Расчет матричных весовых и переходных функций

# Введение

**Цель занятия** В данном занятии средствами пакета Matlab (c использованием его расширения – пакета моделирования динамических систем Simulink) должно быть выполнено моделирование линейной системы, зафиксированы процессы, соответствующие элементам матричной весовой и переходной функций и проведено их сравнение с аналитически полученными зависимостями. Структурная схема системы представлена на рисунке ниже, коэффициенты структурной схемы – в таблице

Вариант 7

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| a1 | a2 | k1 | k2 |
| 1 | 3 | 1,5 | 2 |

# Векторно-матричное описание системы

Составим векторно-матричное описание системы.

Приведем систему к матричному виду:

Из структурной схемы получим систему уравнений:

Из системы получим матрицы *A*, *B*, *C*:

, ,

# Передаточная функция (способ 1)

Вычислим передаточную функцию с использованием резольвенты матрицы динамики *А*:

где *В* – матрица входа; *С* – матрица выхода; – характеристический полином матрицы *А , I*(p) – присоединенная матрица для матрицы .

Найдем алгебраические дополнения матрицы:

Тогда присоединенная матрица:

Характеристический полином:

Подставив значения коэффициентов, получим:

Найдем элементы матричной весовой функции:

Итого получим:

# Передаточная функция (способ 2)

Вычислим матричную весовую функцию другим способом

где и – соответственно k-й правый и k-й левый собственные векторы матрицы *А*

Найдем собственные числа матрицы *A:*

Правые собственные векторы:

Левые собственные векторы:

Нормируем собственные вектора так, чтобы:

Найдем, что:

Таким образом нормировочный коэффициент равен 1/8

Используя формулу для матричной весовой функции, получаем:

Результат сходится с предыдущим пунктом

# Переходная функция

Вычислим элементы матричной переходной функции по формуле

# Моделирование весовой функции

Зададим начальные параметры моделирования в файле w\_h\_init.m

%Файл определения переменных

%Параметры моделированиЯ для mdl-файла

t\_end = 4; %максимальный шаг моделирования

h\_max = 0.01; %время завершения моделирования

%Параметры исследуемой системы

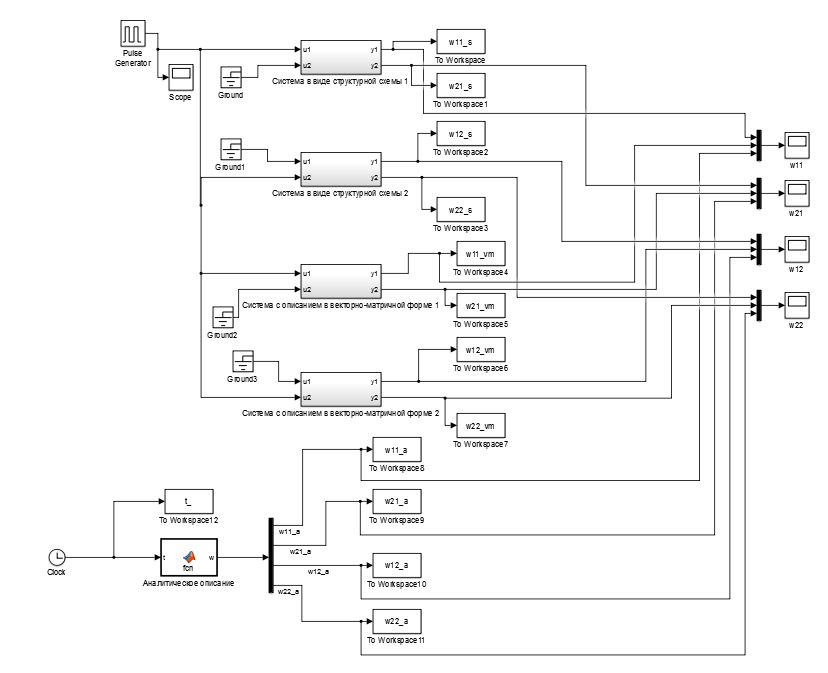
a1 = 1;

a2 = 3;

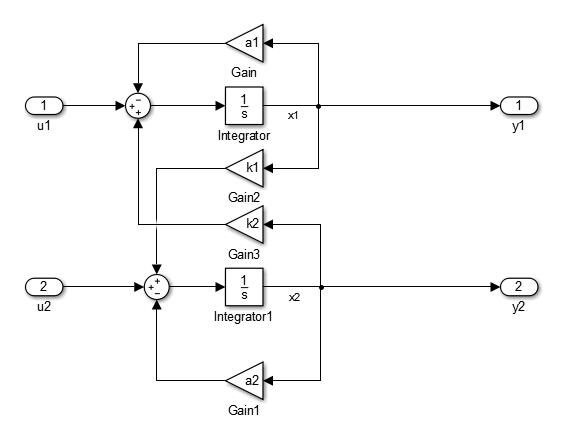
k1 = 1.5;

k2 = 2;

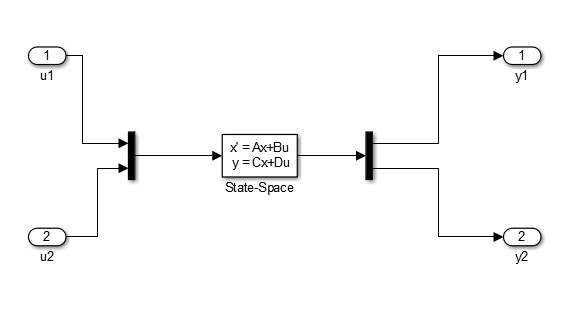
Промоделируем весовую функцию системы по следующей схеме:



Система в виде структурной схему выглядит следующим образом:



Система в векторно-матричной форме показана на рисунке ниже. Здесь D нулевая матрица, а матрицы A,B,C найдены раньше.



Система в аналитическом виде описывается функцией Matlab

function w = fcn(t)

M1=1/8\*[6 4; 3 2];

M2=1/8\*[2 -4; -3 6];

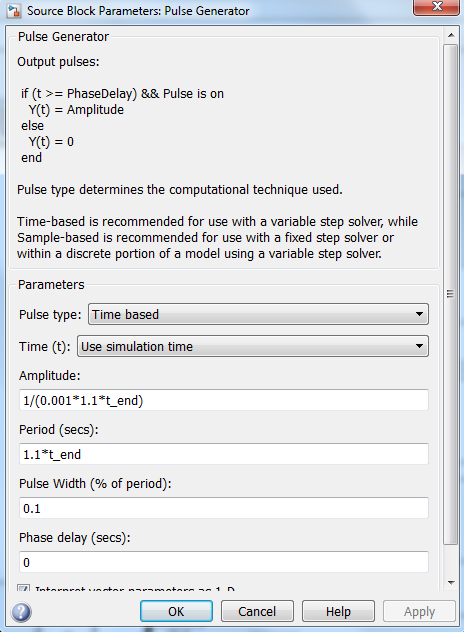
l1=0;

l2=-4;

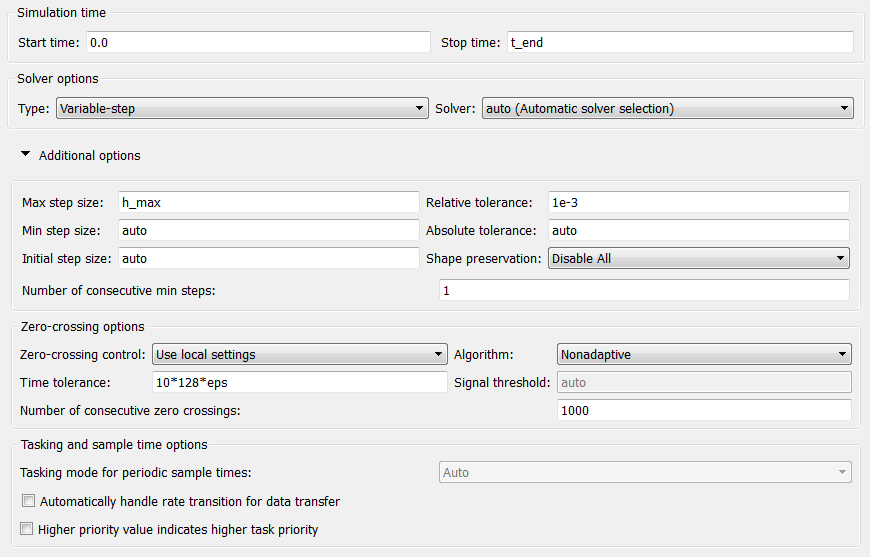
w\_=M1\*exp(l1\*t)+M2\*exp(l2\*t);

w=reshape(w\_,4,1);

Настройки блока Pulse Generator. Амплитуда задается в таком виде, чтобы площадь импульса равнялась единице. Данный короткий импульс является приближением к дельта-функции.



Настройки решателя модели приведены на рисунке ниже



Проводим моделирование и строим графики с помощью скрипта w\_stop.m

%Построение графиков элементов матричной весовой функции

close all

figure

plot(t\_,w11\_s,'r-',t\_,w11\_vm,'b--',t\_,w11\_a,'m-.')

grid on

xlabel('t, c')

ylabel('w11')

title('Графики элемента w11 матричной весовой функции')

legend('w11-struct','w11-VM','w11-analit',0)

figure

plot(t\_,w21\_s,'r-',t\_,w21\_vm,'b--',t\_,w21\_a,'m-.')

grid on

xlabel('t, c')

ylabel('w21')

title('Графики элемента w21 матричной весовой функции')

legend('w21-struct','w21-VM','w21-analit',0)

figure

plot(t\_,w12\_s,'r-',t\_,w12\_vm,'b--',t\_,w12\_a,'m-.')

grid on

xlabel('t, c')

ylabel('w12')

title('Графики элемента w12 матричной весовой функции')

legend('w12-struct','w12-VM','w12-analit',0)

figure

plot(t\_,w22\_s,'r-',t\_,w22\_vm,'b--',t\_,w22\_a,'m-.')

grid on

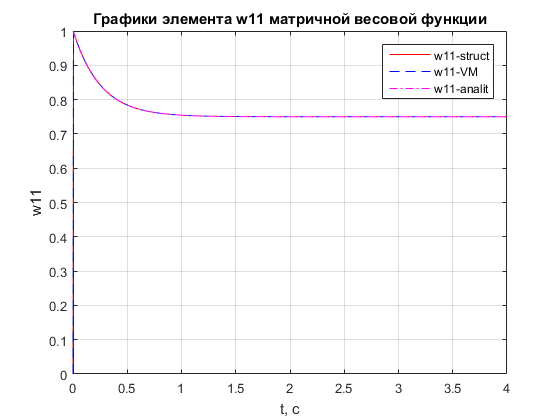
xlabel('t, c')

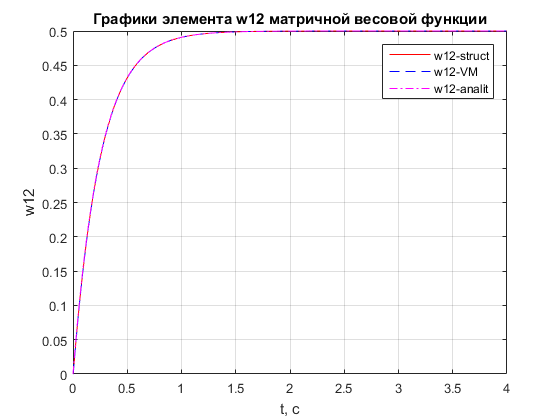
ylabel('w22')

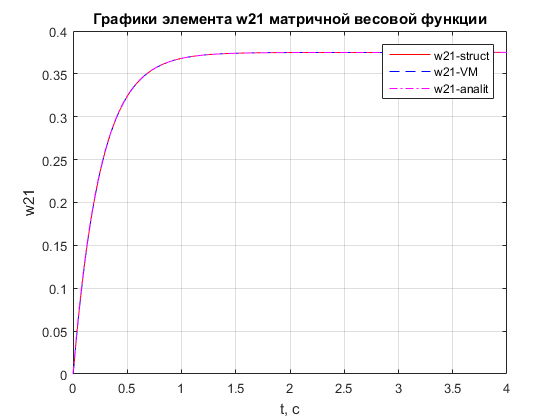
title('Графики элемента w22 матричной весовой функции')

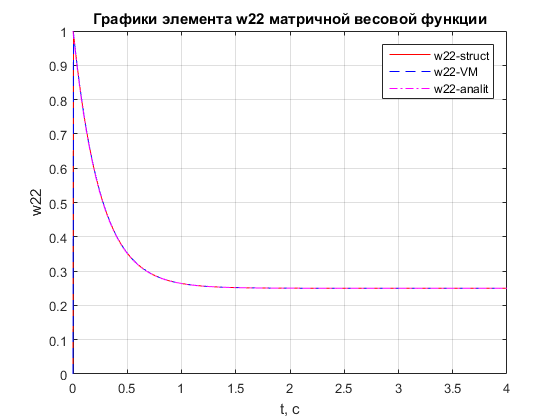
legend('w22-struct','w22-VM','w22-analit',0)

Результаты моделирования представлены на рисунках. Хорошо видно, что различные способы моделирования системы с большой точностью совпадают.



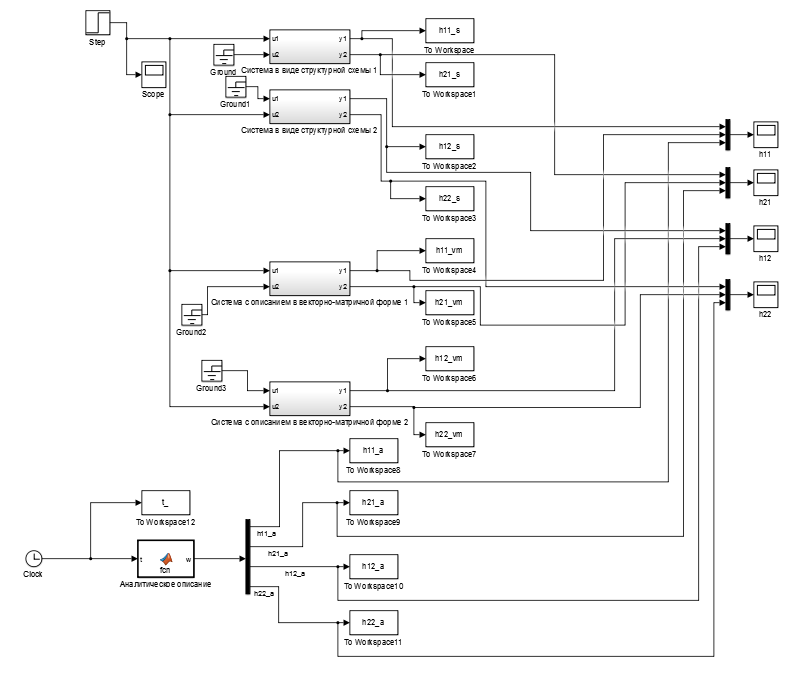




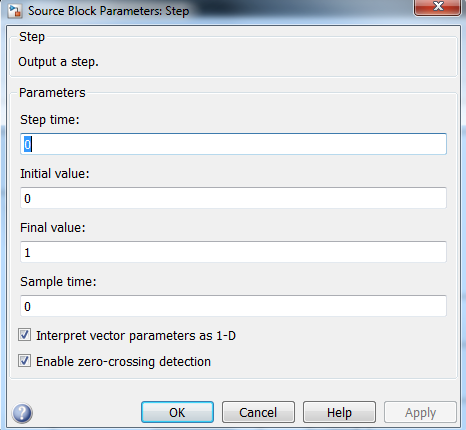


# Моделирование переходной функции

Аналогичным образом промоделируем переходную функцию. Схема моделирования приведена на рисунке



Параметры блока Step



Аналитическое описание переходной функции задается функцией Matlab

function w = fcn(t)

M1=1/8\*[6 4; 3 2];

M2=-1/32\*[2 -4; -3 6];

l1=0;

l2=-4;

w\_=M1\*t+M2\*(exp(l2\*t)-1);

w=reshape(w\_,4,1);

Остальные блоки не отличаются от схемы моделирования для весовой функции.

Проводим моделирование и строим графики с помощью скрипта h\_stop.m

%Построение графиков элементов матричной переходной функции

%

close all

figure

plot(t\_,h11\_s,'r-',t\_,h11\_vm,'b--',t\_,h11\_a,'m-.')

grid on

xlabel('t, c')

ylabel('h11')

title('Графики элемента h11 матричной переходной функции')

legend('h11-struct','h11-VM','h11-analit',0)

figure

plot(t\_,h21\_s,'r-',t\_,h21\_vm,'b--',t\_,h21\_a,'m-.')

grid on

xlabel('t, c')

ylabel('h21')

title('Графики элемента h21 матричной переходной функции')

legend('h21-struct','h21-VM','h21-analit',0)

figure

plot(t\_,h12\_s,'r-',t\_,h12\_vm,'b--',t\_,h12\_a,'m-.')

grid on

xlabel('t, c')

ylabel('h12')

title('Графики элемента h12 матричной переходной функции')

legend('h12-struct','h12-VM','h12-analit',0)

figure

plot(t\_,h22\_s,'r-',t\_,h22\_vm,'b--',t\_,h22\_a,'m-.')

grid on

xlabel('t, c')

ylabel('h22')

title('Графики элемента h22 матричной переходной функции')

legend('h22-struct','h22-VM','h22-analit',0)

Результаты моделирования представлены на рисунках ниже. Видно, что графики для различных способов моделирования системы с хорошей точностью совпадают.



