**Лабораторная работа №4**

Построение бифуркационных диаграмм систем первого порядка с одним или двумя параметрами

**Цель работы:** Построение бифуркационных диаграмм систем первого порядка с помощью Matlab.

**Основные сведения:** исследуемая система описывается символьной функцией двух или трех переменных, где первая переменная — это выход системы, а остальные переменные – параметры объекта. Бифуркационная диаграмма является изображением зависимости положений равновесия системы от значения параметра.

Целью бифуркационного анализа является нахождение точек бифуркации или бифуркаций в точке. Наличии точки (или кривой, для многомерных диаграмм) бифуркации показывает граничное значение параметра, при котором происходит изменение установившегося режима системы. Бифуркация в точке (или на линии) показывает критическое значение параметров, при которых возникает неопределенность поведения системы, однако при переходе через эту границу установившийся режим не изменяется.

**Реализация алгоритма в Matlab:** для построения бифуркационных диаграм необходимо найти положения равновесия системы при всех значениях параметров в некотором диапазоне. Для автоматизации процесса необходимо использовать алгоритм исследования системы, рассмотренный в первой лабораторной работе. Так как функция, производящая анализ системы первого порядка, принимает на вход систему без параметров, необходимо организовать цикл, в котором на каждом шаге будет выполняться замена параметра на численное значение с помощью функции **subs** и сохранение результатов исследования системы на каждой итерации. Сохранять значения можно в массивах, с последующим построением графика по значениям этого массива, однако в этом случае возникает сложность разделения этих точек на отдельные кривые. В качестве альтернативы можно отмечать точки диаграммы по мере их получения. Для этого на каждом проходе цикла необходимо вызывать функцию построения графика и хотя бы раз вызвать функцию **hold on** при открытом окне фигуры.

Важно отметить, что при отдельном построении точек на графике не будет строиться соединительная линия. Таким образом для отображения значений надо воспользоваться маркерами. Маркеры задаются необязательным аргументом функции **plot** со строковым типом. Некоторые значения типа линии и маркеров представлены в таблице 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение | Цвет | Значение | Тип маркера | Значение | Тип линии |
| b | синий | . | точка | - | сплошная |
| g | зеленый | o | круг | : | точки |
| r | красный | x | крест | -. | Точка-тире |
| c | Сине-зеленый | + | плюс | -- | пунктир |
| M | пурпурный | \* | звезда | (none) | Без линии |
| Y | желтый | d | ромб |  |  |
| k | черный | v | Перевернутый треугольник |  |  |

Пример вызова функции плот:

plot(x, y, 'xr')

При построении трехмерных графиков используется функция **plot3(x, y, z)**, работа которой полностью идентична работе функции **plot**, за исключением дополнительного аргумента – оси z.

**Задание на лабораторную работу:**

* Необходимо написать два скрипта, использующих программу из первой лабораторной работы, для построения бифуркационных диаграмм систем первого порядка с одним и двумя параметрами соответственно.
* Проанализировать полученные диаграммы и описать наличие бифуркаций в исследуемой системе