Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого

Институт компьютерных наук и технологий

Высшая школа интеллектуальных систем и суперкомпьютерных технологий

Отчет по лабораторной работе №1

По теме: «Исследование свойств многосвязного объекта в дискретном времени»

**Дисциплина:** Компьютерные системы управления

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Выполнил студент гр. 3540901/02001 | \_\_\_\_\_\_\_\_ | Бараев Д. Р. |
|  | (подпись) |  |
| Руководитель | \_\_\_\_\_\_\_\_ | Нестеров С. А. |
|  | (подпись) |  |
|  |  | «\_\_»\_\_\_\_\_\_ 2021г. |

Санкт-Петербург

2021

## Исходные данные

Объект первого порядка:

a1 = 2, a2 = 2.

**Задание**

1. Найти значение b, которое обеспечивает монотонный переходный процесс.
2. Записать матрицу передаточных функций от двух входов к двум выходам.
3. Смоделировать поведение объекта в непрерывном виде.
4. Для ограниченных значений дискретности смоделировать поведение объекта в дискретном виде.

## Ход работы

**Определение значения b**

Для многомерных стационарных систем, описываемых уравнениями состояния, характеристическое уравнение определяется по формуле:

Согласно критерию Гурвица, для устойчивости систем второго порядка достаточно положительности коэффициентов характеристического уравнения. В данном случае видно, что это условие выполняется для любого b.

Рассчитаем параметры корней характеристического уравнения:

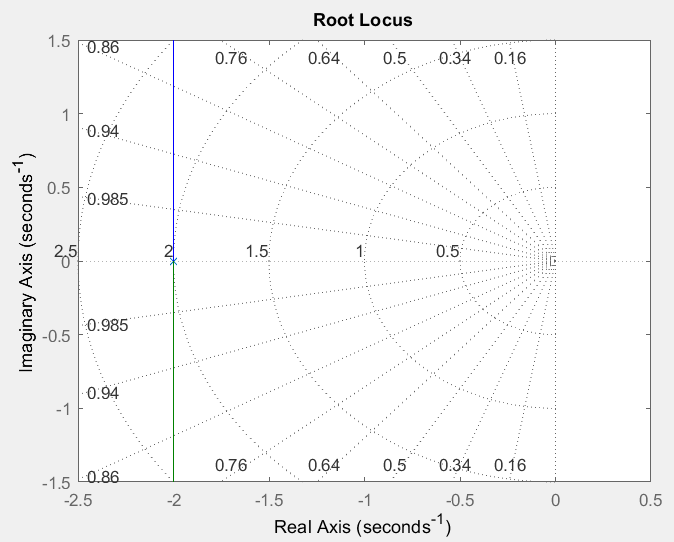
Перепишем характеристический полином в ином виде.

Тогда

При

Получим

Построим корневой годограф для данной системы



Корневой годограф

Заданная система имеет второй порядок, поэтому она имеет только два комплексных корня, расположенных в левее мнимой оси. Это говорит о том, что заданная система изначально устойчива. Величина минимальной действительной части комплексного корня определяет критерий длительности переходного процесса – ( наибольшая постоянная времени в системе).

Используя критерий длительности переходного процесса , и зная половину ширины области , при попадании в которую процесс считается завершенным, можно определить время переходного процесса, используя следующую формулу:

Общий вид переходного процесса в случае, если ближайшей к мнимой оси является комплексно-сопряженная пара корней, имеет следующий вид:

Путем моделирования установим такой b = 0.1, чтобы в этом случае переходные процессы не обладали колебательностью.

**Матрица передаточных функций**

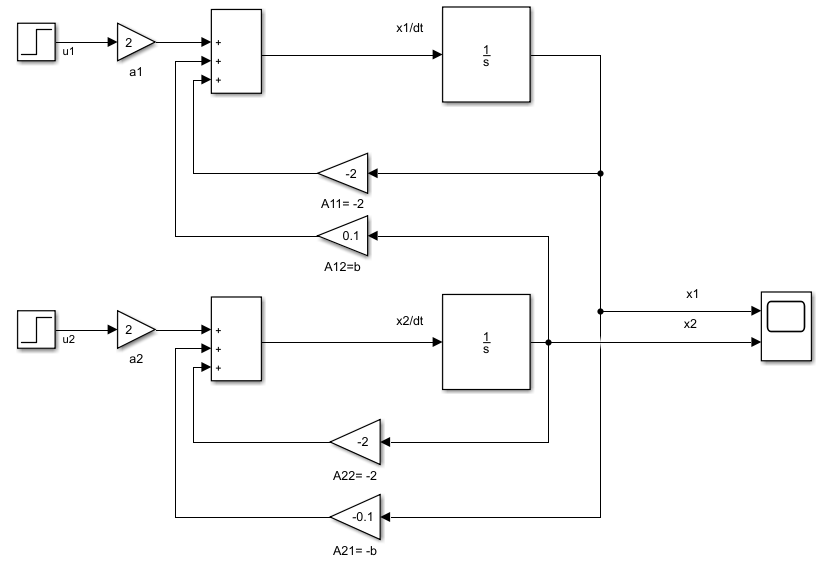
От матричного вида задания объекта можно перейти к системе уравнений, после преобразования Лапласа:

После преобразований получаем матрицу передаточных функций:

**Статическая ошибка**

Обнулим левую часть- это соответствует бесконечному пределу по времени в установившемся процессе.

**Моделирование поведения объекта в непрерывном виде**



При коэффициенте b = 0.1 переходные процессы имеют следующий вид (при u1 = 0(t), u2 = 1):

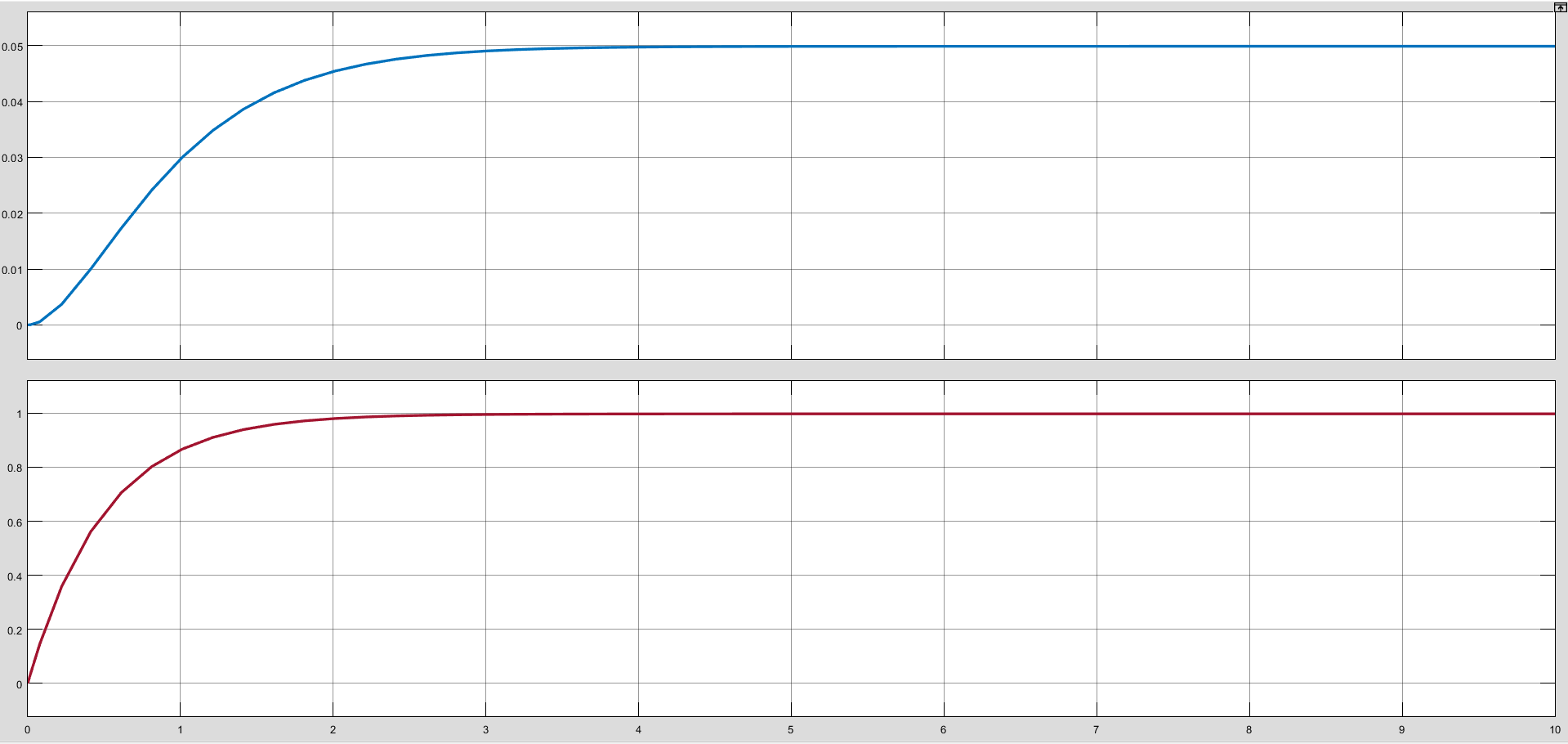


Рис. 1. Переходный процесс координаты, при подаче функции Хевисайда только на второй вход.

Предельное значение теоретическое: x1 = 0.05611, x2 = 1.12219

Предельное значение из графика: x1 = 0.056, x2 = 1.122

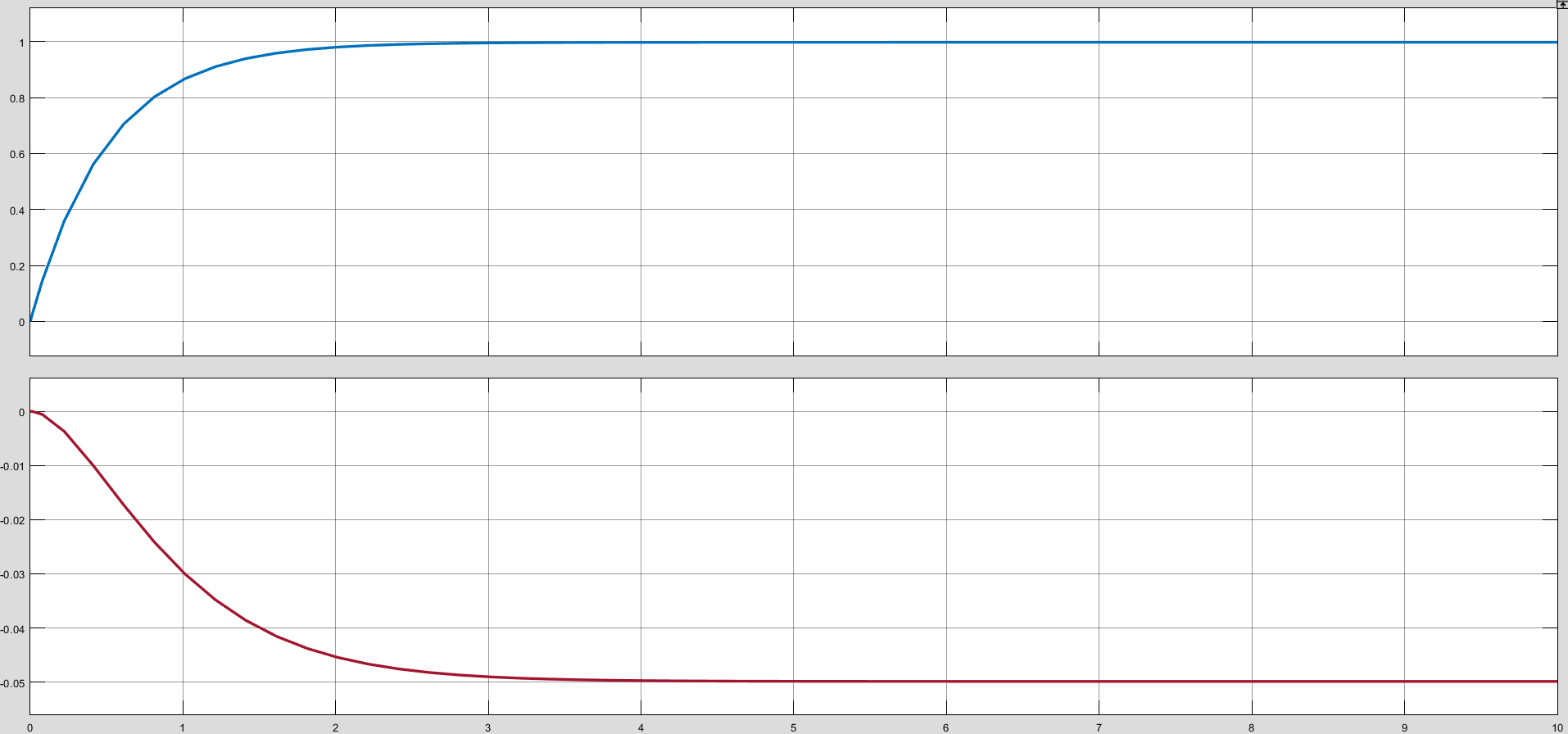


Рис. 2. Переходный процесс координаты, при подаче функции Хевисайда только на первый вход.

Предельное значение теоретическое: x1 = 1.12219, x2 = -0.05611

Предельное значение из графика: x1 = 1.122, x2 = -0.056

**Моделирование поведения объекта в дискретном виде**

Для приведения непрерывной системы к дискретному виду применим прямой метод Эйлера:

Произведем замену вида:

Знаменатель передаточной функции является характеристическим уравнением

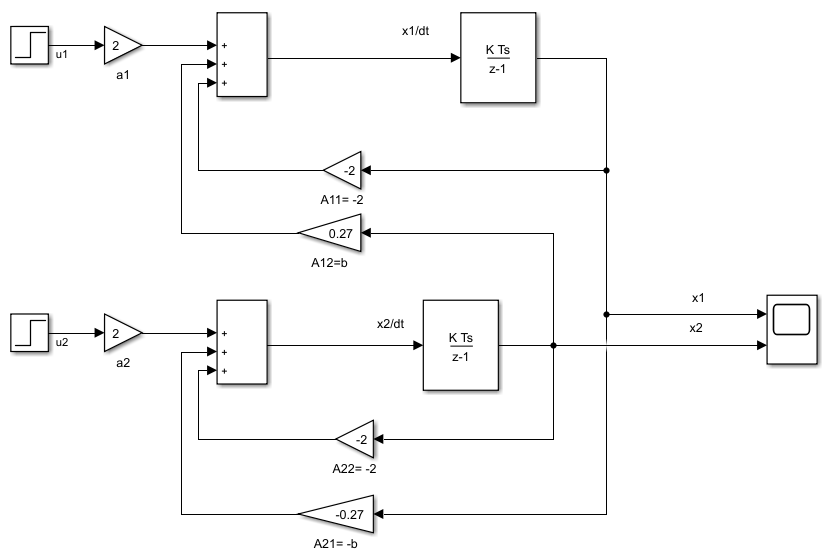
Для выполнения условия устойчивости применим критерий Гурвица:

Заменив следующим образом:

Получим:

При h = 0.15, берём b <27 для устойчивости и отсутствию колебаний подберем: b=0.27

Система в дискретном виде выглядит следующим образом:



Графики переходного процесса представлены на рисунках ниже:

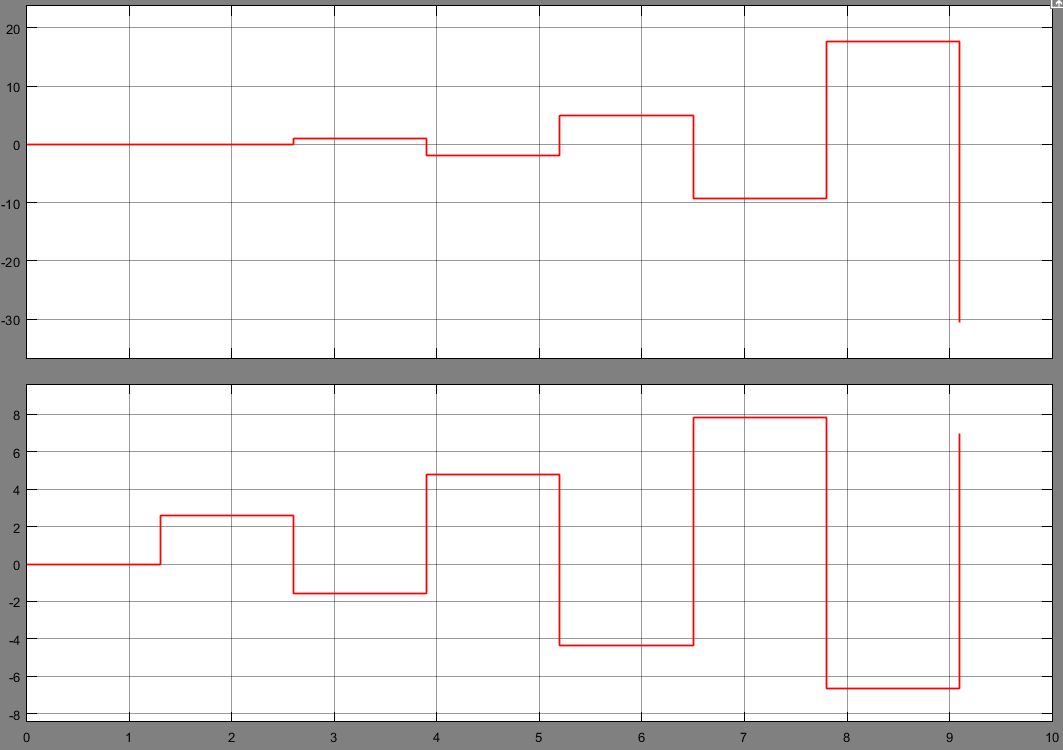


Рис. . Переходный процесс координаты x2 в дискретном виде при h= 1.3

Изображение выглядит как текст, седзи

Автоматически созданное описание

Рис. . Переходный процесс координаты x2 в дискретном виде при h= 0.7

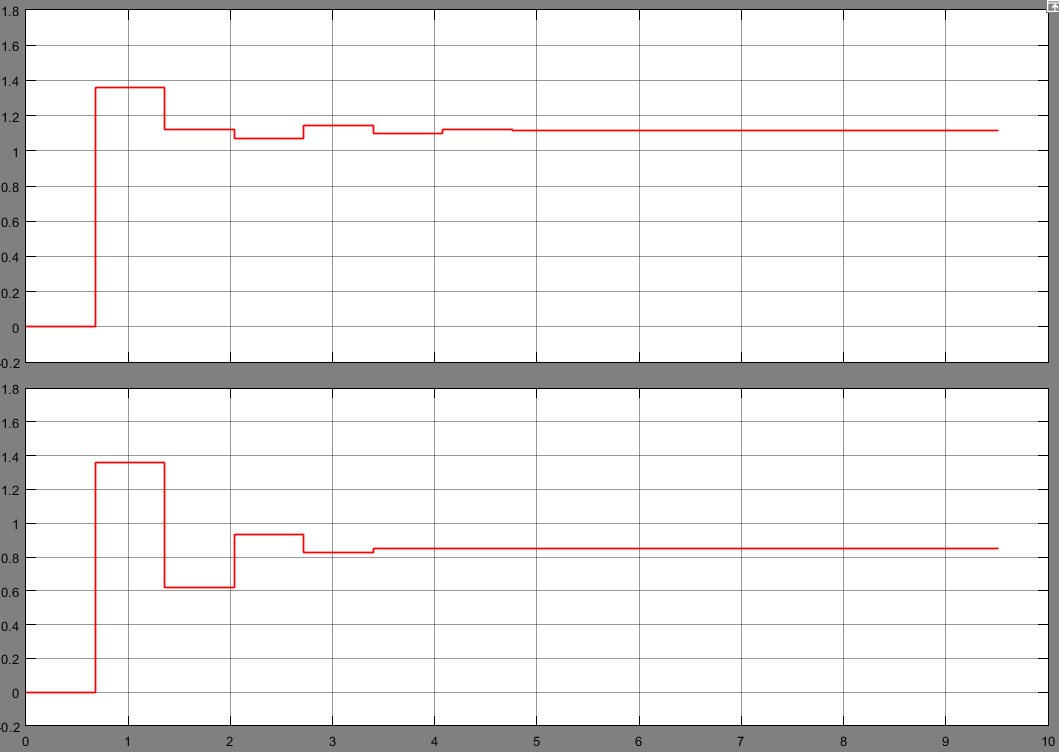


Рис. . Переходный процесс координаты x2 в дискретном виде при h= 0.68

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Рис. 6. Переходный процесс координаты x2 в дискретном виде при h= 0.15

Предельное значение теоретическое: x1 = 0.13716, x2 = 0.948457

Предельное значение из графика: x1 = 0.137, x2 = 0.9484

Изображение выглядит как стол

Автоматически созданное описание

Рис. . Переходный процесс координаты x2 в дискретном виде при h= 0.15

Предельное значение теоретическое: x1 = 0.99324, x2 = -0.13916

Предельное значение из графика: x1 = 0.993, x2 = -0.139

## Выводы

В данной лабораторной работе был записан характеристический полином объекта. Система устойчива по критерию устойчивости Гурвица.

Построен корневой годограф, он показывает, что корни характеристического полинома лежат в левой полуплоскости и как они перемещаются.

Получение желаемых характеристик переходных процессах объекта можно достичь путем выбора комплексной составляющей корня характеристического уравнения системы, которая является радиальной частотой колебаний. Для монотонного процесса b подбиралось таким, чтобы комплексная составляющая корней была близка к 0, чтобы минимизировать осцилляции.

Определено, что значение b = 0.1

Перешли к от непрерывной формы к дискретной методом Эйлера. Полученную систему промоделировали при помощи Simulink при фиксированном значении b и разных значениях h (шага дискретизации). В дискретной системе необходимо учитывать частоту дискретизации при подборе параметров, в ином случае система становится неустойчивой. На рис 3 специально нарушены ограничения, чтобы пронаблюдать неустойчивость процесса. Статические отклонения, полученные при помощи моделирования и рассчитанные совпадают с высокой точностью.