Лабораторная работа №3

“Модели в переменных состояниях”

**Цель работы:** Познакомиться с двумя новыми функциями: *ss* и *isim*. Рассмот­реть функцию *ехpm*, с помощью которой вычисляется переходная матрица состояния.

Анализ систем управления во временной области предполагает задание ее модели в про­странстве состояний:  и  (1)

Вектор х характеризует состояние системы, матрица А есть матрица коэффициентов размерности *п\*п,* В — матрица входа размерности *п\*т,* С — матрица выхода размерно­сти *р\*п,* D — матрица обхода размерности *р\*т.* Мы ограничиваемся рассмотрением сис­тем с одним входом и одним выходом, поэтому в данном случае *т=р=1,*а *у* и *u* являют­ся скалярными переменными (полужирное начертание для них не используется).

Основными элементами модели в пространстве состояний (1) являются вектор х и матрицы (А, В, С, D). Подобное описание как нельзя лучше подходит для использова­ния среды Matlab, в которой основной рабочей единицей является матрица. В действи­тельности Matlab охватывает так много различных методов, базирующихся на про­странстве состояний, что рассмотреть их все мы просто не имеем возможности.

Если задана передаточная функция, то мы можем получить эквивалентную модель системы в переменных состояния и наоборот. Для этого в Matlab имеются две функ­ции: функция *ss* позволяет перейти от передаточной функции к представлению системы в пространстве состояний, функция *tf* выполняет обратную задачу.

Например, рассмотрим систему третьего порядка:

 (3)

С помощью функции *ss* осуществим переход от передаточ­ной функции (3) к описанию системы уравнениями (1), где

   

Преобразование передаточной функции (3) в форму фазовой переменной в пространстве состояний:

num=[2 8 6];

den=[1 8 16 6];

sys\_tf = tf(num,den);

sys\_ss = ss(sys\_tf);

Решение первого из уравнений (1) имеет вид  (4)

Матричная экспоненциальная функция в (4) есть переходная матрица состояния Ф(*t*), т. е. Ф(*t*) = ехр(*At*). Для вычисления переходной матрицы состояния при заданном шаге дискретности по времени используется функция ехpm. Функция ехpm(А) вычисляет *еА.* Напротив, функция ехр(А) вычисляет для каждого элемента, матрицы А.

Рассмотрим, например *RLC-*цепь описываемую уравнением состояния (5),

 (5)

где

   

Зададимся начальными условиями  и будем считать, что входной сигнал . При шаге дискретности 0,2 с вычисленная переходная матрица состоянии:

A = [0 -2 1 -3];

dt = 0.2;

Phi = expm(A\*dt)

На основании этих данных можно определить состояние системы в момент времени t *=* 0,2 с:



Временные характеристики системы, заданной передаточной функцией (3), мож­но также получить с помощью функции *lsim*.

A=[0 -2;1 -3];

B=[2;0];

C=[1 0];

D=[0];

sys=ss(A,B,C,D);

x0=[1 1];

t=[0:0.01:1];

u=0\*t;

[y,T,x]=isim(sys,u,t,x0);

subplot(211),plot(T.x(:,1))

xlabel('Время(с)'),ylabel('X\_1')

subplot(212),plot(T,x(:,2))

xlabel('Время(с)'),ylabel('X\_2')

Состоя­ние цепи в момент времени *I =* 0,2 с, вычисленное с помощью функции *isim*, равно \*1(0,2) = *х2(0,2)* = 0,6703.

**Задание**

№1

С помощью функции *ss* получите модель в переменных состояния для систем, имеющих в разомкнутом состоянии следующие передаточные функции:

(а)  (б)  (в) 

***Вариант c 1-8- (а)***

***Вариант с 9-13 (б)***

***Вариант с 14-29 (в)***

***Где B-номер по списку.***

№2

С помощью функции *tf* определите передаточные функции для систем, модели которых в пе­ременных состояния представлены следующими матрицами:

(а) 

(б) 

(в) 

***Вариант c 1-8- (а)***

***Вариант с 9-13 (б)***

***Вариант с 14-29 (в)***

***Где B-номер по списку.***

№3

Рассмотрите схему, изображенную на рис.1 Считая операционный усилитель идеа­льным, определите передаточную функцию

(а) Представьте схему в переменных состоя­ния, если  = 1 кОм,  *=* 10 кОм, = 0,5 мФ и = 0,1 мФ. (б) На основании модели в пере­менных состояния из п. (а) с помощью функ­ции *step* получите график переходной

харак­теристики.



Рис.1. Электрическая цепь

№4

Рассмотрите систему, заданную уравнениями

 

(а) С помощью функции *tf* определите передаточную функцию

(б) Постройте график реакции системы на начальные условия для 0 < *t <* 10.

(в) С помощью функции *exmp* вычислите переходную матрицу состояния и определите   
при для начальных условий из п. (б). Сравните полученный результат с данными из  
п. (б).

№5

Рассмотрите две системы:

  (1)

  (2)

(а) С помощью функции *tf* определите передаточную функцию для системы (1).

(б) Проделайте то же самое для системы (2).

(в) Сравните результаты пп. (а) и (б) и прокомментируйте их.

№6

Рассмотрите замкнутую систему, представленную на рис.2.

(а) С помощью Matlab получите модель в переменных состояния для регулятора.

(б) Проделайте то же самое для объекта.

(в) Используя результаты пп. (а) и (б), с помощью функций series и feedback получите модель  
в переменных состояния для замкнутой системы и постройте график ее реакции на импуль­сное входное воздействие.



Рис 2 Замкнутая система управления.

Литература:

1) «Matlab для студента» под редакцией А.М.Половко и П.Н.Бутусова Санкт-Петербург 2005 г.

2) «Современные системы управления» Под редакцией Р. Дорфа и Р.Бишопа, 2002 г.