Лекция 12. Цифровая сеть интегрированных услуг ISDN

Цель лекции

Изучить назначение и принципы работы цифровой сети интегрированных услуг ISDN, её стек протоколов, типы каналов, интерфейсы, а также основные достоинства и недостатки данной технологии.

План лекции

1. Понятие и назначение ISDN.
2. Стек протоколов ISDN.
3. Каналы в сетях ISDN.
4. Интерфейсы ISDN.
5. Достоинства и недостатки технологии ISDN.

1. Понятие и назначение ISDN

ISDN (Integrated Services Digital Network), цифровая сеть интегрированных услуг, представляет собой технологию цифровой связи, которая позволяет передавать голос, данные и другую информацию через единую телекоммуникационную сеть.

Технология ISDN была разработана для замены аналоговых телефонных линий цифровыми каналами. Она обеспечивала передачу голоса и данных с помощью цифровых сигналов и позволяла использовать несколько логических каналов в рамках одного физического подключения.

ISDN применялась для организации телефонной связи, передачи компьютерных данных, видеоконференций и подключения удалённых пользователей к корпоративным сетям.

Основные задачи ISDN

- передача голосовой информации в цифровом формате;
- передача компьютерных данных;
- организация нескольких соединений через одну линию;
- обеспечение цифрового подключения абонентов;
- поддержка передачи сигнальной информации для управления соединениями.

В ISDN разделяются пользовательские данные и сигнальная информация. Пользовательские данные передаются по информационным каналам, а сигнальная информация используется для установления, управления и завершения соединений.

Основные варианты ISDN

Различают два основных типа пользовательского доступа:

- BRI (Basic Rate Interface), базовый доступ;

- PRI (Primary Rate Interface), первичный доступ.

BRI предназначен преимущественно для небольших офисов и отдельных пользователей. PRI рассчитан на организации, которым требуется большее количество цифровых каналов.

2. Стек протоколов ISDN

Стек протоколов ISDN обеспечивает взаимодействие абонентского оборудования с сетью оператора. Он включает протоколы физического уровня, канального уровня и протоколы управления соединениями.

В отличие от модели OSI, стек ISDN не является простой универсальной моделью из семи уровней. Он объединяет протоколы, которые предназначены для передачи данных и сигнализации в цифровой телефонной сети.

2.1. Физический уровень

Физический уровень определяет электрические характеристики интерфейса, структуру передачи сигналов и организацию цифровых каналов.

Основные функции:

- передача цифровых сигналов;
- синхронизация между оборудованием и сетью;
- организация каналов B и D;
- подключение абонентского оборудования к сети ISDN.

Физический уровень описывается, в частности, рекомендациями ITU-T серии I.430 для базового доступа и I.431 для первичного доступа.

2.2. Канальный уровень

Для передачи сигнальной информации по каналу D используется протокол LAPD (Link Access Procedure for the D-channel).

LAPD основан на принципах HDLC и обеспечивает передачу кадров между абонентским оборудованием и сетью.

Основные функции LAPD:

- формирование кадров;
- обнаружение ошибок;
- управление передачей кадров;
- идентификация логических соединений на канальном уровне;
- обеспечение надёжной доставки сигнальных сообщений на соответствующем участке.

2.3. Сетевой уровень сигнализации

Для управления соединениями в ISDN применяется протокол Q.931.

Он используется для передачи сигнальных сообщений, которые необходимы для установления, поддержания и завершения соединений.

Основные функции Q.931:

- установление вызова;
- передача информации о вызываемом абоненте;
- подтверждение установления соединения;
- уведомление об ошибках и отказах;
- завершение соединения.

Например, при телефонном вызове протокол Q.931 обеспечивает обмен сообщениями, которые позволяют сети установить соединение между вызывающим и вызываемым абонентами.

Структура протоколов ISDN



Рисунок 1. Основные уровни и протоколы ISDN.

Важно отметить, что Q.931 и LAPD относятся прежде всего к сигнализации. Пользовательские данные могут передаваться по каналам B с использованием соответствующих протоколов и форматов данных.

3. Каналы в сетях ISDN

В ISDN применяются три основных типа каналов: B, D и H. Они различаются назначением и скоростью передачи данных.

3.1. B-канал

B-канал (Bearer Channel) предназначен для передачи пользовательской информации.

По B-каналу могут передаваться:

- голос;
- компьютерные данные;
- цифровой аудиосигнал;
- данные других пользовательских приложений.

Стандартная скорость одного B-канала составляет 64 кбит/с.

B-каналы могут использоваться независимо друг от друга. Например, один канал может быть занят телефонным разговором, а другой может применяться для передачи данных.

3.2. D-канал

D-канал (Delta Channel) предназначен главным образом для передачи сигнальной информации, которая используется для управления соединениями.

По D-каналу передаются сообщения об установлении вызова, его подтверждении и завершении.

Скорость D-канала зависит от типа доступа:

- 16 кбит/с для BRI;
- 64 кбит/с для PRI.

D-канал также может поддерживать пакетную передачу данных в предусмотренных стандартом режимах, но его основное назначение связано с сигнализацией.

3.3. H-каналы

H-каналы предназначены для передачи информации с более высокой скоростью. Они могут применяться для передачи аудио, видео и больших объёмов данных.

Примеры:

- H0: 384 кбит/с;
- H11: 1536 кбит/с;
- H12: 1920 кбит/с.

Эти каналы объединяют ресурсы нескольких базовых цифровых каналов и применялись в соответствующих вариантах ISDN.

Сравнение каналов ISDN

Тип канала	Назначение	Типичная скорость
B	Голос и пользовательские данные	64 кбит/с
D для BRI	Сигнализация	16 кбит/с
D для PRI	Сигнализация	64 кбит/с
H0	Высокоскоростные данные	384 кбит/с
H11	Высокоскоростные данные	1536 кбит/с
H12	Высокоскоростные данные	1920 кбит/с

3.4. Схемы каналов BRI и PRI

Для базового доступа применяется схема 2B+D:

- два B-канала по 64 кбит/с;
- один D-канал со скоростью 16 кбит/с.

Суммарная скорость каналов B составляет 128 кбит/с. С учётом D-канала получается 144 кбит/с полезной скорости каналов, без учёта дополнительных служебных и синхронизационных расходов физического интерфейса.

Для первичного доступа в наиболее распространённых вариантах используются следующие схемы:

- T1: 23B+D, суммарная скорость 1,544 Мбит/с;
- E1: 30B+D, суммарная скорость 2,048 Мбит/с.

В варианте E1 30 B-каналов обеспечивают 1,920 Мбит/с пользовательской пропускной способности, а D-канал использует 64 кбит/с. Остальные временные интервалы применяются для синхронизации и служебных функций.

4. Интерфейсы ISDN

Интерфейсы ISDN определяют способы подключения абонентского оборудования к сети и взаимодействия между различными функциональными устройствами.

4.1. Основные функциональные устройства

В архитектуре ISDN используются следующие обозначения:

- TE1 (Terminal Equipment 1): оборудование, которое непосредственно поддерживает интерфейс ISDN.
- TE2 (Terminal Equipment 2): оборудование, которое не поддерживает интерфейс ISDN напрямую.
- TA (Terminal Adapter): адаптер, который обеспечивает подключение оборудования TE2 к интерфейсу ISDN.
- NT1 (Network Termination 1): устройство завершения сетевой линии, которое обеспечивает функции физического подключения.
- NT2 (Network Termination 2): устройство, которое выполняет дополнительные функции управления и коммутации на стороне абонента.
- LT (Line Termination): окончание линии на стороне сети оператора.
- ET (Exchange Termination): функции окончания и коммутации на стороне телефонной станции.

4.2. Точки подключения ISDN

В стандартах ISDN определены функциональные точки подключения:

- R: между оборудованием TE2 и терминальным адаптером TA;
- S: между терминальным оборудованием и NT2;
- T: между NT2 и NT1;

- U: интерфейс линии между NT1 и оборудованием оператора в соответствующих вариантах доступа.

В простых конфигурациях функции NT1 и NT2 могут быть объединены, поэтому отдельные точки S и T могут не иметь физического разделения.



Рисунок 2. Функциональные устройства и точки подключения ISDN.

В практической сети состав оборудования зависит от типа доступа и используемого стандарта физического интерфейса.

5. Достоинства и недостатки технологии ISDN

5.1. Достоинства

1. Цифровая передача данных. Цифровая форма передачи обеспечивает стабильные характеристики связи и уменьшает влияние некоторых видов аналоговых искажений.

2. Интеграция услуг. По одной линии можно передавать голос и данные через разные логические каналы.

3. Одновременное использование каналов. Несколько B-каналов позволяют организовать отдельные соединения или объединить пропускную способность для одной задачи.

4. Предсказуемая скорость канала. Каждый B-канал имеет фиксированную скорость 64 кбит/с.

5. Цифровая сигнализация. Протоколы управления соединениями обеспечивают автоматическое установление и завершение вызовов.

6. Совместимость с телефонной инфраструктурой. ISDN использовала существующую телекоммуникационную инфраструктуру и подходила для интеграции с традиционными цифровыми телефонными сетями.

5.2. Недостатки

1. Ограниченная пропускная способность. Базовый доступ BRI обеспечивает только два B-канала по 64 кбит/с для пользовательских данных.

2. Высокая стоимость по сравнению с современными решениями. В ряде регионов оборудование и услуги ISDN обходились дороже широкополосного доступа.

3. Сложность настройки. Подключение могло требовать специального оборудования, терминальных адаптеров и настройки параметров линии.

4. Устаревание технологии. Во многих странах ISDN была заменена широкополосными технологиями и современными решениями для передачи голоса через IP.

5. Ограниченные возможности масштабирования. Для увеличения пропускной способности требовались дополнительные каналы или переход на более высокий тип доступа.

Сравнение ISDN с современным широкополосным доступом

Характеристика	**ISDN BRI**	**Современный широкополосный доступ**
Скорость	2 B-канала по 64 кбит/с	Обычно значительно выше
Передача голоса	Цифровой телефонный канал	Часто VoIP
Передача данных	По цифровым каналам	Через широкополосное соединение
Масштабирование	Добавление каналов или смена доступа	Изменение тарифа или технологии подключения
Современное применение	Ограниченное	Широкое

Заключение

ISDN представляет собой цифровую технологию интеграции голосовой связи и передачи данных в единой телекоммуникационной сети.

Основу технологии составляют B-каналы для пользовательских данных и D-каналы для сигнализации. Для управления соединениями применяется протокол Q.931, а передачу сигнальных кадров обеспечивает LAPD. Физические характеристики доступа определяются соответствующими стандартами, включая I.430 и I.431.

К преимуществам ISDN относятся цифровая передача, интеграция услуг и возможность одновременного использования нескольких каналов. К основным недостаткам относятся ограниченная скорость, стоимость и постепенное вытеснение технологии современными широкополосными сетями.

Изучение ISDN позволяет понять принципы цифровой телефонии, организации сигнальных каналов и развития современных телекоммуникационных сетей.

Контрольные вопросы

1. Что означает аббревиатура ISDN?
2. Для каких целей была разработана технология ISDN?
3. Какие уровни и протоколы входят в стек ISDN?
4. Каковы функции протоколов LAPD и Q.931?
5. Чем отличаются B-канал и D-канал?
6. Какие типы каналов используются в ISDN?
7. Что означает схема BRI 2B+D?
8. Чем отличаются интерфейсы BRI и PRI?
9. Какие функциональные устройства используются в ISDN?
10. Что обозначают интерфейсные точки R, S, T и U?
11. Какие преимущества имеет технология ISDN?
12. Почему ISDN уступает современным широкополосным технологиям?