Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Московский государственный технический университет

имени Н.Э. Баумана

(национальный исследовательский университет)»

(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Факультет: «Специальное машиностроение»

Кафедра: «Робототехнические системы и мехатроника»

<u>Домашнее задание № 1</u>

по курсу «Теория автоматического управления»

Вариант 13

Выполнил: Садовец Р. В.

Группа: СМ7-62Б

Проверил(а):

Москва, 2024 г.

```
x = linspace(36.1, 200, 1000);

figure('Name','q(a) plot');
plot(x,q(x),"DisplayName","q = q(a)",'LineWidth',2); %Plotting y=q(a)
yline(2/3, '-r', 'LineWidth', 2);                   %Plotting y=2/3
xlabel("a");
ylabel("q(a)");
grid on;

%%
function y = q(a)
    % Define func y = q(a)
    y = 2/pi .* asin( 36 ./ a ) + 72/pi * sqrt(1 - 1296 ./ a.^2) ./
a;

end
```

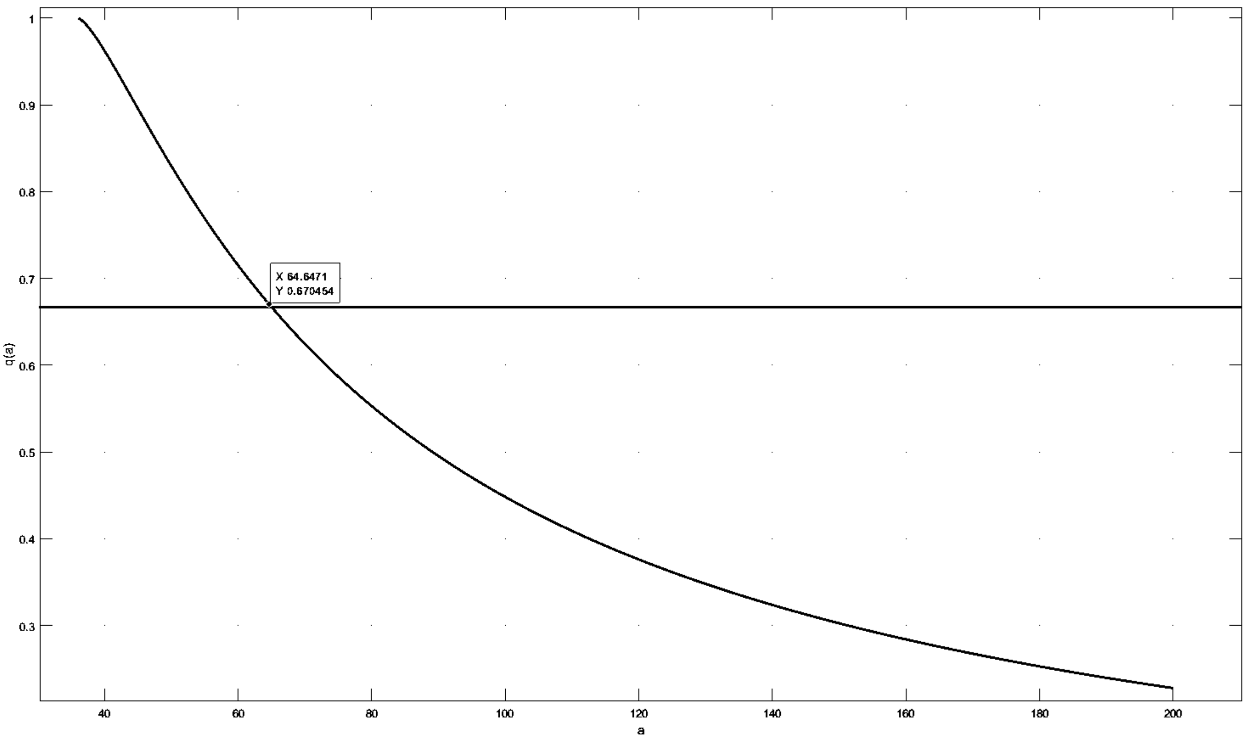

Рис. 1. График функции q(a) = 2/3

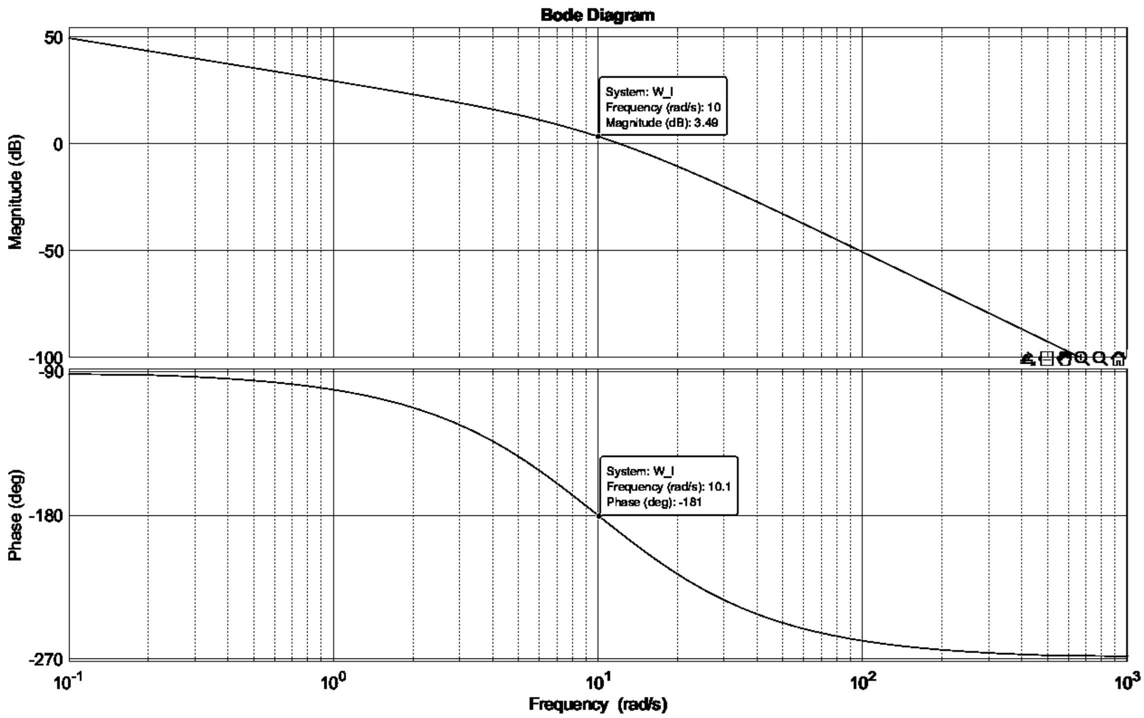

Рис. 2. ЛАЧХ и АФЧХ для линейной части системы

```
figure('Name','Nonlinear part plot')
semilogx(x, -20*log( q(x) ), "DisplayName","Nonlinear part plot",
'LineWidth', 2);
xlabel("a");
ylabel("-20lg( q(a) )");

grid on;
hold on;
```

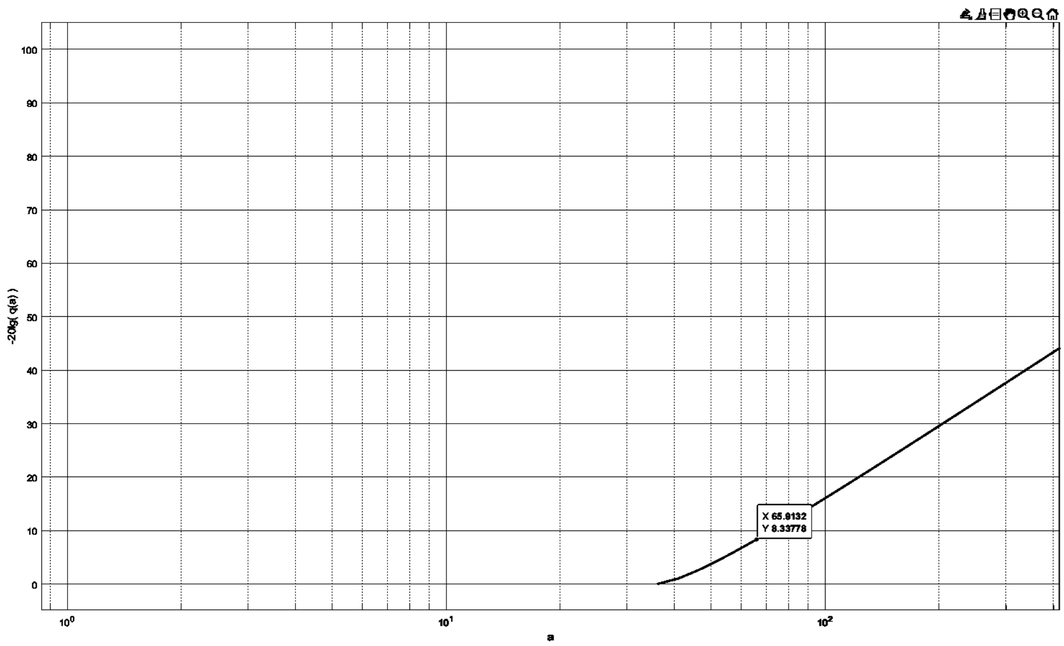

Рис. 3. ЛАЧХ для нелинейной части системы (y = -20lg(q(a)))

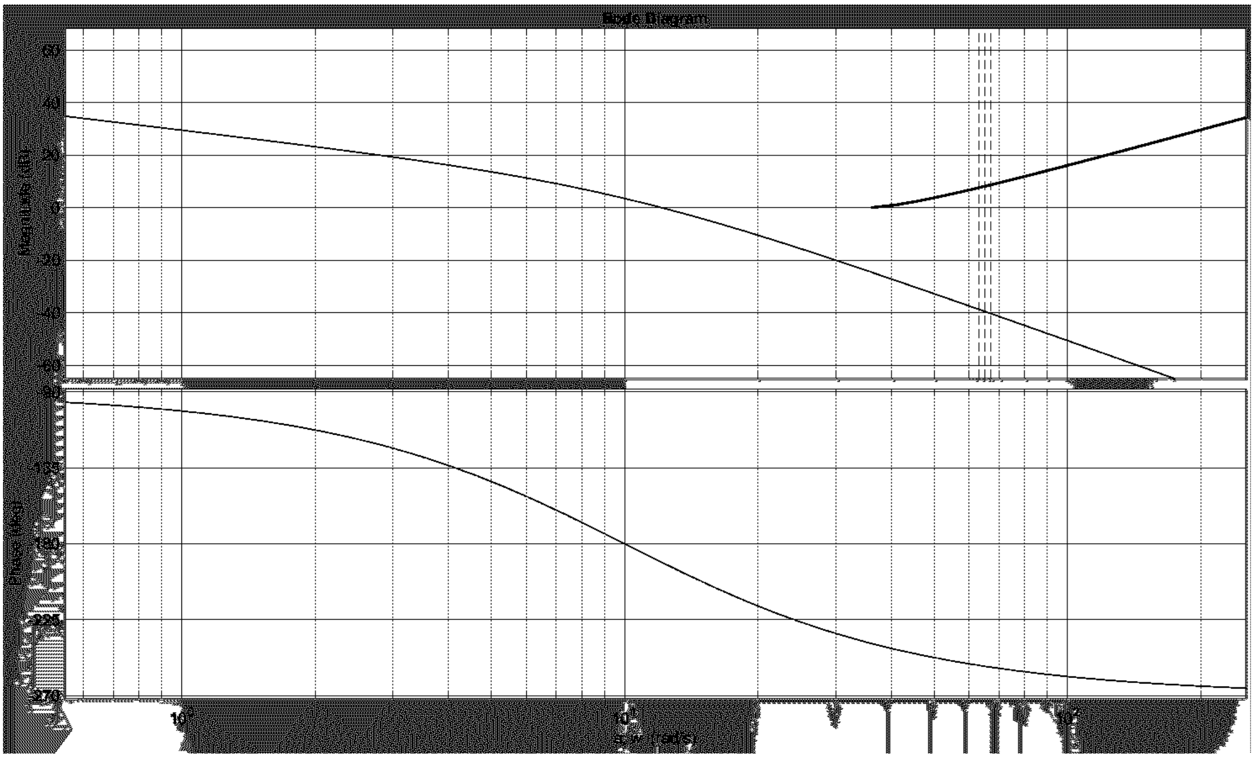

Рис. 4. Объединение ЛАЧХ и -20lg(q(a))

Компьютерный часть

```
%% Params for Linear part
k_l = 30;
T_1 = 0.1;
T_2 = 0.1;
```

```
function y = nonlin(eps)
% Define nonlinear part of system
    % Constant parameters
    c = 36;
    k = 1;

    y = k * x;
    for i = 1:length(y)
        if y >= c
            y = c;
        elseif y <= -c
            y = -c;
        end
    end

end
```

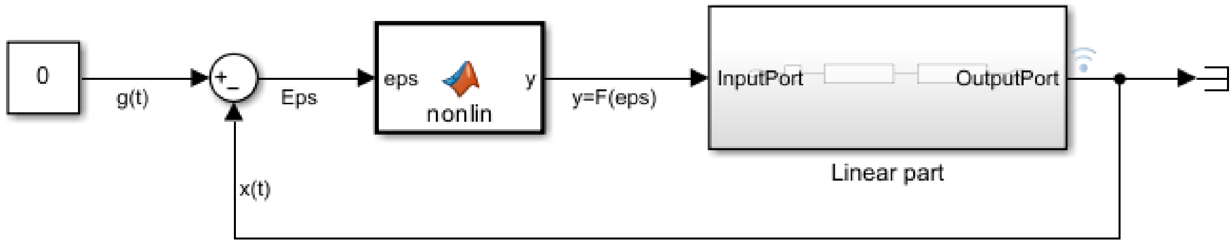

Рис. 5. Структурная схема в Simulink

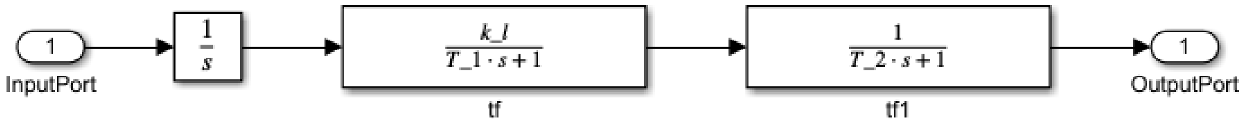

Рис. 6. Структурная схема линейной части в Simulink

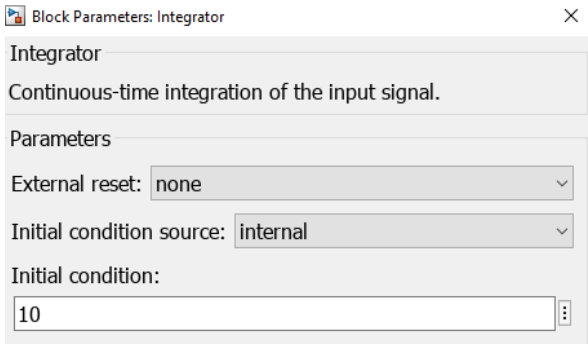

Рис. 7. Начальный условия (ω = 10 рад/с) в блоке интегратора

Наиболее подходящий солвер для решения задачи – ode23t. Назначим максимальный шаг, равный 0.5

Смоделируем систему на некотором произвольном участке времени, достаточным для осознания устойчивости автоколебаний. В ходе работы устанавливались различные промежутки времени моделирования системы, но после 2 секунды амплитуда автоколебаний не меняется. График для 5 секунд представлен ниже (рис. 8)

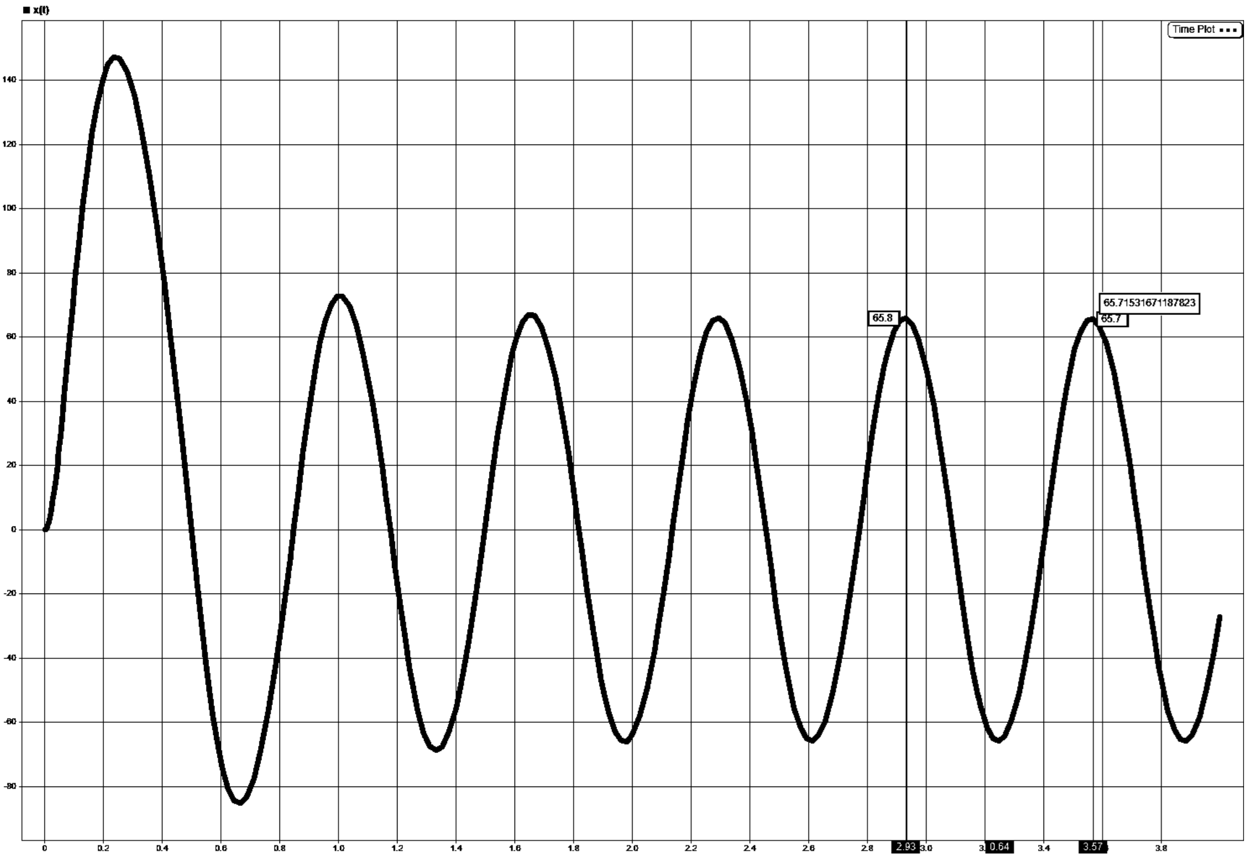

Рис. 8. Выходной график системы

По полученному графику можно получить приблизительный параметры системы:

$$a = 65.72$$

$$\Delta T = 0{,}64 \text{ сек.} \rightarrow f = \frac{1}{\Delta T} = \frac{1}{0.64} \sim 1.5625 \text{ Гц} \rightarrow \omega = f * 2\pi = 1.5625 * 2\pi$$

$$\rightarrow \omega = 9.82 \text{ рад/с}$$

Получаем автоколебания со следующими параметрами:

$$x(t) = 65.72 * \sin(9.82 * t)$$

Попробуем вывести систему из состояния устойчивости, задав значение для ω = 1000 рад/с (рис. 9)

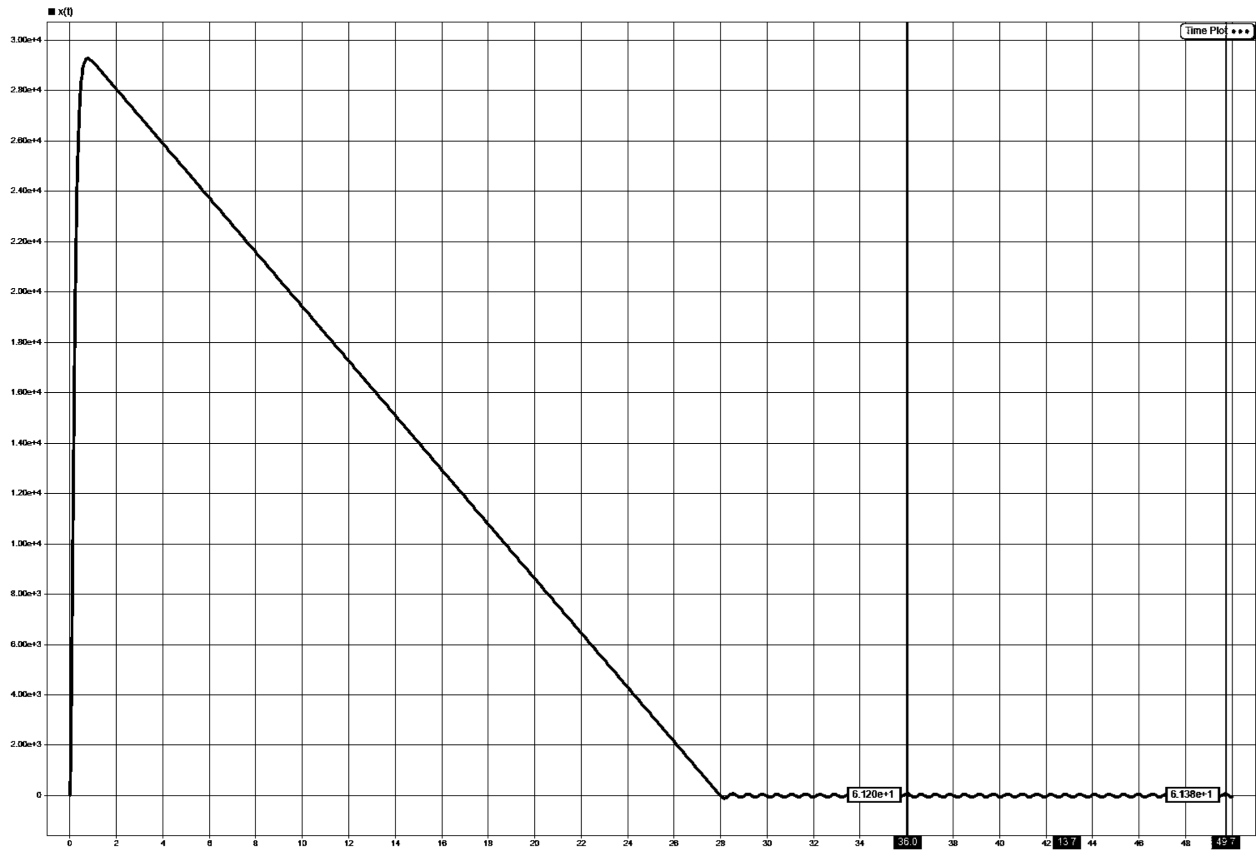

Рис. 9. Выходной график системы при ω = 1000 рад/с

Видно, что система не потеряла устойчивость автоколебаний.

При задании малых начальных условий (ω = 0.1 рад/с) система вначале начинает расходиться (рис. 10), но через какой-то промежуток времени возвращается на те же параметры автоколебаний.

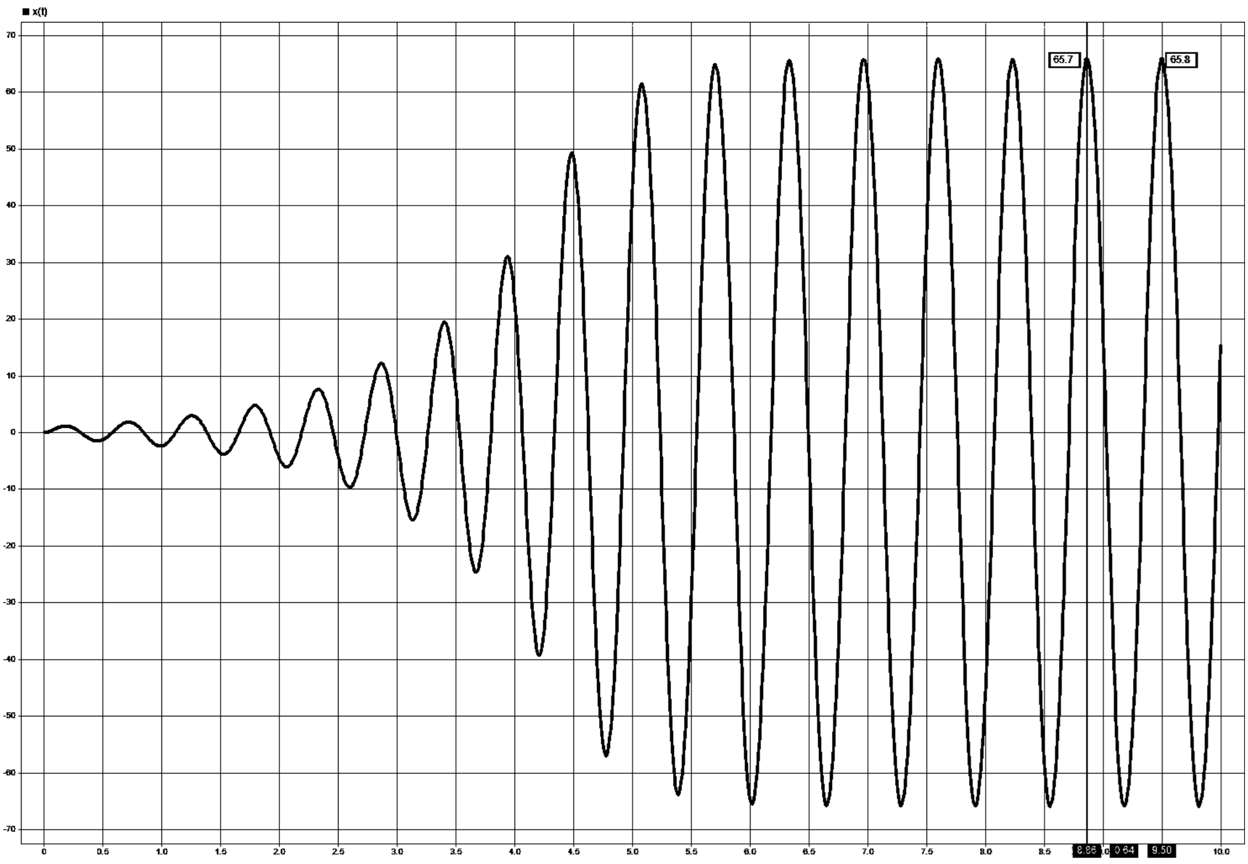

Рис. 10. Выходной график системы при ω = 0.1 рад/с