

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОКОЛЕБАНИЙ В НЕЛИНЕЙНОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ

**Цель работы:** исследование закономерностей возникновения автоколебаний в нелинейной автоматической системе управления.

**Нелинейной системой** называется такая система, в состав которой входит хотя бы один элемент, линеаризация которого невозможна без потери существенных свойств системы управления в целом.

В простейшем случае структурная схема нелинейной автоматической системы представляет собой последовательное соединение **нелинейной части** (НЧ) и **линейной части** (ЛЧ), охваченное обратной связью (рис. 1).

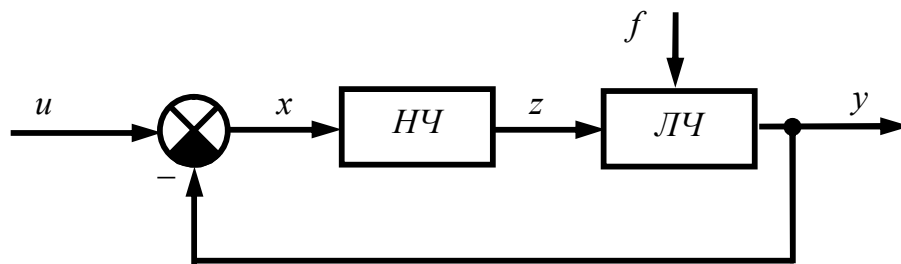


Рис. 1. Простейшая структурная схема нелинейной САУ

В данном случае удастся выделить нелинейность так, чтобы она описывалась непосредственной зависимостью между выходной  $z$  и входной  $x$  величиной нелинейного элемента, которая может иметь любую нелинейную функцию (релейного, кусочно-линейного или криволинейного типа):

$$z = F(x). \quad (1)$$

Нелинейная система в переходном режиме может иметь несколько состояний устойчивого или неустойчивого равновесия, т.е. может находиться не только в равновесно сходящемся процессе, но и в устойчивом установившемся периодическом режиме, называемом **автоколебательном режиме**.

Устойчивые собственные незатухающие колебания в нелинейной системе с определенной амплитудой  $A$ , частотой  $\omega$  и периодом  $T$ , определяемыми нелинейностью и внутренними параметрами системы,

называются **автоколебаниями** (рис. 2). Автоколебания являются устойчивым режимом, характерным только для нелинейных систем, потому что малые изменения параметров системы не выводят её из этого режима. Амплитуда автоколебаний не зависит от начальных условий и уровня внешних воздействий. При этом в переходном колебательном процессе может изменяться не только амплитуда, но и частота колебаний. Причиной автоколебаний зачастую является наличие зоны нечувствительности, релейной функции или гистерезиса с порогом  $b$ .

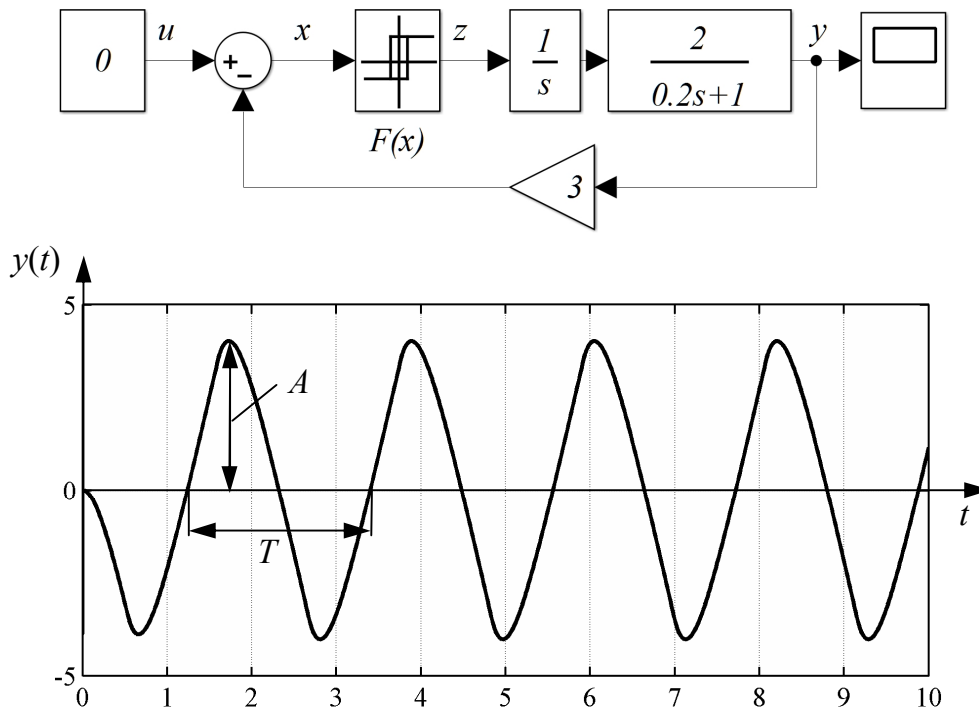


Рис. 2. Переходная характеристика устойчивого автоколебательного процесса

Если на систему подавать сигнал, частота которого может совпадать с частотой собственных колебаний системы, то в системе могут возникать резонансные явления, может произойти скачок амплитуды. В общем случае при приложении внешних периодических воздействий возникает наложение собственных и внешних колебаний. При увеличении амплитуды внешних воздействий может произойти срыв автоколебаний собственной частоты, и система переходит на частоту внешних колебаний. Такой режим работы нелинейной системы называется **синхронный режим**. Важна также скорость приложения внешнего воздействия. При скачкообразном воздействии может быть такое перерегулирование, что выводит систему в совершенно другую область притяжения и с другим режимом, по сравнению с тем случаем, когда такое же по величине воздействие было бы подано более плавно.

## Порядок выполнения работы:

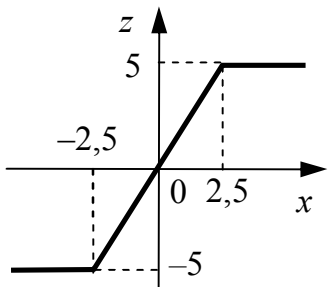
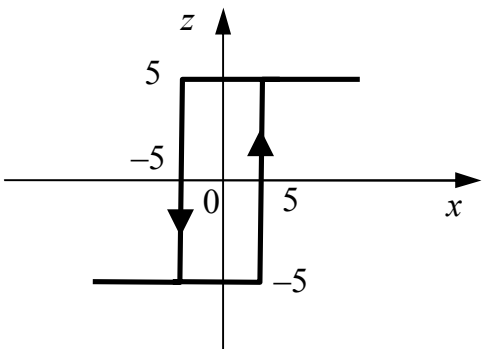
1. Составить в Simulink схему модели для исследования автоколебаний в нелинейной системе автоматического управления (рис. 1), состоящую из **нелинейной части** (блоки нелинейных характеристик «Saturation» и «Relay») и **линейной части** (усилитель «Gain», передаточная функция «Transfer fcn», интегратор «Integrator»). Приемниками выходного сигнала установить осциллограф «Scope» и «XY Graph».

2. Согласно таблице задать для каждой схемы нелинейной системы численные значения параметров и задающее воздействие  $u(t)$ , произвести моделирование схемы и получить переходную и фазовую характеристику выходного сигнала.

3. В случае наблюдения установившегося периодического режима – симметричных автоколебаний, определить их амплитуду  $A'$ , период  $T'$  и частоту  $\omega'$ .

Таблица 1

Статические характеристики и уравнения типовых нелинейностей

№ п/п	Нелинейная часть	Линейная часть
1		$W_{ЛЧ}(p) = \frac{K}{(Tp+1)(Tp+1)p}$ $T = 0,2; K = 1 \text{ и } 5; u(t) = 10$
2		$W_{ЛЧ}(p) = \frac{K}{(Tp+1)(Tp+1)p}$ $T = 0,2; K = 0,1 \text{ и } 1; u(t) = 0$
3		$W_{ЛЧ}(p) = \frac{K}{(T_1p+1)(T_2p+1)}$ $T_1 = 2; T_2 = 1; K = 1 \text{ и } 2; u(t) = 0$
4		$W_{ЛЧ}(p) = \frac{K}{p(Tp+1)}$ $T = 0,2; K = 1; u(t) = 0$
5		$W_{ЛЧ}(p) = \frac{K(T_1p+1)}{(T_2p+1)}$ $T_1 = 0,05; T_2 = 0,1; K = 1; u(t) = 0$

### **Содержание отчета:**

1. Номер работы, название и цель;
2. Схема исследуемой модели в среде Simulink для каждой нелинейной системы автоматического управления;
3. Переходная и фазовая характеристика для каждой нелинейной системы автоматического управления;
4. Амплитуда  $A'$ , период  $T'$  и частота  $\omega'$  автоколебаний для каждой нелинейной системы автоматического управления (при наличии симметричных колебаний);
5. Вывод по работе.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какая система называется нелинейной?
2. Приведите определение автоколебаний в нелинейной системе.
3. В каком случае возможно возникновение автоколебаний в нелинейной системе.
4. Приведите определение переходной характеристики.
5. Что такое фазовое пространство, фазовая траектория и фазовый портрет?
6. Как в данной работе получали фазовые траектории?
7. Назовите типовые фазовые траектории и их особые точки.
8. Приведите методику определения амплитуды  $A'$ , периода  $T'$  и частоты  $\omega'$  автоколебаний.
9. Приведите примеры нелинейностей в реальных технических устройствах.