



УЧЕБНЫЙ ВОЕННЫЙ ЦЕНТР
при ИВАНОВСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
имени В.И. ЛЕНИНА

ЗАДАНИЕ №7

**ВИДЫ ПОДЪЕЗДА К МАШИНАМ ДАЮЩИИ
ПЕРВИЧНЫЕ СИГНАЛЫ**



г. ИВАНОВО 2017 г.



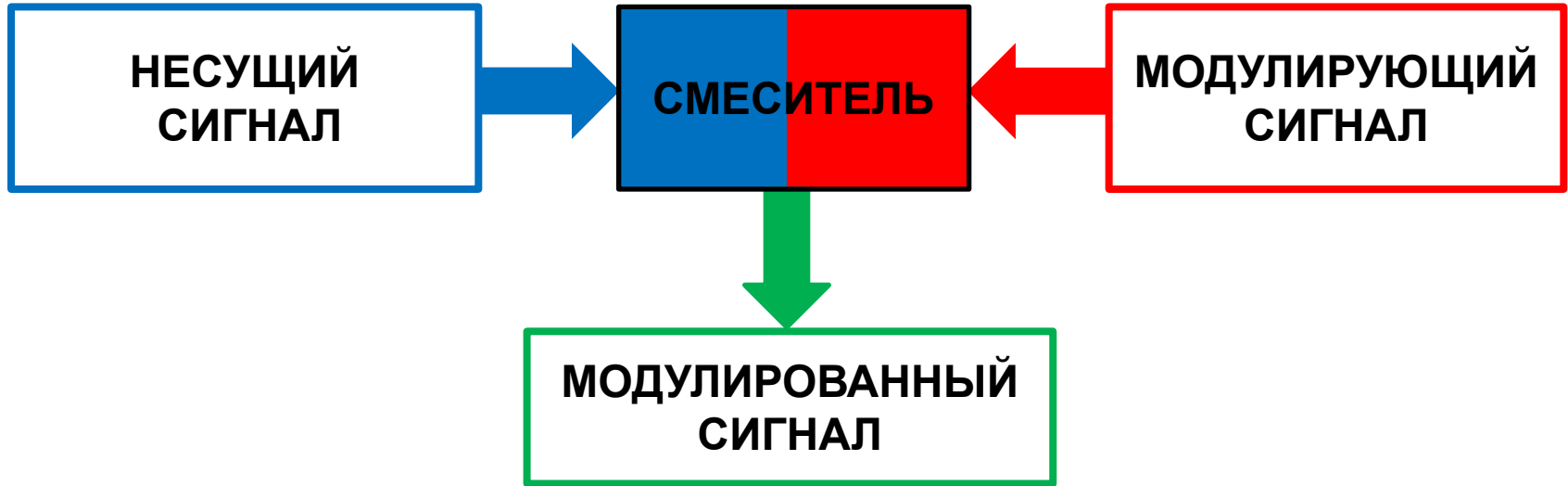


УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1. МЕТОДЫ АНАЛОГОВОЙ МОДУЛЯЦИИ.**
- 2. ИМПУЛЬСНЫЕ МЕТОДЫ МОДУЛЯЦИИ.**
- 3. СИГНАЛЫ С ЦИФРОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ.**



ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О МОДУЛЯЦИИ



Модуляцией называется процесс изменения одного из параметров ВЧ сигнала в соответствии с передаваемым сообщением.



ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О МОДУЛЯЦИИ

$$A(t) = A_0 \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$$

A_0
 ω_0
 φ_0

амплитуда гармонического колебания;
частота гармонического колебания;
фаза гармонического колебания.

ГАРМОНИЧЕСКИЙ СИГНАЛ (УЗКИЙ СПЕКТР)

АНАЛОГОВАЯ МОДУЛЯЦИЯ

ЦИФРОВАЯ МОДУЛЯЦИЯ



ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДУЛЯЦИИ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

СПЕКТРАЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

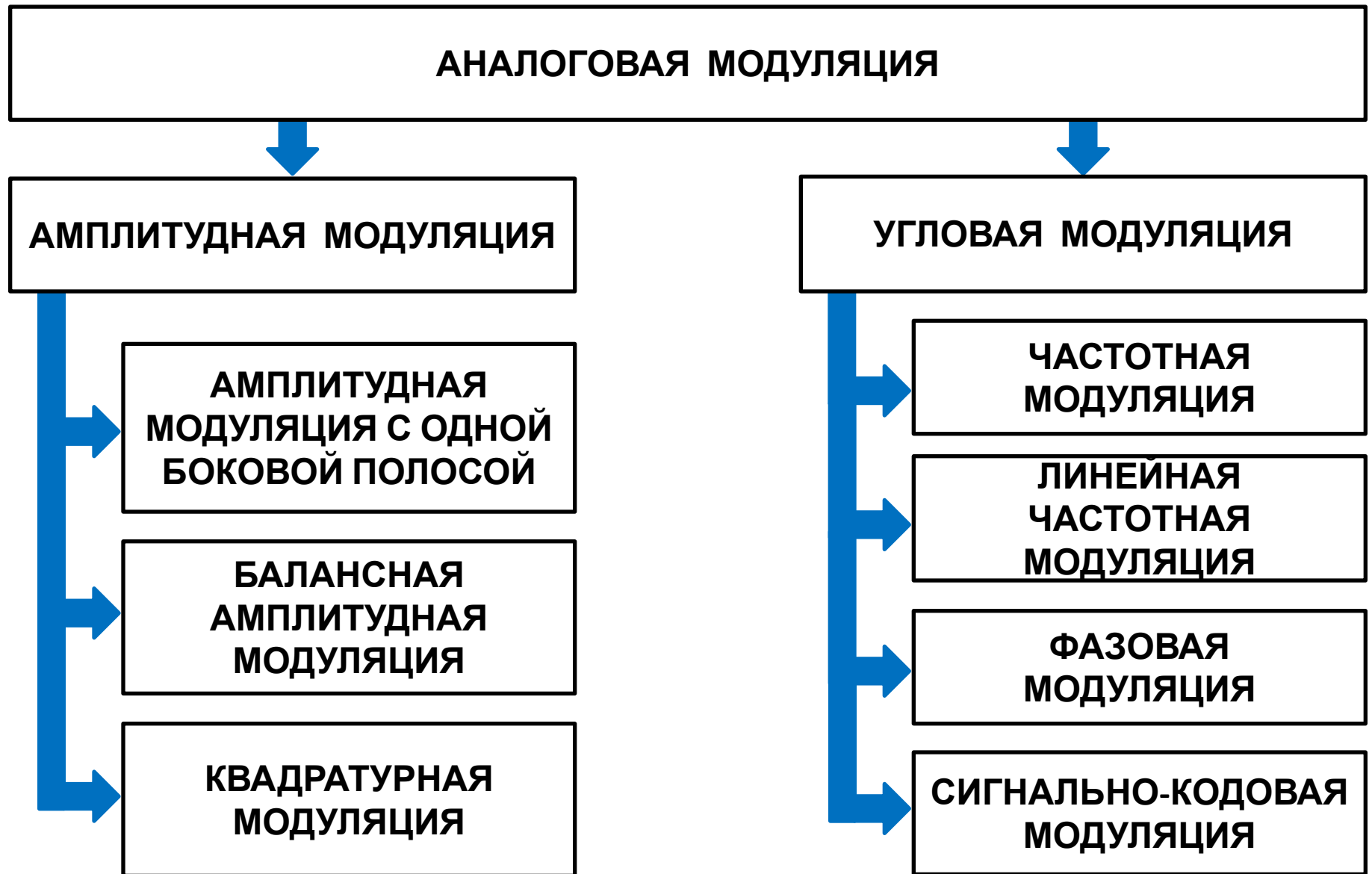
УСТОЙЧИВОСТЬ К ВОЗДЕЙСТВИЯМ КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ

ТРЕБОВАНИЯ К ЛИНЕЙНОСТИ УСИЛИТЕЛЕЙ

СЛОЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕМОВ

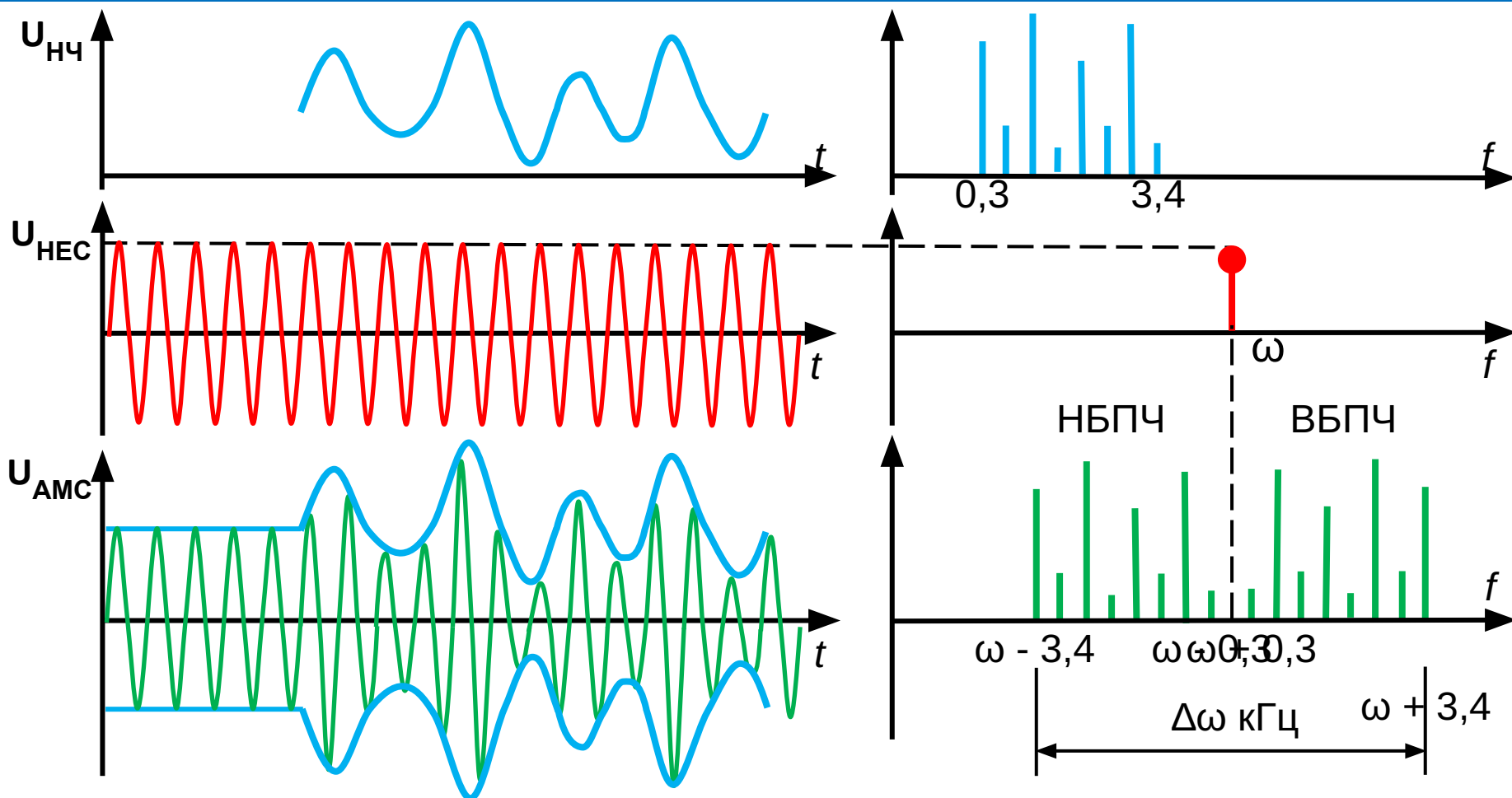


АНАЛОГОВАЯ МОДУЛЯЦИЯ





БАЛАНСНАЯ АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ



Амплитудная модуляция (АМ) сводится к изменению амплитуды сигнала несущей частоты в соответствии с передаваемым сообщением



АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ

Достоинства АМ:

- простые конструкции РПУ.

Недостатки АМ:

- низкая эффективность использования мощности передатчика,
- широкая полоса частот, вдвое превышающая ширину спектра модулирующего сигнала

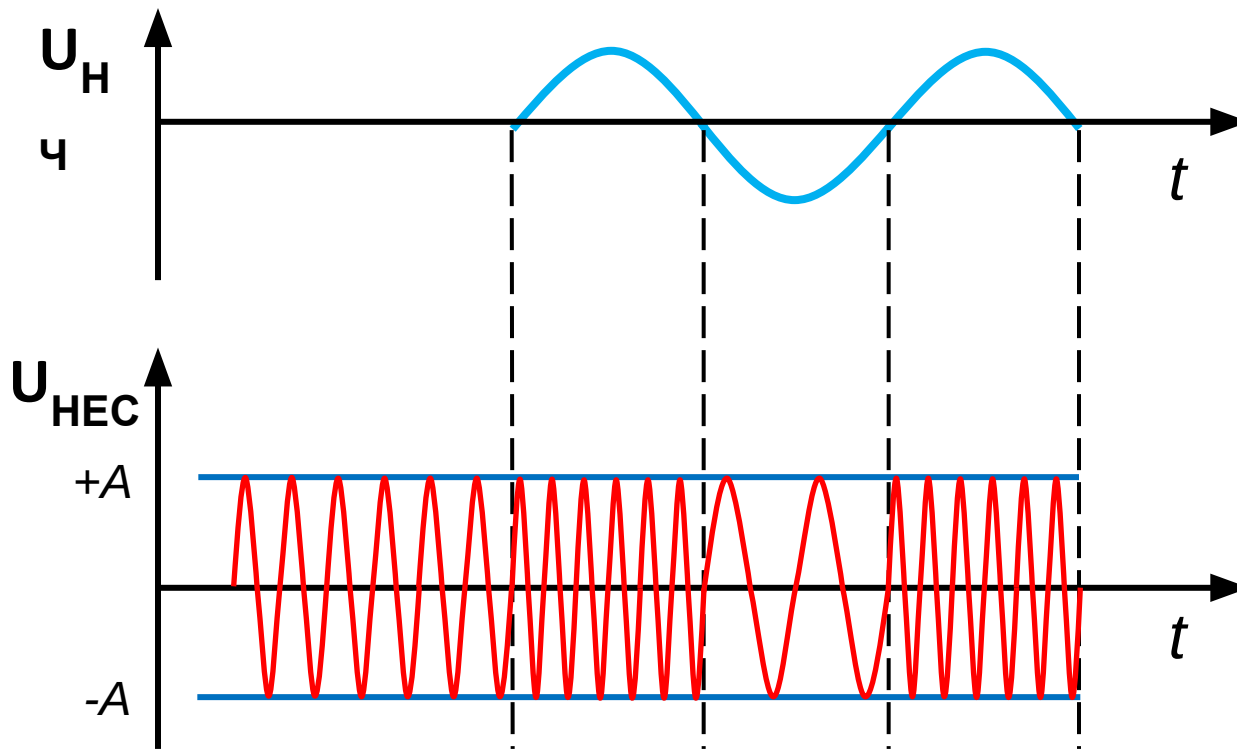
Однополосная модуляция (ОМ) - является вариантом АМ с подавленной несущей и подавленной одной из боковых составляющих спектра.

Достоинства однополосной модуляции:

1. При однополосной модуляции мощность передатчика используется только для передачи полезного сигнала (сигнала, несущего информацию), за счет чего получить выигрыш в уровне сигнала как минимум в 4 раза.
2. За счет снижения полосы РПУ в два раза снижаются его шумы, т.е. ещё получается выигрыш в отношении сигнал/шум ещё в 2 раза.



УГЛОВАЯ МОДУЛЯЦИЯ



Частотная, фазовая модуляции (ЧМ, ФМ) – угловые методы модуляции.

В этом случае амплитуда сигнала неизменна, а частота и фаза изменяются в соответствии с передаваемым сообщением.



УГЛОВАЯ МОДУЛЯЦИЯ

Достоинством ЧМ (ФМ) по сравнению с АМ:

- является более высокая помехоустойчивость угловых методов модуляции. Помехи, возникающие при распространении сигнала в атмосфере, приводят в основном к изменению амплитуды принимаемого сигнала, но не его частоты; поэтому при АМ помеховый сигнал добавляется к полезному сигналу, искажая его, чего нет при ЧМ, т.к. при нем в РПУ используется амплитудный ограничитель, что позволяет избавиться от паразитной АМ (помеховой АМ).
- Использование ЧМ и ФМ – эффективное средство борьбы с паразитной АМ и достоинством ЧМ является возможность применения амплитудных ограничителей.



ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ

АМПЛИТУДНО ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ (АИМ)

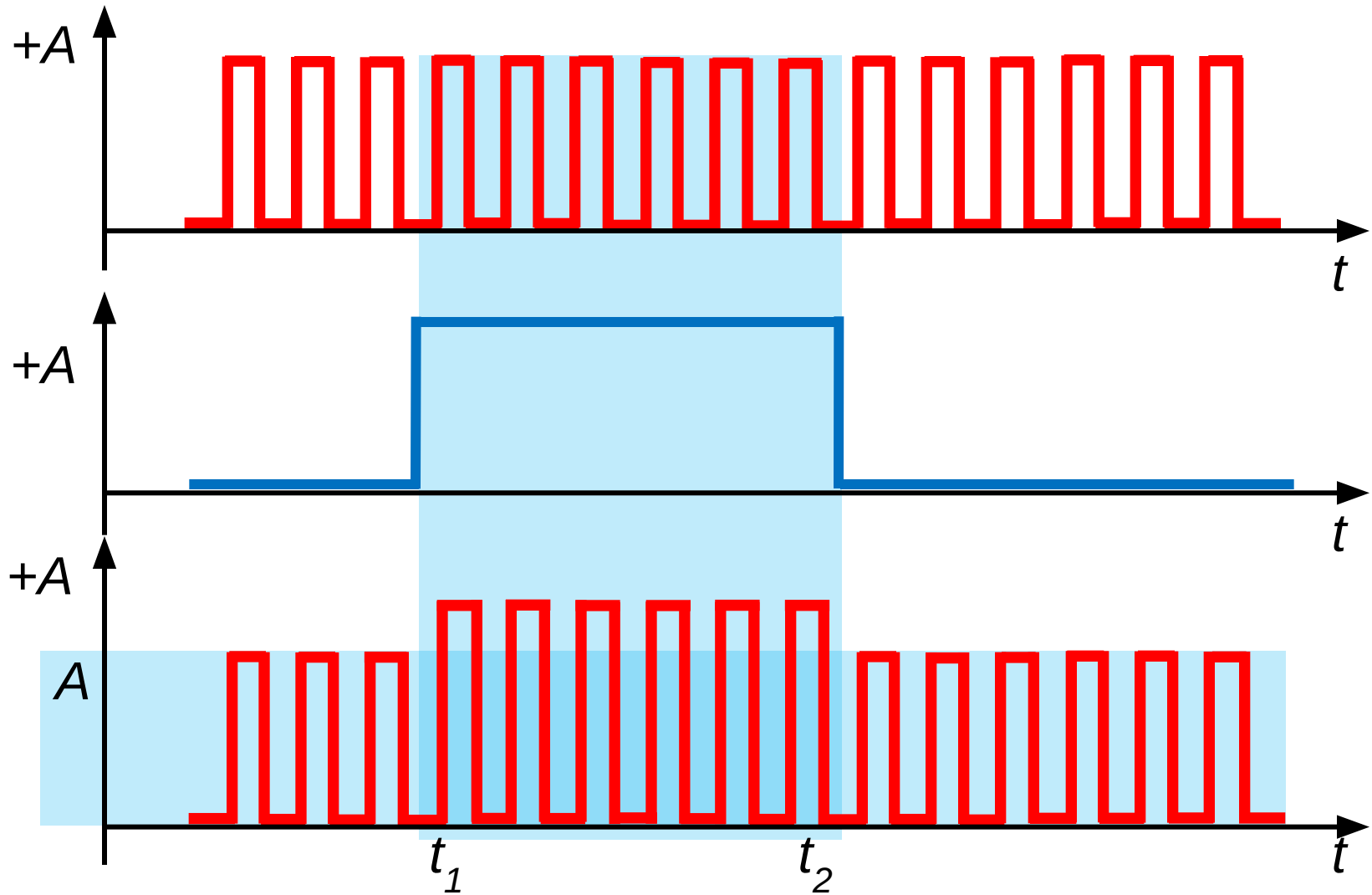
ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ (ШИМ)

ЧАСТОТНО-ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ (ЧИМ)

ФАЗОВО-ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ (ФИМ)



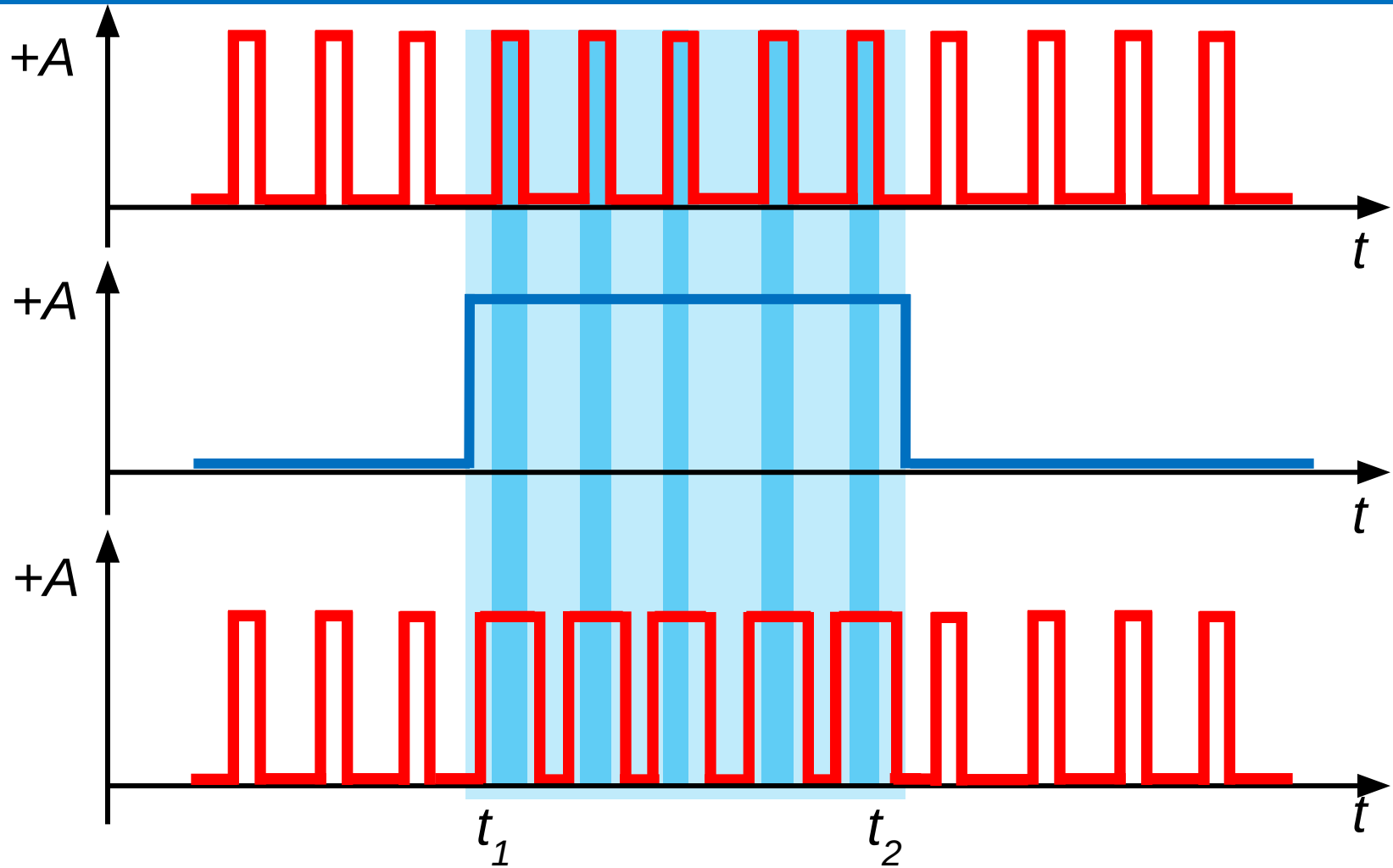
АМПЛИТУДНО - ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ



АИМ характеризуется низкой помехоустойчивостью.



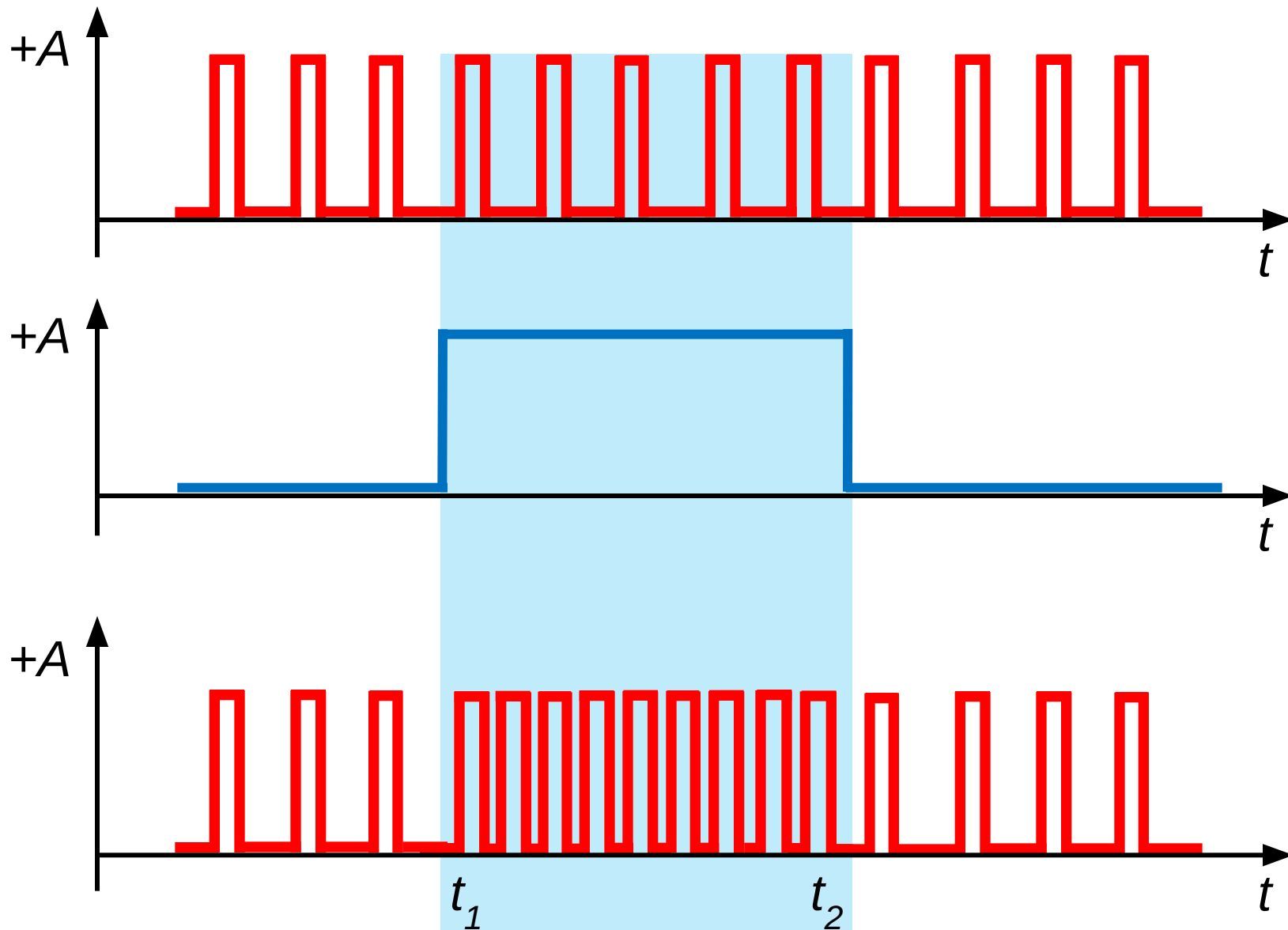
ШИРОТНО - ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ



ШИМ более помехоустойчива, но широкая полоса РПУ, соответствующая минимальной t_u , приводит к возрастанию шумов, таким образом к снижению помехоустойчивости.

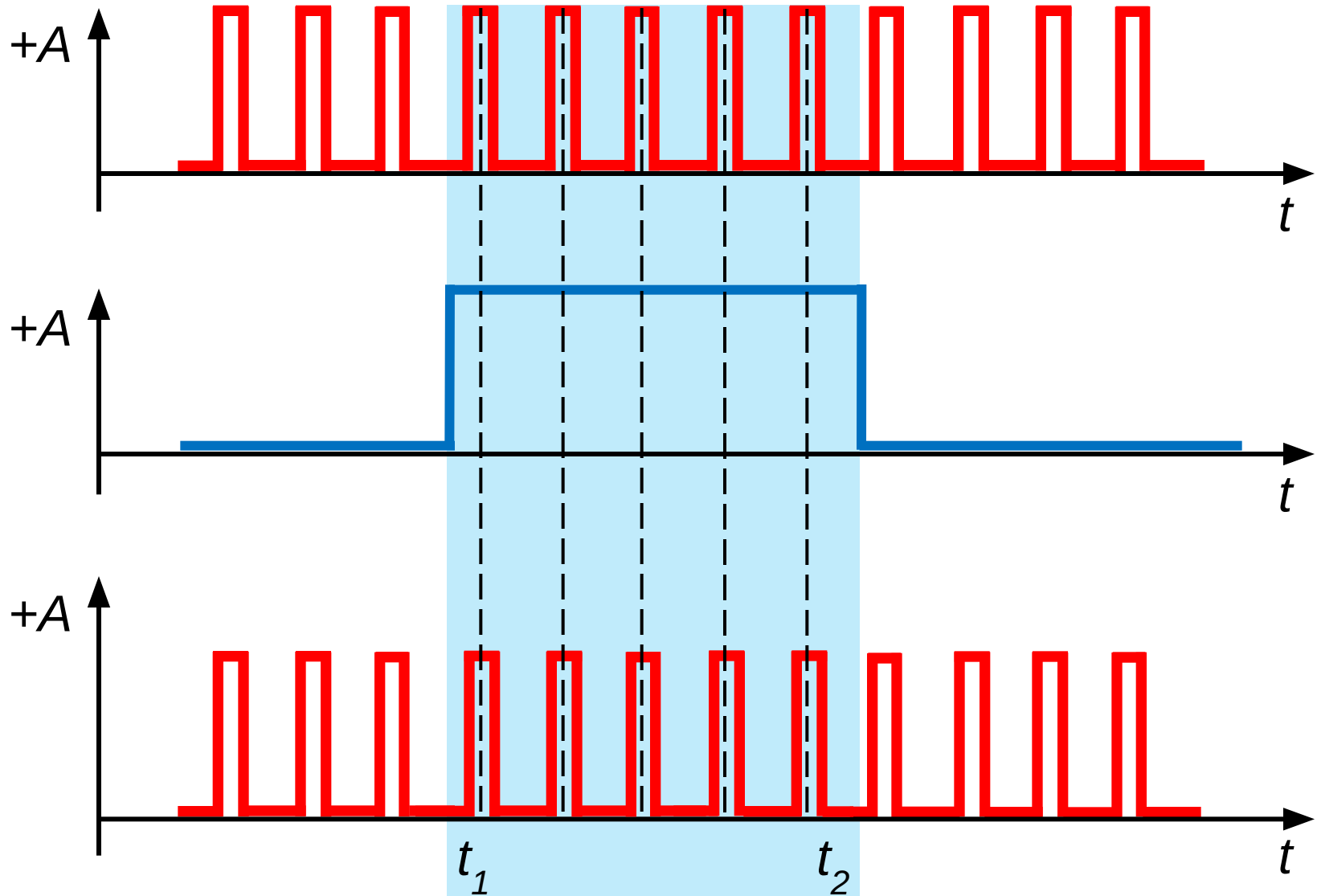


ЧАСТОТНО - ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ



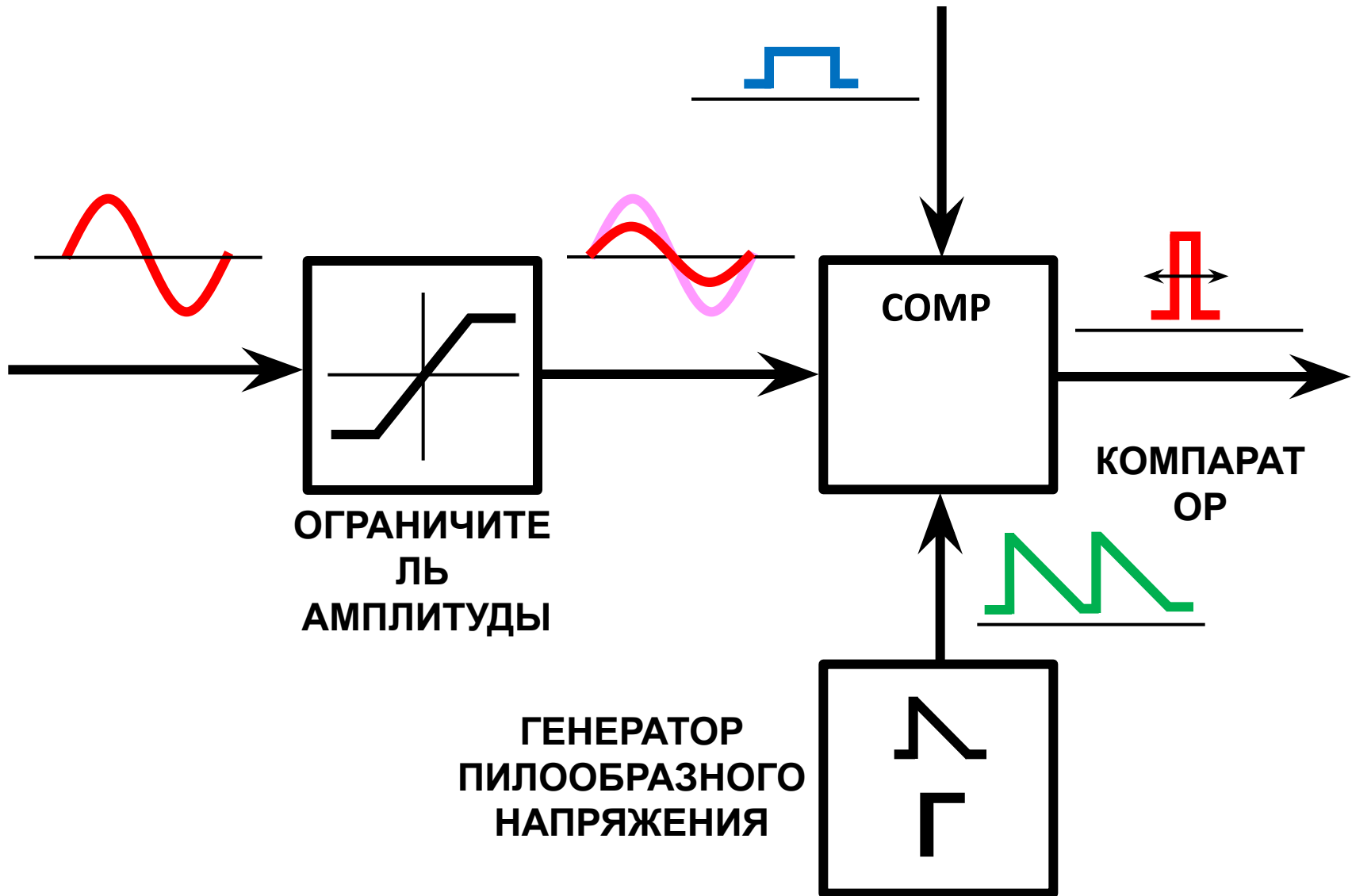


ФАЗОВО - ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ



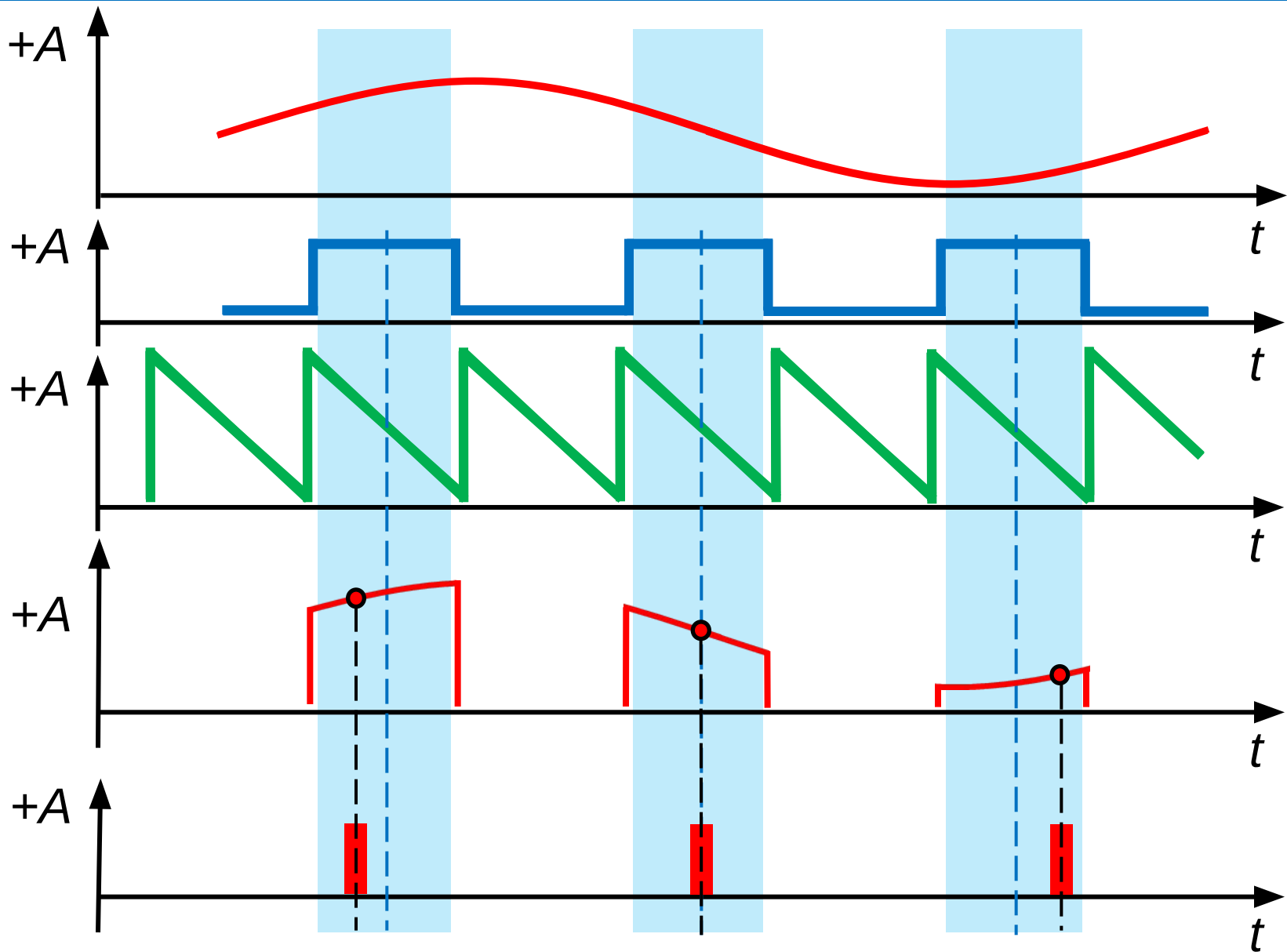


ФАЗОВО - ИМПУЛЬСНЫЙ МОДУЛЯТОР





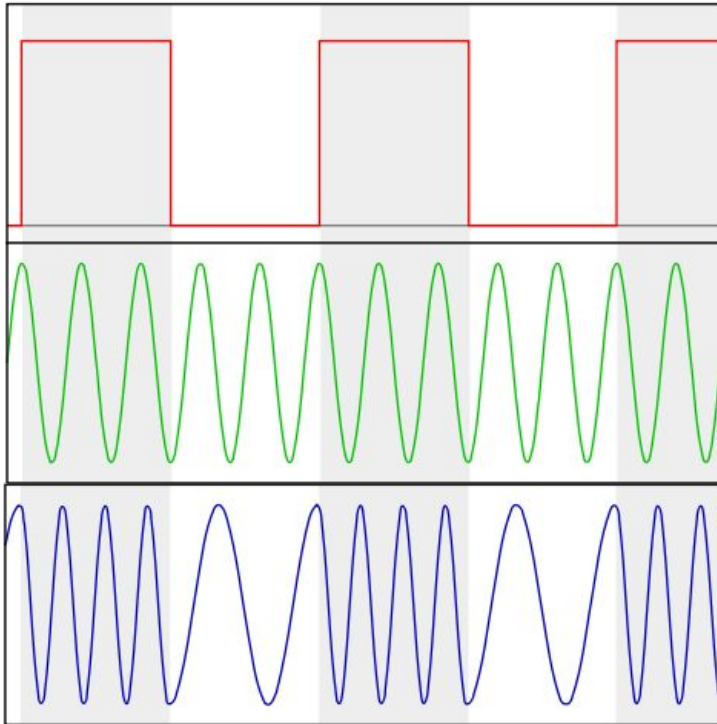
ФАЗОВО - ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ





ЦИФРОВАЯ МОДУЛЯЦИЯ

1 0 1 0 1



Цифровая модуляция — процесс преобразования цифровых символов в сигналы, совместимые с характеристиками канала связи.

Каждому возможному значению передаваемого символа ставятся в соответствие некоторые параметры аналогового несущего колебания.

Манипуляция - способ цифровой модуляции, когда параметры несущего колебания меняются скачкообразно.



ЦИФРОВАЯ МОДУЛЯЦИЯ

При цифровой модуляции используют чаще всего дискретные последовательности двоичных символов — двоичных кодов.

Закодированный первичный аналоговый сигнал $e(t)$, представляющий собой последовательность кодовых символов $\{e_n\} = e_n^{(k)}$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$ — порядковый номер символа; k — номер позиции кода; m — основание кода, т. е. число различных его элементов, которые преобразуются в последовательность элементов (посылок) сигнала $\{U_n(t)\}$ путем воздействия кодовых символов на высокочастотное несущее колебание $U_H(t)$).

Как правило, используют двоичные коды т.е. $m=2$. Обычно посредством модуляции частота или фаза несущего в радиоимпульсе изменяется по закону, определяемому цифровым кодом.



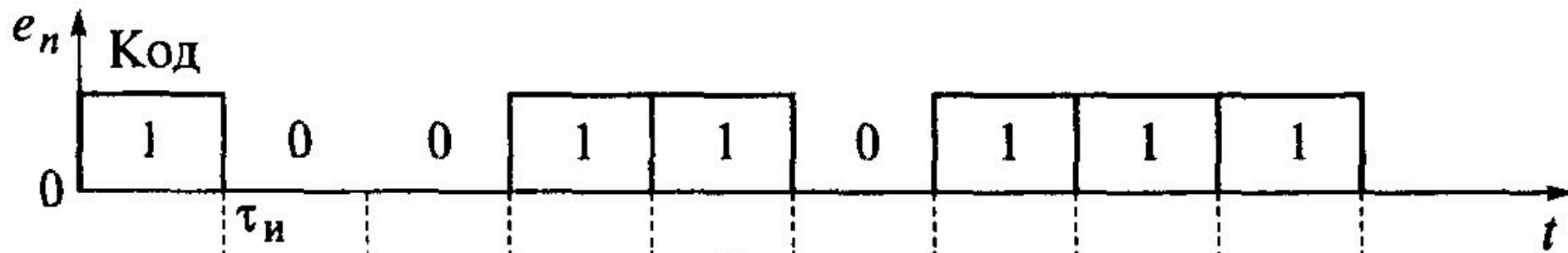
НЕ ВОЗВРАЩАЮЩИЙСЯ В НУЛЬ КОД – NRZ (Non Return to Zero)

Является простейшим линейным кодом, широко применяемым на практике.

Существуют две разновидности этого кода:

— униполярный NRZ-код.

В униполярном NRZ-коде логической единице соответствует прямоугольный импульс положительной полярности, а логическому нулю — нулевое напряжение (пауза).

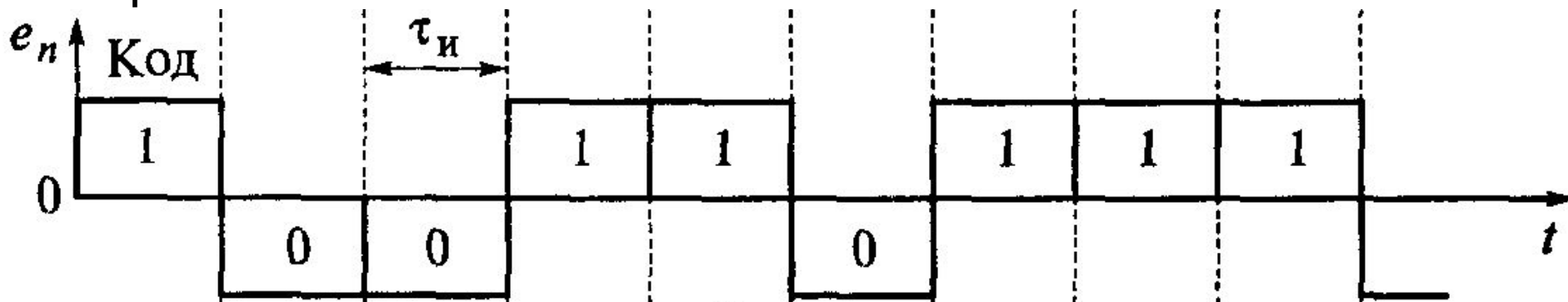




НЕ ВОЗВРАЩАЮЩИЙСЯ В НУЛЬ КОД – NRZ (Non Return to Zero)

— биполярный NRZ-код.

В биполярном NRZ-коде логической единице соответствует прямоугольный импульс положительной полярности, а логическому нулю — прямоугольный импульс отрицательной полярности.

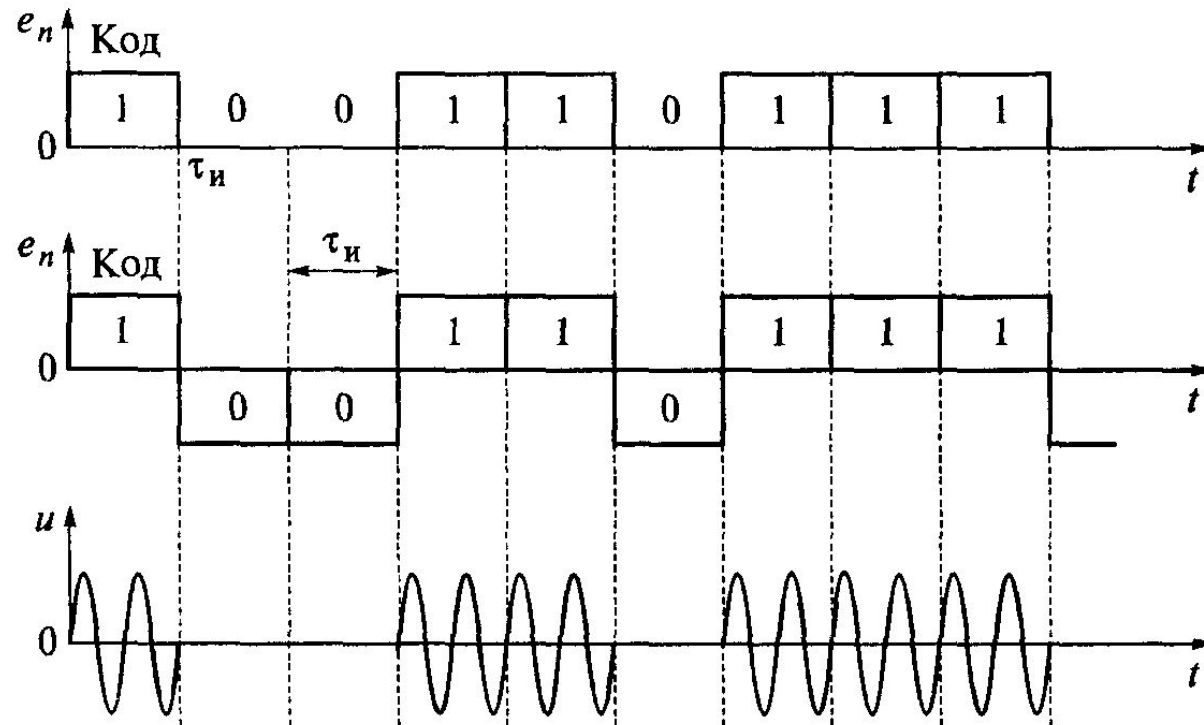


Положительное или отрицательное напряжение на выходе кодера сохраняется неизменным в течение длительности символа, что и определяет термин «не возвращающийся в нуль» код. Длительность импульсов и пауз в NRZ-кодах равна длительности одного символа (бита) информации



АМПЛИТУДНАЯ МАНИПУЛЯЦИЯ

Амплитудная манипуляция (АМн; иначе ИКМ-АМ, или цифровая амплитудная модуляция — ЦАМ; amplitude shift keying — ASK).



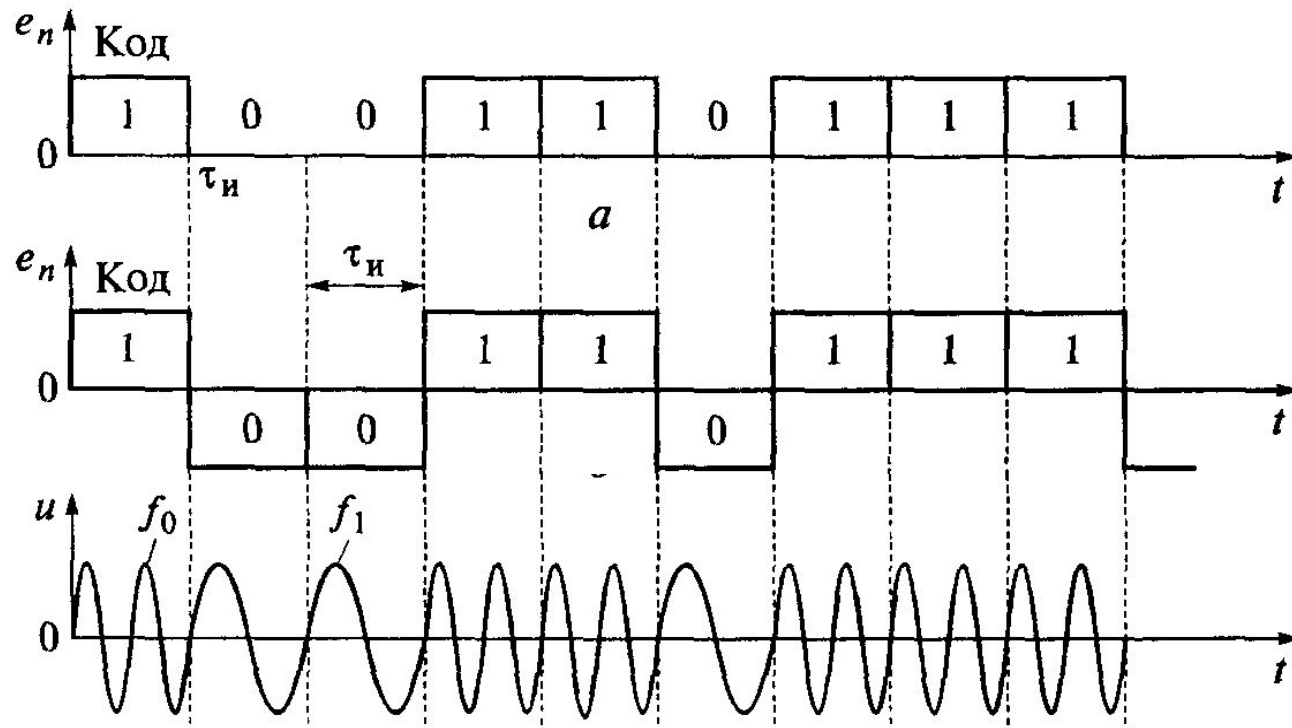
Битовому символу «1» при ИКМ-АМ соответствует передача несущего колебания в течение времени $\tau_{и}$ (длительность посылки), символу «0» — отсутствие колебания (пауза) на таком же временном интервале.



ЧАСТОТНАЯ МАНИПУЛЯЦИЯ

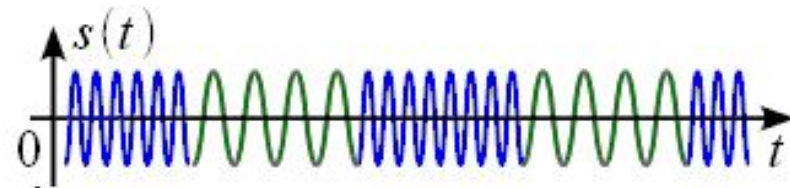
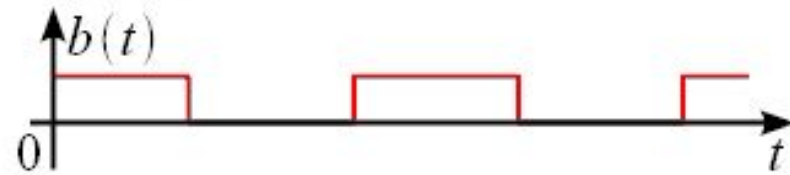
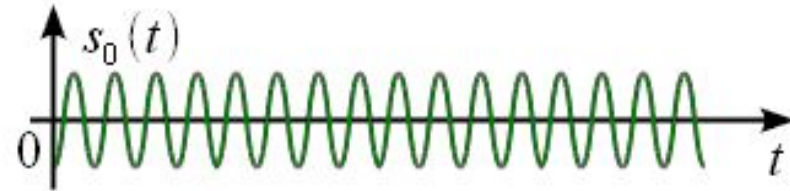
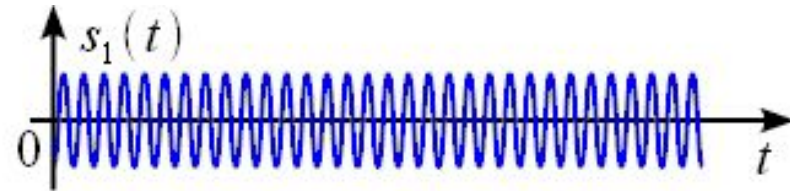
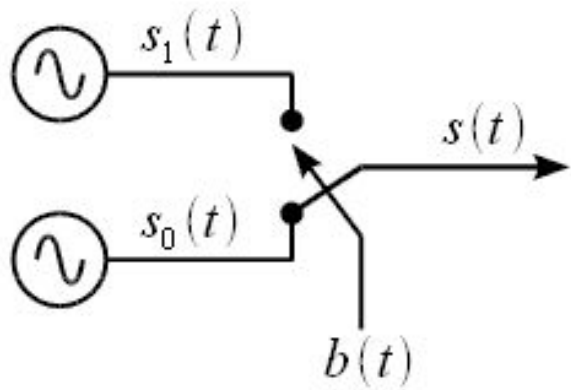
Частотная манипуляция (ЧМн; иначе ИКМ-ЧМ, или цифровая частотная модуляция — ЦЧМ; frequency shift keying — FSK).

При ИКМ-ЧМ передача несущего с частотой f_0 соответствует символу «1», а передача колебания с частотой f_1 — символу «0».





ПРИНЦИП ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛА ЧАСТОТНОЙ МАНИПУЛЯЦИИ

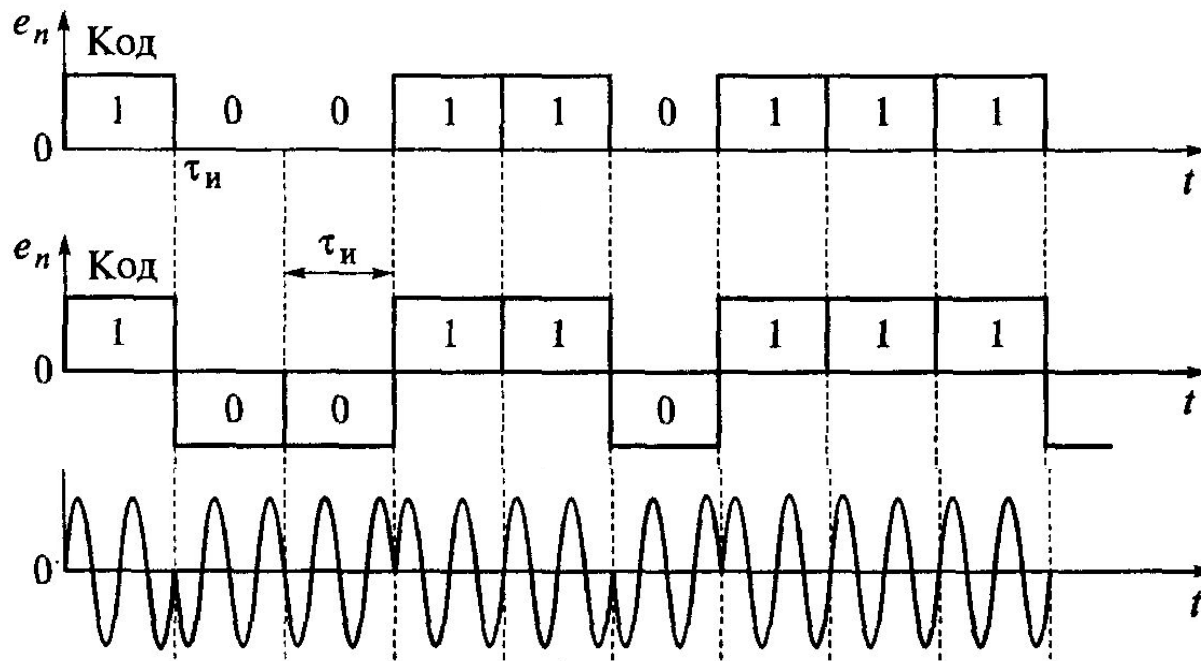




ФАЗОВАЯ МАНИПУЛЯЦИЯ

Фазовая манипуляция (ФМн; иначе ИКМ-ФМ, или цифровая фазовая модуляция — ЦФМ; phase shift keying — PSK).

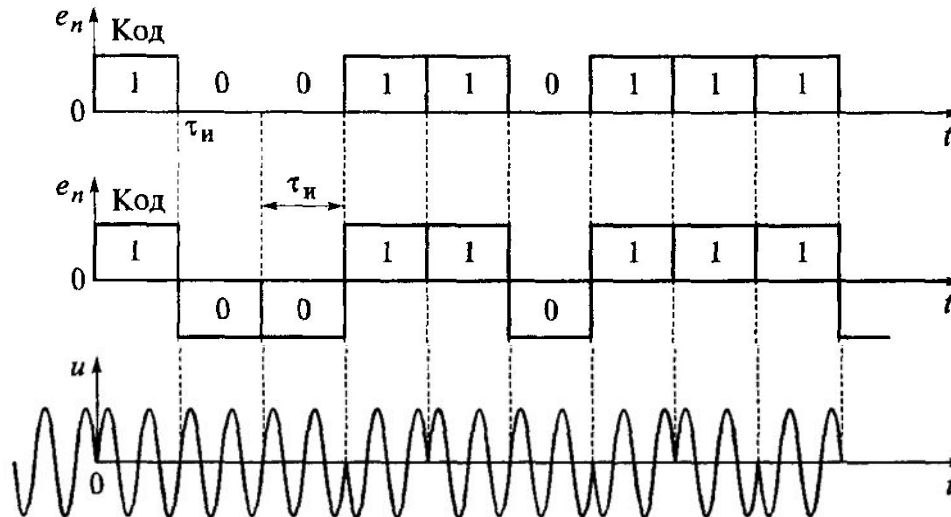
При двоичной ИКМ-ФМ фаза несущей меняется на 180° при каждом переходе символов от «1» к «0» и от «0» к «1».





ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ФАЗОВАЯ МАНИПУЛЯЦИЯ

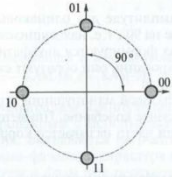
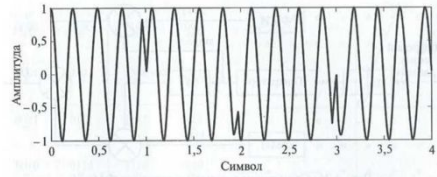
Относительная фазовая манипуляция (ОФМ; differential phase shift keying — DPSK).



Изменение фазы несущего сигнала на 180° происходит при каждом «приходе» логической «1» - символ «0» передается отрезком синусоиды с начальной фазой предшествующего элемента сигнала, а символ «1» — таким же отрезком с начальной фазой, отличающейся от начальной фазы предшествующего элемента на 180° .



ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ФАЗОВАЯ МАНИПУЛЯЦИЯ



На практике цифровую фазовую манипуляцию применяют при небольшом числе возможных значений начальной фазы — как правило, 2, 4 или 8.

Так как на практике при приеме сигнала сложно определить абсолютное значение начальной фазы, то проще определять относительный фазовый сдвиг между двумя соседними символами.

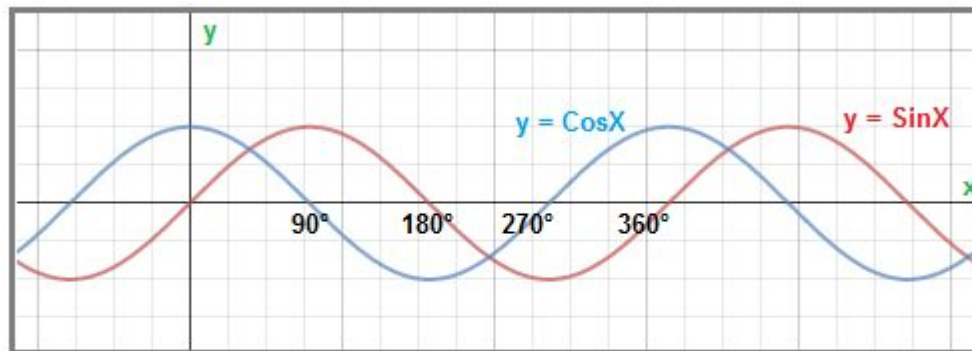
При ОФМ передача сообщения начинается с посылки одного не несущего передаваемой информации элемента, который служит лишь опорным (эталонным) сигналом для сравнения фазы последующего элемента. Каждому информационному биту ставится в соответствие не абсолютное значение фазы, а ее изменение относительно предыдущего значения.



КВАДРАТУРНАЯ АМПЛИТУДНАЯ МАНИПУЛЯЦИЯ

При **квадратурной амплитудной модуляции (QAM)** передаваемый сигнал модулирует и амплитуду, и фазу несущего колебания. Это происходит одновременно и независимо.

Квадратурное представление сигналов является удобным и достаточно универсальным средством их описания. Заключается оно в представлении колебания линейной комбинацией из двух ортогональных составляющих - косинусоидальной и синусоидальной:

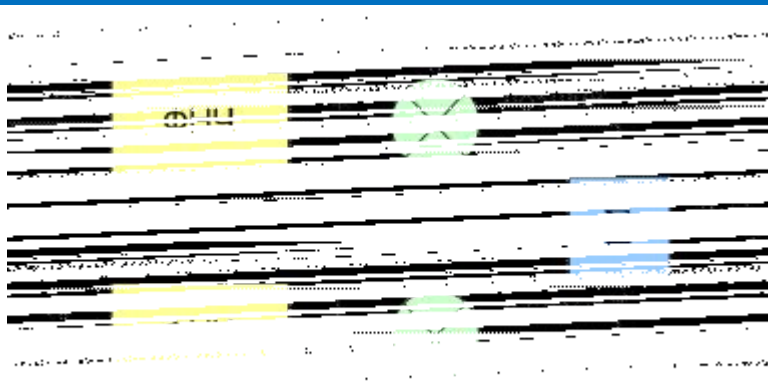


$$s(t) = a_k \cos \omega_0 t + b_k \sin \omega_0 t,$$

где a_k и b_k - биполярные дискретные величины



КВАДРАТУРНАЯ АМПЛИТУДНАЯ МАНИПУЛЯЦИЯ



Квадратурный модулятор является универсальным устройством, которое может быть использовано для получения сигнала линейно-модулированной несущей с двумя боковыми полосами, включая такие виды, как фазовая и амплитудно-фазовая модуляции.

Основу модулятора составляют два балансных модулятора и сумматор ВЧ сигналов, на выходе которого образуется квадратурномодулированный сигнал $u(t)$. Несущие, поступающие на опорные входы балансных модуляторов, имеют взаимный фазовый сдвиг 90° , то есть находятся в квадратуре. Входные модулирующие сигналы u_1 и u_2 являются квантованными по уровню и дискретными во времени. Длительность их тактового интервала определяется частотой тактирования. Таким образом, входные сигналы — это сигналы с амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ) в основной полосе. При НЧ фильтрации модулирующих сигналов модулированный сигнал также локализуется по спектру и согласуется с выделенной полосой частот канала.



КВАДРАТУРНАЯ АМПЛИТУДНАЯ МАНИПУЛЯЦИЯ

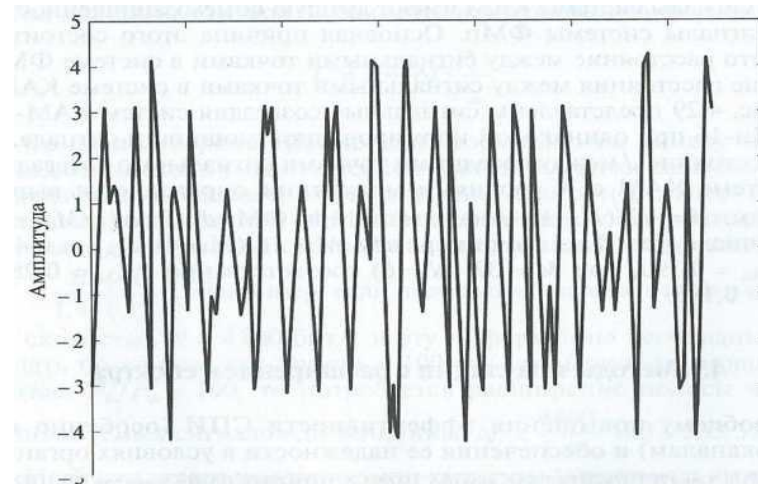
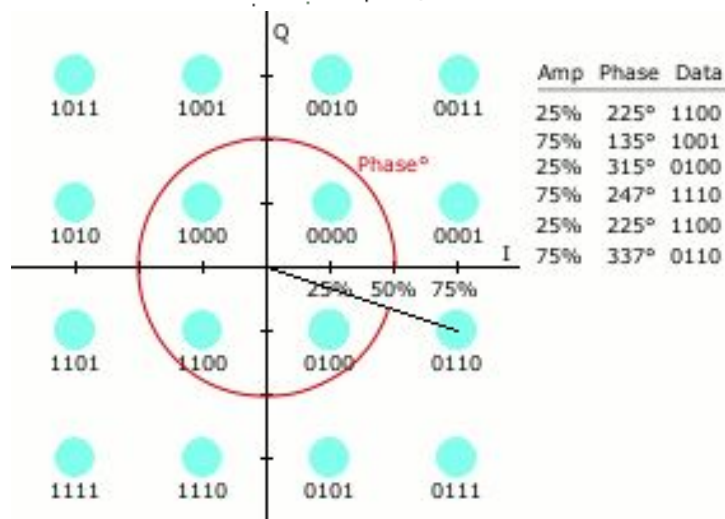
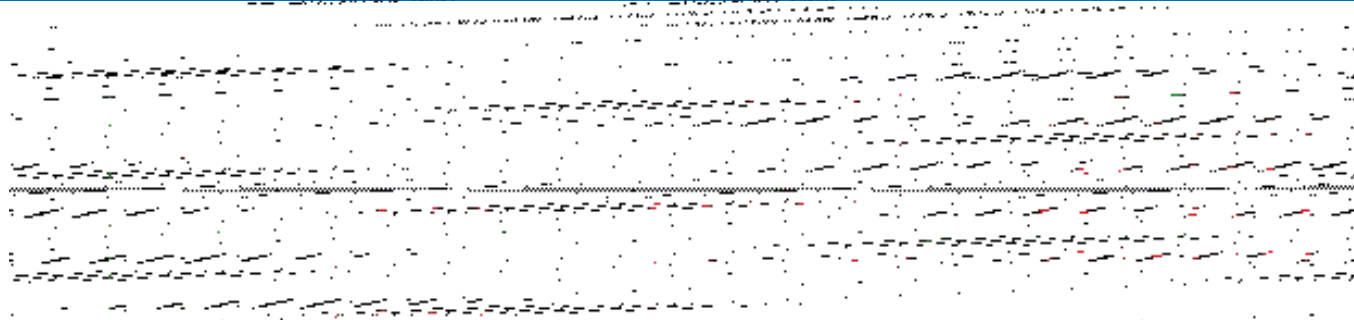


График сигнала с квадратурной манипуляцией, сформированный с использованием 16-точечного «квадратного» созвездия, оказывается не очень наглядным из-за смешанного (амплитудно-фазового) характера модуляции. Изменения амплитуды и фазы при переходе от одного символа к другому могут быть небольшими и плохо заметными на графике.



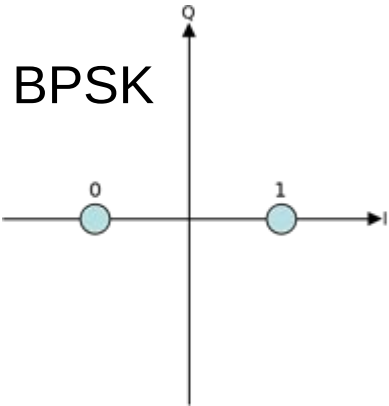
МНОГОПОЗИЦИОННЫЕ СИГНАЛЫ

Для разных видов манипуляции существуют методы, позволяющие передавать не только 0 и 1 в рамках одного сигнала, такие методы получили название многопозиционные.

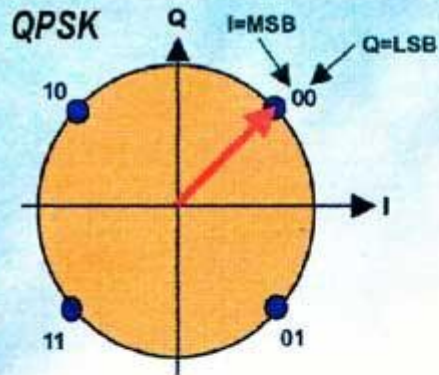
Суть этих методов в том, что один элемент линейного сигнала несет информацию о большем числе битов, чем в обычных двухпозиционных методах. Работает это очень просто. Например, в многопозиционной амплитудной манипуляции зададим не 2 амплитуды, которые будут кодировать 0 или 1, а 4, которые будут соответствовать 00, 01, 10, 11 по мере увеличения амплитуды. Для многопозиционной частотной манипуляции используется больше частот, а для многопозиционной фазовой манипуляции, соответственно, больше сдвигов. Да, это действительно позволяет повысить удельную скорость передачи информации, но при этом начинают возникать ошибки, связанные с погрешностью передачи.



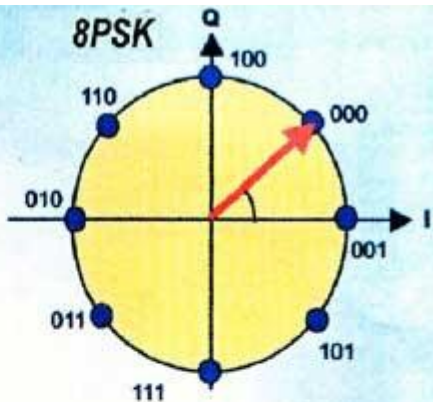
МНОГОПОЗИЦИОННЫЕ СИГНАЛЫ



Binary Phase Shift Keying является обычной бинарной фазовой манипуляцией, позволяет закодировать 1 бит информации за сигнал.



Quadrature Phase Shift Keying переводится как квадратурная фазовая манипуляция и представляет собой разделение на 4 фазы, которые позволяют закодировать 2 бита за сигнал.



8 Phase Shift Keying представляет собой разделение на 8 фаз, которые позволяют закодировать 3 бита за сигнал.



КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ МОДУЛЯЦИИ С РАСШИРЕНИЕМ СПЕКТРА

- 1. ФАЗОВАЯ (ОТНОСИТЕЛЬНО ФАЗОВАЯ) МОДУЛЯЦИЯ НЕСУЩЕГО КОЛЕБАНИЯ ЦИФРОВОЙ КОДОВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬЮ С ЧАСТОТОЙ СЛЕДОВАНИЯ СИМВОЛОВ, ВО МНОГО РАЗ ПРЕВОСХОДЯЩЕЙ СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ.**

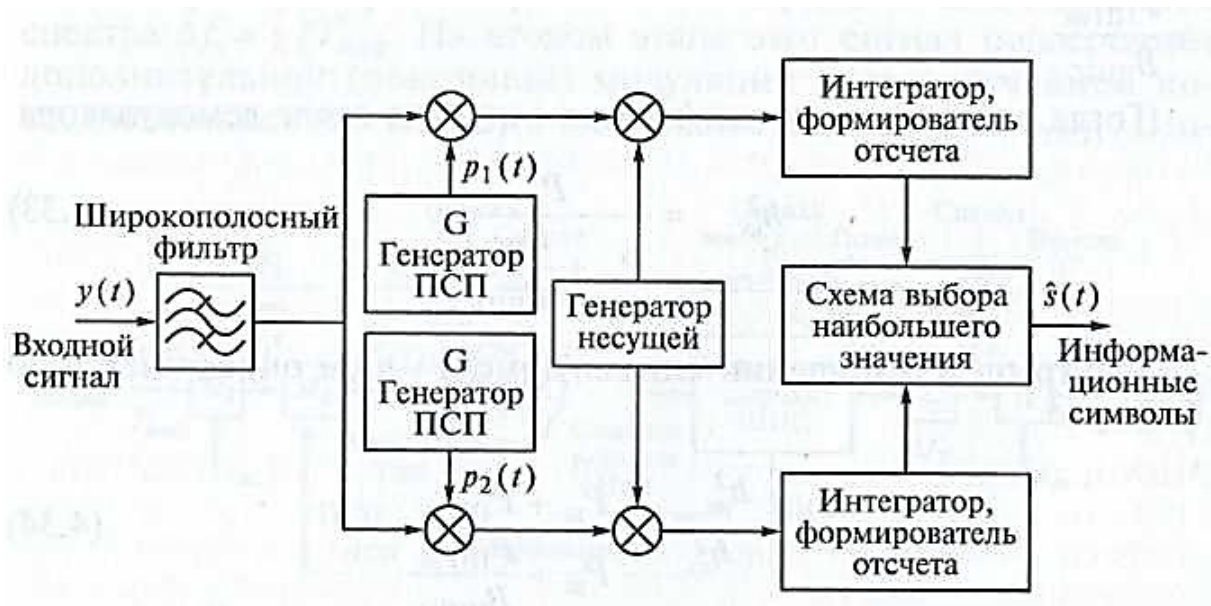
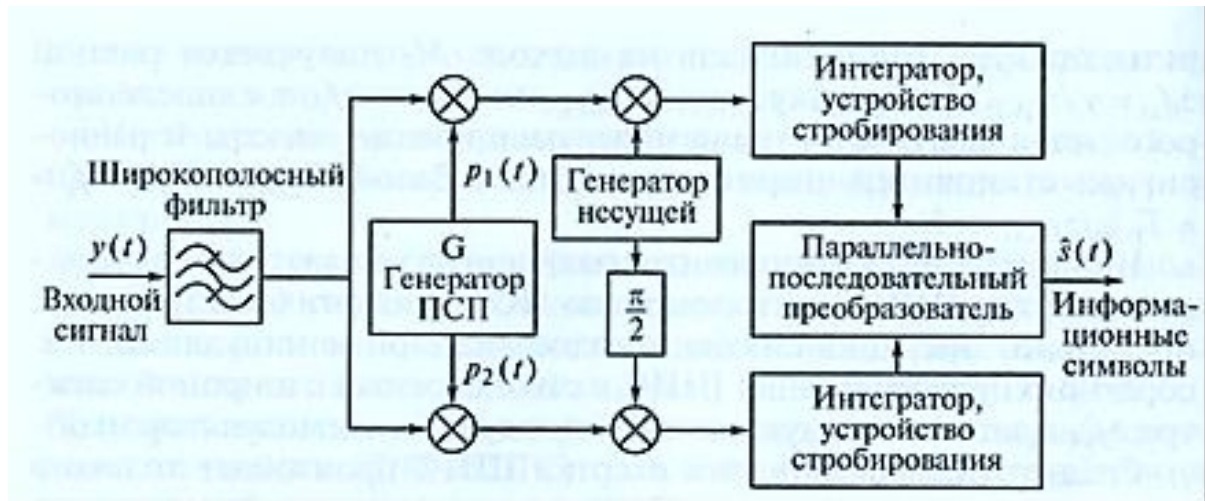
Системы связи, использующие этот метод, получили название систем с фазоманипулированными широкополосными сигналами (**ФМ-ШПС**). В настоящее время в различной технической литературе можно найти аналогичное название данного метода, например расширение спектра методом прямой последовательности (DSSS — Direct Sequence Spread Spectrum);

- 2. МОДУЛЯЦИЯ НЕСУЩЕГО КОЛЕБАНИЯ ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ (СДВИГА) ЕГО ЧАСТОТЫ В ДИСКРЕТНЫЕ МОМЕНТЫ ВРЕМЕНИ.**

Такой метод называется псевдослучайной, или программной, перестройкой рабочих частот (**ППРЧ**), что аналогично расширению спектра методом перескока частоты (FHSS — Frequency Hopping Spread Spectrum) с точки зрения происходящих физических процессов.



СИСТЕМЫ С ПРЯМЫМ РАСШИРЕНИЕМ СПЕКТРА

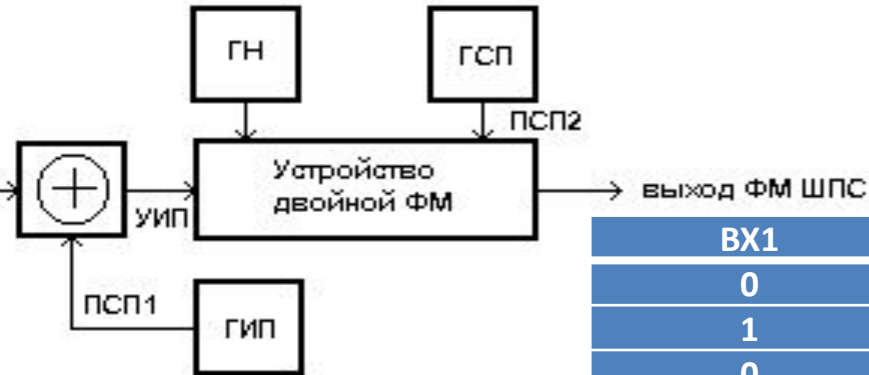




СИСТЕМЫ С ПРЯМЫМ РАСШИРЕНИЕМ СПЕКТРА

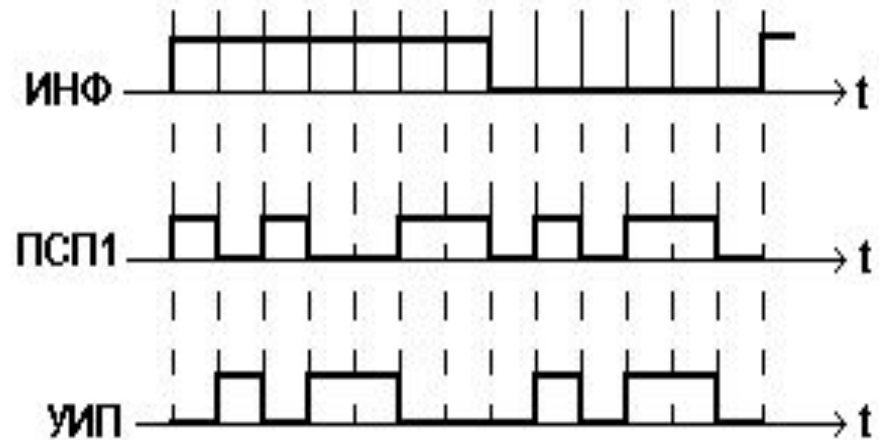
ПЕРЕДАЧА

информационная последовательность



ВХ1	ВХ2	ВЫХ
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

ПРИЕМ





РАСШИРЕНИЕ СПЕКТРА НА ОСНОВЕ ППРЧ

