Национальный исследовательский университет ИТМО

(Университет ИТМО)

Факультет систем управления и робототехники

Дисциплина: Теория идентификации

Отчет по выполнению лабораторной работы №2.

Вариант 4

Студенты:

Яшник А.И.

Евстигнеев Д.М.

Группа: R34423

Преподаватель: Ведяков А.А.

Санкт-Петербург

2022

Задание №1:

Построить схему моделирования дискретной линейной системы с передаточной функцией $W(z) = \frac{b}{z+a}$, интервал дискретизации $T_d = 0.1$ секунды. На вход системы подается сигнал $u(t) = \sin{(\omega t)}$

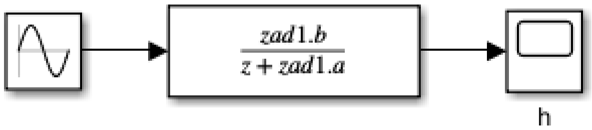

Рис.1 Схема моделирования

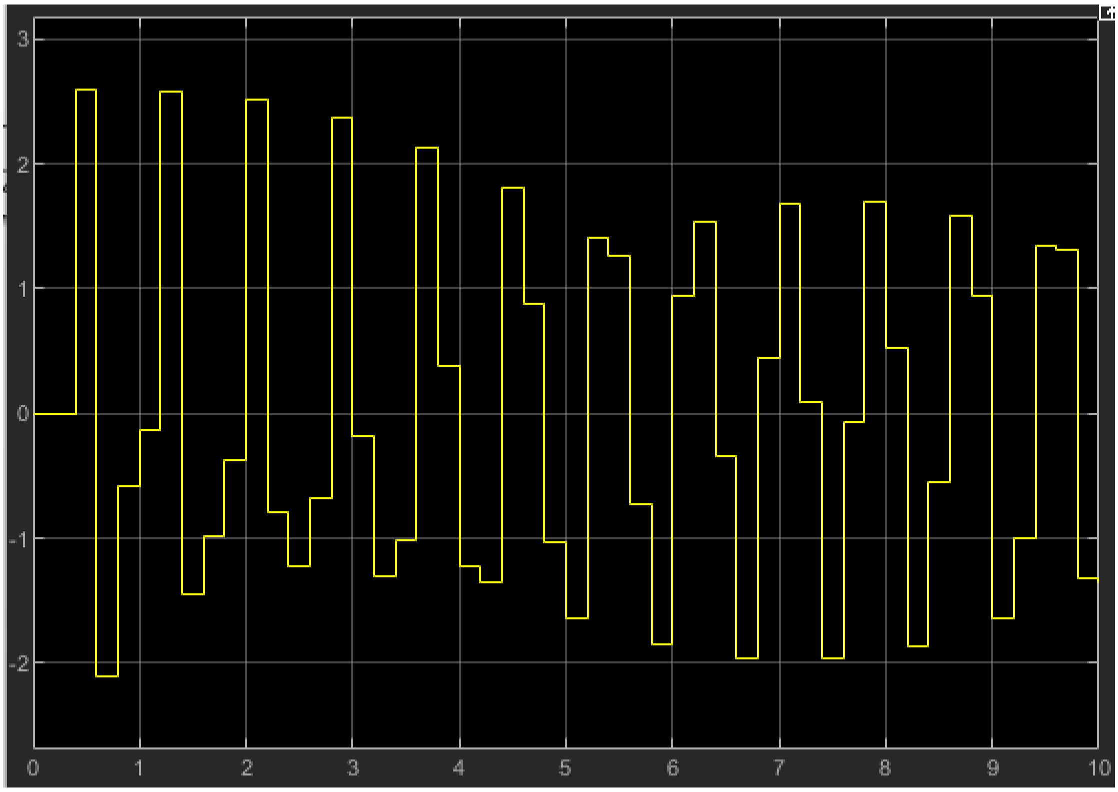

Рис.2 Переходная характеристика дискретной линейной системы

Построим схему идентификации параметров a, b на основе градиентного алгоритма: $\hat{\theta}(k) = \hat{\theta}(k-1) + \gamma \frac{\phi(k)e^0(k)}{1+\gamma\phi^T(k)\phi(k)}$

$$y = \frac{b}{z+a}u \rightarrow y(z+a) = bu \rightarrow y = \varphi^T\theta, \text{где } \varphi = \begin{bmatrix} \frac{1}{z+1}y \\ \frac{1}{z+1}u \end{bmatrix}, \theta = \begin{bmatrix} 1-a \\ b \end{bmatrix}$$

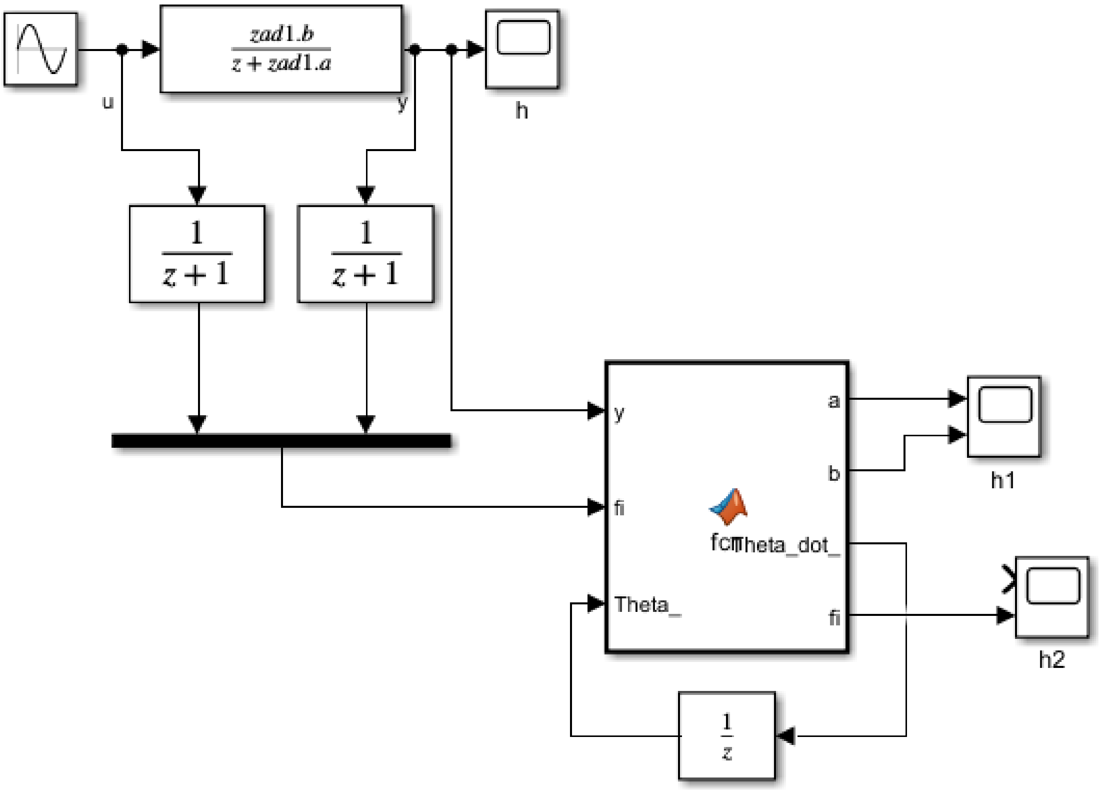

Рис.4 Схема моделирования на основе градиентного алгоритма

```
function [a,b,Theta_dot_,fi] = fcn(y,fi,Theta_)

gamma=10;
e0=y-fi'*Theta_;
Theta_dot_=Theta_+gamma*fi*e0/(1+gamma*fi'*fi);
a=(Theta_dot_(1)+1);
b=Theta_dot_(2)+1;
```

Проведем численной моделирование процесса идентификации параметров a, b при значениях $\gamma = 1, \gamma = 3, \gamma = 10$. Время моделирование не менее 15 секунд:

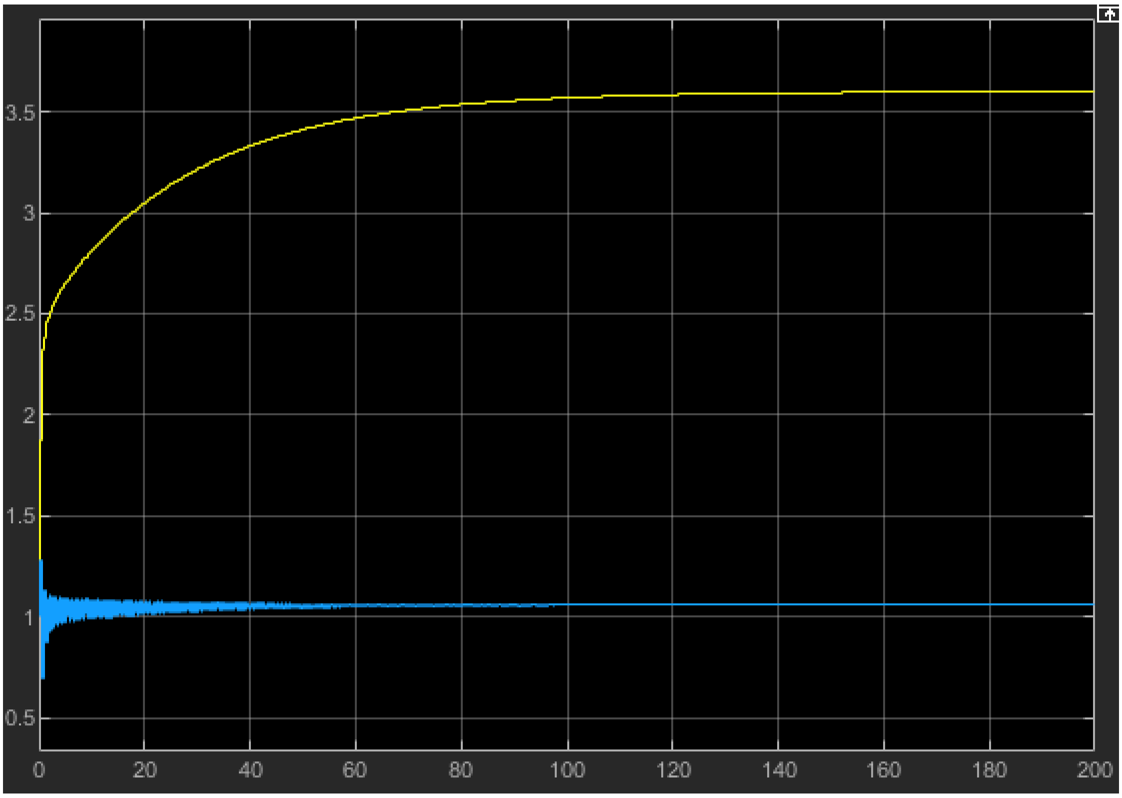

Рис.5 Идентификация a, b при γ=1

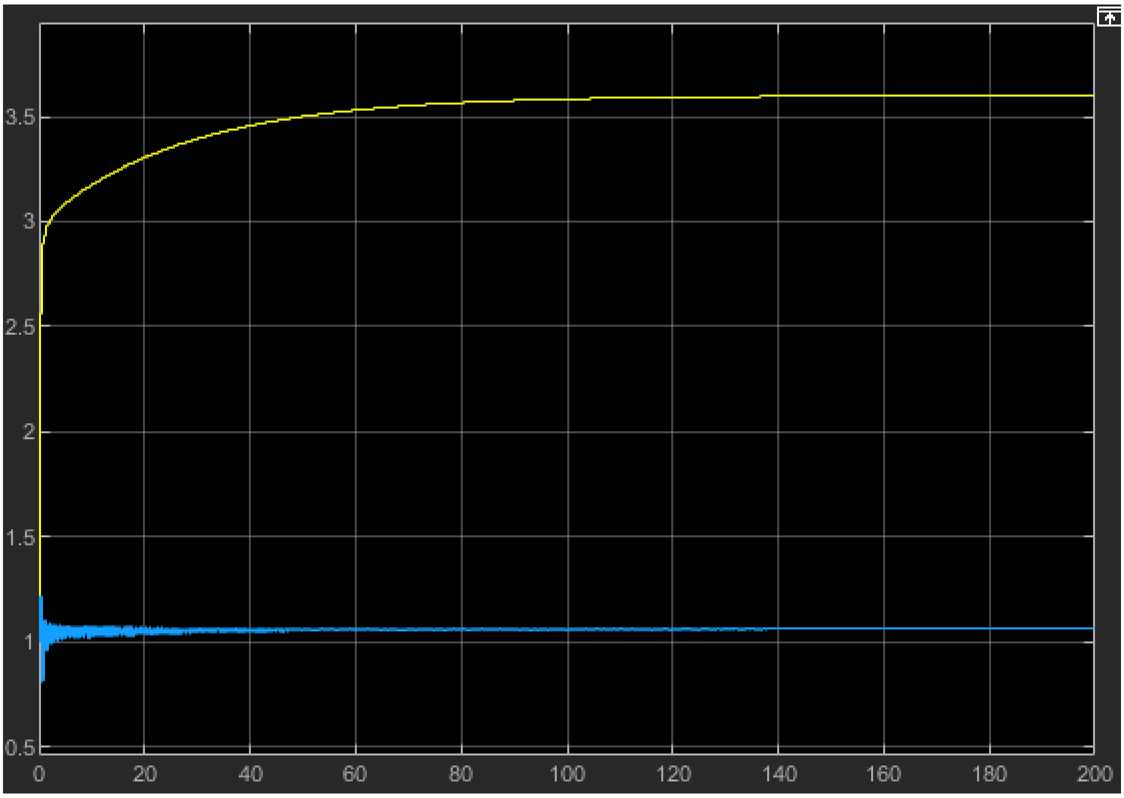

Рис. 6 Идентификация a, b при γ=3

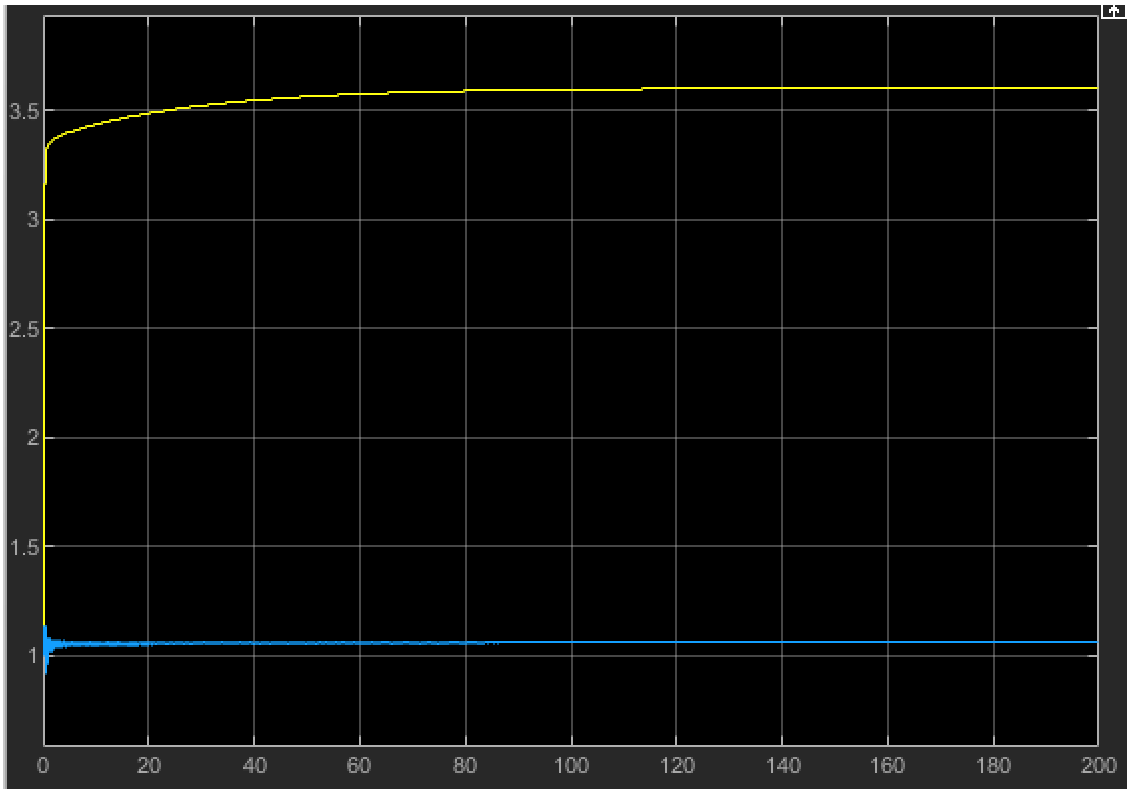

Рис. 7 Идентификация a, b при γ=10

Вывод: По мере увеличения γ перерегулирование уменьшается, а скорость идентификации увеличивается.

Проведем численное моделирование упрощенного градиентного алгоритма идентификации при значениях $\gamma = 0.5$ и $\gamma = 10$.

$$\hat{\theta}(k) = \hat{\theta}(k-1) + \gamma\phi(k)e^0(k)$$

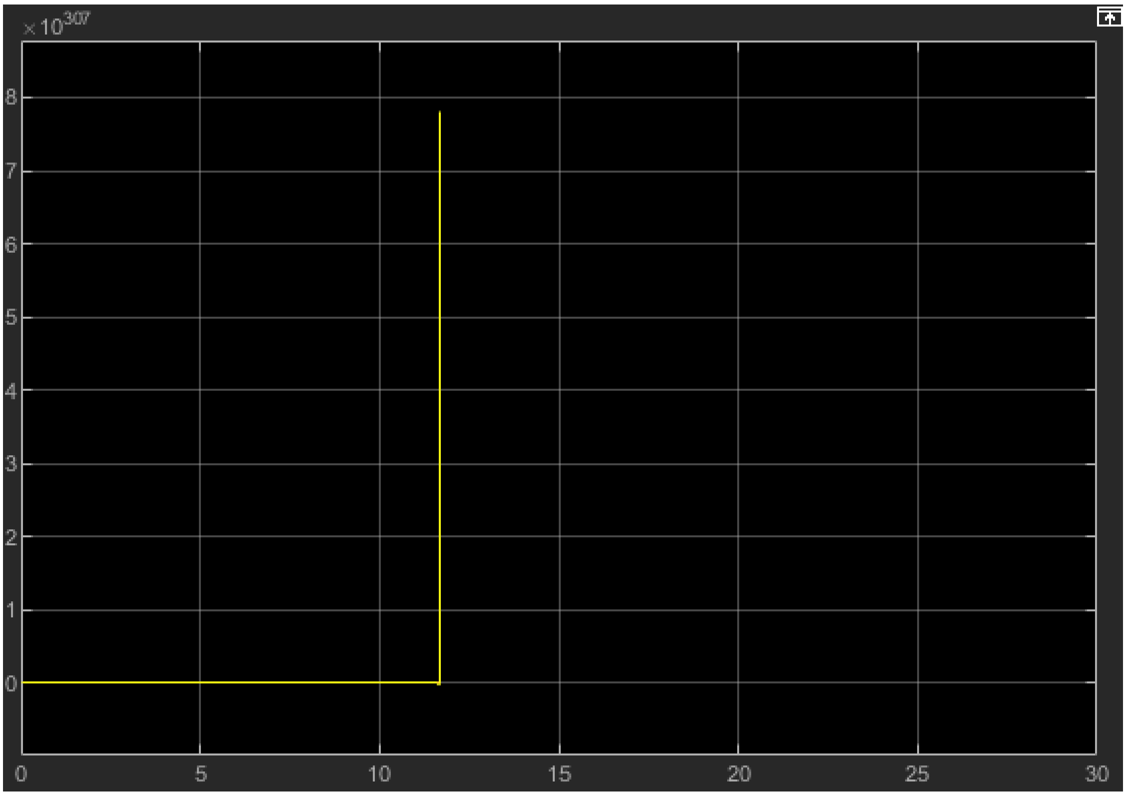

Рис. 8 Идентификация a, b при γ=0.5

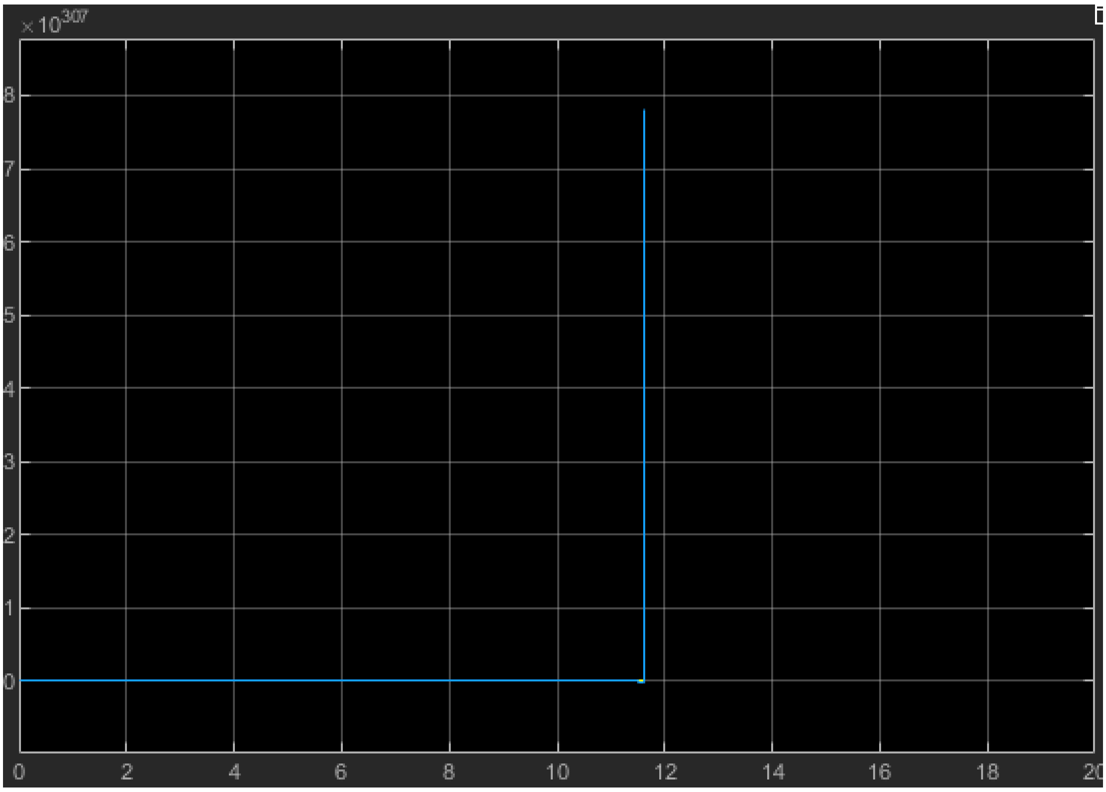

Рис. 9 Идентификация a, b при γ=10

Как видно предложенные значения γ все еще велики и система разваливается. Попробуем взять $\gamma = 0.01$

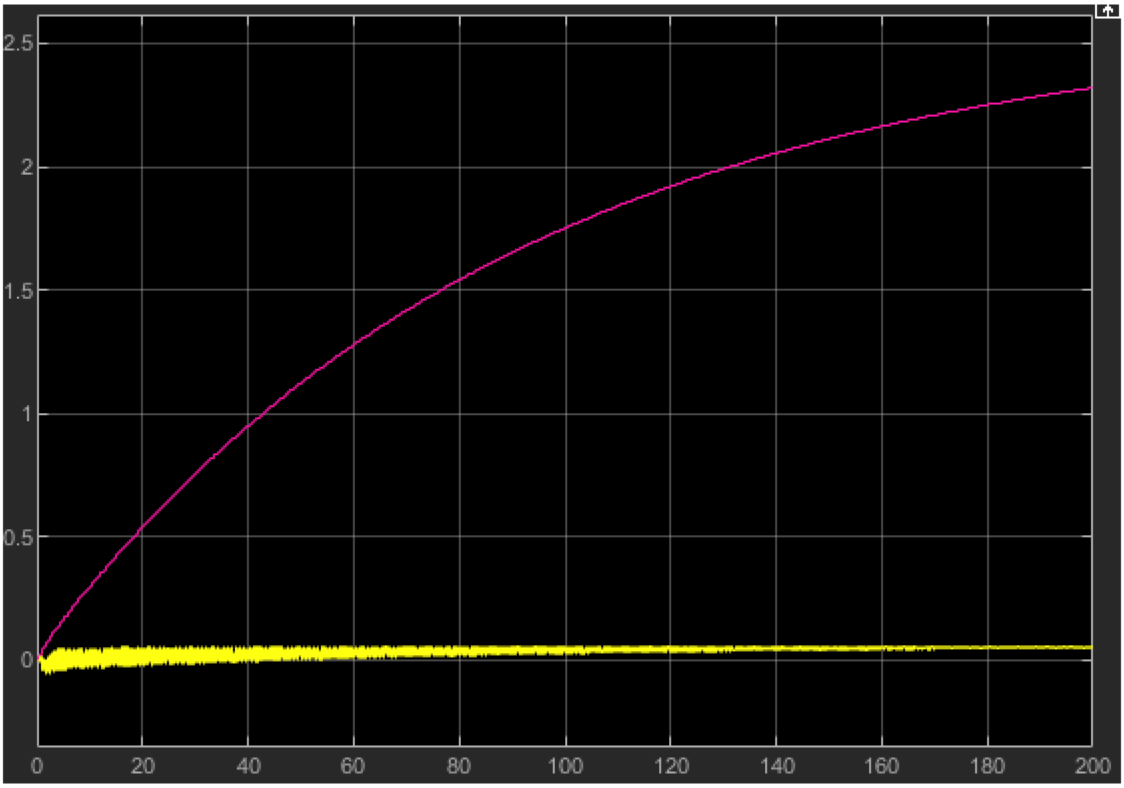

Рис. 10 Идентификация a, b при γ=0.01

Вывод: когда при упрощенном градиентном алгоритме происходит увеличение параметра — это может привести к неустойчивости системы идентификации

Задание №2:

Построить схему моделирования дискретной линейной системы с передаточной функцией $W(z) = \frac{b}{z^2+a_1z+a_2}$, интервал дискретизации $T_d = 0.1$ секунды. На вход системы подается сигнал $u(t) = \sin{(\omega t)}$

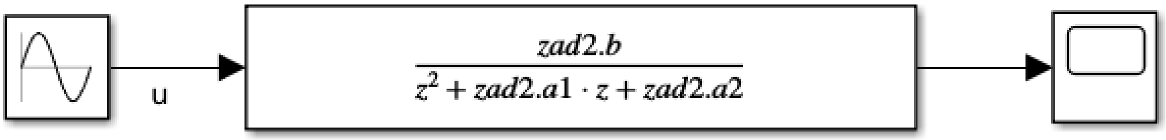

Рис.11 Схема моделирования

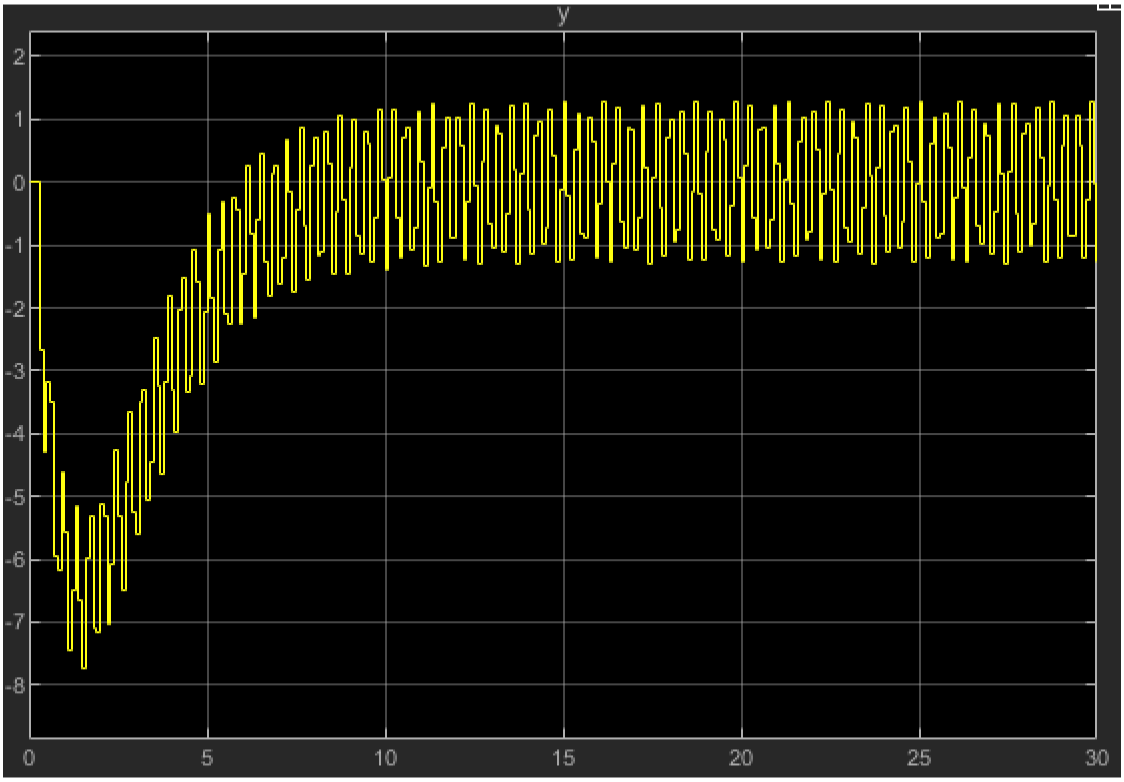

Рис.12 Переходная характеристика дискретной линейной системы

Построим схему идентификации параметров a1, a2, b на основе градиентного алгоритма:

$$\hat{\theta}(k) = \hat{\theta}(k-1) + \gamma \frac{\phi(k)e^0(k)}{1 + \gamma\phi^T(k)\phi(k)}$$

$$y = \frac{b}{z^2 + a_1 z + a_2} u \rightarrow y(z^2 + a_1 z + a_2) = bu \rightarrow y = \varphi^T\theta, \text{где } \varphi = \begin{bmatrix} \frac{z}{z^2+z+1} y \\ \frac{1}{z^2+z+1} y \\ \frac{1}{z^2+z+1} u \end{bmatrix}, \theta = \begin{bmatrix} 1 - a_1 \\ 1 - a_2 \\ b \end{bmatrix}$$

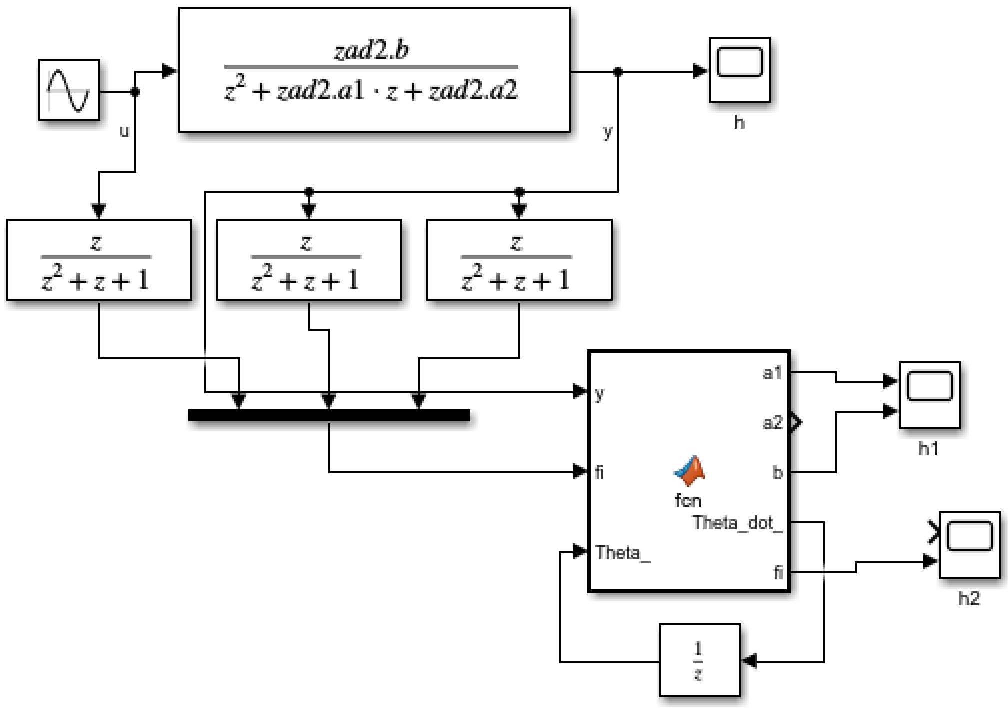

Рис.13 Схема моделирования на основе градиентного алгоритма

```
function [a1,a2,b,Theta_dot_,fi] = fcn(y,fi,Theta_)

gamma=1;
e0=y-fi'*Theta_;
Theta_dot_=Theta_+gamma*fi*e0/(1+gamma*fi'*fi);
a1=1-Theta_dot_(1);
a2=1-Theta_dot_(2);
b=Theta_dot_(3);;
```

Подадим на вход системы сигнал $u(t) = \sin(\omega t)$. Проведем численной моделирование процесса идентификации параметров a1, a2, b при значении $\gamma = 1$. Время моделирование не менее 60 секунд

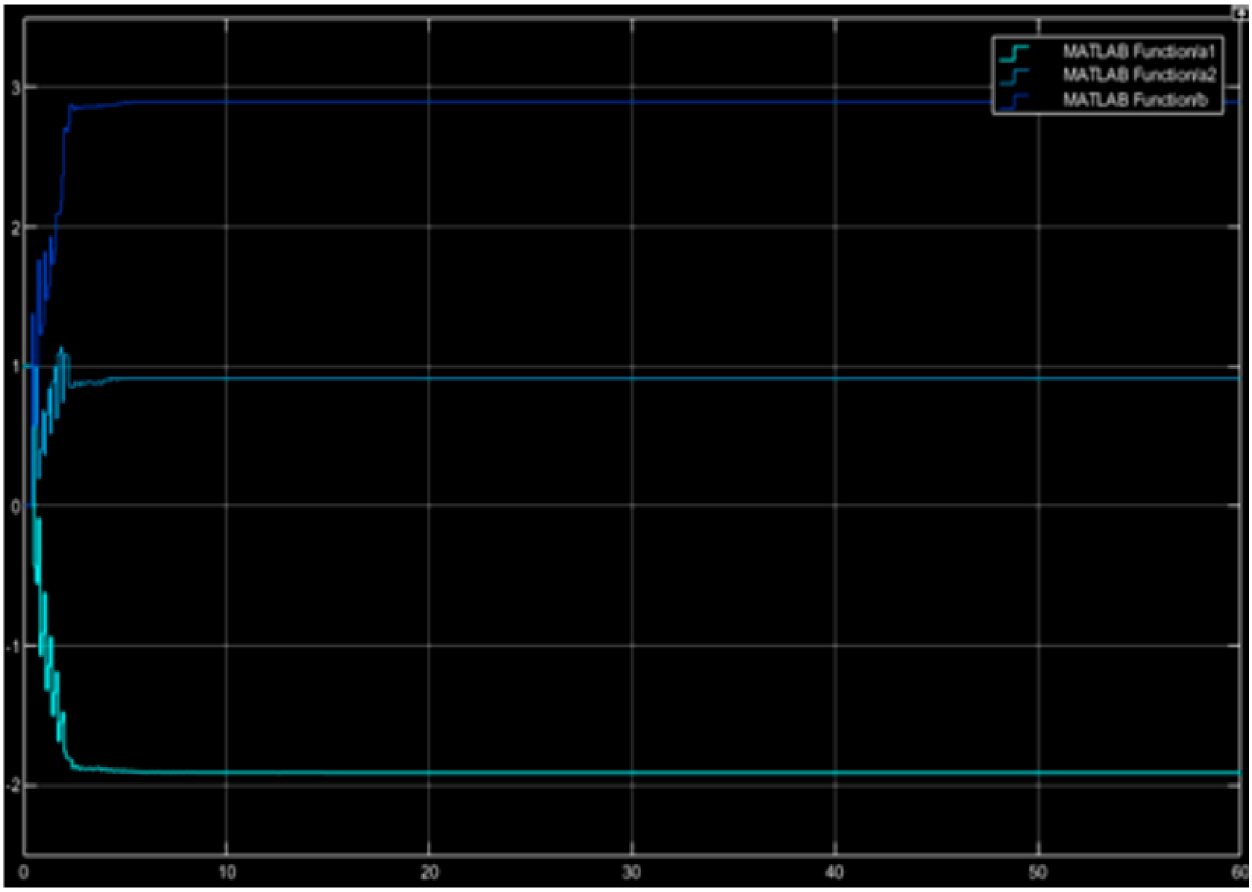

Рис.14 Идентификация a1, a2, b при γ=1

Вывод: С увеличением γ уменьшается перерегулирование процесса, увеличивается скорость идентификации.

Подадим на вход системы сигнал $u(t) = \sin(\omega t) + 0.2\sin\,(0.5\omega t)$. Проведем численной моделирование процесса идентификации параметров a1, a2, b при значении $\gamma = 1$. Время моделирование не менее 60 секунд.

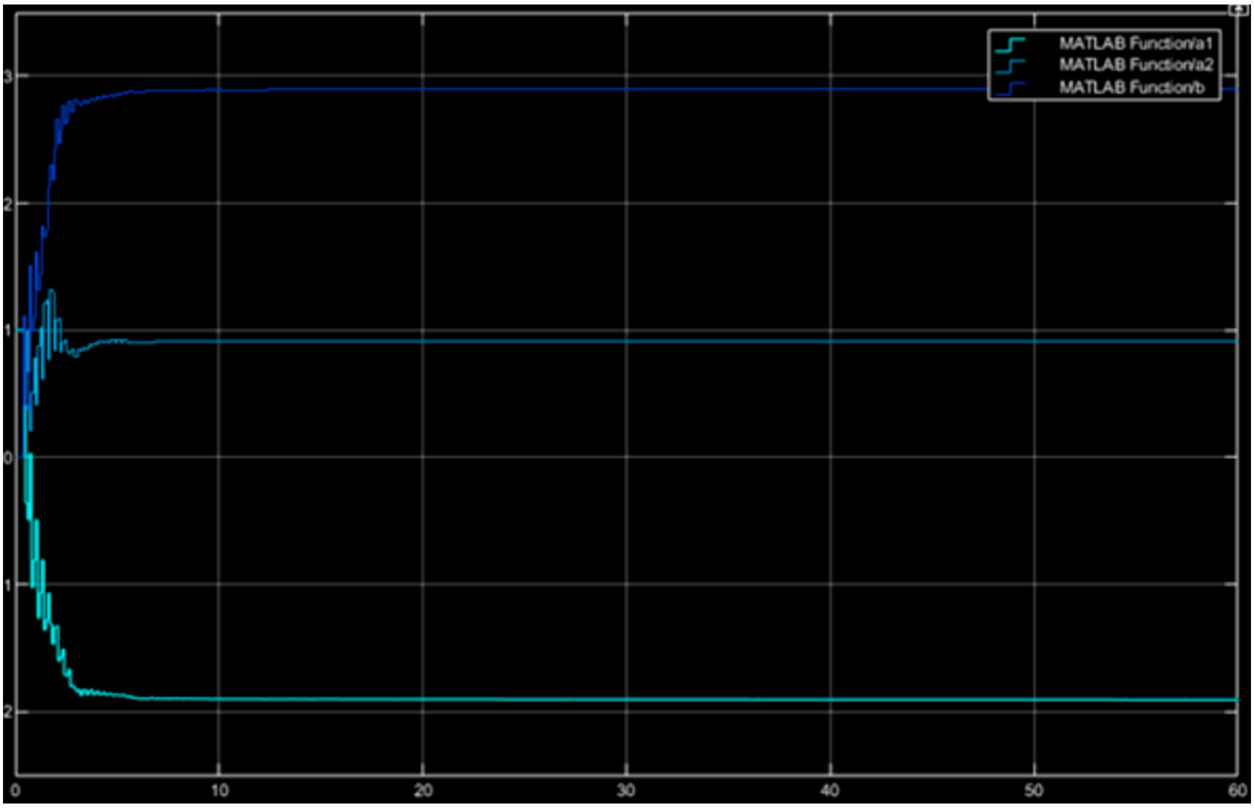

Рис.15 Идентификация a1, a2, b при γ=1

Вывод: по сравнению с предыдущим пунктом увеличилось время переходного процесса и перерегулирование.

Задание для непрерывного времени.

```
>> S_c=d2c(S)

S_c =

    -14.87 s + 290.2
  ----------------------
  s^2 + 1.451 s + 0.5267
```

$$a_1 = 1.451, a_2 = 0.5267, b_1 = -14.87, b_2 = 290.2$$

$$y = \frac{b_1 s + b_2}{s^2 + a_1 s + a_2} u \to y(s^2 + a_1 s + a_2) = b_1 s u + b_2 u$$
$$\to y(s^2 + s + 1) + s(a_1 - 1)y + (a_2 - 1)y = b_1 s u + b_2 u \to y$$
$$= \frac{(1 - a_1)s}{s^2 + s + 1} y + \frac{(1 - a_2)}{s^2 + s + 1} y + \frac{b_1 s}{s^2 + s + 1} u + \frac{b_2}{s^2 + s + 1} u$$

$$y = \varphi^T\theta, \text{где } \varphi = \begin{bmatrix} \frac{s}{s^2+s+1}y \\ \frac{1}{s^2+s+1}y \\ \frac{s}{s^2+s+1}u \\ \frac{1}{s^2+s+1}u \end{bmatrix}, \theta = \begin{bmatrix} 1-a_1 \\ 1-a_2 \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix}$$

$$\dot{\hat{\theta}}(t) = \gamma\int_0^t \phi(\tau)y(\tau)d\tau - \gamma\int_0^t \phi(\tau)\phi^\top(\tau)d\tau\hat{\theta}(t).$$

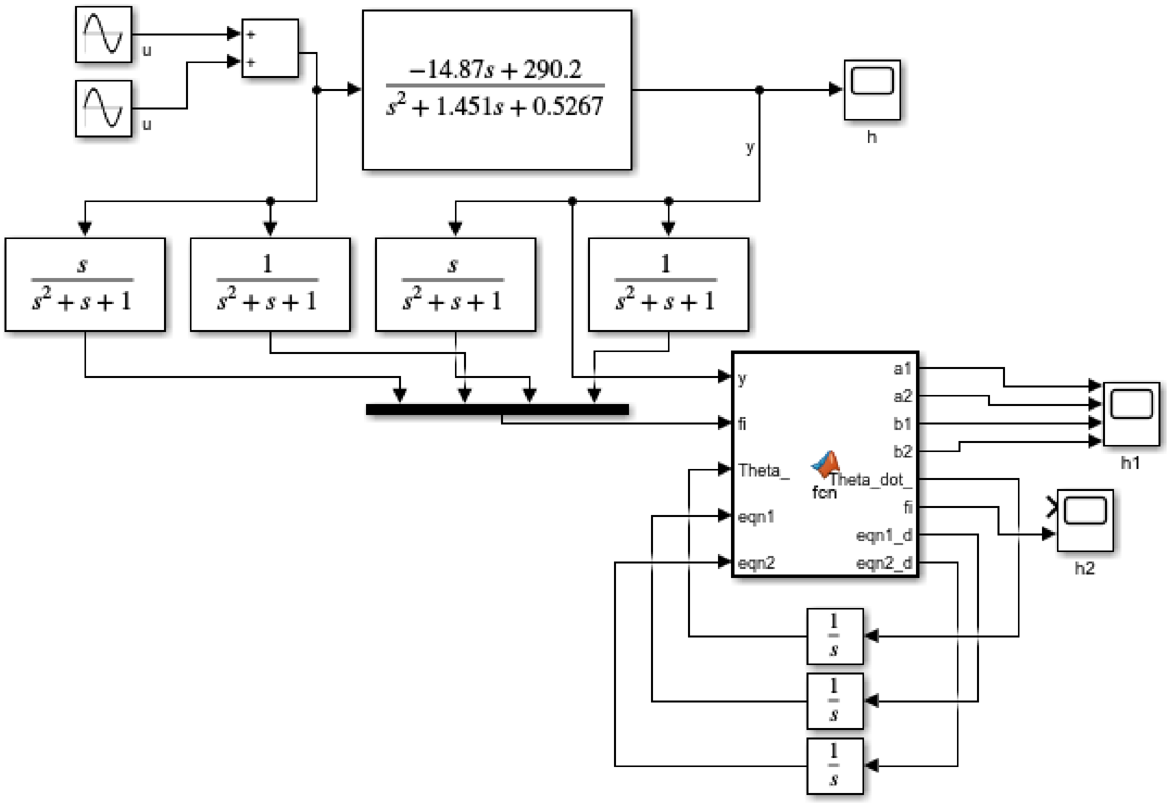

Рис. 16 Схема моделирования непрерывной системе на основе градиентного метода

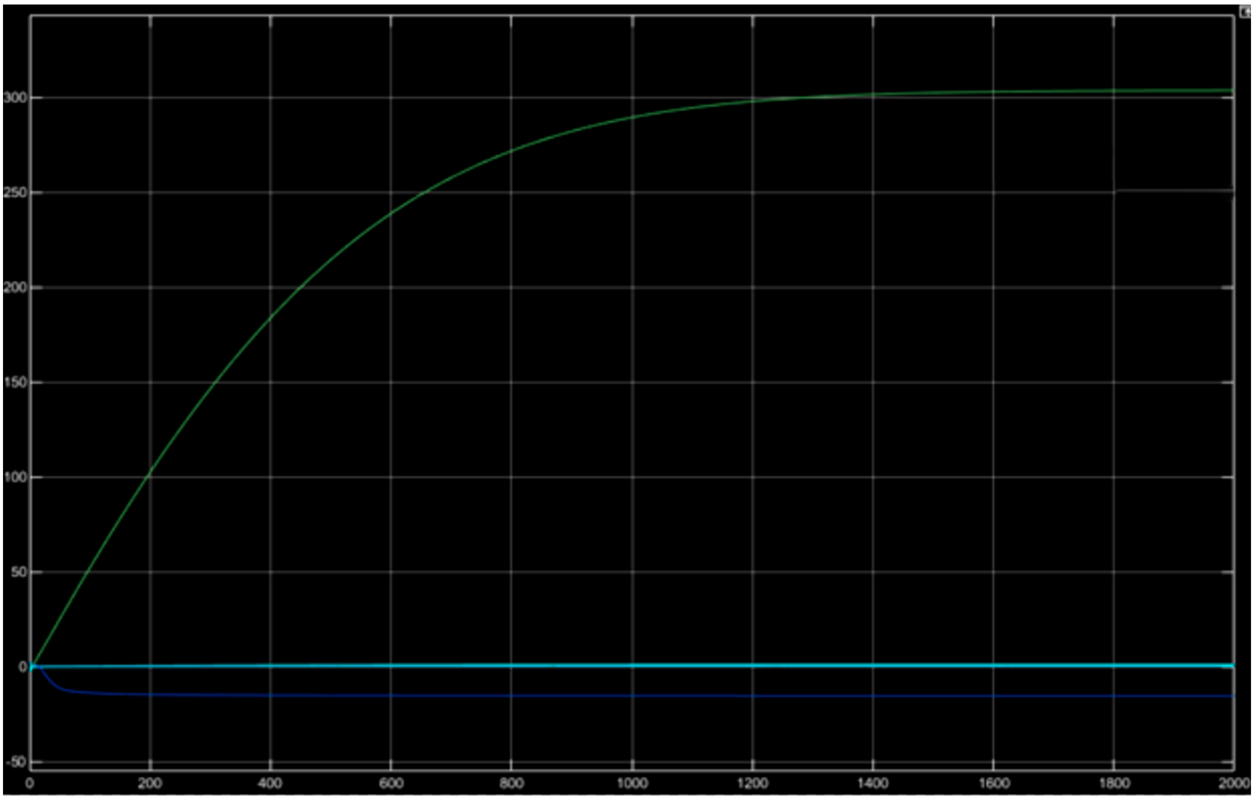

Рис. 17 График вектора оцениваемых параметров при γ=10

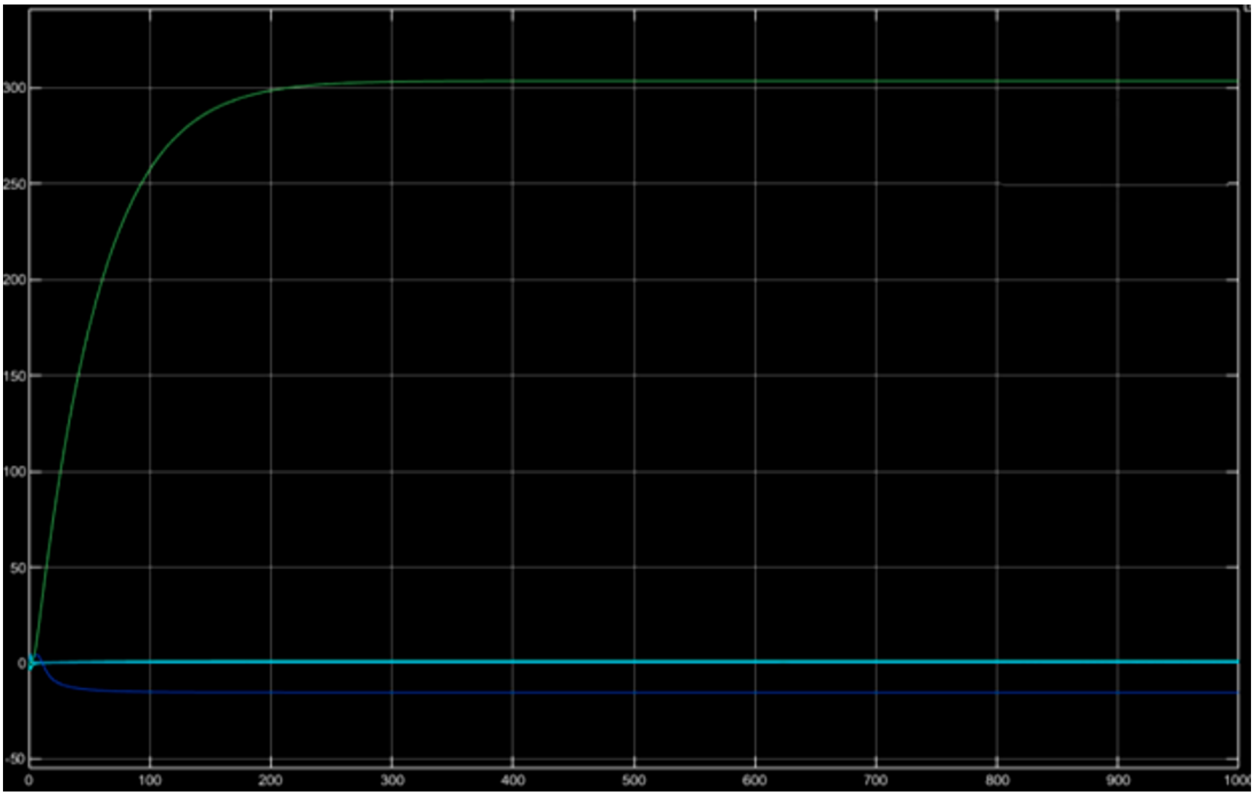

Рис. 18 График вектора оцениваемых параметров при γ=100

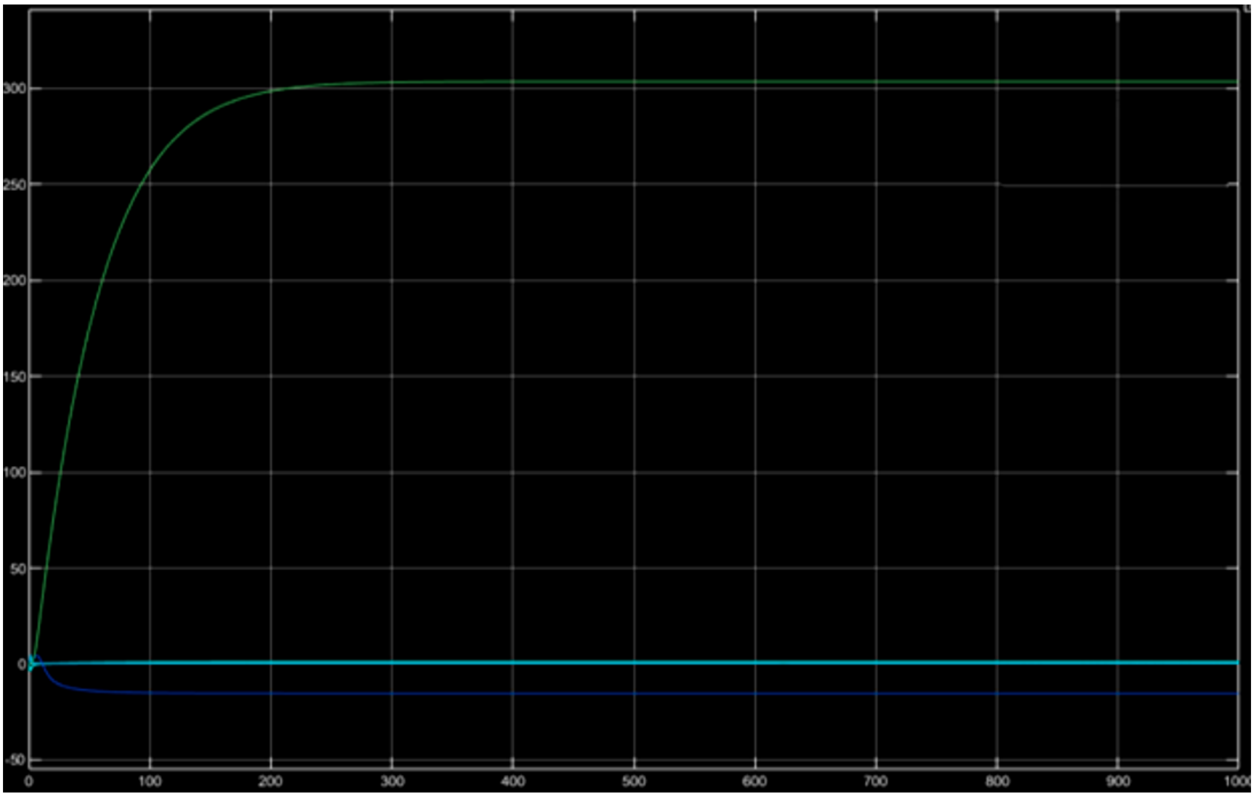

Рис. 19 График вектора оцениваемых параметров при γ=0,1

Как видно по графикам, при увеличении гаммы, ускоряется идентификация.

<u>Задание 3:</u>

Построить схему моделирования дискретной линейной системы с передаточной функцией $W(z) = \frac{b}{p+a} * u(t)$, схема должна быть построена таким образом, чтобы измерению были доступны $y(t)$ $\dot{y}(t)$

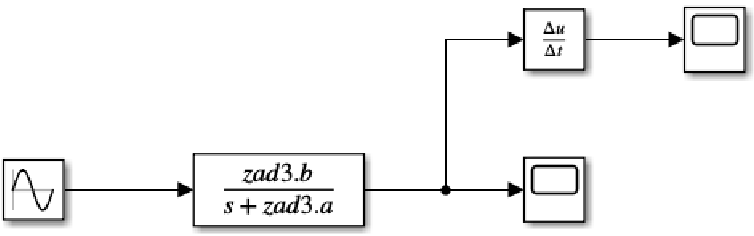

Рис. 16 Схема моделирования

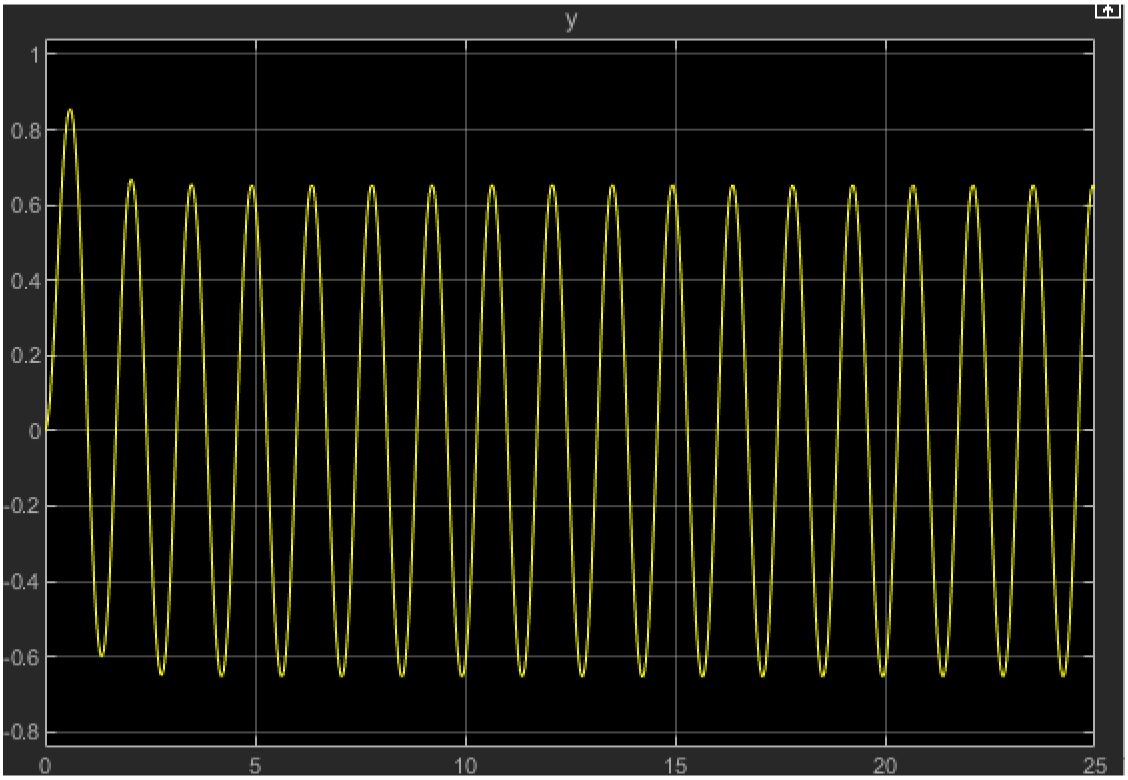

Рис. 17 Переходная характеристика выходного сигнала

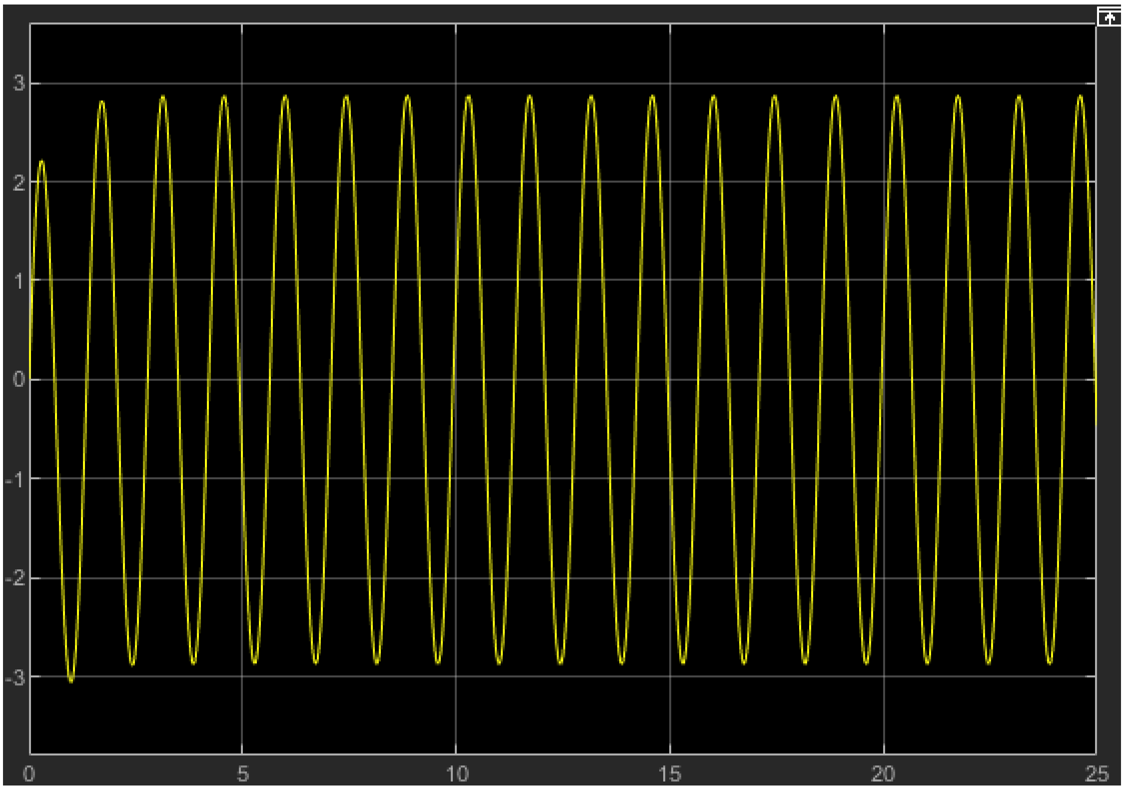

Рис. 18 Переходная характеристика производной выходного сигнала

Произведем параметризацию объекта

$$y = \frac{b}{s+a}u \rightarrow y(s+a) = bu \rightarrow y = \varphi^T\theta, \text{где } \varphi = \begin{bmatrix} \frac{1}{s+1}y \\ \frac{1}{s+1}u \end{bmatrix}, \theta = \begin{bmatrix} 1-a \\ b \end{bmatrix}$$

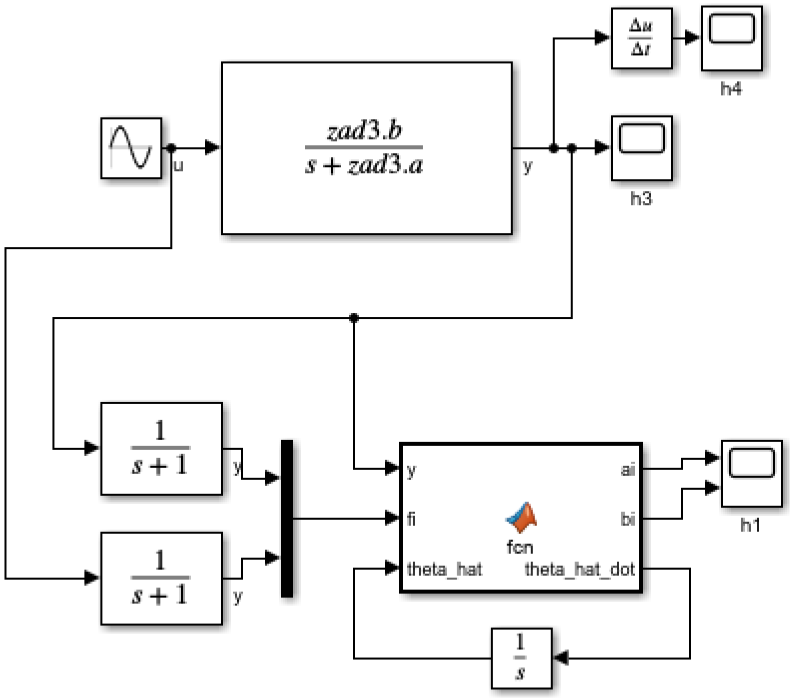

Рис. 19 Схема моделирования с идентификатором

```
function [ai,bi,theta_hat_dot]=fcn(y,fi,theta_hat)

gamma=1;
e=y-fi'*theta_hat;
theta_hat_dot=gamma*fi*e;
ai=-(theta_hat(1)-1);
bi=theta_hat(2);
```

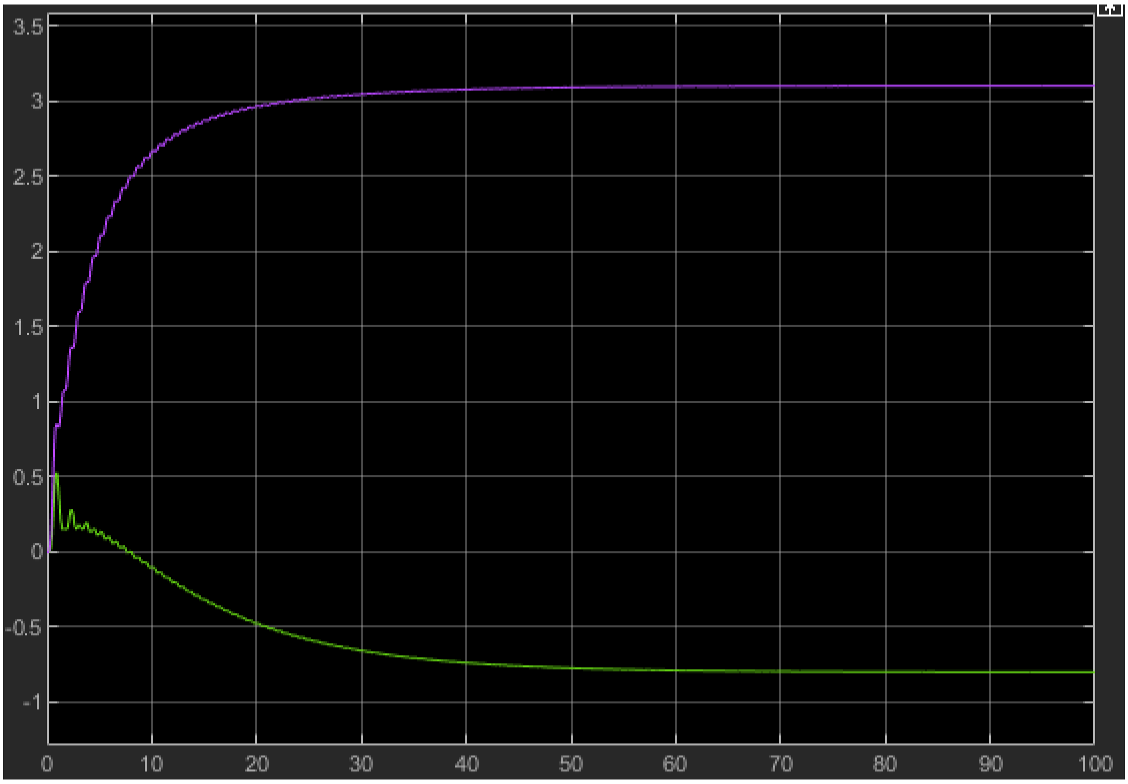

Рис.20 Идентификация при γ=10

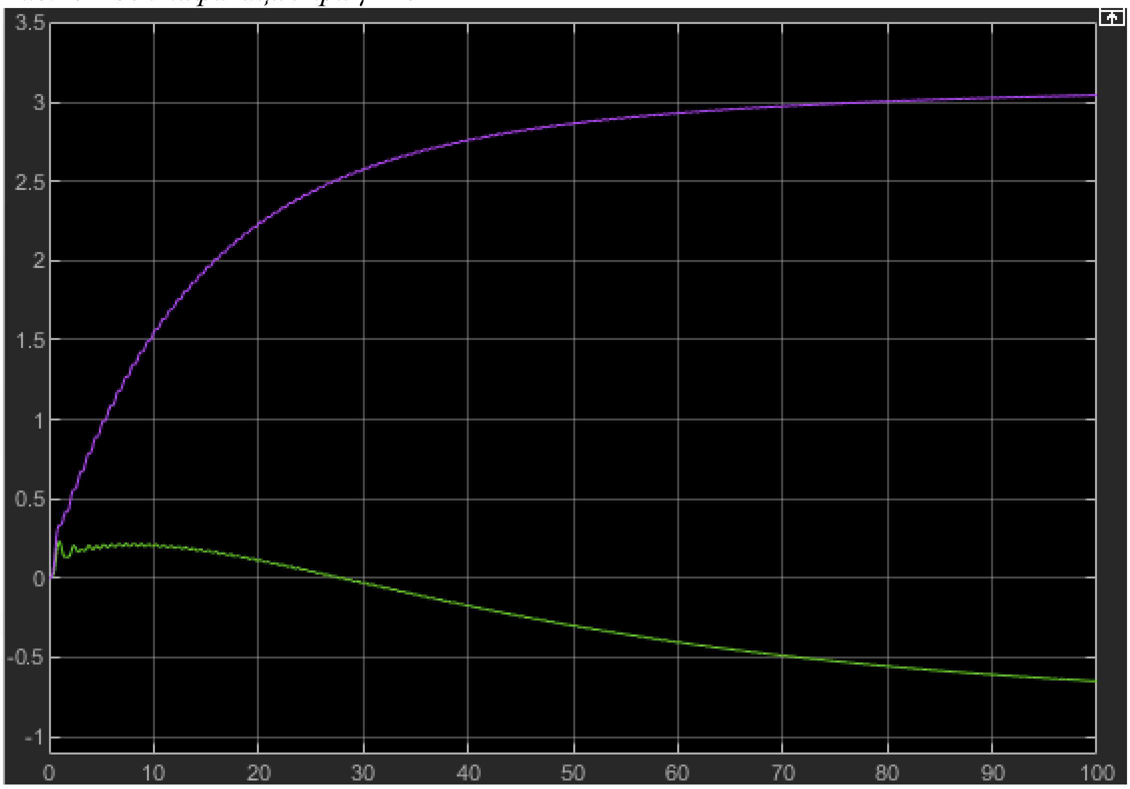

Рис.21 Идентификация при γ=3

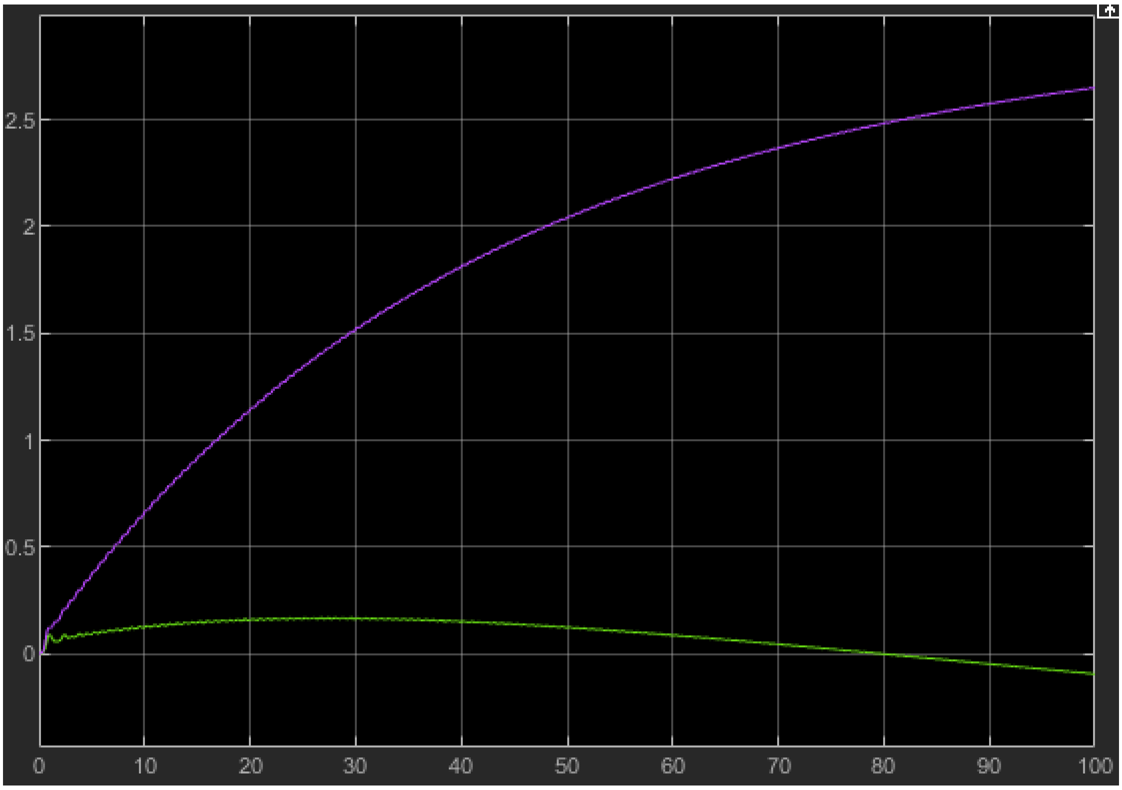

Рис.22 Идентификация при γ=1

Вывод: при увеличении γ мы увеличиваем колебания процесса идентификации, но сокращаем время идентификации.