

**Федеральное агентство связи**

**Государственное федеральное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования**

**ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ**

**ЭЛЕКТРОННАЯ  
БИБЛИОТЕЧНАЯ СИСТЕМА**

**Самара**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ  
Государственное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Поволжский государственный университет телекоммуникаций и  
информатики»

Кафедра МСИБ

Методическая разработка к лабораторной работе по  
дисциплинам КС, ОТСИ и СБШД

**«Передачи информации с помощью БШСД стандарта 802.1n»**

для студентов специальностей 210405, 210403, 210406, 210400

Составители:

к.т.н., доц. Киреева Н. В.

к.т.н., доц. Криштофович А.Ю.

ст. препод. Буранова М.А.

Редактор:

к.т.н., доц. Крыжановский А.В.

Рецензент:

д.т.н., проф. Росляков А.В.

Самара 2011

**Цель работы:** организация передачи информации посредством беспроводной широкополосной сети доступа стандарта IEEE 802.11n.

## Технология беспроводного доступа

Под технологией WI-FI принято понимать семейство стандартов Международного института инженеров по электронике и электротехнике (IEEE) серии 802.11x, где x – обозначение одной из букв английского алфавита. Первым стандартом беспроводных сетей, получившим широкое распространение на территории Российской Федерации, был стандарт IEEE 802.11b. Он опубликован в 1999 году и позволяет организовать обмен информацией на скоростях до 11 Мб/с. Развитие технологии повлекло появление стандарта IEEE 802.11g в 2003 году, технические методы, описанные в котором, позволяют организовать передачу данных на скорости до 54 Мб/с. Последней, на данный момент, разработкой в этом направлении явился стандарт IEEE 802.11n, позволяющий достигать скоростей 100 Мб/с и выше. В дальнейшем, в данной методической разработке под термином WI-FI будем понимать стандарт IEEE 802.11n.

Стандарт IEEE 802.11 определяет порядок организации беспроводных сетей на уровне управления доступом к среде (MAC-уровне) и физическом (PHY) уровне. В стандарте определен один вариант MAC (Medium Access Control) уровня и три типа физических каналов.

Подобно проводному Ethernet, IEEE 802.11 определяет протокол использования единой среды передачи, получивший название carrier sense multiple access collision avoidance (CSMA/CA). Вероятность коллизий беспроводных узлов минимизируется путем предварительной посылки короткого сообщения, называемого ready to send (RTS), оно информирует другие узлы о продолжительности предстоящей передачи и адресате. Это позволяет другим узлам задержать передачу на время, равное объявленной длительности сообщения. Приемная станция должна ответить на RTS посылкой clear to send (CTS). Это позволяет передающему узлу узнать, свободна ли среда и готов ли приемный узел к приему. После получения пакета данных приемный узел должен передать подтверждение (ACK) факта безошибочного приема. Если ACK не получено, попытка передачи пакета данных будет повторена.

В стандарте предусмотрено обеспечение безопасности данных, которое включает аутентификацию для проверки того, что узел, входящий в сеть, авторизован в ней, а также шифрование для защиты от подслушивания.

На физическом уровне стандарт предусматривает два типа радиоканалов и один инфракрасного диапазона.

В основу стандарта 802.11 положена сотовая архитектура. Сеть может состоять из одной или нескольких ячеек (сот). Каждая сота управляется базовой станцией, называемой точкой доступа (Access Point, AP). Точка доступа и находящиеся в пределах радиуса ее действия рабочие станции образуют базовую зону обслуживания (Basic Service Set, BSS). Точки доступа многосотовой сети взаимодействуют между собой через распределительную

систему (Distribution System, DS), представляющую собой эквивалент магистрального сегмента кабельных ЛС. Вся инфраструктура, включающая точки доступа и распределительную систему, образует расширенную зону обслуживания (Extended Service Set). Стандартом предусмотрен также односотовый вариант беспроводной сети, который может быть реализован и без точки доступа, при этом часть ее функций выполняется непосредственно рабочими станциями.

Стандарт IEEE 802.11 работает на двух нижних уровнях модели ISO/OSI: физическом и канальном. Другими словами, использовать оборудование Wi-Fi так же просто, как и Ethernet: протокол TCP/IP накладывается поверх протокола, описывающего передачу информации по каналу связи. Расширение IEEE 802.11b не затрагивает канальный уровень и вносит изменения в IEEE 802.11 только на физическом уровне.

В беспроводной локальной сети есть два типа оборудования: клиент (обычно это компьютер, укомплектованный беспроводной сетевой картой, но может быть и иное устройство) и точка доступа, которая выполняет роль моста между беспроводной и проводной сетями. Точка доступа содержит приемопередатчик, интерфейс проводной сети, а также встроенный микрокомпьютер и программное обеспечение для обработки данных.

Стандартом IEEE 802.11n предусмотрена работа в двух частотных диапазонах. Первый диапазон от 2400 МГц до 24835 МГц, который в литературе часто называется просто «диапазон 2,4 ГГц» и диапазон 5 ГГц – от 5,15ГГц до 5,35ГГц или от 5,47ГГц до 5,85ГГц.

Рассмотрим, для примера, организацию передачи информации в диапазоне 2,4 ГГц. При передаче информации возникают эфирные помехи. Одним из основных способов борьбы с эфирными помехами в технологии WiFi является метод расширения спектра методом прямой последовательности (DSSS - Direct Sequence Spread Spectrum). Суть метода состоит в преднамеренном увеличении ширины спектра сигнала таким образом, что узкополосная помеха не вызывает серьёзного искажения передаваемого сигнала и, следовательно, не ведёт к ошибке при передаче.

При использовании метода DSSS весь частотный диапазон 2400 МГц – 24835 МГц делится на 13 частично перекрывающихся каналов с интервалами 5 МГц между ними (таблица 1). В полосе 5 ГГц доступны 19 каналов. Каждый канал занимает диапазон приблизительно 20 МГц. Для увеличения скорости передачи стандартом IEEE 802.11n предусмотрена возможность объединения двух каналов в один шириной 40 МГц. Для передачи используется один из каналов шириной 20 или 40 МГц.

В любом из каналов, выбранных системой для передачи используется мультиплексирование посредством ортогональных несущих (OFDM – Orthogonal Frequency Digital Multiplexing). Стандарт предусматривает использование 56 модулированных поднесущих частот, где 4 – пилотные и 52 – информационные. На каждой из несущих возможно использование следующих

видов модуляций: двухпозиционная фазовая манипуляция (BPSK – Bipolar Phase Shift Keying), четырёхпозиционная фазовая манипуляция (QPSK – Quadrature Phase Shift Keying), квадратурно-амплитудная модуляция (QAM – Quadrature Amplitude Modulation) с количеством позиций 16 или 64. Таким образом, благодаря совместному использованию OFDM и QAM64 максимальное количество бит, которое может передаваться в один момент времени составляет 312. Для сравнения, в сетях проводной связи стандарта IEEE 802.3, известного всем как Ethernet, в один момент времени может передаваться только 1 бит данных.

Таблица 1.

Номер канала	Средняя частота канала, МГц
1	2412
2	2417
3	2422
4	2427
5	2432
6	2437
7	2442
8	2447
9	2452
10	2457
11	2462
12	2467
13	2472

В дополнение к указанным способам для увеличения скорости передачи в стандарте IEEE 802.11n используется технология множественного ввода-вывода MIMO (Multiple Input Multiple Output). Технология предполагает использование нескольких приёмных и нескольких передающих антенн, что позволяет организовать несколько потоков данных, подобных описанным выше. Максимальное разрешенное стандартом количество антенн – четыре или MIMO 4X4 (четыре приёмных и четыре передающих антенны). Таким образом, передаваемый поток информации может быть разделён на 4 независимо передаваемых потока, которые на приёмной стороне вновь собираются в один высокоскоростной поток, что помогает решить проблему невысокой эфирной скорости. Теоретически, использование технологии MIMO 4X4 позволяет в 4 раза увеличить скорость передачи системы по сравнению с аналогичной одноканальной. Отсюда и такое значительное различие в расчётных скоростях технологий IEEE 802.11g – 54 Мб/с и 802.11n – 600 Мб/с. Дополнительный выигрыш в скорости получается за счёт использования большего количества несущих OFDM (52 вместо 48 в IEEE 802.11g), увеличения ширины спектра канала с 20 до 40 МГц, использования более эффективного свёрточного

кодирования (5/6 в 802.11n вместо 3/4 в 802.11g) и сокращения защитного интервала между передаваемыми элементами с 800 нс до 400 нс. Необходимо отметить, что публикаций об успешном тестировании передачи на скорости 600 Мб/с на сегодняшний день нет.

Преимущества стандарта 802.11n не ограничиваются только усовершенствованием физического уровня. В работе традиционных беспроводных широкополосных сетей доступа (БШСД) значительная часть накладных расходов связана с передачей подтверждений приема кадров (АСК). Принимающая станция передает кадр АСК (передающей станции) в ответ на каждый принятый ею кадр. Если передающая станция не получает кадр АСК, она пересылает неподтвержденный кадр повторно.

Передача кадров АСК и защитные интервалы занимают значительную часть пропускной способности радиоканала, поэтому, чтобы увеличить эффективность работы последнего, в стандарте предусмотрены функции агрегирования кадров и подтверждения приема блока кадров (*Block АСК*).

*Агрегирование кадров* — это объединение двух или более кадров в один большой кадр, с целью снижения в сеансе сетевой работы числа межкадровых интервалов и кадров АСК. Передаваемый по радиоканалу агрегированный кадр, который получил название А-MPDU (Aggregate MAC Protocol Data Unit), может иметь длину до 64 Кбайт и состоять из множества традиционных кадров длиной от 52 до 2304 байт.

При использовании протокола *Block АСК* прием множества кадров подтверждается одним кадром. Этот протокол повышает эффективность работы сети, устраняя квитирование приема каждого кадра. В целях повышения эффективности использования полосы пропускания радиоканала в стандарте 802.11n кадр *Block АСК* был укорочен с традиционных 128 до 8 байт.

## Ход работы:

Для организации передачи информации посредством беспроводной широкополосной сети доступа стандарта IEEE 802.11n, необходимо использовать беспроводную точку доступа D-link DAP 2690 и адаптер для персонального компьютера DWA-131.

1. Подключится к беспроводной точке доступа (далее AP – Access Point) с использованием браузера Internet Explorer для чего ввести в адресной строке IP-адрес 192.168.0.50. В появившемся окне авторизации ввести логин «admin» и оставив пустым поле «пароль».

2. Войти в меню Wireless settings и задать основные параметры:

a. Частотный диапазон (Wireless Band) – 2,4 ГГц;

b. Режим (Mode) – точка доступа (Access point);

c. Имя сети или SSID (service set identifier). Имя сети это имя, которое будет использоваться для идентификации сети в эфире. Оно может быть любым набором латинских букв и цифр. При сканировании сети можно увидеть все доступные на данный момент сети в которых разрешена трансляция SSID. Если поставить на точке доступа запрет на трансляцию SSID, то при поиске сетей с ПК сеть не будет отображаться. Идентификатор набора услуг SSID является не только именем. С ним связаны так же ряд сетевых параметров, таких как способ аутентификации, фильтры трафика, частотные диапазоны и т.д. – отсюда и название – идентификатор набора услуг.

d. Трансляция SSID (SSID Visibility). Разрешение или запрет трансляции SSID. Необходимо разрешить трансляцию.

e. Автоматический выбор канала (Auto channel selection). Опция позволяет выбирать канал, обеспечивающий максимальное качество передачи. Необходимо выбрать параметр «Включено» (Enable).

f. Ширина канала (Channel Width). Необходимо выставить 20 МГц.

g. Аутентификация (Authentication). Этот параметр задаёт способ защиты сети. Поскольку целью данной работы не является организация защиты, необходимо выбрать «Открытый доступ» (Open system).

3. Аналогичные настройки проделать в настройках беспроводного сетевого адаптера IEEE 802.11n вашего персонального компьютера.

4. Организовать передачу и приём файлов из указанной преподавателем сетевой папки.

5. Провести измерения скорости с использованием утилиты IPerf.

**Тестирование скорости передачи обязательно. Бригада, достигшая скорости 600 Мб/с, получит оценку 5, 300 Мб/с – 4, 150 – 3, остальные – проводят повторное тестирование.**

**Контрольные вопросы:**

1. Развитие технологии беспроводного доступа.
2. Метод доступа стандарта IEEE 802.11.
3. Архитектура стандарта 802.11.
4. Оборудование, используемое в беспроводной локальной сети.
5. Как организована передача информации в диапазоне 2,4 ГГц?
6. Способы увеличения скорости передачи в стандарте IEEE 802.11n.
7. Какой основной способ борьбы с экранными помехами в технологии Wi-Fi?
8. Преимущества стандарта IEEE 802.11n.
9. Что означает агрегирование кадров?
10. Как можно повысить эффективность использования полосы пропускания радиоканала в стандарте 802.11n?
11. Как осуществляется мультиплексирование посредством ортогональных несущих (OFDM)?