

Отчет по заданию №4.2

Кондратенко Федор, гр 13632/1

2019 г.

Создание пространства состояний

Для создания пространства состояний использовались следующие параметры:

$$m_1 = 30, \quad b_1 = 30, \quad c_1 = 4650, \quad m_2 = 3.6, \quad b_2 = 10, \quad c_2 = 400.$$

Параметр b_1 был специально уменьшен, так как при исходном параметре $b_1^0 = 1200$ линейный анализ системы выполнить не удавалось.

Были созданы матрицы A, B, C, D, используя следующий набор команд:

Листинг 1: Создание матриц для пространства состояний

```
A = [0 1 0 0;  
      -(c1 + c2)/m1  -(b1 + b2)/m1  c2/m1  b2/m1;  
      0 0 0 1;  
      c2/m2  b2/m2  -c2/m2  -b2/m2];  
B = [0 0; 1/m1 0; 0 0; 0 1/m2];  
C = eye(4);  
D = zeros(4, 2);
```

SSP Simulink

Блок-схемы и моделирование Была создана следующая блок-схема:

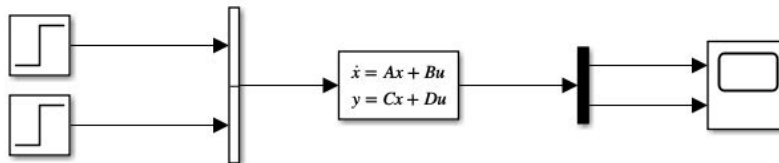


Рис. 1: Блок-схема для получения Step-response

График реакции системы на Step-сигнал:

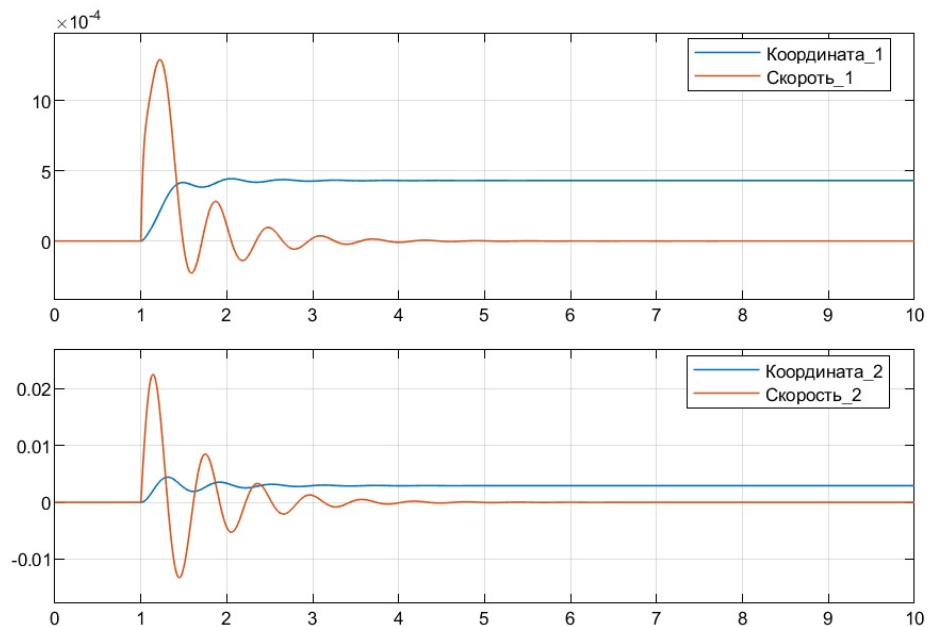


Рис. 2: Simulink Step-response

Далее Step-сигнал был заменен на Sine Wave:

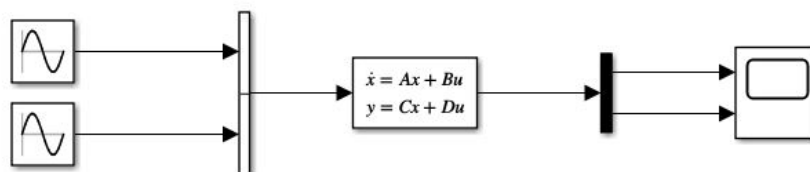


Рис. 3: Блок-схема для получения реакции на синусоидальный сигнал

График реакции системы:

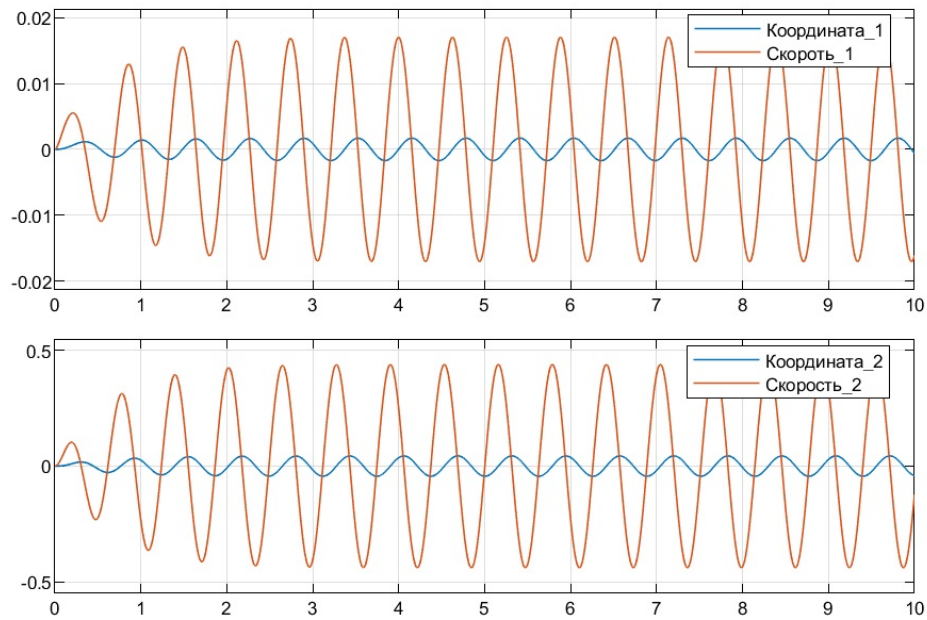


Рис. 4: $\omega = 10$, амплитуда $A = 5$

Линейный анализ системы Изначально линейный анализ проводился при $b_1^0 = 1200$, но на Singular Value plot не было видно второй резонансной частоты:

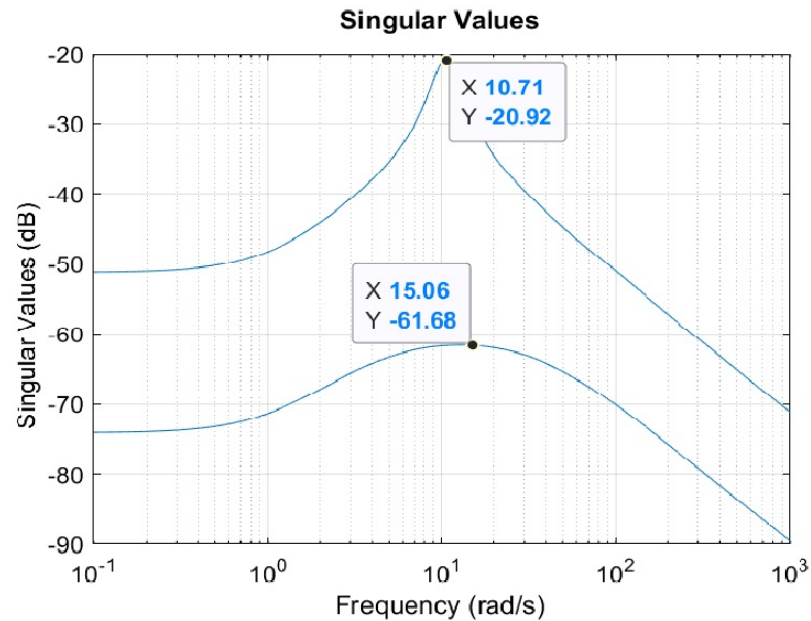


Рис. 5: Singular Value plot, $b_1 = 1200$. Отчетливо видно отсутствие второго максимума на графиках.

Поэтому b_1 было уменьшено до 30:

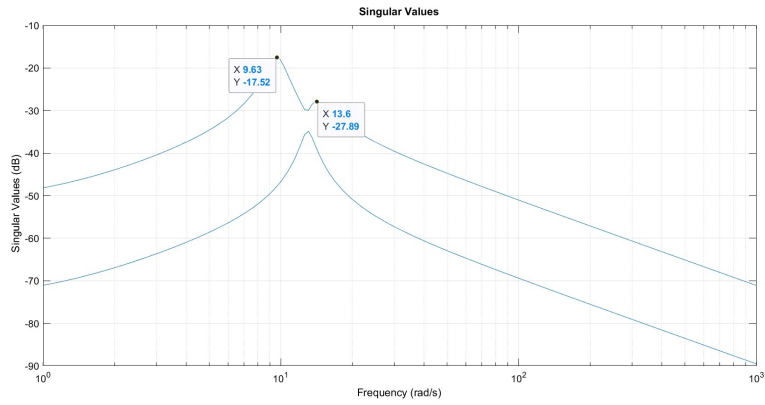


Рис. 6: Singular Value plot, $k_1 = 9.64$, $k_2 = 13.6$

С этим же значением b_1 был получен Bode Plot:

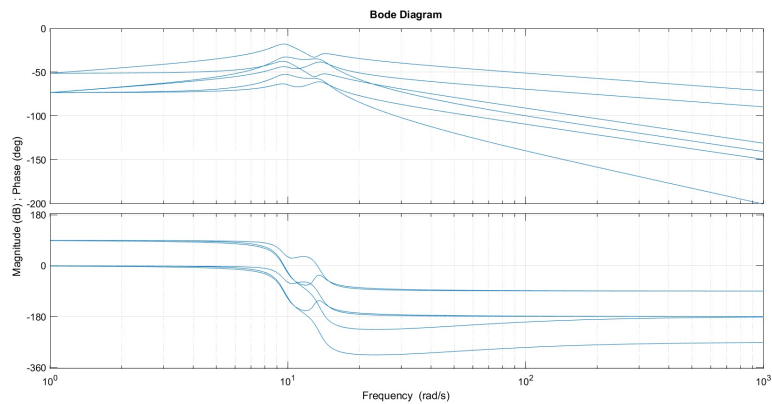


Рис. 7: Bode plot

Но частоты определялись по Singular Value Plot, так как работать с Bode Plot в такой формк не удобно.

SSP Matlab

Для создания и анализа пространства состояний в Matlab, помимо задания переменных были выполнены следующие команды:

Листинг 2: Создание и анализ SSP в Matlab

```
Sb = ss(A, B, C,D);    %Создание SSP-объекта
step(Sb);             %Step-response plot
impulse(Sb);          %Impulse-response plot
bode(Sb);             %Bode plot
nyquist(Sb);          %Годограф Найквиста
Kl_2 = damp(Sb);      %Собственные частоты
```

График реакции на Step-воздействие:

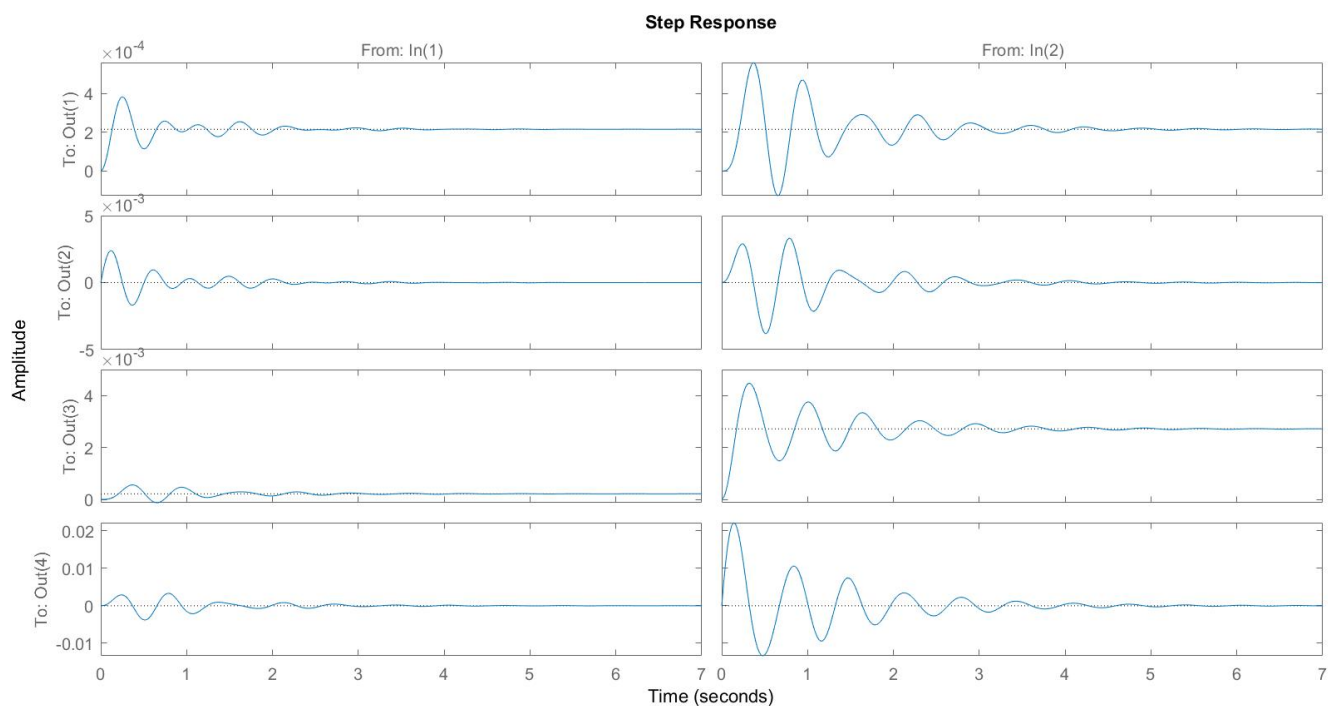


Рис. 8: Step-response plot

В отличие от графика, полученного с использованием Simulink, график из Matlab имеет 8 частей. Это связано с тем, что в модели мы имеем два входных параметра (силы) и четыре выходных параметра (скорости и ускорения). Matlab выводит графики влияния каждого из входных параметров на каждый из выходных параметров.

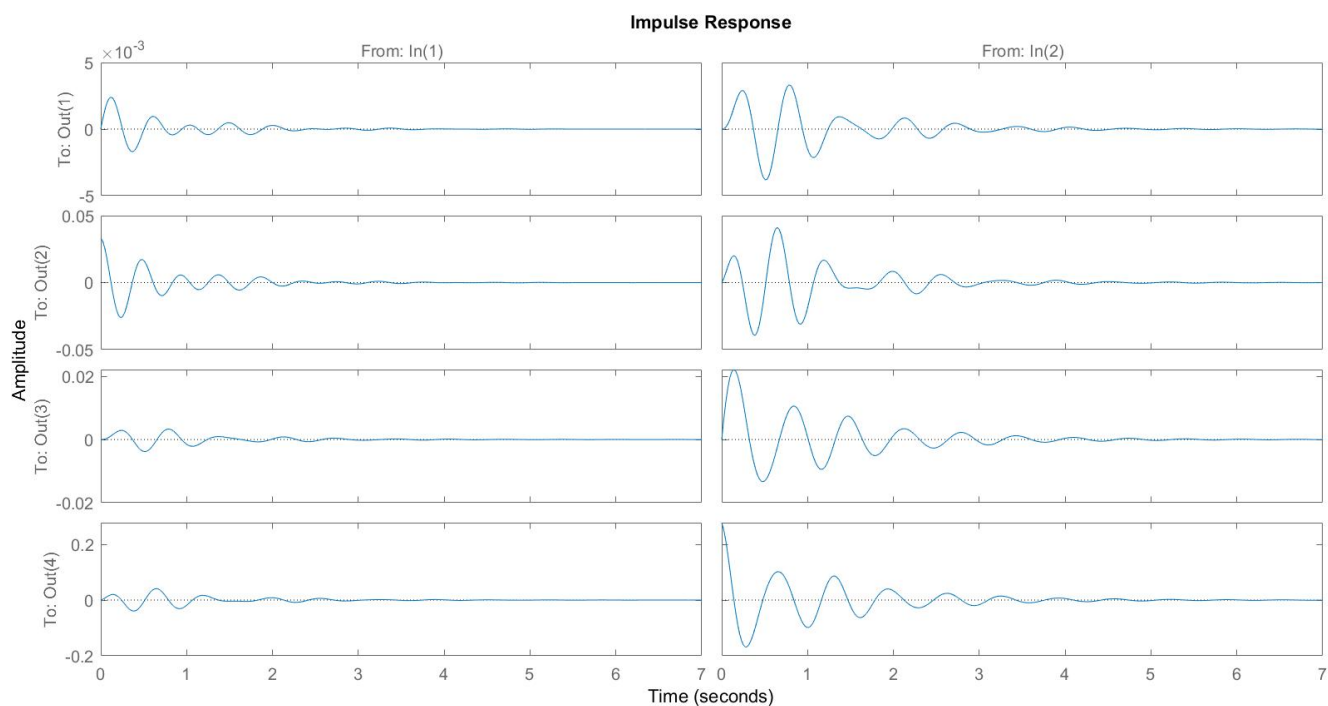


Рис. 9: График влияния на импульсное воздействие

Impulse response plot также имеет 8 подграфиков с влиянием каждого параметра на каждый.

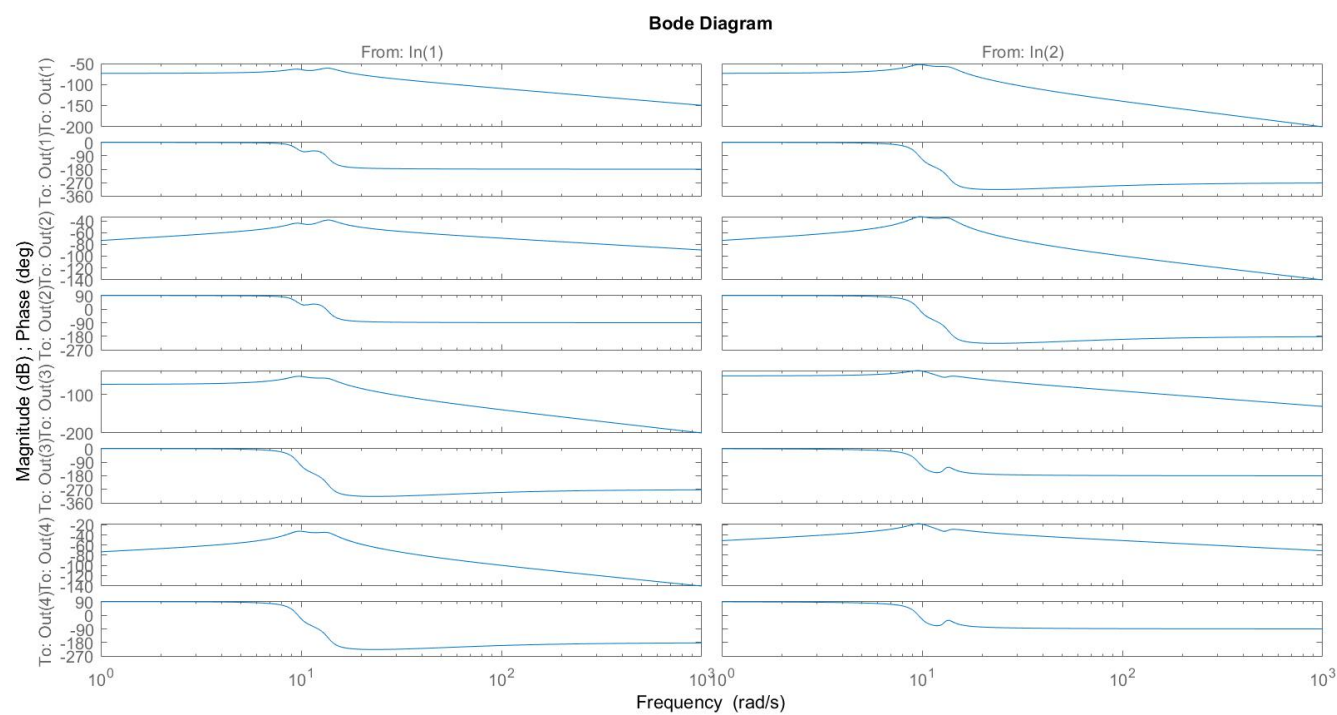


Рис. 10: Диаграмма Боде

Диаграмма Боде имеет уже 16 составляющих, так как на каждый параметр приходится по два подграфика: АЧХ и ФЧХ.

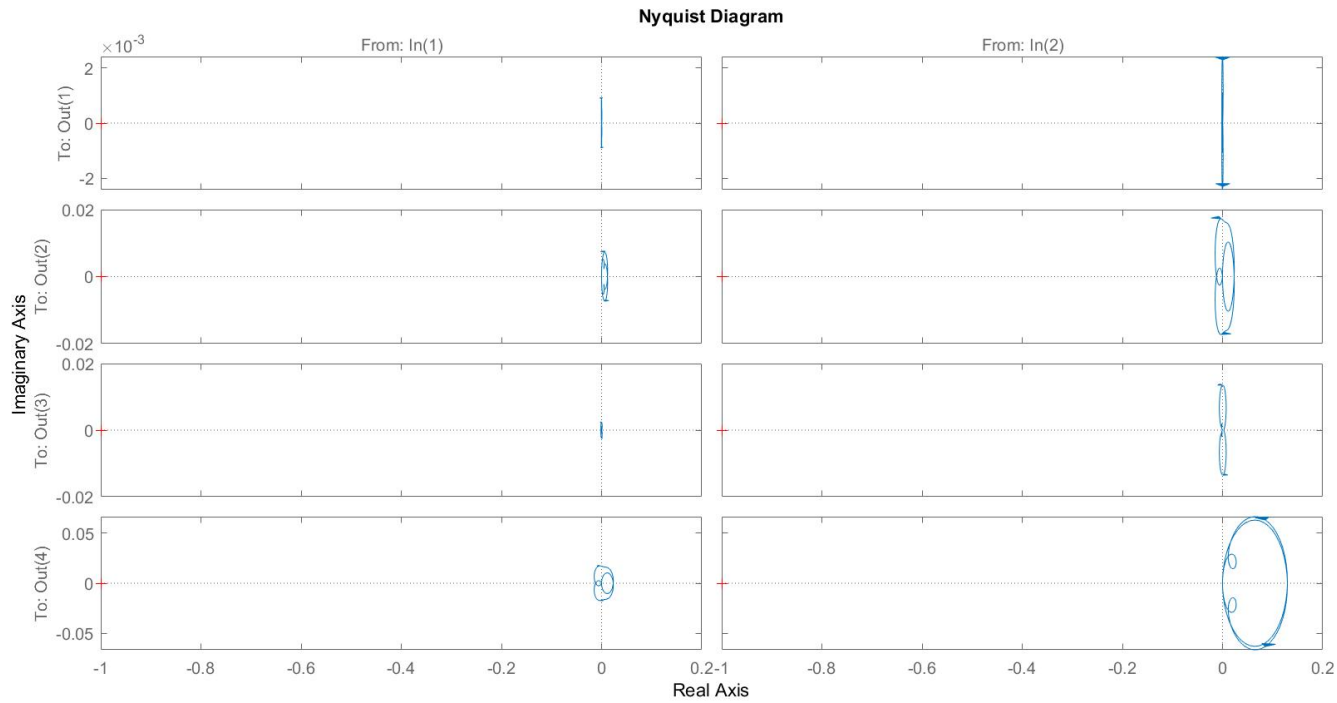


Рис. 11: Диаграмма Найквиста

Годограф Найквиста показывает устойчивость системы. Так как никакой из параметров не охватывает на комплексной плоскости точку $(-1, 0 \cdot i)$, то система устойчива, то есть колебаний не могут начаться самопроизвольно.

Собственные частоты были получены с помощью команды `damp()`. Результат выполнения команды:

$$k_1 = 9.6479, k_2 = 13.6022$$

Как видно, собственные частоты, полученные в Matlab, вычислены более точно. По крайней мере, расхождение с частотами, полученными в Simulink, начинается с тысячных. Это может быть связано с погрешностями определения частот по графику.