

Кафедра «Сети и системы связи» Курс «Сети связи и системы коммутации» Ч.1

Лекция 1 «Введение. Цифровая передача сигналов»

Направление 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль «Оптические и проводные сети и системы связи»



Проф. А.В. Росляков 2021

Содержание курса – Часть 1

6 семестр – «Системы коммутации»:

- Лекции 22 часа
- Лабораторные работы 14 часов
- Практические занятия 14 часов
- Зачет 17 неделя (по тестовым вопросам на компьютере)



Содержание курса – Часть 2

- 7 семестр «Сети связи»:
- Лекции 22 часа
- Лабораторные работы 14 часов
- Практические занятия 14 часов
- Курсовой проект
- Экзамен



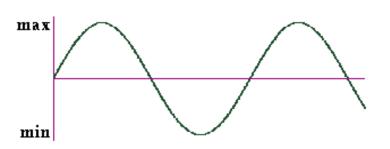
Основная литература (6 семестр)

- 1. Гольдштейн Б.С. Системы коммутации. Учебник для ВУЗов. 2-е издание. СПб.: BHV-2004.
- 2. Росляков А.В. Системы коммутации / Учебное пособие по дисциплине «Сети связи и системы коммутации». По направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». ИУНЛ ПГУТИ, 2017 (есть в ЭБС).
- 3. **Цифровые системы коммутации для ГТС**. М.: Эко-Трендз, 2008.
- 4. Росляков А.В. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Сети связи и системы коммутации». Часть 1 / 11.03.02 ИКТиСС. Профиль Оптические и проводные сети и системы связи, ПГУТИ, 2019 (есть в ЭБС и на сайте кафедры www.sss.psuti.ru).
- Есть хороший учебный материал на сайте www.intuit.ru



1.1. Аналоговые и дискретные

сигналы



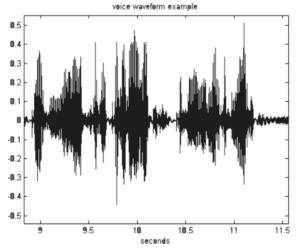
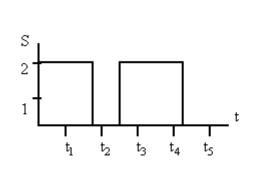


Рис. 1.1 Примеры аналоговых сигналов



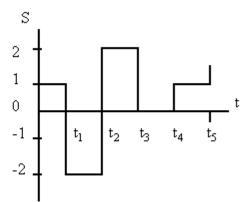
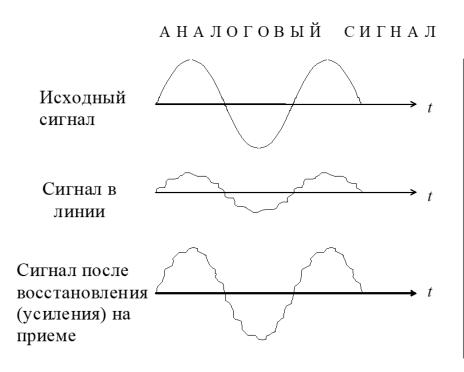


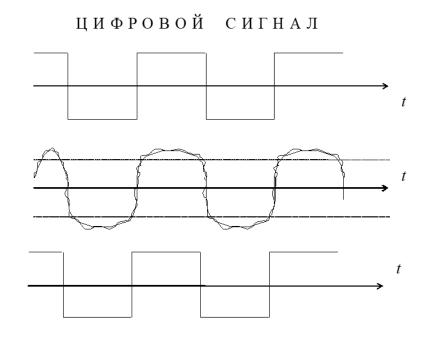
Рис. 1.2 Примеры дискретных сигналов



Преимущества цифровой (дискретной) передачи сигналов

1. Высокая помехоустойчивость







Преимущества цифровой (дискретной) передачи сигналов

- 2. Слабая зависимость качества передачи от длины линии связи.
- 3. Эффективность использования пропускной способности каналов для передачи дискретных сигналов
- 4. Высокие технико-экономические показатели цифровой аппаратуры связи.



Импульсно - кодовая модуляция (ИКМ)

Три основных процесса преобразования аналогового сигнала в цифрой при ИКМ:

- 1. Дискретизация аналогового сигнала по времени.
- 2. Квантование дискретного отсчета по эталонным уровням.
- 3. <mark>Цифровое кодирование</mark> эталонного уровня дискретного отсчета .

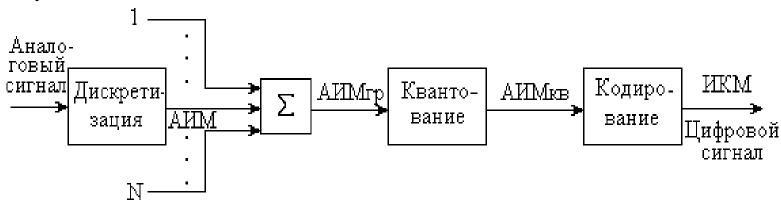
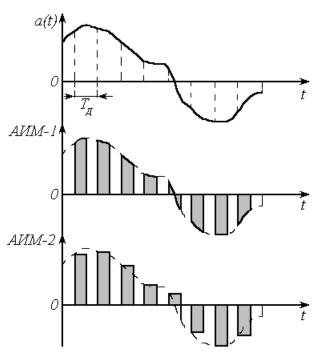


Рис. 1.4 Принципы формирования цифрового группового сигнала



Дискретизация аналогового сигнала

Теорема дискретизации Котельникова-Найквиста: любой непрерывный сигнал, ограниченный по спектру верхней частотой $F_{\rm R}$, полностью определяется последовательностью своих дискретных отсчетов, взятых через промежуток времени $T_{\Pi} \leq 1/2 \cdot F_{B}$, называемый периодом дискретизации.



Следовательно частота дискретизации $F_{\text{Д}} \geq 2 \cdot F_{\text{B}}$



Дискретизация аналогового сигнала (2)

За время одного периода дискретизации *Т*д в линию связи можно передать отсчеты *N* АИМ-сигналов.

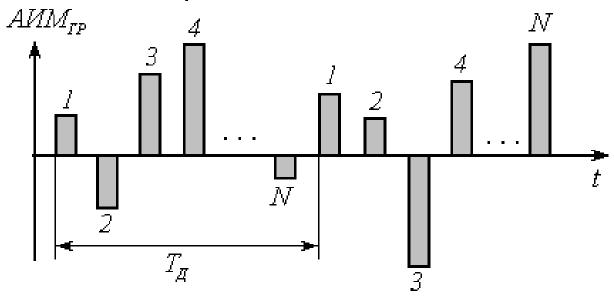


Рис. 1.6 Групповой АИМ сигнал



Квантование АИМ сигнала

Таблица 1.1 Зависимость между числом уровней квантования и качеством передачи речи

Качество речи	Число уровней квантования	Число импульсов в кодовом слове
Очень плохое	8=23	3
Плохое	16=24	4
Посредственное	32=25	5
Хорошее	64=26	6
Очень хорошее	128=27	7
Отличное	256=28	8



Квантование АИМ сигнала (2)

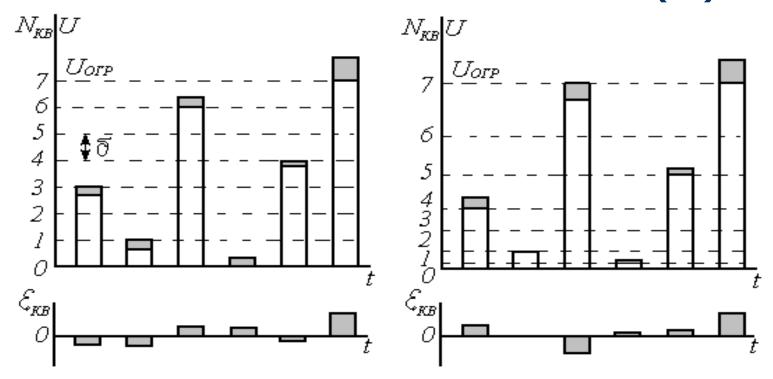


Рис. 1.7 Принципы равномерного (а) и неравномерного (б) квантования Ошибка квантования $\xi_{\kappa e}$ = Шаг квантования δ /2

В Европейской плезиохронной цифровой иерархии PDH (поток E1) используется А-закон квантования, в США (поток T1) - μ-закон.



Кодирование

256 уровней квантования (128 положительных и 128 отрицательных уровней) можно закодировать 8-ми разрядным кодом, в котором 1-ый разряд определяет полярность отсчета (1 – положительная, 0 – отрицательная), а остальные 7 разрядов – его величину. В положительной и отрицательной области по 8 сегментов по 16 уровней в каждом (в каждом сегменте шаг квантования постоянный).

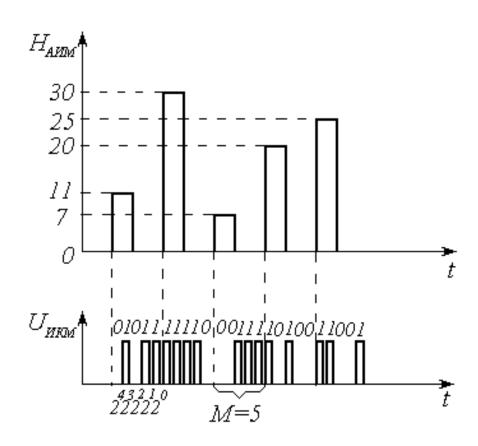


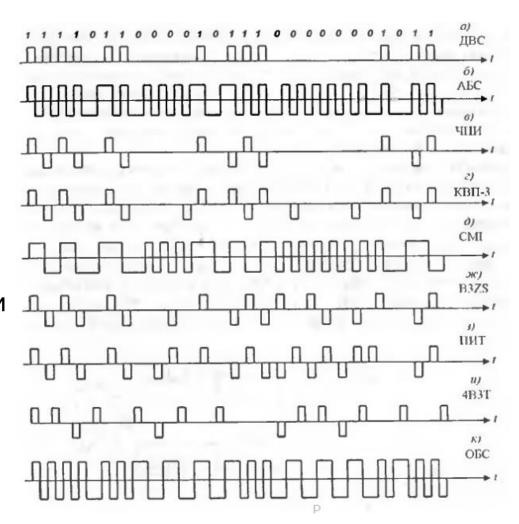
Рис. 1.8 Формирование группового ИКМ сигнала



Линейные коды

Недостаток однополярных кодов — наличие постоянной составляющей (постоянный ток в линии). Поэтому используют двуполярные или квазитроичные линейные коды.

Недостаток квазитроичных кодов — потеря синхронизации при передаче подряд большого числа нулей или единиц. Решается эта проблема процедурой битстаффинга (вставки лишних единиц/нулей).





Структура цикла ИКМ-30/32

Цикл ИКМ

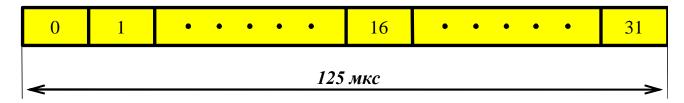


Рис. 1.10 Структура цикла ИКМ-30/32



Рис. 1.11 Структура канального интервала



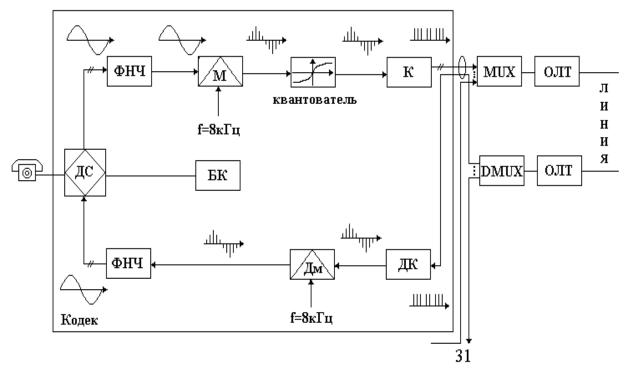
Структура цикла ИКМ-30/32 (2)



Рис. 1.13 Структура сверхцикла ИКМ



Структурная схема цифровой системы передачи ИКМ-30/32



ФНЧ – фильтр нижних частот; ДС – дифсистема; К – кодер; ДК – декодер; М – модулятор; Дм – демодулятор; БК – балансный контур; ОЛТ – оборудование линейного тракта; МUX – мультиплексор; DMUX – демультиплексор



Выводы:

- Эффективнее передавать сигналы в сетях связи в цифровом виде.
- Преобразование аналогового сигнала в цифровой при ИКМ-модуляции выполняется в 3 этапа:
 - 1) дискретизация по времени $(T_{\perp}=125~{\rm MKC}),$
 - 2) квантование по уровню (неравномерное, А-закон),
 - 3) кодирование 8-ми битовое (всего 256 уровней квантования).



Вопросы по лекции 1 (1):

- 1. Какова должна быть частота дискретизации АИМ, если передается сигнал, спектр которого ограничен частотой X кГц?
- 2. Что будет, если частота модуляции при АИМ будет более удвоенной верхней граничной частоты модулируемого сигнала?
- 3. Из каких соображений в системе ИКМ-30/32 выбрана частота дискретизации равной 8 кГц?
- 4. Укажите последовательность преобразований аналогового сигнала при импульсно-кодовой модуляции?
- 5. Сколько уровней квантования используется в системе ИКМ-30/32?
- 6. Почему используется 8-ми разрядный код в системе ИКМ-30/32?
- 7. Почему используется нелинейное квантование в системе ИКМ-30/32?
- 8. Каков период повторения импульсов дискретизации одного аналогового сигнала?
- 9. Зачем нужен фильтр нижних частот на входе в системе ИКМ-30/32?
- 10. Что будет, если убрать фильтр нижних частот на входе системы ИКМ-30/32?



Вопросы по лекции 1 (2):

- 11. Сколько циклов содержит сверхцикл в системе ИКМ-30/32?
- 12. Каков период повторения цикла в системе ИКМ-30/32?
- 13. Какова длительность одного канального интервала в системе ИКМ-30/32?
- 14. Каково назначение канального интервала 16 в цикле ИКМ-30/32?
- 15. Каково назначение канального интервала 0 в цикле ИКМ-30/32?
- 16. В каком цикле сверхцикла системы ИКМ-30/32 передается информация сверхцикловой синхронизации?
- 17. Сколько сигнальных каналов организуется в одном цикле системы ИКМ-30/32?
- 18. Какой цикл сверхцикла в системе ИКМ-30/32 используется для передачи сигнальной информации канальных интервалов X и X+16?
- 19. Каков период повторения сверхцикла в системе ИКМ-30/32?
- 20. Как называются системы сигнализации по 16-му канальному интервалу в системе ИКМ-30/32?

