

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ

ФН-12. Магистры - 3 семестр

Семинар 14. ГРАДИЕНТНЫЕ МЕТОДЫ

Алгоритм

0. Задать точку начального приближения $\hat{b}(0)$.
1. Вычислить вектор градиента целевой функции $\nabla J(k)$.
2. Вычислить нормирующий коэффициент вектора градиента $\|\nabla J(\hat{b}(k))\|$.
3. Вычислить вектор $s(k)$.
4. Вычислить матрицу вторых производных $\nabla^2 J(\hat{b}(k))$.
5. Вычислить значение шага $\lambda(k)$.
6. Вычислить новое значение приближения $\hat{b}(k + 1)$.
7. Повторять до тех пор, пока \hat{b} не перестанет изменяться.

Задача. Понижение порядка модели, с целью упрощения анализа модели объекта, процедуры синтеза управления для объекта, самого управления. Например, известна модель работы сердца, состоящая из трех блоков второго порядка (система имеет шестой порядок). При понижении порядка каждого блока на единицу, общая размерность вектора состояния модели уменьшится с шести до трех.

Задача.

Для объекта второго порядка требуется определить параметры модели пониженного порядка.

Передаточная функция аperiodического звена второго порядка имеет вид:

$$W_2(p) = \frac{k_0}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)} \quad (14.1)$$

Передаточная функция аperiodического звена первого порядка имеет вид:

$$W_{1_{Low}}(p) = \frac{k_{0_{Low}}}{(T_{Low} p + 1)} \quad (14.2)$$

Переходная функция $h_2(t)$ аperiodического звена второго порядка имеет вид:

$$h_2(t) = k_0 \left(1 - \frac{T_1}{-(T_1 - T_2)} e^{-\frac{t}{T_1}} + \frac{T_2}{-(T_2 - T_1)} e^{-\frac{t}{T_2}} \right) \quad (14.3)$$

Переходная функция $h_{1_{Low}}(t)$ функция аperiodического звена первого порядка имеет вид:

$$h_{1_{Low}}(t) = k_{0_{Low}} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_{Low}}} \right) \quad (14.4)$$

Справка.

Графическое изображение реакции системы на единичное ступенчатое воздействие (при нулевых начальных условиях) называется переходной характеристикой (кривая разгона).

Аналитическое выражение переходной характеристики $h(t)$ называется переходной функцией. $h(t) \approx \frac{y(t)-y_0}{u-u_0}$, где $y(t)$ — изменение выходной величины объекта при подаче на его вход ступенчатого управления u (кривая разгона), u_0 — значение входа объекта до начала проведения эксперимента, y_0 — значение выхода объекта до начала проведения эксперимента.

Единичное ступенчатое воздействие (единичный скачек):

$$\mathbf{1}(t) = \begin{cases} 0, & t < 0, \\ 1, & t \geq 0. \end{cases} \quad (14.5)$$

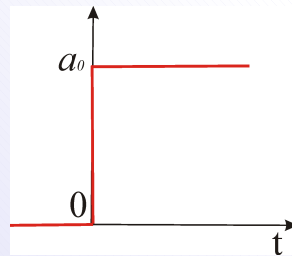


Рис. 1

Критерий качества идентификации:

$$F = \int_0^{t_{end}} (h_2 - h_{1_{Low}})^2 dt \quad (14.6)$$

Значение параметров передаточной функции апериодического звена второго порядка: $k_0 = 25$, $T_1 = 12$, $T_2 = 3$, $t_{end} = 200c$.

Вектор искомых параметров объекта: $\hat{b} = [k_{0_{Low}} \ T_{Low}]^T$.

Задание.

1. Получить явную форму функционала качества $F(k_{0_{Low}}, T_{Low})$ (14.6).
2. Вычислить компоненты вектора градиента — первые производные критерия идентификации по искомым параметрам $\frac{\partial F}{\partial k_{0_{Low}}}$, $\frac{\partial F}{\partial T_{Low}}$.
3. Определить нормирующий коэффициент

$$\|\nabla F(k_{0_{Low}}, T_{Low})\| = \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial k_{0_{Low}}}\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial T_{Low}}\right)^2}.$$

4. Составить матрицу вторых производных $\nabla^2 F(k_{0_{Low}}, T_{Low})$.
5. Критерий окончания: выполнение неравенства:

$$\frac{|\hat{b}(k+1) - \hat{b}(k)|}{|\hat{b}(k)|} \leq \varepsilon, \quad \varepsilon > 0,$$

принять $\varepsilon = 0.5$.

6. Вывести на экран передаточные функции объекта второго и первого порядков.
7. Графики траектории сходимости итерационной процедуры поиска параметров $k_{0_{Low}}$, T_{Low} и переходных характеристик объектов.

Сходимость параметров модели в двухпараметрическом пространстве

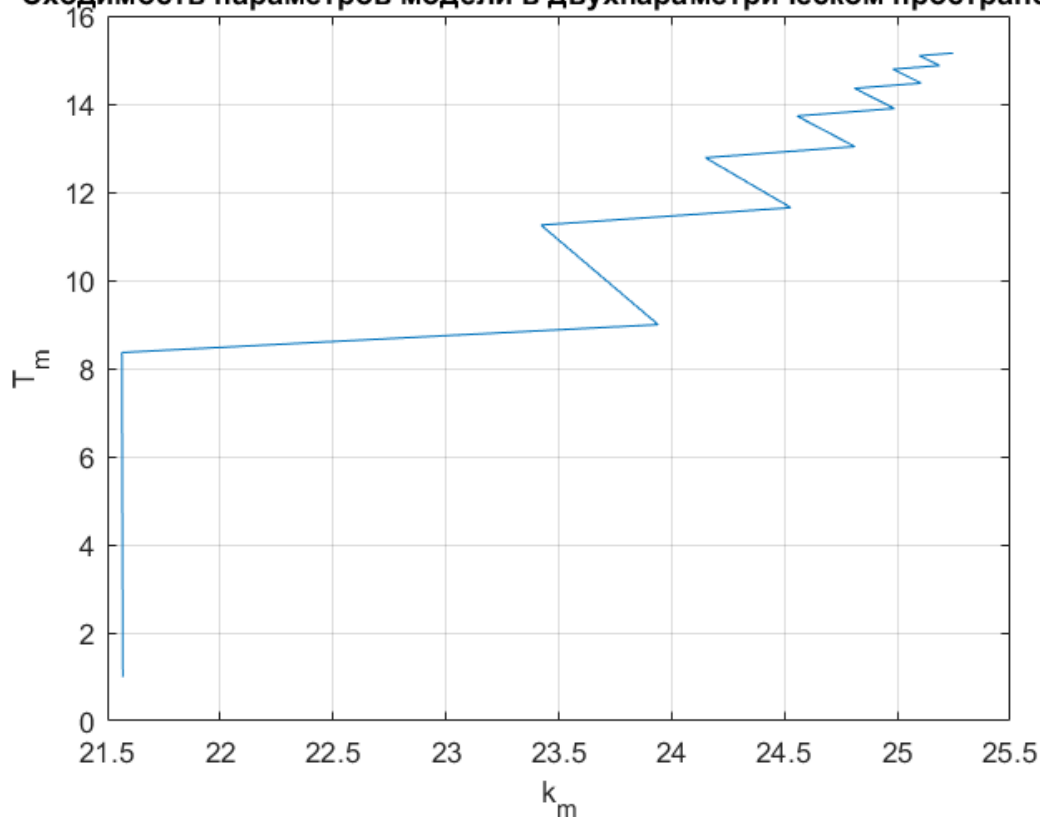


Рис. 2. Сходимость параметров модели

Значение параметров модели: $k_{0_{Low}} = 25.26$, $T_{Low} = 15.16$.

Значение функционала качества: $F = 64.8810$.

Переходные х-ки объектов 2-го порядка (y1) и 1-го порядка (модели)(y2)

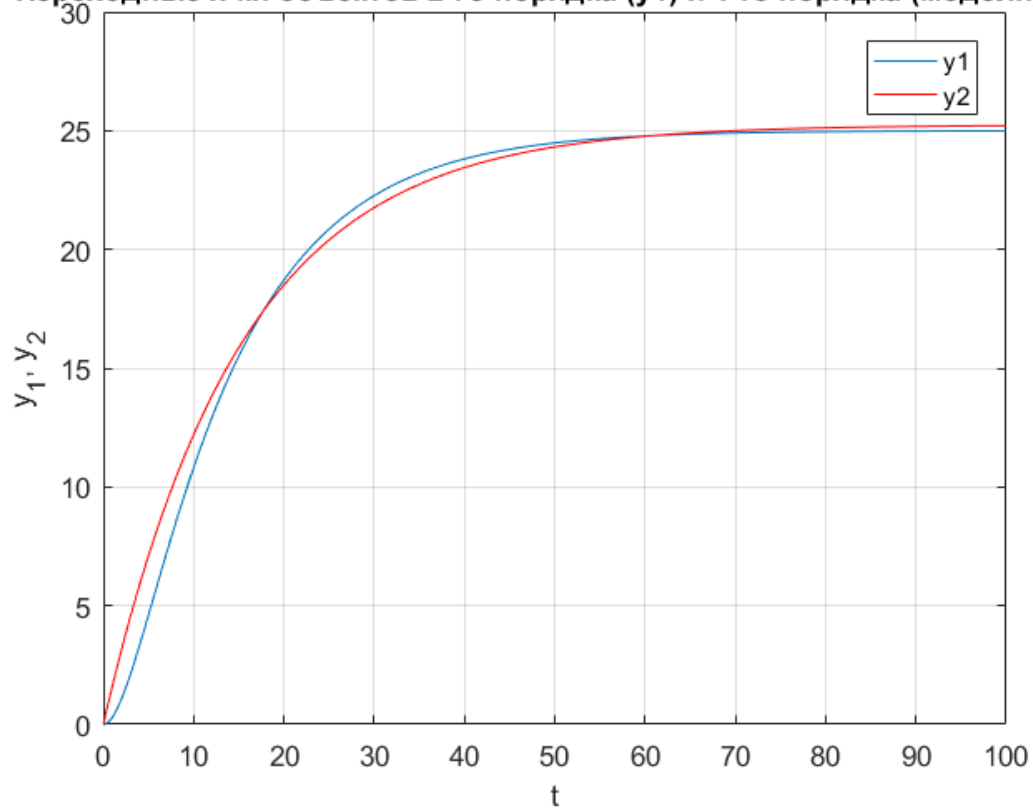


Рис. 3. Переходные характеристики