

Представление информации физическими сигналами

1. Переход от аналогового сигнала к цифровому
2. Частота Найквиста
3. Модуляция сигнала

Переход от аналогового сигнала к цифровому

Сигнал — материальный носитель информации, передаваемой от источника к потребителю.

Некоторый физический процесс, развивающийся во времени, порождает непрерывные (аналоговые) сигналы.

При переходе от аналогового сигнала к цифровому осуществляется *дискретизация* по времени, *квантование* по уровню амплитуд и *кодирование* (оцифровка).

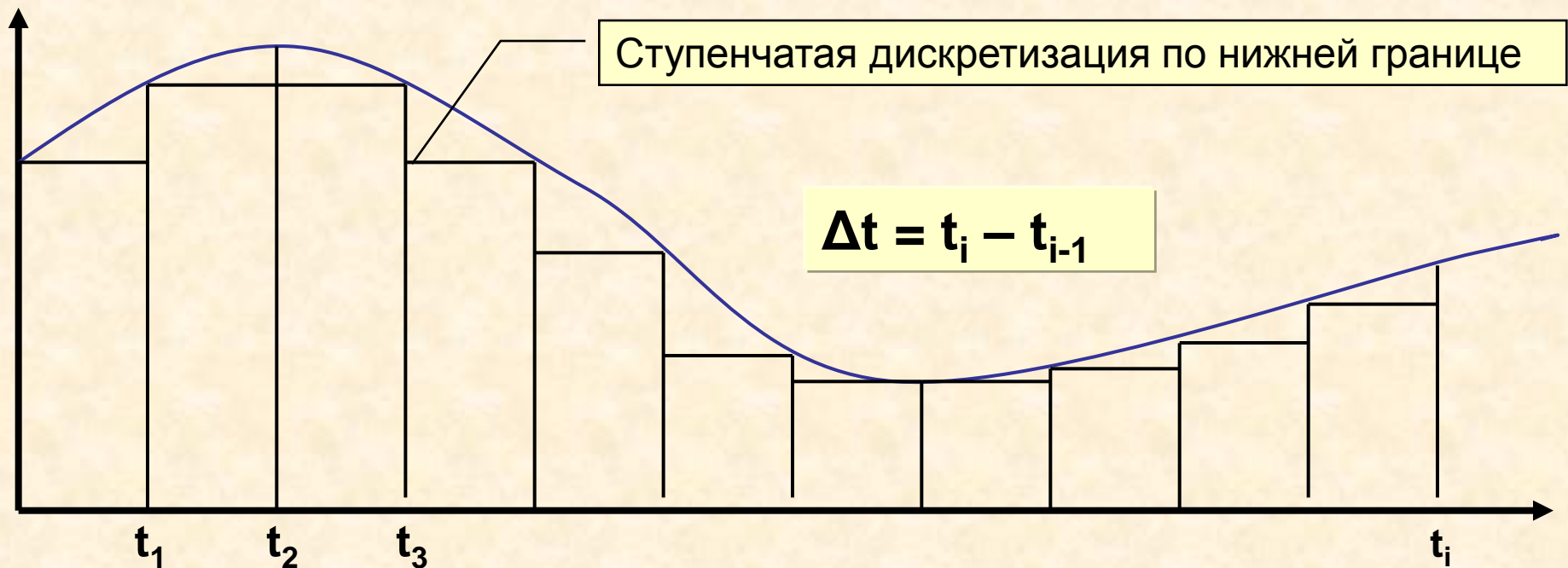
Дискретизация — процесс представления непрерывного сигнала дискретной последовательностью отсчетов.

Отсчеты следуют с некоторым временным интервалом Δt — *интервалом дискретизации*.

Чем меньше Δt , тем меньше различия между исходным сигналом и его дискретным образом.

Дискретизация

Дискретизация — процесс представления непрерывного сигнала дискретной последовательностью отсчетов.



Квантование

Квантование — замена величины отсчета сигнала ближайшим значением из набора уровней квантования.

Квантуется диапазон возможных изменений амплитуд сигнала от 0 до U_{\max} (напряжение).

Шаг квантования $\Delta = U_{\max}/2^n$, где n — количество уровней квантования.

При квантовании возникает погрешность — *шум квантования*.

Это случайная последовательность импульсов с максимальной амплитудой не более $\frac{1}{2}$ шага квантования.

Шум квантования убывает с увеличением числа уровней квантования.

Норма квантования видеосигнала — 1024 уровня.

Квантование

Квантование — замена величины отсчета сигнала ближайшим значением из набора уровней квантования.



Кодирование

Кодирование — представление числовых значений отсчетов двоичным кодом.



Частота Найквиста

Гармонический сигнал может быть адекватно представлен дискретными отсчетами, если его частота не превышает половины частоты дискретизации.

$$f_N = f_d/2 = 1/(2T)$$

В зависимости от соотношения между частотой дискретизируемого гармонического сигнала и частотой Найквиста возможны 3 случая:

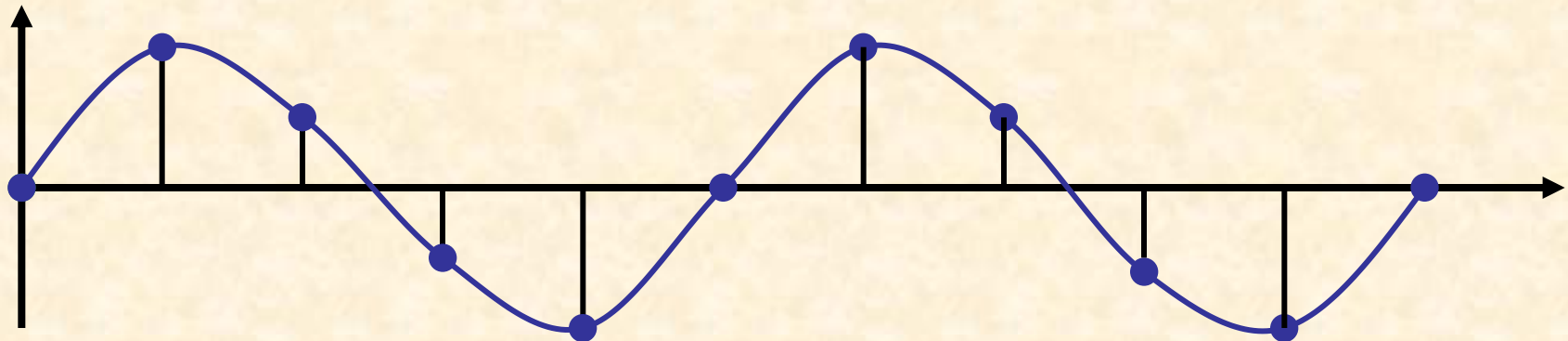
Частота гармонического сигнала **меньше** частоты Найквиста.

Частота гармонического сигнала **равна** частоте Найквиста.

Частота гармонического сигнала **больше** частоты Найквиста.

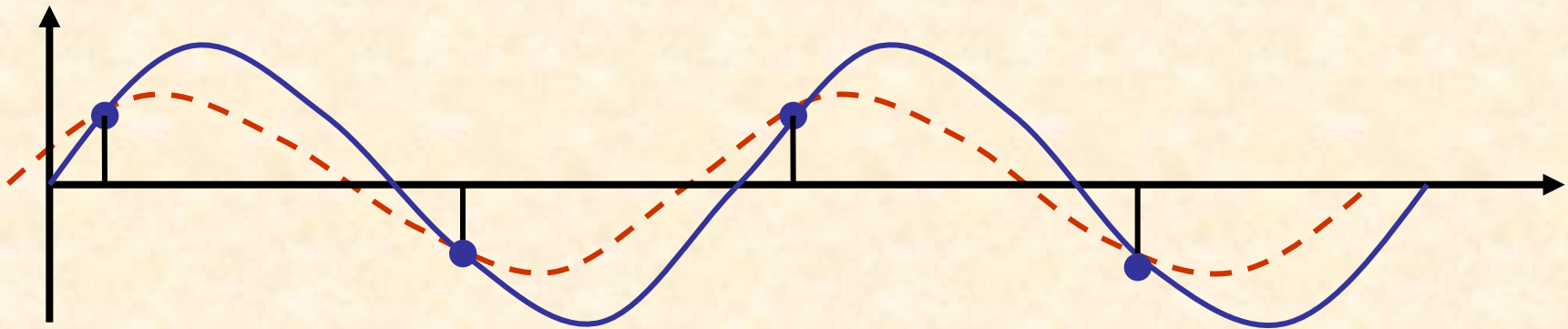
Частота гармонического сигнала меньше частоты Найквиста

$$f_N = f_d/2 = 1/(2T)$$



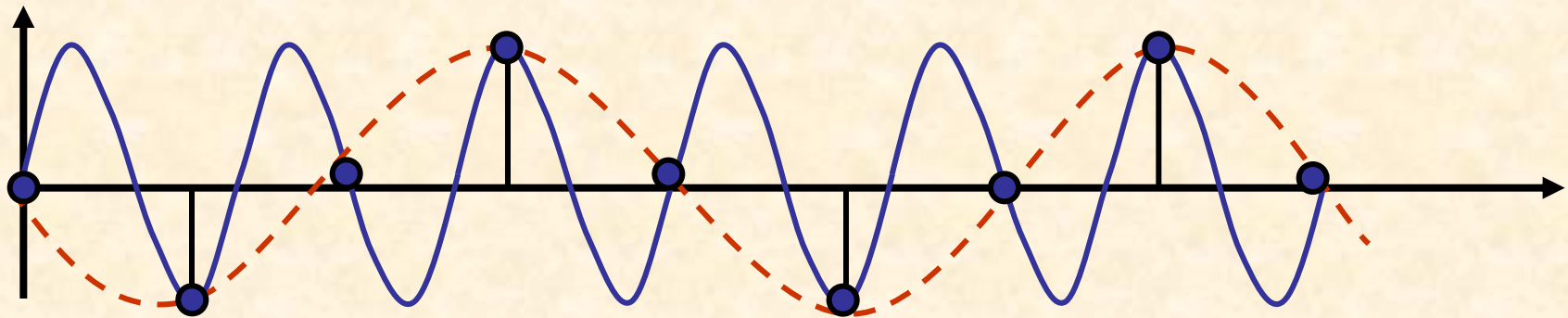
Дискретные отсчеты позволяют правильно восстановить аналоговый сигнал.

Частота гармонического сигнала равна частоте Найквиста



Дискретные отсчеты позволяют восстановить аналоговый сигнал с той же частотой. Амплитуда и фаза восстановленного сигнала (пунктир) могут быть искажены.

Частота гармонического сигнала больше частоты Найквиста



Восстановленный по дискретным отсчетам аналоговый сигнал будет гармоническим, но с иной частотой. Это эффект *появления ложных частот*.

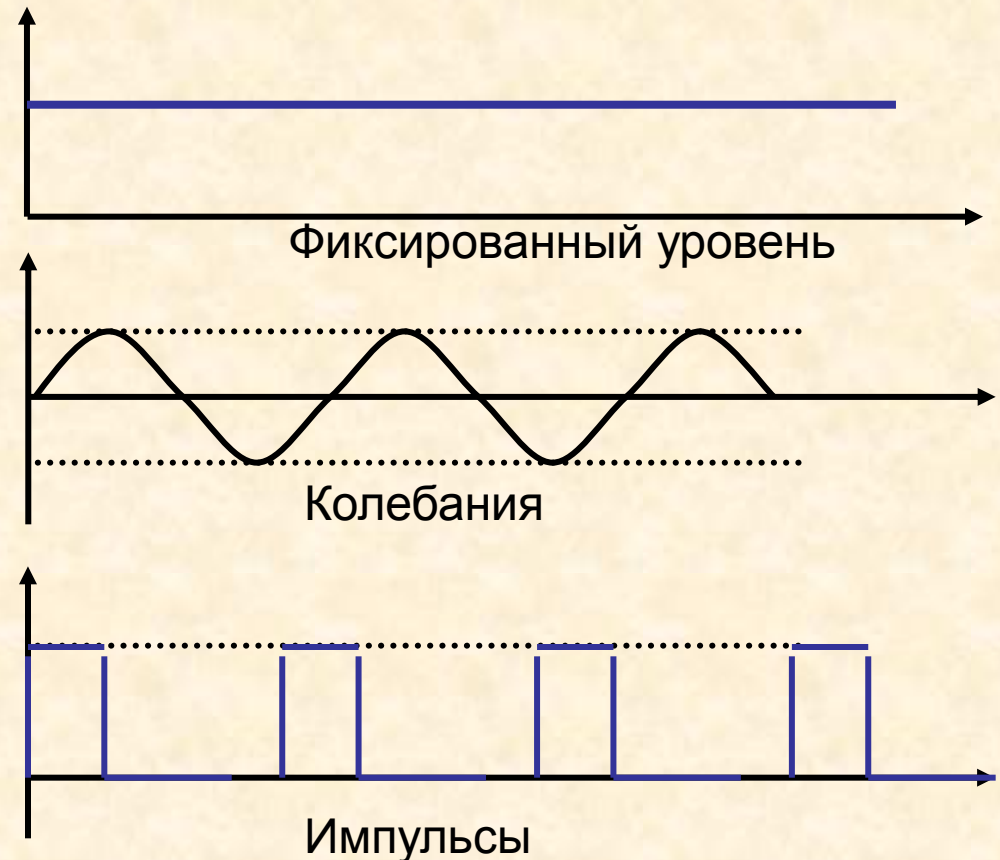
Модуляция сигнала

Модуляция — изменение параметров сигнала в соответствии с передаваемой информацией.

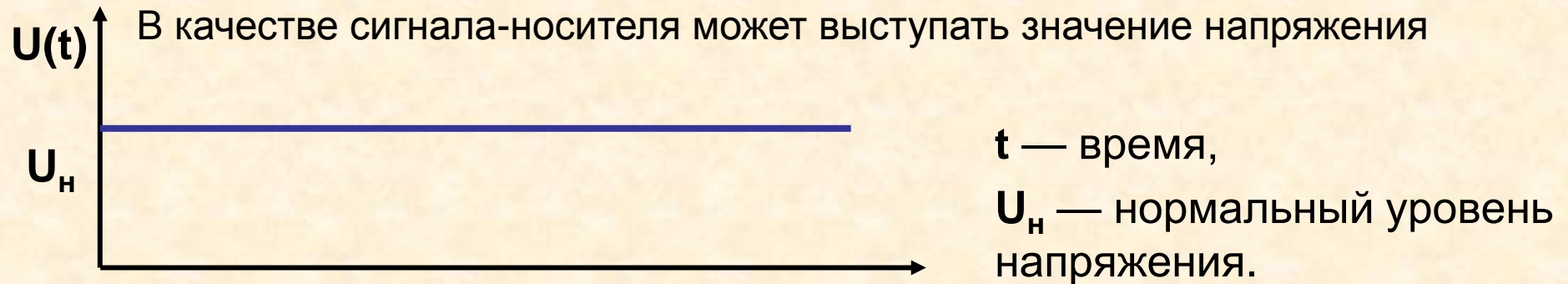
Демодуляция — восстановление величин, вызвавших изменение параметров носителя при модуляции.

Выполняется на принимающей стороне при известных условиях модуляции на передающей стороне.

Виды модуляции связаны с типом сигнала-носителя.



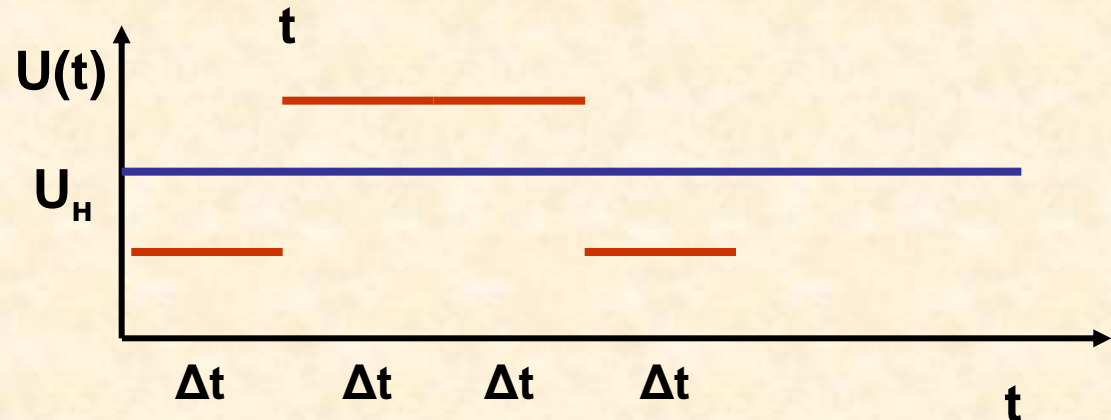
Фиксированный уровень



Задача. Выполнить **прямую модуляцию** сигнала 0110_2 .

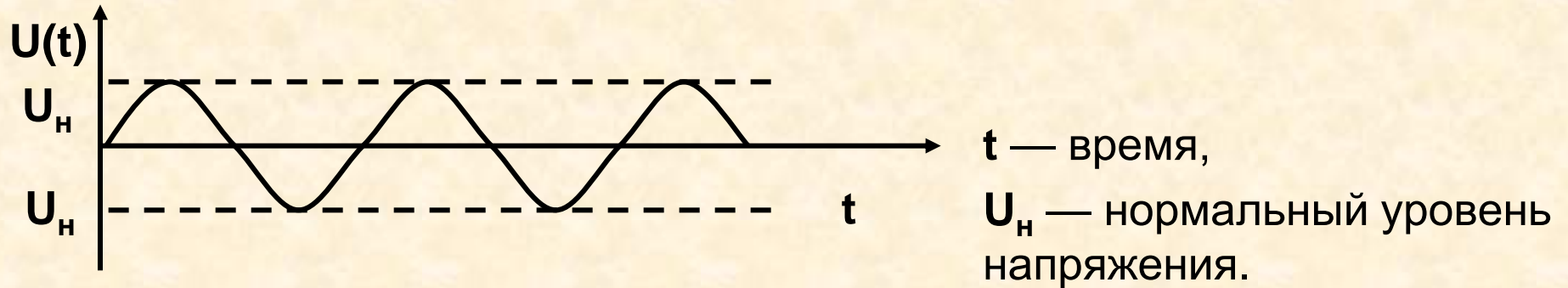
Пусть при уменьшении U_n на ΔU передается 0, а при увеличении — 1.

Одна цифра передается за время Δt .



В этом случае возможна только прямая модуляция. Изменение уровня напряжения означает передачу того или иного сигнала.

Колебания



Параметры сигнала-носителя

Амплитуда (U_n)

Частота ($1/(2 \Delta t)$)

Фаза (равна 0)

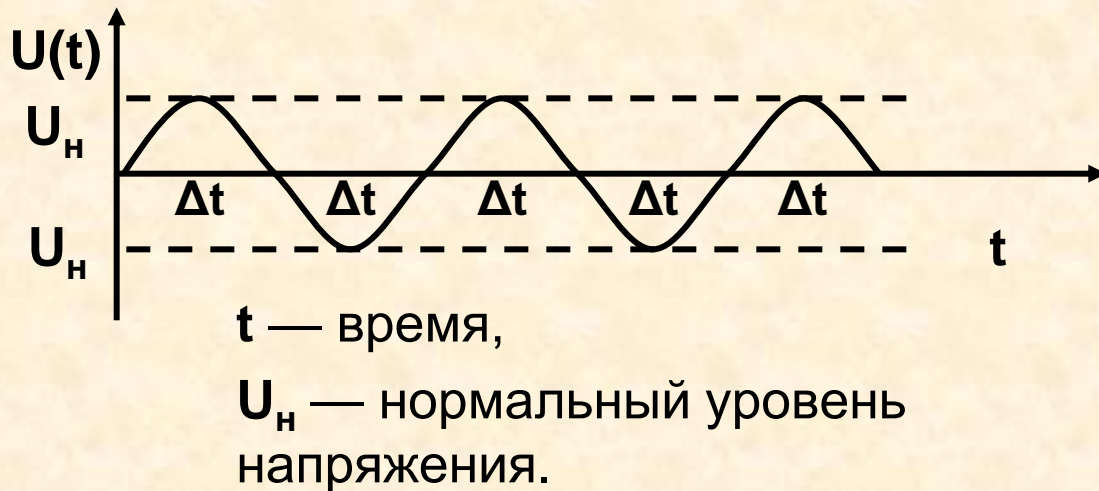
Виды модуляции

Амплитудная

Частотная

Фазовая

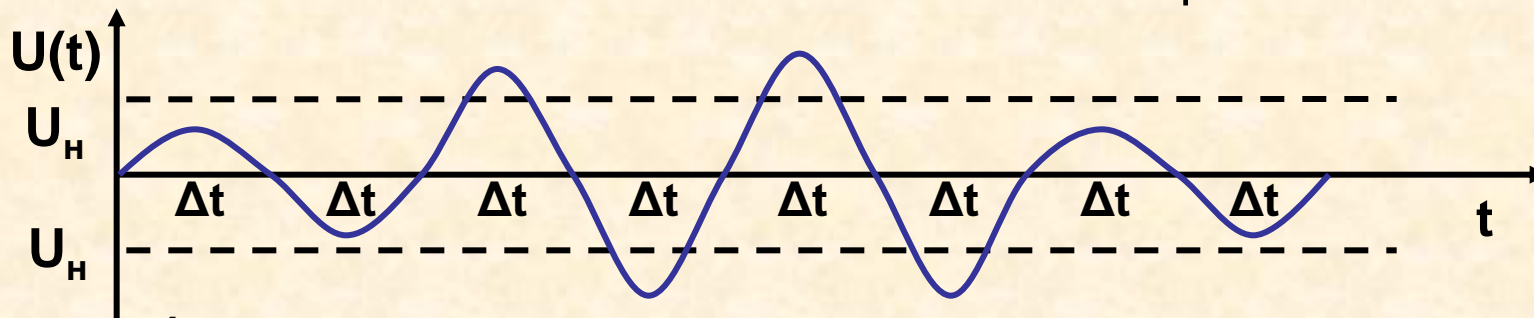
Амплитудная модуляция



Задача. Выполнить **амплитудную модуляцию** сигнала 0110_2 .

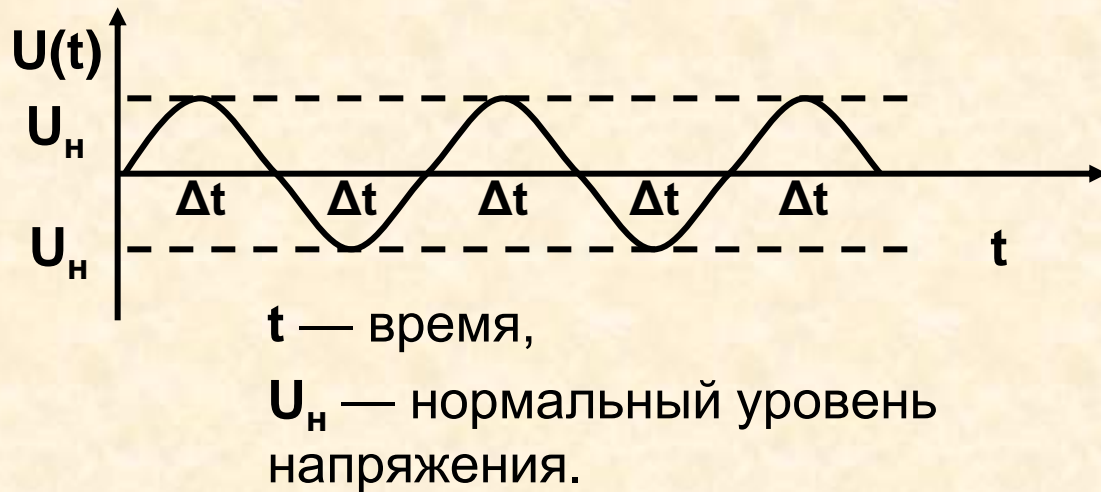
Пусть при уменьшении U_H на ΔU передается 0, а при увеличении — 1.

Одна цифра передается за время Δt .



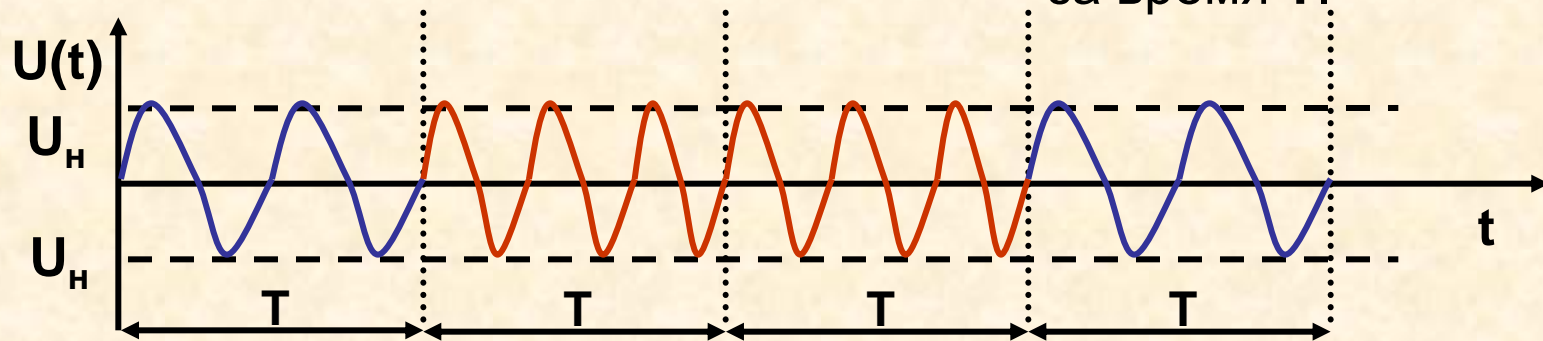
Амплитудная модуляция связана с изменением амплитуды колебаний

Частотная модуляция



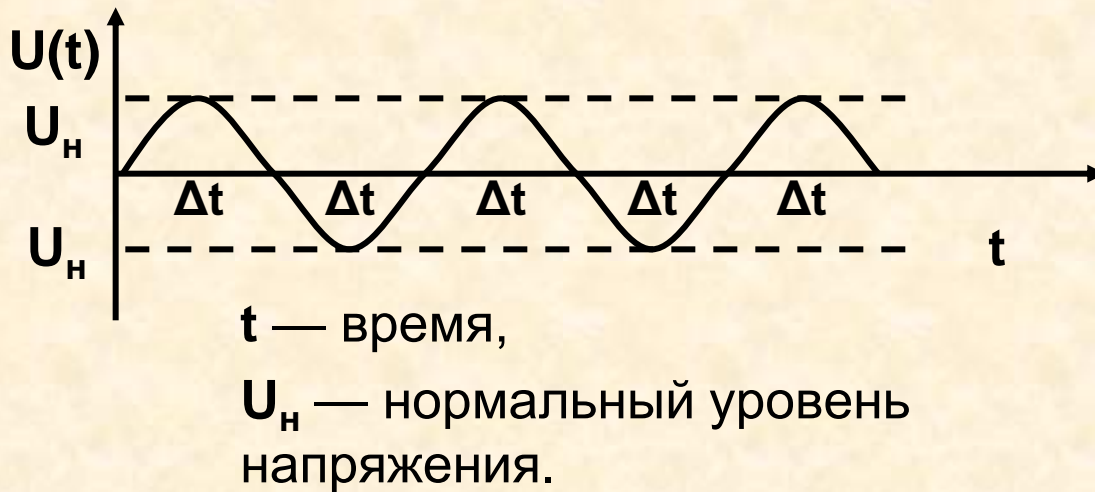
Задача. Выполнить **частотную модуляцию** сигнала 0110_2 .

Пусть при увеличении числа колебаний за время $T = 2\Delta t$ в 2 раза передается 0, а при увеличении в 3 раза — 1. Одна цифра передается за время T .



Частотная модуляция связана с изменением частоты колебаний.

Фазовая модуляция



Задача. Выполнить **фазовую модуляцию** сигнала 0110_2 . Пусть сдвиг по фазе на 90° означает передачу 1, отсутствие сдвига — передачу 0.

