

Отчет по заданию №3.2

Кондратенко Федор, гр 13632/1

2019 г.

Модель

В качестве исходной была взята модель из задания 3.1. В нее был внесен ряд изменений, а именно:

1. Вместо коэффициента b задается коэффициент ψ ;
2. Проведен рефакторинг системы, создана вспомогательная подсистема подсистемы для расчета коэффициентов;
3. Добавлены блоки анализа системы.

Внешний вид модели:

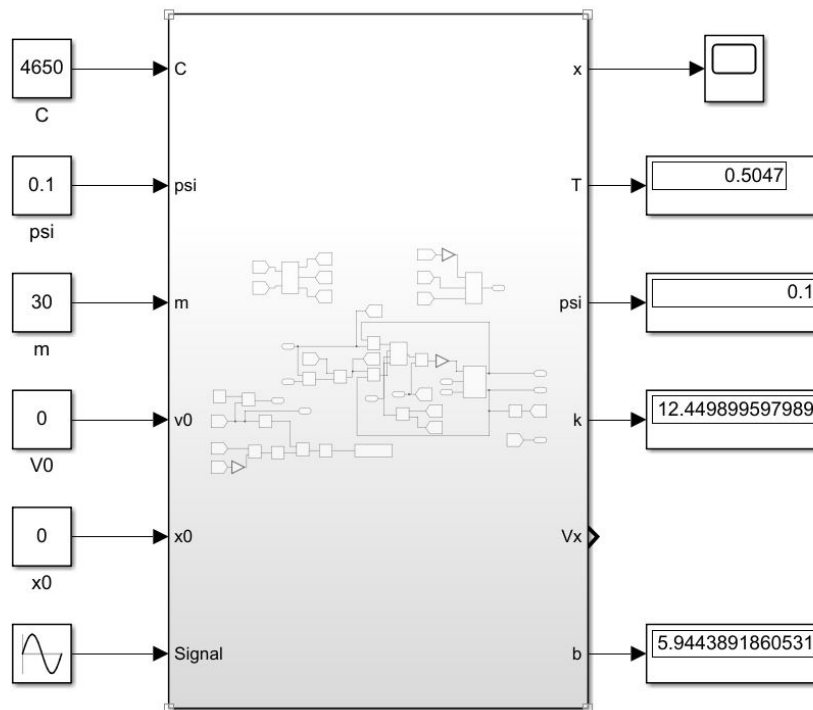


Рис. 1: Внешний вид модели

Подсистема:

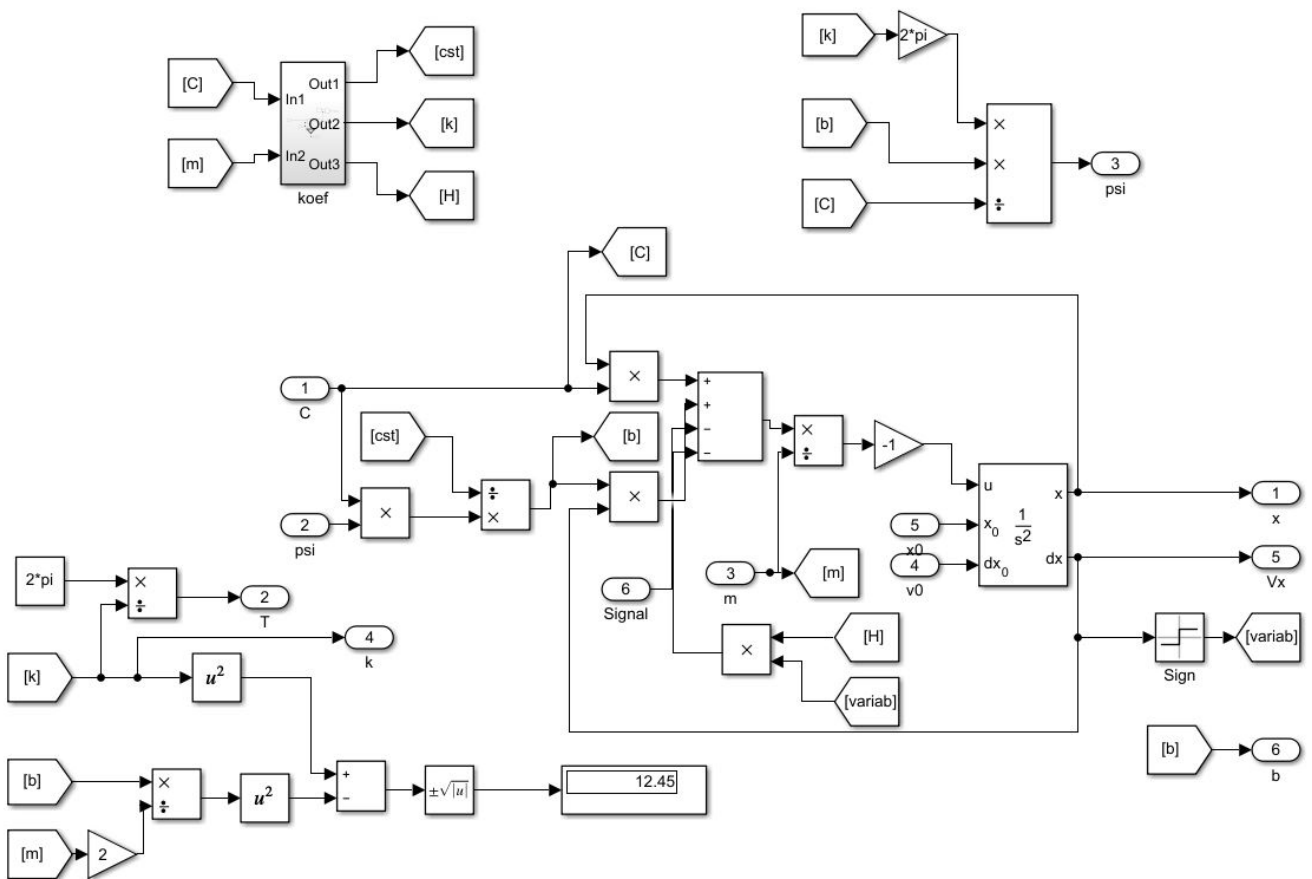


Рис. 2: Вид подсистемы

Дифференциальные уравнения колебаний остались теми же, за исключением уравнения для последнего задания. Вспомогательная подсистема:

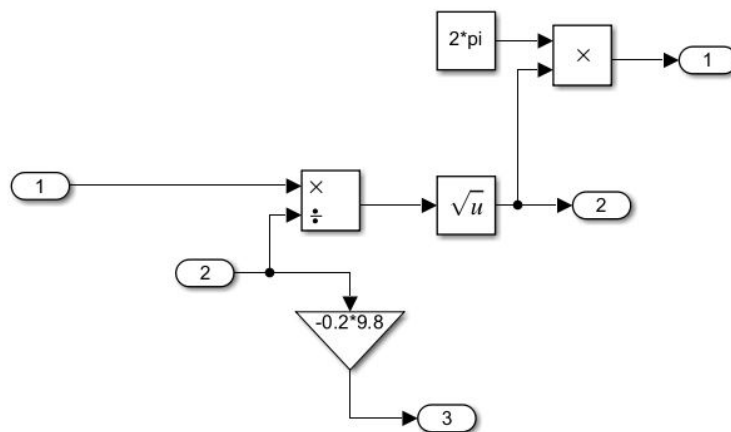


Рис. 3: Вспомогательная подсистема. Вычисляет некоторые коэффициенты, которые далее используются при моделировании.

Результаты моделирования и анализ системы

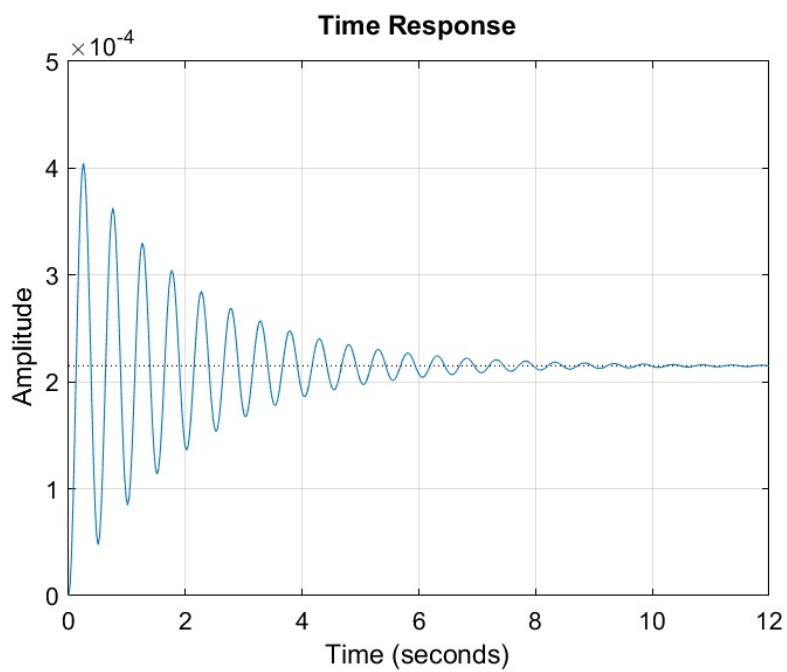


Рис. 4: Linear step response plot, $\psi = 0.5$

Время затухания свободных колебаний – 8 секунд.

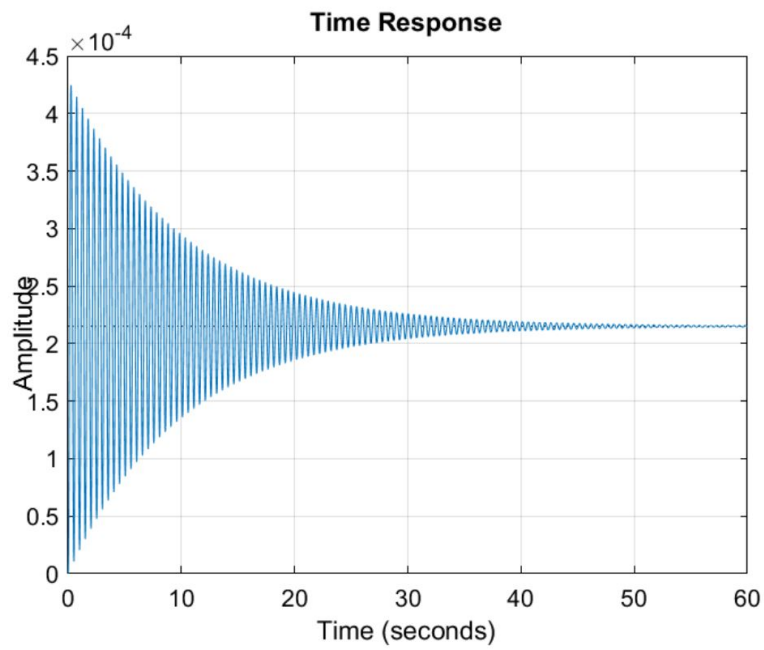


Рис. 5: Linear step response plot, $\psi = 0.1$

Время затухания свободных колебаний – 40 секунд. Таким образом, уменьшение ψ ведет к увеличению времени затухания свободных колебаний.

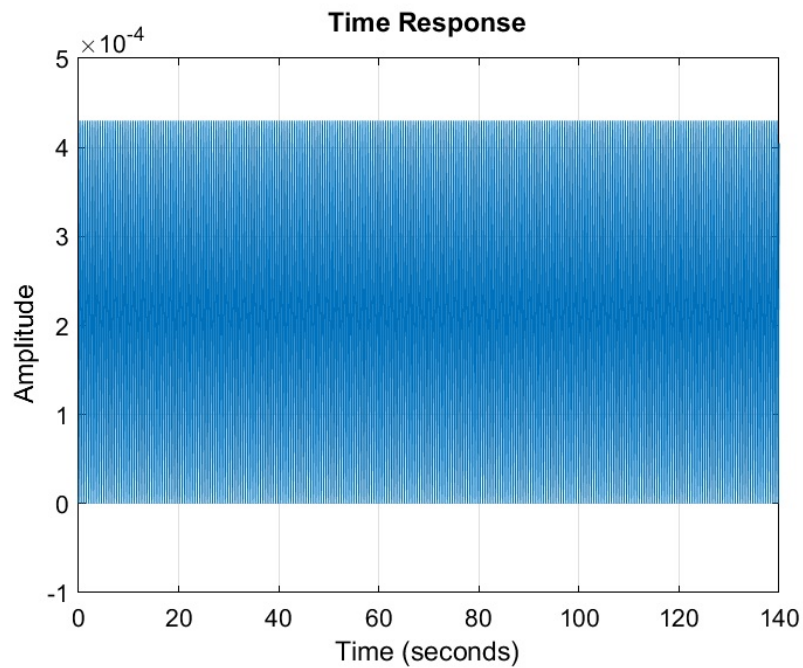


Рис. 6: Linear step response plot, $\psi = 0$

Время затухания свободных колебаний – 40 секунд. Таким образом, уменьшение ψ ведет к увеличению времени затухания свободных колебаний. При $\psi = 0$ колебания не затухают.

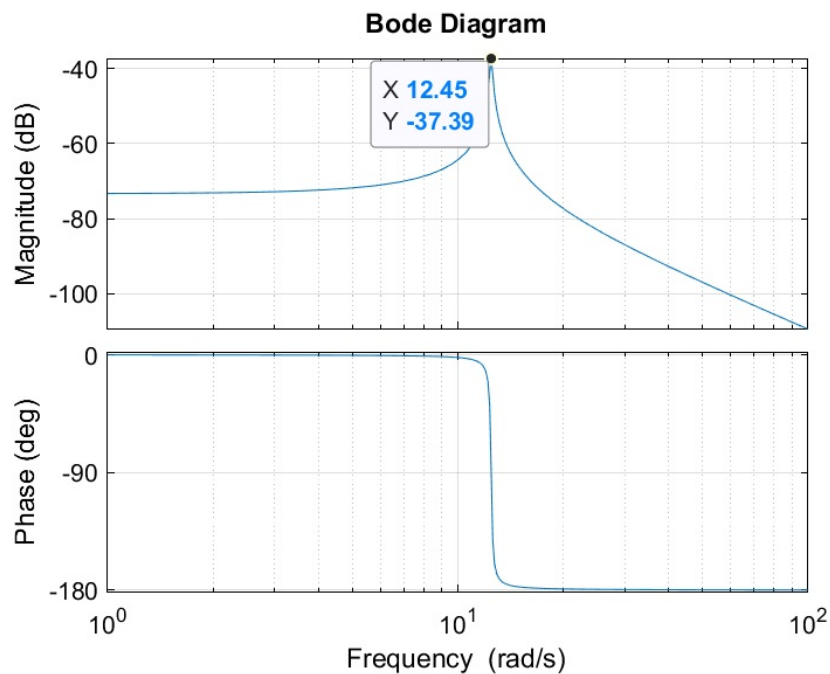


Рис. 7: АЧХ и ФЧХ системы, $\psi = 0.5$

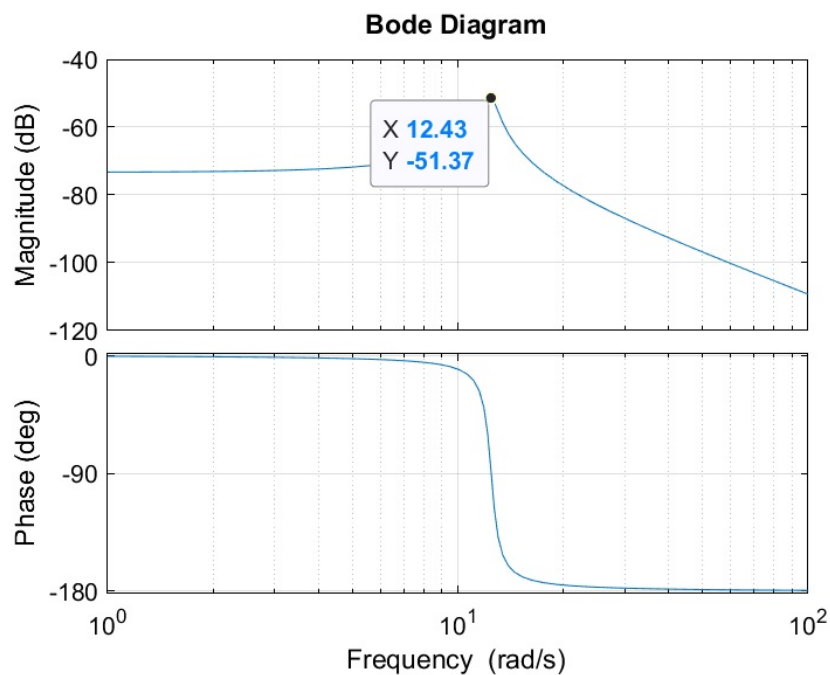


Рис. 8: АЧХ и ФЧХ системы, $\psi = 0.1$

Как видно, при меньшем ψ амплитуда на АЧХ становится больше, ФЧХ не меняется.

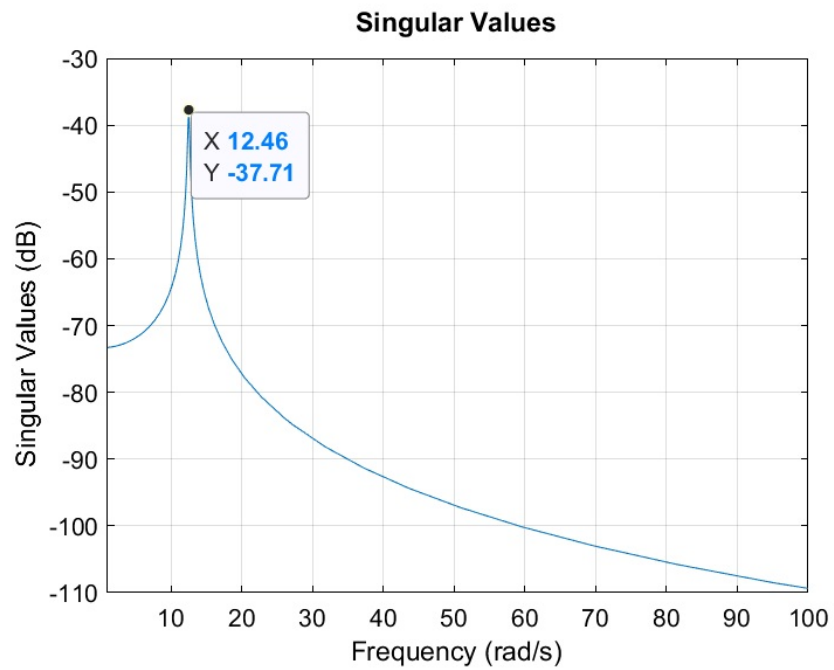


Рис. 9: Вид АЧХ при линейной шкале частот, $\psi = 0.5$

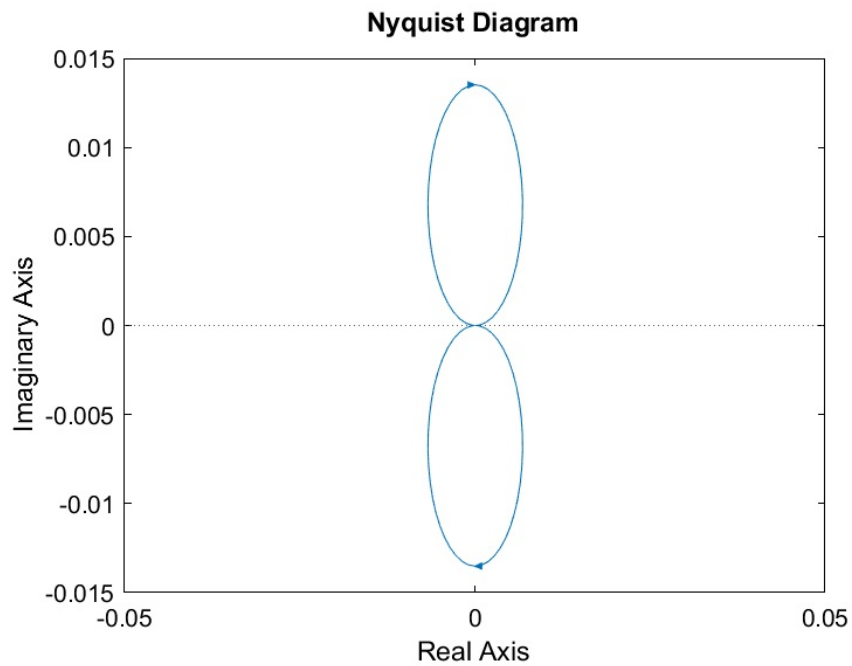


Рис. 10: АФЧХ системы, система устойчива

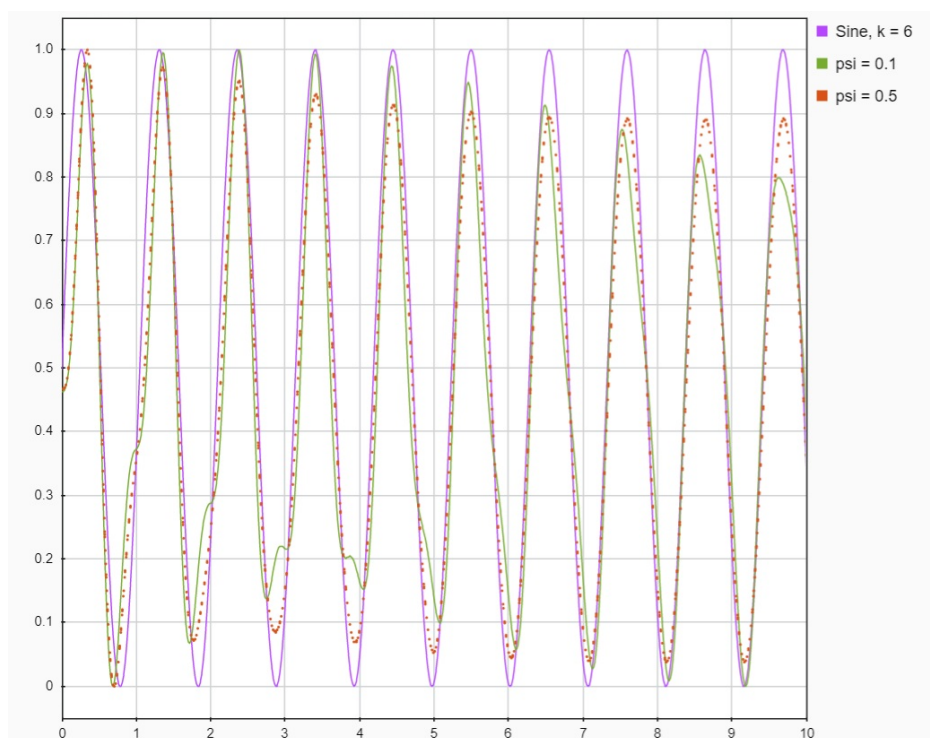


Рис. 11: Вынужденные колебания до резонанса, $k = 6$, колебания происходят в одной фазе

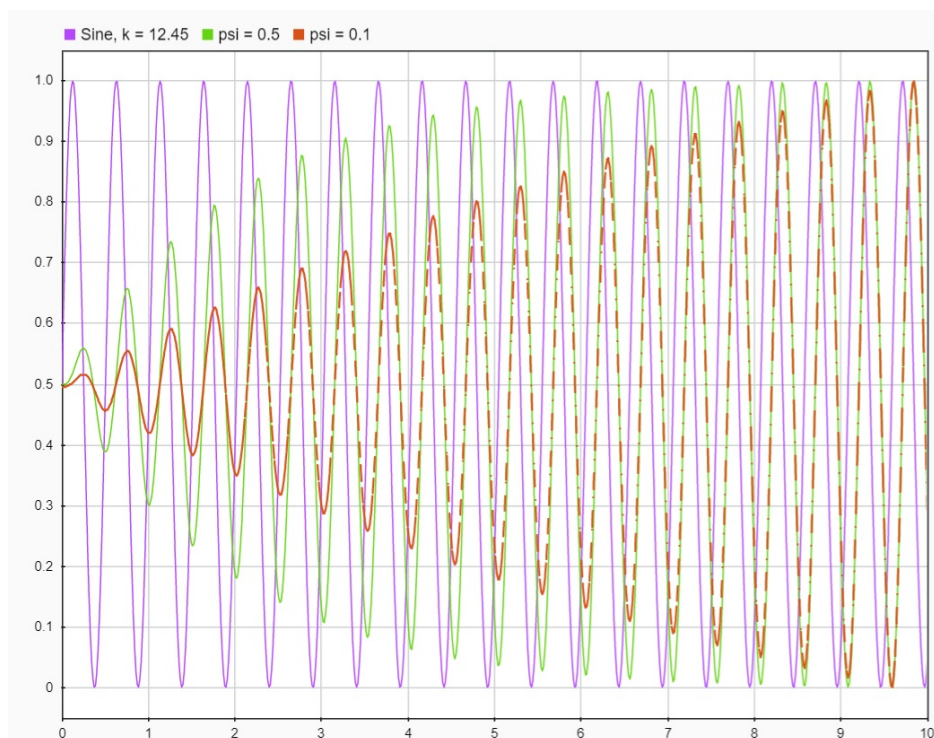


Рис. 12: Колебания на частоте резонанса, $k = 12.45$, сдвиг по фазе на $\frac{\pi}{2}$



Рис. 13: Колебания после резонанса, $k = 26$, колебания происходят в противофазе с вынуждающей силой

Добавление в систему сухого трения

В связи с добавлением в систему сухого трения, дифференциальное уравнение колебаний меняется:

$$mx'' + bx' + cx = F_0 \sin(\omega t) - 0.2 * mg * \text{sign}(x')$$

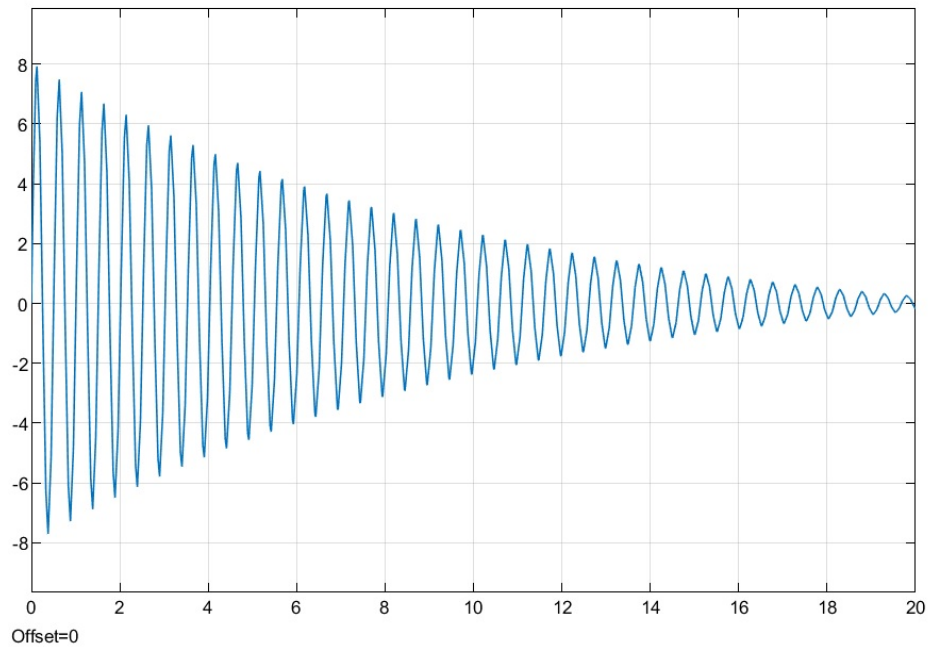


Рис. 14: Затухающие колебания при учете сухого трения

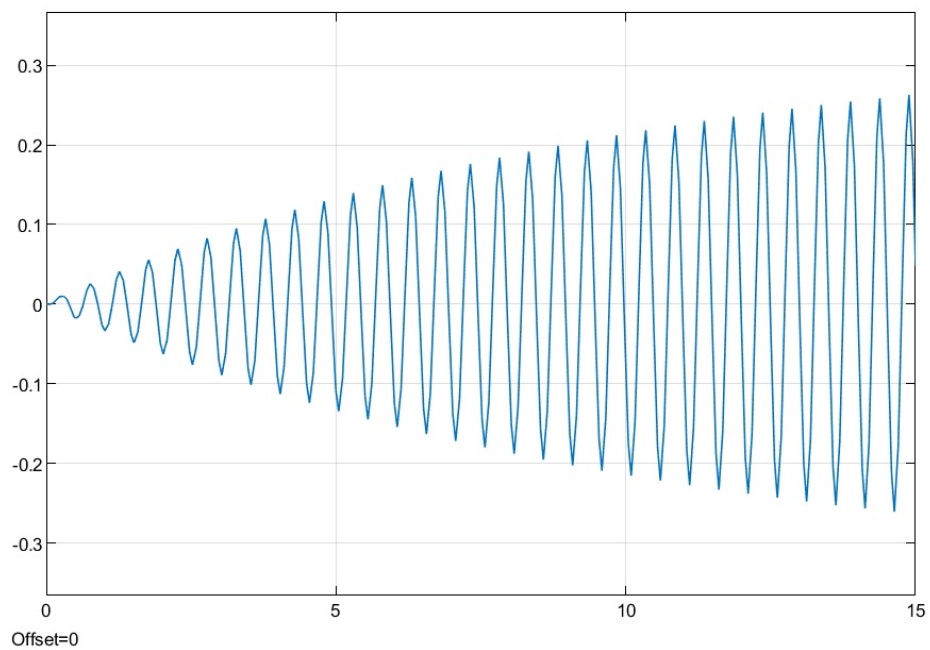


Рис. 15: Резонанс при учете сухого трения

"Экспоненциальность" амплитуды колебаний уменьшилась.