



## СТРУКТУРА ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ GSM

*Ташкентский Государственный Технический Университет,  
кафедра «Радиотехнические устройства и системы» +998 946905731.  
ст. пр. Короткова Лариса Александровна,*

**Аннотация:** В статье рассмотрены процессы обработки речи в стандарте GSM и направлены на обеспечение высокого качества передаваемых сообщений, реализацию дополнительных сервисных возможностей и повышение потребительских качеств абонентских терминалов.

**Ключевые слова:** временным разделением каналов (TDMA), сотовых систем подвижной связи (ССПС),

В результате анализа различных вариантов построения цифровых сотовых систем подвижной связи (ССПС) в стандарте GSM принят многостанционный доступ с временным разделением каналов (TDMA). Общая структура временных кадров показана на рис. 6.2. Длина периода последовательности в этой структуре, которая называется гиперкадром, равна  $T_{гк} = 3 \text{ ч } 28 \text{ мин } 53 \text{ с } 760 \text{ мс}$  (12533,76 с). Гиперкадр делится на 2048 суперкадров, каждый из которых имеет длительность  $T_{ск} = 12533,76/2048 = 6,12 \text{ с}$ . [1]

Суперкадр состоит из мультикадров. Для организации различных каналов связи и управления в стандарте GSM используются два вида мультикадров:

- 1) 26-позиционные TDMA кадры мультикадра;
- 2) 51-позиционные TDMA кадры мультикадра.



Суперкадр может содержать в себе 51 мультикадр первого типа или 26 мультикадров второго типа. Длительности мультикадров соответственно:

$$1) T_{mk} = 6120/51 = 120 \text{ мс};$$

$$2) T_{mk} = 6120/26 = 235,385 \text{ мс}$$

Длительность каждого TDMA кадра

$$T_k = 120/26 = 235,385/51 = 4,615 \text{ мс.}$$

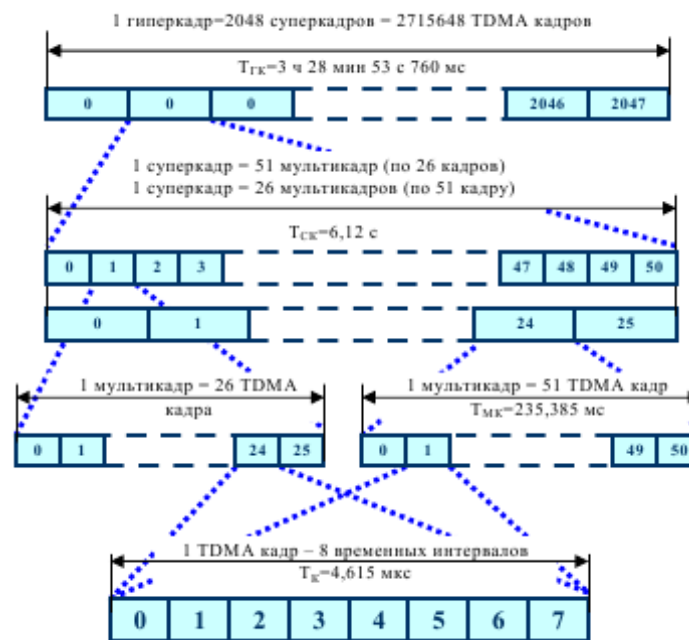


Рис. 1. Структура временных интервалов GSM

В периоде последовательности каждый TDMA кадр имеет свой порядковый номер (NF) от 0 до NFmax, где  $NF_{max} = (26 \times 51 \times 2048) - 1 = 2715647$ .

Таким образом, гиперкадр состоит из 2715648 TDMA кадров. Необходимость такого большого периода гиперкадра объясняется требованиями применяемого процесса криптографической защиты, в



котором номер кадра  $N_F$  используется как входной параметр. TDMA кадр делится на восемь временных позиций с периодом  $T_0 = 60/13/8 = 576,9$  мкс (15/26 мс).

Каждая временная позиция обозначается  $T_N$  с номером от 0 до 7. Физический смысл временных позиций, которые иначе называются окнами, - время, в течение которого осуществляется модуляция несущей цифровым информационным потоком, соответствующим речевому сообщению или данным.

Цифровой информационный поток представляет собой последовательность пакетов, размещаемых в этих временных интервалах (окнах). Пакеты формируются немного короче, чем интервалы, их длительность составляет 0,546 мс, что необходимо для приема сообщения при наличии временной дисперсии в канале распространения.

Информационное сообщение передается по радиоканалу со скоростью 270,833 кбит/с. Это означает, что временной интервал TDMA кадра содержит 156,25 бит. Длительность одного информационного бита  $576,9 \text{ мкс} / 156,25 = 3,69$  мкс.

Каждый временной интервал, соответствующий длительности бита, обозначается  $V_N$  с номером от 0 до 155; последнему интервалу длительностью  $1/4$  длительности бита присвоен номер 156.

Обработка речи осуществляется в рамках принятой системы прерывистой передачи речи. Система прерывистой передачи речи (DTX – Discontinuous Transmission) обеспечивает включение передатчика только тогда, когда пользователь начинает разговор и отключает его в паузах и в конце разговора.



DTX управляется детектором активности речи (VAD – Voice Activity Detector), который обеспечивает обнаружение и выделение интервалов передачи речи с шумом и шума без речи даже в тех случаях, когда уровень шума соизмерим с уровнем речи. В состав системы прерывистой передачи речи входит также устройство формирования комфортного шума, который включается и прослушивается в паузах речи, когда передатчик отключен. Экспериментально показано, что отключение фонового шума на выходе приемника в паузах при отключении передатчика раздражает абонента и снижает разборчивость речи, поэтому применение комфортного шума в паузах считается необходимым. DTX процесс в приемнике включает также интерполяцию фрагментов речи, потерянных из-за ошибок в канале связи.[2]

Структурная схема процессов обработки речи в стандарте GSM показана на рис.2. главным устройством в этой схеме является речевой кодек.

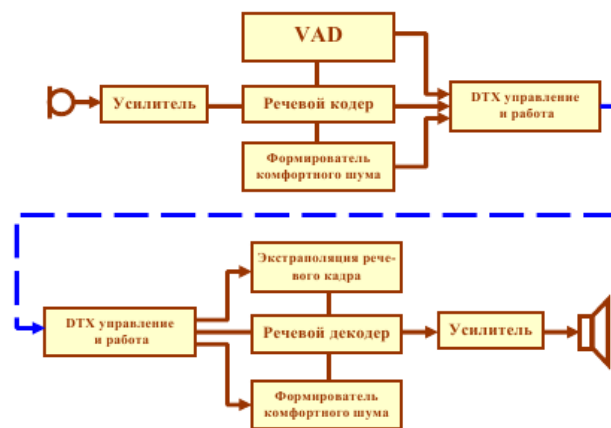


Рис. 2. Структурная схема процессов обработки речи в стандарте GSM

Кодирование речи в стандарте GSM выполняется на основе метода линейного предсказания (LPC – Linear Predictive Coding), суть которого заключается в том, что передаются не параметры речевого сигнала, а параметры некоторого фильтра, эквивалентного голосовому тракту, и



параметры возбуждения этого фильтра. Качество речи превосходит качество речи в аналоговых радиотелефонных системах.

Теоретически время задержки речевого сигнала в кодексе равно длительности сегмента и составляет 20 мс. Реальное время задержки, с учетом операций канального кодирования и перемежения, а также физического выполнения рассматриваемых операций составляет 70 – 80 мс.[3]

Детектор активности речи (VAD) играет решающую роль в снижении потребления энергии от аккумуляторной батареи в портативных абонентских терминалах. Он также снижает интерференционные помехи за счет переключения свободных каналов в пассивный режим. Реализация VAD зависит от типа применяемого речевого кодека. Главная задача при проектировании VAD обеспечить надежное отличие между условиями активного и пассивного каналов. Если канал на мгновение свободен, его можно заблокировать, поскольку средняя активность речи говорящего ниже 50%, то это может привести к существенной экономии энергии аккумуляторной батареи.[3]

В стандарте GSM принята схема VAD с обработкой в частотной области.

Ее работа основана на различии спектральных характеристик речи и шума. Считается, что фоновый шум является стационарным в течение относительно большого периода времени, его спектр также медленно изменяется во времени.

VAD определяет спектральные отклонения входного воздействия от спектра фонового шума. Формирование комфортного шума осуществляется в паузах активной речи и управляется речевым декодером. Когда детектор



активности речи (VAD) в передатчике обнаружит, что говорящий прекращает разговор, передатчик остается еще включенным в течение следующих пяти речевых кадров. Во время первых четырех из них характеристики фонового шума оцениваются путем усреднения коэффициента усиления и коэффициентов фильтра LPC анализа. Эти усредненные значения передаются в следующем пятом кадре, в котором содержат информацию о комфортном шуме (SID кадр).[4]

В речевом декодере комфортный шум генерируется на основе LPC анализа SID кадра. Чтобы исключить раздражающее влияние модуляции шума, комфортный шум должен соответствовать по амплитуде и спектру реальному фоновому шуму в месте передачи. В условиях подвижной связи фоновый шум может постоянно изменяться. Это значит, что характеристики шума должны передаваться с передающей стороны на приемную сторону не только в конце каждого речевого всплеска, но и в речевых паузах так, чтобы между комфортным и реальным шумом не было бы резких рассогласований в следующих речевых кадрах. По этой причине SID кадры посылаются каждые 480 мс в течение речевых пауз.

Динамическое изменение характеристик комфортного шума обеспечивает натуральность воспроизведения речевого сообщения при использовании системы прерывистой передачи речи.[5]

В условиях замираний сигналов в подвижной связи речевые фрагменты могут подвергаться значительным искажениям. При этом для исключения раздражающего эффекта при воспроизведении необходимо осуществлять экстраполяцию речевого кадра.

Было установлено, что потеря одного речевого кадра может быть значительно компенсирована путем повторения предыдущего фрагмента. При значительных по продолжительности перерывах в связи предыдущий



фрагмент больше не повторяется, и сигнал на выходе речевого декодера постепенно заглушается, чтобы указать пользователю на разрушение канала.

То же самое происходит и с SID кадром. Если SID кадр потерян во время речевой паузы, то формируется комфортный шум с параметрами предыдущего SID кадра. Если потерян еще один SID кадр, то комфортный шум постепенно заглушается.[1]

Применение экстраполяции речи при цифровой передаче, формирование плавных акустических переходов при замираниях сигнала в каналах в совокупности с полным DTX процессом значительно улучшает потребительские качества связи по сравнению с существующими аналоговыми сотовыми системами связи.[5]

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баскаков С.И «Радиотехнические цепи и сигналы» Справ. Пособие.-М., 2000. - 276 с.
2. Тавернье К. PIC-микроконтроллерк практика применения. Москва 2002г
3. Петров Б.Е. Романюк В.А Радиопередающие устройства на п/п приборах. Справ. Пособие.-М., 2003.. 487 с.
4. Опадчий Ю.Ф, Глудкин О.П, Гуров А.И. Аналоговая и цифровая электроника.— м.: радио и связь. 2001.
5. Андрианов В.И., Соколов А.В. Средства мобильной связи.- СПб:ВНУ-Санкт-Петербург, 2002.