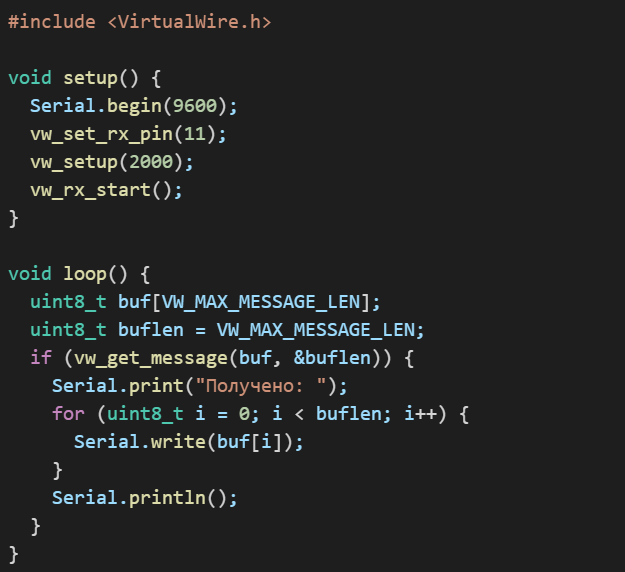


Рисунок 3 – Пример кода для приемника

**Преимущества:** Простота, низкое энергопотребление.

**Недостатки:** Отсутствие шифрования, помехи от других устройств на 433 МГц.

# LoRa (RFM95, SX1278)

LoRa (Long Range) – это технология беспроводной связи, предназначенная для передачи данных на большие расстояния (до нескольких километров). Она используется в IoT-устройствах и позволяет обмениваться данными с низким энергопотреблением. Популярные модули: RFM95 и SX1278.

**Подключение модуля LoRa (RFM95/SX1278) к Arduino:**

VCC → 3.3V

GND → GND

NSS → D10

MOSI → D11

MISO → D12

SCK → D13

RST → D9

DIO0 → D2

Пример кода представлен на рис. 5 и рис. 6.

**Пояснение к коду:**

* В передатчике настраивается LoRa-модуль, затем отправляется сообщение *"Привет, LoRa!"* каждые 2 секунды.
* В приёмнике данные принимаются, выводятся в последовательный порт.
* Частота передачи задана как 915 МГц (можно изменить на 433 или 868 МГц в зависимости от модуля).

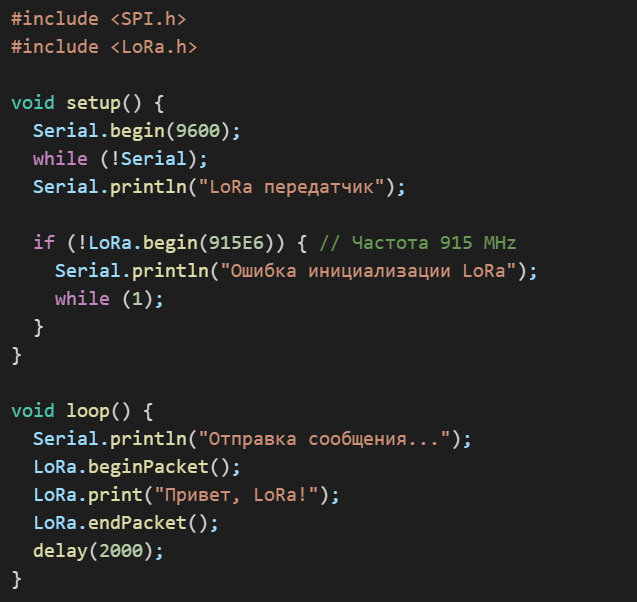


Рисунок 5 – Пример кода для передатчика

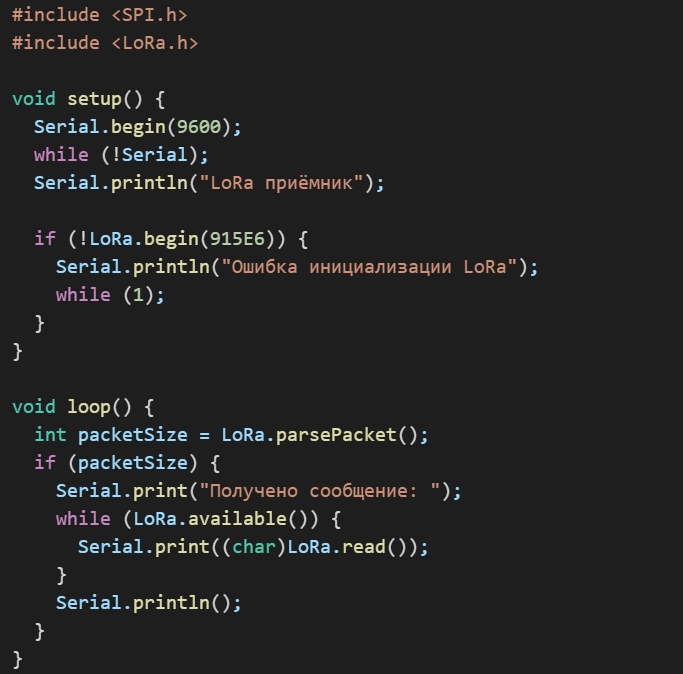


Рисунок 6 – Пример кода для приемника

**Преимущества:** Большие расстояния (до нескольких километров), низкое энергопотребление, высокая помехозащищенность.

**Недостатки:** Низкая скорость передачи данных, сложность настройки.

# ZigBee (XBee)

ZigBee – это стандарт беспроводной связи, работающий на частоте 2.4 ГГц и предназначенный для построения сетей передачи данных на малых и средних расстояниях. Используется в системах автоматизации, "умном доме" и промышленной автоматизации. Популярные модули – XBee Series 1 и Series 2.

**Подключение XBee к Arduino через UART:**

VCC → 3.3V

GND → GND

TX → RX (Arduino)

RX → TX (Arduino)

Пример кода представлен на рис. 7 и рис. 8.

**Объяснение кода:**

* В передатчике данные отправляются через *XBee.println("Привет, XBee!")* каждые 2 секунды.
* В приёмнике данные считываются через *XBee.read()* и выводятся в последовательный порт.

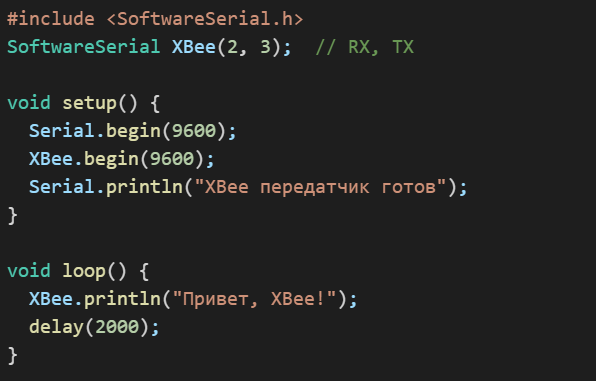


Рисунок 7 – Пример кода для передачи данных

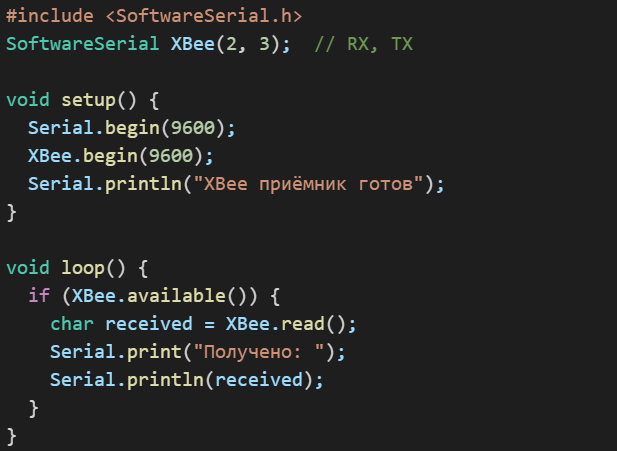


Рисунок 7 – Пример кода для приема данных

**Преимущества:** Возможность построения сложных сетей (Mesh, Point-to-Multipoint), низкое энергопотребление, стабильность связи.

**Недостатки:** Более высокая стоимость по сравнению с Bluetooth и Wi-Fi, сложность конфигурации.

# Заключение

В заключении можно отметить, что беспроводная передача данных между Arduino и компьютером представляет собой удобный и эффективный способ передачи информации. Она позволяет с легкостью управлять устройствами удаленно, осуществлять мониторинг, собирать данные и проводить эксперименты без необходимости физического подключения.

Выбор конкретного способа беспроводной передачи данных зависит от дальности, скорости передачи и устойчивости к помехам. Для небольших проектов удобнее использовать Bluetooth или Wi-Fi, а для передачи данных на большие расстояния – RF, LoRa или ZigBee.

В целом, беспроводная передача данных между Arduino и компьютером является мощным инструментом для реализации различных проектов и исследований. Правильный выбор метода передачи данных, оптимизированная работа с беспроводными модулями и соблюдение мер безопасности позволят достичь успешных результатов в разработке и управлении устройствами на основе Arduino.