

# Стандарт IEEE 802.11g

1. Основные особенности физического уровня стандарта 802.11g
2. Частотный план стандарта 802.11g
3. Ортогональное частотное разделение и мультиплексирование в стандарте 802.11g
4. Сверточное кодирование в стандарте 802.11g
5. Обеспечение совместимости стандартов 802.11b и 802.11g
6. Сравнение радиусов зон обслуживания для различных спецификаций стандарта 802.11

# Основные особенности физического уровня стандарта 802.11a

- Изменение частотного плана, увеличение числа непересекающихся каналов связи
- Защита от многолучевости с использованием метода OFDM
- Когеррентная обработка сигналов на приеме в каждом субканале за счет использования пилотных сигналов
- Прямое исправление ошибок с использованием сверточного кодирования

# Частотный план стандарта 802.11g

Таблица 1. Частотный диапазон стандарта IEEE  
802.11g

Диапазон	Полоса частот, ГГц	Ограничение по мощности, мВт
ISM	2,400 – 2,4835	1000

# Многолучевое распространение сигнала

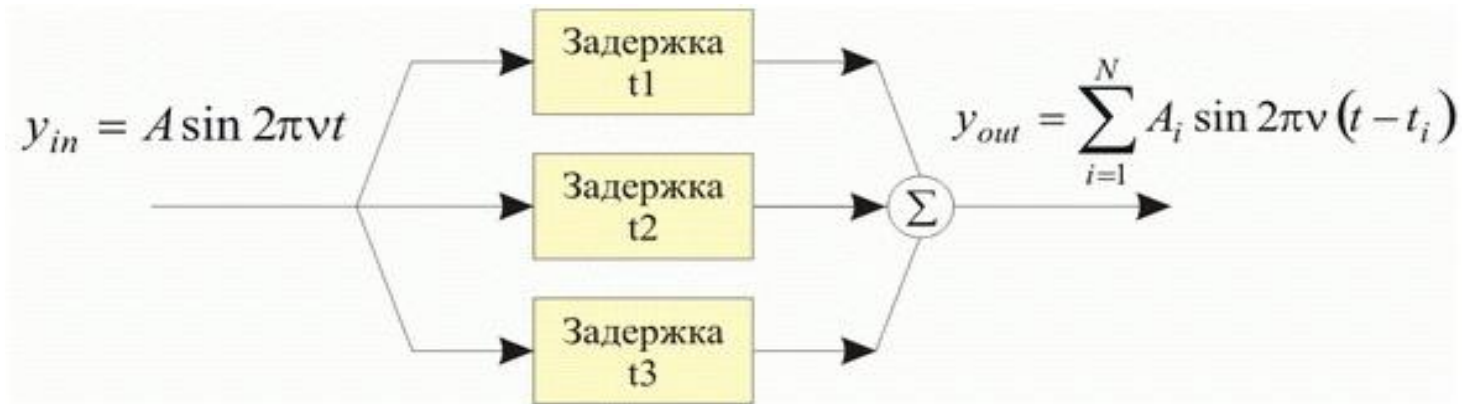


Рис. 1. Модель многолучевого распространения сигнала

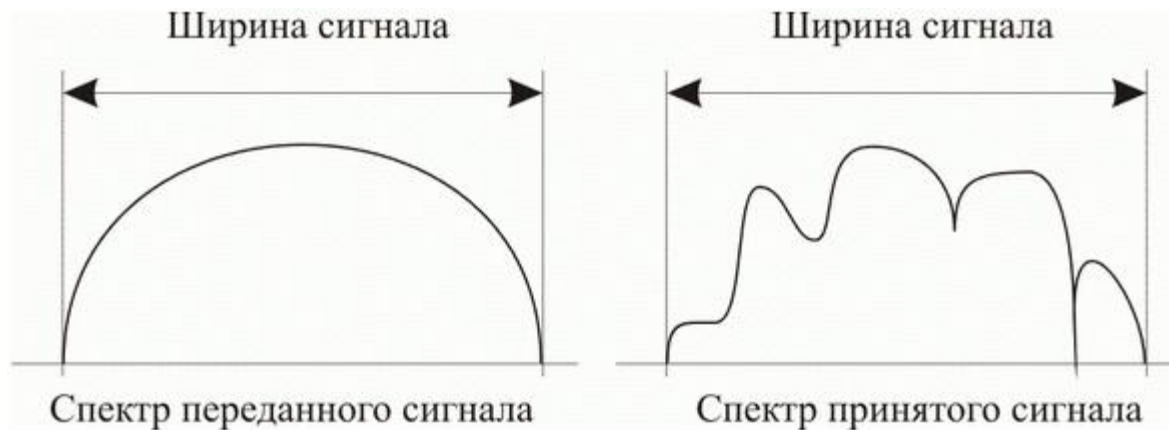


Рис. 2. Искажение сигнала за счёт присутствия многолучевой интерференции

# Многолучевое распространение сигнала

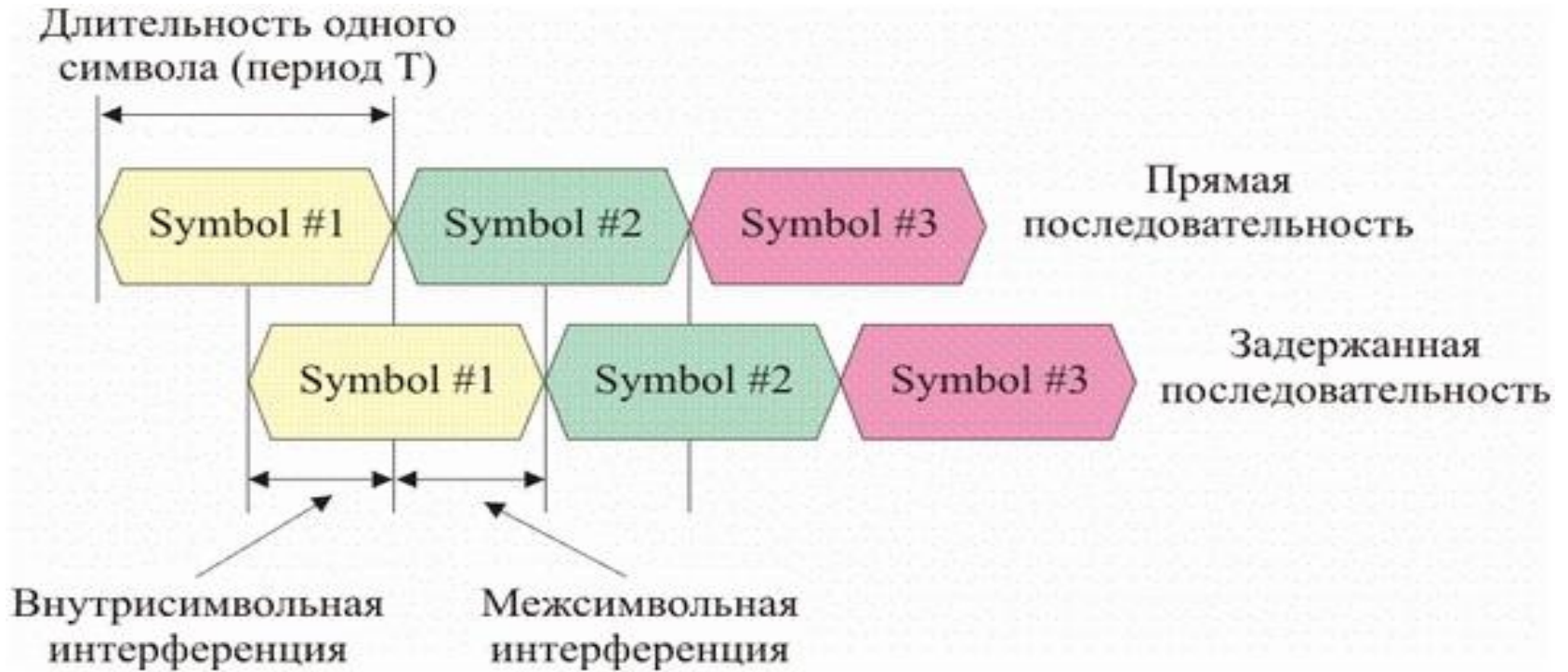


Рис. 4. Возникновение межсимвольной и внутрисимвольной интерференции

# Ортогональное частотное разделение с мультиплексированием

(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM)

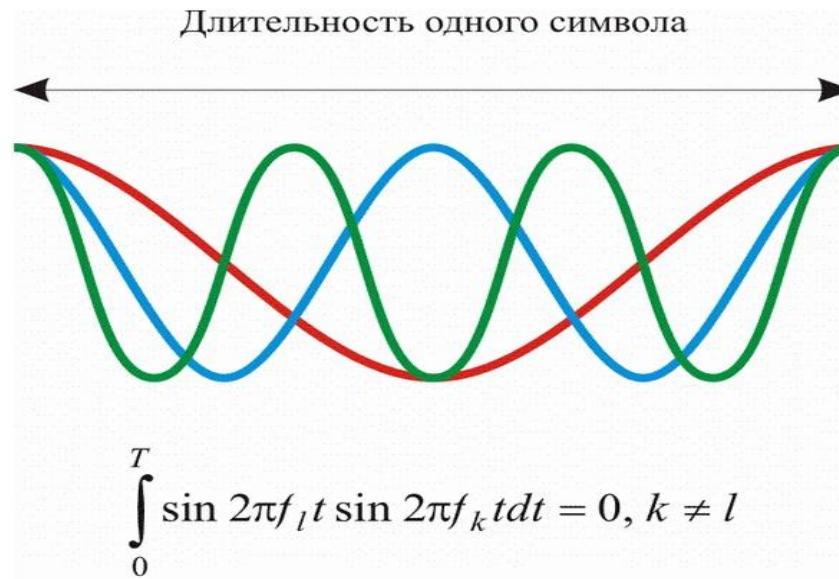


Рис. 5. Ортогональные частоты

# Ортогональное частотное разделение с мультиплексированием

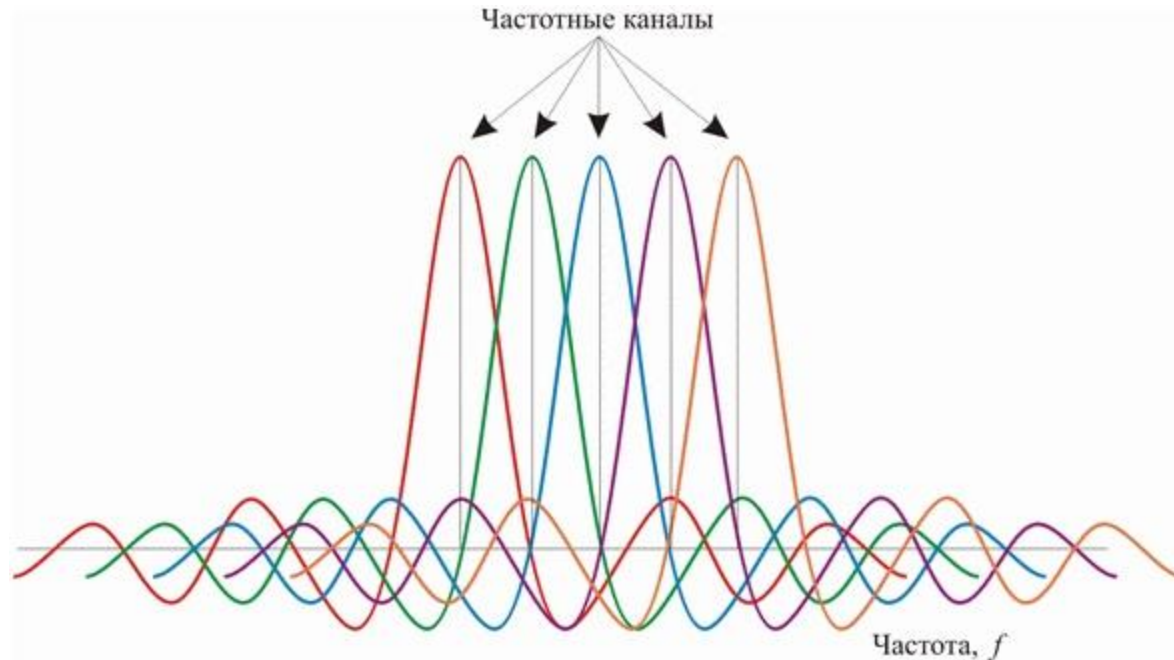


Рис. 6. Частотное разделение каналов с ортогональными несущими сигналами

# Ортогональное частотное разделение с мультиплексированием

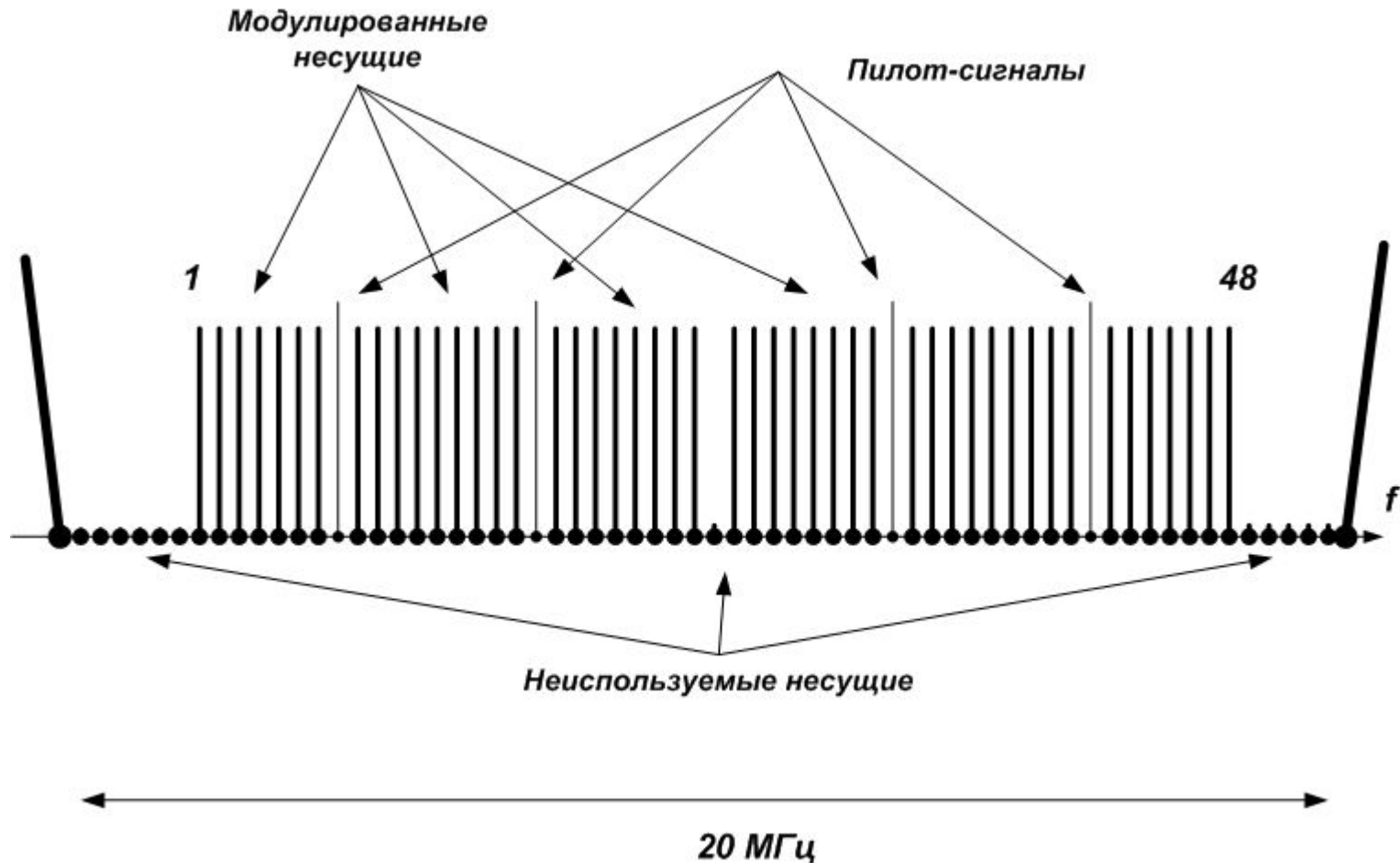


Рис. 7. Структура OFDM-символа в стандарте 802.11g



# Ортогональное частотное разделение с мультиплексированием

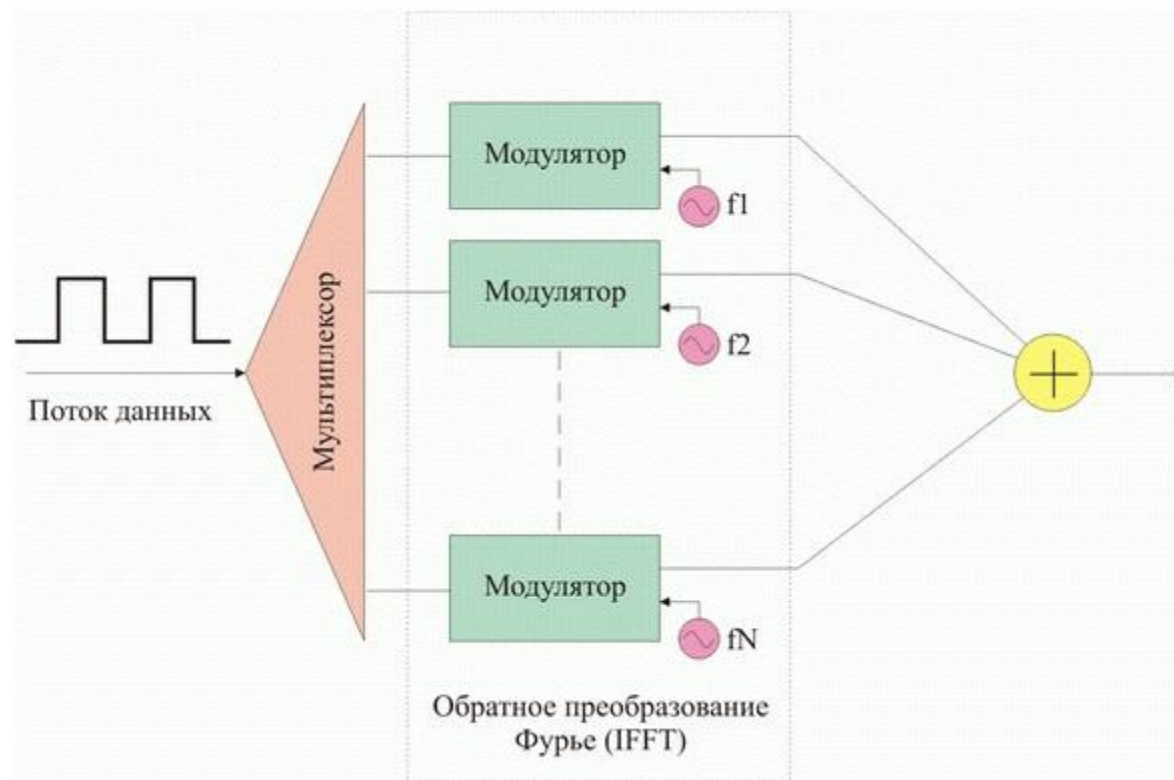
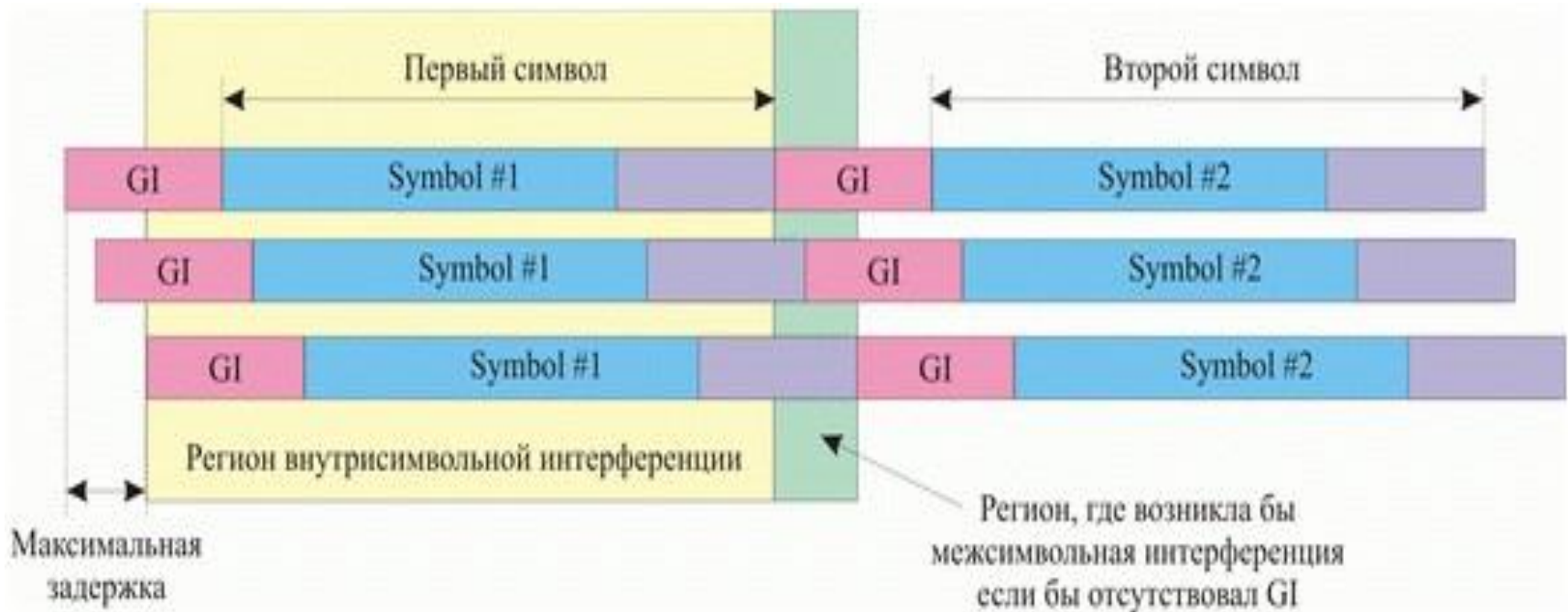


Рис. 8. Реализация OFDM с использованием обратного быстрого преобразования Фурье для получения  $N$  ортогональных частотных подканалов

# Ортогональное частотное разделение с мультиплексированием



Длительность	Время, мс
Полная	4
Защитного интервала	0,8
Информативная	3,2

Рис. 9. Защитный интервал препятствует возникновению межсимвольной интерференции.

# Сверточное кодирование в стандарте 802.11g

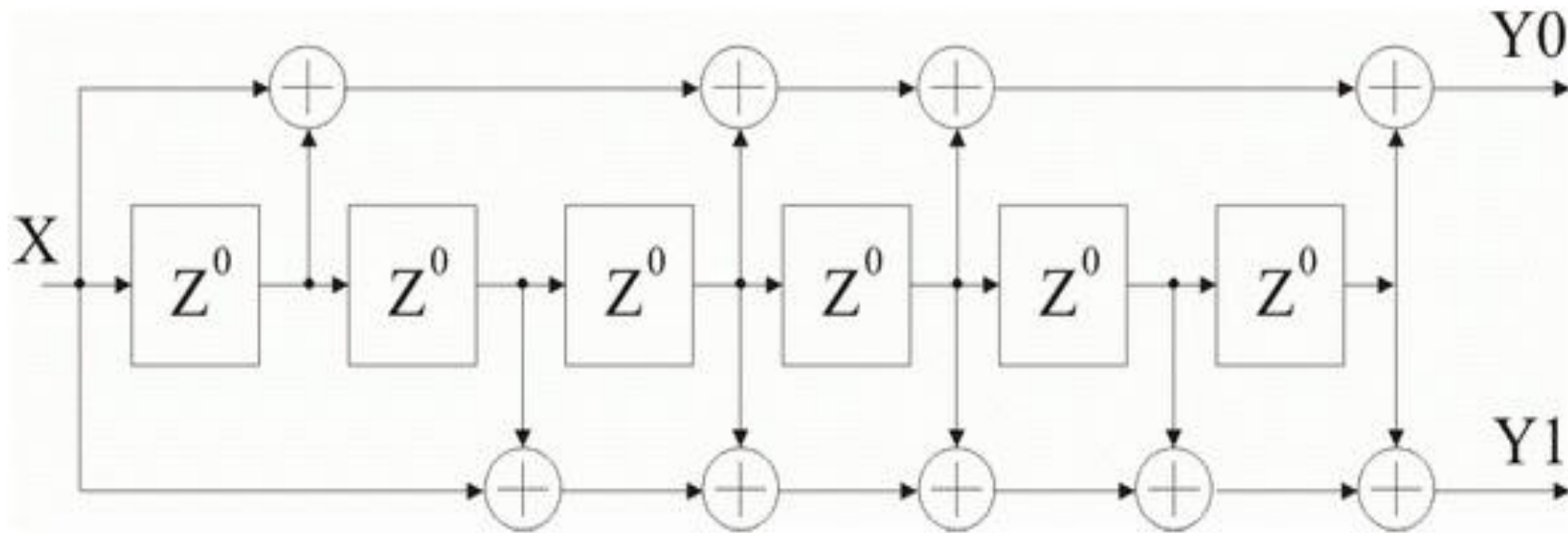


Рис. 10. Схема свёрточного кодера ( $K = 7$ ); скорость кодирования  $1/2$

# Сверточное кодирование в стандарте 802.11g

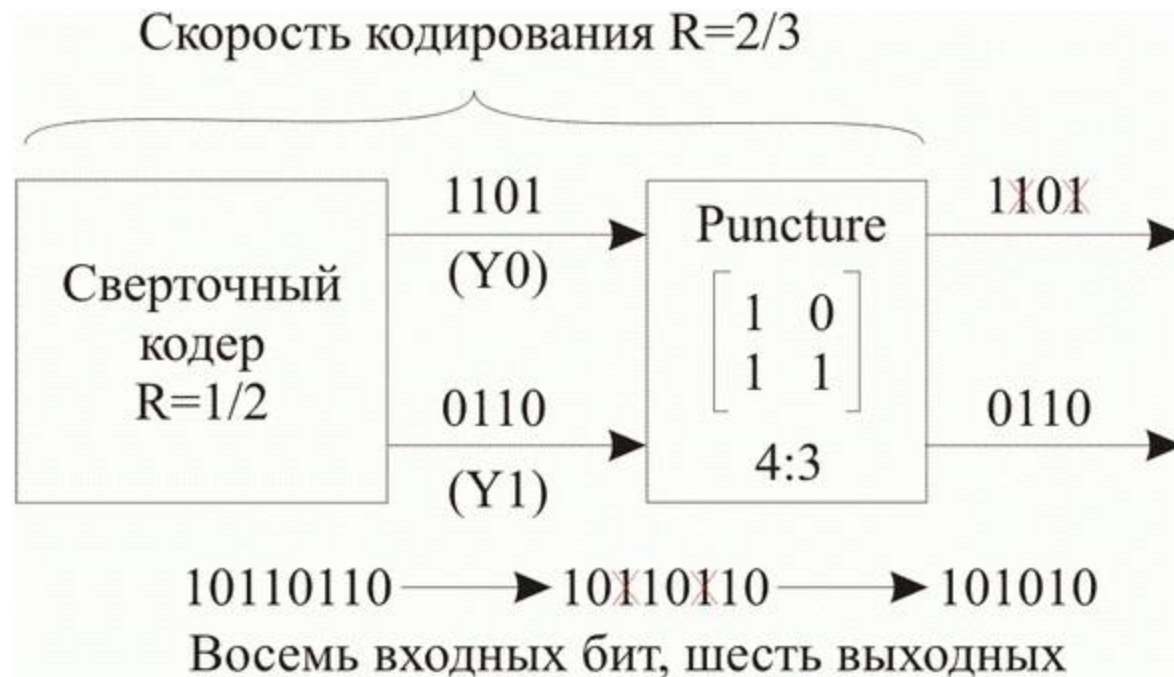


Рис. 11. Принцип работы пунктурного кодера

# Скорости передачи данных в стандарте 802.11g

Модуляция	Бит в одном субканале	Бит в одном OFDM символе	Скорость кодирования	Бит данных в одном OFDM символе	Скорость, Мбит/с
<b>DBPSK</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>11 Баркера</b>	<b>-</b>	<b>1</b>
<b>DQPSK</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>11 Баркера</b>	<b>-</b>	<b>2</b>
<b>BPSK</b>	<b>1</b>	<b>48</b>	<b>1 / 2</b>	<b>24</b>	<b>6</b>
<b>DBPSK</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>ССК</b>	<b>-</b>	<b>5,5</b>
<b>BPSK</b>	<b>1</b>	<b>48</b>	<b>3 / 4</b>	<b>36</b>	<b>9</b>
<b>DBPSK</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>ССК</b>	<b>-</b>	<b>11</b>
<b>QPSK</b>	<b>2</b>	<b>96</b>	<b>1 / 2</b>	<b>48</b>	<b>12</b>
<b>QPSK</b>	<b>2</b>	<b>96</b>	<b>3 / 4</b>	<b>72</b>	<b>18</b>
<b>16-QAM</b>	<b>4</b>	<b>192</b>	<b>1 / 2</b>	<b>96</b>	<b>24</b>
<b>16-QAM</b>	<b>4</b>	<b>192</b>	<b>3 / 4</b>	<b>144</b>	<b>36</b>
<b>64-QAM</b>	<b>6</b>	<b>288</b>	<b>2 / 3</b>	<b>192</b>	<b>48</b>
<b>64-QAM</b>	<b>6</b>	<b>288</b>	<b>3 / 4</b>	<b>216</b>	<b>54</b>

Примечание: Скорости 1, 2, 5.5, 6, 11, 12 и 24 Мбит/с являются обязательными, а все остальные - опциональными

# Обеспечение совместимости стандартов 802.11b и 802.11g

В стандарте 802.11b в качестве основного способа модуляции принята схема ССК (Complementary Code Keying), а в качестве дополнительной возможности допускается модуляция PBCC (Pocket Binary Convolutional Coding).

Разработчики 802.11g предусмотрели ССК-модуляцию для скоростей до 11 Мбит/с и OFDM для более высоких скоростей

Сети стандарта 802.11 при работе используют принцип CSMA/CA - множественный доступ к каналу связи с контролем несущей и предотвращением коллизий. Ни одно устройство 802.11 не должно начинать передачу, пока не убедится, что эфир в его диапазоне свободен от других устройств.

***Если в зоне слышимости окажутся устройства 802.11b и 802.11g, причем обмен будет происходить между устройствами 802.11g посредством OFDM, то оборудование 802.11b просто не поймет, что другие устройства сети ведут передачу, и попытается начать трансляцию***

**Чтобы не допустить подобной ситуации, предусмотрена возможность работы в смешанном режиме - ССК-OFDM**

# Обеспечение совместимости стандартов 802.11b и 802.11g

Информация в сетях 802.11 передается кадрами. Каждый информационный кадр включает два основных поля: преамбулу с заголовком и информационное поле

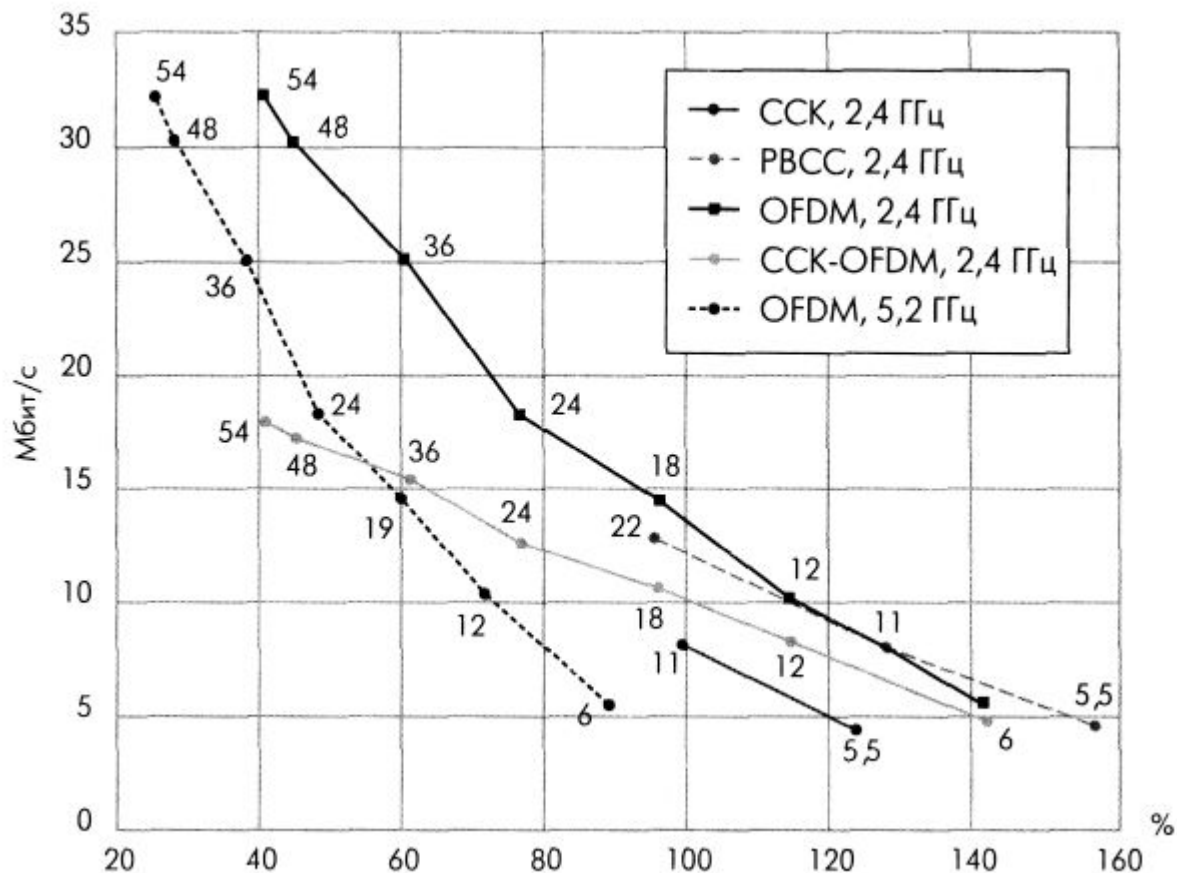
Преамбула/ заголовок	Информационное поле	
OFDM	OFDM	Обязательно
CCK	CCK	
CCK	OFDM	Возможно
CCK	PBCC	

# Обеспечение совместимости стандартов 802.11b и 802.11g

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



# Зависимость скорости передачи от расстояния для различных технологий



Расстояние приведено в процентах, 100% - дальность передачи с модуляцией ССК на скорости 11 Мбит/с