Изучение типовых звеньев

# Введение

**Цель занятия** Целью занятия является расчет весовых и переходных функций, логарифмических амплитудно-частотных и логарифмических фазо-частотных характеристик (ЛАЧХ и ЛФЧХ), амплитудно-фазовых характеристик (АФХ) типовых динамических звеньев систем автоматического управления, а также анализ влияния их параметров на перечисленные выше характеристики.

Вариант 7

|  |  |
| --- | --- |
| Звено | Передаточная функция |
| Инерционное |  |
| Колебательное |  |
| Неустойчивое первого порядка |  |

# Инерционное звено

## Дифференциальное уравнение

Составим дифференциальное уравнение звена. По определение пережаточной функции имеем:

Преобразовав, получим:

Применим обратное преобразование Лапласа и получим:

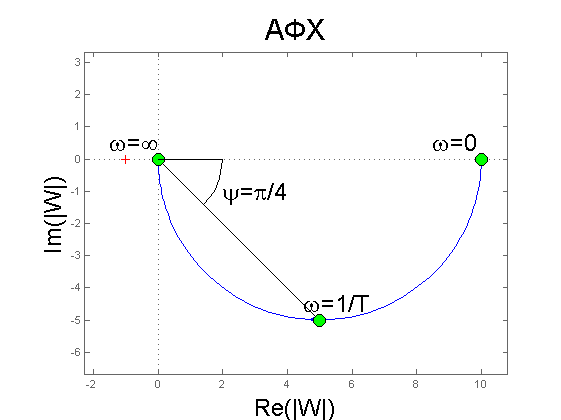
## АФХ

Заменим , тогда:

Модуль

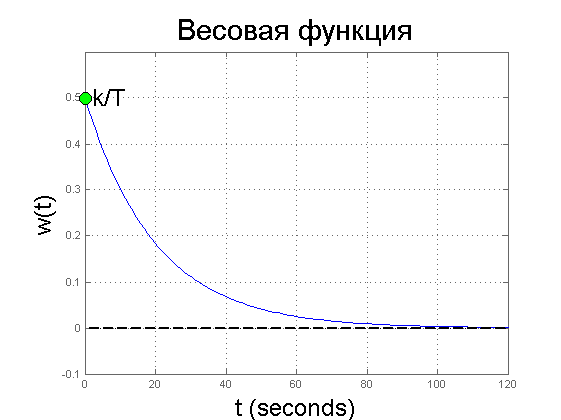
Фаза

Амплитудно-фазовая характеристика инерционного звена:



## Весовая и переходная функции

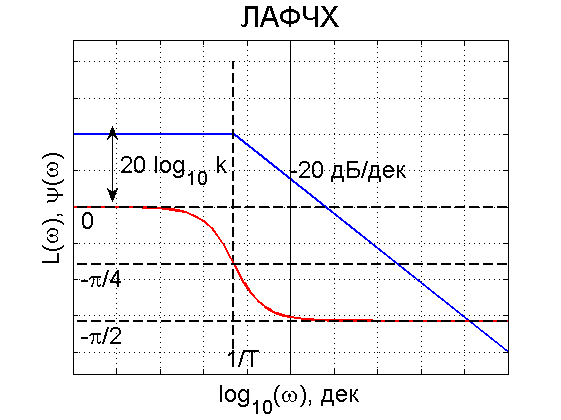
Вычислим весовую функцию:

Вычислим переходную функцию

## ЛАЧХ и ЛФЧХ

Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика:

Построим асимптотическую ЛАЧХ и ЛФЧХ. Частота сопряжения . Наклон асимптоты до частоты сопряжения 0, после частоты сопряжения -20 дБ/дек.



# Инерционное звено

## Дифференциальное уравнение

Составим дифференциальное уравнение звена. По определение пережаточной функции имеем:

Преобразовав, получим:

Применим обратное преобразование Лапласа и получим:

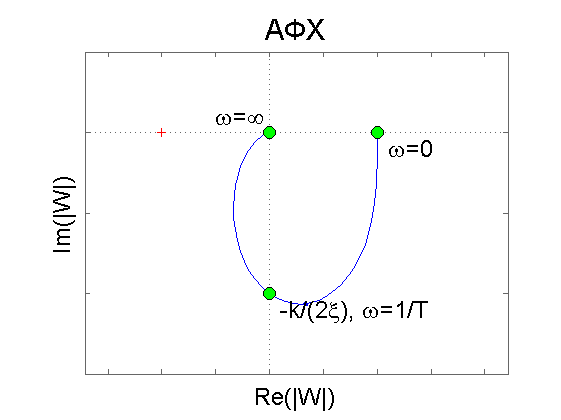
## АФХ

Заменим , тогда:

Модуль:

Фаза:

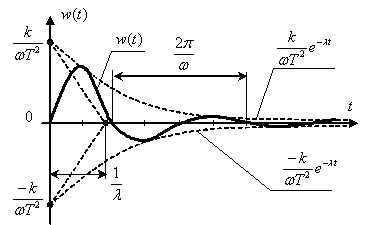
Амплитудно-фазовая характеристика колебательного звена:



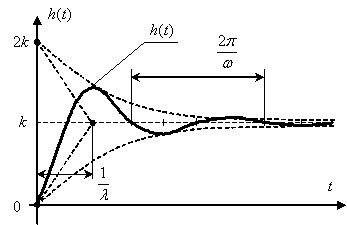
## Весовая и переходная функции

Вычислим весовую функцию:

где – круговая частота, – коэффициент затухания



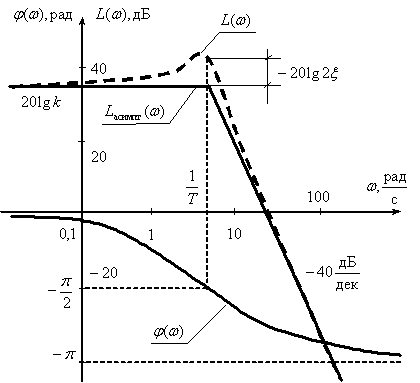
Вычислим переходную функцию



## ЛАЧХ и ЛФЧХ

Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика:

Построим асимптотическую ЛАЧХ и ЛФЧХ. Частота сопряжения . Наклон асимптоты до частоты сопряжения 0, после частоты сопряжения -40 дБ/дек.



# Неустойчивое звено первого порядка

## Дифференциальное уравнение

Составим дифференциальное уравнение звена. По определение пережаточной функции имеем:

Преобразовав, получим:

Применим обратное преобразование Лапласа и получим:

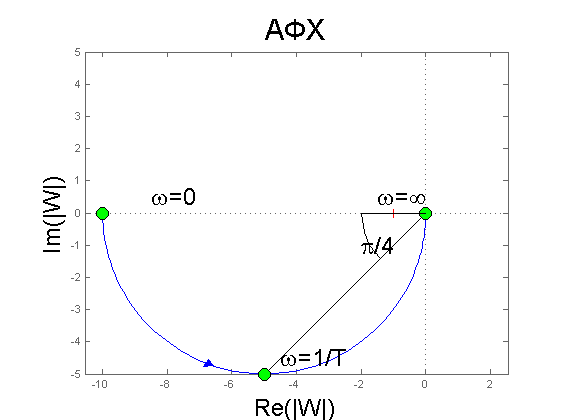
## АФХ

Заменим , тогда:

Модуль

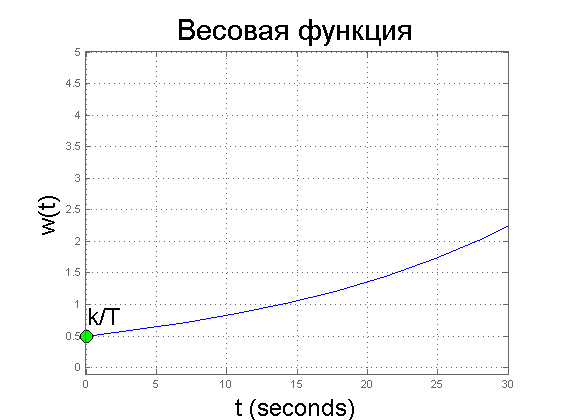
Фаза

Амплитудно-фазовая характеристика инерционного звена:

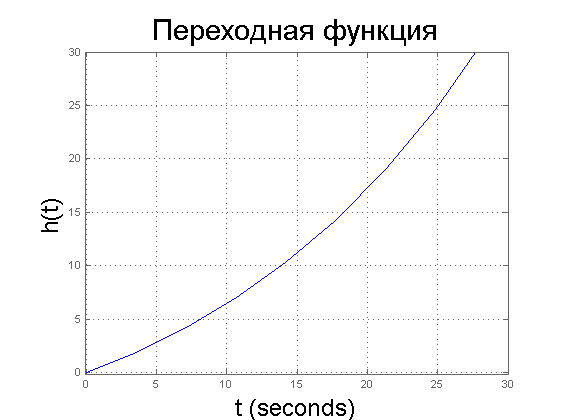


## Весовая и переходная функции

Вычислим весовую функцию:



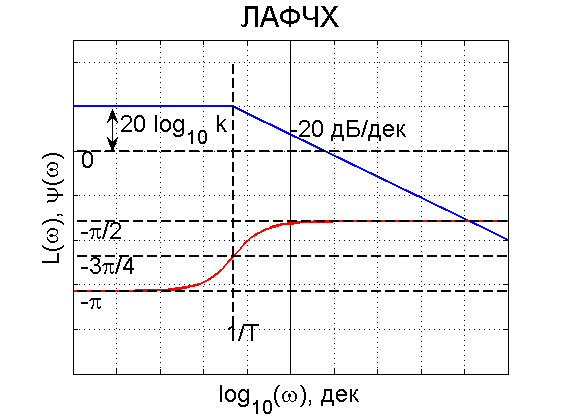
Вычислим переходную функцию



## ЛАЧХ и ЛФЧХ

Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика:

Построим асимптотическую ЛАЧХ и ЛФЧХ. Частота сопряжения . Наклон асимптоты до частоты сопряжения 0, после частоты сопряжения -20 дБ/дек.



# Моделирование в матлаб

Получаем передаточную функцию звена с помощью функции TF\_zv

%Функция описания звена в виде передаточной функции

%

function W = TF\_zv(N\_zv,inp\_param)

p = tf('p');

switch N\_zv

case 1, %инерционное звено, N\_zv = 1, inp\_param = [k,T]

k = inp\_param(1);

T = inp\_param(2);

W = k/(T\*p+1);

case 2, %колебательное звено, N\_zv = 2, inp\_param = [k,T,ksi]

k = inp\_param(1);

T = inp\_param(2);

ksi = inp\_param(3);

W = k/(T^2\*p^2+2\*ksi\*T\*p+1);

case 3, %неустойчивое звено 1-го пор., N\_zv = 3, inp\_param = [k,T]

k = inp\_param(1);

T = inp\_param(2);

W = k/(T\*p-1);

end

%end of function TF\_zv

Функция plotsys строит графики ЛАЧх, ЛФЧХ, АФХ, весовой и передаточной функций для систем с варьируемыми параметрами. Графики автоматически сохраняются в формате .png в дирректорию <working dir>/img/

function f=plotsys(N\_zv,param,verbose)

% N\_zv - Номер звена

% param - Массив ячеейк параметров

% например {[1 2 3],[3 4 5]}

%verbose - строка, добавляемая к названию графика

%

for i=1:length(param)

% Получаем передаточную функцию

W{i} = TF\_zv(N\_zv,param{i});

%Построение требуемых характеристик

%ЛАЧХ и ЛФЧХ

if i==1

f\_bode=ltiview({'bode'},W{i});

else

figure(f\_bode)

ltiview( 'current',W{i},f\_bode);

end

%АФХ

if i==1

f\_nyq=ltiview({'nyquist'},W{i});

else

figure(f\_nyq)

ltiview( 'current',W{i},f\_nyq);

end

%весовая функция w(t)

if i==1

f\_imp=ltiview({'impulse'},W{i});

else

figure(f\_imp)

ltiview( 'current',W{i},f\_imp);

end

%переходная функция h(t)

if i==1

f\_step=ltiview({'step'},W{i});

else

figure(f\_step)

ltiview( 'current',W{i},f\_step);

end

end

% Включим сетку, название и сохраним в файл

hAxes = findobj(f\_bode,'type','axes');

ax=hAxes(2);

title(ax,['ЛАЧХ и ЛФЧХ, для разных ',verbose]);

grid(ax,'on');

fname = [pwd, '\img\', regexprep(['bode ',verbose],'[\\]',''),' ',num2str(N\_zv),'.png'];

set(f\_bode,'PaperPositionMode','auto')

saveas(f\_bode,fname)

hAxes = findobj(f\_nyq,'type','axes');

title(hAxes(2),['АФХ ,для разных ',verbose]);

grid(hAxes(2),'on');

fname = [pwd, '\img\', regexprep(['nyq ',verbose],'[\\]',''),' ',num2str(N\_zv),'.png'];

set(f\_nyq,'PaperPositionMode','auto')

saveas(f\_nyq,fname)

hAxes = findobj(f\_imp,'type','axes');

title(hAxes(2),['Весовая функция w(t), для разных ',verbose]);

grid(hAxes(2),'on');

fname = [pwd, '\img\', regexprep(['imp ',verbose],'[\\]',''),' ',num2str(N\_zv),'.png'];

set(f\_imp,'PaperPositionMode','auto')

saveas(f\_imp,fname)

hAxes = findobj(f\_step,'type','axes');

title(hAxes(2),['Переходная функция h(t), для разных ',verbose]);

grid(hAxes(2),'on');

fname = [pwd, '\img\', regexprep(['step ',verbose],'[\\]',''),' ',num2str(N\_zv),'.png'];

set(f\_step,'PaperPositionMode','auto')

saveas(f\_step,fname)

fprintf(['Fileses saved to ', regexprep(pwd,'[\\]','\\\'),'\\img\\\n'])

Сценарий inerc\_zv устанавливает варьируемые параметры для инерционного звена и запускает функцию построения графиков

%Изучение типовых динамических звеньев: инерционное звено

%Очистка всех переменных в памяти

clear all

%Очистка командного окна

clc

%Закрытие всех предыдущих рисунков

set(0,'ShowHiddenHandles','on')

delete(get(0,'Children'))

%Описание инерционного звена (N\_zv = 1) через его передаточную функцию

%при различных значениях параметров. Параметры инерционного звена

%задаются вектором inp\_param = [k,T]

%варьируем k

param{1} = [1,1];

param{2} = [2,1];

param{3} = [3,1];

%варьируем Т

param{4} = [1,0.354];

param{5} = [1,0.707];

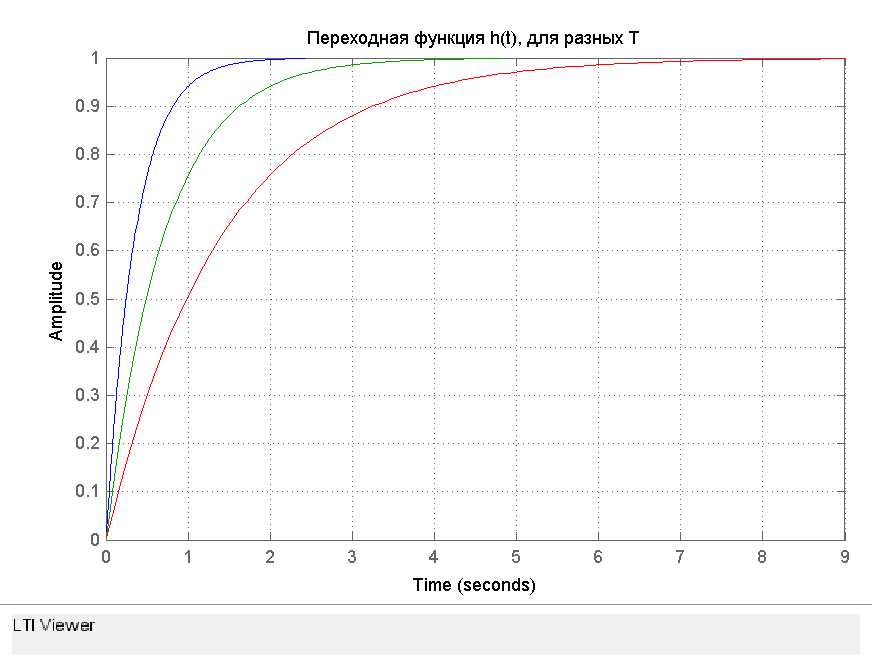
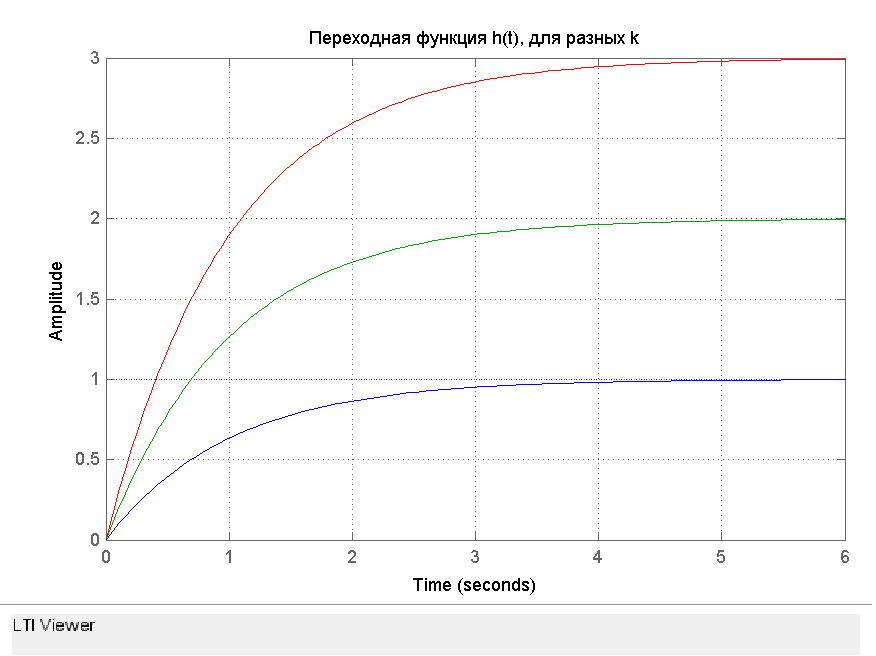
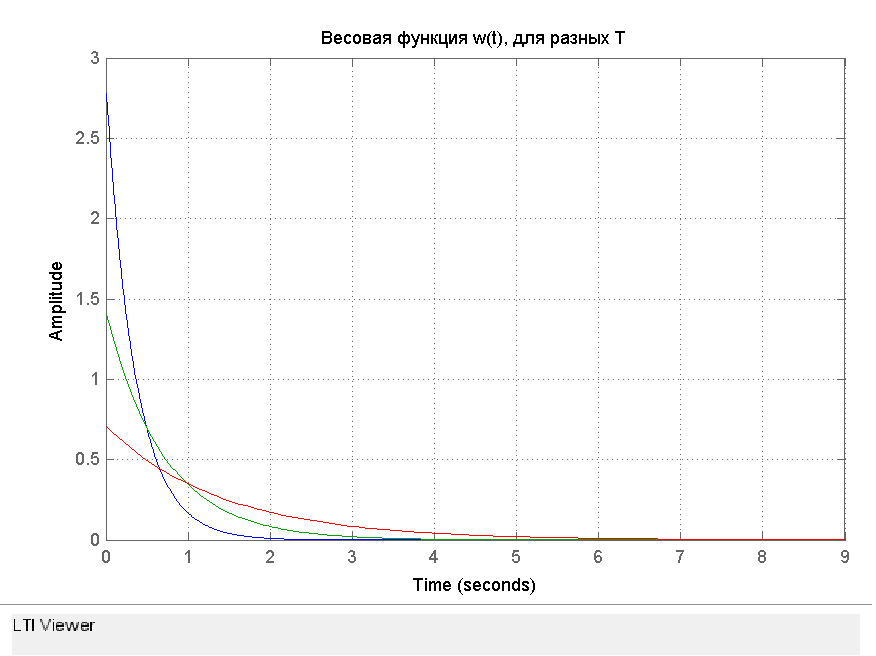
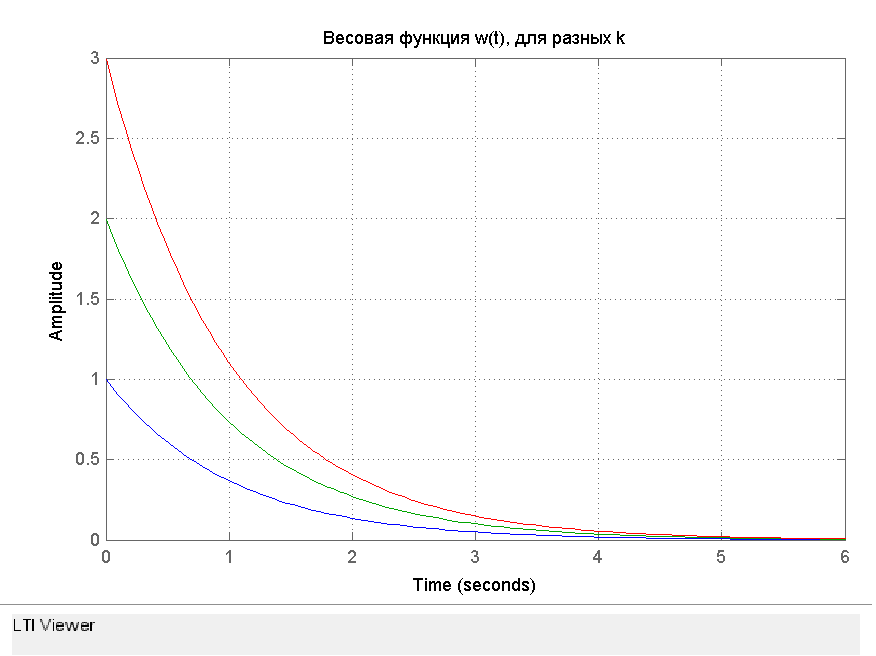
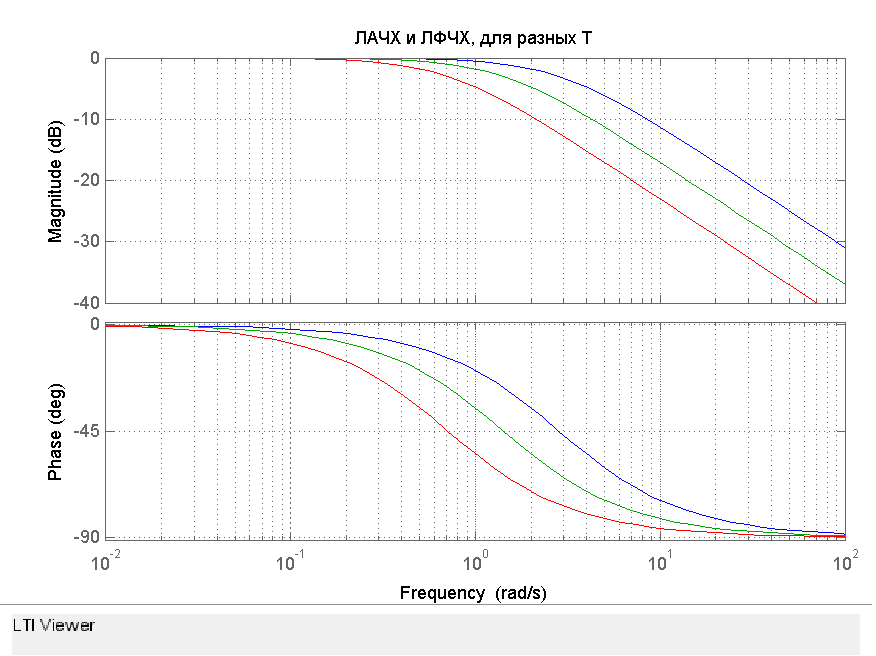
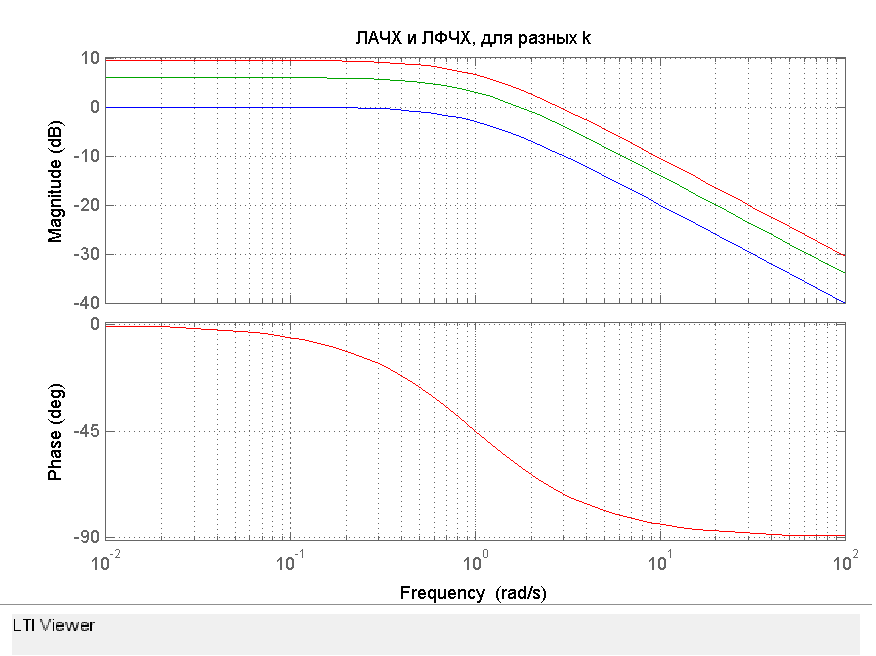
param{6} = [1,1.414];

%Построение требуемых характеристик

plotsys(1,param(1:3),'k');

plotsys(1,param(4:6),'T');

Результаты работы сценария inerc\_zv



Сценарий kol\_zv устанавливает варьируемые параметры для колебательного звена и запускает функцию построения графиков

%Изучение типовых динамических звеньев: инерционное звено

%Очистка всех переменных в памяти

clear all

%Очистка командного окна

clc

%Закрытие всех предыдущих рисунков

set(0,'ShowHiddenHandles','on')

delete(get(0,'Children'))

%Описание инерционного звена (N\_zv = 1) через его передаточную функцию

%при различных значениях параметров. Параметры инерционного звена

%задаются вектором inp\_param = [k,T]

%варьируем k

param{1} = [1,1];

param{2} = [2,1];

param{3} = [3,1];

%варьируем Т

param{4} = [1,0.354];

param{5} = [1,0.707];

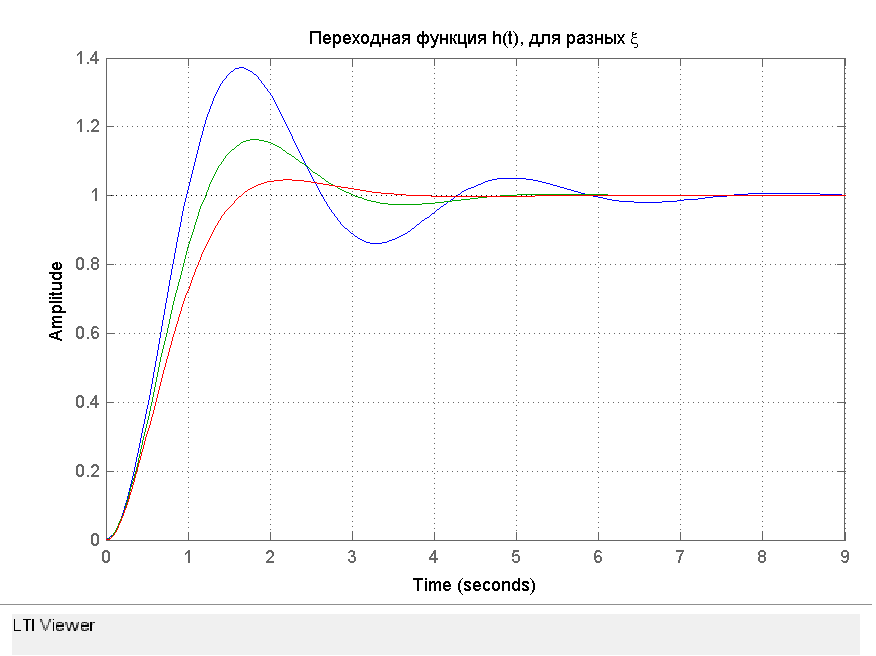
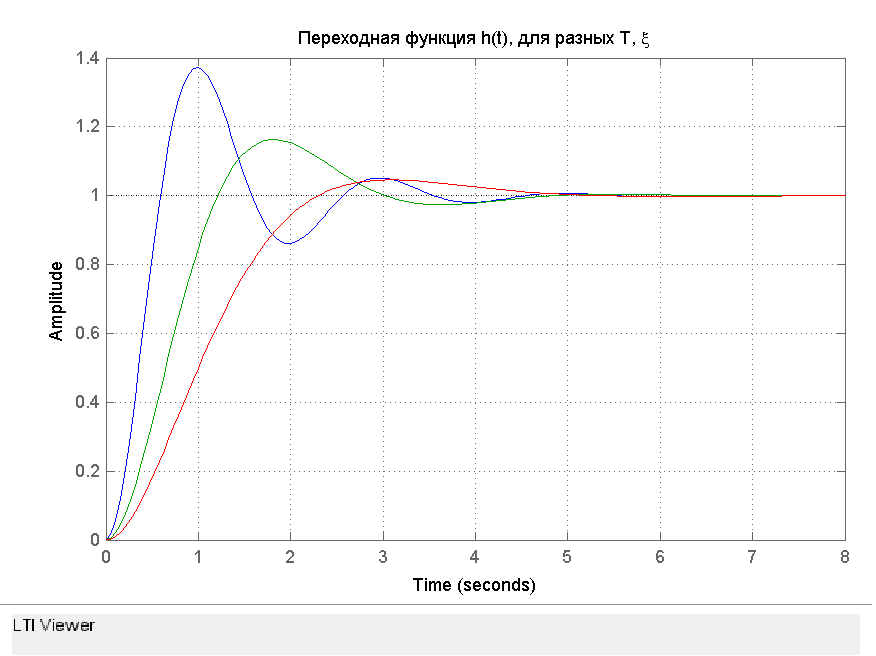
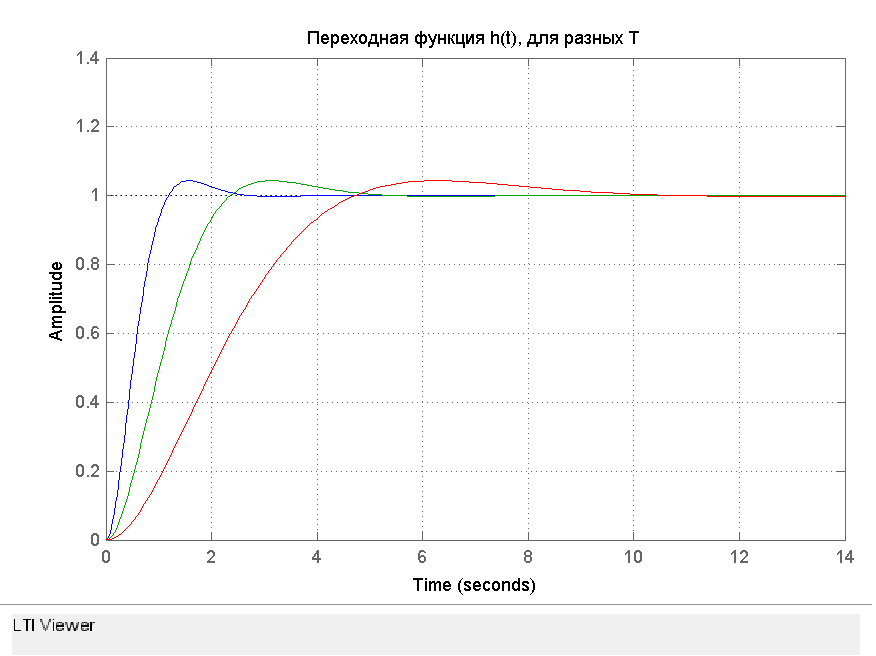
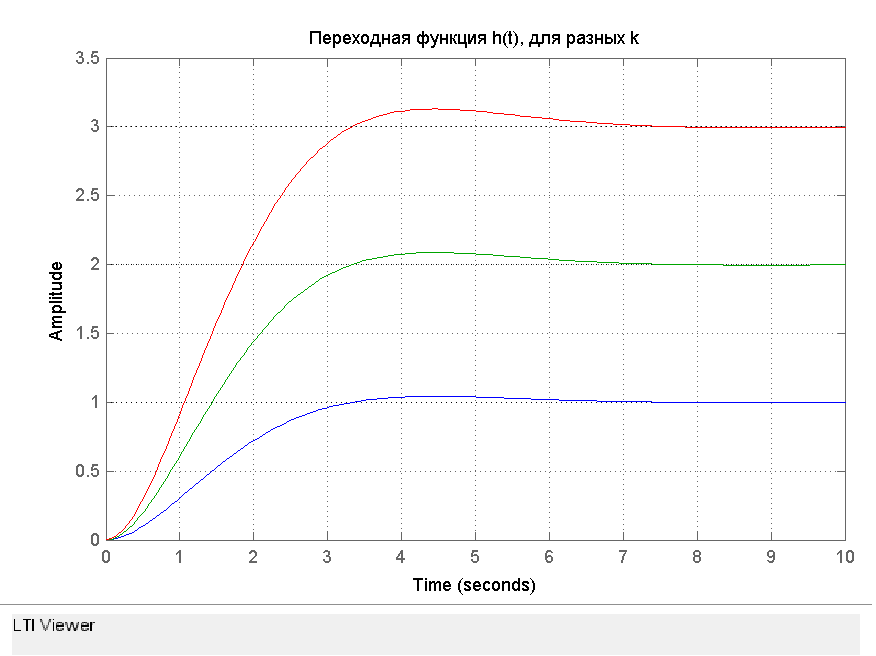
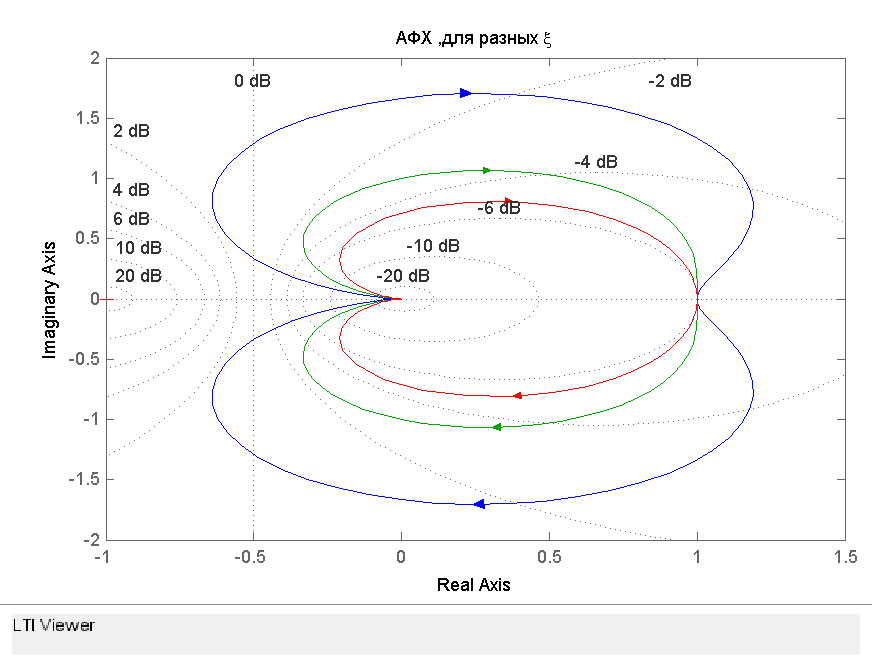
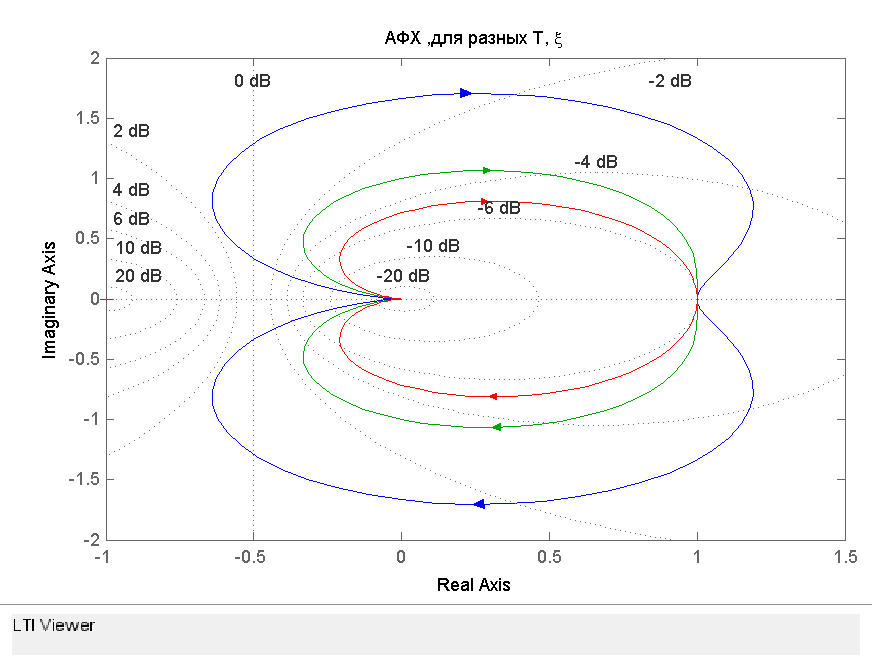
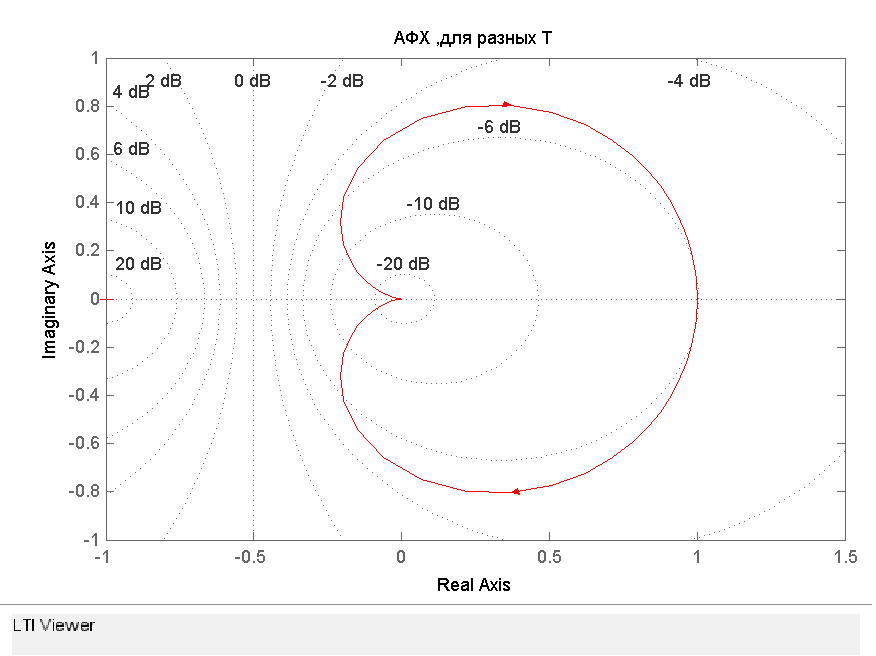
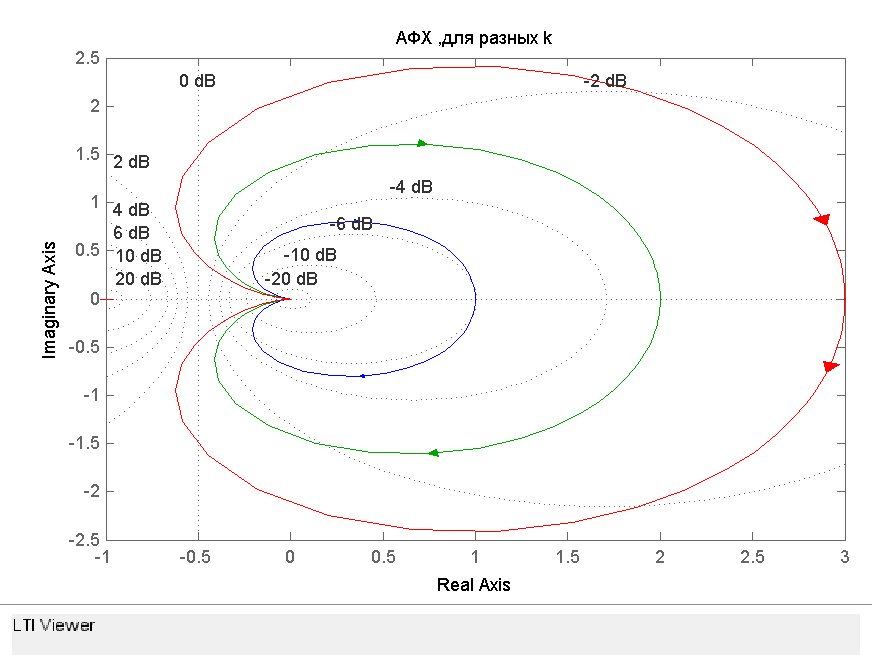
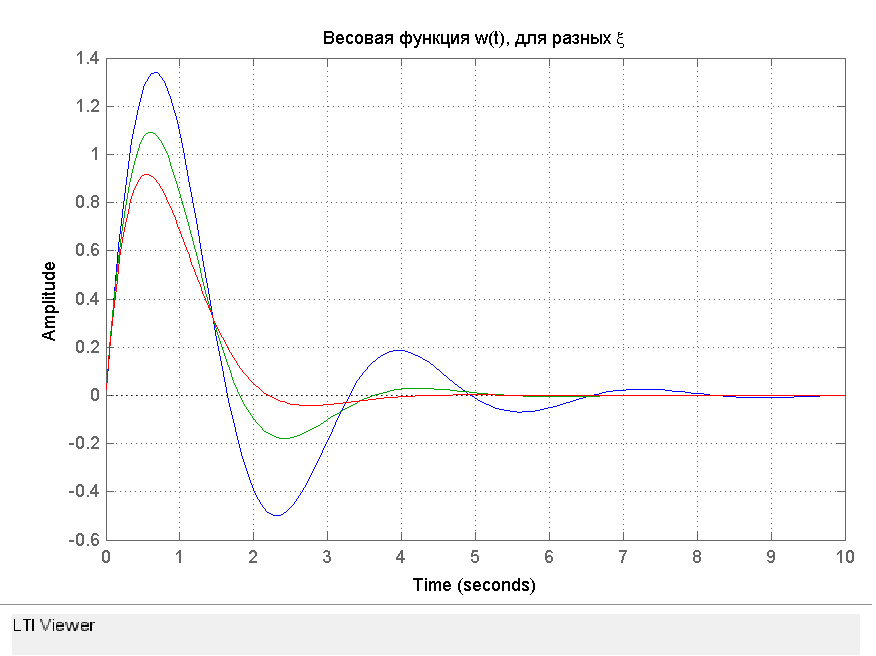
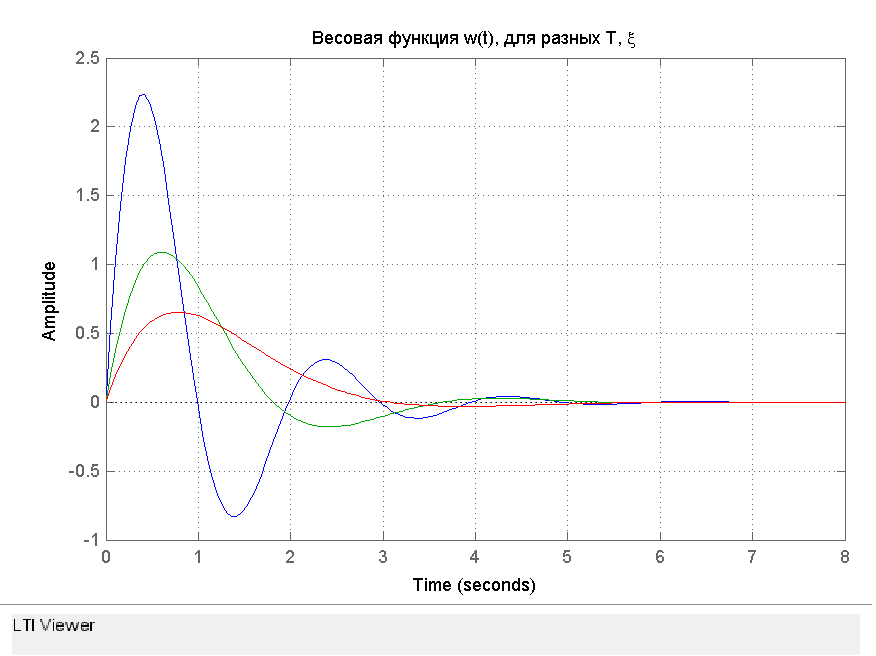
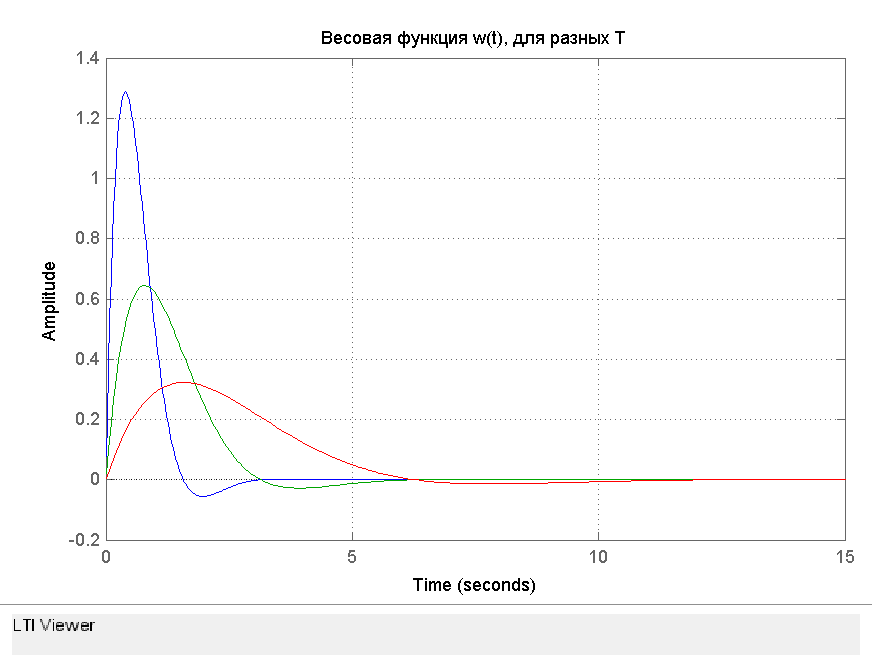
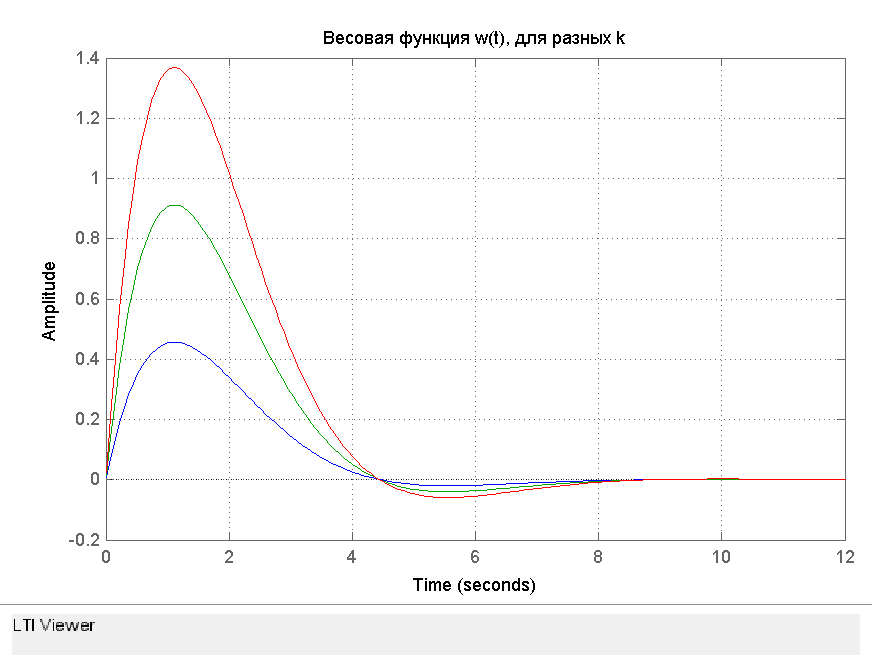
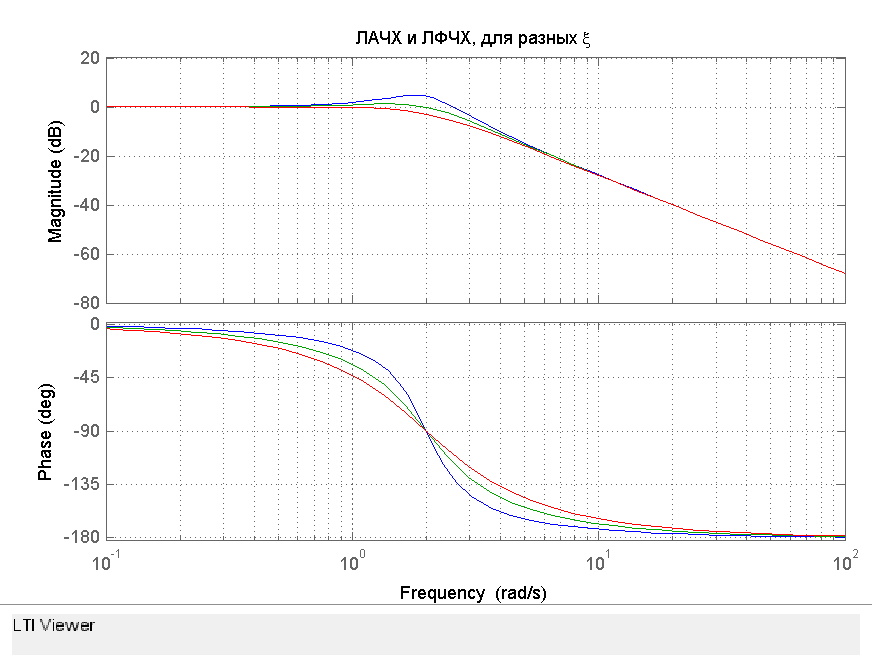
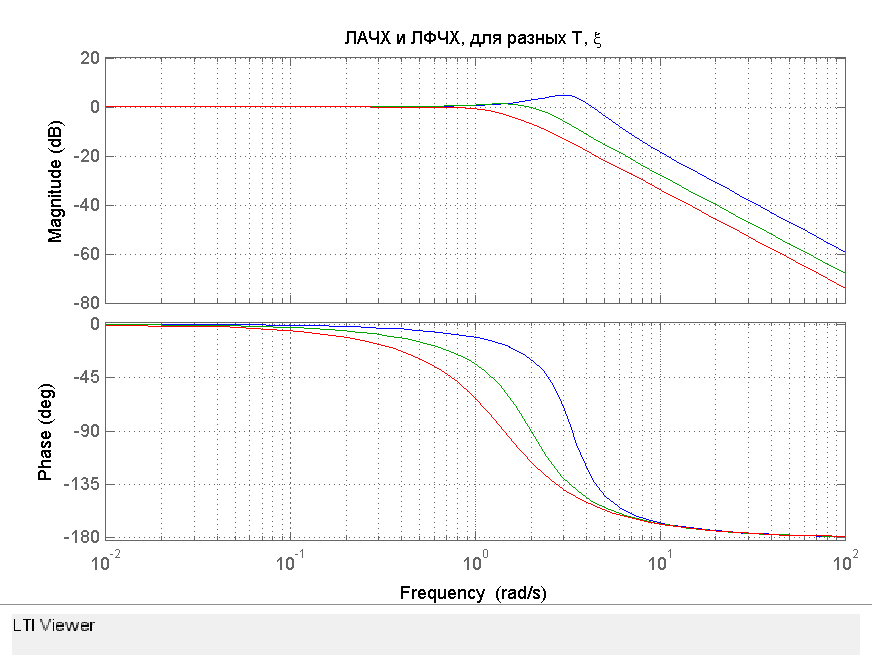
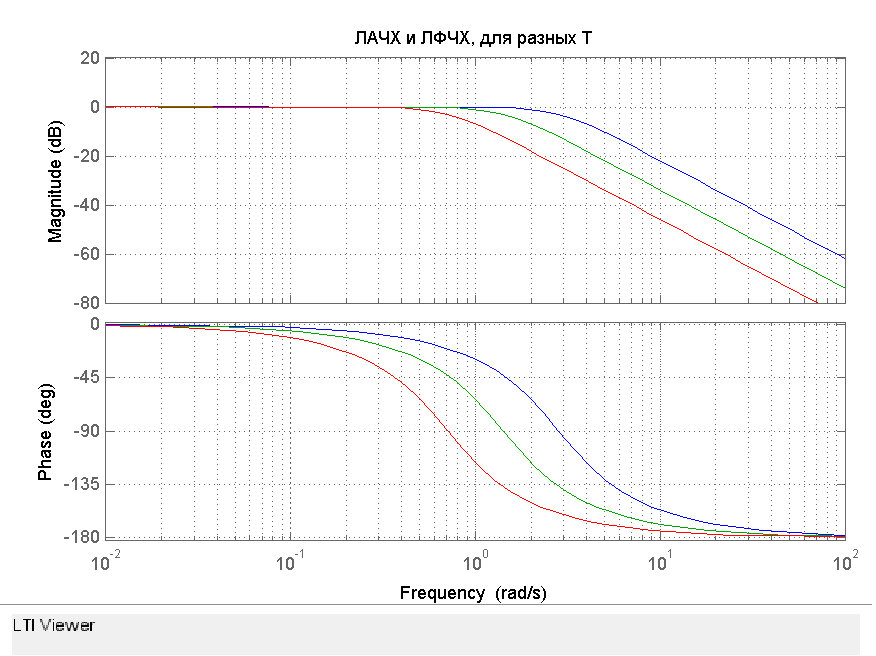
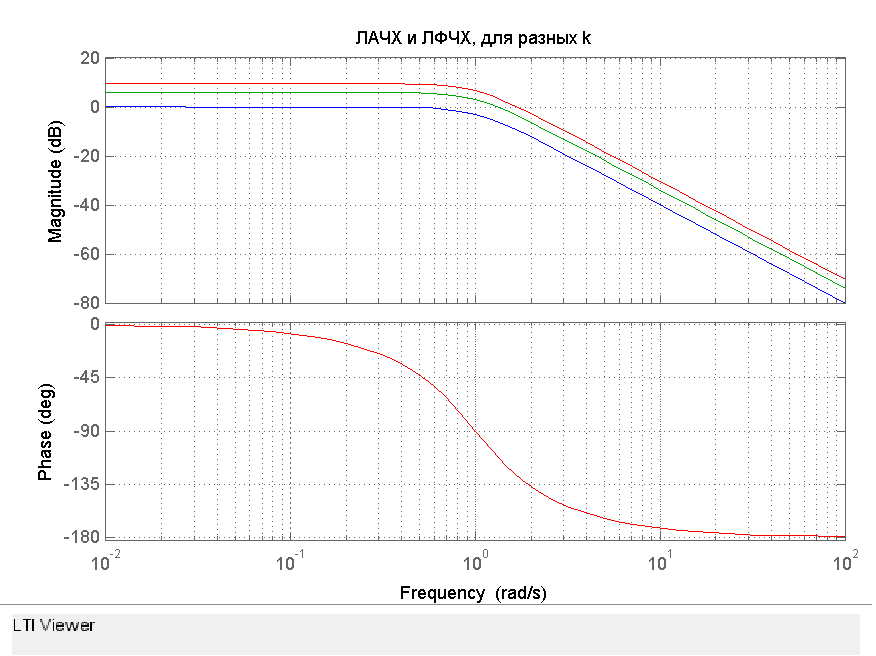
param{6} = [1,1.414];

%Построение требуемых характеристик

plotsys(1,param(1:3),'k');

plotsys(1,param(4:6),'T');

Результаты:



Сценарий neust\_zv устанавливает варьируемые параметры для неустойчивого звена и запускает функцию построения графиков

%Изучение типовых динамических звеньев: неустойчивое звено 1 порядка

%Очистка всех переменных в памяти

clear all

%Очистка командного окна

clc

%Закрытие всех предыдущих рисунков

set(0,'ShowHiddenHandles','on')

delete(get(0,'Children'))

%Описание неустойчивого звена 1 порядка (N\_zv = 3) через его передаточную функцию

%при различных значениях параметров. Параметры неустойчивого звена 1 порядка

%задаются вектором inp\_param = [k,T]

%варьируем k

param{1} = [1,1];

param{2} = [2,1];

param{3} = [3,1];

%варьируем Т

param{4} = [1,0.354];

param{5} = [1,0.707];

param{6} = [1,1.414];

%Построение требуемых характеристик

plotsys(3,param(1:3),'k');

plotsys(3,param(4:6),'T');

Результаты:

