

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ АБОНЕНТСКОГО РАДИОДОСТУПА AIRSPAN AS 4020

1.1. Описание стандарта CDM

Технология мультимедиа с кодовым разделением каналов, в основе которой лежит ортогональное разделение сигналов, известна давно.

Сам принцип CDMA заключается в расширении спектра исходного информационного сигнала, которое может производиться двумя различными методами, которые называются следующим образом: «скачки по частоте» и «прямая последовательность». Так называемые «скачки по частоте» (или FH - Frequency Hopping) реализуются следующим образом: несущая частота в передатчике постоянно меняет свое значение в некоторых заданных пределах по псевдослучайному закону (коду), индивидуальному для каждого разговорного канала, через сравнительно небольшие интервалы времени.

Приемник системы ведет себя аналогично, изменяя частоту гетеродина по точно такому же алгоритму, обеспечивая выделение и дальнейшую обработку только нужного канала.

Второй метод «прямой последовательности» (или DS - Direct Sequence), который основан на использовании шумоподобных сигналах и применяется в большинстве работающих и перспективных системах CDMA. Он предусматривает модуляцию информационного сигнала каждого абонента единственным и уникальным в своем роде псевдослучайным шумоподобным сигналом (он-то и является в данном случае кодом), который и расширяет спектр исходного информационного сигнала. Число вариантов таких кодов достигает нескольких миллиардов, что позволило бы создать персональную связь в масштабах нашей планеты.

В результате проведения описываемого процесса, узкополосный информационный сигнал каждого пользователя расширяется во всю

ширину частотного спектра, выделенного для пользователей сети (база сигнала при этом становится много больше). В приемнике сигнал восстанавливается с помощью идентичного кода, в результате чего восстанавливается исходный информационный сигнал. В то же самое время, сигналы остальных пользователей для данного приемника продолжают оставаться расширенными и воспринимаются им лишь как «белый шум», который является наиболее «мягкой» помехой, в наименьшей степени мешающей нормальной работе приемника.

1.2 Технология CDMA

Принцип технологии множественного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA) заключается в расширении спектра исходного информационного сигнала. При этом обеспечивается высокая степень защиты от активных и пассивных помех, что позволяет работать при низких значениях отношения сигнал-шум со значительно меньшей мощностью передаваемого сигнала.

Наиболее широкое распространение получили CDMA-системы с расширением спектра, которое заключается в распределении информационных сигналов по широкой полосе частот. В DS-CDMA-системе каждой абонентской станции выделяется своя уникальная псевдослучайная кодовая последовательность, отличающая ее от других и одновременно используемая для повышения помехоустойчивости и обеспечения безопасности. В передатчике узкополосный информационный сигнал умножается на эту псевдослучайную N-символьную последовательность. В эфире такой сигнал занимает полосу частот, значительно превышающую по ширине полосу частот исходного узкополосного сигнала. При этом использование шумоподобных сигналов с высокой тактовой частотой приводит к тому, что исходный узкополосный

сигнал «размазывается» в широкой полосе и становится меньше уровня шума.

В приемнике исходный сигнал восстанавливается с помощью такой же псевдослучайной последовательности (обратная операция). Любые другие сигналы, отличные от исходного, поступающие на данный приемник, воспринимаются как шум.

Таким образом, Code Division Multiple Access - множественный доступ с кодовым разделением. В CDMA системах каждый голосовой поток отмечен своим уникальным кодом и передается на одном канале одновременно со многими другими кодированными голосовыми потоками. Принимающая сторона использует тот же код для выделения сигнала из шума. Единственное отличие между множественными голосовыми потоками - это уникальный код. Канал, как правило, очень широк и каждый голосовой поток занимает целиком всю ширину диапазона. Эта система использует наборы каналов шириной 1.23МГц. Голос кодируется на скорости 8.55кбит/с, но определение голосовой активности и различные скорости кодирования могут урезать поток данных до 1200бит/с. В системах CDMA могут устанавливаться очень прочные и защищенные соединения, несмотря на экстремально низкую величину мощности сигнала, теоретически - сигнал может быть слабее, чем уровень шума.

1.3. Общая характеристика CDMA

В системе CDMA используются широкополосные шумоподобные сигналы (ШПС). Основное свойство цифровой связи с шумоподобными сигналами - защищенность канала связи от перехвата, помех и подслушивания.

Основной характеристикой широкополосного сигнала является его база B , определяемая как произведение ширины спектра сигнала F на его

период T . В результате перемножения псевдослучайного сигнала с информационным сигналом энергия последнего распределяется в широкой полосе частот.

Следует отметить, что сама информация может быть введена в широкополосный сигнал несколькими способами. Наиболее известный способ заключается в наложении информации на широкополосную модулирующую кодовую последовательность перед модуляцией несущей для получения широкополосного шумоподобного сигнала (рис. 1). Узкополосный сигнал умножается на псевдослучайную последовательность (ПСП) с периодом T состоящую из N бит длительностью τ_0 каждый. В этом случае база ШПС численно равна количеству элементов ПСП.

Результирующий выигрыш в отношении сигнал/помеха на выходе приемника есть функция отношения ширины полос широкополосного и базового сигналов: чем больше расширение спектра, тем больше выигрыш.

Во временной области - это функция отношения скорости передачи цифрового потока в радиоканале к скорости передачи базового информационного сигнала

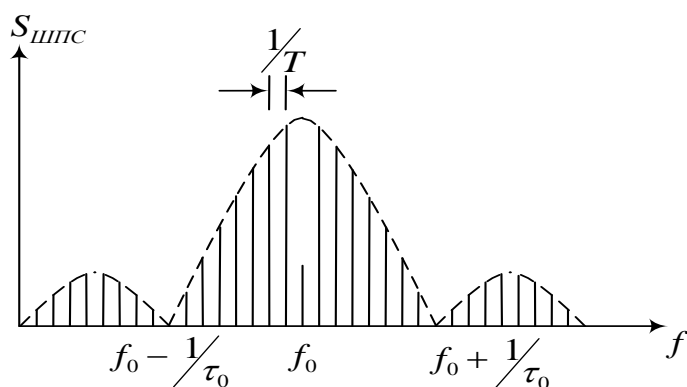
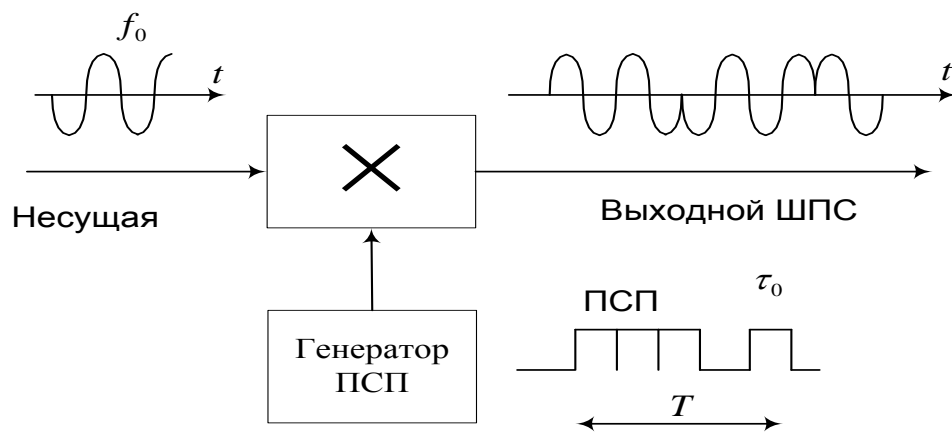


Рис.1. Схема расширения спектра частот цифровых сообщений.

Кроме того, расширение спектра сигнала можно рассматривать как применение методов частотного разнесения при приеме. В стандарте CDMA для разделения каналов используются ортогональные коды Уолша. Коды Уолша - одни из немногих ортогональных кодов, которые можно использовать для кодирования и последующего объединения ряда информационных сигналов. Коды Уолша формируются из строк матрицы Адамара:

$$W_L = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Особенность этой матрицы состоит в том, что каждая ее строка ортогональна любой другой или строке, полученной с помощью операции логического отрицания.

Для выделения сигнала на выходе приемника применяется цифровой фильтр. При ортогональных сигналах фильтр можно настроить таким образом, что на его выходе всегда будет логический «0» за исключением случаев, когда принимается сигнал, на который он настроен. Кодирование по Уолшу применяется в прямом канале (от базовой станции к абонентскому терминалу) для деления пользователей. В системах, использующих стандарт IS-95, все абонентские станции работают одновременно в одной полосе частот. Согласованные фильтры приемников базовой станции квазиоптимальны в условиях взаимной помехи между абонентами одной соты и весьма чувствительны к эффекту «далеко - близко». Для максимизации абонентской емкости системы необходимо, чтобы терминалы всех абонентов излучали сигнал такой мощности, которая обеспечила бы одинаковый уровень принимаемых базовой станцией сигналов. Чем точнее управление мощностью, тем больше абонентская емкость системы. На рис. 2 приведена упрощенная структурная схема, поясняющая принцип работы системы стандарта CDMA.

Информационный сигнал кодируется по Уолшу, затем смешивается с несущей, спектр которой предварительно расширяется перемножением с сигналом источника псевдослучайного шума. Каждому информационному сигналу назначается свой код Уолша, затем они объединяются в передатчике, пропускаются через фильтр, и общий шумоподобный сигнал излучается передающей антенной.

На вход приемника поступают полезный сигнал, фоновый шум, помехи от базовых станций соседних ячеек и от подвижных станций других абонентов. После ВЧ фильтрации сигнал поступает на коррелятор, где происходит сжатие спектра и выделение полезного сигнала в цифровом фильтре с помощью заданного кода Уолша. Спектр помех расширяется, и

они появляются на выходе коррелятора в виде шума. На практике в подвижной станции используется несколько корреляторов для приема сигналов с различным временем распространения в радиотракте или сигналов передаваемых различными базовыми станциями.

Если в системах, основанных на других методах доступа, необходимо планировать распределение частотного ресурса между соседними ячейками, чтобы предотвратить взаимное влияние сигналов соседних ячеек, то в системах, использующих метод CDMA изменяя временной сдвиг ПСП, можно использовать один и тот же участок полосы частот для работы во всех ячейках сети. Такое 100%-ное использование доступного частотного ресурса один из основных факторов, определяющих высокую абонентскую емкость сети стандарта CDMA и упрощающих ее организацию. В системах, использующих методы доступа с временным или частотным разделением каналов, абонентская емкость ячейки жестко ограничена и определяется числом доступных каналов связи или временных интервалов. В противоположность этому системы на базе CDMA имеют динамическую абонентскую емкость. И хотя имеется 64 кода Уолша, этот теоретический предел не достигается в реальных условиях, и абонентская емкость системы ограничивается внутрисистемной помехой, вызванной одновременной работой подвижных или базовых станций соседних ячеек.

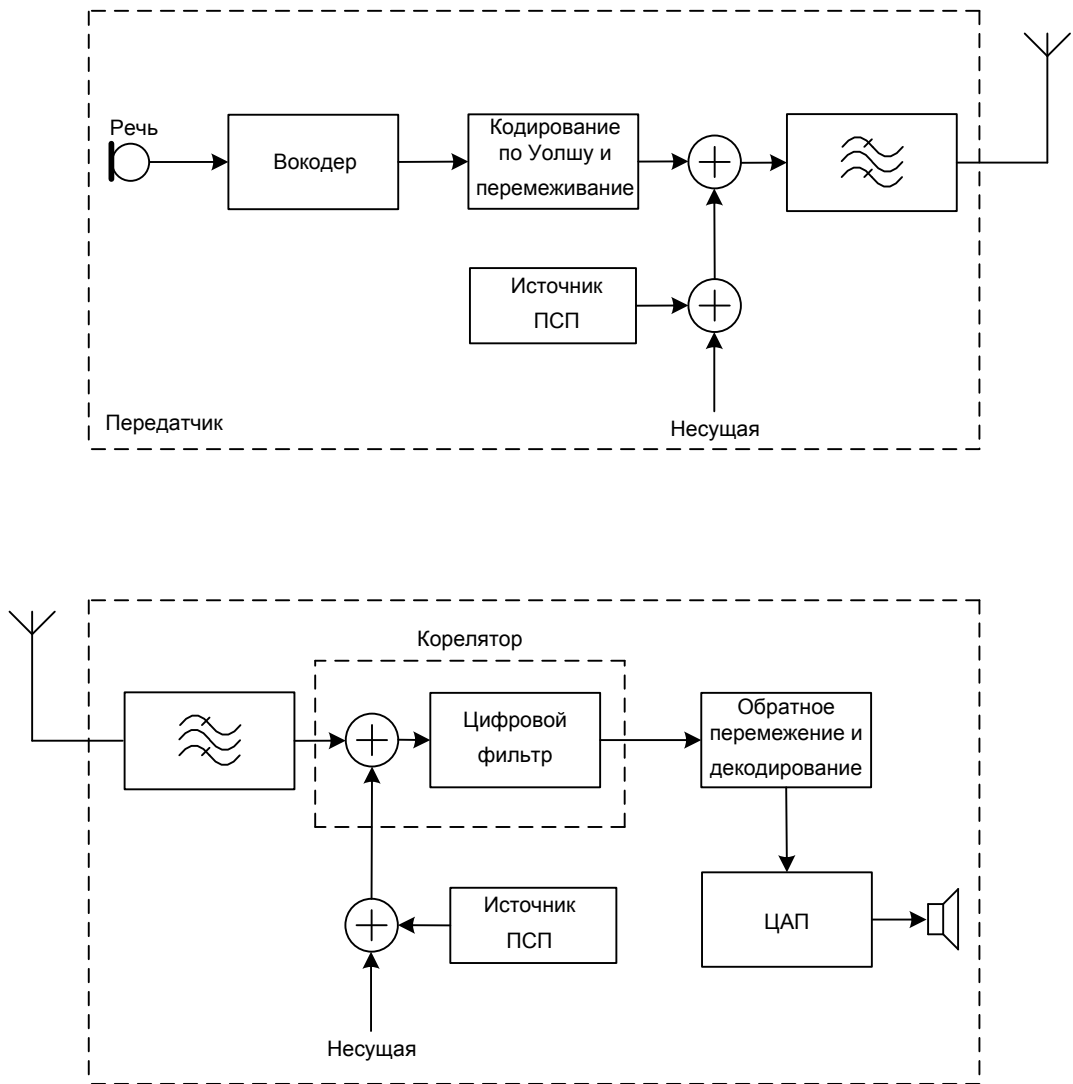


Рис.1. Принцип работы системы сотовой связи стандарта CDMA

1.4 Классификация систем абонентского доступа.

Формировать CDMA-сигналы можно двумя способами. Первый из них включает все методы, основанные на использовании сигналов с расширенным спектром (Spread Spectrum — SS), а второй базируется на сочетании CDMA с другими методами временного (TDMA), частотного (FDMA) пространственного (SDMA) разделения каналов. Наиболее широкое распространение получил CDMA-системы с расширением спектра, которое заключается в распределении информационных сигналов по широкой полосе частот.

В настоящее время известны три ключевых метода расширения спектра: DS (Direct Sequence) — прямая последовательность, FH (Frequency Hopping) — скачкообразная перестройка частоты и TH (Time Hopping) — псевдослучайная перестройка во времени. Соответственно, существует три способа передачи сигнала с расширением спектра: DSSS, FHSS и THSS (см.рис.1.).

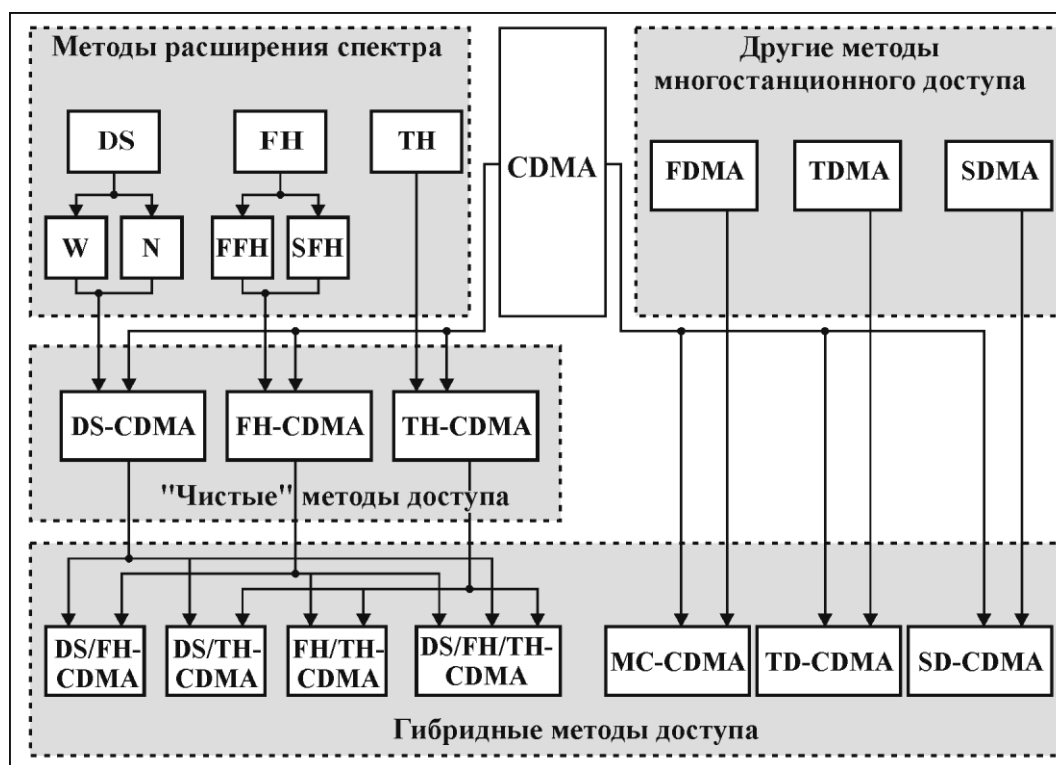


Рисунок 2 - методы доступа и расширения спектра CDMA

В большинстве CDMA-систем используется методика расширения спектра прямой последовательностью DS-CDMA, поэтому ограничимся рассмотрением именно этого метода.

Технология DS-CDMA нашла применение в средствах связи благодаря таким тактико-техническим характеристикам, как помехозащищенность и помехоустойчивость, неподверженность интерференционным воздействиям и перехвату, низкие уровни радиоизлучений и надежность связи, возможность работы в режиме многолучевого распространения, практические трудности с обнаружением, что удовлетворяет требованиям скрытности и защиты от несанкционированного доступа к передаваемой информации.

Чтобы популярно пояснить принцип работы такой системы, воспользуемся одной очень удачной аллегорией, которую, объясняя основы технологии CDMA, обычно предлагает компания Motorola «для экспертов и не очень». Представьте комнату, в которой одновременно разговаривает друг с другом много пар людей, причем на разных языках. Каждый из них хорошо понимает своего собеседника, а все посторонние разговоры воспринимаются как некий фон и не особенно мешают разговору.

При этом обеспечивается высокая степень защиты от активных и пассивных помех, что позволяет работать при низких значениях отношения сигнал-шум (3–5 дБ) со значительно меньшей мощностью передаваемого сигнала. Таким образом, в одном и том же радиочастотном канале одновременно передаются информационные сигналы большой группы пользователей.

Следует также сказать, что CDMA не зря широко используется в военных системах связи, поскольку расширение спектра сигналов позволяет противодействовать преднамеренным искусственным помехам. Если расширить базу радиосигнала до очень больших величин, то можно сделать его ниже уровня шумов, которые и сможет наблюдать потенциальный

противник. На приемной же стороне исходный сигнал будет восстановлен. Таким образом, подобные системы можно было бы использовать (и такие системы существуют), не мешая работе других радиосредств, использующих тот же диапазон радиочастот.

1.5 Принцип кодового разделения каналов CDMA

При кодовом уплотнении каналов сигналы всех каналов присутствуют в линии связи или эфире одновременно, аналогично тому, как это имеет место при частотном уплотнении каналов, но в отличие от частотного уплотнения каналов при кодовом уплотнении каналов сигнал каждого канала занимает всю полосу частот, отводимую для многоканальной системы. Если при ЧРК и ВРК каждому каналу отводится соответственно своя полоса частот или свой временной интервал, то при кодовом уплотнении и разделении каналов каждый канал "окрашивается" своим кодовым словом и имеет свою специфическую форму сигнала (в отечественной литературе ранее кодовое разделение каналов называлось разделением каналов по форме сигнала).

Кодовое уплотнение каналов может быть синхронным или асинхронным. Например, в сотовых наземных или спутниковых радиосистемах при кодовом разделении каналов (КРК) сигналы от базовой станции (узла связи) в сторону терминалов уплотняются синхронно, а сигналы от терминалов в сторону базовой станции в эфире передаются асинхронно.

Рассмотрим синхронное кодовое уплотнение и разделение каналов. Функциональная схема передающей и приемной аппаратуры при КРК показана на рис. 2. Будем считать, что сообщения от каждого канала на передачу представлены в двоичной форме:

$$S_i(t) = \begin{cases} 1 & \text{при передаче символа "1",} \\ -1 & \text{при передаче символа "0".} \end{cases}$$

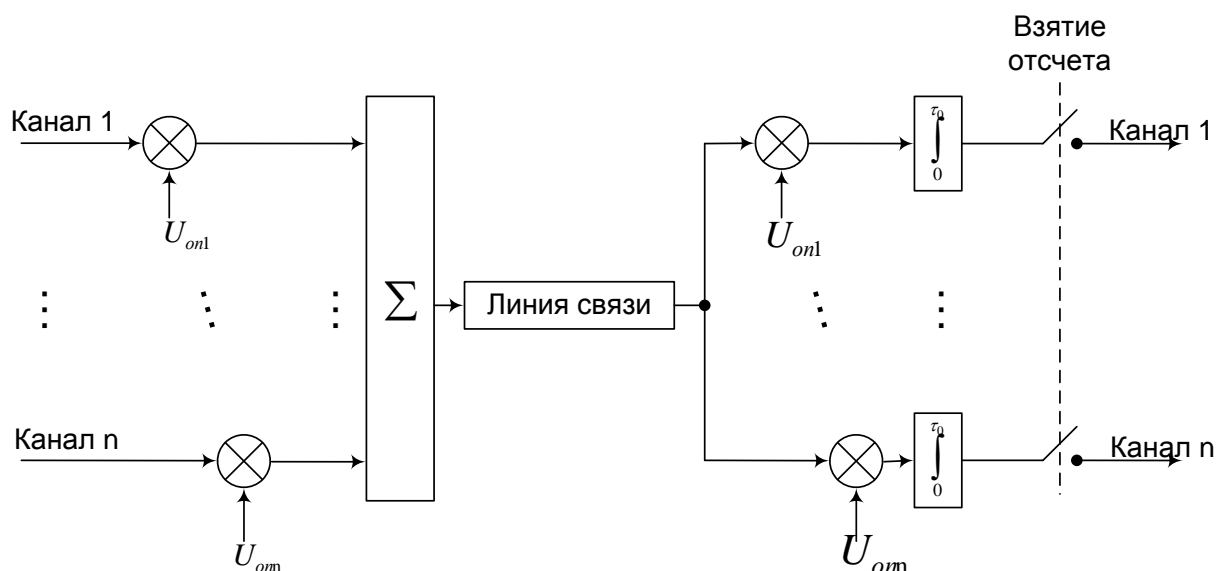


Рис.2. Функциональная схема линии связи с кодовым уплотнением и разделением каналов.

Длительности символов во всех каналах одинаковы и равны τ_0 , начала и концы символов всех каналов синхронизированы.

В качестве опорных сигналов $U_{on1} \dots U_{omn}$, подаваемых на множители в передающей и приемной частях многоканальной линии связи (см. рис. 3.), используются синхронные как на передаче, так и на приеме двоичные ортогональные последовательности. Ансамбль двоичных ортогональных сигналов состоит из n кодовых последовательностей (слов) $U_{on1}(t) \dots U_{omn}(t)$ каждое слово содержит $n = 2, 4, 8, \dots, 2^k$ бит, где $k = 1, 2, 3, \dots$. В простейшем случае ансамбль двоичных ортогональных сигналов образуется с помощью матрицы Адамара:

$$H = \begin{vmatrix} -M & M \\ M & M \end{vmatrix},$$

где M - ансамбль (матрица) кодовых слов предыдущей размерности. Для получения матрицы $-M$ берутся символы матрицы M и меняются на противоположные.

$$\text{Для } n=2 \quad H_2 = M = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix}.$$

$$\text{Для } n=4 \quad H_4 = M = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}.$$

$$\text{Для } n=8 \quad H_8 = M = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}.$$

Строка матрицы H называется кодовым словом. Кодовое слово состоит из n символов. Из свойств матрицы Адамара следует, что в любом кодовом слове всегда ровно половину составляют символы "1" и половину - символы "0". Будем считать, что в кодовом слове символу "1" соответствует электрический импульс длительностью t прямоугольной формы положительной полярности с амплитудой, равной единице, а символу "0" - соответствующий импульс отрицательной полярности. Для $n = 8$ получим следующие опорные сигналы:

$U_{оп1}(t)$	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1
$U_{оп2}(t)$	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1
$U_{оп3}(t)$	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1
$U_{оп4}(t)$	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
$U_{оп5}(t)$	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1
$U_{оп6}(t)$	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1
$U_{оп7}(t)$	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1
$U_{оп8}(t)$	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

На рис.3 показаны эпюры напряжений в передающей части схемы уплотнения каналов для канала 1. Длительность символа кодового слова $\tau = \tau_0/n$. Это значит, что спектр сигнала на выходе перемножителя в n раз шире спектра входного сигнала, поступающего на аппаратуру уплотнения каналов. При передаче информационного символа $S_1(t)=1$ на выход перемножителя поступает кодовое слово $U_{оп1}(t)$, при передаче символа $S_1(t)=-1$ на выход перемножителя поступает инвертированное кодовое слово $S_1(t) \cdot U_{оп1}(t) = -U_{оп1}(t)$

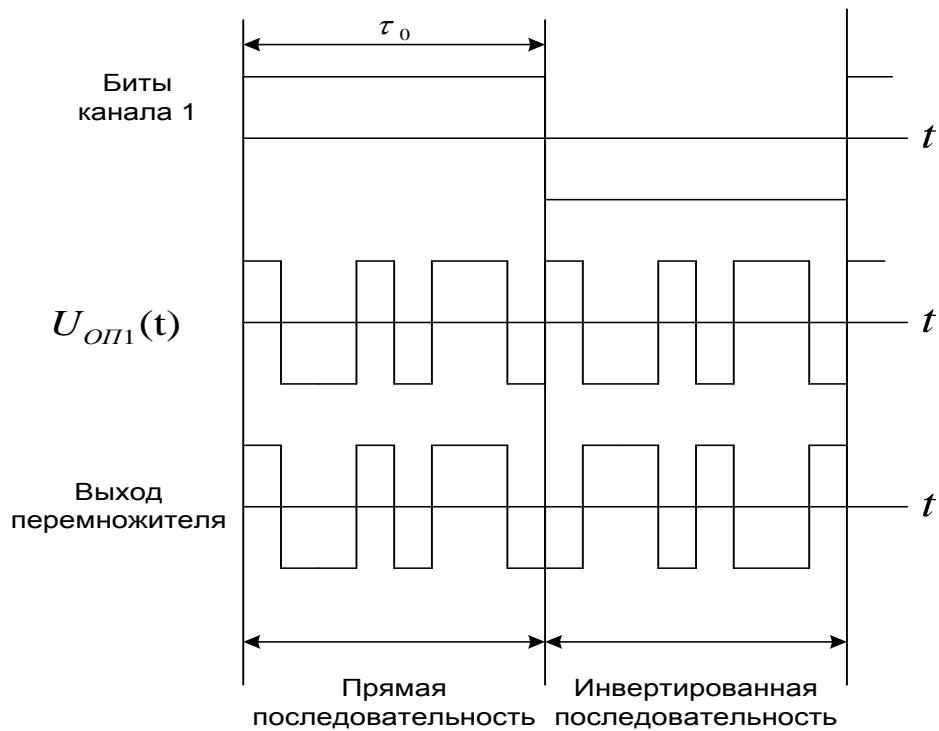


Рис.3. Эпюры напряжений в передающей части канала 1

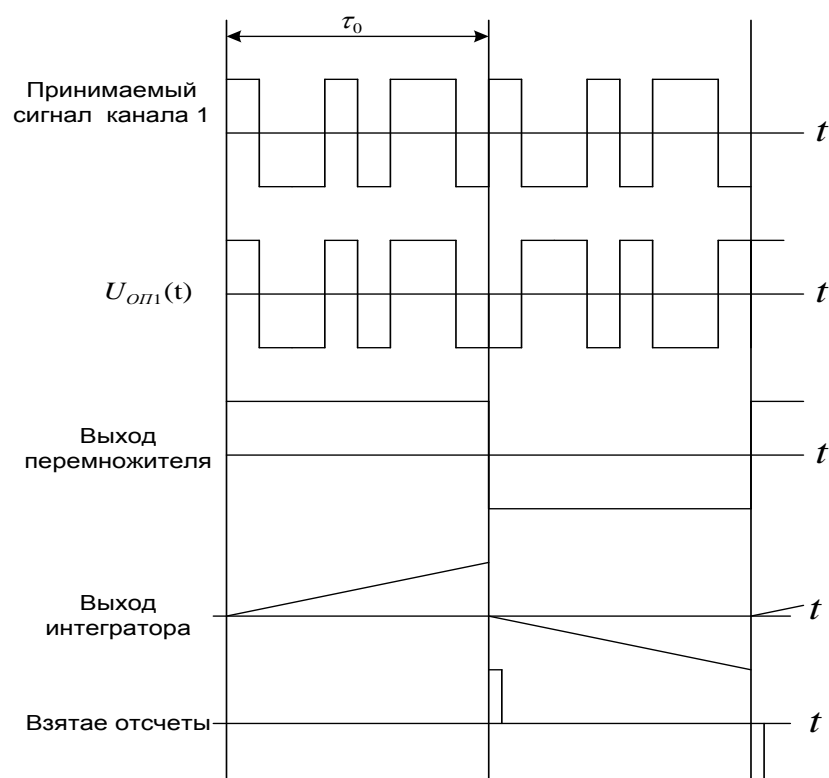


Рис.4. Эпюры напряжений при обработке принимаемого сигнала канала

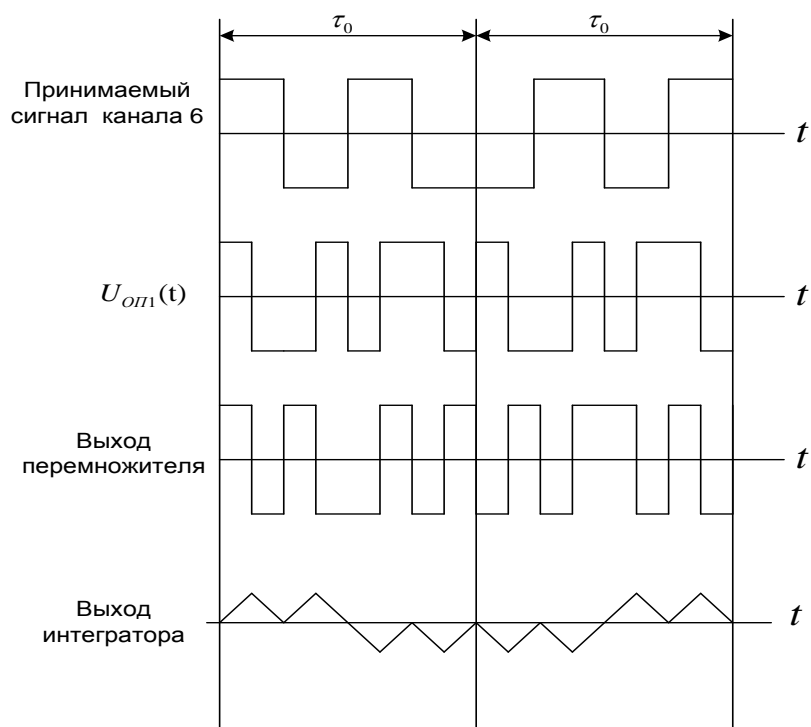


Рис.5. Эпюры напряжений в приемной части канала 1 при воздействии принимаемого сигнала канала.

В приемном устройстве в аппаратуре разделения каналов в каждом перемножителе производится алгебраическое перемножение напряжения опорного сигнала и многоканального принимаемого сигнала. Считаем, что начало и конец опорного кодового слова синхронизированы с началом и концом принимаемых информационных символов длительностью τ_0 .

При воздействии принимаемого сигнала i -го канала на перемножитель с j -м опорным сигналом происходит свертка широкополосного сигнала в узкополосный импульс длительностью τ_0 , который далее поступает на интегратор с синхронным разрядом. Доказывается, что при перемножении двух разных кодовых слов ансамбля двоичных ортогональных кодов получается кодовое слово, принадлежащее тому же ансамблю, или инвертированное кодовое слово того же ансамбля. При интегрировании кодового слова на интервале времени τ_0 содержащего $\frac{n}{2}$ импульсов положительной полярности и $\frac{n}{2}$ импульсов отрицательной полярности на выходе интегратора в конце интервала интегрирования, напряжение будет равно нулю.

Таким образом, на выходе коррелятора появится полезный сигнал только от сигнала i -го канала. Напряжения на выходе i -го коррелятора от сигналов других каналов будут равны нулю. Это означает, что в схеме рис 3. производится разделение каналов без взаимных помех

Математически сказанное выше формулируется следующим образом. Нормируя для удобства значения напряжений опорных сигналов, можно записать

$$\int_0^{\tau_0} U_{оп1}(t) \cdot U_{опk}(t) dt = \begin{cases} 1 & i = k \\ 0 & i \neq k \end{cases}$$

Тогда напряжения на выходах корреляторов в схеме разделения каналов можно записать следующим образом:

$$U_{\text{ВЫХ}} = \int_0^{\tau_0} S_i(t) U_{\text{ОП}i}(t) U_{\text{ОП}k}(t) dt = S_i(t) \int_0^{\tau_0} U_{\text{ОП}i}(t) U_{\text{ОП}k}(t) dt = \begin{cases} S_i(t) & i = k \\ 0 & i \neq k \end{cases}$$

Где $S_i(t)$ имеет постоянную амплитуду на интервале времени τ_0 ; $S_i(t)U_{\text{ОП}i}(t)$ принимаемый сигнал i -го канала. На интервале времени τ_0 $S_i(t)$ может иметь следующие значения:

$$S_i(t) = \begin{cases} 1 & \text{при передаче символа "1",} \\ -1 & \text{при передаче символа "0".} \end{cases}$$

Синхронное кодовое уплотнение и разделение каналов, так же как и ортогональное частотное уплотнение, и разделение каналов, реализуют идеальную линейную систему уплотнения и разделения каналов.

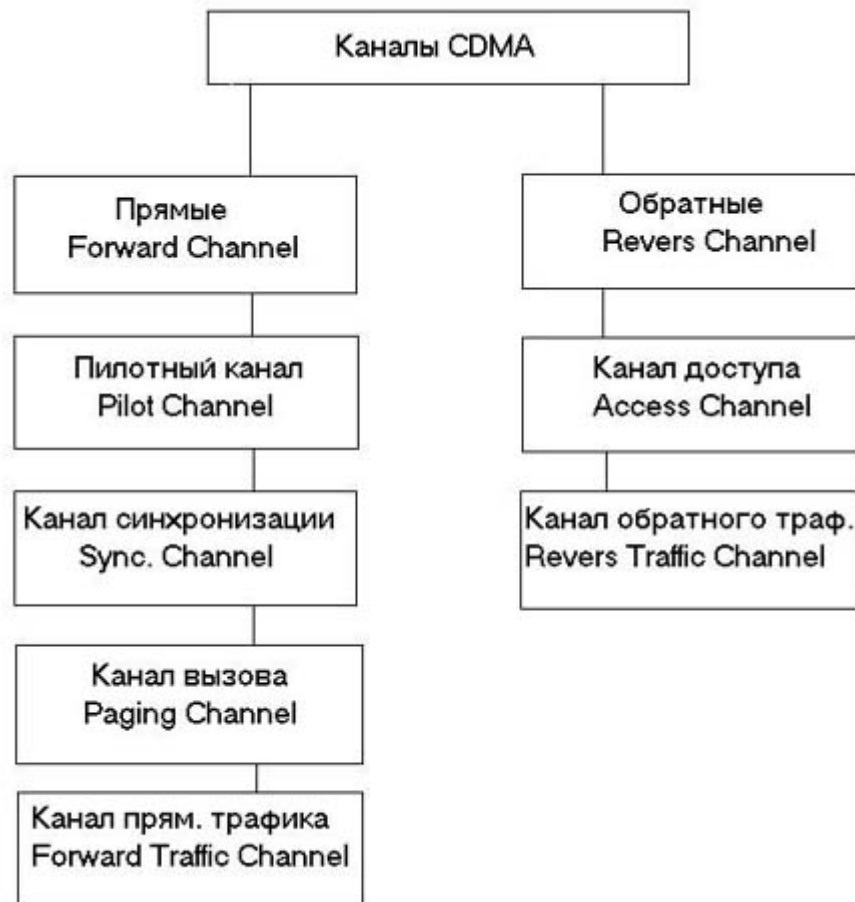


Рисунок 4- структура каналов в CDMA

1.6. Технология мультидоступа.

Цифровая радиосвязь характеризуется возможностью многостанционного доступа или мультидоступа, что подразумевает одновременную передачу информации через одно устройство многими пользователями в общем канале. При этом разделение общего канала может производиться по частоте (FDMA), времени (TDMA) и коду (CDMA), что можно проиллюстрировать так, как это приведено на рисунке 5

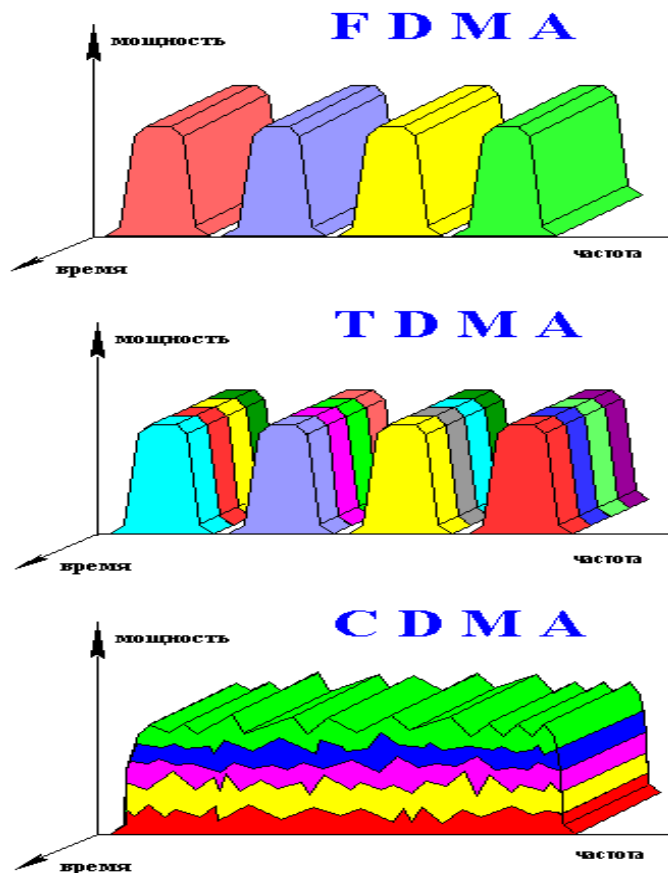


Рисунок 5 - разделение общего канала по частоте (FDMA), времени (TDMA), коду (CDMA).

При частотном разделении спектр передачи разделяется на участки, выделяемые для различных пользователей. Только этот метод может быть использован при аналоговой связи. На этом методе основаны все аналоговые стандарты сотовой связи: NMT, AMPS, TACS и др. Недостатки таких систем сейчас очевидны: плохая помехозащищенность и связанное с ней невысокое качество передачи речи, неэффективное использование дефицитного радиоспектра, отсутствие защиты от прослушивания и т.д.

Следует также сказать, что пик своего развития аналоговые системы прошли в 1993 году, после которого наблюдается устойчивое снижение числа их абонентов. Самым же распространенным аналоговым стандартом в мире был и пока остается AMPS.

Два других метода используются при цифровой технологии и, как правило, в комбинации с частотным разделением. В случае мультимедиа с временным разделением каналов многочисленные абоненты передают свои сообщения на одной и той же радиочастоте, но в разное время, что позволяет увеличить объем речевого трафика и получить ряд других преимуществ, характерных для цифровых систем связи. На этом методе основаны такие узкополосные цифровые стандарты сотовой связи, как GSM и его разновидность DCS, а также D-AMPS, который стал логическим продолжением стандарта AMPS.

1.7. Основные преимущества стандарта CDMA.

Высокое качество голосовой связи. Качество речи, которая передается посредством системы CDMA, очень близко к качеству речи, передаваемой по проводному каналу связи. А поскольку через CDMA-каналы передается не только голос, но также и другая информация, большую ценность имеет практически полное отсутствие помех.

Меньшее (в сотни раз) значение выходной мощности, по сравнению с другими современными стандартами связи. Если рассматривать такие немаловажные факторы, как воздействие излучения от сотового телефона на организм человека и продолжительности работы трубки без подзарядки аккумулятора, то можно понять, почему малое значение выходной мощности является преимуществом связи CDMA.

Широкая зона покрытия. Новейшие технологии и алгоритмы обработки сигналов позволяют охватывать большую местность, нежели другие стандарты связи.

Качественный прием в тоннелях и зданиях. Принимаемый сетью сигнал складывается сразу из нескольких распространяющихся сигналов. Это позволяет устройству, подключенному к CDMA, без потери качества работать и в бетонных зданиях, и в тоннелях.

Высокий уровень конфиденциальности связи. Широкополосный сигнал CDMA не только очень трудно раскодировать – его сложно даже обнаружить.

2. Система Airspan 4020

2.1. Основные сведения

Платформа AS4020 производства фирмы Airspan представляет собой беспроводную систему предоставления DSL услуг по передаче данных и организации высококачественной голосовой связи. В системе применяется уникальное сочетание адаптивного выбора режима модуляции (QPSK, 16QAM и 64QAM) и FEC метода исправления ошибок в канале связи. Данная система может одинаково успешно применяться как для подключения крупных компаний со значительными требованиями по скорости соединения и качеству предоставляемых услуг, так и для организации доступа отдельных пользователей.

Отличительной особенностью системы AS4020 является универсальность архитектуры сети, позволяющая в зависимости от потребностей заказчика осуществлять подключение со скоростью до 17 Мбит/спри общей емкости базовой станции в 200 Мбит/с. Сеть AS4020 работает в диапазонах радиочастот от 900 МГц до 4 ГГц. Это позволяет выбрать оптимальные параметры радиосоединения в пределах доступных в каждом конкретном регионе частотных ресурсов. Также, в зависимости от класса предоставляемых услуг и частотного диапазона, зона обслуживания одной базовой станции AS4020 может достигать 25 км. Одновременно широкий выбор типов абонентских терминалов позволяет выбрать оптимальную конфигурацию абонентского терминала, включающего требуемые типы интерфейсов передачи данных и необходимое число телефонных интерфейсов. Следует отметить, что в системе поддерживаются режимы обеспечения качества предоставляемых услуг QoS, IPv6 и VLAN.

Ключевые особенности данной системы:

- Передовые технологии и высокие технические параметры;
- Высокая скорость передачи данных до 17 Мбит/с на абонента;
- Широкий выбор частотных каналов в полосе 900 МГц - 4,0 ГГц;
- Высокая помехозащищенность благодаря адаптивному методу выбора типа модуляции;
- Гарантированные характеристики качества услуг QoS для каждого абонента 802.1Q;
- Поддержка виртуальных частных сетей VLAN;
- Программно определяемая полоса частот от 1,25 до 6 МГц;
- Простота конфигурации и удобство управления;
- Модульная архитектура устройств;

2.2. Архитектура системы радиодоступа Airspan 4020



Рис.1. Архитектура системы Airspan 4020

На вышеуказанном рисунке отображены основные элементы системы абонентского радиодоступа Airspan 4020.

Система AS4020 включает в себя:

- один (или несколько) абонентских терминалов (ST);
- один центральный терминал (CT);
- концентраторы доступа (AC);
- система управления сетью (Netspan AS8200);

Ниже описаны основные подсистемы и связь между ними:

AS4020 обеспечивает повышенную пропускную способность и эффективный радио интерфейс. Каждый отдельный сектор зоны покрытия обслуживается одним или более CDMA - каналом, конфигурируемым с возможностью поддержки пакетной передачи данных, благодаря применению различных видов модуляции (QPSK и QAM) и различной скорости модуляции, обеспечивается более эффективное использование радиоканалов. Важно отметить, что при дальнейшем географическом распространении, скорость модуляции становится ниже. Для достижения максимальной дальности в AS4020 должна использоваться QPSK 0,5. Более высокие скорости передачи данных могут быть достигнуты с использованием более высоких порядков модуляции, но при этом будет уменьшаться диапазон распространения.

Канал доступа находится под управлением центрального терминала, который также управляет всем радио интерфейсом. Прозрачность протоколов пакетного трафика обеспечивается переключением на основе использования двойной адресации. AS4020 сохраняет порядок приема пакетов, полученных от сети, и обеспечивает поддержку для одноадресного, многоадресного и широковещательного трафика.

Для соединения AS4020 с сетью используется интерфейс 10/100Mbps Ethernet. Для передачи трафика от абонентского терминала к каждому клиенту используется единый 10Mbp Ethernet интерфейс. Управление осуществляется через второй порт 10/100Mbps Ethernet интерфейса подключенного к центральному терминалу.

Система AS4020 состоит из следующих основных подсистем:

Центральный терминал (СТ) состоит из стойки СТ, подсистемы радиоканалов и «полки» оборудования AS4020. В первом выпуске система использовала AS4000 ETSI стойку и систему радиоканалов AS4000, объединенных в одной полке. Стойка центрального терминала поддерживает до четырех модемов AS4020 и комбинируемый RF (радиоканал) шельф. Все четыре модема объединенные в стойке с RF шельфом обеспечивают интерфейс радиосвязи. Весь трафик, отправляемый к поставщику услуг Интернета (ISP), передается, например, с помощью оборудования типа точка-точка. В центральном терминале обеспечивается функциональность для подключения к множеству абонентских терминалов одновременно через радио интерфейс CDMA Airspan. AS4020 поддерживает до 480 абонентских терминалов в стойке центрального терминала AS4020.

Абонентские терминалы (STs) расположены на территории заказчика. Расположенный в помещении внутренний блок, обеспечивает интерфейс абонента, а антенна со встроенным приемопередатчиком, расположена снаружи во внешнем блоке. Обычно ST может быть расположен примерно до 25 км от базовой станции, хотя это зависит от радиовидимости между ST и базовой станцией и от используемой частоты. Такое расстояние может быть достигнуто только на линии прямой радиовидимости. Абонентский терминал типа ST-42 P1V2, не требует различного программного обеспечения для операций с AS4020 по сравнению с AS400. ST представляет Ethernet интерфейс для абонента, а также RS232 интерфейс

для подробной информации о состоянии во время установки или для диагностики. Абонентский терминал требует питания, с опцией аварийной батарейной поддержки. Каждый ST имеет штрих-код, который содержит MAC адрес ST, а также номер серии производства и номер партии. Они закреплены на блоке и установлены на заводе производителя.

Управление интерфейсами и центральным терминалом осуществляется с помощью системы ПО AS8200 Netspan. Netspan позволяет настраивать системы конфигурации и функций подготовки, сигнализации отчетности, мониторинга производительности и позволяет выполнять тестирование. Netspan поддерживает как минимум 10000 абонентских терминалов в Netspan сервере в релизе 7.30.

AS4020 Пределы емкости системы:

Максимум абонентских терминалов на радиоканал: 480;

Ограничение производительности центрального терминала:

Максимум радиочастотных каналов на стойку оборудования: 4;

Максимум антенн на стойку оборудования: 2;

Минимум E1 соединений на шельф AS4020 модема: 1;

Минимум T1 соединений на шельф AS4020 модема: 1;

Максимум E1 соединений на шельф AS4020 модема: 4;

Максимум T1 соединений на шельф AS4020 модема: 4;

Примечание: E1/T1 соединения требуется, когда AS4020 предоставляет услуги голосовой связи.

Максимальное количество одновременных голосовых вызовов в радиоканале:

Для ADPCM кодирования: 40;

Для кодирования PCM: 24;

Предел производительности концентратора доступа:

Максимальное количество радиоканалов на концентратор доступа: 12;

До 64 x 2 Мбит E1 или T1 1.5Mbps каналов, при поддержке до восьми XTU карт, с переключением на концентратор доступа. XTU-T установлены в позициях 4-6, поддержка до 4 T1 на слот. От 1 до 8 XTU (V5.2) карт могут быть установлены в концентратор доступа, для подключения к PSTN коммутаторам. На практике количество установленных карт обычно не превышает трех, в случаях, когда предоставляется простой сервис переключения соединений. Три карты XTU, как правило, в состоянии поддерживать полностью загруженный AC. Концентратор доступа может содержать дополнительные устройства сжатия. Каждое CU (устройство сжатия) обеспечивает поддержку максимум 204 одновременных ADPCM звонков, с максимум трех CU на полку AC. CU ресурсы динамически назначаются от вызова к вызову и не постоянно закреплены за конкретным абонентским терминалом.

2.3. Технические характеристики

- Таблица №1 Радиотехнические характеристики

Радио интерфейс:	Стандарт CDMA
Зона обслуживания:	Город: 2-5 км. Пригород: 5-10 км. Сельская местность: 15-70 км.
Частоты:	От 1.8 до 4 ГГц в соответствии с

	планами СЕРТи ИТУ-R по системам фиксированного доступа.
Развертывание:	Соты с повторным использованием одних частот, N=1/2 для секторных сот.
Способы модуляции:	QPSK, 16QAM и 64QAM.
Запас соединения:	>160 дБ.
Чувствительность:	BS: -116 дБм, СРЕ: -112 дБм. 10-6 BER (простой CDMA код).
Прямое исправление ошибок:	Кодовые скорости 0.5, 0.75 и турбокоды.
Канал связи BER:	10^{-7}
Коэффициент усиления антенны BS:	17дБ, характерно для 60 градусного сектора.
Коэффициент усиления антенны СРЕ:	18дБ (внутренняя), 24дБ внешняя.
Соответствие стандартам:	ETSI EN301 055, ETSI EN301 124, FCC CFR47.
Кол-во абонентских терминалов:	480 максимум на канал.

- Таблица №2 Сетевые параметры

Режим IP:	802.1dсамообучающийся мост, ipv6.
-----------	-----------------------------------

VoIP:	Поддерживается.
QoS:	CIR, MIR, 802.1p, приоритет ToS одного абонента под NMS контроль.
Сервисы:	VLAN, 802.1q, закрытые группы абонентов.
Время ожидания:	< 20 мс.

- Таблица №3 Голосовые функции

Кодек:	PCM 64k, 32k ADPCM голосовое кодирование, V92/90 модем и поддержка факсов.
Голосовая емкость:	36 эрлангов на 3.0/3.5 МГц RFканал (с 32kADPCM).
Сигнализация:	V5.2/5.1, CASи GR-303 переключаемые интерфейсы.
Сервисы:	Прозрачная служба поддержки класса, включая CLI, поддержка таксофонов (12-16 кГц).
Время ожидания:	<1мс (64kPCM), <5 мс (32kPCM)

- Таблица №4 Управление

AS8200	Система управления для AS4020 упрощает обработку и выделение ресурсов, управляет аварийными сигналами, производит мониторинг производительности и локализирует неисправности. В
--------	---

	AS8200 используется браузер и клиенты SQL серверов для управления до 500000 линий.
--	---

- Таблица №5 Механические и электрические характеристики

Базовая станция (BS):

Оборудование стойки:	Поддержка 4 RFканалов - 1500 мм (H) x 600 мм (W) x 300 мм (D) - доступ с лицевой стороны.
Сетевые интерфейсы:	10/100BaseT плюс E1/T1 для передачи сигнала.
Технические интерфейсы:	RS232 или 10/100BaseT.
Интерфейсы управления:	10/100BaseT
Напряжение:	Номинально - 48V.
Потребляемая мощность:	<500 Вт (4RF базовой станции).

- Таблица №6 Абонентские терминалы

Серия	Тип	Описание	Функции
V	V1	Только голос	Одна голосовая линия 64kbpsPCMили 32kbpsADPCM.
	V2	Только голос	Две голосовые линии 64kbpsPCMили 32kbpsADPCM. Четыре голосовые линии

	V4	Только голос	64kbpsPCMor32kbpsADPCM.
P	P2V2	Голос и данные	2 x 100BaseT, 2 телефонные линии.
	P1V4	Голос и данные	1 x 100BaseT, 4 телефонные линии.
	W1	Wi-Fi терминал	1 x 802.11bAP, 1 x10BaseT, 2 телефонные линии.

- Таблица №7 Требования к окружающей среде

Температура:	От 5 ° C до +45 ° C (в помещении), от -40 ° C до +60 ° C (На улице, включая полные солнечные нагрузки).
Влажность:	95% при 40 ° C (без конденсации).

- Таблица №8 Соответствие стандартам

EMC:	EN 55022 Class B.
------	-------------------

2.4. Сравнения Airspan 4020 с другими системами абонентского радиодоступа.

Системы абонентского радиодоступа DS-CDMA, будучи принципиально одинаковыми с точки зрения используемой в них технологии шумоподобного сигнала, тем не менее, имеют ряд отличий с точки зрения универсальности их тактико-технических характеристик, возможностей сервиса и применения, а также гибкости. Для наглядного анализа проведем сравнение наиболее ярких представителей систем абонентского радиодоступа DS-CDMA. С точки зрения возможностей и сервиса целесообразно рассмотреть и сравнить по потребительским и эксплуатационным качествам три системы абонентского радиодоступа на базе технологии DS-CDMA: - AsterPlex российской компании «Кедах Электроникс Инжиниринг»; - AirLoop компании Alcatel-Lucent (разработка Lucent Technologies); - AirSpan AS4020 компании AirSpan Networks. В таблице приведено сравнение этих трех систем по ряду ключевых параметров.

Таблица №3.9

	AsterPlex	AirLoop	AirSpan 4020
Диапазоны частот:	3.4-3.6 ГГц, 5.1-5.9 ГГц.	3.6-4.0 ГГц.	1.8 – 4 ГГц (в разрешенных д.)
Дальность связи:	До 30 км.	В городе: 2-5 км. В пригороде: 4км. В сельской местности: 6 км.	В городе: 2-5 км. В пригороде: 5-10 км. В сельской местности: 10-

			25 км.
Максимальная пропускная способность БС:	4,096 Мбит/с.	2,048 Мбит/с.	1-17 Мбит/с., в зависимости от загрузки и сети.
Число одновременно работающих АС в секторе:	Для выделенных каналов 128 кбит/с. – 25 АС. Для голосового сервиса – доступ по принципу р-Аloha.	БС обеспечивает до 460 телефонных каналов (4 сектора, 115 каналов в каждом).	Максимум 460 АТ на РЧ-канал.
Полоса сигнала:	5 МГц	10 МГц	1.25 – 6 МГц (задается программным способом).
Кодирование речи:	PCM, ADPCM: 16, 32, 64 кбит/с.	PCM, ADPCM: 16, 32, 64 кбит/с.	PCM, ADPCM: 16, 32, 64 кбит/с.
Интерфейсы:	Для АС: 8 т.п. – 16 кбит/с., либо 4 т.п. – 32 кбит/с., либо 2 т.п. по 64 кбит/с с возможностью подключения факса и модема, либо Ethernet	Для АС: 8 т.п. – 16 кбит/с., либо 4 т.п. – 32 кбит/с., либо 2 т.п. по 64 кбит/с с возможностью подключения факса и модема. Коммутируемый	Для АС: 4 телефонных порта. Для БС: E1/T1, Ethernet 10/100Base-T.

	128 кбит/с. + телефон 16 кбит/с. Ethernet 10Base-T, RS-232. Для БС: E1(G.703/G.704), Ethernet 10/100Base-T.	доступ в Интернет до 56 кбит/с (V.90) или ISDN 64/128 кбит/с. при цифровой передаче данных.	
Дуплекс:	FDD	FDD	FDD
Число пространственных секторов:	От 1 до 6	От 1 до 4	От 1 до 4
Выходная мощность:	Максимум 0.3 Вт для БС и АС.	Максимум 3 Вт для БС и 250 мВт для АС.	Максимум 2 Вт для БС и АС.
Чувствительность приемника:	-96 дБм для БС, -112 дБм для АС.	Нет данных.	-112 дБм для БС, -116 дБм для АС.
Температурный режим эксплуатации(в градусах по Цельсию):	Для внутреннего модуля: +5..+40, для внешнего модуля: -40..+60.	Нет данных.	Для внутреннего модуля: -5..+45, для внешнего модуля: -40..+60.
Сертификация:	Сертификат соответствия	Сертификат соответствия	EN 55022 Class B.

	№ОС/1-РД-226, №ОС/1-РД-230 Министерства РФ по связи и информатизации .	№ОС/1-РД-72, Министерства РФ по связи и информатизации .	
--	---	--	--