



Инфокоммуникационные системы

Занятие 4.

Преобразование сообщений в СПИ.

Виды модуляции.

Цифровое представление сообщений.

Основы теории передачи и кодирования.



Модуляция

- перенос первичного сигнала электросвязи на высокую частоту

Частота, на которой ведётся передача, называется ***несущей*** частотой.

При использовании модуляции, первичный (низкочастотный) сигнал электросвязи называется ***модулирующим***.

При модуляции один или несколько параметров гармонического колебания *несущей частоты* изменяются *по закону модулирующего сигнала*.



Виды модуляции сигналов

- **амплитудная модуляция:**

$$A(t) = A_0 + \Delta A(t) = A_0 + as_c(t)$$

- **частотная модуляция:**

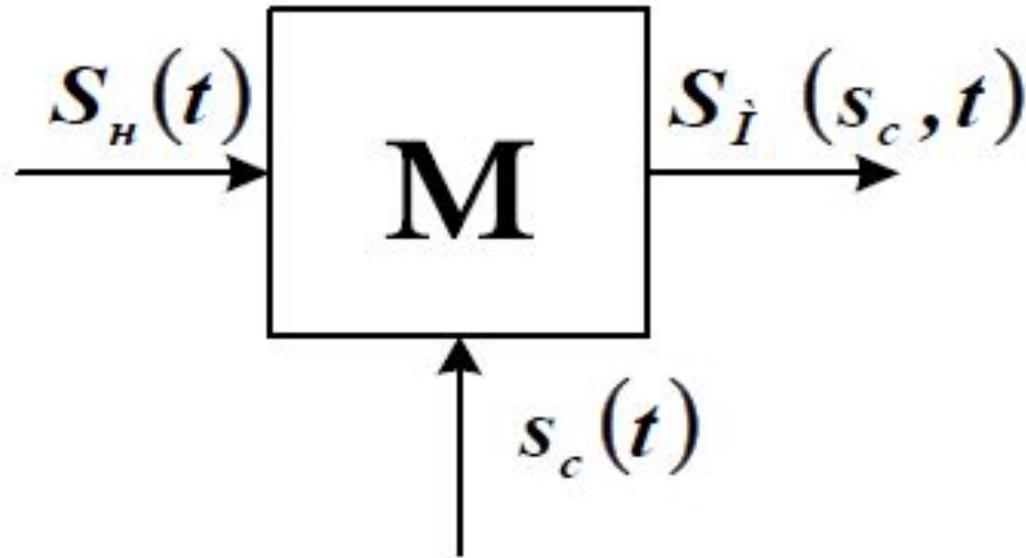
$$\omega(t) = \omega_0 + \Delta\omega(t) = \omega_0 + as_c(t)$$

- **фазовая модуляция:**

$$\phi(t) = \phi_0 + \Delta\phi(t) = \phi_0 + as_c(t)$$

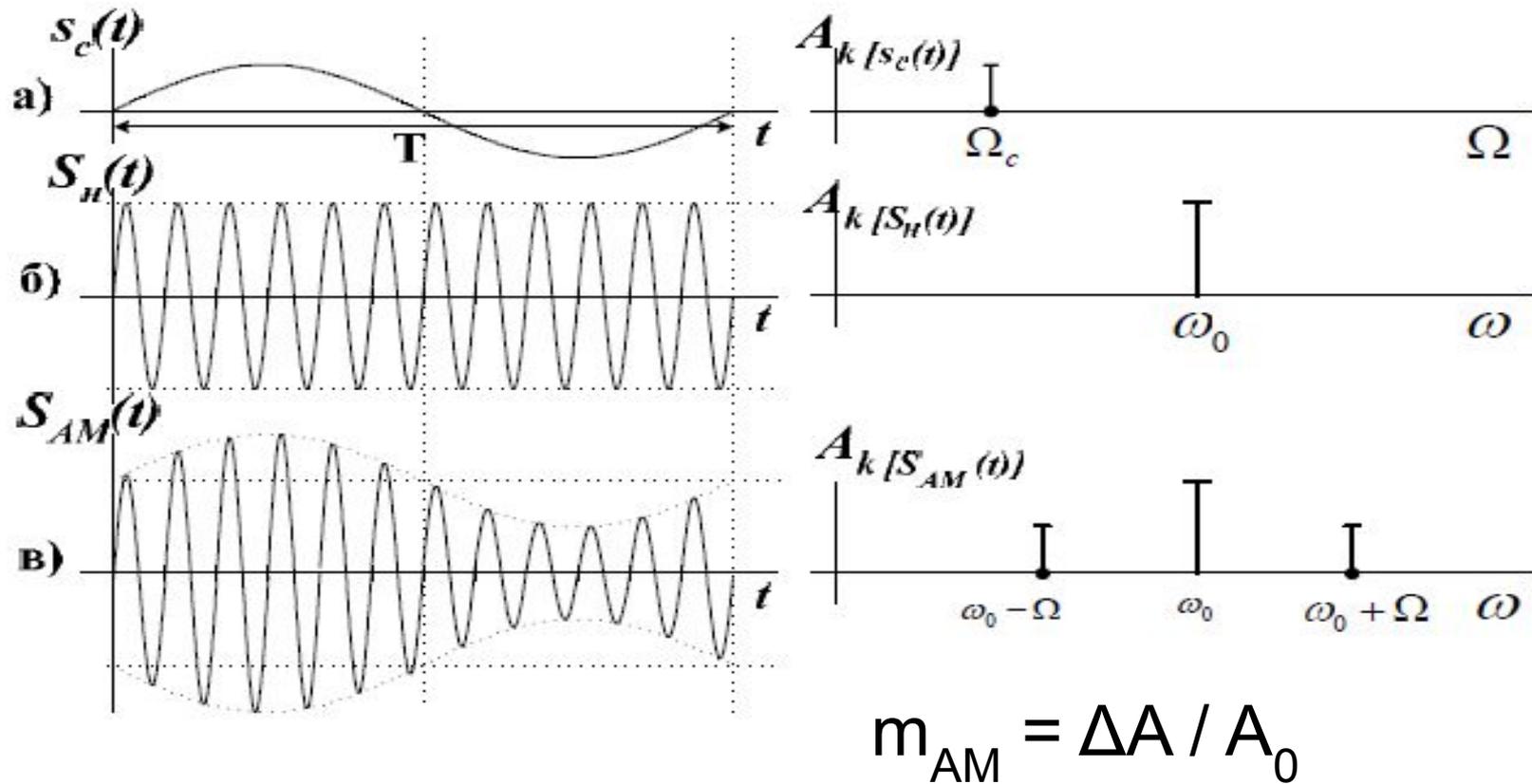


Обобщённая схема модулятора





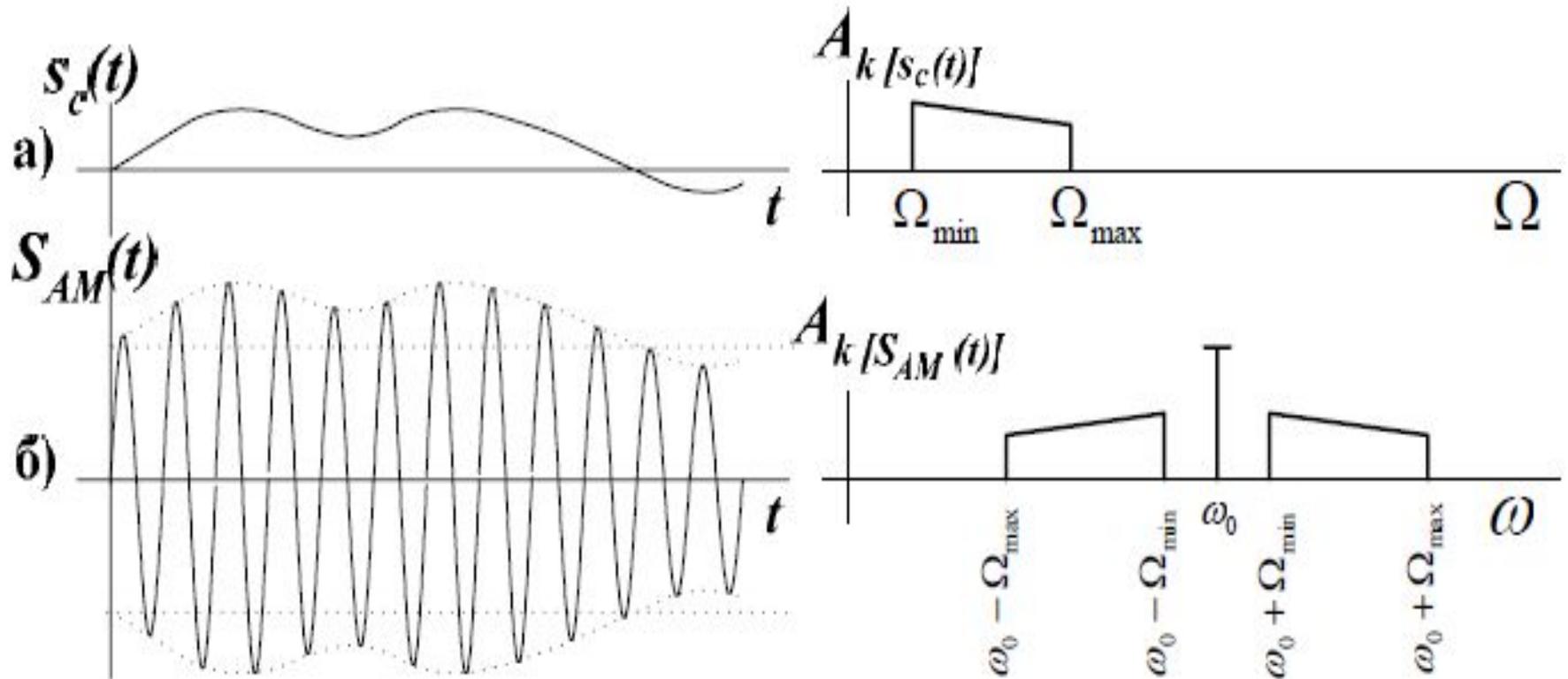
Принцип амплитудной модуляции



$$S_{AM}(s_c, t) = A_0 [1 + m_{AM} s_c(t)] \cos(\omega_0 t + \phi_0).$$

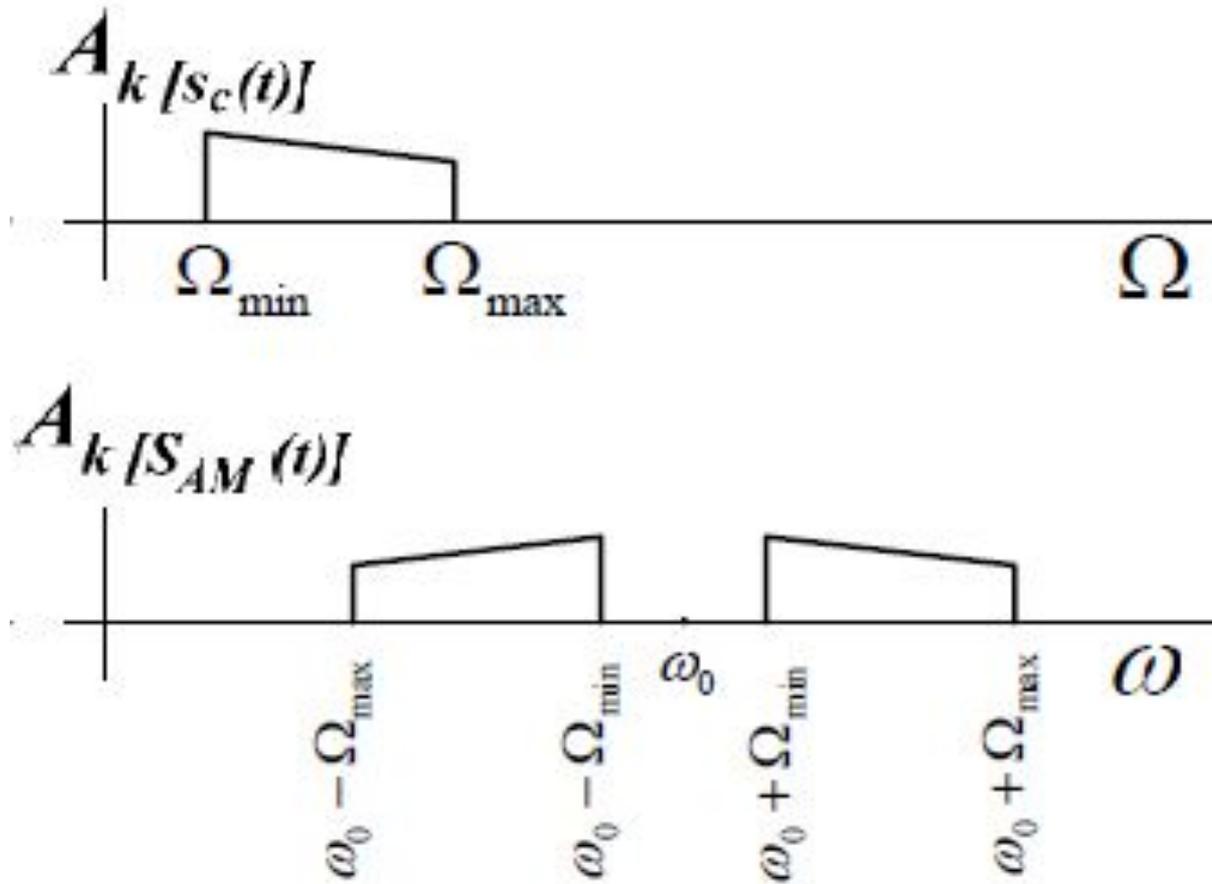


Спектр АМ-сигнала



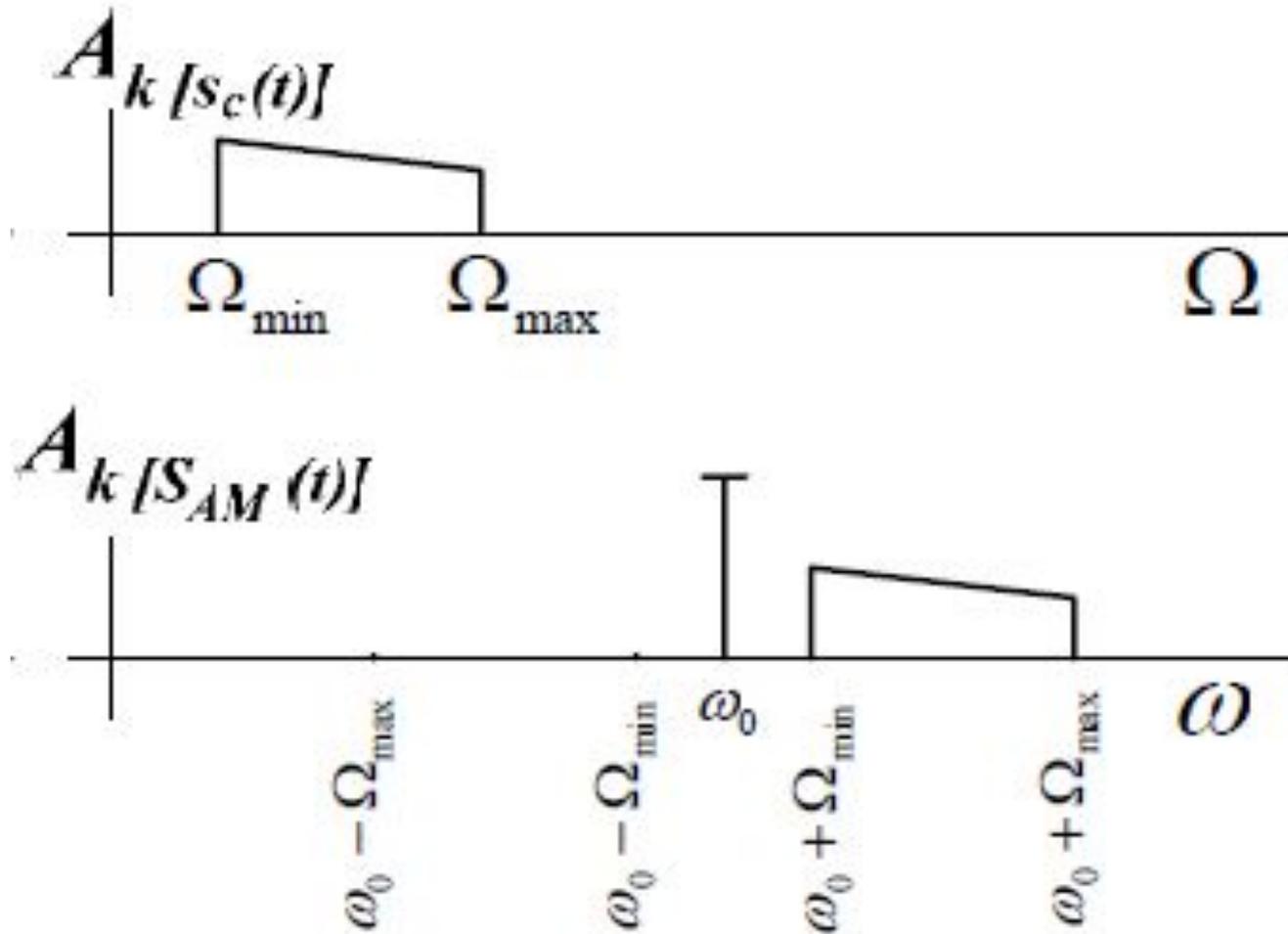


Балансная модуляция





ОБП-модуляция





Детектирование

- восстановление низкочастотного сигнала из модулированного колебания

Синхронное детектирование использует несущие частоты, совпадающие по частоте и фазе, на передающей и приёмной стороне

Асинхронное детектирование не требует синхронизации несущей

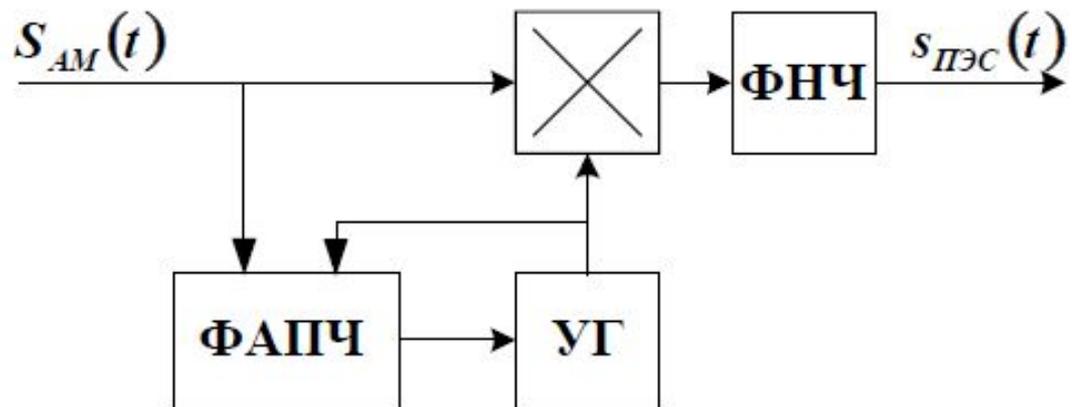


Детектирование АМ

Амплитудный
детектор

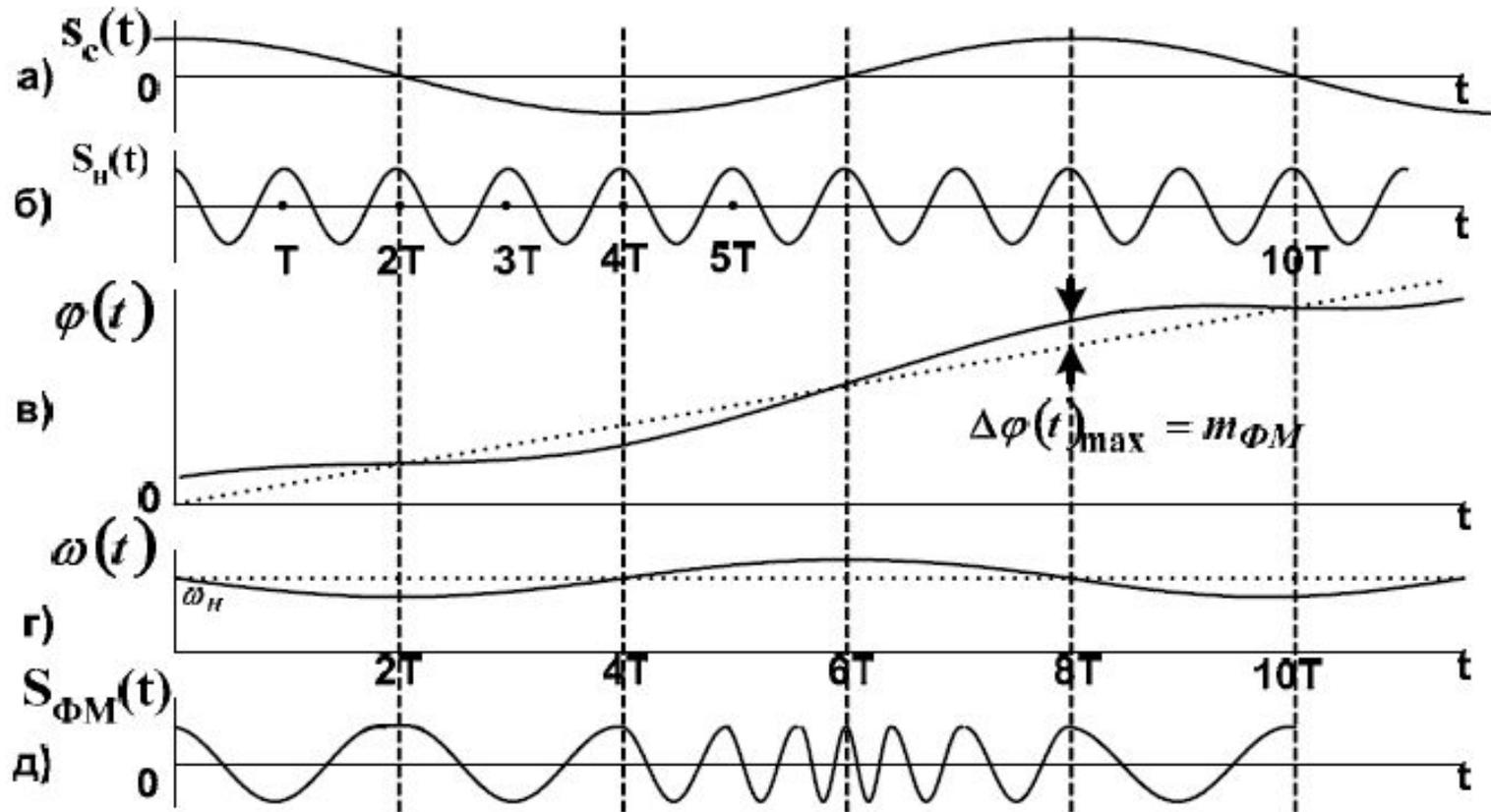


Синхронный
детектор





Фазовая модуляция

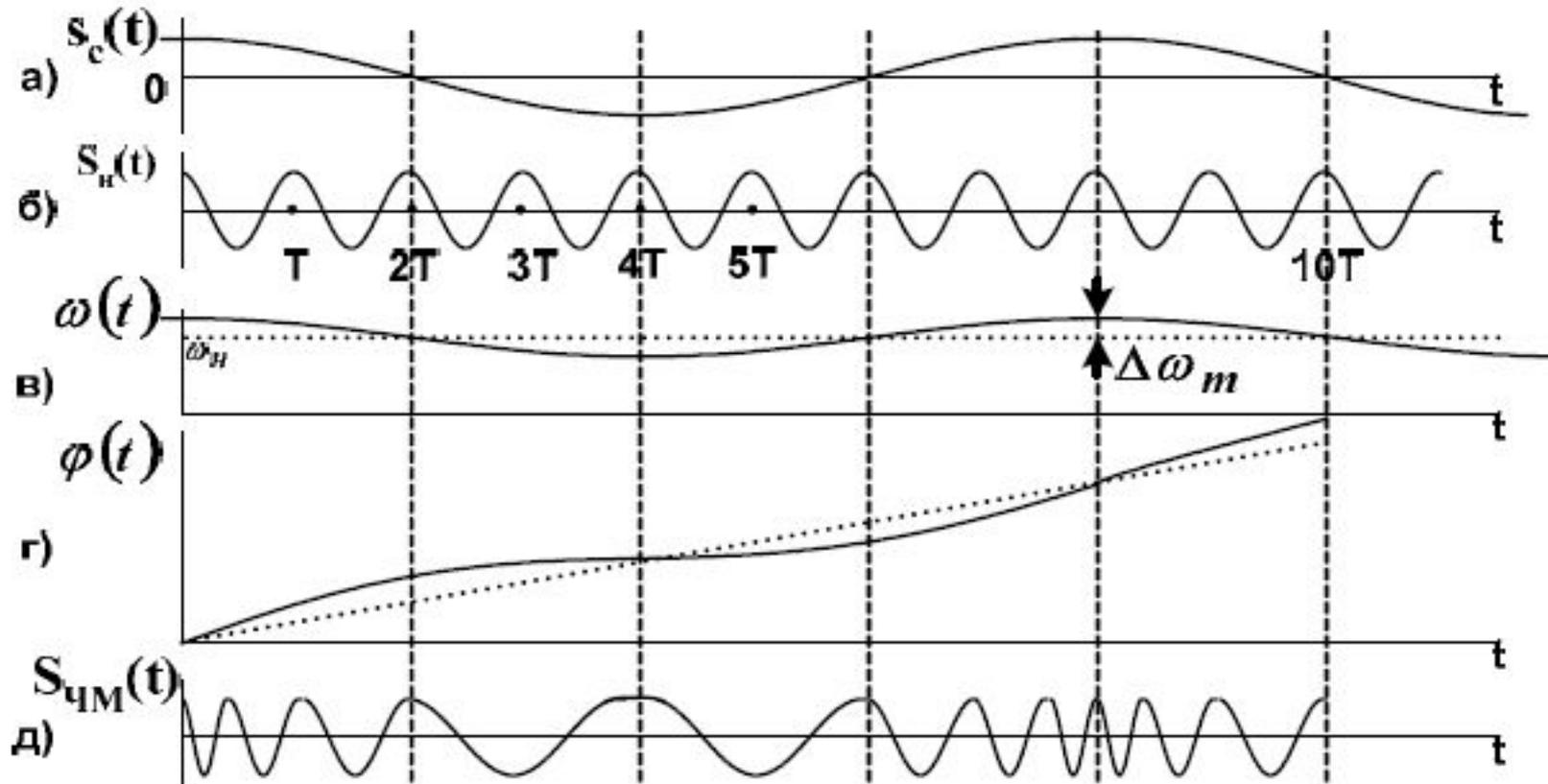


$$S_{\Phi M}(t) = A_0 \cos[\omega_0 t + a s_c(t)]$$

$$a |s_c(t)|_{\max} = m_{\Phi M}$$



Частотная модуляция

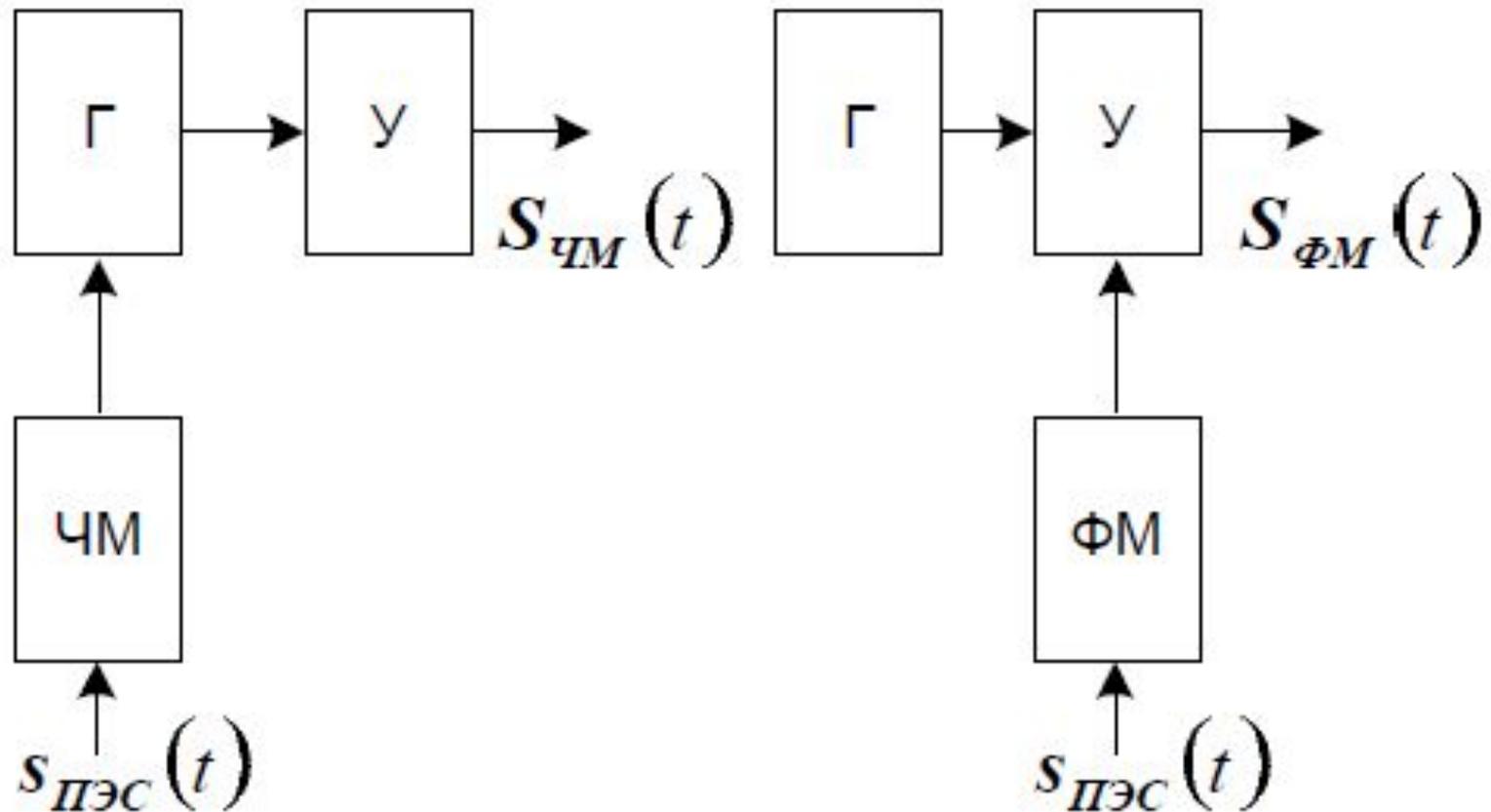


$$m_{\text{ЧМ}} = \frac{\Delta\omega_m}{\Omega}$$

$$\varphi(t) = \omega_0 t + m_{\text{ЧМ}} \sin \Omega t$$

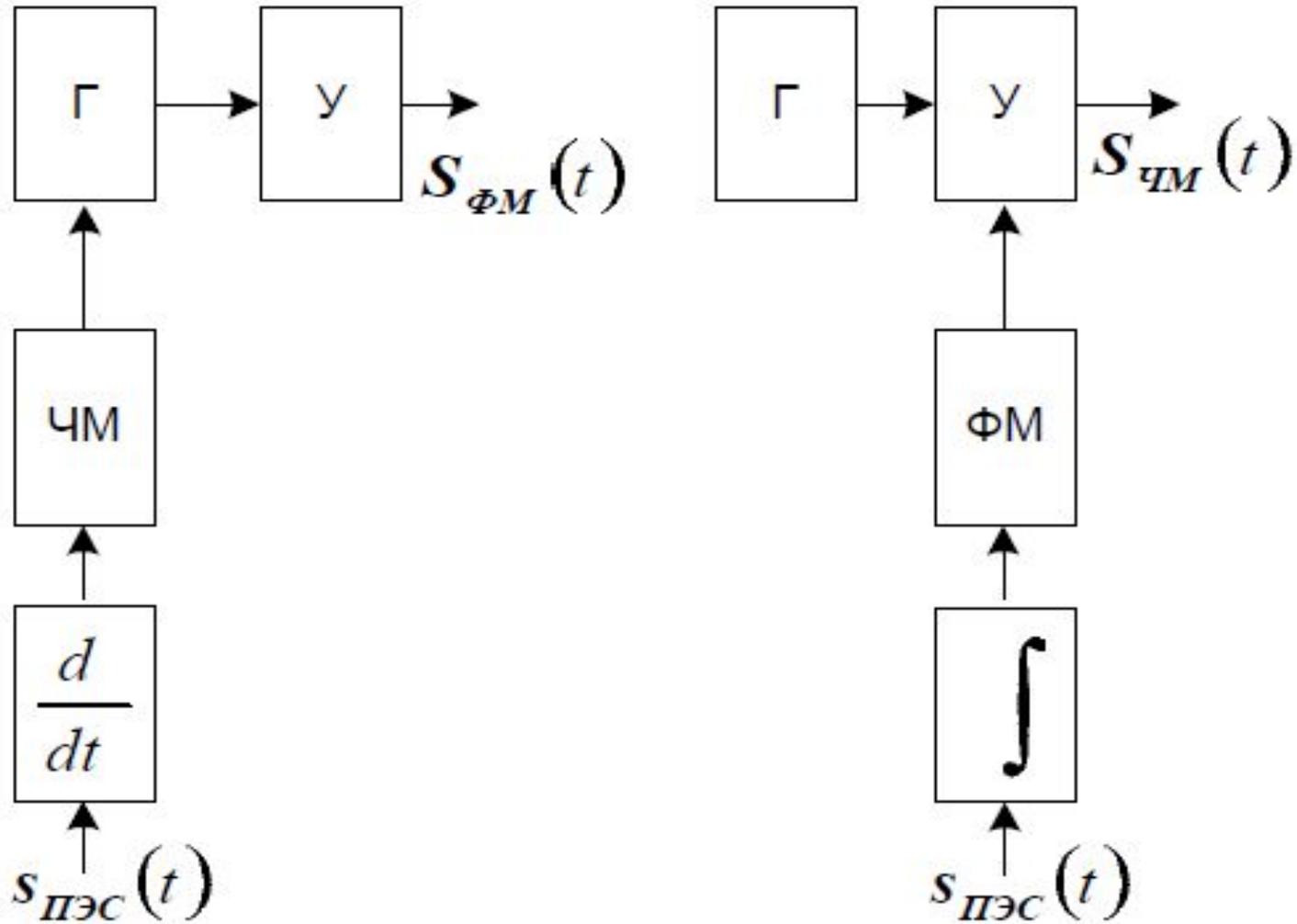


Прямые методы ЧМ и ФМ





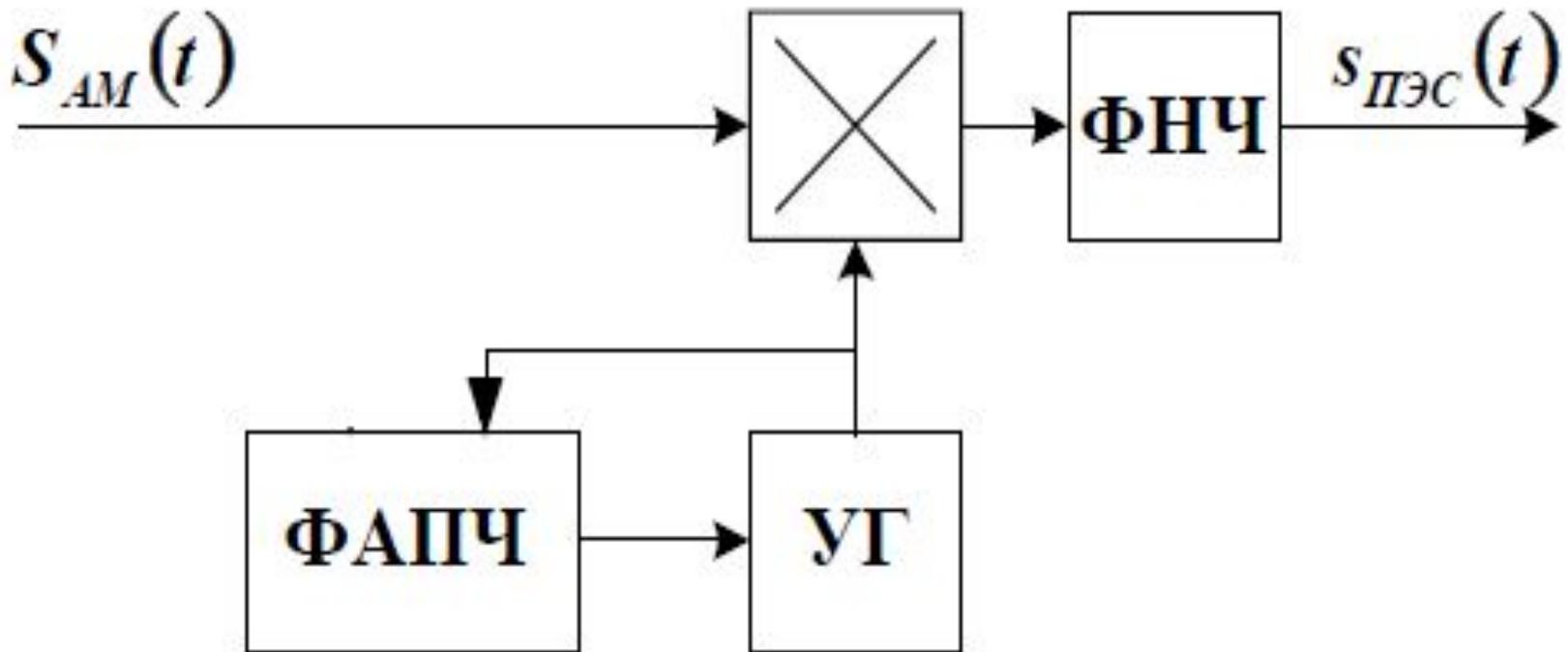
Косвенные методы ФМ и ЧМ





Детектирование ФМ

Разновидность синхронного детектора





Примеры

- Спектры модулированных сигналов.



Основы теории информации

Методы количественного определения (К. Шеннон, 1948)

- количество информации должно быть аддитивной мерой;
- количество информации о достоверном событии равно нулю;
- количество информации не должно зависеть от содержания.



Вероятности русских букв

буква	вероятность	буква	вероятность	буква	вероятность
пробел	0,175	М	0,026	Ч	0,012
О	0,090	Д	0,025	Й	0,010
Е	0,072	П	0,023	Х	0,009
А	0,062	У	0,021	Ж	0,007
И	0,062	Я	0,018	Ю	0,006
Т	0,053	Ы	0,016	Ш	0,006
Н	0,053	З	0,016	Ц	0,004
С	0,045	Ь,Ъ	0,014	Щ	0,003
Р	0,040	Б	0,014	Э	0,003
В	0,038	Г	0,013	Ф	0,002
Л	0,035	К	0,028		



Избыточность источника

Характеристика, показывающая количественное превышение числа символов в сообщении над минимально необходимым для передачи содержания





Производительность источника

- количество информации, выдаваемое источником в среднем за единицу времени (одну секунду) его непрерывной работы

$$H'(X) = \frac{1}{T} \cdot H(X) \text{ [бит/с]},$$

T – интервал времени для передачи элементарного сообщения.



Пропускная способность канала

Пропускной способностью (C' , бит/символ) канала, рассчитанной на один входной символ, называется максимальное количество информации, которое может быть передано по каналу.

Используют также пропускную способность в единицу времени

$$C = 1 / T * C' , \text{ бит/с,}$$

или просто пропускную способность

Прямая и обратная теоремы кодирования



Прямая теорема кодирования:

- для любого однозначно декодируемого кода среднее число символов в двоичном кодовом слове всегда не меньше энтропии источника сообщений

$$n_{CP} \geq H(X),$$

и существует однозначно декодируемый код, для которого выполняется неравенство $n_{CP} < H(X) + 1$.

Обратная теорема кодирования:

- невозможно построить однозначно декодируемый код, для которого выполнялось бы неравенство

$$n_{CP} < H(X).$$



Ваши вопросы?

Готовимся к контрольной!