

Коррекция нелинейных систем

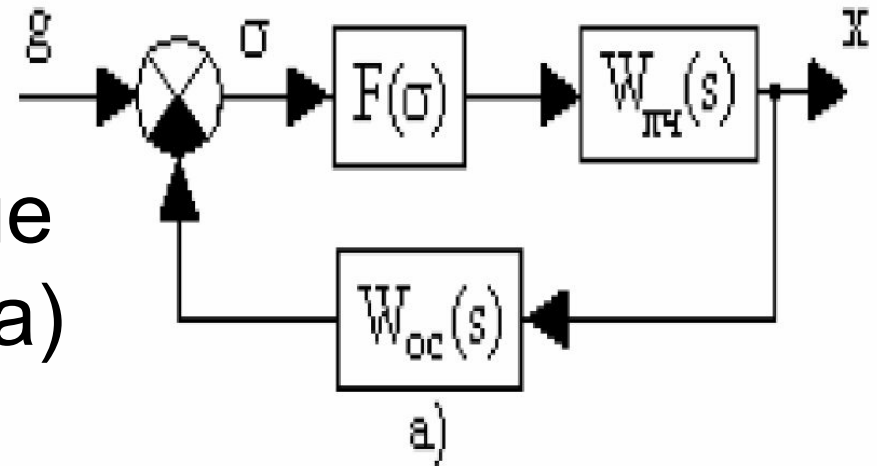
При коррекции обычно решаются две основные задачи:

- обеспечение устойчивости системы;
 - получение автоколебаний (АК) с заданной амплитудой A_a и частотой Ω .
- Коррекция осуществляется с помощью
- *линейных* или *нелинейных* корректирующих устройств (КУ),
 - *путем компенсации влияния нелинейностей.*

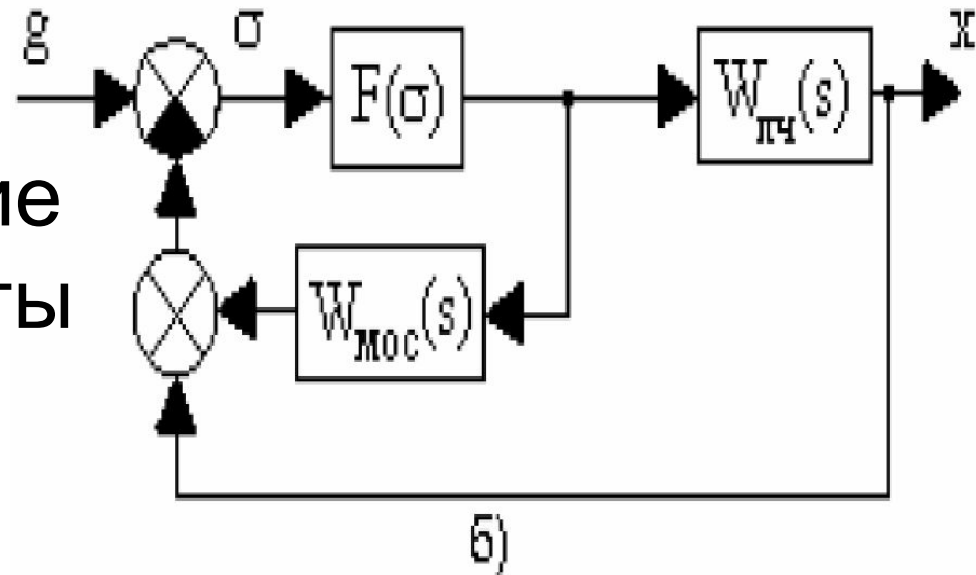
Корректирующие устройства (КУ)

В качестве *линейных* КУ
используются:

- **неединичные** главные обратные связи (рис. а)



- **местные обратные связи**, охватывающие нелинейные элементы (рис. б).



При расчете **линейного КУ** структурную схему нелинейной АСУ приводят к эквивалентной одноконтурной схеме с НЭ и эквивалентной линейной частью, с передаточной функцией:

для схемы на *рис. а*:

$$W^{\circ}_{л}(s) = W_{лч}(s) * W_{ос}(s);$$

для схемы на *рис. б*:

$$W^{\circ}_{л}(s) = W_{лч}(s) + W_{мос}(s)$$

Компенсация влияния нелинейности (нелинейные КУ)

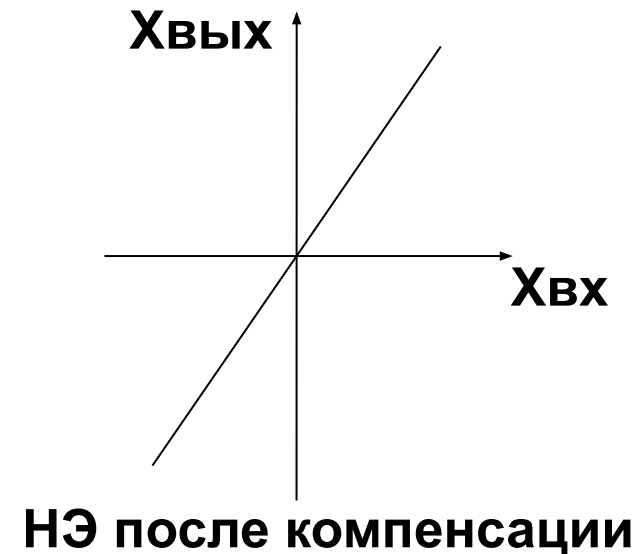
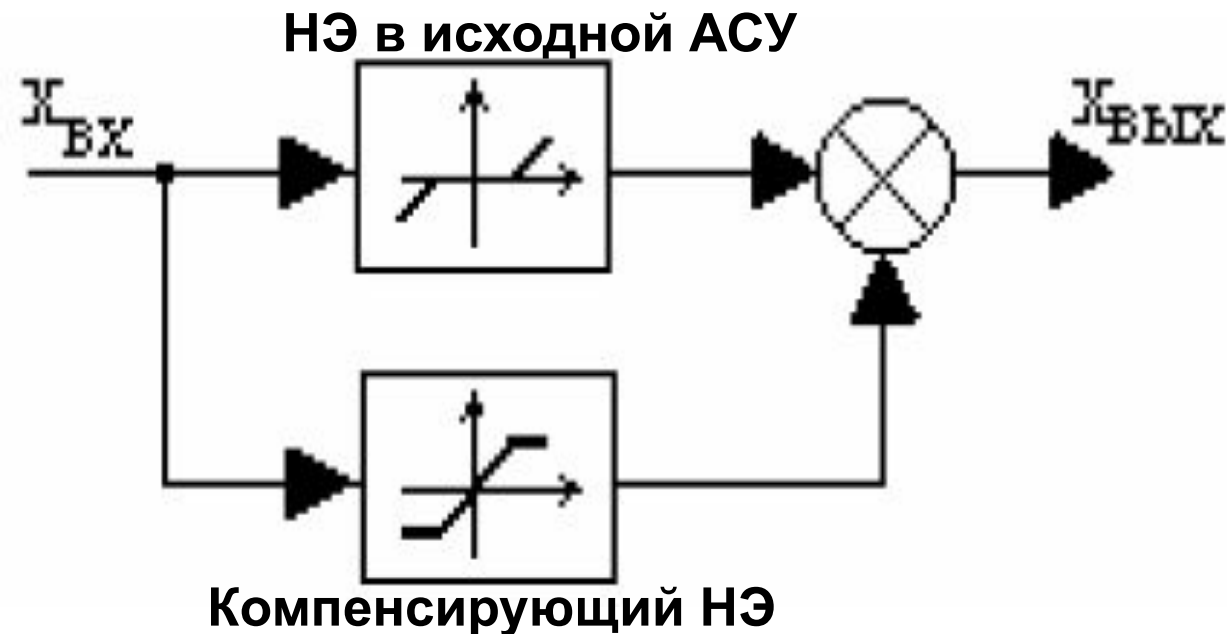
Позволяет рассматривать нелинейную АСУ как линейную относительно определенных входных воздействий.

В этом случае линеаризация заключается во **включении последовательно или параллельно** заданной нелинейности **$F(\sigma)$ компенсирующего НЭ** с обратной нелинейной характеристикой **$1/F(\sigma)$** . При этом получаем эквивалентный линейный элемент.

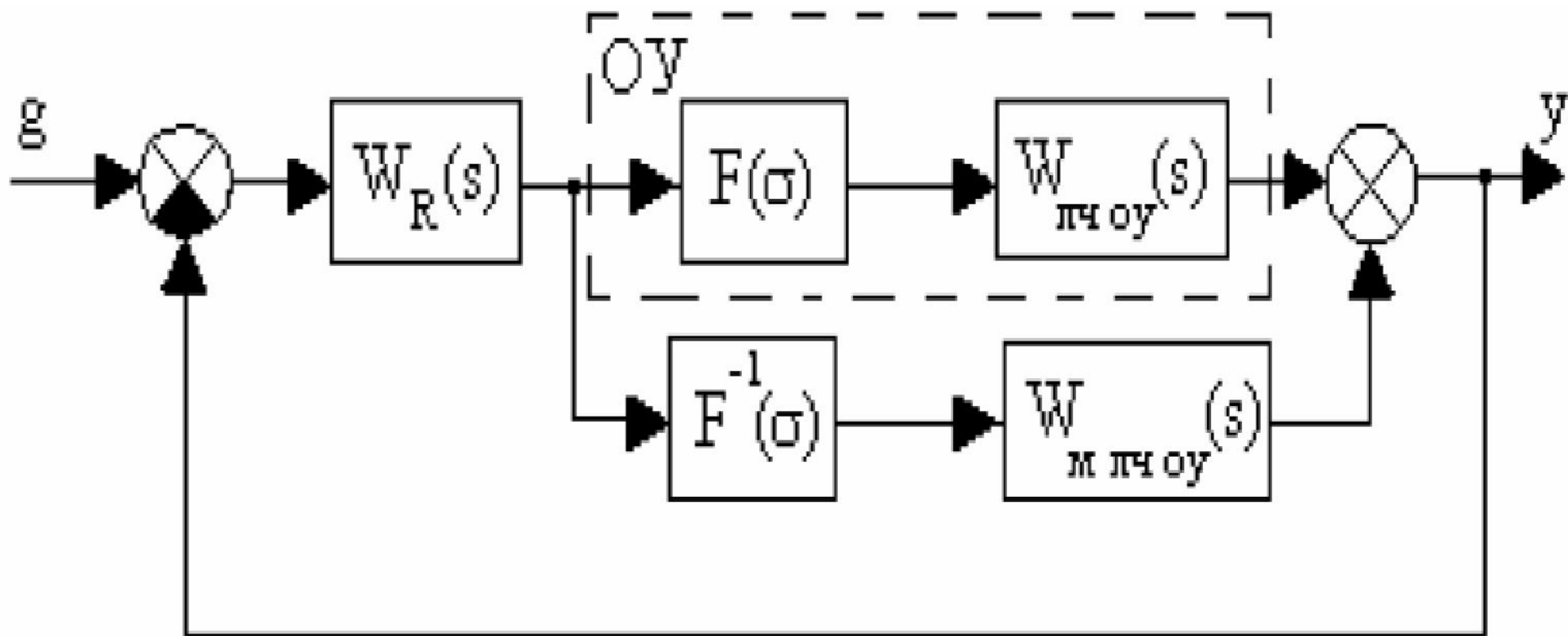
Пример включения

компенсирующей нелинейности

Линеаризация усилителя с зоной нечувствительности путем включения параллельно с ним усилителя с насыщением.



Если нелинейность $F(\sigma)$ присутствует в объекте управления ОУ, то линеаризация АСУ может быть осуществлена путем включения *параллельно объекту управления компенсирующей нелинейности $1/F(\sigma)$ и модели его*



Вибрационная компенсация

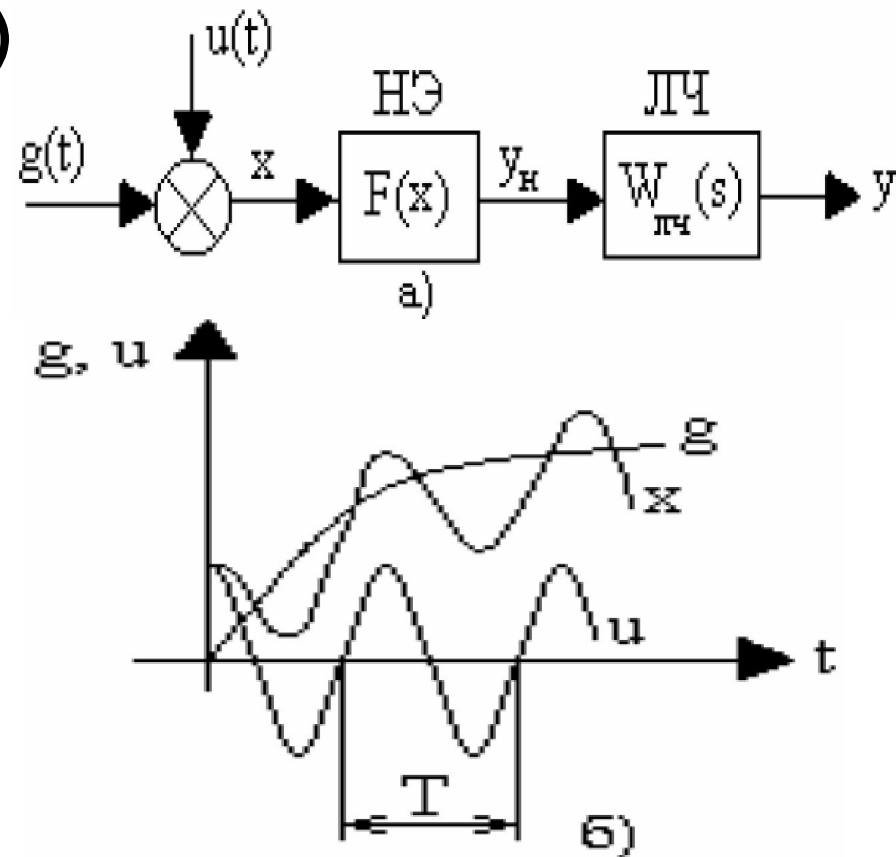
нелинейностей

НЭ проявляет себя как линейный, если на его вход вместе с полезным медленно изменяющимся сигналом $g(t)$ подается высокочастотная периодическая составляющая $u(t)$, такой частоты ω , что практически сигнал $g(t) = \text{const}$ в пределах периода $T = 2\pi/\omega$:

$$x(t) = g(t) + u(t)$$

Выходной сигнал также представим в виде суммы средней, медленно изменяющейся составляющей - $F_1(g)$ и колебательной функции - $F_2(u)$, близкой к гармонической с частотой ω

$$\begin{aligned} Y_H &= F(x) = F[g(t) + u(t)] = \\ &= F_1(g) + F_2(u). \end{aligned}$$



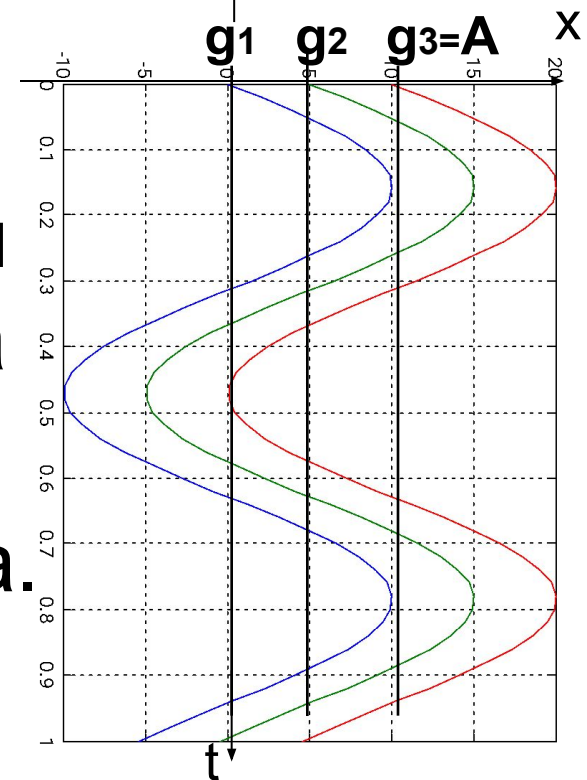
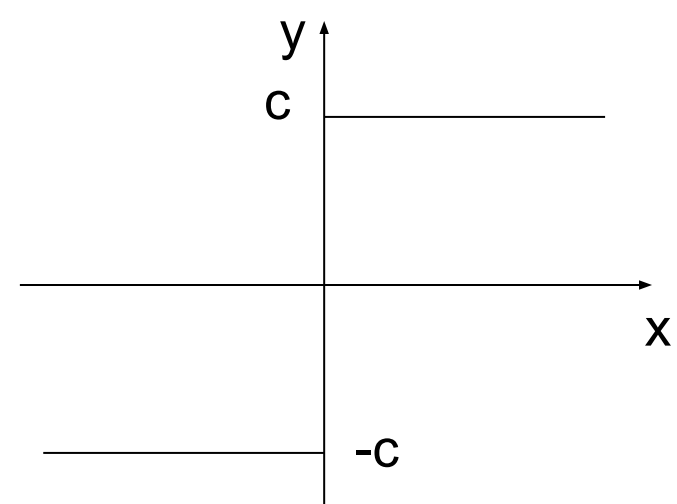
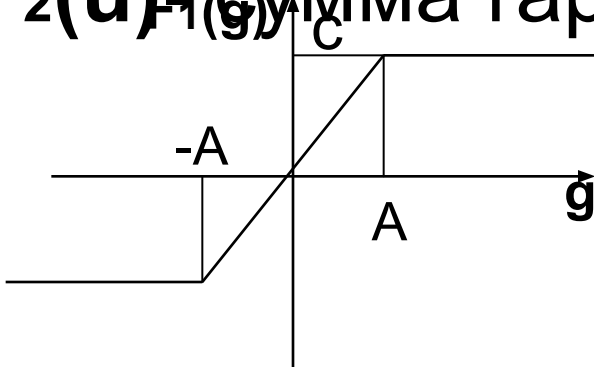
$$F_1[g(t)] \approx \frac{\omega}{2\pi} \int_{t-\pi/\omega}^{t+\pi/\omega} F[g(t) + u(t)] dt$$

$F_1(g)$ – среднее значение
выходного сигнала **НЭ** за
период.

При $g = \text{const}$:

$F_1(g)$ - постоянная составляющая
ряда Фурье выходного сигнала
НЭ,

$F_2(u)$ – сумма гармонических ряда.



$$U(t) = A \sin \omega t, \\ g = \text{const}$$

В пределах $\pm A$ статическая характеристика $F_1(g)$ линейна с коэффициентом передачи $k_y = c/A$.

Чем больше **A** компенсирующих колебаний $u(t)$, тем шире зона линейности **НЭ**, но k_y уменьшается.

Выходной сигнал **НЭ** - y_n поступает на вход линейной части. При большой частоте ω сигнала $u(t)$ линейная часть (фильтр) их не пропускает, поэтому составляющей $F_2(u)$ можно пренебречь и тогда для разомкнутой АСУ:

$$W_p(s) = y(s) / g(s) = k_y W_{лч}(s).$$

При задающем воздействии $g(t) < A$ на частоте, превышающей частоту среза линейной части $\omega > \omega_{ср}$, нелинейная АСУ ведет себя как линейная.

Для формирования высокочастотного сигнала $u(t)$ используется **специальный генератор** или **собственные колебания АСУ** (скользящий режим).

Скользящий режим

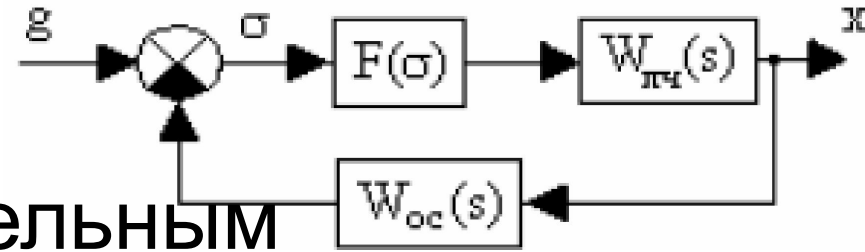
это режим работы

релейной системы,

характеризуется колебательным

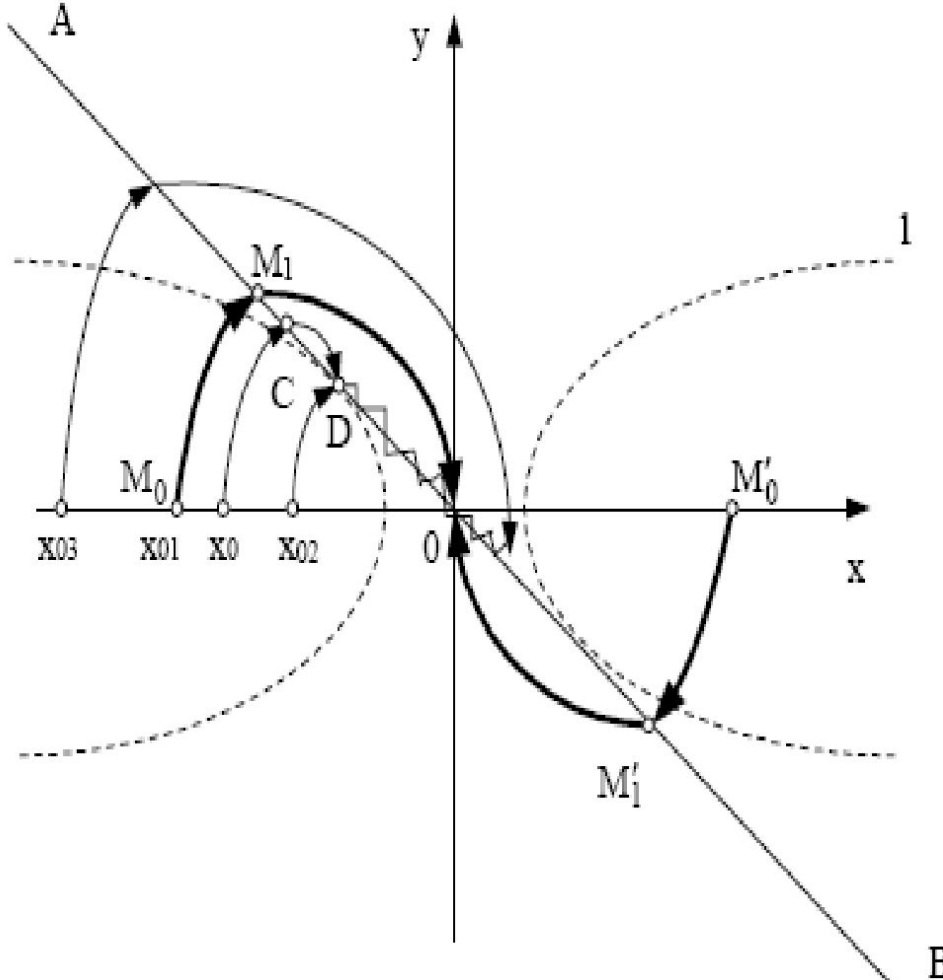
движением изображающей точки вдоль линии переключения. Чем сильнее воздействие производной в цепи обратной связи, тем больше поворачиваются линии переключения реле против часовой стрелки. Интенсивность затухания переходного процесса возрастает.

Скользящий режим возникает, если в точке переключения угол наклона линии переключения равен или меньше угла наклона касательной к фазовой траектории, по которой движется изображающая точка после переключения реле.



Скольльзящий режим в нелинейной АСУ, с идеальным реле при отсутствии внешнего воздействия и при заданных начальных условиях $x_0 \neq 0$ и $y_0 = 0$.

Пусть начальное состояние АСУ задано точкой $(x_0, 0)$, от которой изображающая точка перемещается по фазовой траектории типа 1 до встречи с линией переключения AB в точке C . В этой точке происходит переключение реле и изображающая точка будет двигаться по фазовой траектории типа 2 до точки E_2 на линии переключения AB . В точке E_2 происходит переключение реле в другое состояние и изображающая точка будет двигаться по фазовой траектории типа 1. Но как только она достигнет точки D на линии переключения AB , произойдет переключение реле и изображающая точка будет двигаться по фазовой траектории типа 2 до точки E_1 на линии переключения AB . В точке E_1 происходит переключение реле в другое состояние и изображающая точка будет двигаться по фазовой траектории типа 1. Таким образом, изображающая точка, под воздействием идеального реле, будет двигаться по фазовой траектории типа 1 до точки C на линии переключения AB , по фазовой траектории типа 2 до точки E_2 на линии переключения AB , по фазовой траектории типа 1 до точки D на линии переключения AB , по фазовой траектории типа 2 до точки E_1 на линии переключения AB , по фазовой траектории типа 1 до точки A на линии переключения AB , по фазовой траектории типа 2 до точки B на линии переключения AB , по фазовой траектории типа 1 до точки C на линии переключения AB и так далее.



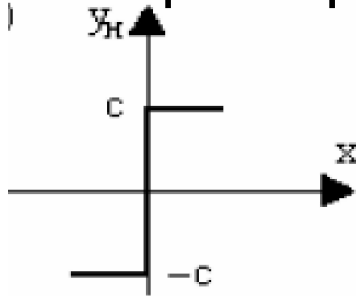
Пример. Изобразим на фазовой плоскости переходный процесс и **АК** в АСУ.



$$W_{\text{ЛЧ}}(s) = \frac{k}{s(Ts + 1)}$$

Статическая характеристика **НЭ**:

$$y_H = F(x).$$



$$\begin{cases} \frac{dy}{dt} = -\frac{1}{T}y - \frac{k}{T}F(x); \\ \frac{dx}{dt} = y. \end{cases}$$

$$T \frac{d^2x(t)}{dt^2} + \frac{dx(t)}{dt} + kF(x) = 0$$