

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



ТЕЛЕКОНТРОЛЬ И ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЕ ЛЕКЦИЯ №3 «Телемеханические сообщения»

Лектор:
доцент каф. ЭАФУ ФТИ
Горюнов А.Г.

Томск 2013 г.

План лекции

- ❑ Телемеханическое сообщение и его характеристики
- ❑ Телемеханический канал связи и условия обеспечения передачи сигнала
- ❑ Виды сигналов и их характеристики
- ❑ Преобразования сигналов
- ❑ Модуляция сигналов
- ❑ Амплитудная модуляция
- ❑ Вопросы текущего контроля на лекциях по модулю «Общие понятия»

3.1. Телемеханическое сообщение и его характеристики

3.1.1. Телемеханическое сообщение

Телемеханические сообщения (см. рисунок 3.1) – это содержание передачи телемеханических систем: сведения о значениях контролируемых параметров (телеизмерения), о состоянии коммутационной аппаратуры (телесигнализация), команды на включение или отключение коммутационных аппаратов (телеуправление), сведения о величине установок для регуляторов (телерегулирование).

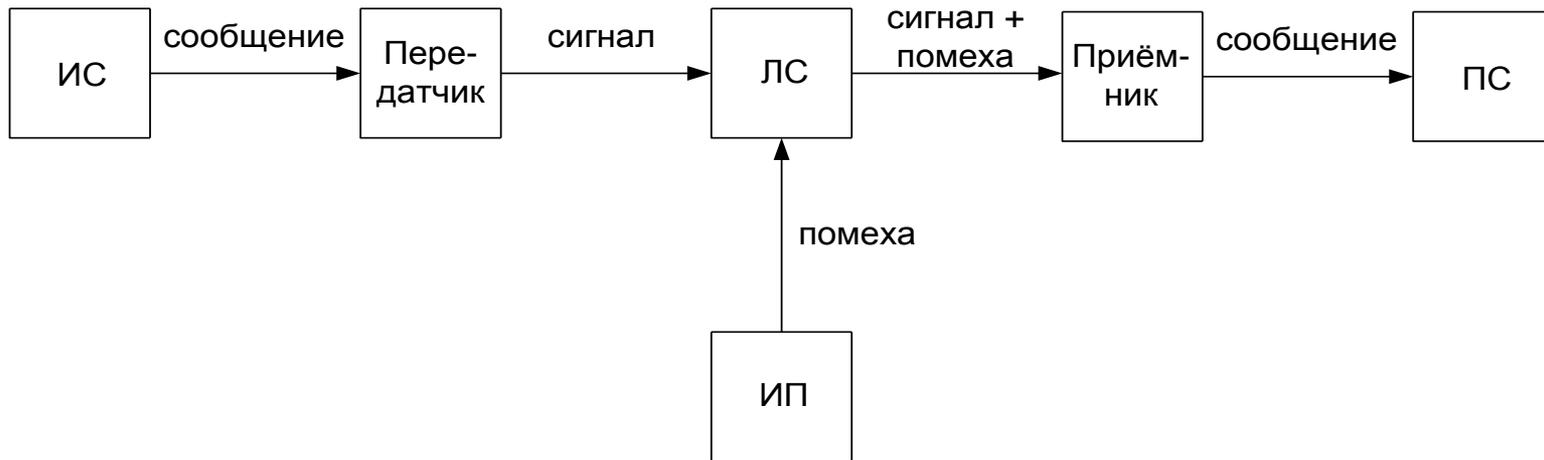


Рисунок 3.1 Упрощенная структурная схема телемеханической системы: ИС – источник сообщений; ПС – приёмник сообщений.

Сообщение – это объект передачи (передаваемая информация). Сигнал – средство передачи сообщения (некий физический процесс соответствующий сообщению).

3.1.2. Характеристики телемеханических сообщений

1) **Достоверность сообщений** – вероятность обнаружения ошибок при приёме, вероятность исправления ошибок, вероятность приёма ложных сообщений и т.д.

2) Оперативность передачи сообщений.

Сообщения должны передаваться в темпе управляемого процесса. Режим реального времени определяет допустимые задержки и запаздывания при передаче телемеханических сообщений;

3) Эффективность использования канала связи.

Сообщения должны занимать минимальный объём канала связи, с тем, чтобы по данному каналу передавать максимум сообщений.

Объём канала связи можно определить по следующей формуле:

$$V_k = \Delta F_k \cdot T_k \cdot \lg(P_c/P_n) \quad (3.1)$$

ΔF_k – ширина полосы частот канала;

T_k – время занятости канала;

P_c/P_n – отношение уровней мощности сигнал/шум.

4) Информативность сообщений.

Сообщения должны содержать новые сведения, т.е. информацию.

3.2. Телемеханический канал связи и условия обеспечения передачи сигнала

3.2.1. Телемеханический канал связи

Телемеханический канал связи (ТМ КС) – это совокупность технических средств для передачи информации от одного источника сообщений (см. рисунок 3.2).

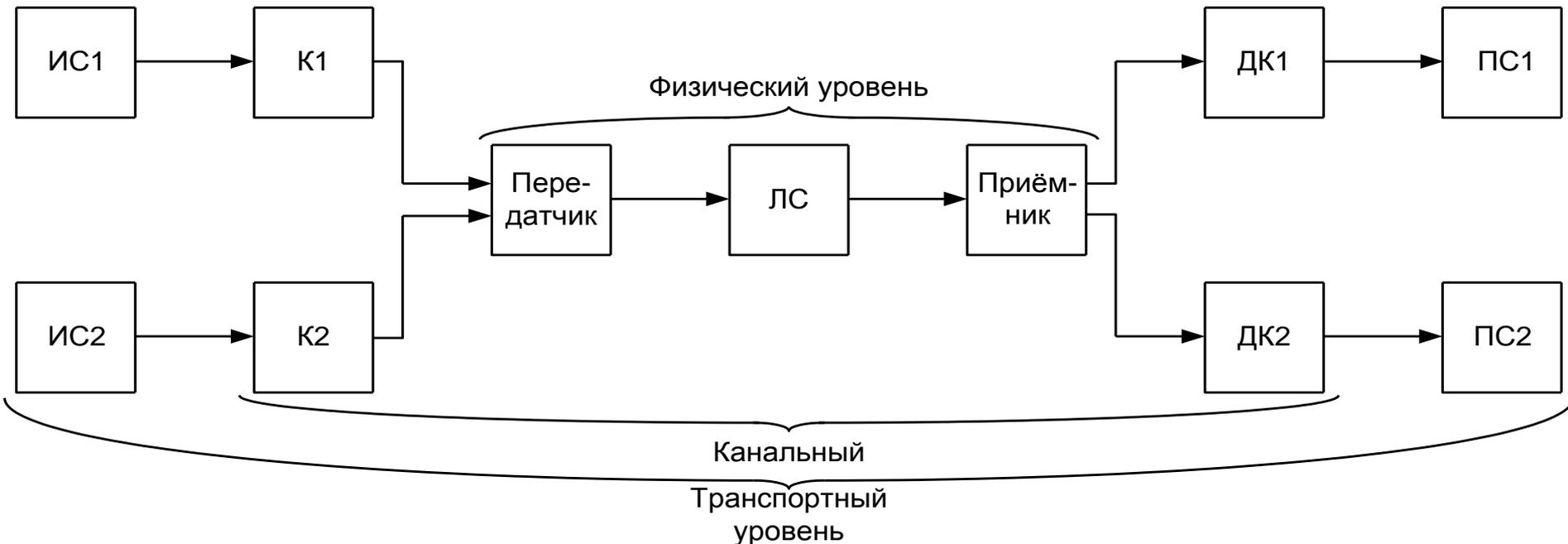


Рисунок 3.2 Телемеханический канал связи:
К1, К2 – кодирующие устройства; ДК1, ДК2 – декодирующие устройства.

3.2.2. Классификация каналов и линий связи

Линии и каналы бывают электрические и неэлектрические (по физической природе): **электрические** – проводные, радио; **неэлектрические** – оптика, акустика, гидравлика, пневматика, механика. В простейших случаях каналы – проводные линии (кабеля, провода). При этом линия и канал совпадают.

Каналы связи бывают односторонними (**симплексными**) и двухсторонними (**дуплексными**).

По диапазону частот различают КС:

- 0-300 Гц – подтональный диапазон;
- 300-3400 Гц – тональный (ТМ);
- 3,5-6 кГц – надтональный;
- более 6 кГц – ВЧ – телефония и ТМ.

ЛС:

- воздушные линии: 10-30 кГц;
- медные: до 150 кГц;
- линии электропередач (ЛЭП): 50-500 кГц.

3.2.3. Условия обеспечения передачи

1. Ёмкость канала (V_k), больше объёма сигнала (V_c) – главное условие:

$$V_k \geq V_c \quad (3.2)$$

2. Диапазон частот канала (ΔF_k) больше диапазона сигнала (ΔF_c):

$$\Delta F_k > \Delta F_c \quad (3.3)$$

3. Время занятости канала (T_k) больше времени передачи сигнала (T_c):

$$T_k > T_c \quad (3.4)$$

3.3. Виды сигналов и их характеристики

В телемеханике чаще всего применяются электромагнитные колебания в виде переменного тока и импульсов.

3.3.1. Переменный ток

$$i(t) = I_m \cdot \sin(\omega t + \varphi) \quad (3.5)$$

где

$\omega = 2\pi f$ – угловая частота; I_m – амплитуда; φ – фаза.

Нести информацию может I_m, f, φ . Их изменение называется **модуляцией**.

3.3.2. Импульсы постоянного и переменного тока

Импульс в телемеханике – кратковременное воздействие электрического тока (см. рисунок 3.3).

Импульсы постоянного тока – **видеоимпульсы**.

Импульсы переменного тока – **радиоимпульсы**.

Характеристики импульсов:

1. Амплитуда и длительность.

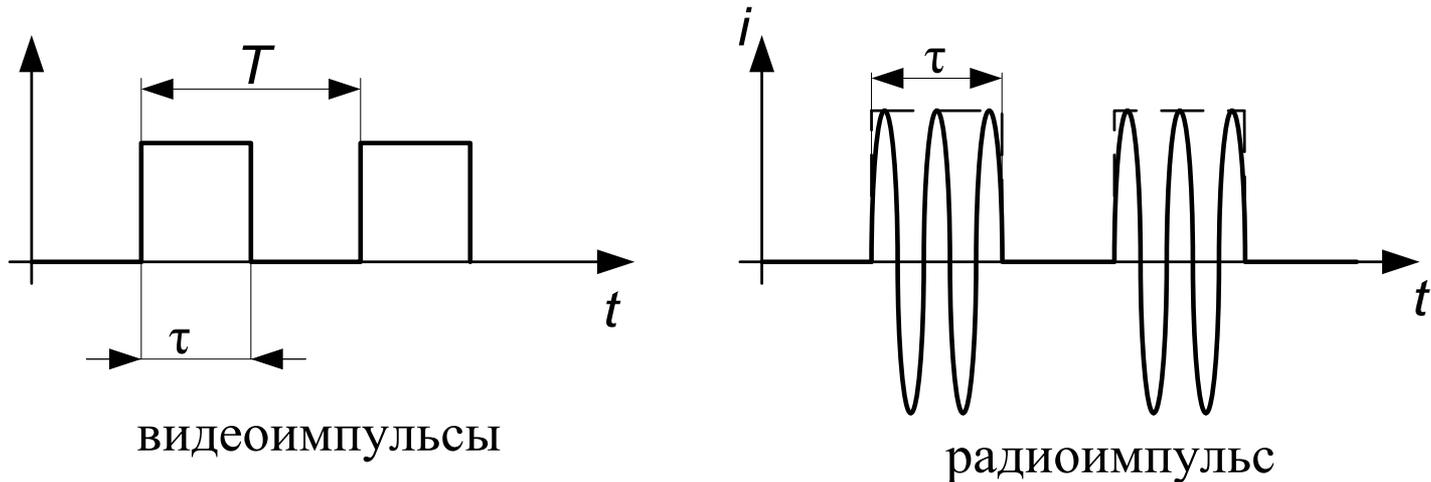


Рисунок 3.3

Длительность (τ) – время, в течение которого мгновенное значение тока или напряжения больше половины амплитуды (для постоянного тока), или огибающая заполняющих импульсов (для переменного тока).

2. Период (T) и скважность (q), коэффициент заполнения (γ)

$$q = \frac{T}{\tau}; \gamma = \frac{\tau}{T} \quad (3.6)$$

3. Диапазон частот

$$\Delta F = \frac{\mu}{\tau} \quad (3.7)$$

где μ – коэффициент формы – связь между действующим и средним значениями. Для меандра $\mu = 1$.

4. Спектр из гармоник с A_k, f_k, φ_k и, где k – индекс.

3.4. Преобразования сигналов

Любое изменение носителя информации под воздействием сообщения называется **преобразованием**.

Преобразования бывают **линейные** и **нелинейные**.

Линейные преобразования происходят **без потери информации**. Такие преобразования используются при измерениях (термопара → термо ЭДС).

Нелинейные преобразования происходят с **потерей информации**. Такие преобразования в основном цифровые с дискретизацией по уровню.

Кодирование – нелинейное преобразование – универсальный способ отображения информации, предназначен для передачи, хранения, обработки в виде системы соответствий между элементами дискретных сообщений и сигналов

Применительно к ТМ: **кодирование** – это преобразование дискретных сообщений в дискретные сигналы в виде комбинации импульсов по определённой системе данного кода.

Модуляция – это образование сигнала путём изменения параметров переносчика под воздействием сообщения.

3.5. Модуляция сигналов

Модуляция бывает **непрерывная** и **импульсная**.

В **непрерывной модуляции** переносчиком сообщения является синусоидальный сигнал – «несущая». Так как синусоидальный сигнал характеризуется такими параметрами, как амплитуда, частота и фаза, то существуют три основных вида непрерывной модуляции:

- 1) Амплитудная модуляция (АМ).
- 2) Частотная модуляция (ЧМ).
- 3) Фазовая модуляция (ФМ).

Существуют разновидности этих модуляций (рассмотрим подробнее на следующих лекциях), а также их комбинации – многократные модуляции.

В **импульсной модуляции** переносчиком сообщения является серия импульсов, характеризующаяся рядом параметров: амплитудой, длительностью, положением во времени, числом импульсов и т.д.

Преимущества модуляции (по сравнению с немодулированным сигналом):

- 1) Возможность увеличения каналов на одной линии связи.
- 2) Рост достоверности передаваемой информации при использовании помехоустойчивых методов модуляции.
- 3) Повышение эффективности излучения сигнала при передаче по радиоканалу.
- 4) Повышение эффективности каналов связи и удешевление передачи сообщений.

3.6. Амплитудная модуляция

Амплитудной модуляцией (АМ) называют образование сигнала путём изменения амплитуды гармонического колебания («несущей») пропорционально мгновенным значениям напряжения или тока другого, более низкочастотного электрического сигнала (сообщения).

Пусть $U_c(t) = U_\Omega \cdot \cos(\Omega t)$ – сигнал сообщения,

$U_n(t) = U_{\omega_0} \cdot \cos(\omega_0 t)$ – «несущая».

Под воздействием сообщения на амплитуду «несущей» $U_{ам}(t)$ образуется новое колебание, в котором изменяется только амплитуда (см. рисунок 3.4):

$$U_{амс}(t) = U_{ам}(t) \cdot \cos(\omega_0 t) \quad (3.8)$$

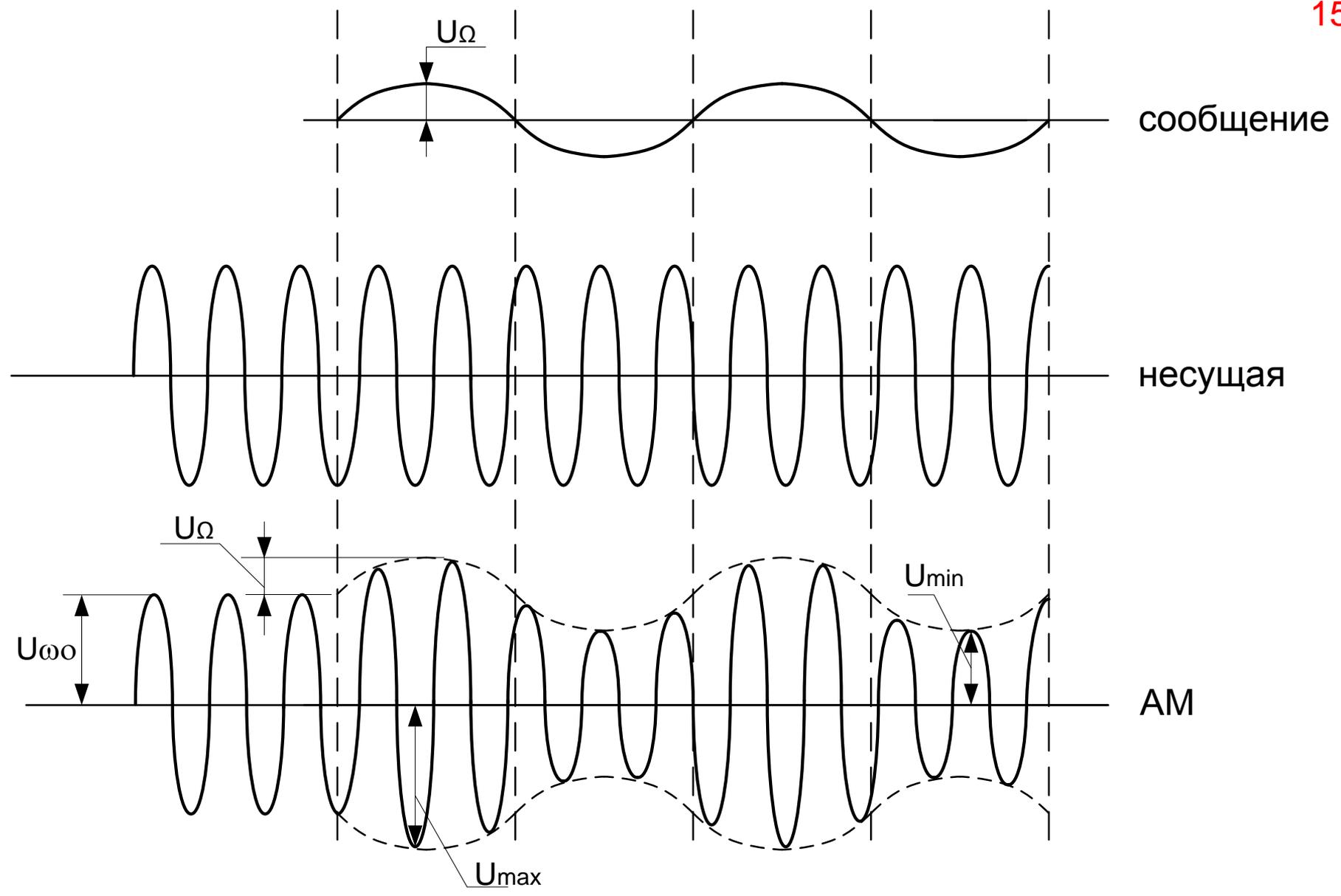


Рисунок 3.4 Амплитудная модуляция

Амплитуда «несущей» будет изменяться по линейному закону:

$$\begin{aligned} U_{\text{ам}}(t) &= U_{\omega_0} + k \cdot U_c(t) = U_{\omega_0} + k \cdot U_{\Omega} \cdot \cos(\Omega t) = \\ &= U_{\omega_0} \cdot (1 + m \cdot \cos(\Omega t)) \end{aligned} \quad (3.9)$$

где k – коэффициент пропорциональности, а

$$m = k \cdot U_{\Omega} / U_{\omega_0} = \frac{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}}{U_{\text{max}} + U_{\text{min}}} \quad (3.10)$$

– относительное изменение амплитуды «несущей», называемое коэффициентом модуляции или **глубиной модуляции**.

Подставив в выражение (3.8) значение амплитуды «несущей» (3.9) получим:

$$\begin{aligned} U_{\text{амс}}(t) &= U_{\omega_0} \cdot (1 + m \cdot \cos(\Omega t)) \cdot \cos(\omega_0 t) \rightarrow \\ &\rightarrow U_{\omega_0} \cdot \cos(\omega_0 t) + m \cdot \frac{U_{\omega_0}}{2} \cdot \cos(\omega_0 + \Omega)t + m \cdot \frac{U_{\omega_0}}{2} \cdot \cos(\omega_0 - \Omega)t \end{aligned} \quad (3.11)$$

где

$$m \cdot \frac{U_{\omega_0}}{2} \cdot \cos(\omega_0 + \Omega)t \quad \text{– верхняя боковая составляющая,}$$

$$m \cdot \frac{U_{\omega_0}}{2} \cdot \cos(\omega_0 - \Omega)t \quad \text{– нижняя боковая составляющая.}$$

3.6.1. Спектр частот при амплитудной модуляции

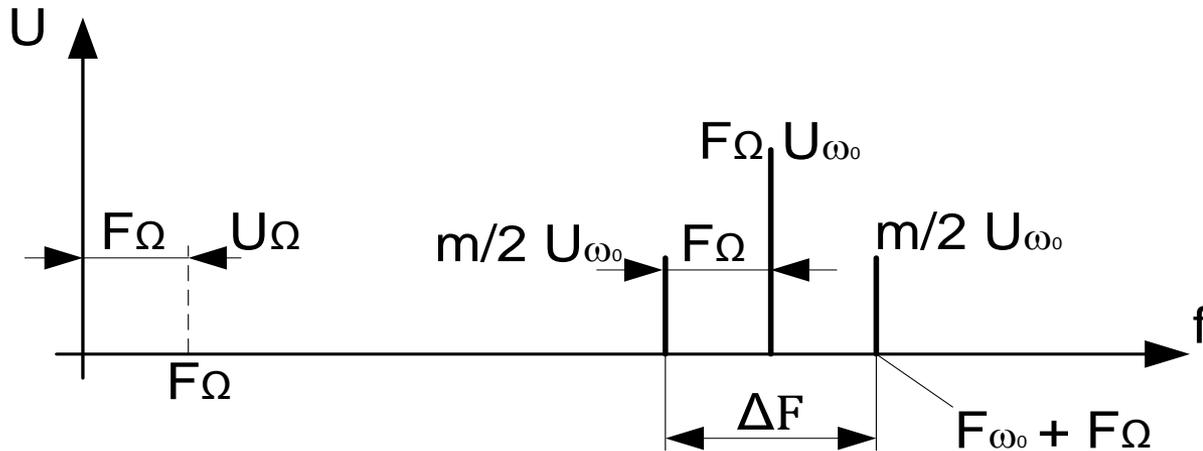


Рисунок 3.5 Спектр частот при амплитудной модуляции в случае $U_c(t) = U_{\Omega} \cdot \cos(\Omega t)$

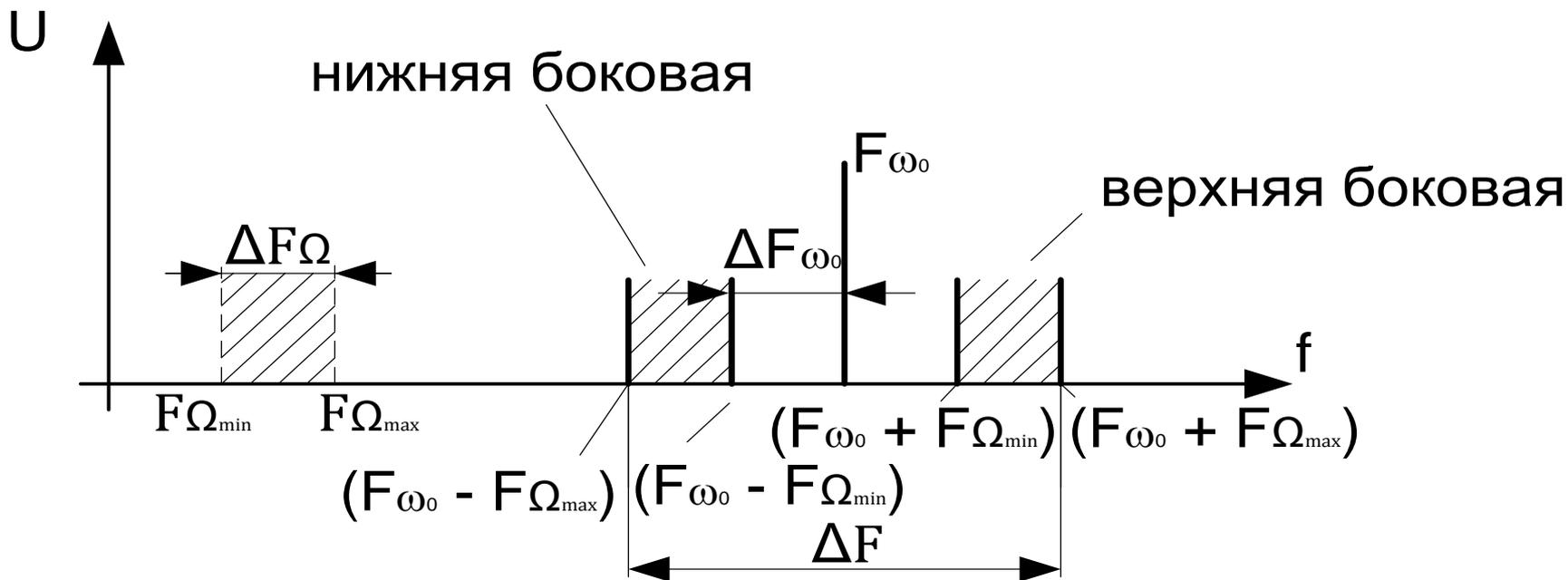


Рисунок 3.6 Спектр частот при амплитудной модуляции

В зависимости от того, передаётся ли весь спектр АМ колебания или только его часть, различают два способа АМ:

1. **Амплитудная модуляция с двумя боковыми полосами** (АМ с ДБП).
Передаётся весь спектр частот. Ширина полосы частот ($\Delta F_{\text{ам}}$) – 2 частоты сигнала (F_{Ω}):

$$\Delta F_{\text{ам}} = 2 \cdot F_{\Omega} \quad (3.12)$$

В общем случае (передача сообщения в полосе частот $F_{\Omega_{\min}} - F_{\Omega_{\max}}$) в спектре появляются 2 боковые полосы:

$$\Delta F_{\text{ам}} = 2 \cdot \Delta F_{\Omega} \quad (3.13)$$

2. **Однополосная амплитудная модуляция** (АМ с ОБП).
При АМ с ОБП полоса частот передаваемого сообщения переносится в область высоких частот без расширения общей полосы пропускания, т.е.:

$$\Delta F_{\text{обп}} = \Delta F_{\Omega} \quad (3.14)$$

Преимущества АМ с ОБП:

- 1) Сокращение полосы частот → рост числа каналов.
- 2) Сокращение мощности передатчика и рост мощности в передаваемой полосе.
- 3) Большая помехоустойчивость.

Недостаток: сложность приёма, т.к. не передаётся «несущая».

3.7. Вопросы текущего контроля на лекциях по модулю «Общие понятия»

Вариант №1

- 1) Место телемеханики в АСУ ТП.
- 2) Понятие телемеханики.
- 3) Дать определение линии связи.
- 4) Виды сигналов и их характеристики.
- 5) Основные функции телемеханики.
- 6) Дать определение телемеханического канала связи.

Вариант №2

- 1) Место телемеханики в АСУ ТП.
- 2) Понятие телемеханической системы.
- 3) Дать определение канала связи.
- 4) Виды сигналов и их характеристики.
- 5) Телемеханические сообщения. Характеристики телемеханических сообщений.
- 6) Преобразование сигналов: модуляция, кодирование. Дать определение.