**ЛАБ 10**

**Цель и содержание:**изучить основные приемы разработки систем компьютерного моделирования динамикческих процессов в пакете Simulink

**Теоретическое обоснование**

Для разработки системы компьютерного моделирования динамических процессов в жидких дисперсных магнитных наносистемахиспользована  система дифференциальных уравнений ,описывающая процесс восстановления равновесной формы капли магнитной жидкости после выключения внешнего магнитного поля.

 (21.1)

Состояние динамической системы характеризуется парой величин: координатой  и скоростью , являющихся компонентами вектора состояний системы, принадлежащего пространству состояний (иначе, фазовому пространству).

Для решения системы (21.1) необходимо составить блок схему, позволяющую исследовать поведение изучаемой динамической системы в пакете расширения Simulink системы Matlab. В основе построения блок схемы лежит последовательный итерационный процесс. Алгоритм итерационного процесса заключается в следующем:

1.       Формируется правая часть первого уравнения системы (21.1), которая зависит от относительного удлинения капли  и скорости изменения удлинения . Считается, что и скорость изменения –  известны, следовательно, известно и ускорение .

2.       Определяется скорость путем интегрирования ускорения .

3.       Определяется относительное удлинение капли  путем последующего интегрирования скорости .

4.       Выполняется п.1 – полученные значения  и  используются для формирования правой части первого уравнения системы (21.1)

Блок схема (рисунок 21.1) содержит два последовательно соединенных интегратора с внешне задаваемыми величинами *r*, *r*1, *s*, *h*, *R* в соответствии с системой (21.1) и начальными условиями  и .

На вход первого интегратора подается ускорение , в качестве начального условия используется начальное значение скорости .

На выходе этого интегратора будет текущая скорость изменения относительного удлинения капли . Эта величина подается на вход второго интегратора с начальным условием в виде начального удлинения .

Выходом со второго интегратора будет зависимость относительного удлинения капли от времени.

Отдельным блоком в схеме приведена подсистема – субмодель (блок Sybsystem), представляющая собой функцию правой части первого уравнения системы (21.1) – рисунок 21.2. При построении блок схемы подсистемы ее связь с основной системой осуществляется путем ввода в подсистему стандартных блоков In (Вход) и Out (Выход). Все величины, которые формируются в основной модели системы, а используются в подсистеме (субмодели) поступают в подсистему через блоки In.

Величины, сформированные в подсистеме, а используемые в основной системе, поступают в основную модель из подсистемы через блоки Out. При этом на изображении блока подсистемы (блок Sybsystem) в блок-схеме основной модели появляется количество входов, равное числу введенных в подсистему блоков In (рисунок 21.1).

Входными параметрами подсистемы являются  и , а входными величинами *r*, *r*1, *s*, *h*, *R*.

Для отображения результатов моделирования использован блок Scope, подключенный к сформированному сигналу. Для отображения фазового портрета использован блок XYGraph.

Рисунок 21.1. Блок-схема основной модели динамической системы, описываемой системой уравнений (21.1)

Рисунок 21.2. Блок-схема субмодели динамической системы (21.1)[11]

**Аппаратура и материалы.** Для выполнения лабораторной работы необходимо использовать следующее: аппаратное обеспечение: персональный компьютер MDT750/ i75930K/ 4 D8192D42133; мультимедиа-проектор Epson; магнитно-маркерная доска и программное обеспечение: операционную систему Windows 7 и выше; Microsoft Officе, систему компьютерной математики MATLAB R2011b и выше.

**Указания по технике безопасности.** Студенты должны следовать общепринятой технике безопасности для пользователей персональных компьютеров. Не следует самостоятельно производить ремонт технических средств, установку и удаление программного обеспечения. В случае обнаружения неисправностей необходимо сообщить об этом администратору компьютерного класса (обслуживающему персоналу лаборатории).

**Методика и порядок выполнения работы**

Выполните предложенные задания, предварительно изучив материал, представленный в теоретических указаниях.

**Задание 21.1.**Разработка структурной схемы  модели, описывающей динамические процессы – рисунок 21.1

**Задание 21.2.**Разработка структурной схемы  субмодели, описывающей динамические процессы – рисунок 21.2

**Задание 21.3.** Выполните моделирование, используя следующие параметры:*R* = 3 мм, *r* = 1060 кг/м3, *r*1= 1000 кг/м3,*s*  = 2·10-3Н/м,  
*h* = 0,0043 Па×с.

Результаты моделирования представлены на рисунке 21.3, 21.4.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рисунок 21.3 – Результат решения системы уравнений (21.1) в пакете расширения Simulink системы Matlab | Рисунок 21.4 – Фазовый портрет, полученный в результате решения системы уравнений (21.1) в пакете расширения Simulink системы Matlab |

Фазовый портрет, полученный с помощью блока XYGraph пакета Simulink, представлен на рисунке 21.4. Точка с координатами (1,0) на рисунке  является асимптотически устойчивым фокусом. Таким образом, эта точка является аттрактором нулевой размерности. Наличие на фазовой траектории фокуса свидетельствует о том, что рассматриваемая динамическая система является диссипативной.

Задание 4. Индивидуальное задание  (таблица 21.1)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | *R*,  мм | *r* ,кг/м3 | *r*1,кг/м3 | *s* ·10-3, Н/м | *h* .Па×с |
| 1 | 3 | 1060 | 1000 | 2 | 0,0033 |
| 2 | 5 | 1100 | 1160 | 3 | 0,0043 |
| 3 | 4 | 1020 | 1160 | 5 | 0,0053 |
| 4 | 7 | 1080 | 1030 | 1 | 0,0023 |
| 5 | 8 | 1040 | 1005 | 8 | 0,093 |
| 6 | 2 | 1050 | 1040 | 10 | 0,0073 |
| 7 | 10 | 1090 | 1060 | 4 | 0,0013 |
| 8 | 6 | 1010 | 1000 | 2 | 0,0063 |
| 9 | 9 | 1070 | 1020 | 6 | 0,0083 |
| 10 | 15 | 1030 | 1000 | 7 | 0,0039 |

**Содержание отчета и его форма**

Подготовьте отчет, в котором приведите технологию выполнения заданий.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1)      название работы;

2)      цель лабораторной работы;

3)      формулировку задания и технологию его выполнения;

4)      ответы на контрольные вопросы;

5)      приложение – файлы выполненных заданий.

**Вопросы для защиты работы**

1.  Как осуществляется разработка структурных схем?

2.  Как с помощью Simulink можно моделировать поведениесложных  систем?

На какой технологии основана разработка моделей средствами SIMULINK (S-модели)?