

Рис в.1

Модель структурно-сложной нелинейной системы управления турбоагрегатом электростанции ТА-536-А в форме графа.

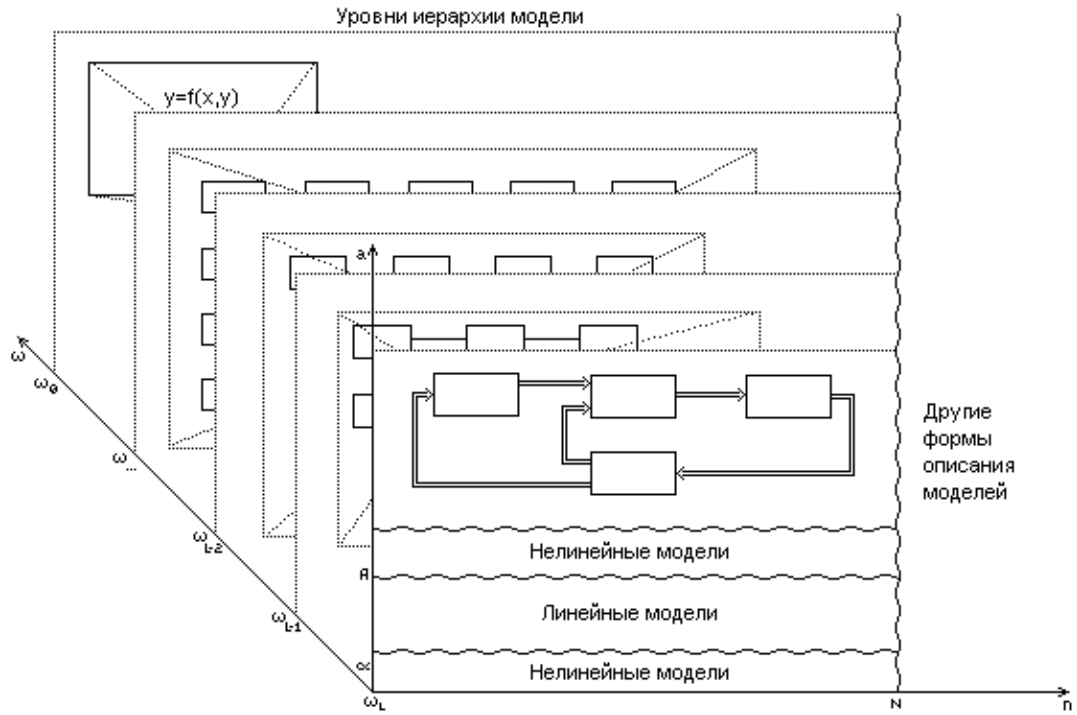


Рис 2.1. Планы построения иерархических моделей

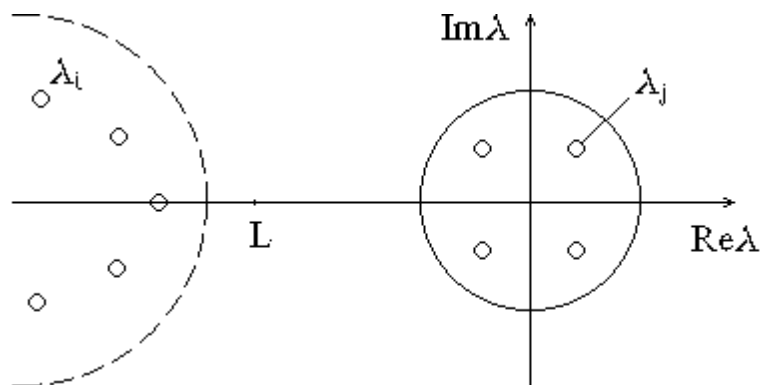
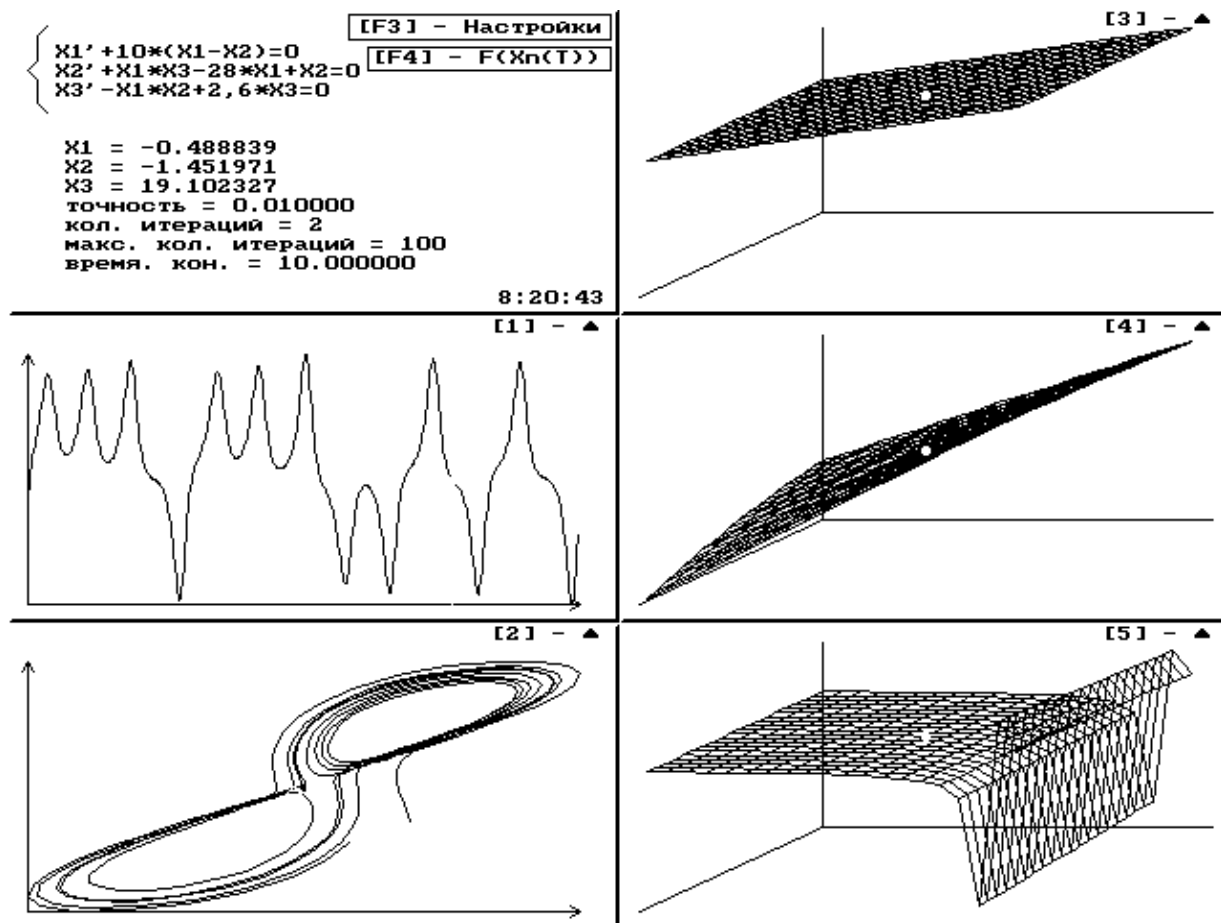


Рис. 1.76. Спектр матрицы Якоби жестких систем

Определение [1]

Задача Коши

$$\dot{x} = f(x), \quad x(0) = x_0, \quad 0 \leq t \leq T, \quad x \in \mathbf{R}^N$$

будет называться жесткой, если спектр матрицы Якоби $f_x(x)$ достаточно четко делится на две части (рис. 1.76).

Жесткий спектр. Пусть собственные значения и векторы имеют обозначения $\Lambda_i(\mathbf{x})$ и $\Phi_i(\mathbf{x})$ ($i = \overline{1, I}$). Тогда для жесткого спектра выполняются условия

$$\operatorname{Re} \Lambda_i(\mathbf{x}) \leq -L, \quad |\operatorname{Im} \Lambda_i(\mathbf{x})| < |\operatorname{Re} \Lambda_i(\mathbf{x})|.$$

Мягкий спектр. В этом случае собственные значения и векторы обозначаются $\lambda_j(\mathbf{x})$ и $\varphi_j(\mathbf{x})$ ($j = \overline{1, J}$). Для мягкого спектра характерно выполнение

$$|\lambda_j(\mathbf{x})| \leq l \ll L.$$

Время интегрирования T является средним относительно l и очень большим относительно L : lT равно, например, 10, 20, 30, а LT может быть порядка 10^3 , 10^6 и больше. Отношение L/l называется показателем жесткости. В приложениях встречаются ситуации, когда L/l равно 10^6 , 10^9 , 10^{15} . Обычно считается $l = 1$.

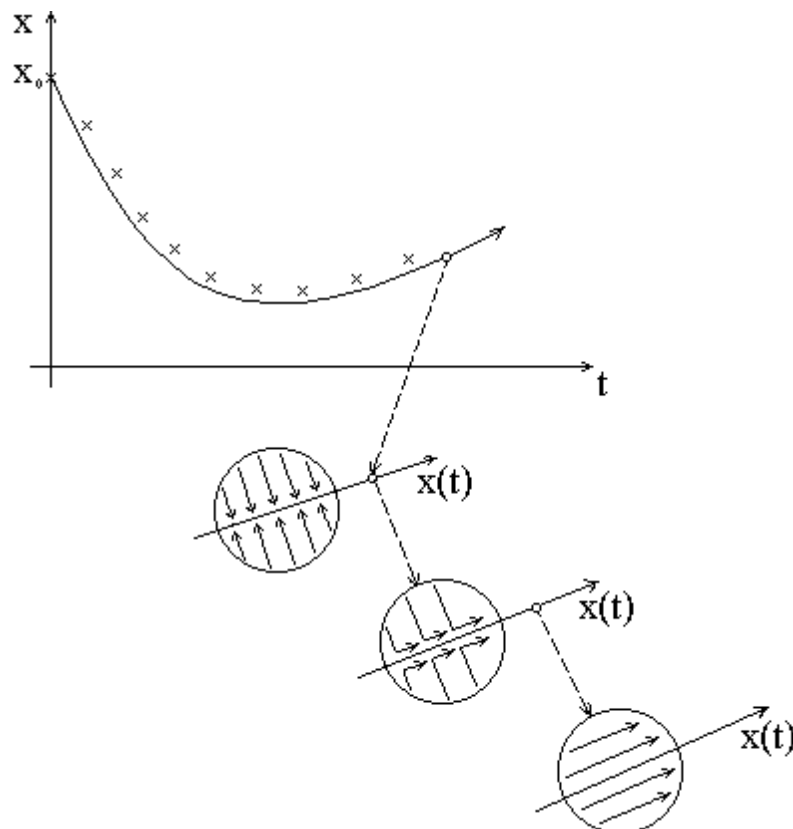


Рис. 1.7 а. Характер поля направлений жестких систем

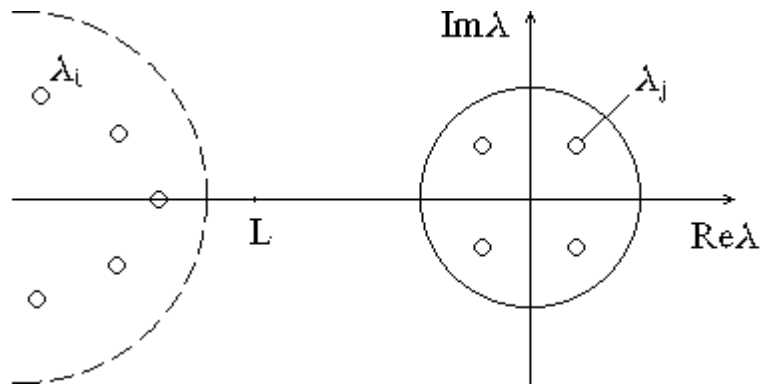
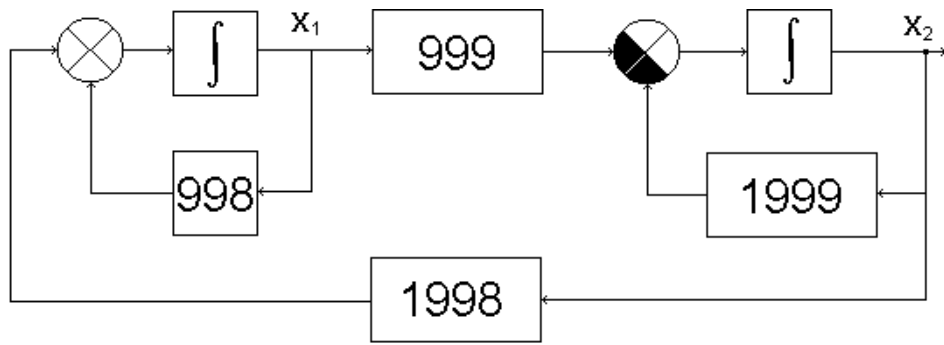


Рис. 1.76. Спектр матрицы Якоби жестких систем



$$\begin{cases} \dot{x}_1 = 998x_1 + 1998x_2 \\ \dot{x}_2 = -999x_1 - 1999x_2 \end{cases} \quad \begin{matrix} x_{1/t=0} = 1 \\ x_{2/t=0} = 1 \end{matrix}$$

$$\begin{aligned} x_1(t) &= 4e^{-t} - 3e^{-1000t} \\ x_2(t) &= -2e^{-t} + 3e^{-1000t} \end{aligned}$$

Рис. 1.10

Тестовая систем с известным решением, содержащим жесткую составляющую

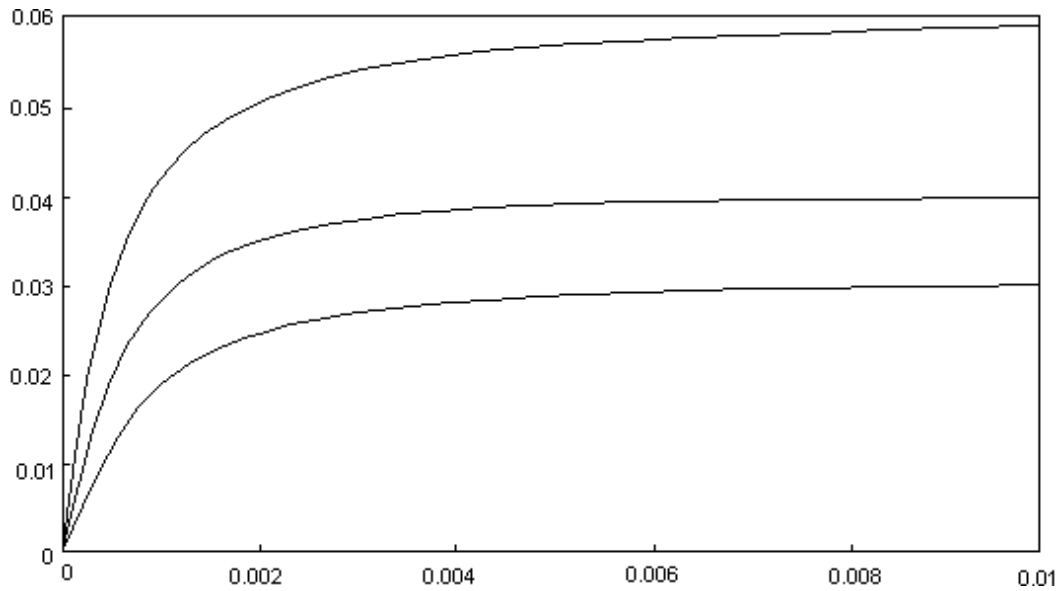


Рис. 1.11

Разница $|x_1^{(j)}(t) - x_1(t)|$ полученная с использованием различных формул численного интегрирования для системы на рис. 1.10.

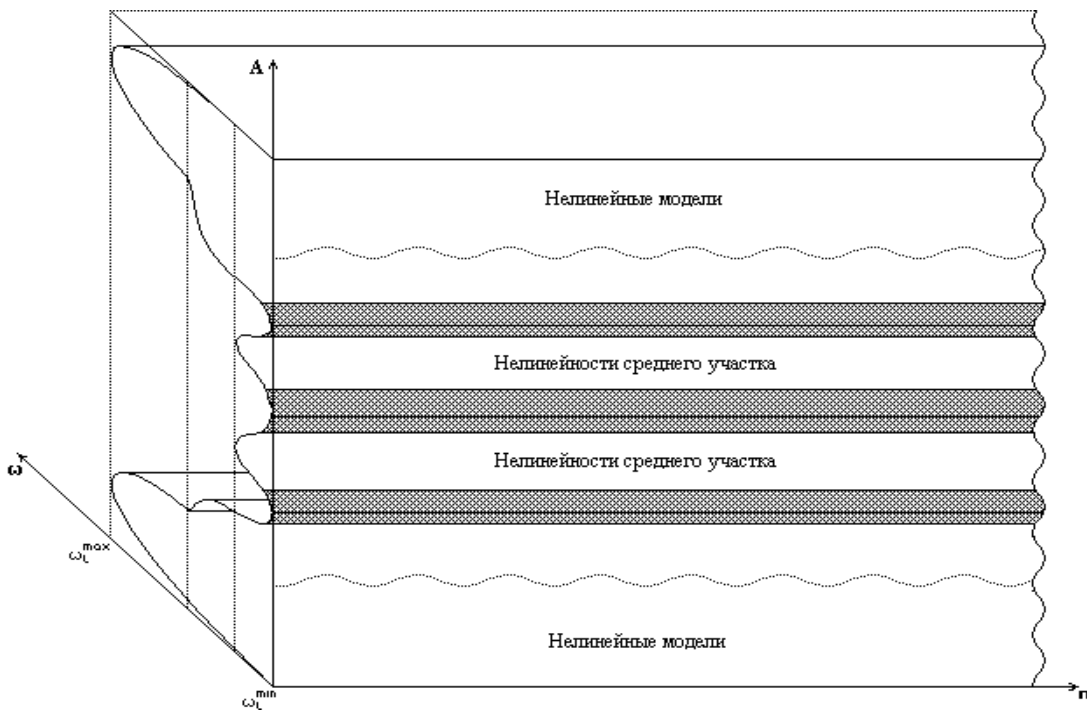


Рис. 2.6. Соотношение между верхними значениями мгновенных частот процессов l -го уровня с амплитудами рабочих точек

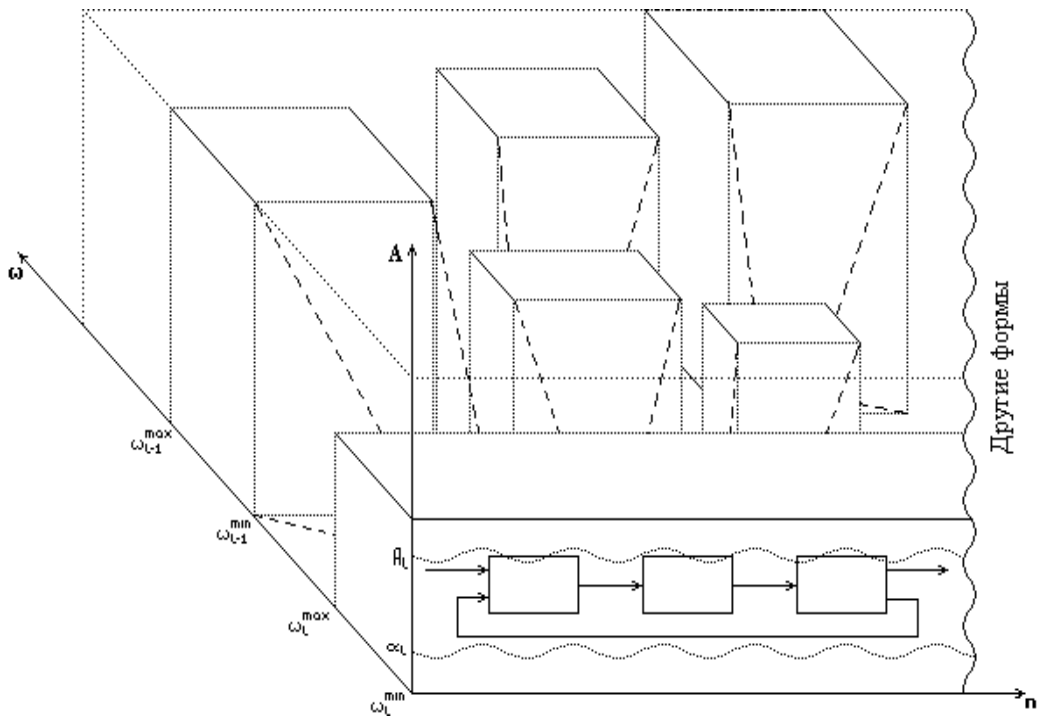


Рис. 2.8. Общее представление СС НСУ с учетом иерархии и областей частотной и амплитудной адекватности

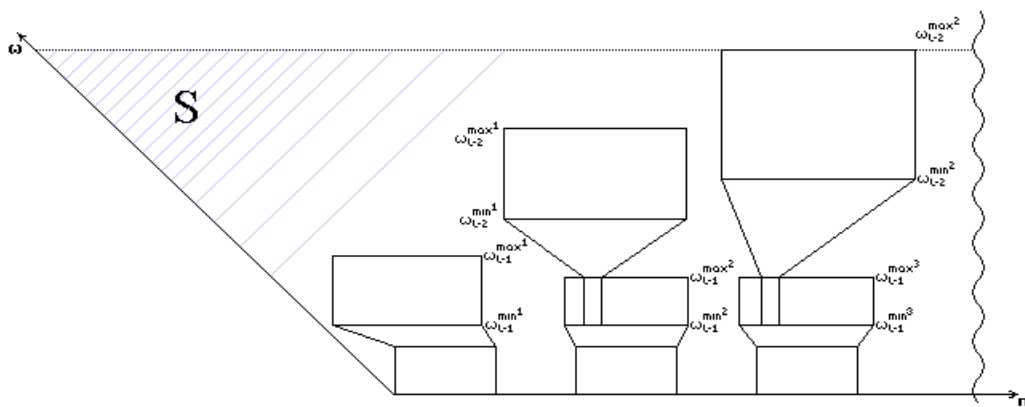


Рис. 2.9. Площадь проекции СС НСУ, как мера структурной сложности модели

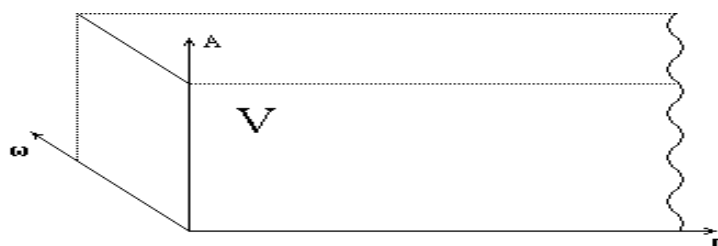


Рис. 2.11. Объем модели приведенной на рис. 2.4, характеризующий структурно-поведенческую сложность модели