

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**  
**Кафедра САУ**

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе № 4**  
**по дисциплине «Модельно-ориентированное проектирование систем**  
**управления»**  
**ТЕМА: Автоматизация расчета модальных регуляторов для одномерных**  
**непрерывных и цифровых систем управления**

Студент гр. 9492

Викторов А.Д.

Преподаватель

Игнатович Ю.В.

Санкт-Петербург

2024

**Цель работы:** освоить работу с программами автоматизации расчета модальных регуляторов для одномерных непрерывных и цифровых систем управления с постоянными параметрами с желаемым характеристическим полиномом.

## Ход работы

Используя программу *modal.mlapp*, построим систему с модальным регулятором. Интерфейс программы приведен на рисунке 1.

**Синтез систем с модальным управлением**

**Исходные данные непрерывной системы**

Порядок системы       Количество выходов системы

	1	2	3
1	-146.5500	-5.5200	0
2	685.5500	0	0
3	0	1	0

	1
1	344.8300
2	0
3	0

	1	2	3
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1

**Параметры расчета**

Тип стандартного полинома

Желаемое время переходного процесса, с

Точность установившегося режима, %

**Непрерывная система**

Рассчитать  
коэф-ты непрерывного  
модального регулятора

Построить систему  
с непрерывным  
модальным регулятором

**Эквивалентная дискретная система**

Период дискретизации, с

Рассчитать  
коэф-ты дискретного  
модального регулятора

Построить систему  
с дискретным  
модальным регулятором

**Результаты расчёта**

Нормирующий коэффициент системы

8.4217

Корни  
характеристического полинома

-125.8  
-125.8  
-125.8

Коэффициенты модального регулятора

0.6695  
0.1848  
8.4217

**Выход**

Рисунок 1 - Интерфейс программы *modal.mlapp*

Данная программа позволяет синтезировать непрерывный и дискретный модальный регулятор, а также построить систему с этими регуляторами. На рисунке 2 приведена модель непрерывной системы с модальным регулятором. В качестве желаемого полинома использовался полином Ньютона, время переходного процесса задано по 5% критерию и составляет 0,05 секунды. На рисунке 3 приведен график переходного процесса по всем переменным состояния.

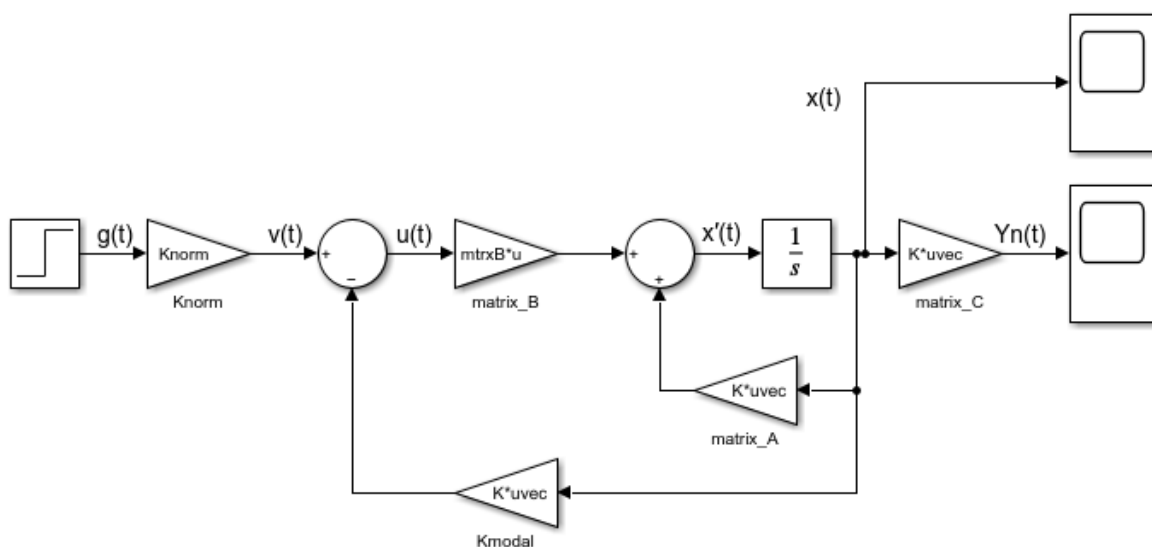


Рисунок 2 - Модель непрерывной системы

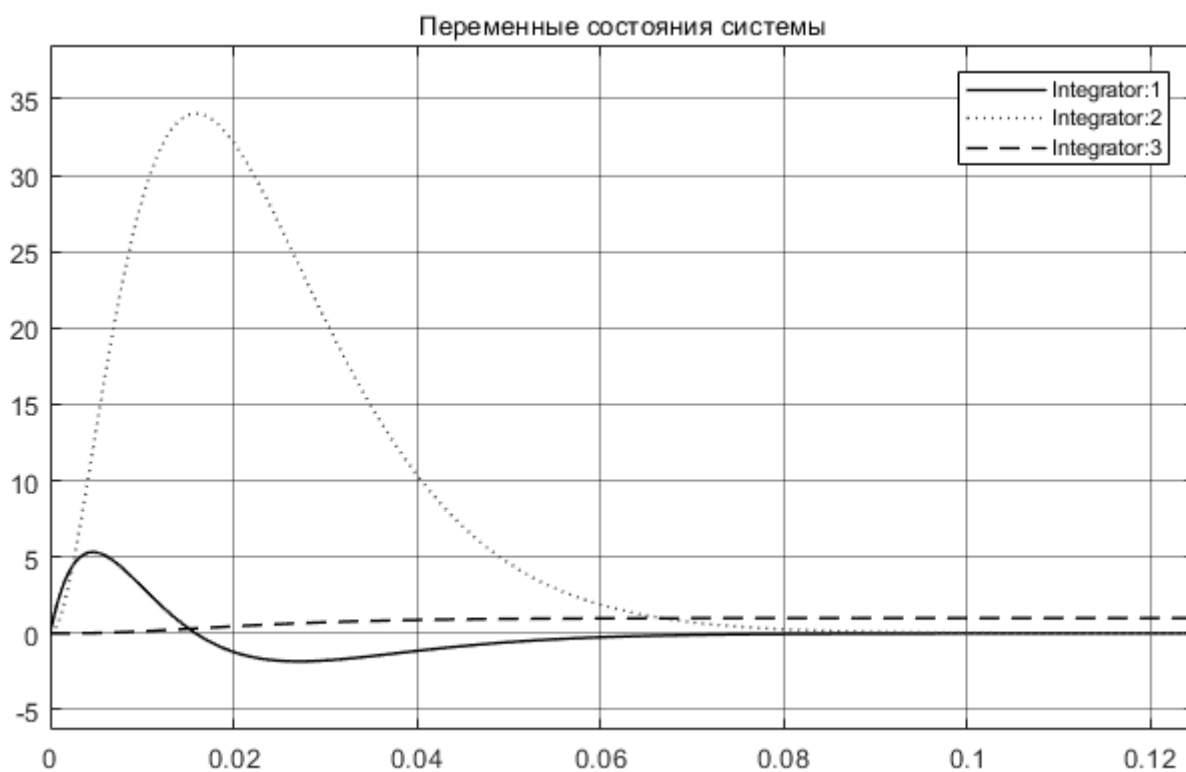


Рисунок 3 - Переходный процесс непрерывной системы

На рисунке 4 можно увидеть график переходных процессов, полученный во второй лабораторной работе. Можно заметить, то переходный процесс системы с модальным регулятором на основе полинома Ньютона в точности повторяет переходные процесс, полученный в данной работе.

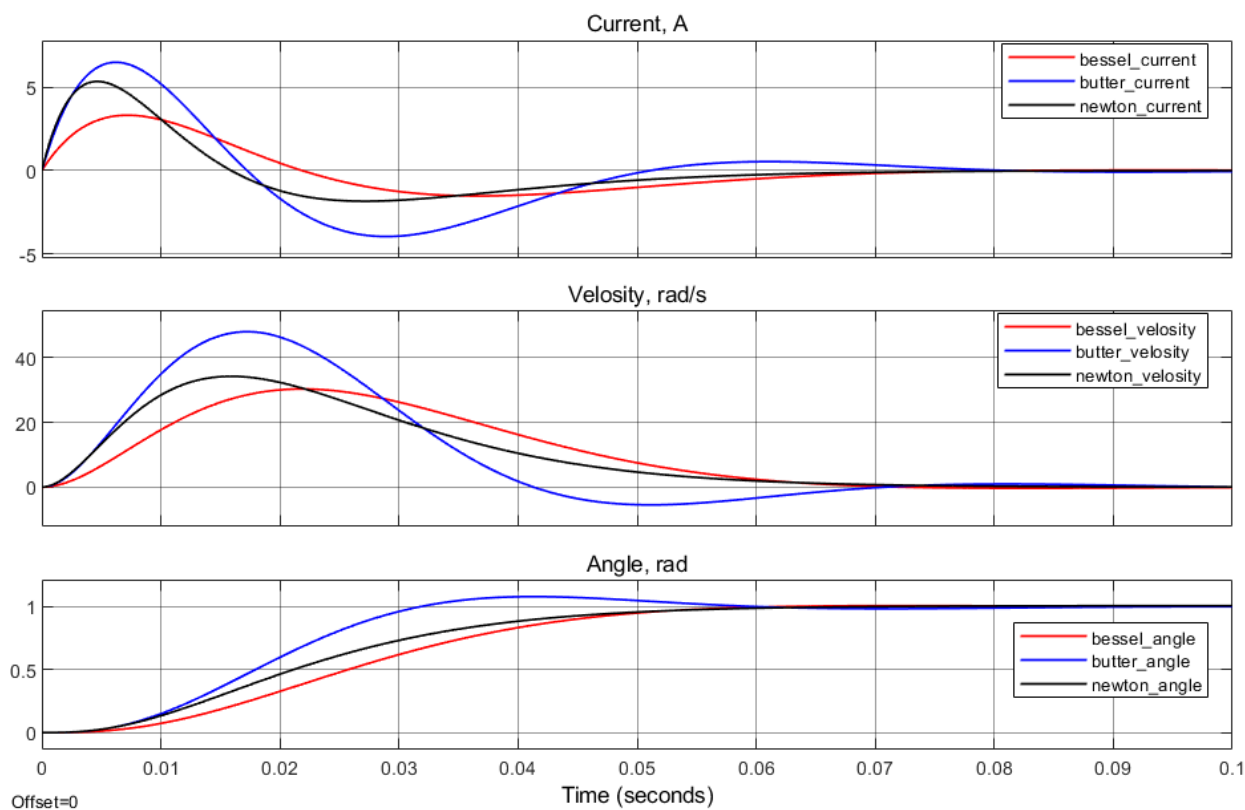


Рисунок 4 - График переходных процессов ОУ из лабораторной работы №2

Используя программу *modal.mlapp*, построим систему с дискретным модальным регулятором. Интерфейс программы приведен на рисунке 5.

**Синтез систем с модальным управлением**

**Исходные данные непрерывной системы**

Порядок системы:       Количество выходов системы:

**Матрица A**

	1	2	3
1	-146.5500	-5.5200	0
2	685.5500	0	0
3	0	1	0

**Матрица B**

	1
1	344.8300
2	0
3	0

**Матрица C**

	1	2	3
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1

**Параметры расчета**

Тип стандартного полинома:

Желаемое время переходного процесса, с:

Точность установившегося режима, %:

**Непрерывная система**

Рассчитать коэф-ты непрерывного модального регулятора      Построить систему с непрерывным модальным регулятором

**Эквивалентная дискретная система**

Период дискретизации, с:

Рассчитать коэф-ты дискретного модального регулятора      Построить систему с дискретным модальным регулятором

**Результаты расчёта**

Нормирующий коэффициент системы:

Корни характеристического полинома:

0.88179  
0.88179  
0.88179

Коэффициенты модального регулятора:

0.6105  
0.1671  
7.5141

**Выход**

Рисунок 5 – Интерфейс программы *modal.mlapp*

На рисунках 6 и 7 приведены результаты работы программы и результаты моделирования полученной дискретной системы. Видно, что график переходного процесса повторяет полученный ранее график с точностью до периода дискретизации.

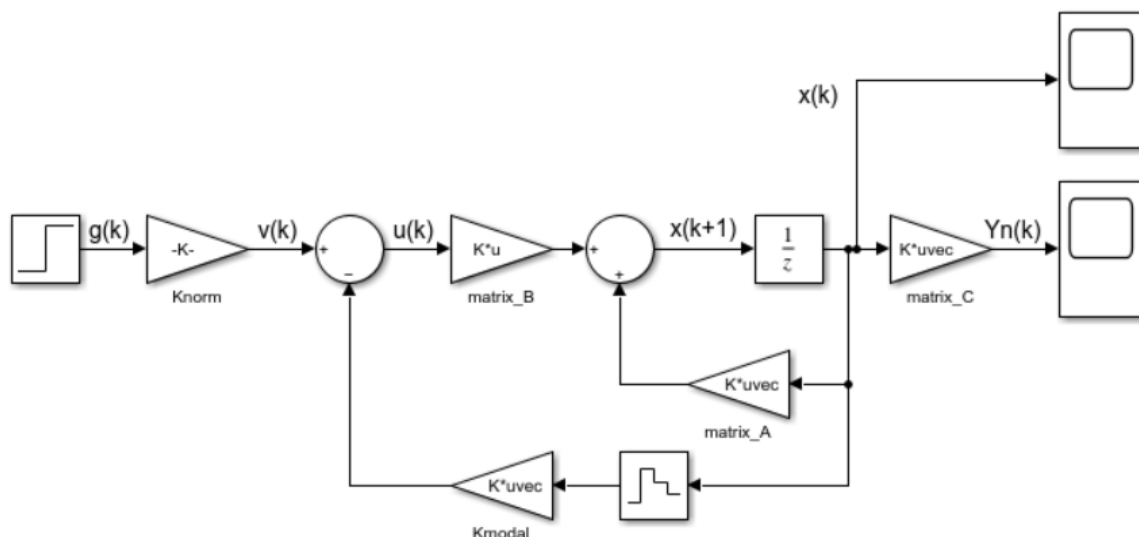


Рисунок 6 - Модель дискретной системы

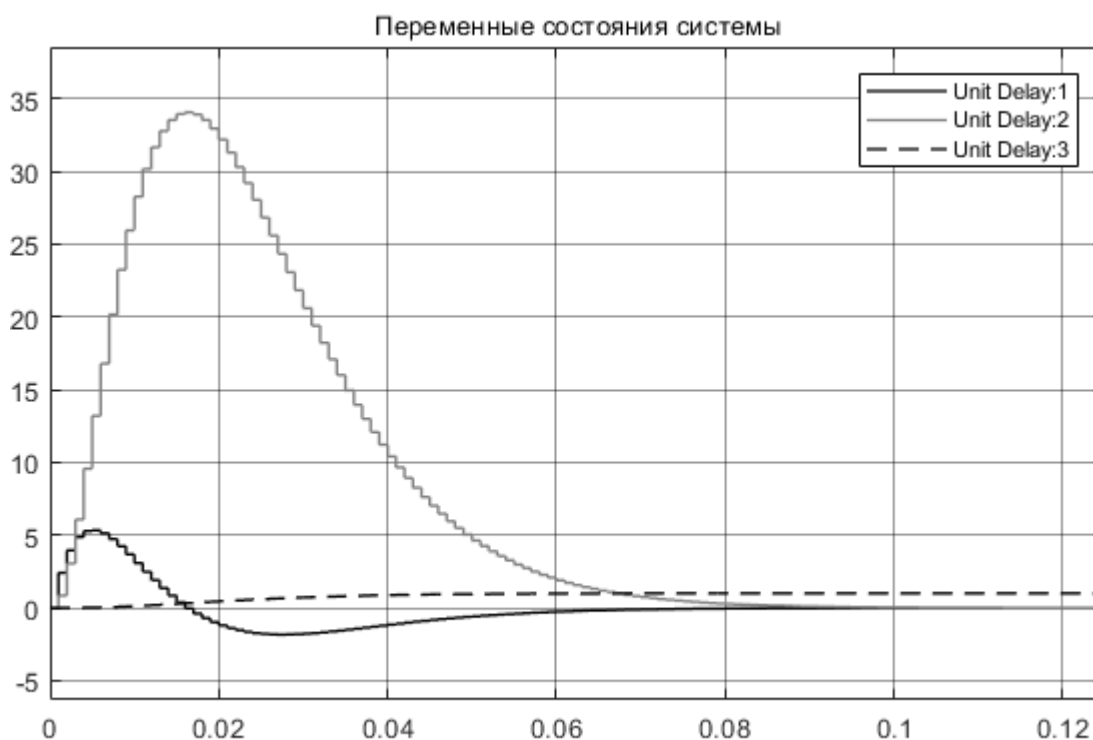


Рисунок 7 - Переходный процесс дискретной системы

В качестве альтернативы можно использовать программу *modal\_Fad\_Lev.mlapp*. Данная программа реализует тот же самый функционал, но использует метод Фаддеева-Левере. Способ синтеза аналогичен уже рассмотренному. Результаты соответствуют ранее полученным (см рис. 9 – 13).

**Синтез систем с одним входом и модальным управлением методом Фаддеева-Левере**

**Исходные данные непрерывной системы**

Порядок системы       Количество выходов системы

	1	2	3
1	-146.5500	-5.5200	0
2	685.5500	0	0
3	0	1	0

	1
1	344.8300
2	0
3	0

	1	2	3
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1

**Результаты расчёта**

Нормирующий коэффициент системы

Корни характеристического полинома

-125.8

-125.8

-125.8

Коэффициенты модального регулятора

0.6695

0.1848

8.4217

**Параметры расчёта**

Тип желаемого стандартного полинома Ньютона

Желаемое время переходного процесса, с

Точность установившегося режима, % 5

Непрерывная система

Рассчитать коэф-ты непрерывного модального регулятора

Построить непрерывную систему с модальным регулятором

Эквивалентная дискретная система

Период дискретизации, с

Рассчитать коэф-ты дискретного модального регулятора

Построить дискретную систему с модальным регулятором

Выход

Рисунок 8 – Интерфейс программы *modal\_Fad\_Lev.mlapp*

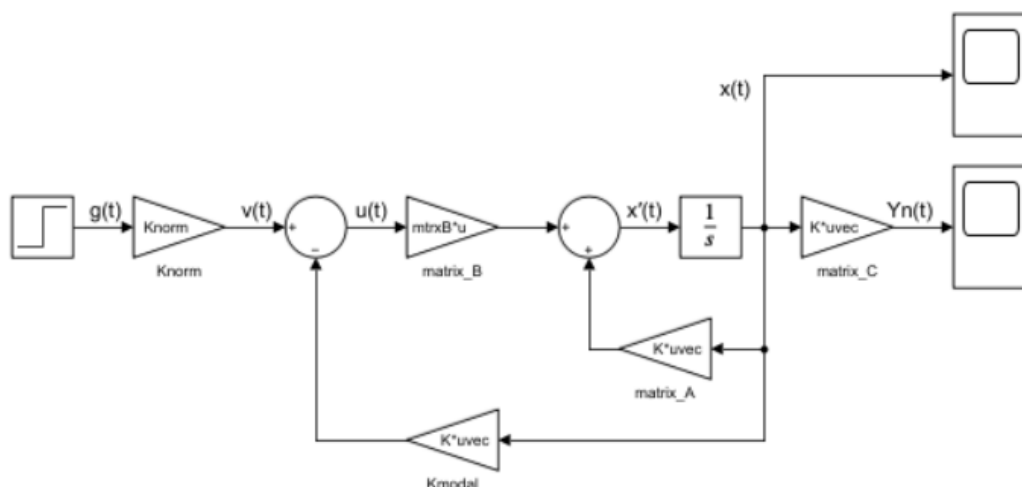


Рисунок 9 - Модель непрерывной системы

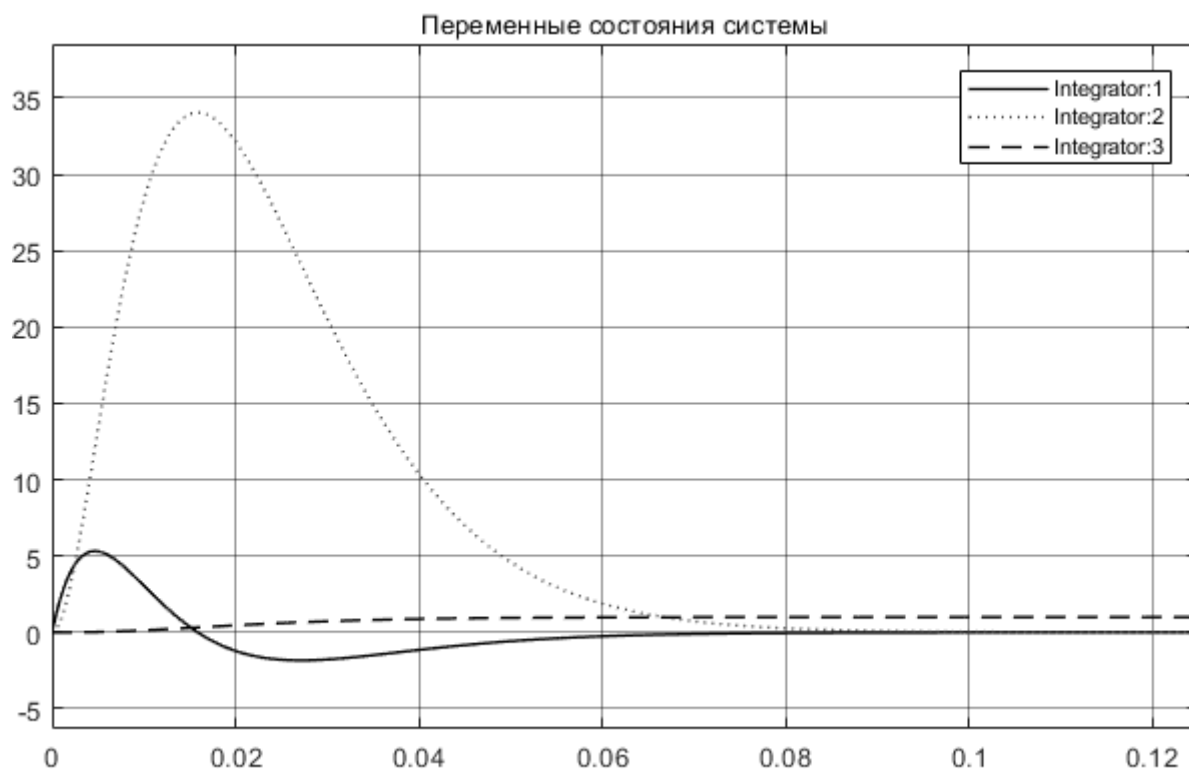


Рисунок 10 - Переходный процесс непрерывной системы

**Синтез систем с одним входом и модальным управлением методом Фаддеева-Леверье**

**Исходные данные непрерывной системы**

Порядок системы:       Количество выходов системы:

	1	2	3	
1	-146.5500	-5.5200	0	0
2	685.5500	0	0	0
3	0	1	0	0

	1	
1	344.8300	
2	0	
3	0	

	1	2	3	
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	0	1

**Параметры расчёта**

Тип желаемого стандартного полинома:

Желаемое время переходного процесса, с:

Точность установившегося режима, %:

**Непрерывная система**

Рассчитать  
коэф-ты непрерывного  
модального регулятора

Построить непрерывную  
систему  
с модальным регулятором

**Эквивалентная дискретная система**

Период дискретизации, с:

Рассчитать  
коэф-ты дискретного  
модального регулятора

Построить дискретную  
систему  
с модальным регулятором

**Результаты расчёта**

Нормирующий коэффициент системы:

Корни характеристического полинома:

0.8818

0.8818

0.8818

Коэффициенты модального регулятора:

0.6105

0.1671

7.5141

**Выход**

Рисунок 11 – Интерфейс программы modal\_Fad\_Lev.mlapp

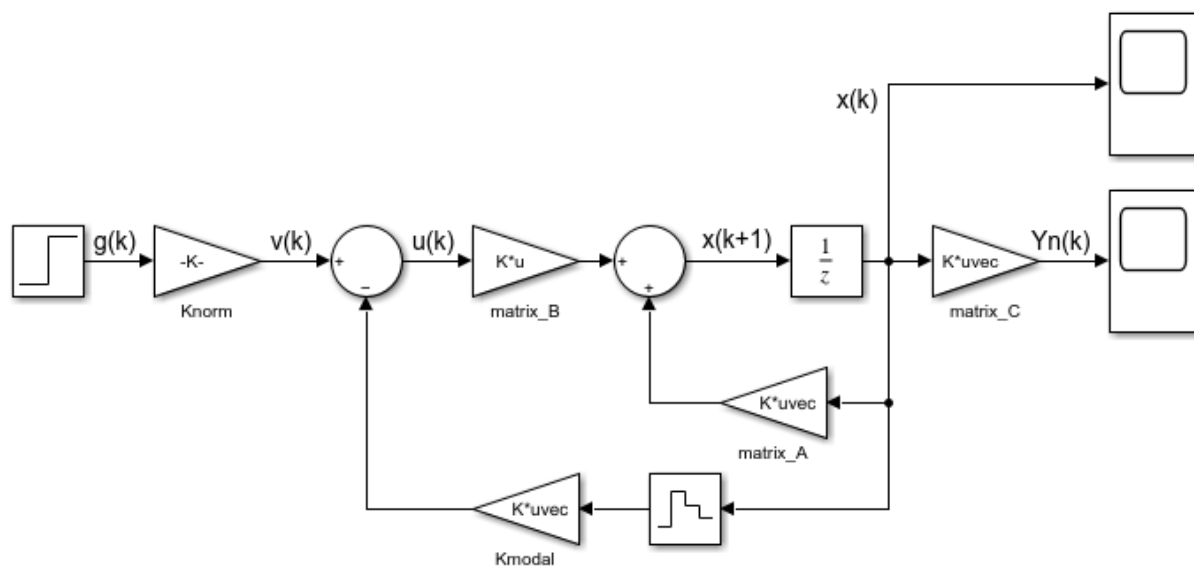


Рисунок 12 - Модель дискретной системы

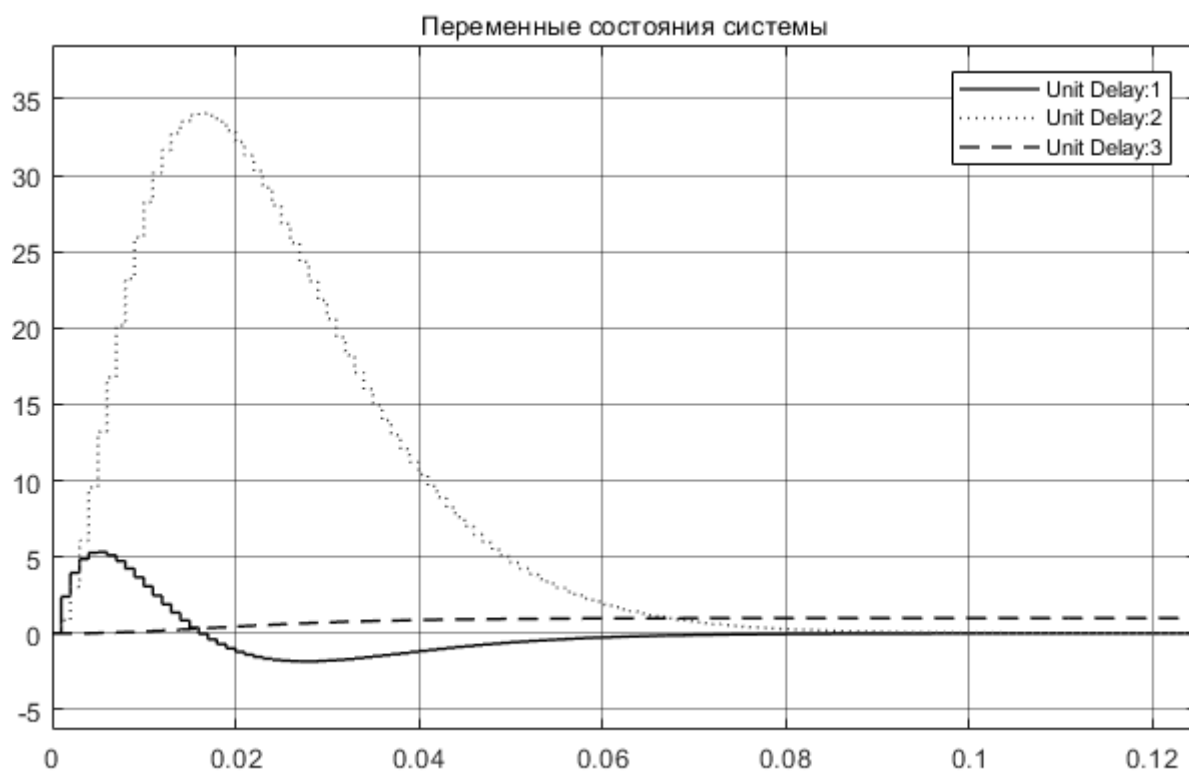


Рисунок 13 - Переходный процесс дискретной системы



## Вывод

В ходе выполнения данной лабораторной работы был произведен синтез системы управления с модальным регулятором в дискретном и непрерывном виде с использованием программ для автоматизации синтеза *modal.mlapp* и *modal\_Fad\_Lev.mlapp*. Было выявлено, что использование этих программ позволяет сократить время на синтез, так как в программном коде заложена автоматическая генерация модели системы с регулятором согласно введенным матрицам исходного объекта управления.

Было произведено сравнение полученных переходных процессов в системе и выявлено абсолютное их совпадение, что означает возможность применения этих программ для автоматизации расчетов. Полной совпадением результатов гарантируется одинаковым методом расчёта, использованным во второй и в четвертой лабораторной работе.