

ФГУП НИИИС им. Ю.Е. Седакова, Н. Новгород

**Аннотация.** В данной статье рассматривается постановка задачи и методы реализации передачи речи в узкополосном канале в приложении к сети с разделяемым каналом данных.

## 1 Введение

В настоящее время в системах телеметрии, телемеханики и в автоматизированных системах управления технологическими процессами при добыче и транспортировке нефти и газа используются беспроводные линии для передачи данных в узкополосных каналах связи УКВ диапазона частот.

В период осуществления текущего ремонта оборудования и осуществления регламентных работ на пунктах телемеханики, требуется наличие голосовой связи для согласования действий ремонтной бригады с оператором пункта управления сетью телеметрии.

На текущий момент для связи с оператором ремонтная бригада должна иметь в наличии радиостанцию голосовой связи, либо осуществлять связь через микрофонный вход радиостанции "Заря-АТ", используемой для передачи данных телеметрии.

В данной статье рассматривается иной подход к организации голосовой связи в подобной сети – передача оцифрованной речи совместно с данными телеметрии.

## 2 Постановка задачи

Имеется сеть с разделяемым каналом данных и циклическим централизованным опросом. Сеть иерархическая (два уровня иерархии). Роль узлов второго уровня в данной сети сводится к накоплению и передаче информации по внешнему запросу (от узла первого уровня), а также приему и применению управляющей информации. Узел первого уровня осуществляет сбор, анализ и хранение информации, а также управление оборудованием путем передачи сигналов управления узлам первого уровня.

Обмен данными в рассматриваемой сети производится непрерывно – без пауз.

В рамках протокола данной сети требуется организовать обмен кодированной речью в полудуплексном режиме согласно следующему сценарию:

- вызов;
- обмен речевыми сообщениями;
- отбой связи;

При этом следует свести к минимуму изменение трафика сети.

Поскольку в данной сети передачи данных может иметься оборудование, не поддерживающее обмен кодированной речью, следует предусмотреть совместимость с исходным протоколом.

Полудуплексный режим должен реализовываться программно, т.е. без использования переключателя прием/передача.

## 3 Анализ задачи

Кодированная речь представляет собой непрерывный поток с определенной дискретностью, передача которого в условиях сети с кольцевым централизованным опросом потребует немало запаса по производительности и буферизации входных данных.

В качестве метода кодировки в данном случае может быть использован любой метод, обеспечивающий разборчивость речи не хуже III класса по ГОСТ 16600-72 и имеющий скромные требования к скорости передачи речи (LPC-10, LPC-600).

### 3.1 Процедура вызова

Процедура инициализации реализует обмен сообщениями, предшествующий началу сеанса обмена и инициирующий установление канала связи.

Рассмотрим методы организации данной процедуры:

### 1) Использование неадресуемых сообщений.

Система неадресуемых сообщений хорошо вписывается в структуру обмена, т.к. использует стандартные возможности протокола. В качестве подобного рода сообщений могут использоваться любые незадействованные виды пакетов (например, пакеты обмена диагностикой), а также широковещательные сообщения.

Данный метод хорош, когда сети создаются на базе широко известных протоколов: AX25, ModBus и т.п. Как правило, их наборы команд не используются в полном объеме.

В случае же, когда протокол разрабатывался под конкретную задачу и резервы команд отсутствуют, данный метод неприменим.

### 2) Использование незадействованных адресов

Предполагает наличие информации об адресном пространстве системы (либо дается сразу, либо получается после некоторого наблюдения за работой сети). Неиспользуемые адреса есть практически всегда. В известной степени этот метод является разновидностью предыдущего.

### 3) Использование интервалов протокола

В работе подобных протоколов все временные соотношения, как правило, жестко соблюдаются, т.к. опрос синхронный, а нештатные ситуации весьма редки. Например, с уверенностью можно утверждать, что отклик на запрос приходит каждый раз в одно и то же время. Несмотря на это, разработчиками протоколов все же предусматривается наличие некоторого времени ожидания отклика (разумеется, в пределах тайм-аута). То же относится и к задержке между возникновением несущей в канале и началом передачи данных.

Таким образом, признаком начала передачи при верности всех вышеприведенных рассуждений может являться удлинение одного из интервалов протокола (укорачивать сложнее – могут быть физические ограничения).

Несмотря на некоторую авантюризм этого метода, он хорош малым влиянием на скорость обмена в канале.

## 3.2 Обмен речевой информацией

Пропускная способность каналов передачи телеметрических данных весьма ограничена. Каналы передачи телеметрических данных весьма узкополосные (1200-9600 бит/с), поэтому фактически речь идет о встраивании потока телеметрической информации в поток кодированной речи. Многого, конечно, зависит и от методов кодирования, но в канале 1200 бит/с даже использование LPC-600 (600 бит/с), одного из самых экономных методов кодировки, существенно перегружает канал.

Поэтому следует решать задачу, когда потоки телеметрических данных и кодированной речи как минимум сопоставимы.

Решение задачи передачи кодированной речи возможно лишь при кардинальном изменении режима опроса. Это требование не противоречит требованиям о соблюдении совместимости с исходным протоколом, т.к. в сети централизованного опроса ошибки типа коллизий и потери данных исключены по определению.

Организация логического канала для обмена речью может строиться любым из методов п.3.1. Пакет с кодированной речью будет выявляться по одному из следующих признаков:

- команда, в составе которой передаются данные, в исходном протоколе не используется;
- адрес команды находится вне адресного пространства сети;
- изменены временные соотношения при передаче пакета;

Кроме вышеперечисленных методов для передачи пакетов речи можно использовать еще одну возможность. В пакетах с кодированной речью можно, не меняя адреса пакета передавать заведомо ошибочный CRC (например, инвертированный). Это понижает в 2 раза вероятность правильного приема пакетов (т.к. возможен вариант приема пакета, у которого CRC инвертирован вследствие множественных ошибок). В условиях сети с высокой помехоустойчивостью такой метод вполне применим.

Использование такого необычного метода, разумеется, возможно лишь при отсутствии системы циклических подтверждений. Наличие процедуры подтверждения правильного приема для кодированной речи не обязательно – в случае неверного приема нет времени на повторную передачу (т.к. воспроизведение происходит в реальном времени).

### 3.3 Задержка и буферизация

Поскольку во время передачи речи необходимо осуществлять также обмен телеметрической информацией, требуется организация временных окон в непрерывном потоке кодированной речи. Размер временного окна определяется следующими параметрами:

- временем, необходимым для организации сеанса запрос/ответ (ограничен снизу);
- максимальной задержкой, допустимой при изменении направления потока кодированной речи (ограничен сверху).
- пропускной способностью канала (за интервал между окнами должен быть передан объем кодированной речи, накопленный в течение прошедшего окна и текущего интервала).

Размер временного окна является определяющей величиной в регулировании скорости обмена телеметрическими данными на фоне потока кодированной речи.

Размер буфера накопления определяется как объем кодированной речи, накапливаемой в течение временного окна. Временные диаграммы накопления и воспроизведения приведены на рисунке 1.

### 3.4 Смена активного абонента

В случае, если в речи активного (говорящего) абонента возникает пауза длительностью более некоторой характеристической величины (1-5 с), система переходит в режим ожидания речи.

Режим ожидания заканчивается, когда один из абонентов начинает (продолжает) разговор. Абонент, начавший говорить первым, далее становится активным.

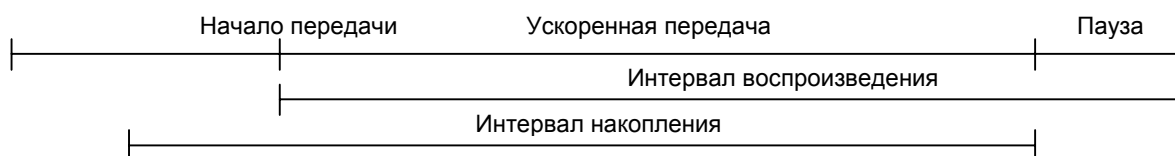


Рисунок 1 – Накопление и воспроизведение

### 3.5 Процедура отбоя

Принципиально процедуры отбоя ничем не отличается от процедуры вызова, поэтому все рассуждения относительно процедуры вызова остаются в силе.

## 4 Практическая реализация

Все проблемы и методы их решения, приведенные в данной статье были сформулированы при разработке блока цифровой обработки речи с возможностью одновременной передачи данных.

Данный блок предназначен для организации голосовой связи между оператором пункта управления (узел первого уровня) и выездной бригадой, производящей регламентные работы либо осуществляющей текущий ремонт на контролируемой сети телеметрии объекте.

Все приведенные в статье решения были промоделированы с использованием низкоскоростной локальной вычислительной сети.

## Список литературы

- 1 Коротаяев Г.А. Методы линейного предсказания//Зарубежная радиоэлектроника №10,1980
- 2 Коротаяев Г.А. Анализ и синтез речевого сигнала методом линейного предсказания //Зарубежная радиоэлектроника №7,1991
- 3 Коротаяев Г.А. Эффективный алгоритм кодирования речевого сигнала на скорости 4,8 кбит/с и ниже//Зарубежная радиоэлектроника №3,1996
- 4 Протокол АХ.25. Техническое описание.
- 5 Протокол ModBus. Техническое описание.

**PRINCIPLES OF SIMULTANEOUS DATA AND SPEECH TRANSFER IN THE DIGITAL LOW-SPEED CHANNELS**

Hohlihin D.

FSUE NIIS named after Yu. Ye. Sedakov, Nizhny Novgorod

**Abstract.** Basic principles of simultaneous data and speech transmission in low-speed network with multiplexed data channel are considered in this article.

**1. Introduction**

In the automatic systems of gas and oil transportation low-speed radio networks are used.

During repair and maintenance mobile groups are need of speech communications. Now they are using analog voice-band transceivers.

Another method of such communications is based on the modern methods of digital speech processing. Such methods are described in this article.

**2. Task Formalization**

There is double-level hierarchy network with multiplexed data channel. All data exchanges are implemented according to the request-response scenario. First hierarchy level station continuously initiates request-response cycles addressed to second-level stations.

Our task is to provide the following scenario of speech interchanging via procedures of available network protocol:

- call
  - speech interchange
  - hanging up.
- All traffic changes shall be minimized.

**3. Task Analysis**

**3.1. Call Procedure**

The goal of this procedure is the primary message interchange following by logic channel creation. It is necessary to utilize available protocol resources to avoid network collisions. Some types of such resources are:

- command resources (some commands may be unused)
- address resources (some addresses may be free)
- time resources. All time intervals in such networks are more or less determinated. To send call message we can increase one of the protection intervals of the nearest corresponding frame.

**3.2. Speech Interchange**

Coded speech frames may be transferred by any of protocol resources described in 3.1. Another way of speech transfer is to use frames with changed CRC (i.e. inverted). This algorithm increases the ability of damaged frames reception, but it may be fully implemented in low-noise networks.

**3.3 Buffers and Delays**

To operate in a normal request-response cycles mode we must terminate continuous flow of coded speech in the data channel. To obtain this speech buffer must be created. Size of such buffers are depended on the size of the time-windows in speech flow.

Minimum flow termination time is the standard request-response time. Maximum is determined by the difference between the transfer ability of the channel and the requirements to ones for speech interchanging.

**3.4. Hanging Up**

Hanging up procedure is based on such principles as a call procedure. All methods of 3.1 are available.

**4. Conclusion**

All described problems and solutions are formalized during the development of the unit for digital speech processing with ability of simultaneous data and speech transfer.

All solutions are mentioned above were simulated using low-speed LAN.