



Организация беспроводных сетей

Часть 1

Передача данных и режимы
работы беспроводного
оборудования

Свойства беспроводных сетей

Беспроводные сети Wi-Fi (Wireless Fidelity) служат добавлением или заменой проводным сетям при построении сетевой инфраструктуры

Достоинства:

- **Мобильность:** Пользователи могут свободно перемещаться, т.к. обеспечивается доступ к сетевым ресурсам компании из любого места.
- **Простота развертывания:** Беспроводные сети легко переместить и установить в любом месте.

Недостатки:

Меньшая скорость, подверженность помехам, сложнее обеспечить безопасность передачи информации.

Область применения

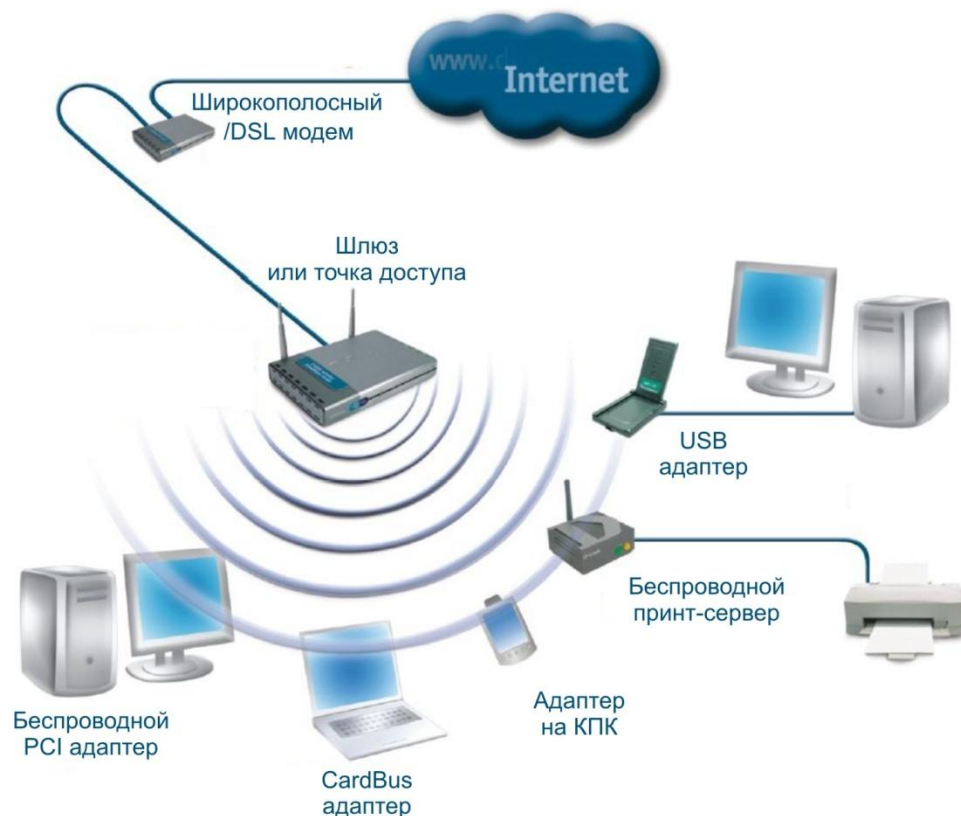
- Внутриофисные сети
- Домашние сети
- Выставочные комплексы и конференц-залы
- Доступ к интернет в гостиницах, кафе, студенческих городках –“hot spot”
- Сети провайдеров Интернет: подключение клиентов там, где нельзя протянуть кабель
- «Гостевой» доступ к корпоративной сети для клиентов и партнеров

Оборудование

Для построения беспроводной сети используются:

- Адаптеры

- Точки доступа.



Адаптеры



Адаптер выполняет функцию сетевой карты, и служит для подключения компьютера пользователя к беспроводной сети.

Адаптер подключается через слот расширения PCI, PCMCIA, CompactFlash или через порт USB 2.0.

Адаптерами часто снабжены ноутбуки и КПК, что позволяет легко подключать их к беспроводным сетям.

Точка доступа



- *Точка доступа* - автономный модуль со встроенным микрокомпьютером и приемно-передающим устройством.
- Через точку доступа осуществляется взаимодействие и обмен информацией от адаптеров.
- Точка доступа играет роль коммутатора.

Базовые понятия

- **Зона обслуживания** (service set): логически сгруппированные устройства для подключения к беспроводной сети
- **Идентификатор зоны обслуживания** (service set identifier, SSID): идентификатор для определения принадлежности устройства к конкретной зоне обслуживания

Термины **аналоговый** и **цифровой** приблизительно соответствуют терминам непрерывный и дискретный. В сфере передачи данных эти два термина часто используются по меньшей мере в трех контекстах: при рассмотрении *данных, сигналов и передачи*.

Определим *данные* как объекты, передающие смысл, или информацию. *Сигналы* — это электрическое или электромагнитное представление данных. *Передача* — процесс перемещения данных путем распространения сигналов по передающей среде и их обработки.

Сигналы для передачи данных

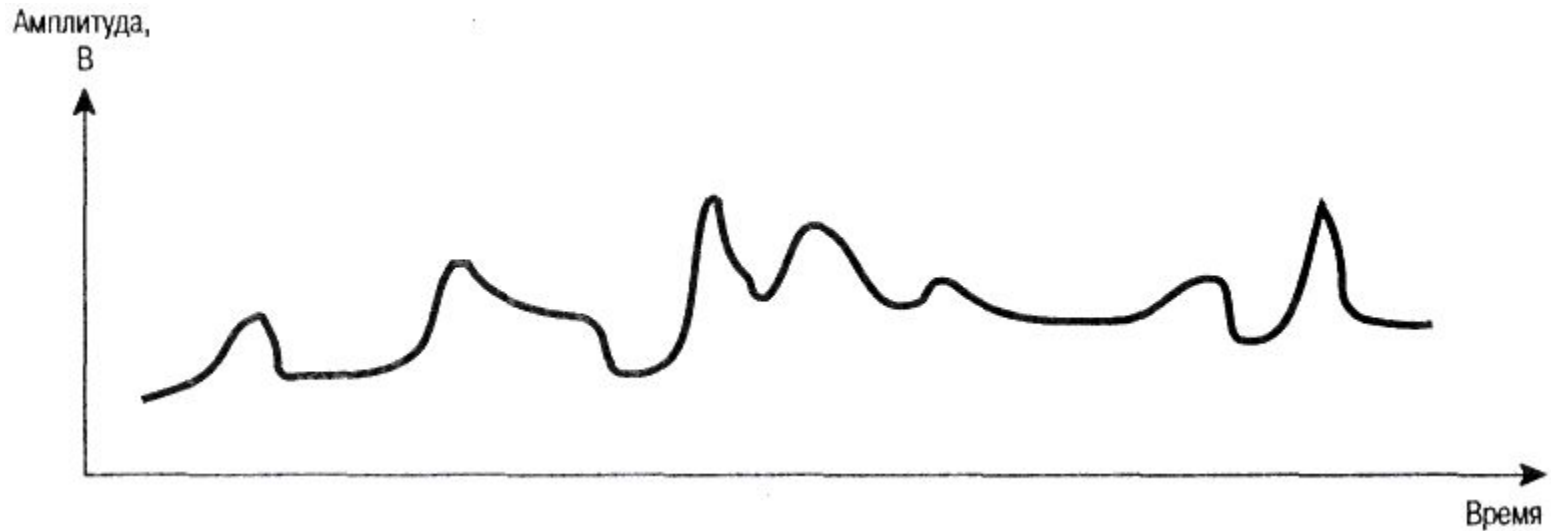
- Аналоговый сигнал

Интенсивность аналогового сигнала изменяется постепенно.

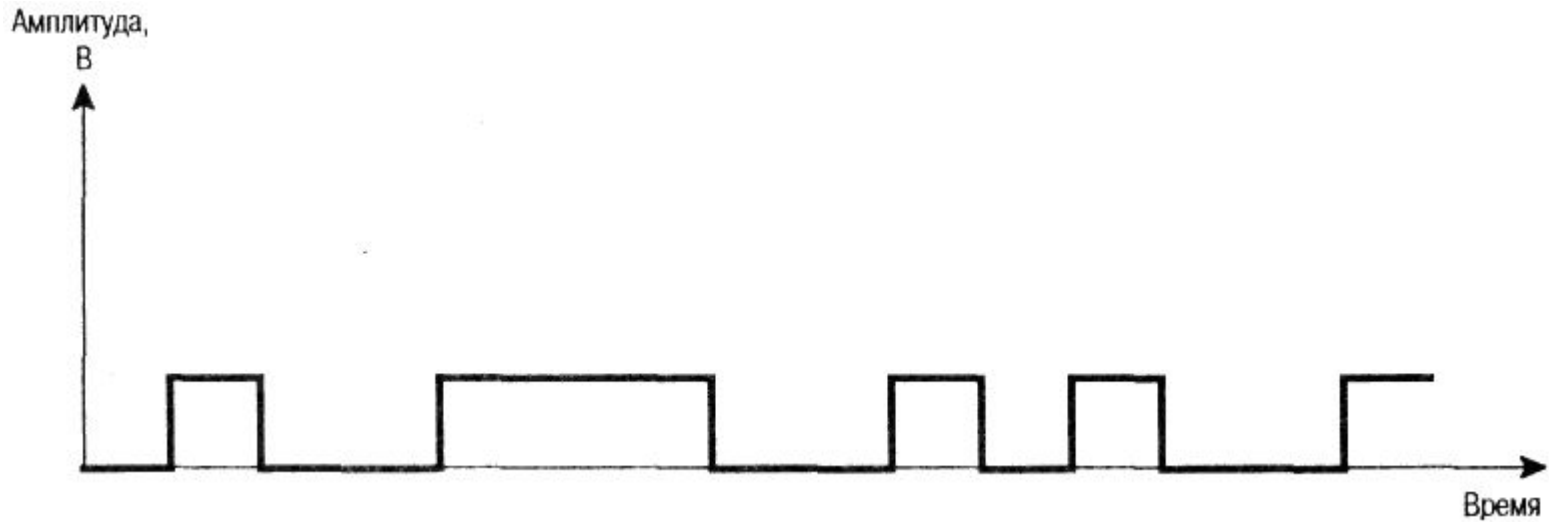
- Цифровой сигнал

Интенсивность в течение некоторого периода поддерживается на постоянном уровне, а затем изменяется также на постоянную величину

Пример аналогового сигнала



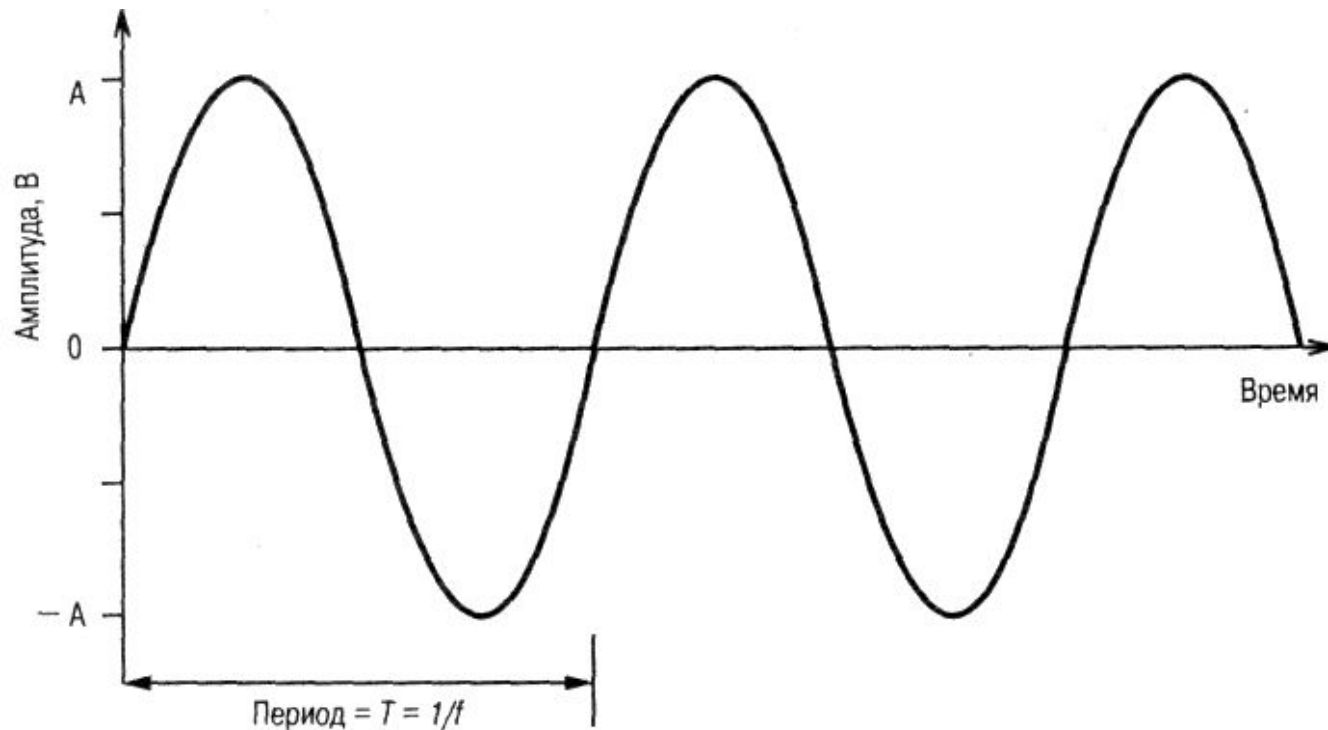
Пример цифрового сигнала



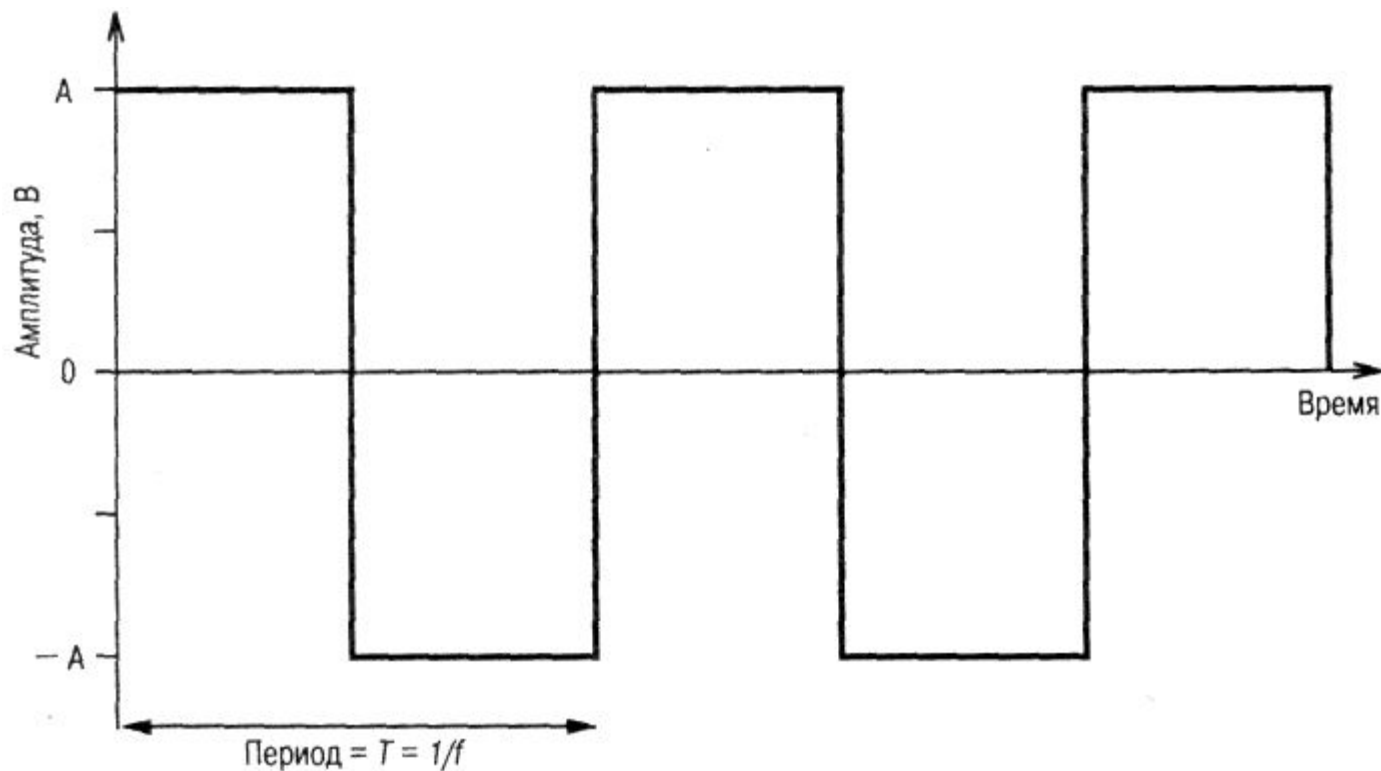
Периодический сигнал

- Математическое определение: сигнал $s(t)$ является периодическим тогда и только тогда, когда $s(t + T) = s(t)$, $-\infty < t < +\infty$ где постоянная T является периодом сигнала

Пример периодического аналогового сигнала - синусоида



Пример периодического цифрового сигнала - меандр

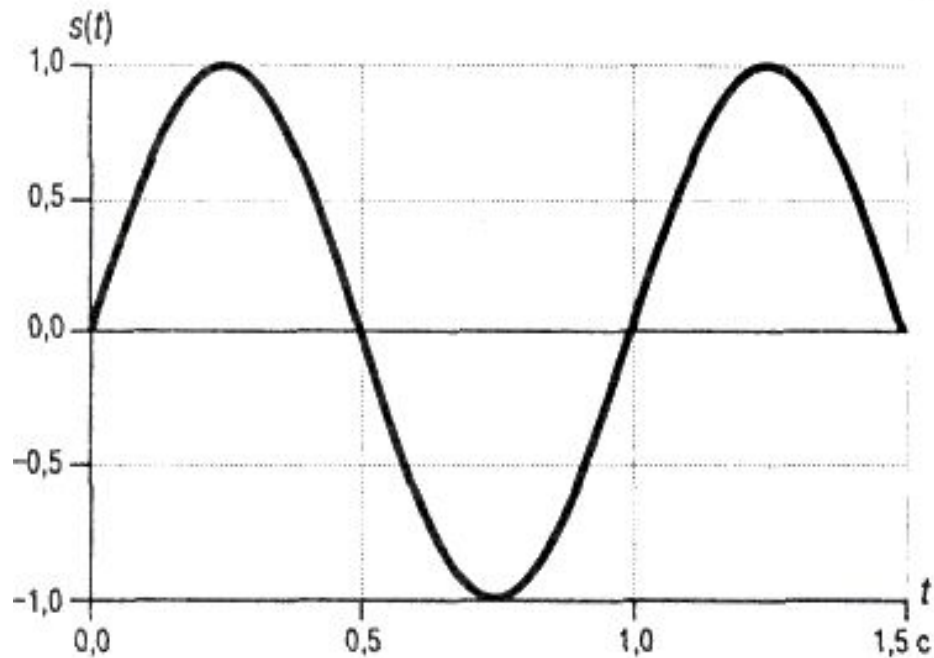


Синусоида – фундаментальный сигнал, его параметры:

- $s(t) = A \sin(2\pi ft + \phi)$
- Максимальная амплитуда A
- Частота f
- Фаза ϕ

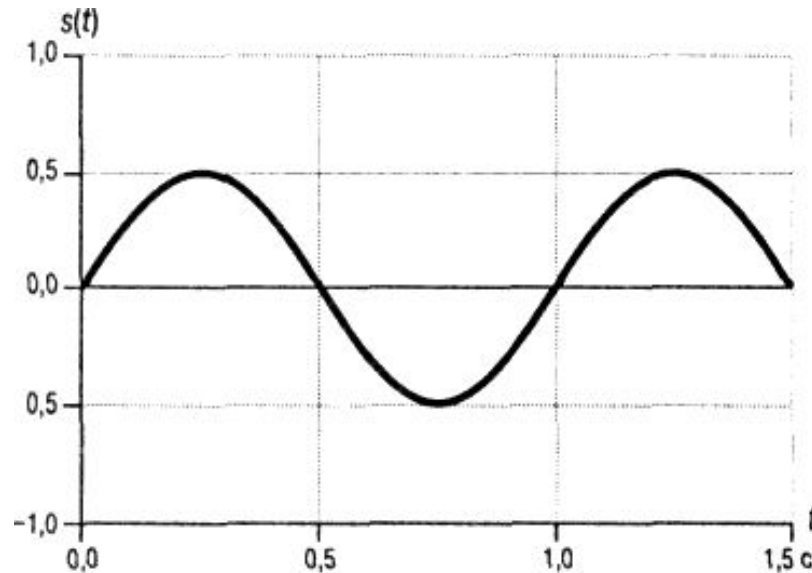
Влияние изменения каждого из трех параметров:

Основные параметры синусоидального сигнала



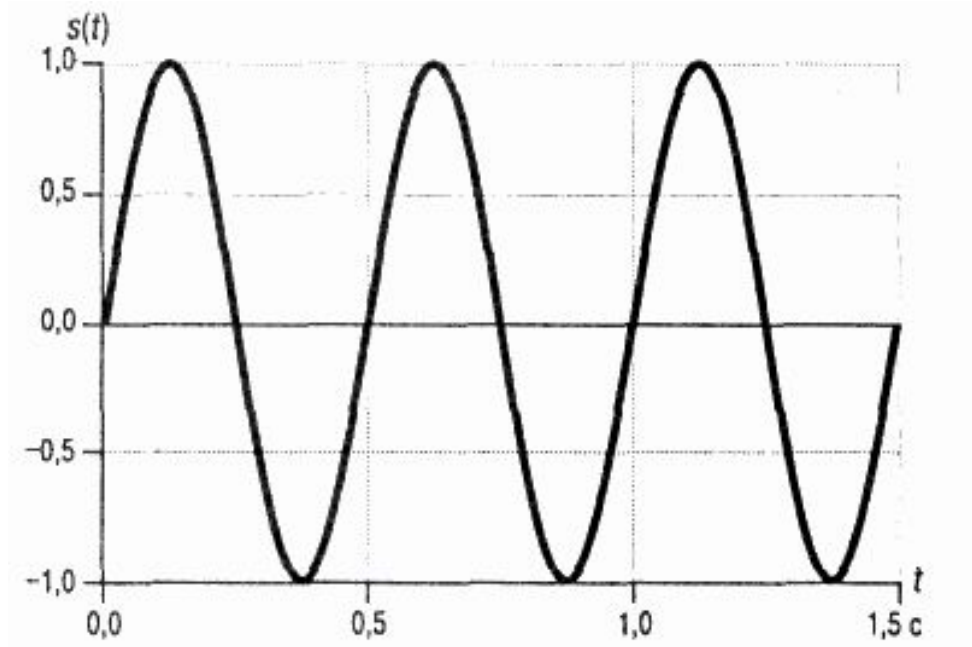
$$A = 1, f = 1, \phi = 0$$

Основные параметры синусоидального сигнала



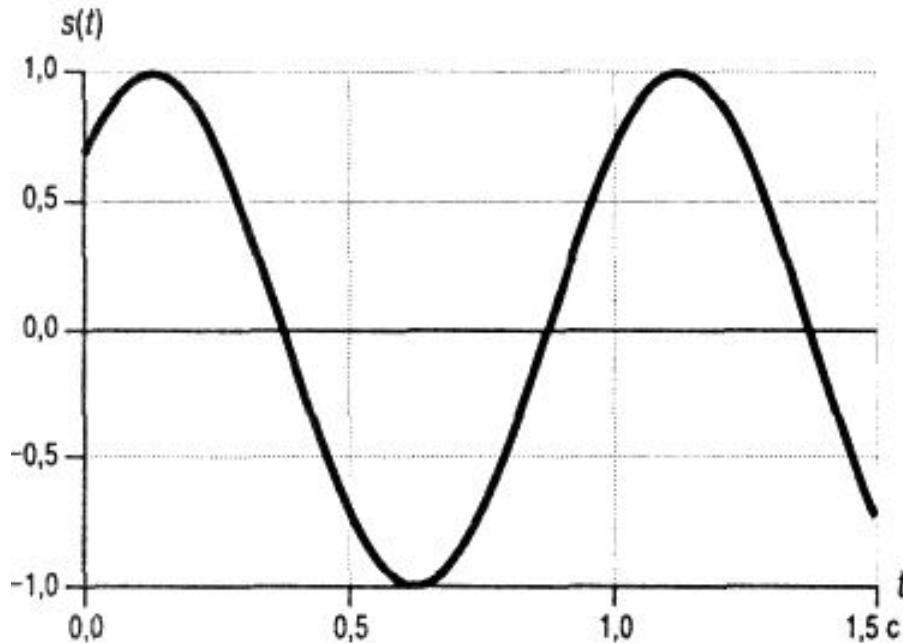
$$A = 0.5, f = 1, \phi = 0$$

Основные параметры синусоидального сигнала



$$A = 1, f = 2, \phi = 0$$

Основные параметры синусоидального сигнала



$$A = 1, f = 1, \phi = \pi / 4$$

Длина волны

- Расстояние между двумя точками равных фаз двух последовательных циклов

$$\lambda = vT$$

$$\lambda f = v$$

- В вакууме электромагнитная волна распространяется со скоростью света $\approx 3 \times 10^8$ м/с

с

Анализ Фурье

- Можно показать, что любой сигнал складывается из синусоидальных составляющих с разными частотами, амплитудами и фазами.
- Сложив вместе достаточное количество синусоидальных сигналов с соответствующими амплитудами, частотами и фазами, можно получить электромагнитный сигнал любой формы. Аналогично, любой электромагнитный сигнал рассматривается как совокупность периодических наложенных (синусоидальных) сигналов с разными амплитудами, частотами и фазами.

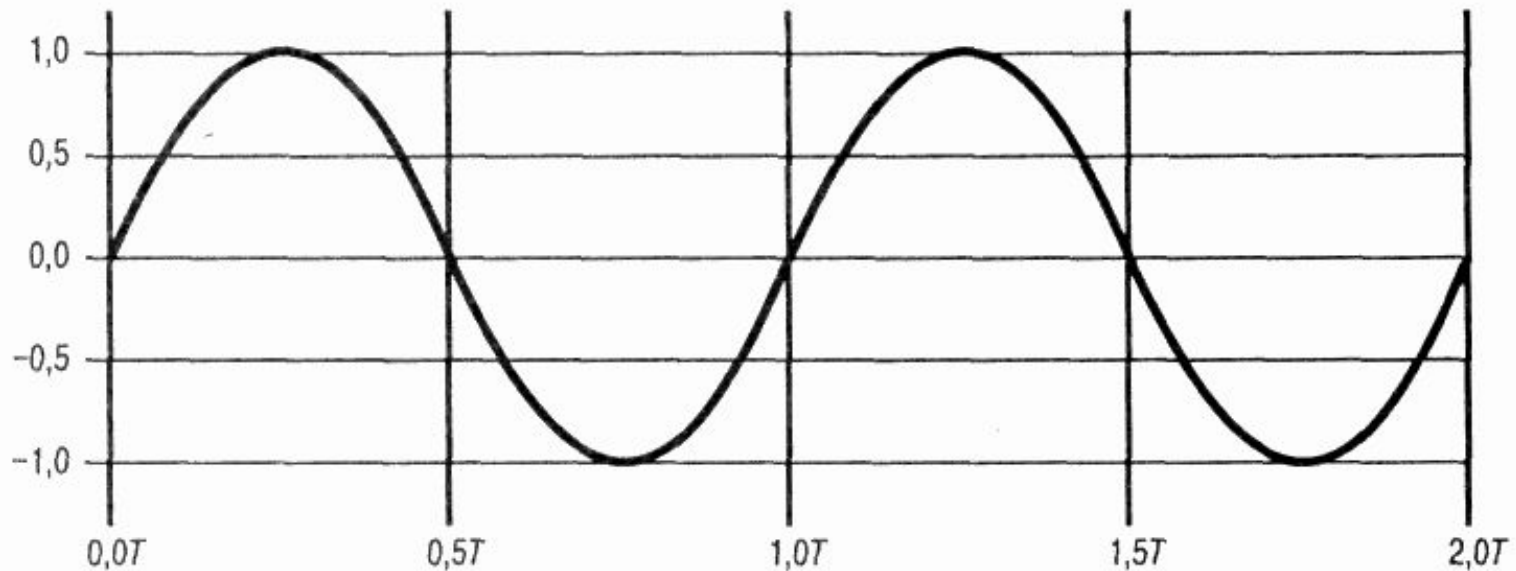
Реальный электромагнитный сигнал

Составлен из многих частот.

- Пример

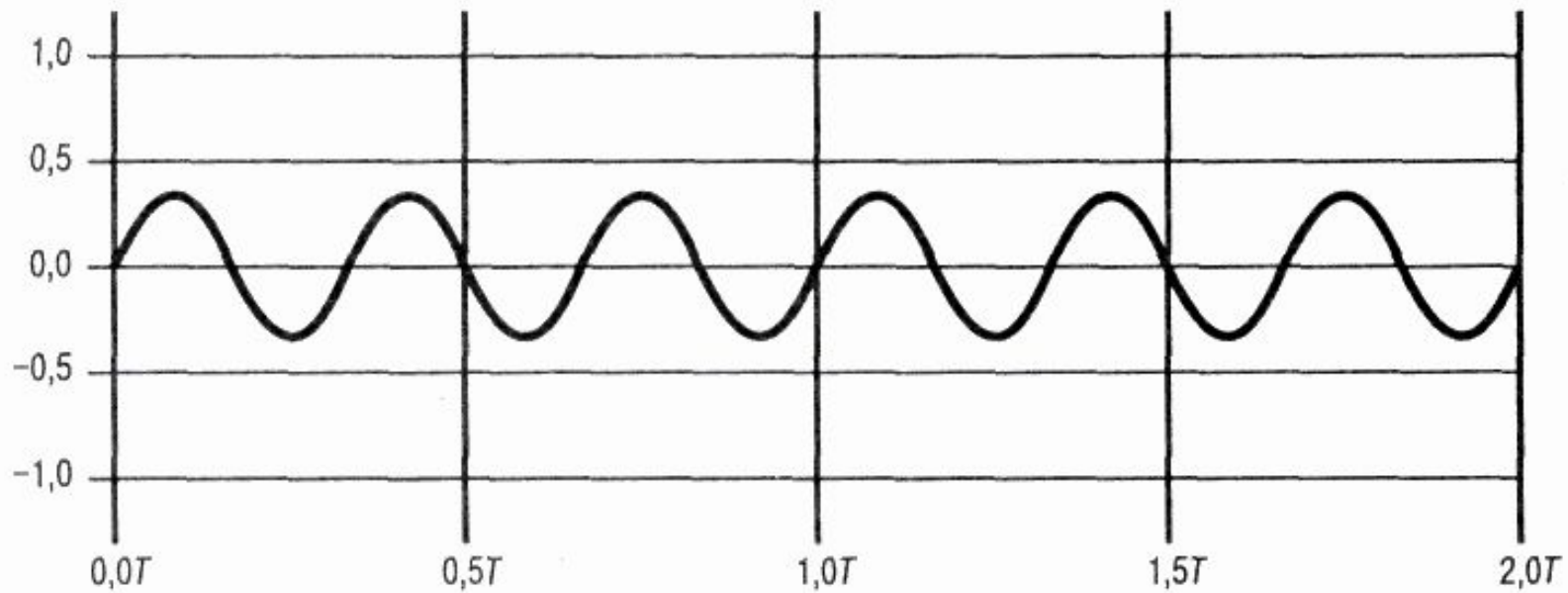
$$s(t) = (4 / \pi) \times [\sin(2\pi ft) + (1 / 3) \sin(2\pi (3f)t)]$$

Первая составляющая



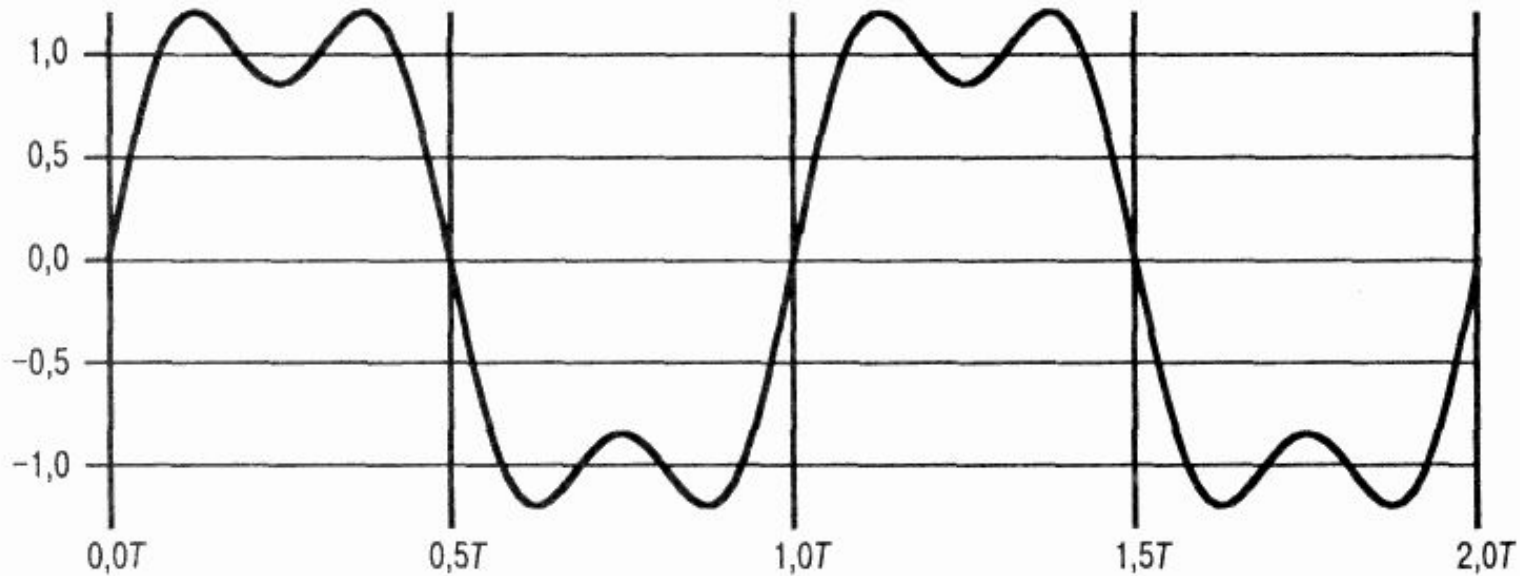
$$\sin(2\pi ft)$$

Вторая составляющая



$$(1/3) \sin(2\pi(3f)t)$$

Результирующий сигнал



$$(4 / \pi) \times [\sin(2\pi ft) + (1 / 3) \sin(2\pi (3f)t)]$$

Составляющие прямоугольного сигнала

$$s(t) = A \times \frac{4}{\pi} \sum_{k=1,3,5\dots}^{\infty} \frac{\sin(2\pi kft)}{k}$$

Этот сигнал содержит бесконечное число частотных составляющих и следовательно, имеет бесконечную ширину полосы. Впрочем, максимальная амплитуд k -й составляющей с частотой равна всего лишь $1/k$, поэтому большая часть энергии данного сигнала приходится на несколько первых составляющих.

Спектр

- Спектром сигнала называется область частот, составляющих данный сигнал.
- Для сигнала $s(t) = (4/\pi) \times [\sin(2\pi ft) + (1/3)\sin(2\pi(3f)t)]$ спектр простирается от f до $3f$
- Для прямоугольного сигнала спектр простирается от f до ∞

Аналоговые и цифровые данные

- Аналоговые данные принимают непрерывные значения из некоторого диапазона. Пример: звуковые сигналы, видеосигналы.
- Цифровые данные принимают только дискретные значения. Пример: текст, целые числа

Аналоговые и цифровые сигналы

- Аналоговый сигнал представляет собой непрерывно изменяющуюся электромагнитную волну
- Цифровой сигнал представляет собой последовательность импульсов напряжения

Цифровая передача

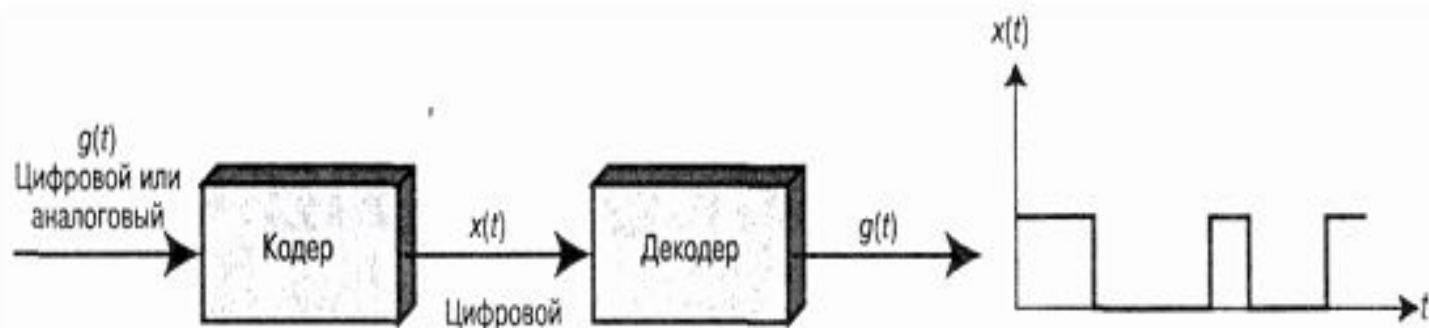
- Передача цифровых данных
- Используется аналоговый сигнал
- Для передачи цифровых данных на большие расстояния используют ретрансляторы

Модуляция

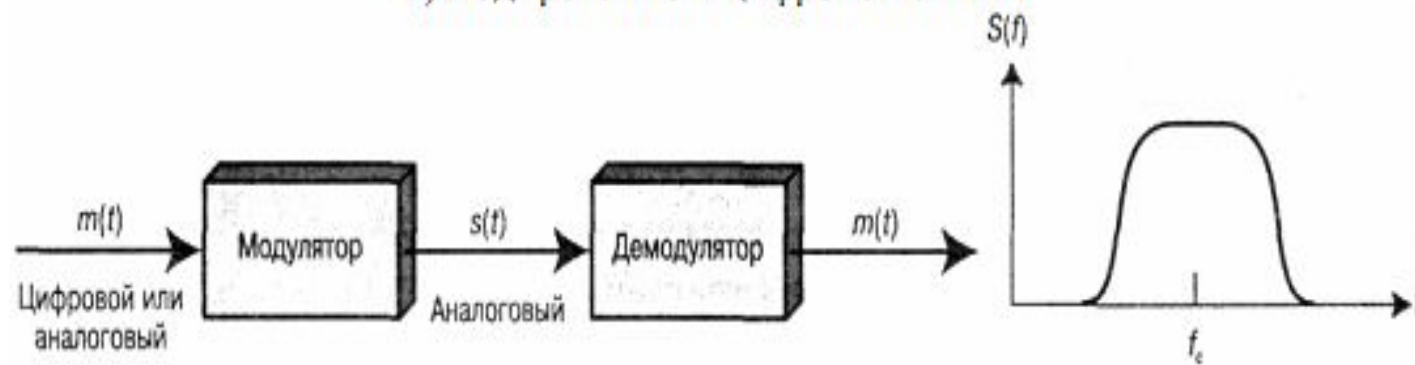
- Данные передаются с помощью несущего сигнала
- Модуляция – процесс кодирования исходных данных несущим сигналом с частотой f_c
- Все методы модуляции основаны на операциях с одним (или более) из трех фундаментальных параметров сигнала: амплитуда, частота, фаза

Модуляция

- Поступающий сигнал $m(t)$ называется модулируемым или немодулированным сигналом
- Результат модулирования несущего сигнала называется модулированным сигналом $s(t)$



а) Кодирование в цифровой сигнал



б) Модуляция в аналоговый сигнал

Аналоговые данные, аналоговые сигналы

- Исторически модуляция начала применяться для аналоговой информации
- Необходимость в модуляции возникает если нужно передать низкочастотный аналоговый сигнал через канал, находящийся в высокочастотной области спектра

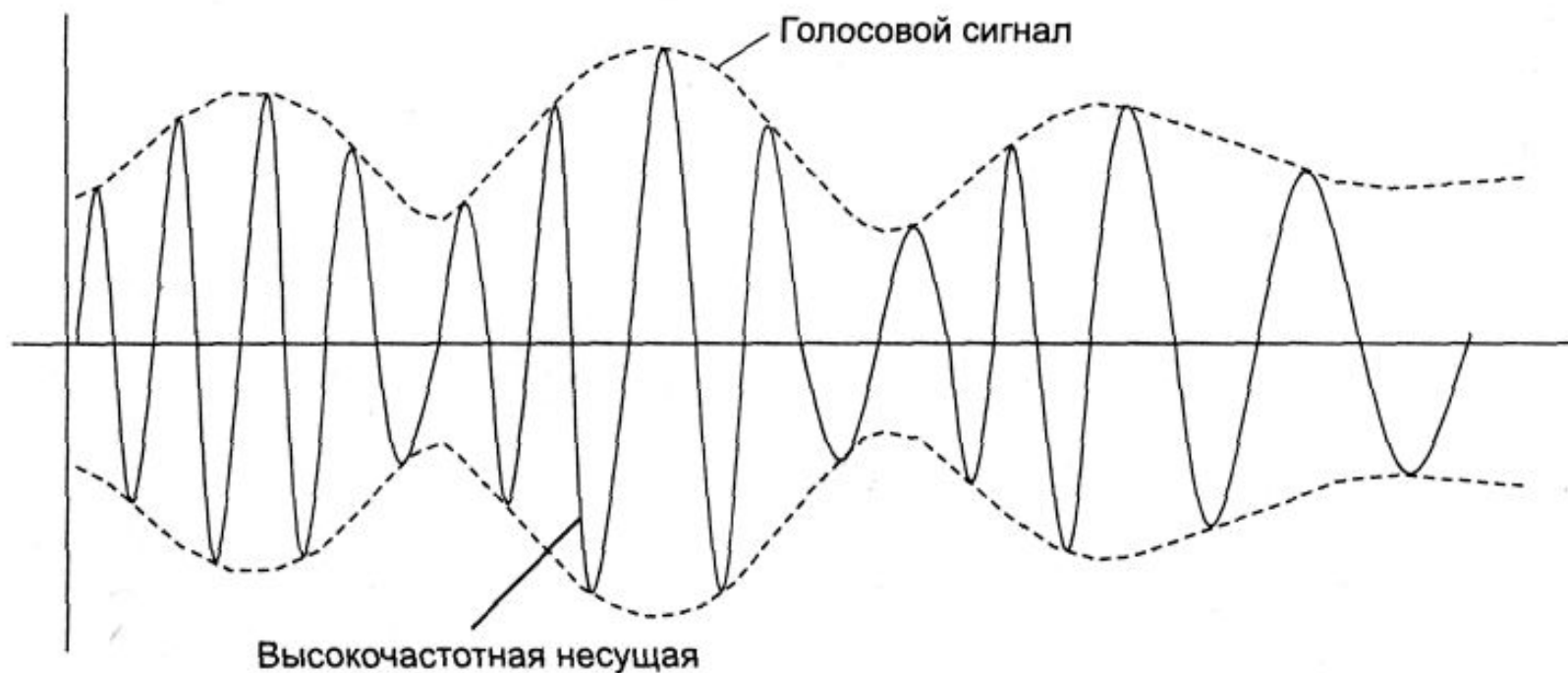
Основные понятия

- Длительность или длина бита – время, затрачиваемое передатчиком на излучение этого бита
- Сигнальная посылка – импульс сигнала постоянной частоты, фазы и амплитуды
- Скорость модуляции – скорость изменения уровня сигнала бит/с

Амплитудная модуляция

- АМ (Amplitude Modulation)
- Амплитуду высокочастотного несущего сигнала изменяют (модулируют) в соответствие с изменением низкочастотного аналогового сигнала

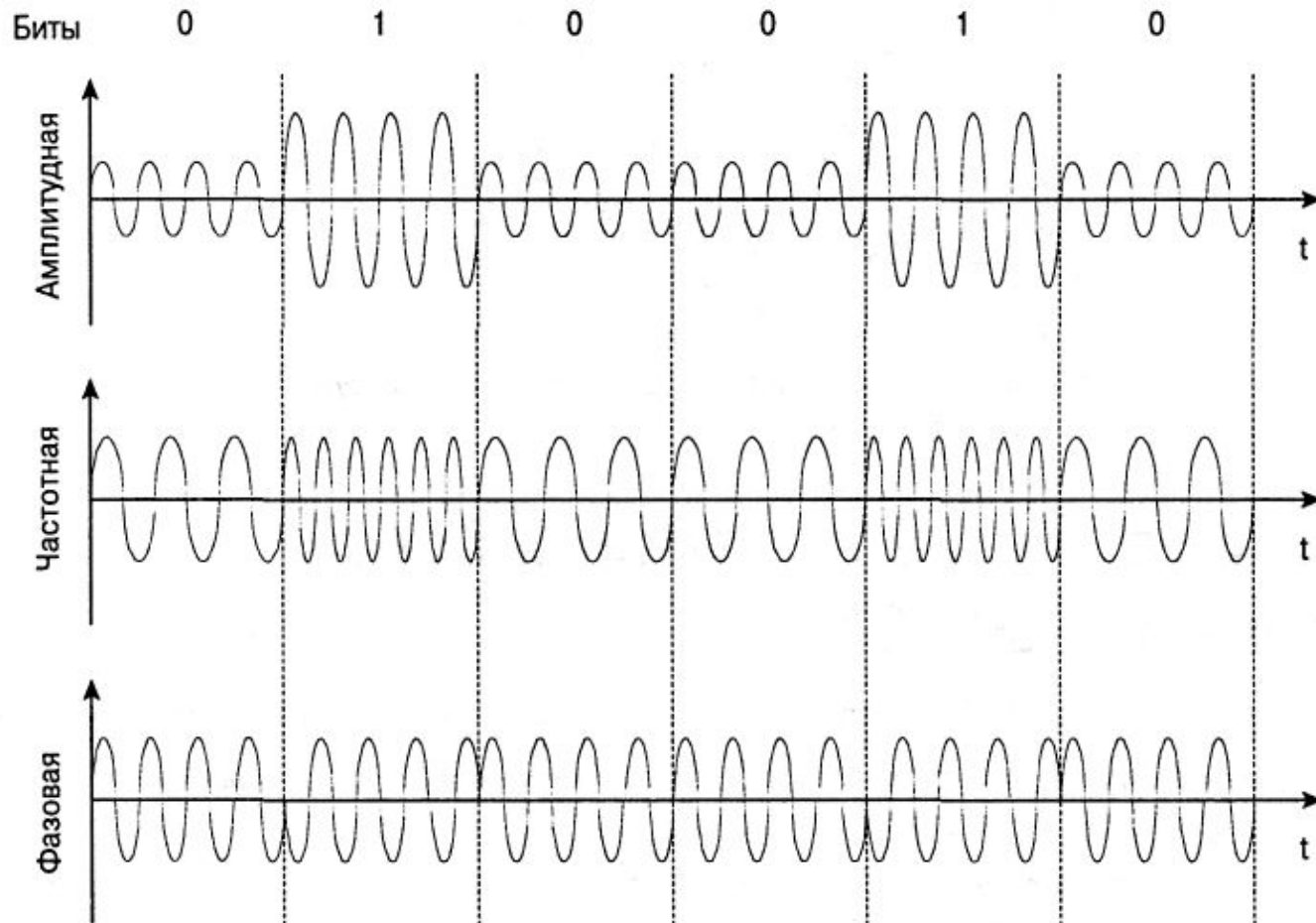
Пример амплитудной модуляции ГОЛОСОВЫМ СИГНАЛОМ



Цифровые данные, аналоговые сигналы

- Амплитудная модуляция
(Amplitude-Shift Keying – ASK)
- Частотная модуляция
(Frequency-Shift Keying – FSK)
- Фазовая модуляция
(Phase-Shift Keying – PSK)

Модуляция цифровых данных аналоговым сигналом



Амплитудная модуляция

- Два двоичных значения представляются сигналами несущей частоты с двумя различными амплитудами.
- Одна из амплитуд, как правило, выбирается равной нулю, т.е. одно двоичное число представляется наличием несущей частоты при постоянной амплитуде, а другое — ее отсутствием.
- Результирующий сигнал:

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t) & \text{- двоичная 1} \\ 0 & \text{- двоичный 0} \end{cases}$$

Здесь $A \cos(2\pi f_c t)$ — несущий сигнал.

Частотная модуляция

- Наиболее распространенной формой является бинарная частотная модуляция (Binary FSK)
- Два двоичных числа представляются сигналами двух различных частот, расположенных около несущей

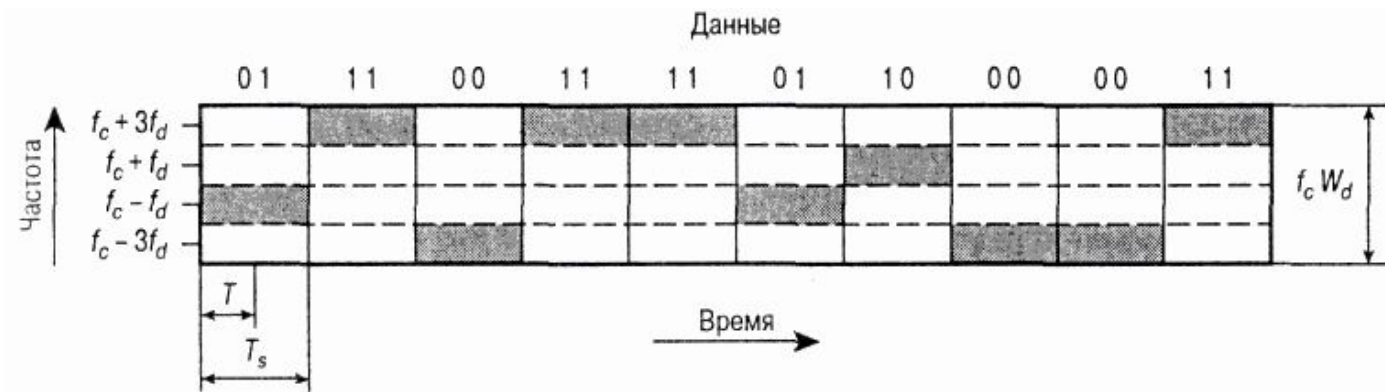
$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_1 t) - \text{двоичная } 1 \\ A \cos(2\pi f_2 t) - \text{двоичный } 0 \end{cases}$$

Где f_1 и f_2 — частоты, смещенные от несущей частоты f_c на величины, равные по модулю, но противоположные по знаку.

Многочастотная модуляция (Multiple FSK)

- Используется более двух частот
- Более эффективная, чем бинарная
- Более подвержена ошибкам, чем бинарная
- Каждая сигнальная посылка представляет более одного бита.

Пример 4-уровневой MFSK



- T – длина бита
- T_s – длина сигнальной посылки
- f_c - несущая частота
- f_d – разностная частота

Бинарная фазовая модуляция

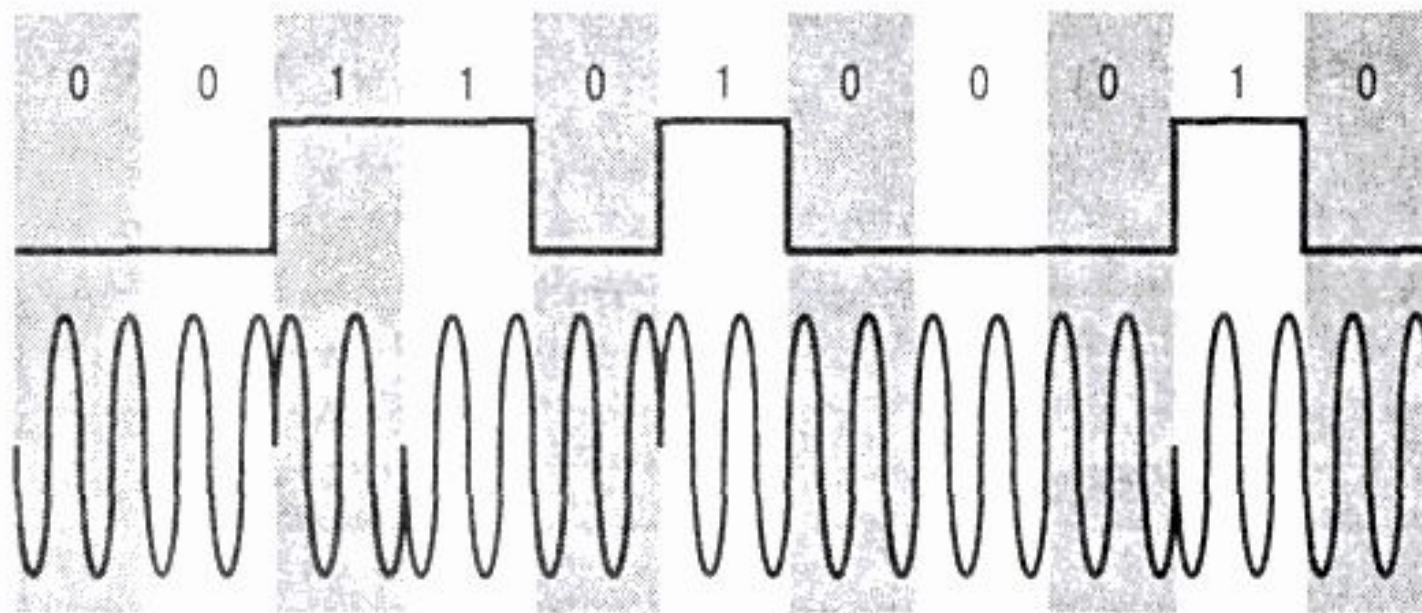
- Для представления данных выполняется смещение несущего сигнала.
- Для представления двух двоичных цифр используется две фазы

$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t) \\ A \cos(2\pi f_c t + \pi) \end{cases} = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t) - \text{двоичная } 1 \\ -A \cos(2\pi f_c t) - \text{двоичный } 0 \end{cases}$$

Дифференциальная фазовая модуляция (DPSK)

- Двоичный 0 представляется сигнальным пакетом, фаза которого совпадает с фазой предыдущего посланного пакета
- Двоичная 1 представляется сигнальным пакетом с фазой, противоположной фазе предыдущего пакета

Дифференциальная фазовая модуляция



Квадратурная фазовая модуляция

- QPSK (Quadrature Phase-Shift Keying)
- Используются сдвиги фаз кратные 90 градусов

QAM (Quadrature amplitude modulation)

- Совмещает в себе амплитудную и фазовую модуляции
- Используются преимущества одновременной передачи двух различных сигналов на одной несущей частоте, но при этом задействованы две копии несущей частоты, сдвинутые относительно друг друга на 90

Пропускная способность канала

- Скорость передачи данных – это скорость в битах в секунду (бит/с), с которой могут передаваться данные
- Ширина полосы – ширина полосы передаваемого сигнала
- Шум – средний уровень шума в канале связи
- Уровень ошибок – частота появления ошибок

Уплотнение

- Одна из основных проблем построения беспроводных систем — это решение задачи доступа многих пользователей к ограниченному ресурсу среды передачи
- Задача уплотнения — выделить каждому каналу связи пространство, время, частоту и/или код

Уплотнение с пространственным разделением

- Основано на разделении сигналов в пространстве
- Передатчик посылает сигнал, используя код s , время t и частоту f в области s_i
То есть каждое беспроводное устройство может вести передачу данных только в границах одной определенной территории, на которой любому другому устройству запрещено передавать свои сообщения.

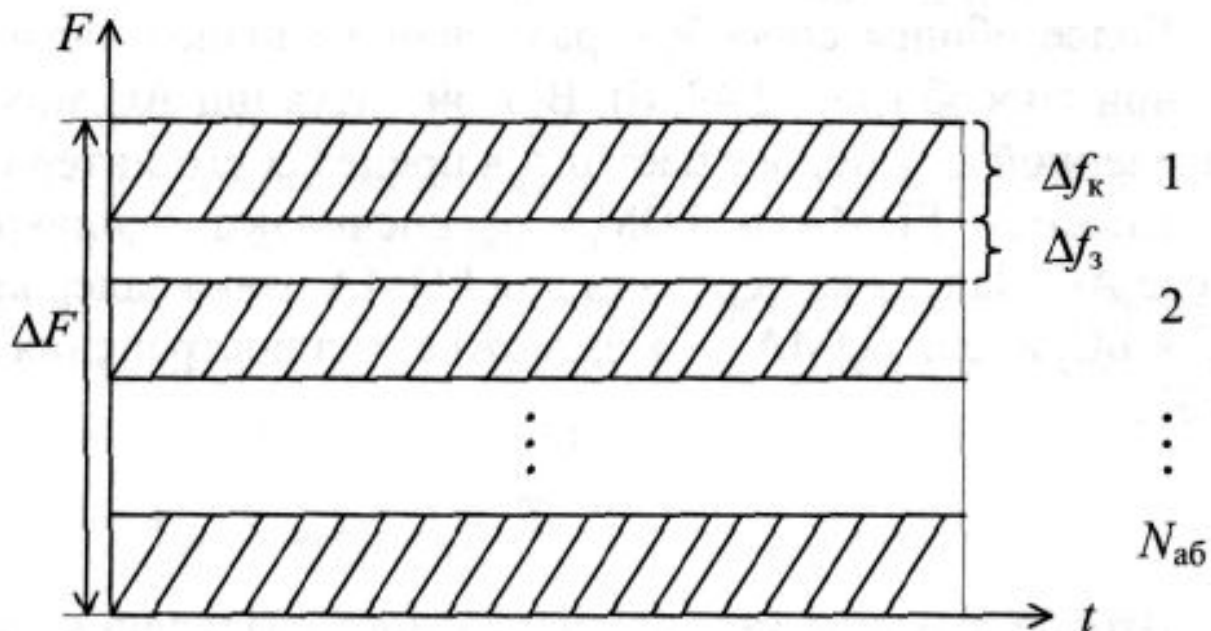
Уплотнение с пространственным разделением

- Получил широкое распространение
- Адаптивная перестройка мощности передатчиков
- Системы на основе секторных антенн

Уплотнение с частотным разделением

- FDM (Frequency Division Multiplexing)
- Каждое устройство работает на строго определенной частоте
- Наиболее известный метод
- Неоправданное расточительство частотных ресурсов

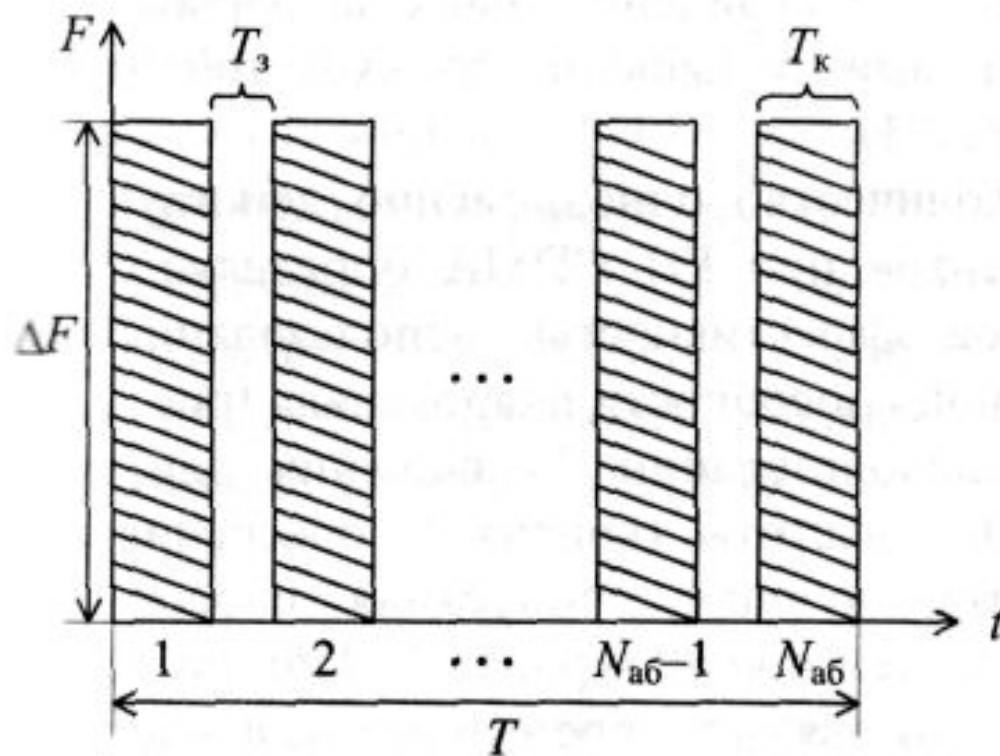
Принцип частотного разделения каналов



Уплотнение с временным разделением

- TDM (Time Division Multiplexing)
- каждый передатчик транслирует сигнал на одной и той же частоте f в области s , но в различные промежутки времени t_i при строгих требованиях к синхронизации процесса передачи
- Более гибкая схема

Принцип временного разделения каналов



Уплотнение с кодовым разделением

- все передатчики передают сигналы на одной и той же частоте f в области s во время t , но с разными кодами c_i
- Кодовые последовательности уникальны для каждого передатчика
- Повышенная защищенность и скрытность передачи данных

Механизм мультиплексирования посредством ортогональных несущих

- OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
- Весь частотный диапазон разбивают на достаточно много поднесущих
- Передача ведется одновременно по всем поднесущим

Достоинства OFDM

- Подавление негативных последствий многолучевого распространения, таких как межсимвольная интерференция и замирания

Технология расширенного спектра

- Изначально создавалась для разведывательных и военных целей
- Идея состоит в том, чтобы распределить информационный сигнал в широкой полосе радиодиапазона, что позволит усложнить подавление или перехват сигнала

Технология расширенного спектра

- Расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты

Frequency Hopping Spread Spectrum
FHSS

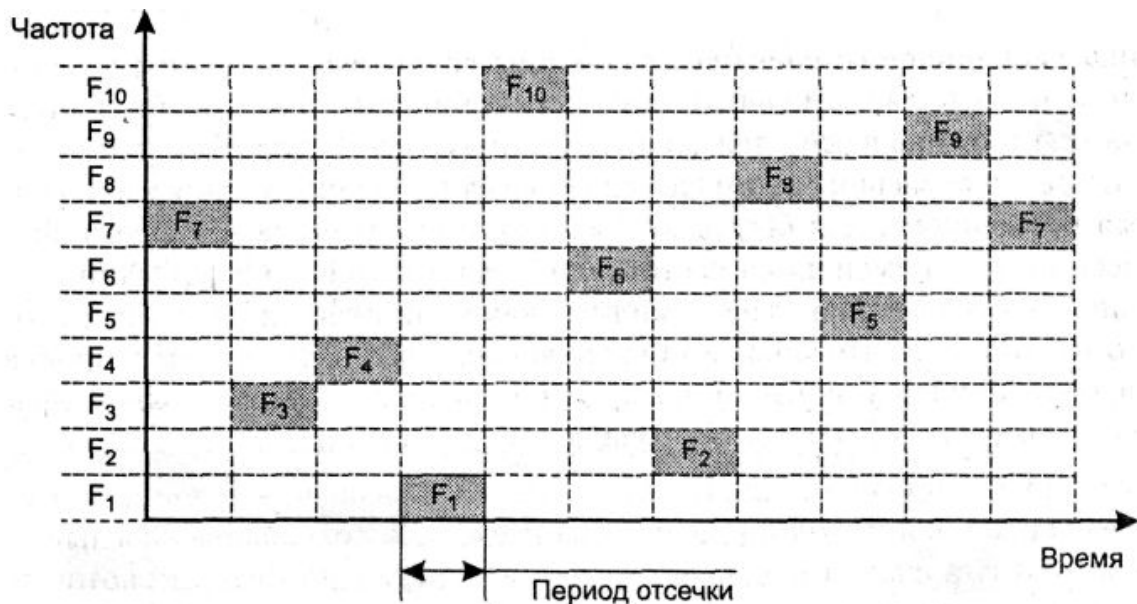
- Метод прямого последовательного расширения

Direct Sequence Spread Spectrum DSSS

Расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты FHSS

- Передача ведется с постоянной сменой несущей в пределах широкого диапазона частот
- Последовательность несущих частот выбирается псевдослучайной, известной только приемнику и передатчику

Расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты FHSS



- Последовательность перестройки частот:

$F_7 - F_3 - F_4 - F_1 - F_{10} - F_6 - F_2 - F_8 - F_5 - F_9$

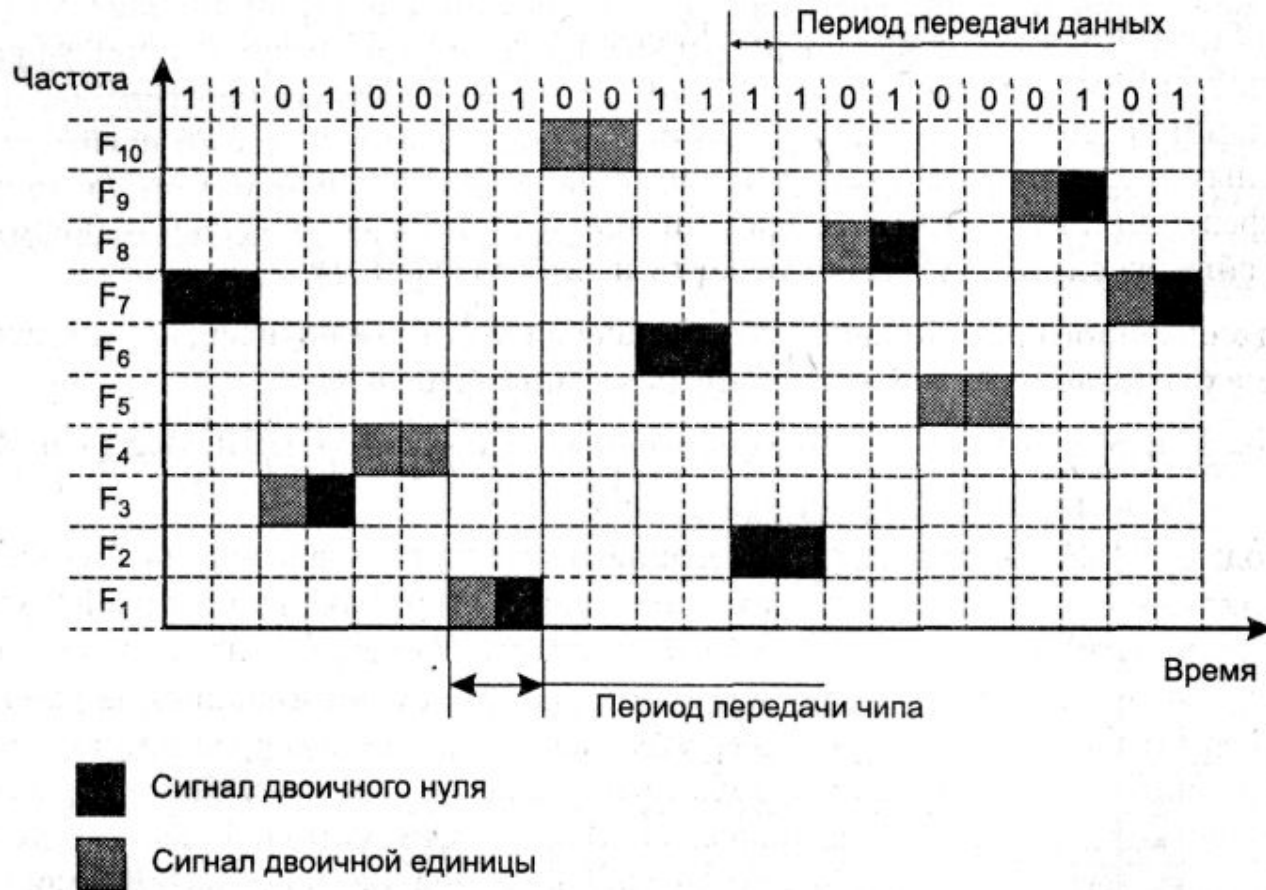
Расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты FHSS

- На каждой несущей частоте применяются стандартные методы модуляции, такие как FSK и PSK
- Для синхронизации в начале каждого периода передачи передаются синхробиты

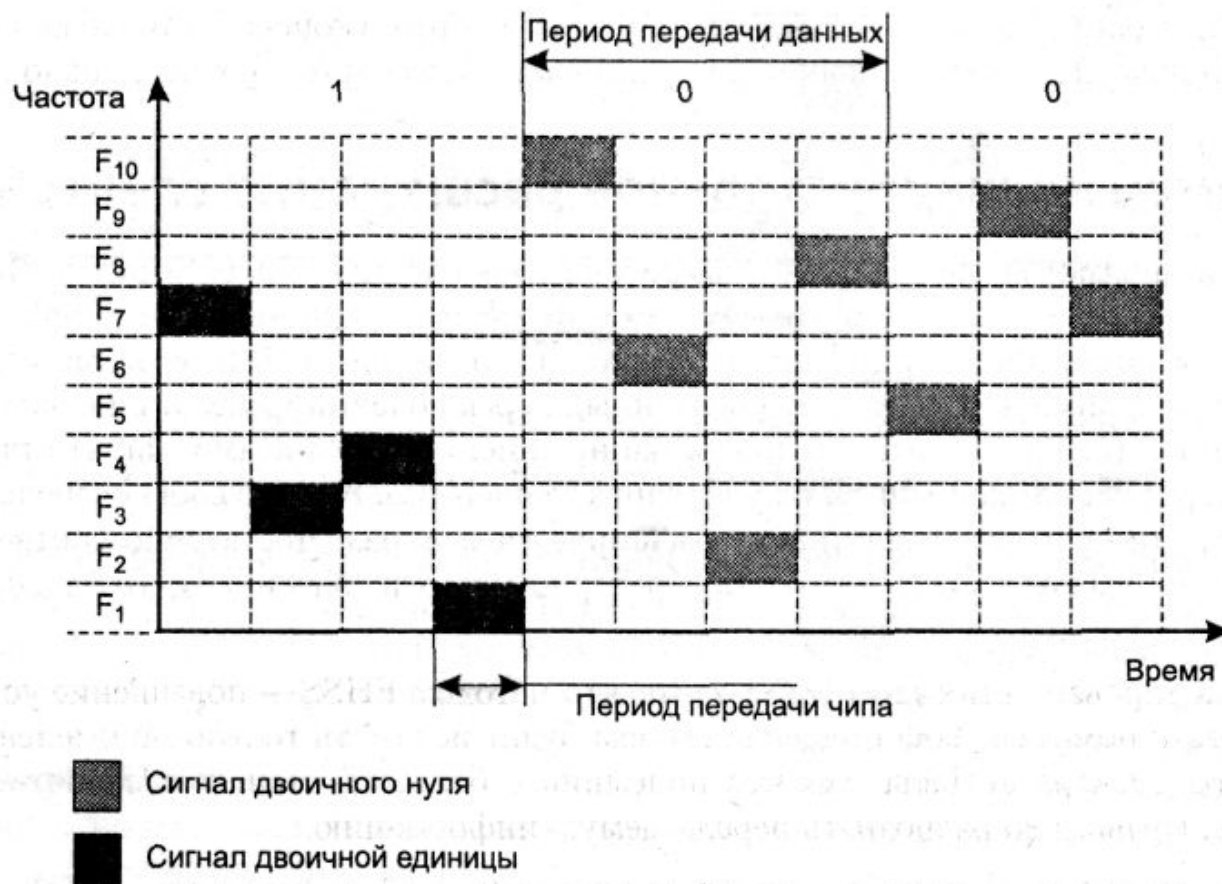
Расширение спектра скачкообразной перестройкой частоты FHSS

- Медленное расширение спектра – частота смены подканалов **ниже**, чем скорость передачи данных в канале
- Быстрое расширение спектра – частота смены подканалов **выше**, чем скорость передачи данных. Не проявляется эффект межсимвольной интерференции, т.к. ко времени прихода задержанного сигнала система успевает перейти на другую частоту.

Медленное расширение спектра



Быстрое расширение спектра



Быстрое расширение спектра

- Достоинства

 - Высокая помехоустойчивость

 - Борьба с эффектом межсимвольной интерференции

- Недостатки

 - Сложность реализации

Сети со скачкообразной перестройкой частоты FHSS

- Скорость передачи 1 и 2 Мбит/с
- 79 каналов по 1 МГц
- Перестройка частоты со скоростью не менее 2,5 раз в секунду
- Три неперекрывающихся набора каналов
- Используется в беспроводных технологиях IEEE и Bluetooth

Схема FHSS

набор	Схема скачкообразной перестройки частоты
1	{0,3,6,9,12,15,18,21,24,27,30,33,36,39,42,45,48,51,54,57,60,63,66,69,72,75}
2	{1,4,7,10,13,16,19,22,25,28,31,34,37,40,43,46,49,52,55,58,61,64,67,70,73,76}
3	{2,5,8,11,14,17,20,23,26,29,32,35,38,41,44,47,50,53,56,59,62,65,68,71,72,77}

Прямое последовательное расширение спектра DSSS

- Используется весь частотный диапазон, выделенный для одной беспроводной линии связи
- Суть: каждый бит информации заменяется N битами, так что тактовая скорость передачи увеличивается в N раз, следовательно спектр сигнала также возрастает в N раз
- Цель кодирования методом DSSS повышение устойчивости к помехам

Прямое последовательное расширение спектра DSSS

- Расширяющая последовательность – код, которым заменяется двоичная единица исходной информации
- Чип – бит расширяющей последовательности
- Чиповая скорость – скорость передачи результирующего сигнала

Расширяющая последовательность

- Примером значения расширяющей последовательности служит последовательность Баркера
- Последовательность Баркера:
10110111000
- Двоичный нуль кодируется инверсным значением расширяющей последовательности

Последовательность Баркера

- Передача трех битов 110 заменяется на передачу следующих битов:

10110111000

10110111000

01001000111

- Позволяет приемнику быстро синхронизироваться с передатчиком (надежно выявлять начало последовательности)

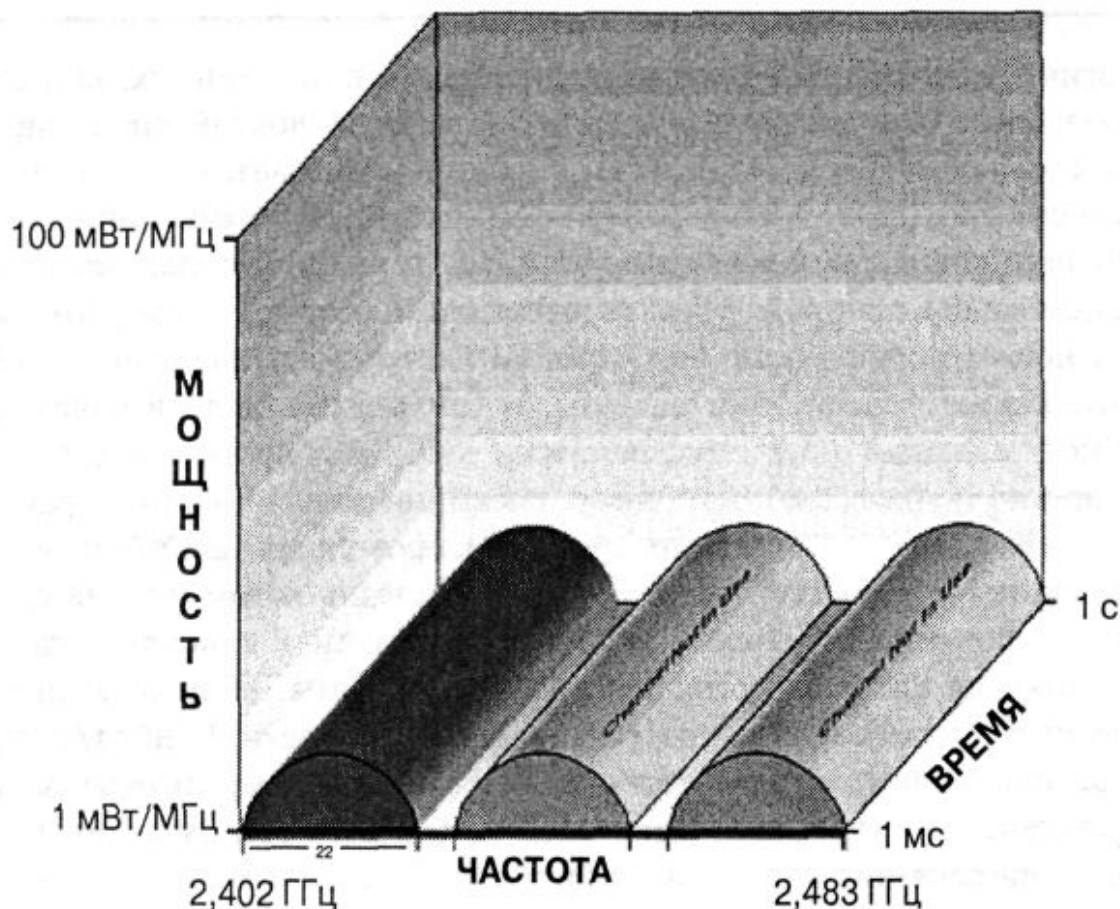
Последовательность Баркера

- Имеет небольшую разницу количества единиц и нулей
- Обладает отличными автокорреляционными свойствами, т.е. при сравнение последовательности Баркера с последовательностью сдвинутой на один бит влево или вправо будет меньше половины совпадений

Сети с расширением спектра методом прямой последовательности DSSS

- Скорость передачи данных 1 и 2 Мбит/с
- Ширина полосы по уровню 30 дБ 22 МГц
- Три неперекрывающихся канала
- Расширяющая последовательность - последовательность Баркера

Сети с расширением спектра методом прямой последовательности DSSS



Технологии физического уровня

- 802.11 – Изначальный 1 и 2 Мбит/с, 2.4 ГГц
- 802.11a – OFDM, 5 ГГц, до 54 Мбит/с
- 802.11b – DSSS, 2.4 ГГц, до 11 Мбит/с
- 802.11g – OFDM, 2.4 ГГц, до 54 Мбит/с
- 802.11n – 2.4 ГГц и 5 ГГц, до 300 Мбит/с с MIMO (использование нескольких антенн)

Стандарт 802.11b

- Скорости передачи данных 5.5 и 11 Мбит/с
- Совместимость с 802.11g
- Диапазон 2.4 ГГц
- Три неперекрывающихся канала
- Кодирование комплементарным кодом ССК
- Пакетное бинарное сверточное кодирование РВСС (необязательно)

Кодирование комплементарным кодом

- Complementary Code Keying (ССК)
- Относится к методам расширения спектра
- Расширяющий код представляет собой код из 8 комплексных чипов

Достоинства ССК

- Чипы определяются на основе последовательностей Уолша-Адамара, которые хорошо изучены и обладают хорошими свойствами
- Вид блочного кода, следовательно, простота аппаратной реализации

Пакетное бинарное сверточное кодирование

- Packet Binary Convolutional Coding
- Дополнительная (необязательная) опция стандарта 802.11b
- Скорость передачи данных до 22 Мбит/с

Пакетное бинарное сверточное кодирование

- Основано на сверточном кодировании
- Каждый бит заменяется двумя битами кодовой последовательности (c_0, c_1)
- Для скорости 5,5 Мбит/с BPSK
- Для скорости 11 Мбит/с QPSK
- Для скорости 22 Мбит/с каждые два бита заменяются тремя битами кодовой последовательности и модулируются 8-PSK

Стандарт 802.11a

- Максимальная скорость передачи данных 54 Мбит/с
- Частотный диапазон 5 ГГц
- 12 неперекрывающихся каналов
- OFDM

Стандарт 802.11a

- Число поднесущих 52, из них 48 – информационных, 4 – служебных
- Ширина полосы поднесущей 300 кГц
- Ширина полосы одного канала 20 МГц

Параметры передатчика 802.11a

Скорость передачи данных (Мбит/с)	Модуляция	Скорость сверточного кодирования	Число канальных битов на поднесущую	Число канальных битов на символ	Число битов данных
6	BPSK	$\frac{1}{2}$	1	48	24
9	BPSK	$\frac{3}{4}$	1	48	36
12	QPSK	$\frac{1}{2}$	2	96	48
18	QPSK	$\frac{3}{4}$	2	96	72
24	16-QAM	$\frac{1}{2}$	4	192	96
36	16-QAM	$\frac{3}{4}$	4	192	144
48	64-QAM	$\frac{2}{3}$	6	288	192
54	64-QAM	$\frac{3}{4}$	6	288	216

Стандарт 802.11g

- Перенесение схемы OFDM, прекрасно зарекомендовавшей себя в 802.11a, из диапазона 5 ГГц в диапазон 2,4 ГГц
- Скорость передачи данных до 54 Мбит/с
- Частотный диапазон 2,4 ГГц
- Обратная совместимость с 802.11b
- Три неперекрывающихся канала

Совместимость 802.11b/g

- Использование защитного механизма RTS/CTS (Запрос на отправку/Готовность к отправке) снижает пропускную способность до 12 Мбит/с
- Если использовать только CTS перед каждым OFDM кадром, пропускная способность будет 14,5 Мбит/с

Стандарт 802.11n

- Устройства 802.11n могут работать в трёх режимах:
 - наследуемом (Legacy), в котором обеспечивается поддержка устройств 802.11b/g и 802.11a
 - смешанном (Mixed), в котором поддерживаются устройства 802.11b/g, 802.11a и 802.11n
 - «чистом» режиме — 802.11n (именно в этом режиме и можно воспользоваться преимуществами повышенной скорости и увеличенной дальностью передачи данных, обеспечиваемыми стандартом 802.11n).
- Черновую версию стандарта 802.11n поддерживают многие современные сетевые устройства.

Возможные скорости и тип модуляции

Скорость, Мбит/с	Обязательно	Допустимо
1	Последовательность Баркера	
2	Последовательность Баркера	
5,5	ССК	РВСС
6	OFDM	ССК-OFDM
9		OFDM, ССК-OFDM
11	ССК	РВСС
12	OFDM	ССК-OFDM
18		OFDM, ССК-OFDM
22		РВСС
24	OFDM	ССК-OFDM
33		РВСС
36		OFDM, ССК-OFDM
48		OFDM, ССК-OFDM
54		OFDM, ССК-OFDM

Механизмы повышения скорости передачи

- Компания Atheros для стандартов 802.11a и g предложила так называемый режим Turbo Mode, это удвоение скорости до 108 Мбит/с за счет передачи информации одновременно по двум каналам
- Компания Intersil предложила технологию PRISM Nitro, включающую защитный механизм и групповую передачу кадров

Стандарты физического уровня

Параметр	802.11 DSSS	802.11 FHSS	802.11b	802.11a	802.11g
Частотный диапазон (ГГц)	2,4	2,4	2,4	5	2,4
Максимальная скорость передачи данных (Мбит/с)	2	2	11	54	54
Технология	DSSS	FHSS	CCK	OFDM	OFDM
Тип модуляции	QPSK	GFSK	QPSK	64-QAM	64-QAM
Число неперекрывающихся каналов	3	3	3	15	3



Топология сети

- Режим ad-hoc
- Режим инфраструктуры
- Расширенные режимы

Режим Ad-hoc (внеплановая сеть)

- В режиме *Ad hoc* клиенты устанавливают связь непосредственно друг с другом.
- Устанавливается одноранговое взаимодействие по типу «точка-точка»
- Клиенты связываются напрямую без применения точек доступа



Режим инфраструктуры

Инфраструктурный режим



Точки доступа обеспечивают связь клиентских компьютеров.

Точку доступа можно рассматривать как **беспроводной концентратор**

Режим инфраструктуры

- Точки доступа обеспечивают связь клиентов, выполняя роль коммутаторов
- Клиенты связываются друг с другом не напрямую, а через точку доступа, которая управляет процессом обмена.
- Точка доступа имеет канал (uplink port) для подключения зоны обслуживания к проводной сети Ethernet. Порт служит для интеграции в имеющуюся *инфраструктуру* сети.

Сравнение инфраструктурного и Ad-hoc режима

■ Режим Ad-hoc:

- для работы не требуется точка доступа
- Скорость соединения – не более 11Мб/с
- Невозможна интеграция в проводную сеть без дополнительного оборудования

■ Инфраструктурный режим

- Скорость соединения – 54 Мб/с (108 Мб/с)
- Легко интегрируется в проводную инфраструктуру
- Требуется точка доступа

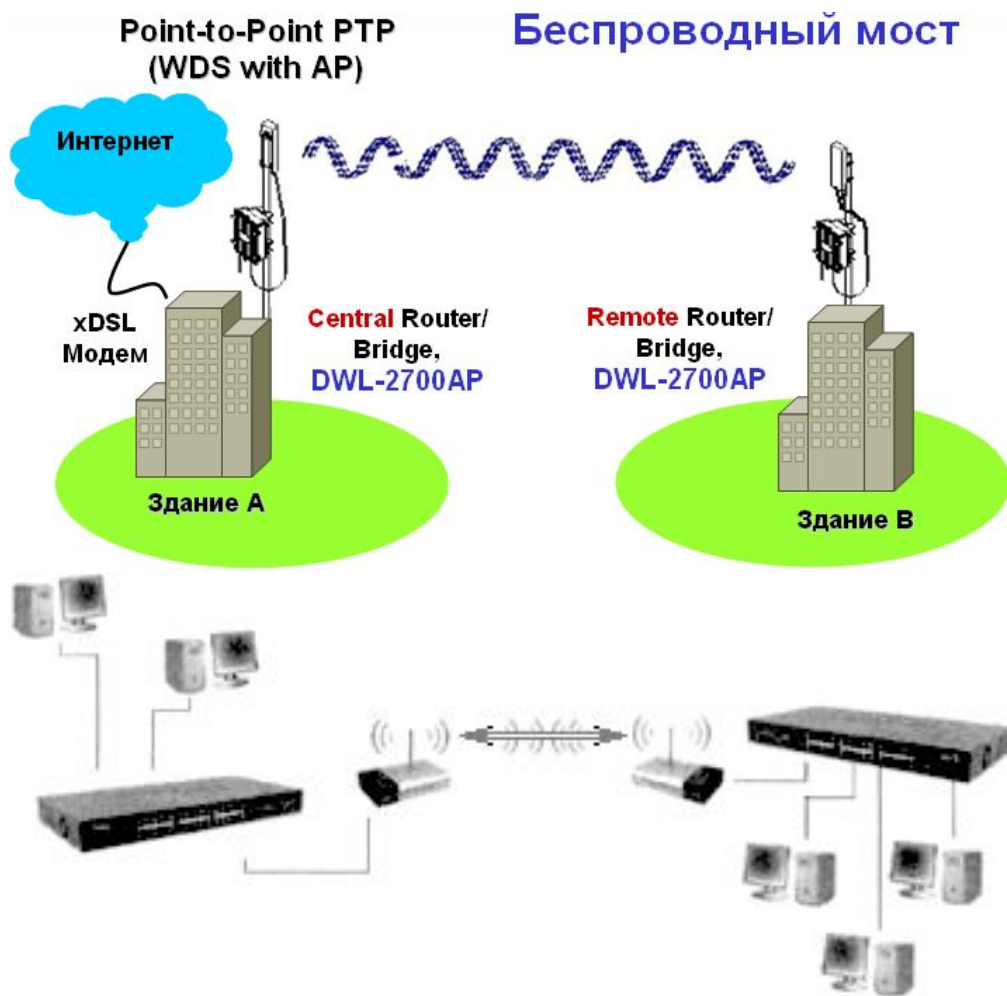
Расширенные режимы

- Беспроводные мосты (WDS, WDS with AP)
- Повторители
- Точка как клиент

Режим моста

- Режим беспроводного моста, аналогично проводным мостам, служит для объединения подсетей в общую сеть.
- Беспроводной мост может использоваться там, где прокладка кабеля между зданиями нежелательна или невозможна.
- Мост позволяет сэкономить средства и обеспечивает простоту настройки и гибкость конфигурации при перемещении офисов.

Режим моста точка-точка



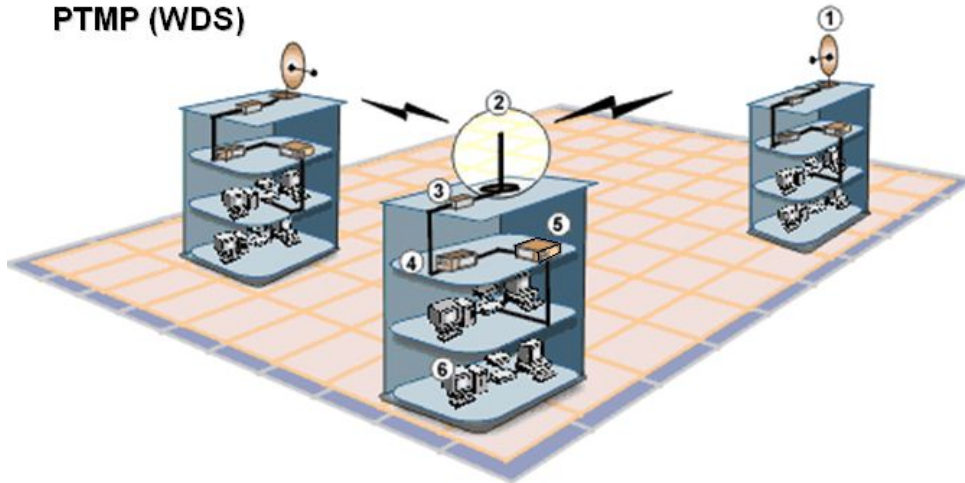
С помощью беспроводных мостов можно объединять две проводных сети.

Это позволяет объединить в сеть центральный офис и филиал, а также подключать клиентов к сети Интернет.

Мост точка – много точек

Беспроводный мост

Point to Multi-point
PTMP (WDS)



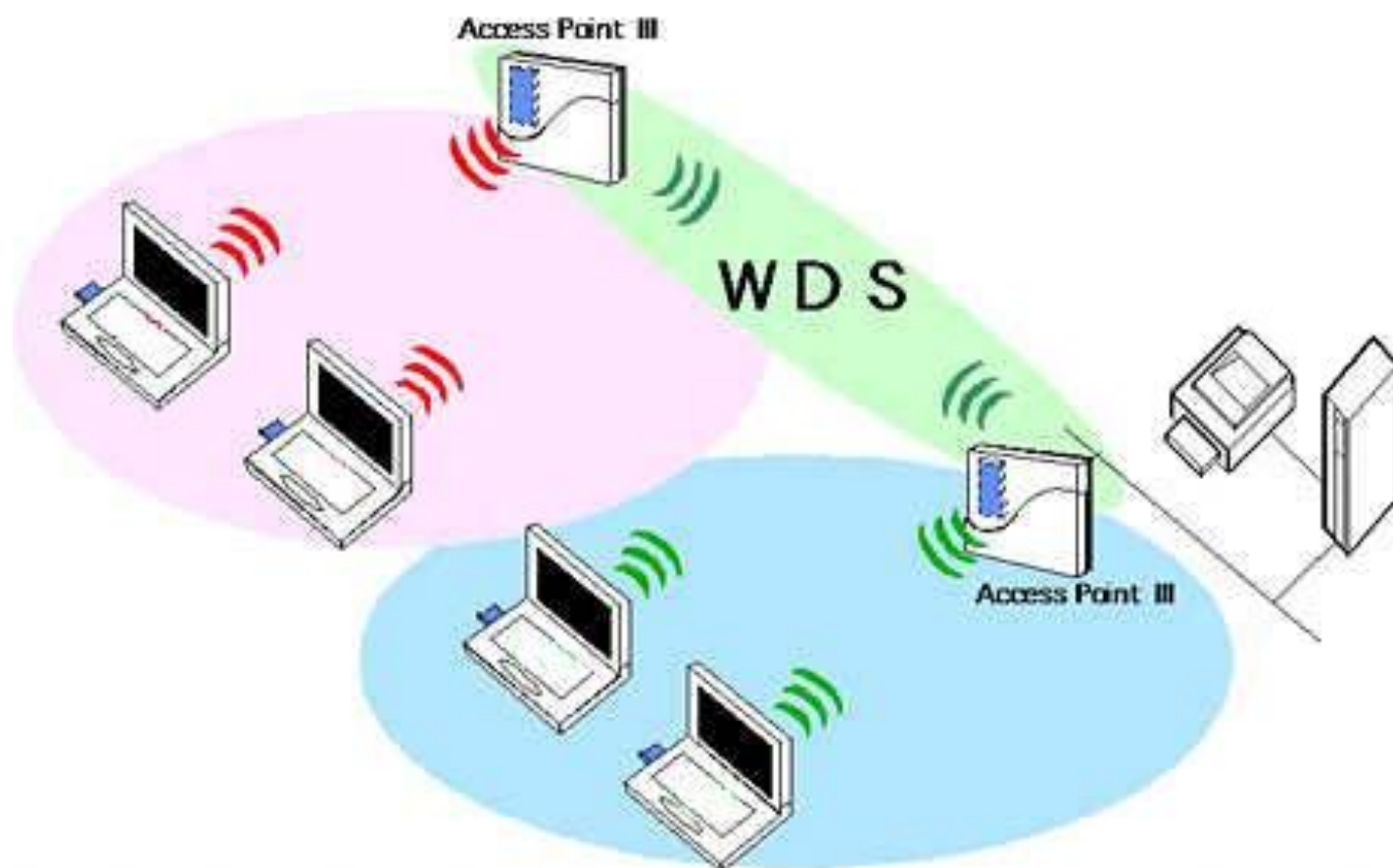
Режим моста
«точка – много
точек»
используется для
объединения двух
и более
проводных
сегментов LAN,
находящихся на
расстоянии до
нескольких км.

Технологии WDS, WDS with AP

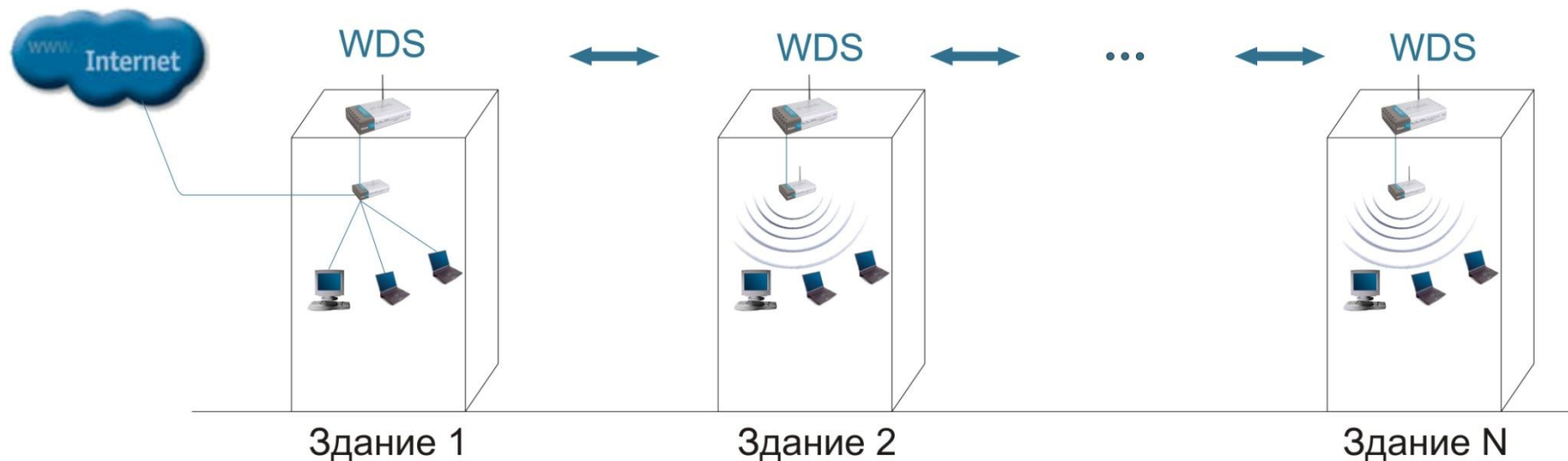
- Технология WDS позволяет **одновременно** подключать несколько беспроводных мостов
- Использование режима WDS with AP позволяет помимо создания беспроводных мостов подключать беспроводных клиентов
- WDS with AP делает ненужным использование повторителей

Технология WDS (with AP)

Распределенная беспроводная сеть
(Wireless distributed system – WDS)



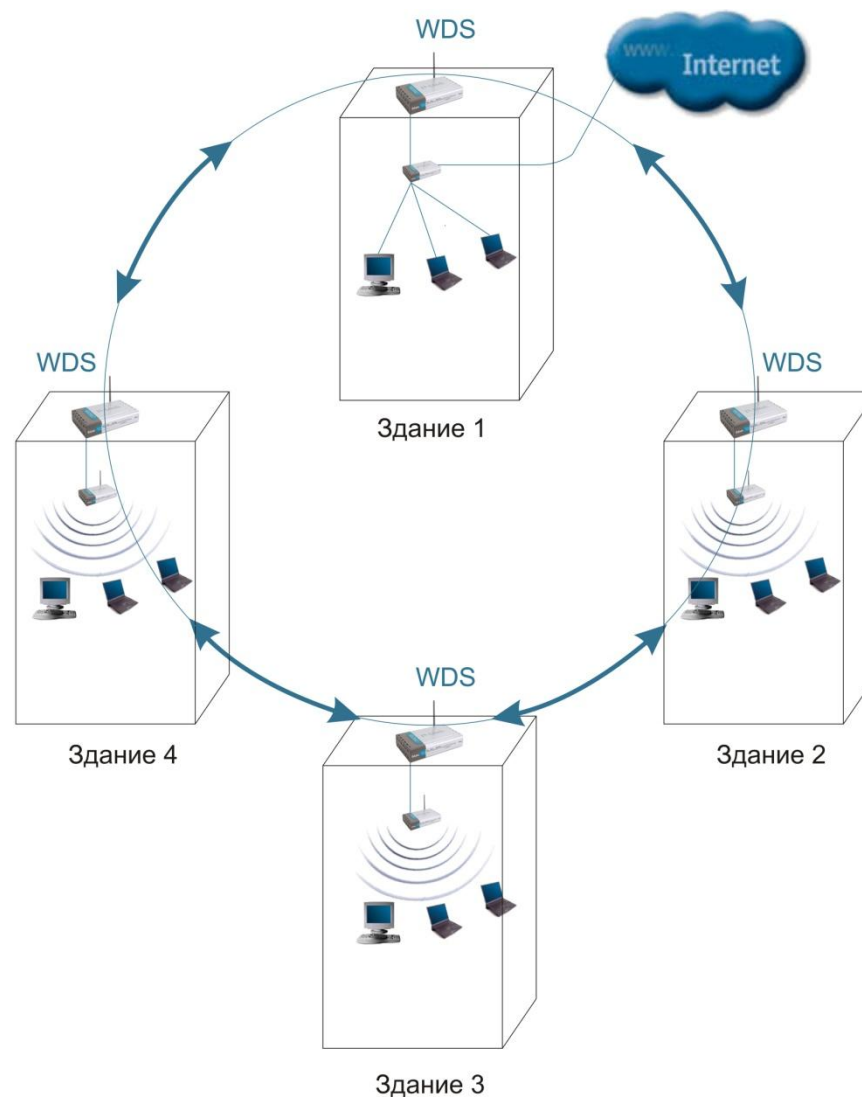
Топология типа «шина»



- Равноправие всех абонентов
- Надежность при отказе любого абонента (отсутствие центра)
- Простота добавления новых точек

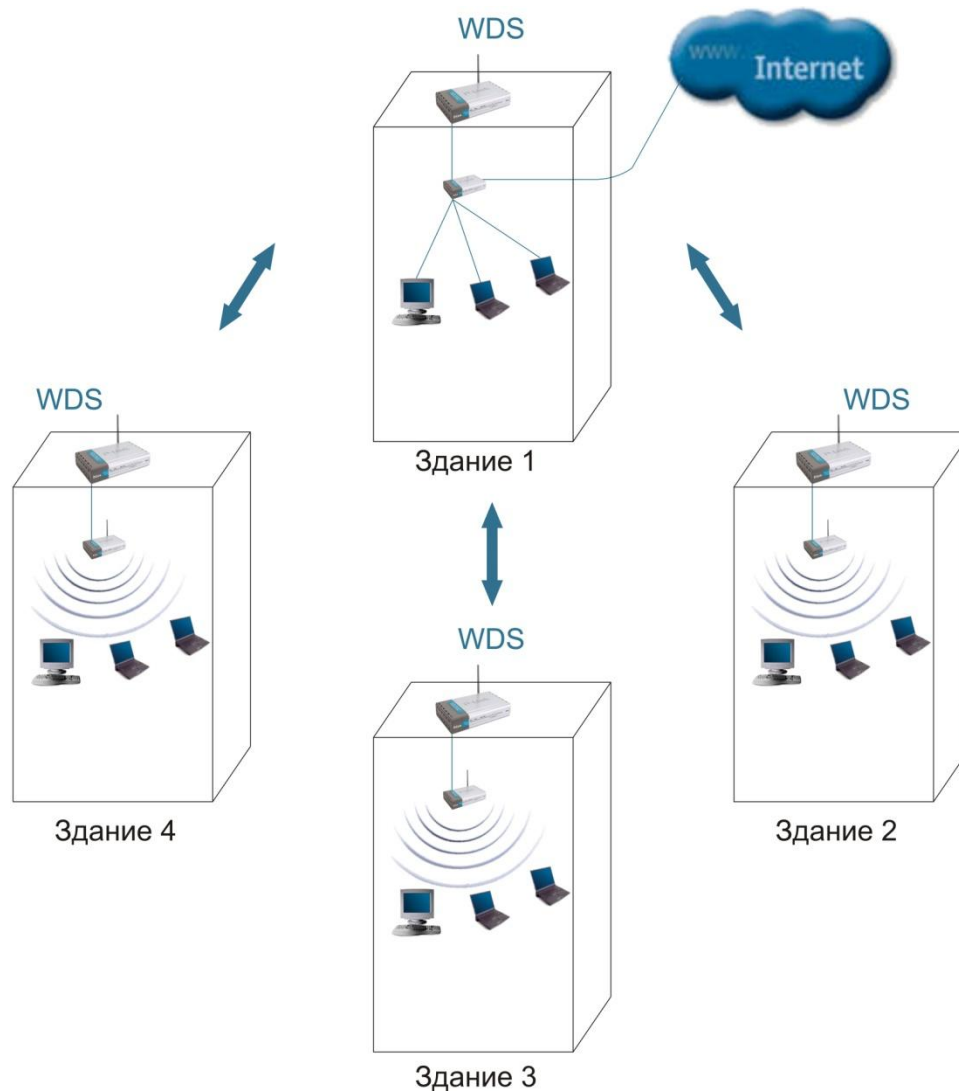
Топология типа «кольцо»

- Увеличение размеров всей сети за счет ретрансляции сигналов



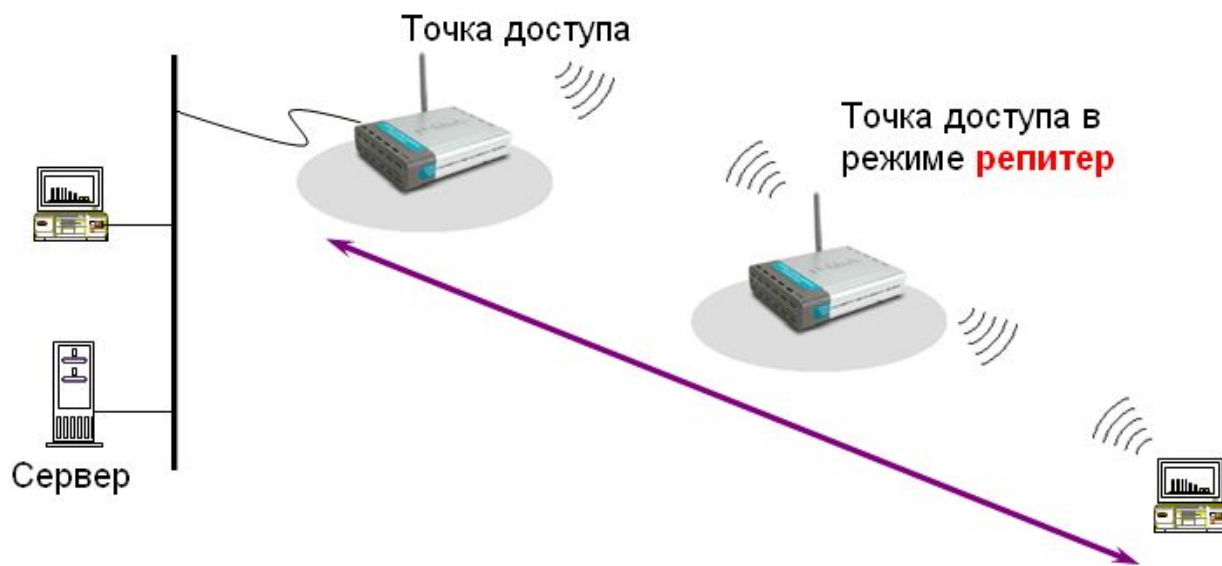
Топология типа «звезда»

- Центральный абонент, в случае отказа, вся сеть – неработоспособна
- Жесткое ограничение количества абонентов



Режим повторителя

Режим повторителя – Repeater



Беспроводной повторитель ретранслирует все поступившие пакеты. Ретрансляция осуществляется через тот же канал, через который они были получены. Режим используется в случаях, когда невозможно соединить точку доступа с проводной инфраструктурой, или прямой связи мешает какое-либо препятствие.

Режим клиента



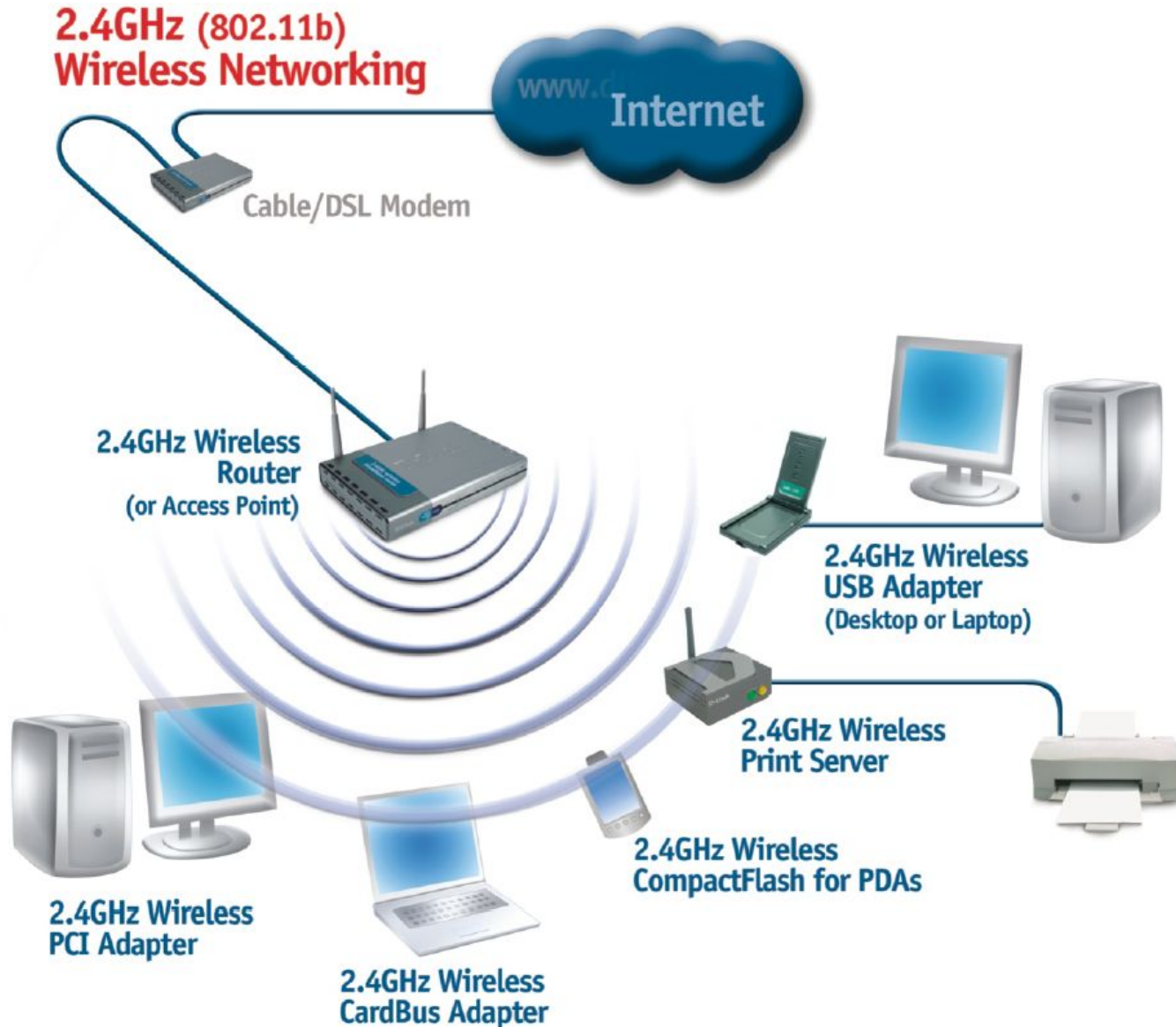
В этом режиме точка доступа работает как обычный беспроводной адаптер.

Используется в случаях, когда у клиента нет разъемов для подключения беспроводных адаптеров, но есть порт сети Ethernet.

Построение беспроводных сетей

- Сеть малого офиса, домашняя сеть
- Сети выставочных залов и конференций
- Многосегментная сеть
- Цифровой дом
- Провайдинг и последняя миля
- Хот споты

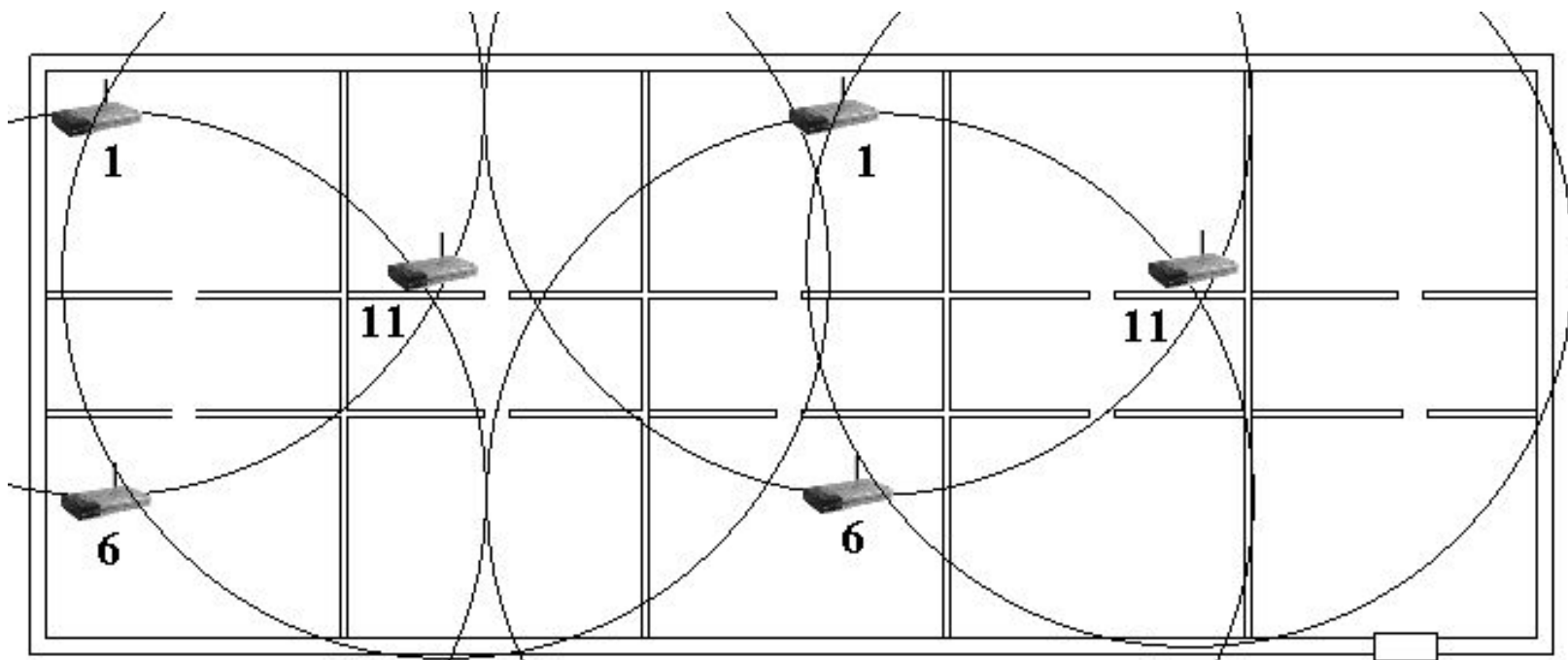
Сеть малого офиса, домашняя сеть



Планирование сети выставочных залов и конференций

- Сеть может быть ориентирована на обеспечение :
 - максимальной скорости связи
 - максимальной зоны покрытия
- От этого зависит количество используемых точек и расстояние между ними.

Сеть с максимальной зоной покрытия



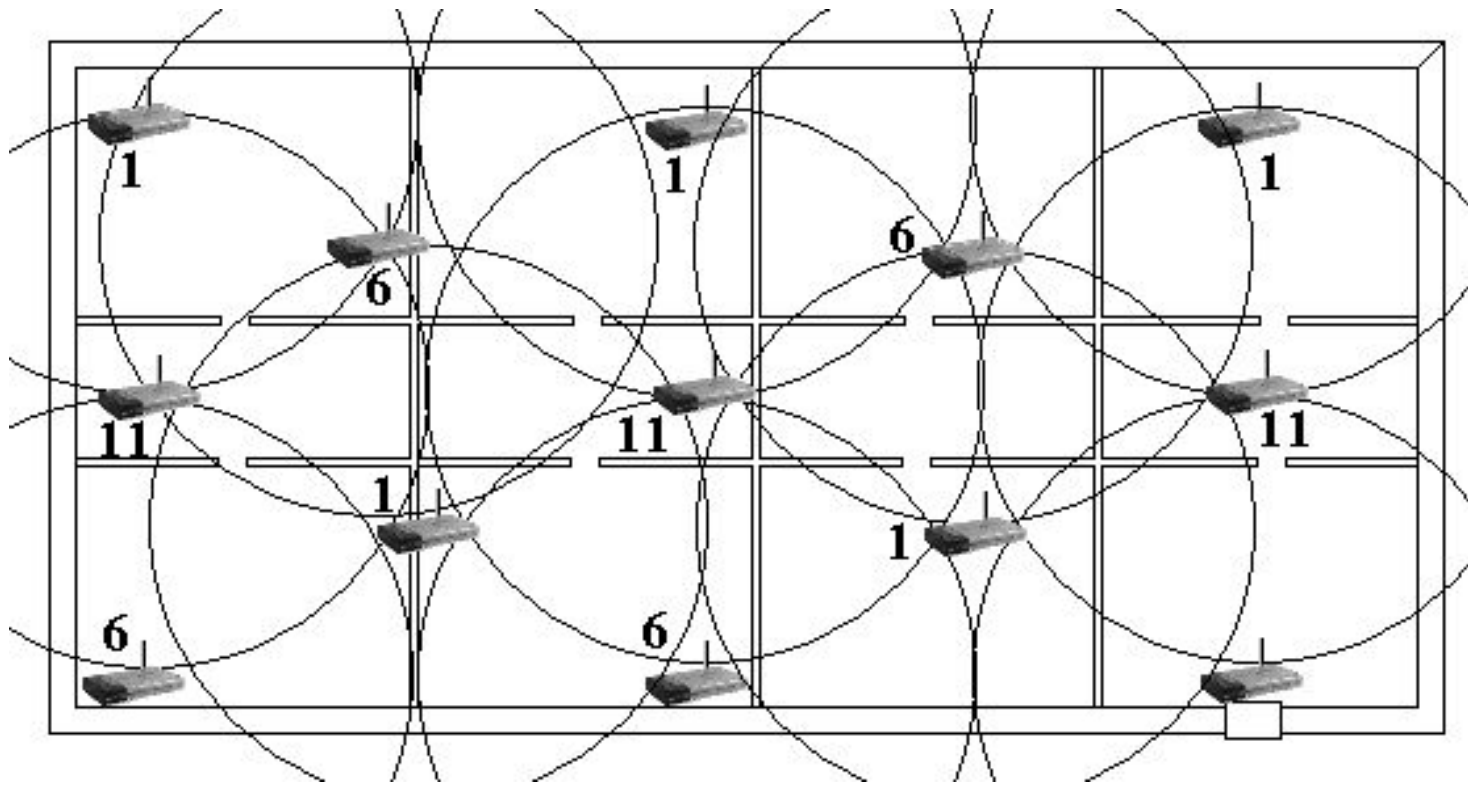
Помещаем первую точку (канал 1) доступа в углу помещения

Идем вдоль стены, пока не достигнем границы зоны покрытия. Помещаем здесь вторую точку (канал 6).

Третью точку помещаем на пересечении границ зон покрытия первой и второй точек. Помещаем здесь третью точку (канал 11).

Продолжаем до тех пор, пока связью не будет охвачено все помещение

Сеть с максимальной скоростью связи

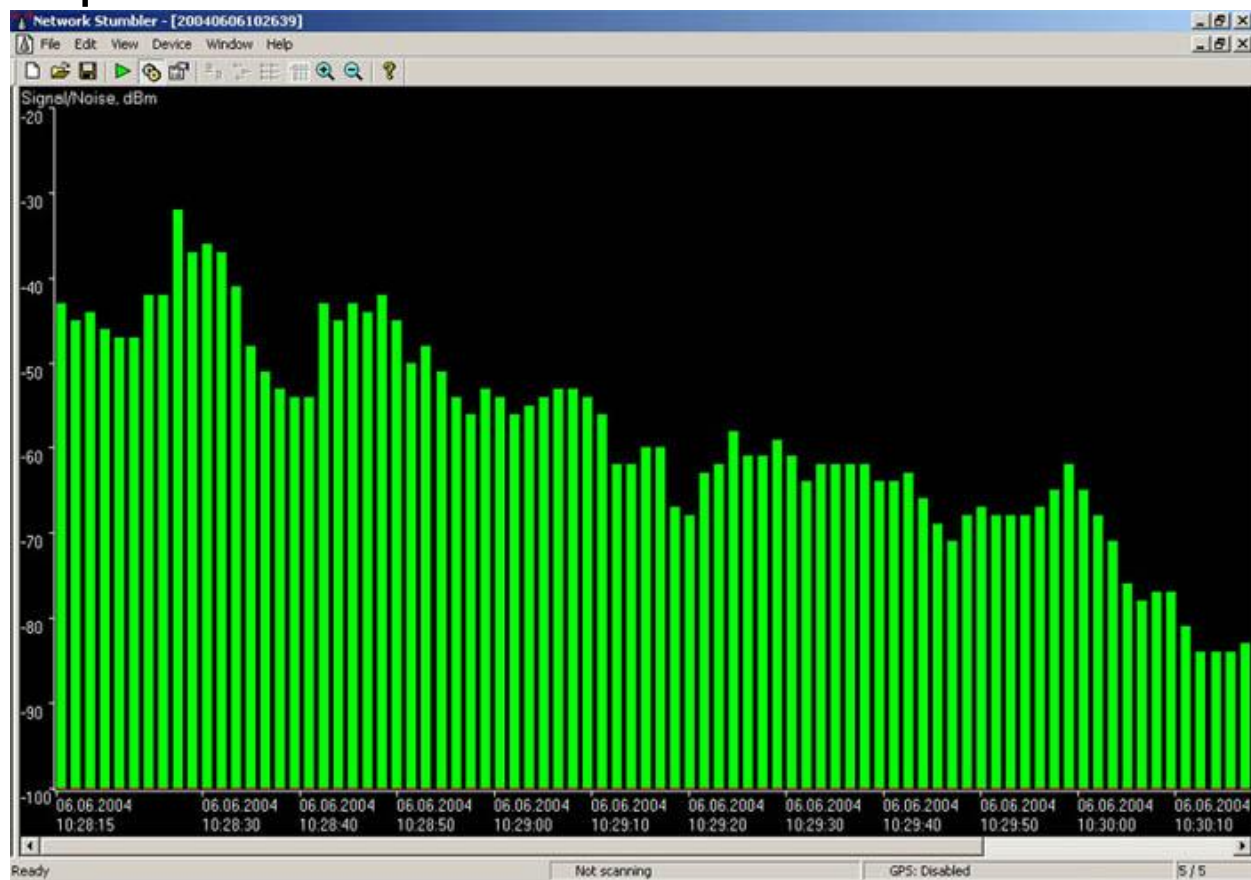


Следует определить число пользователей, которые будут подключаться к каждой точке доступа и плотность размещения.

Отсюда можно определить желаемый радиус сот.

Далее регулируем мощность так, чтобы достичь нужного размера сот.

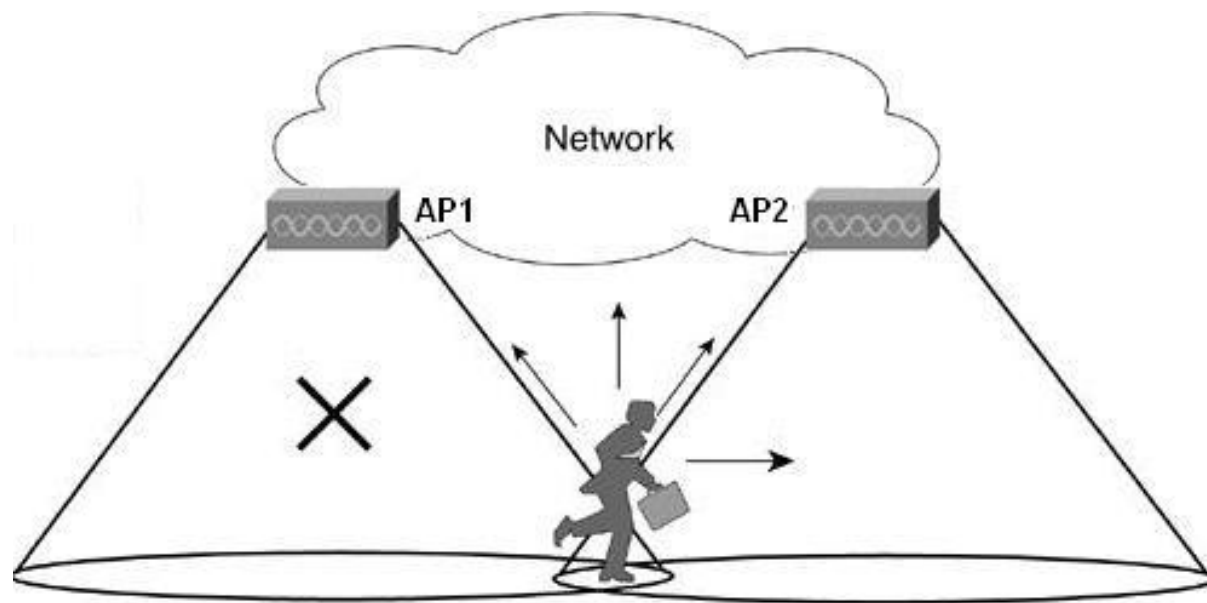
Планирование сети выставочных залов и конференций



Нетстамблер – программа сканирования точек доступа

Сканер Wi-Fi сетей. Позволяет обнаруживать беспроводные сети и получать массу информации. Можно определить имена и названия сетей, производителя оборудования, узнать, применяется ли шифрование для передачи данных, и т.д. Если есть GPS-приемник, Нетстамблер будет записывать координаты обнаруживаемых точек доступа, уровень сигнала и прочую информацию в отдельный файл, по которому легко можно создать карту с отмеченными на ней точками доступа.

Роуминг в беспроводных сетях

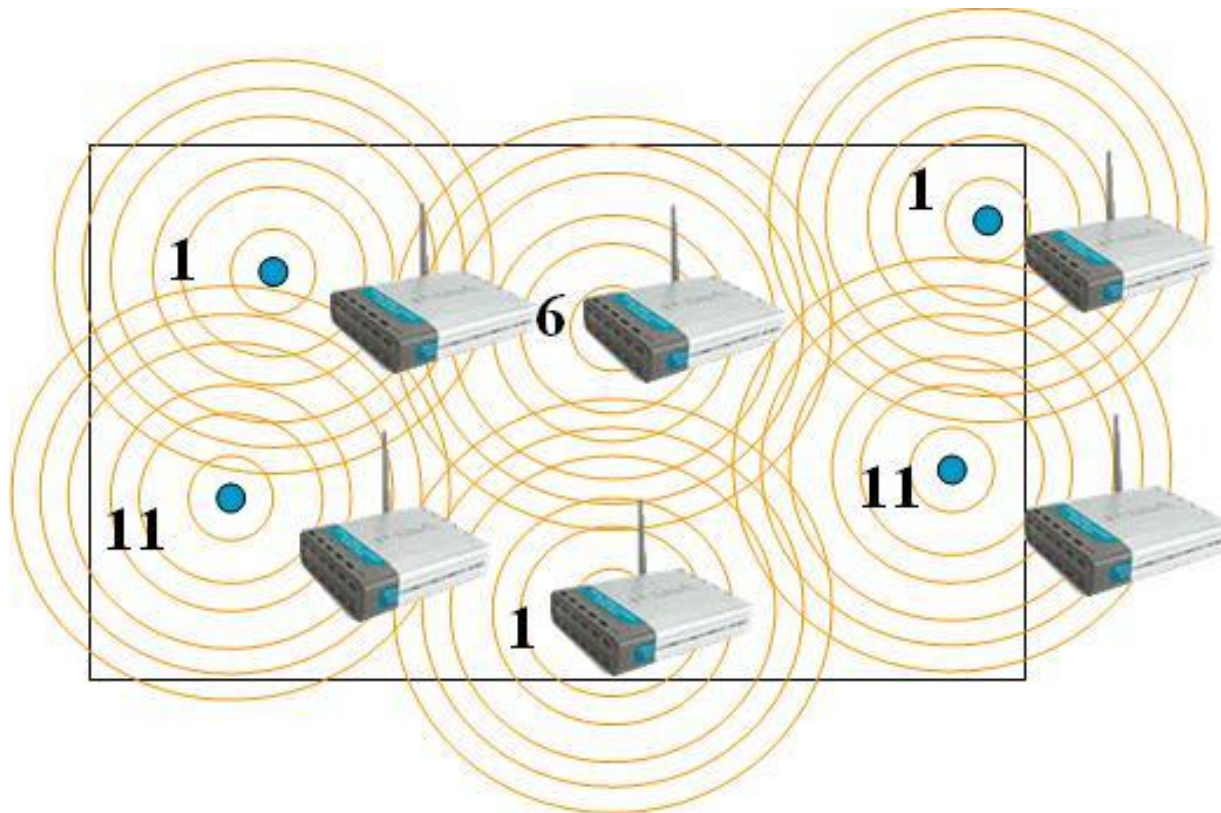


- Роуминг (roaming) - это возможность радиоустройства перемещаться за пределы действия базовой станции и, находясь в зоне действия «гостевой» станции, иметь доступ к «домашней» сети.

Роуминг

- Основываясь на качестве связи, клиент примет решение, с какой точкой доступа работать.
- Если он перемещается между ТД, то новая ТД информирует старую через проводное соединение о переустановленном соединении клиента в сети.
- При правильном размещении точек доступа на территории предприятия пользователи смогут перемещаться по ней без потери доступа к сети

Роуминг – увеличение зоны охвата



Точки доступа, зоны охвата которых пересекаются, должны быть настроены на разные каналы. Но можно использовать одинаковые каналы на точках доступа с непересекающимися зонами охвата.

Можно увеличивать общее покрытие сети практически без ограничений

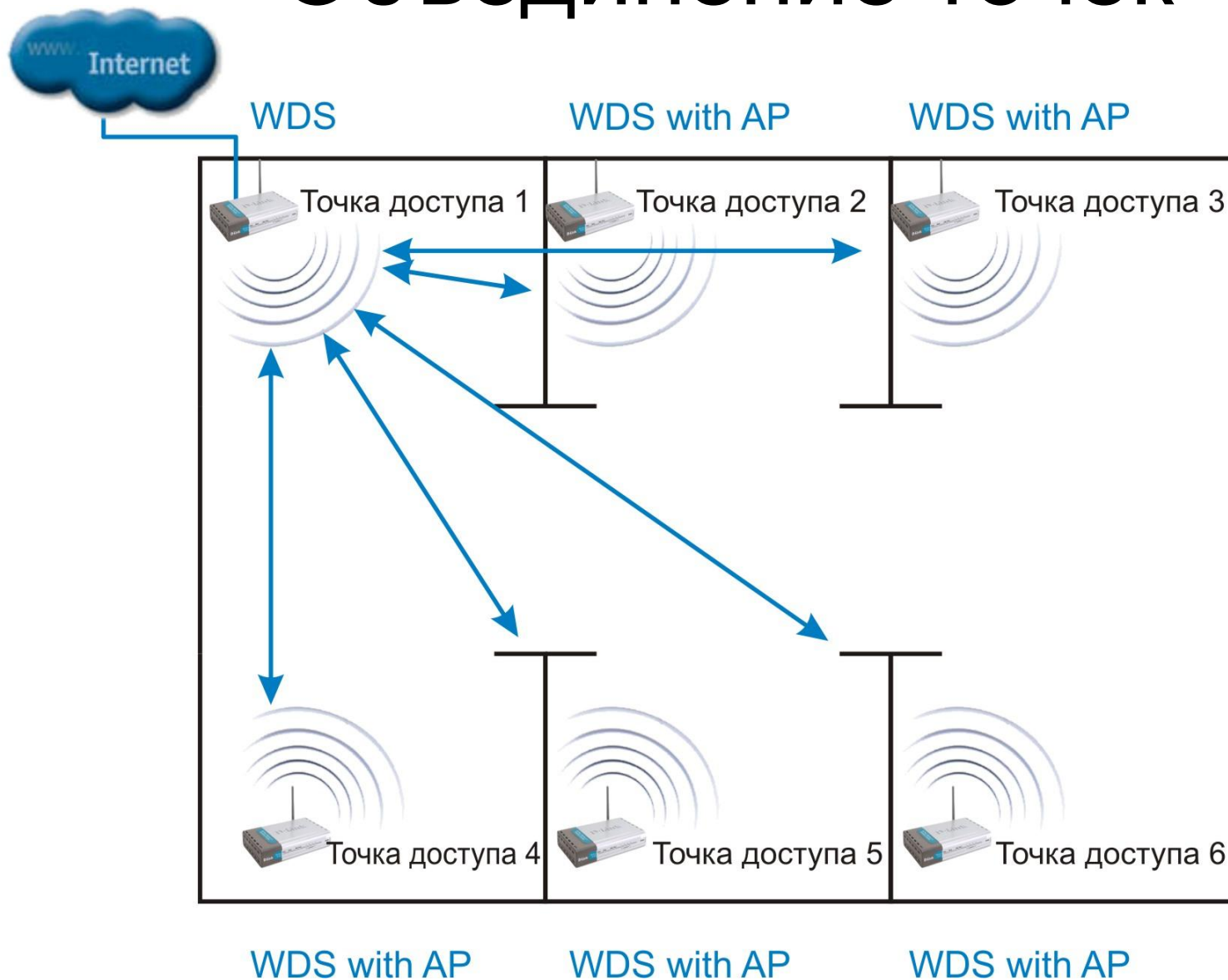
Организация роуминга

- Сигнал-маяк - “Beacon” посылается точкой доступа каждые 100 миллисекунд
- Клиенты используют маяк для оценки качества связи
- Клиенты тоже могут посылать маяк, или пробный запрос
- Точка доступа ответит или пошлет маяк

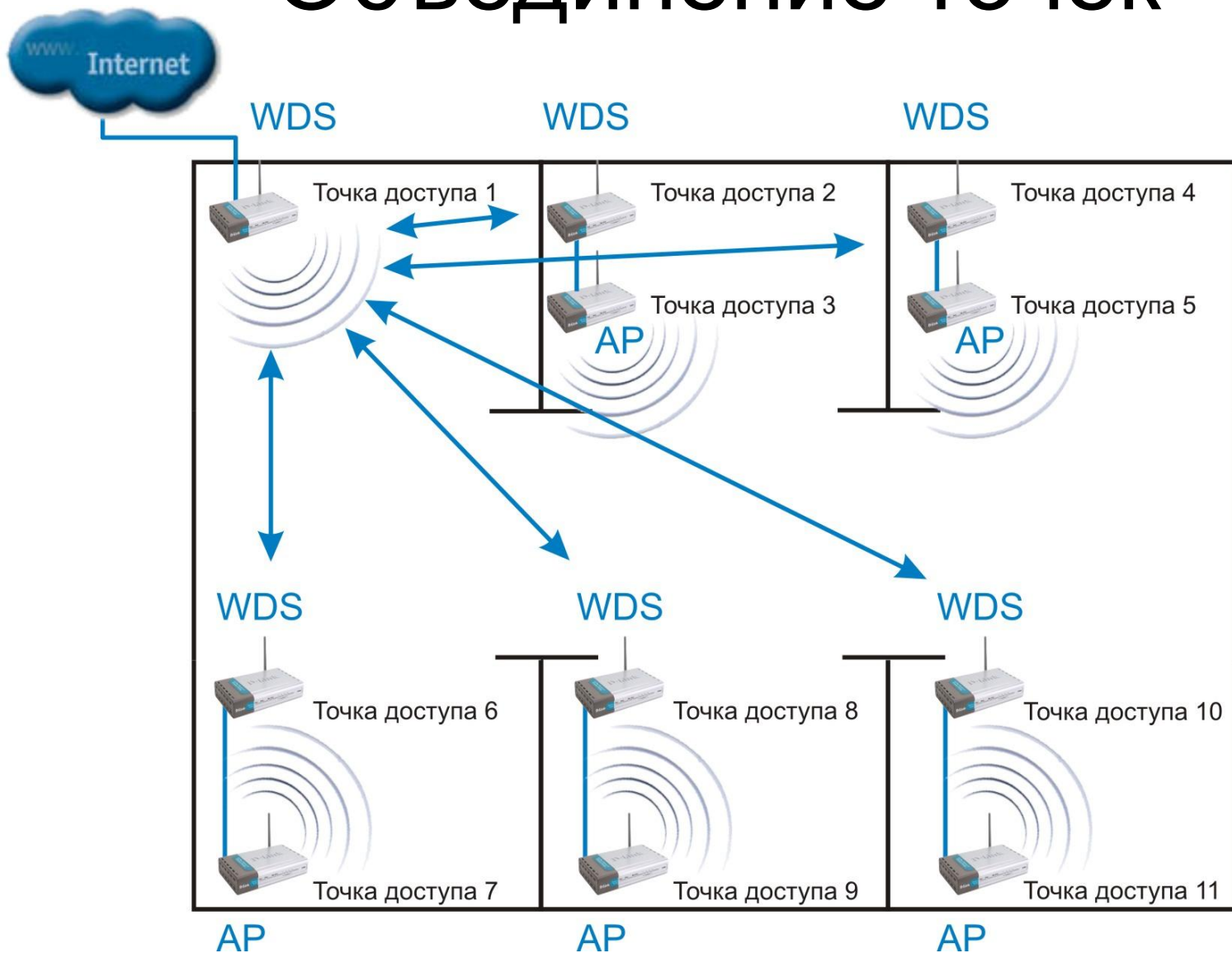
Объединение точек



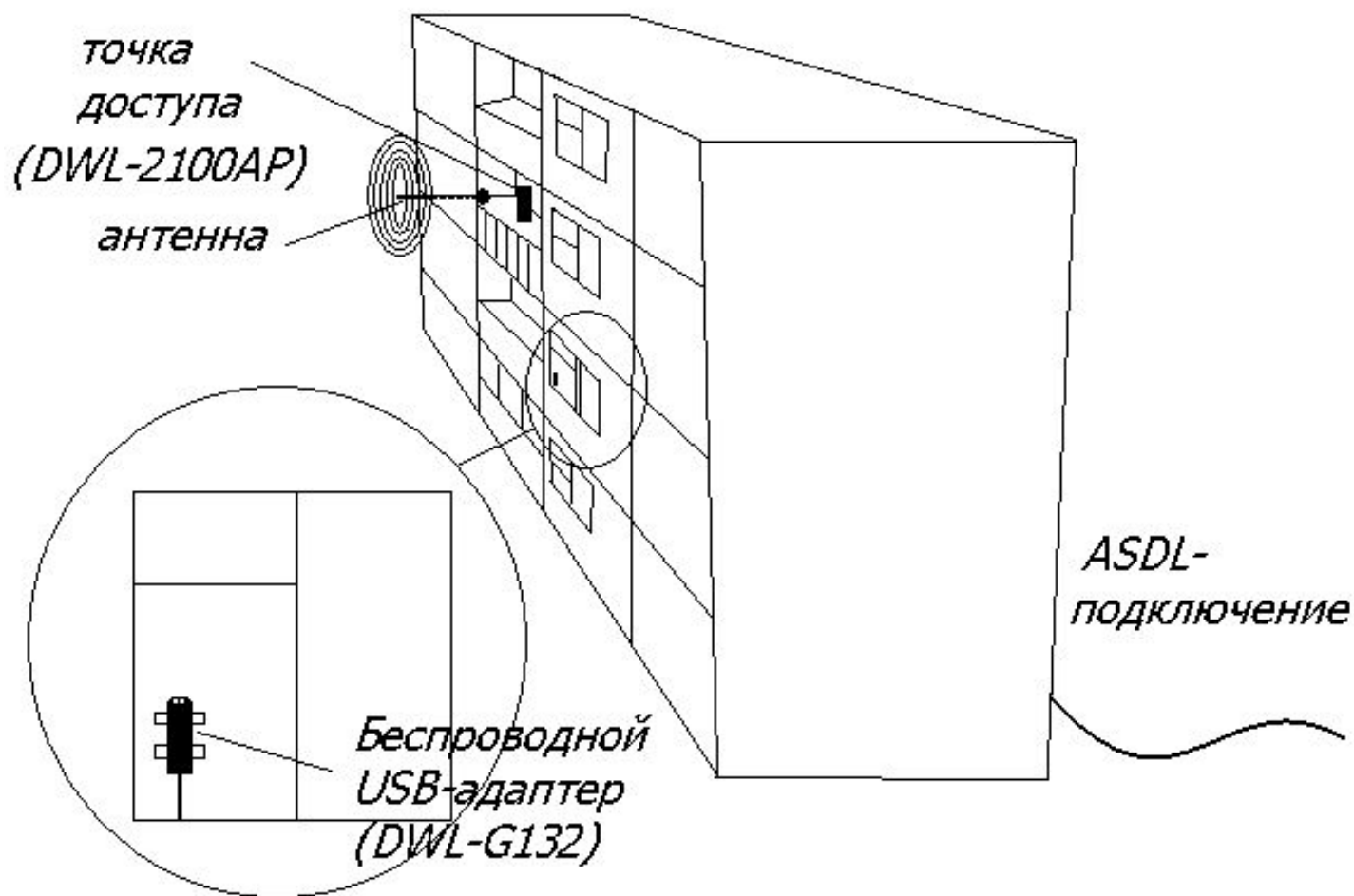
Объединение точек



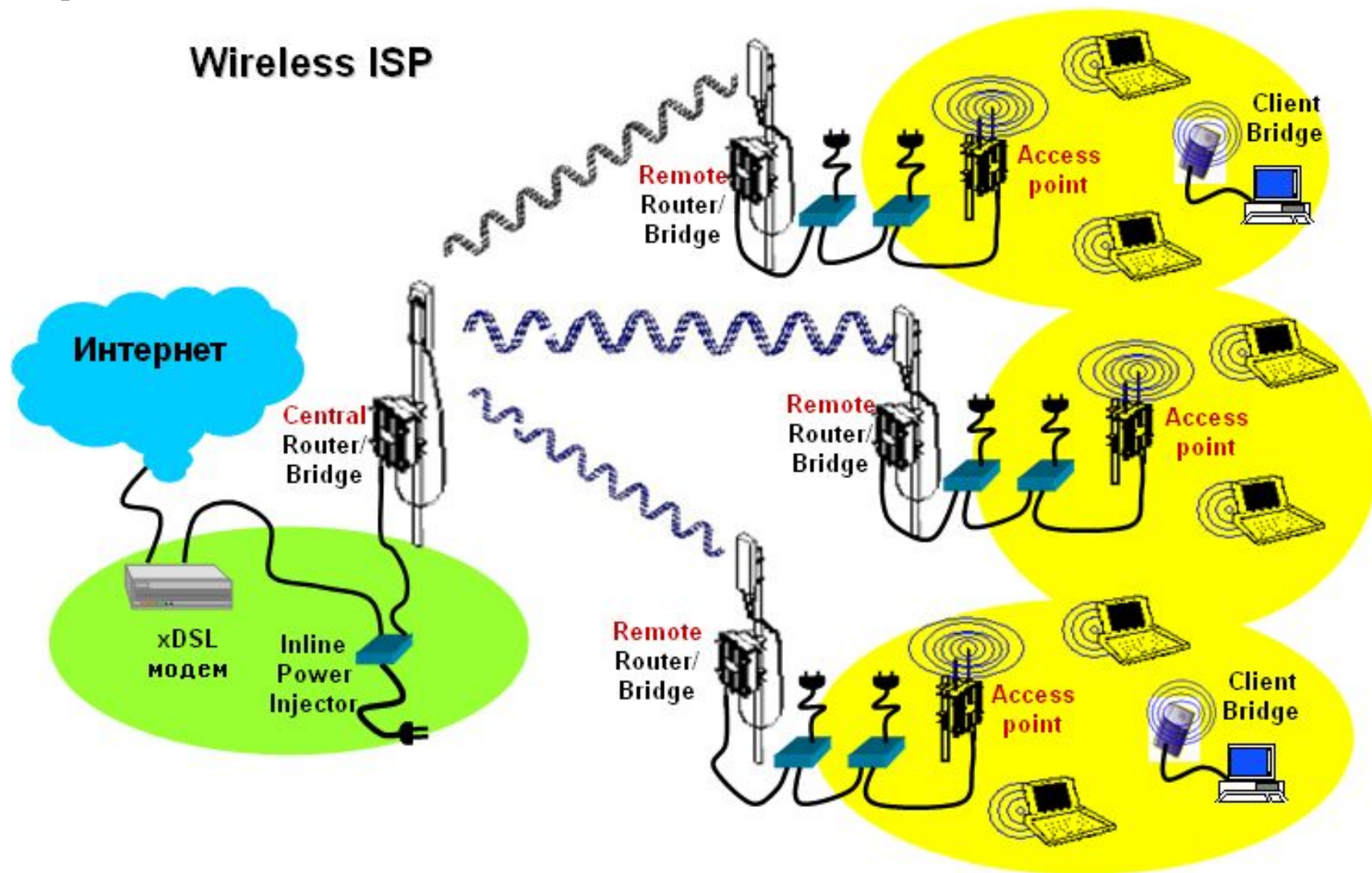
Объединение точек



Домашняя сеть – цифровой дом



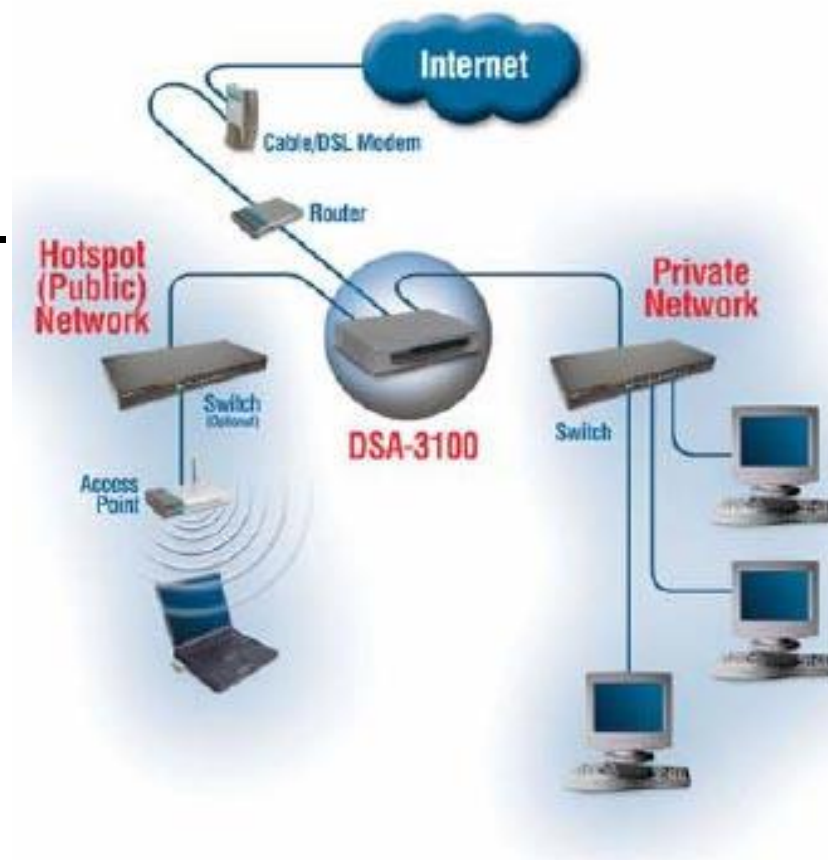
Провайдинг и последняя миля



Организация Hot spot

Hot spot представляет собой точку беспроводного подключения к среде Интернет или локальной сети предприятия.

Hot spot разворачивается в гостиницах, Интернет-кафе, библиотеках, студенческих городках, для предоставления клиентам доступа к сети Интернет, а также в офисах для предоставления гостевого доступа к ресурсам компании.



Организация Hot spot

- При развертывании беспроводного выхода в сеть Интернет (hot spot) приходится решать ряд дополнительных задач, связанных с ограничением доступа к данным локальной сети, ограничения доступа к некоторым серверам Интернет, подсчета стоимости услуг, контроля над подключениями и обеспечения их безопасности. То же самое относится и к организации гостевого доступа в корпоративных сетях.
- Для этих целей могут использоваться специальные точки доступа – *беспроводные маршрутизаторы* (DI-524, DGL-4300).

Организация Hot spot

Маршрутизатор обеспечивает:

- Подключение:
 - Подключение беспроводных клиентов к гостевой зоне
 - Подключение к приватной сети
 - Подключение к сети Интернет
- Безопасность
 - Разделение сети на сегменты (гостевая сеть, приватная, Интернет).
 - Шифрование данных
 - Аутентификацию беспроводных пользователей
 - Передача трафика виртуальных частных сетей (VPN)
 - Контроль доступа к ресурсам, фильтрация
- Другие функции
 - Подсчет и тарификацию трафика в гостевой сети

Аппаратные средства

- Адаптеры
- Точки доступа
- Внешние точки
- Трехстандартные точки
- Беспроводные маршрутизаторы

Беспроводные адаптеры D-Link 802.11g



Адаптеры 802.11b/g/a

Название	Стандарты работы	Тип шины	Скорость передачи, Мбит/с
DWL-G122*	802.11b/g	USB	54
DWL-G510	802.11b/g	PCI	54
DWL-G630*	802.11b/g	PCMCIA	54
DWL-G520*	802.11b/g	PCI	108
DWL-G650M	802.11b/g	Cardbus	108
DWL-AG530	802.11a/g	PCI	108
DWL-AG660	802.11a/b/g	Cardbus	108
DWA-120	802.11 b/g	USB	108

* - устаревшие модели

Точка доступа DWL-2100AP

- Поддержка увеличения скорости передачи данных до 15 раз в турбо режиме 108G D-link по сравнению с 802.11b
- Поддержка Web-интерфейса настройки и SNMP
- Поддержка расширенных функций безопасности - WPA с аутентификацией 802.1X
- Поддержка 5 различных режимов работы -
1. Точка доступа 2. Соединение точка-точка 3. Точка – много точек 4. Беспроводный клиент 5. Беспроводный повторитель
- Совместимость с высокоскоростными стандартами IEEE 802.11b/g
- Поддержка технологии WDS

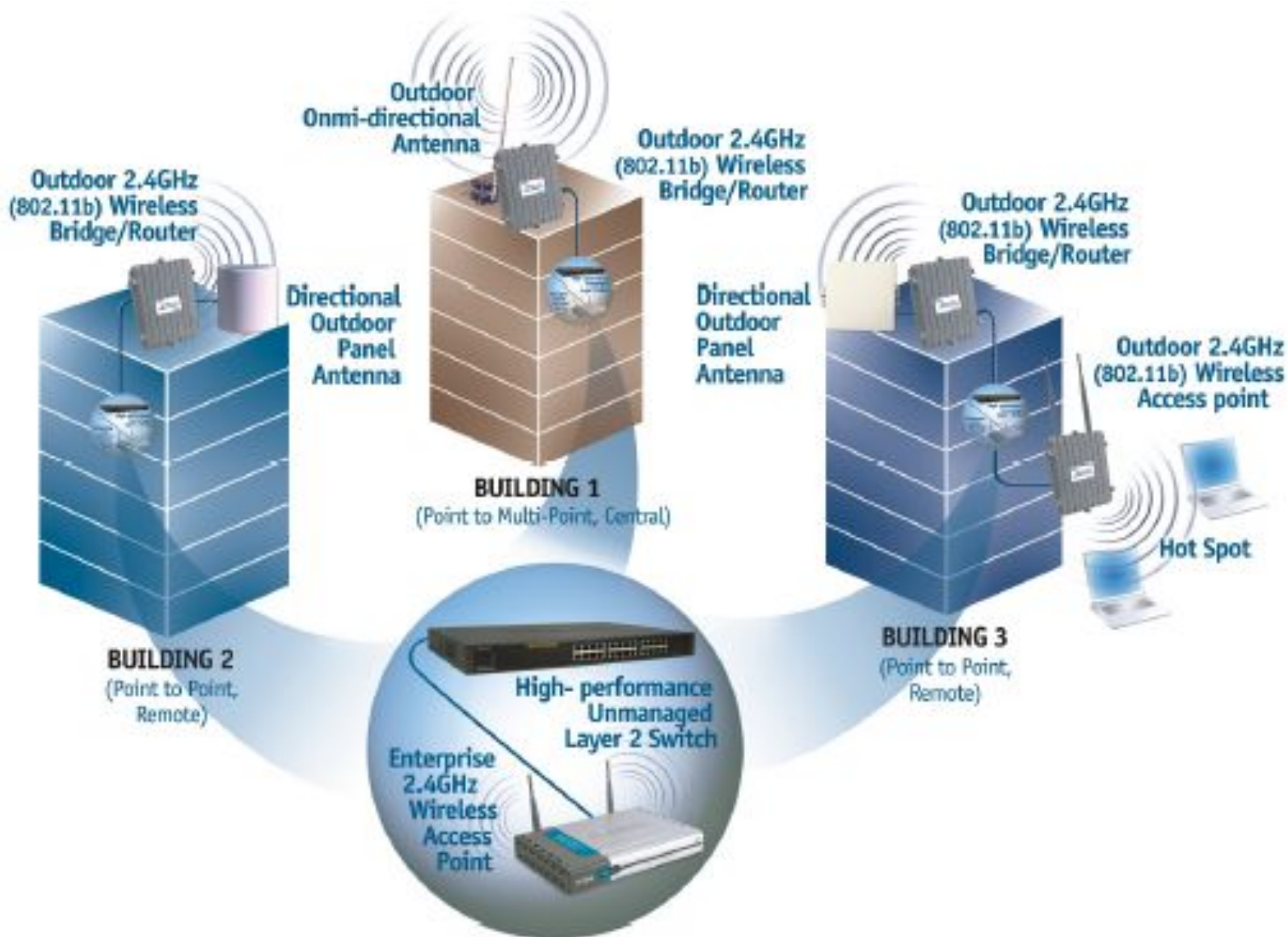


Беспроводная точка доступа DWL-3200AP

- Поддержка увеличения скорости передачи данных до 15 раз в турбо режиме 108G D-link по сравнению с 802.11b
- Управление через Web, Telnet, SNMP v3
- Поддержка расширенных функций безопасности – WEP, WPA, WPA2, 802.1X, AES
- Поддержка 3 различных режимов работы - *1.Точка доступа*
2.Мост точка-точка *3.Мост точка – много точек*
- Две съемные всенаправленные антенны 5dBi
- Поддержка технологии WDS
- MAC filter, WLAN segmentation
- Поддержка PoE (Power Over Ethernet)
- Мощность излучения до 100 mW
- Диапазон частот: 2.4 - 2.4835 ГГц



Внешние точки доступа



Универсальная внешняя беспроводная точка доступа 802.11g DWL-2700

Характеристики

- Режимы работы: беспроводная точка доступа, мост точка–точка, мост точка–много точек, повторитель и беспроводный клиент
- Прочный, водонепроницаемый корпус и встроенная грозозащита
- Безопасность: встроенный NAT, возможность контроля по IP-адресам, аутентификация на сервере RADIUS, контроль клиентов по MAC-адресам
- Встроенный DHCP сервер
- Поддержка технологии **WDS**
- Управление: Web, Telnet, **SNMP v.3**
- Мощность передачи до 200 мВт
- Скорость передачи до 54 Мбит/с
- Защита данных: шифрование WEP, WPA и AES, 802.1x



DWL-2700 в качестве точки доступа

AP Mode:



DWL-2700 в качестве внешнего моста



Трехстандартная беспроводная точка доступа DWL-7100AP

- **Поддержка всех трех актуальных стандартов:**
- к точке доступа могут подключаться как клиенты сетей 802.11g и 802.11b, так и клиенты сети 802.11a
- Режим работы: точка доступа, мост точка-точка, мост точка-много точек, беспроводной клиент, репитер
- Порт ЛВС (10/100 Base-T) для подключения к проводной части сети
- Поддержка технологии WDS

Характеристики

- Скорость соединения: до 108 Мбит/с
- Защита данных: Шифрование WEP, WPA; Поддержка AES ; Аутентификация,
- Web-управление, Telnet



Маршрутизатор DIR-655

- Проект стандарта 802.11n (до 300 Мбит/с)
- 4 x 10/100/1000 Мбит/с Gigabit Ethernet порта LAN
- 1 x 10/100 Мбит/с Fast Ethernet порт WAN
- Порт USB 2.0
- Встроенный NAT
- Поддержка VPN в режиме pass-through
- Защита данных: WEP, WPA, WPA-PSK
- Три съемные дипольные антенны с усилением 2dBi с разъемами RP-SMA
- Дальность: 35-100 м в помещении, 100-400 м на открытом пространстве



Карманный маршрутизатор/точка доступа DWL-G730AP

- Стандарт беспроводных сетей 802.11 b/g
- 3 рабочих режима: точка доступа, беспроводный клиент, маршрутизатор
- Порт LAN 10/100BASE-TX DHCP сервер
- Web-управление
- Поддержка VPN Pass-through, NAT
- Питание: внешний адаптер или USB
- Защита данных: WEP, WPA, WPA-PSK, 802.1x
- Скорость соединения до 54 Мбит/с
- Дальность: 35-100 м в помещении, 100-400 м на открытом пространстве



РЕГИСТРАЦИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

- Для применения беспроводного оборудования требуется разрешение на использование частоты от местного отделения Госсвязьнадзора для устройств с заданной мощностью.
- В соответствии с действующим законодательством, можно выделить три типа оборудования беспроводного доступа. Для каждой из групп характерны свои особенности использования радиочастотного ресурса в полосе частот 2400-2483,5 МГц и свой порядок получения разрешительных документов.
- Внутриофисные системы беспроводной передачи данных:
- Решением ГКРЧ № 04-03-04-003 от 6 декабря 2004 г. разрешено использование внутриофисного оборудования Wi-Fi без оформления разрешений на использование радиочастот.
- Уличные операторские сети беспроводной передачи данных:
- Для уличных операторских сетей действует частично-упрощенный порядок на основе Решения ГКРЧ от 25 сентября 2000 г. (протокол № 2/7).
- Пассивные антенны диапазона 2400 МГц не входят в «Перечень средств связи, подлежащих обязательной сертификации» (утв. постановлением Правительства РФ от 31 декабря 2004 г. № 896)

- Выдержка из Решения ГКРЧ № 04-03-04-003 от 6 декабря 2004 г.
- 3. Разрешить гражданам Российской Федерации и российским юридическим лицам использование на вторичной основе радиочастот в пределах полосы радиочастот 2400 - 2483,5 МГц для эксплуатации внутриофисных систем передачи данных, указанных в прилагаемом перечне (приложение № 2), на территории Российской Федерации без оформления разрешений на использование радиочастот, при выполнении следующих условий:
 - Эксплуатации РЭС внутриофисных систем передачи данных только внутри зданий, закрытых складских помещений и производственных территорий;
 - Регистрации РЭС внутриофисных систем передачи данных установленным в Российской Федерации порядком.

Внутриофисные системы D-Link, указанные в приложении № 2

DWL-1000AP+	DWL-G520	DWL-2100AP
DWL-1040AP+	DWL-G650	DWL-G730AP
DWL-900AP+	DWL-G520+	DWL-3200AP
DWL-650+	DWL-G650+	DI-524
DWL-520+	DWL-G120	DI-624
DWL-120+	DWL-G122	DI-624+
DWL-2000AP+	DWL-G510	DI-724P+
DI-714P+	DWL-G630	DI-824VUP+
DI-614+		DSL-G604T

Порядок использования частоты 5 ГГц в России

- В диапазоне 5 ГГц (802.11а) порядок назначения радиочастот одинаковый как для уличных операторских сетей, так и для внутриофисных сетей беспроводной передачи данных.
- Действующие решения ГКРЧ:
 - Решение ГКРЧ от 30 июля 2001 г. (протокол № 11/1)
 - Решение ГКРЧ от 23 декабря 2002 г. (протокол № 23/5)

В таблице 2.3 сведены все величины затухания от среды распространения сигнала.

Таблица 2.3

Наименование	Ед. изм.	Значение
Окно в кирпичной стене	дБ	2
Стекло в металлической раме	дБ	6
Офисная стена	дБ	6
Железная дверь в офисной стене	дБ	7
Железная дверь в кирпичной стене	дБ	12.4
Стекловолокно	дБ	0.5 - 1
Стекло	дБ	3- 20
Дождь и туман	дБ/км	0.02 - 0.05
Деревья	дБ/м	0.35
Кабельная сборка pigtale	дБ	0.4
Полосовой фильтр NCS F24XXX	дБ	1.5

Антенны для беспроводных устройств

Антенны используются для усиления сигнала и могут использоваться в зависимости от модели внутри или снаружи помещения.

Антенны для внутриофисного использования



Антенна ANT24-0600

Коэффициент усиления: 6 dBi

Рабочий диапазон частот: 2.4-2.5 ГГц

Ширина ДН (вертик./горизонт.) 80°/68°



Антенна ANT24-0700

Коэффициент усиления: 7 dBi

Рабочий диапазон частот: 2.4-2.5 ГГц

Ширина ДН (вертик./горизонт.) 24°/360°

Антенны для внешнего использования, защищенные от погодных условий



Антенна ANT24-0801

Коэффициент усиления: 8 dBi

Рабочий диапазон частот: 2.4-2.5 ГГц

Ширина ДН (вертик./горизонт.) 65°/70°



Антенна ANT24-1201

Коэффициент усиления: 12 dBi

Рабочий диапазон частот: 2.4-2.5 ГГц

Ширина ДН (вертик./горизонт.) 50°/ 50°



Антенна ANT24-1801

Коэффициент усиления: 18 dBi

Рабочий диапазон частот: 2.4-2.5 ГГц

Ширина ДН (вертик./горизонт.) 15°/15°

Устройства подачи питания по кабелю Ethernet DWL-P100/P200



Плюсы решения

- Подает питание через обычный Ethernet кабель 5 категории
- Состоит из Base Unit и Terminal Unit
- Позволяет установить устройство где угодно, не зависимо от наличия поблизости розетки электропитания
- Уменьшает стоимость и добавляет гибкость развертывания
- Преобразует входящее переменное напряжение в низковольтное постоянное
- Защищает Точку Доступа от возможных повреждений при скачках напряжения
- Низкая потребляемая мощность

DWL-900AP+
Enhanced 2.4GHz Wireless
Access Point

DWL-P100
Power Over Ethernet
Adapter Terminal Unit

Data/Power In

Data Out

Power Out

Data/Power

Power In

Data/Power Out

Conference Room

DWL-P100
Power Over Ethernet
Adapter Base Unit

Server Room

Data In

