<u>**Билет №1**</u>

1) Особенности нелинейных систем и их отличие от линейных. Три условия линейности системы.

Нелинейной системой называется система имеющая хотя бы 1 нелинейный элемент.

Причины возникновения нелинейности.

- Несовершенство конструкции
- Добавление спец элементов
- Особенности конструкции

Примеры нелинейных систем: Солитон - структурно устойчивая уединённая волна, распространяющаяся в нелинейной среде.

Солитоны ведут себя подобно частицам (частицеподобная волна): при взаимодействии друг с другом или с некоторыми другими возмущениями они не разрушаются, а двигаются, сохраняя свою структуру неизменной. Это свойство может использоваться для передачи данных на большие расстояния без помех.

Системы с пороговым уровнем (логические элементы).

Необходимые условия линейности системы:

1. Аддитивность при 0 входа/выхода
2. Линейность по отношению к начальным условиям
3. Линейность по отношению к выходу

Аддитивность (лат. *additivus* — прибавляемый) — свойство величин, состоящее в том, что значение величины, соответствующее целому объекту, равно сумме значений величин, соответствующих его частям, в некотором классе возможных разбиений объекта на части. Например, аддитивность объёма означает, что объём целого тела равен сумме объёмов составляющих его частей.

Необходимые условия линейности системы:

Линейная система. Линейной системой называется такая система, для которой применим принцип суперпозиции.

Предположим, что $c_1(t)$ есть реакция системы на входной сигнал $r_1(t)$, а $c_2(t)$ — реакция на сигнал $r_2(t)$. Тогда, если система является линейной, ее реакция на сигнал $a_1r_1(t) + a_2r_2(t)$, равна $a_1c_1(t) + a_2c_2(t)$, где a_1 и a_2 — константы.

Т.е. **Линейная система** — любая система, для которой отклик[1] системы на сумму воздействий равен сумме откликов на каждое воздействие. В математической модели линейной системы это означает, что оператор преобразования "вход-выход" линеен. Иногда линейное свойство системы называют принципом суперпозиции.

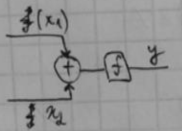
Нелинейные системы

Лин. сист.

Нелин. сист.

1) аддитивность при 0 вх/вых
2) лин. по отн. к н.у.
3) лин-ть по отн. вых

1: $f(x_1+x_2) = f(x_1)+f(x_2)$



+ однородность

$f(ax) = a f(x)$

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = f[x(t), u(t)], \; t \geq 0 \\ x(t) \in R^n \\ u(t) \in R^m \\ y(t) \in R^r \\ y(t) = h[x(t), u(t)] \end{cases}$$

линейные в-р. функции независ. пер-х

Нелинейной системой наз-ся система, имеющая хотя бы 1 нелинейный эл-т

Причины возникновения нелинейности

* энергетич. ограничения
* несовершенство конструкции
* добавление спец. эл-тов
* особенности конструкции

8) Наблюдатели пониженного порядка (Луенбергера). Основные принципы построения, получение и преобразования вектора состояния, уравнение динамики ошибки оценивания и его анализ.

9.5.5. Наблюдатели пониженного порядка. Рассмотрим стационарную систему

$$\dot{\mathbf{x}} = A\mathbf{x} + B\mathbf{u}, \quad \mathbf{y} = C\mathbf{x}, \tag{9.62}$$

где $\mathbf{x}$ — n-вектор, $\mathbf{y}$ — ρ-вектор, причем $n > \rho$, A, B, C — матрицы соответствующей размерности. Пусть матрица C имеет максимальный ранг, т. е. ρ. Тогда уравнение наблюдения дает ρ независимых линейных уравнений для неизвестного вектора состояния $\mathbf{x}(t)$. Чтобы определить $\mathbf{x}(t)$, необходимо получить дополнительно $n-\rho$ уравнений для координат этого вектора.

Введем в рассмотрение $(n-\rho)$-вектор $p(t)$, определяемый соотношением

$$\mathbf{p} = C'\mathbf{x}, \tag{9.63}$$

где матрица C' такова, что матрица $\begin{bmatrix} C \\ C' \end{bmatrix}$ является невырожденной (неособой). Из уравнения

$$\begin{pmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{p} \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} C \\ C' \end{bmatrix}\mathbf{x}$$

находим

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} C \\ C' \end{bmatrix}^{-1}\begin{pmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{p} \end{pmatrix}.$$

Используя представление

$$\begin{bmatrix} C \\ C' \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} L_1 & L_2 \end{bmatrix}, \tag{9.64}$$

где L_1 и L_2 — $(n \times \rho)$- и $[n \times (n-\rho)]$-матрица соответственно, получаем

$$\mathbf{x} = L_1\mathbf{y} + L_2\mathbf{p}. \tag{9.65}$$

Если получить оценку $\widehat{\mathbf{p}}$ для введенного вектора, то для оценки фазового вектора имеем

$$\widehat{\mathbf{x}} = L_1 y + L_2\widehat{\mathbf{p}}. \tag{9.66}$$

Таким образом, задача восстановления фазового вектора свелась к задаче восстановления вектора $\mathbf{p}$ меньшей размерности. Используя определенные выше матрицы C', L_1 и L_2, можно определить искомый наблюдатель.

$\dot{\hat{v}}(t) - \dot{v}(t)$ – динамика ошибки наблюдения

$$\underbrace{\dot{\hat{v}}(t) - \dot{v}(t)}_{\dot{\varepsilon}} = (A_{11} - EA_{21})(\hat{v}(t) - v(t))$$

$$\dot{\varepsilon} = (A_{11} - EA_{21})\varepsilon$$

$$\frac{\dot{\varepsilon}}{\varepsilon} = A_{11} - E\dot{A}_{21}$$

Решение этого уравнения это экспонента в степени

Что бы оно сходилось к нулю $\hat{v}(t) - v(t) \to 0$

Необходимо чтобы степень была отрицательной, по этому

$$A_{11} - E\dot{A}_{21} < 0$$

Ошибка, динамика которой сходится