Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Новосибирский государственный технический университет

Кафедра автоматизированных систем управления



**Лабораторная работа №3**

**«Структурные преобразования»**

|  |  |
| --- | --- |
| Группа: АВТ-813  Студенты:  Кинчаров Данил  Пайхаев Алексей  Чернаков Кирилл | Преподаватель:  Достовалов Дмитрий Николаевич,  к.т.н., заведующий кафедрой АСУ |

Новосибирск

2020 г.

**Оглавление**

[Цель работы: 2](#_Toc54294466)

[Вариант задания: 3](#_Toc54294467)

[Результаты выполнения элементарных структурных преобразований: 5](#_Toc54294468)

[Преобразование последовательного соединения звеньев. 5](#_Toc54294469)

[Преобразование параллельного соединения звеньев. 6](#_Toc54294470)

[Преобразование обратной связи: 7](#_Toc54294471)

[1) Преобразование положительной обратной связи: 7](#_Toc54294472)

[2) Преобразование отрицательной обратной связи: 8](#_Toc54294473)

[Схемы и результаты проверки эквивалентности преобразований: 9](#_Toc54294474)

[Преобразование последовательного соединения звеньев: 9](#_Toc54294475)

[Преобразование параллельного соединения звеньев: 11](#_Toc54294476)

[Преобразование обратной связи: 13](#_Toc54294477)

[1) Преобразование положительной обратной связи: 13](#_Toc54294478)

[2) Преобразование отрицательной обратной связи: 15](#_Toc54294479)

[Исходная структурная схема в соответствии с вариантом: 18](#_Toc54294481)

[Структурные преобразования по шагам: 19](#_Toc54294482)

[Результирующая структурная схема и ПФ: 22](#_Toc54294483)

[ДУ САУ: 22](#_Toc54294484)

[Структурная схема для проверки эквивалентности структурных преобразований, результаты проверки: 23](#_Toc54294485)

[Вывод: 25](#_Toc54294486)

# Цель работы:

Изучить структурные методы линейных САУ.

# Вариант задания:

Нашему варианту соответствует следующее данные (таблица 1,3,4)

Таблица 1 – Параметры типовых звеньев

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***№ звена*** | | ***Вариант*** |
| **7** |
| **1** |  | 4 |
| **2** |  | 6 |
| **3** |  | 10 |
|  | 7 |
| **4** |  | 7 |
|  | 5 |
| **5** |  | 4 |
|  | 0 |
|  | 45 |
| **6** |  |  |
| **7** |  | 11 |
|  | 8 |

Таблица 2- Дифференциальные уравнения типовых звеньев

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Пропорциональное |  |
| 2 | Идеальное интегрирующее |  |
| 3 | Инерционное интегрирующее |  |
| 4 | Инерционное звено первого порядка (апериодическое) |  |
| 5 | Инерционное звено второго порядка |  |
| 7 | Инерционное дифференцирующее |  |

Таблица 3- Соответствие типовых звеньев звеньям

шаблонов элементарных структурных преобразований

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Передаточная функция | Звено |  |
|  | 4 |  |
|  | 7 |  |

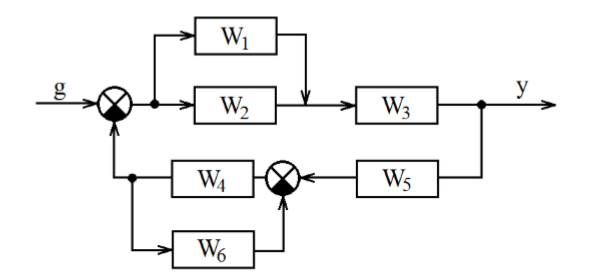


Рисунок 1 – шаблон структурной схемы

Таблица 4- Соответствие типовых звеньев

звеньям шаблона структурной схемы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *ПФ* | *Вариант* |  |
| **7** |
|  | 1 |  |
|  | 7 |  |
|  | 5 |  |
|  | 4 |  |
|  | 3 |  |
|  | 2 |  |

# Результаты выполнения элементарных структурных преобразований:

## Преобразование последовательного соединения звеньев.



Рисунок 2 – Преобразование последовательного соединения звеньев

**ДУ САУ:**

## Преобразование параллельного соединения звеньев.

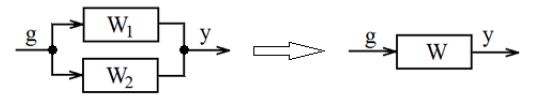


Рисунок 3 – Преобразование параллельного соединения звеньев

**ДУ САУ:**

## Преобразование обратной связи:

### Преобразование положительной обратной связи:

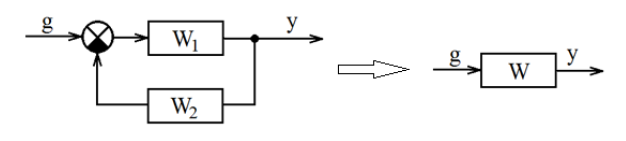


Рисунок 4 – Преобразование положительной обратной связи

**ДУ САУ:**

### Преобразование отрицательной обратной связи:

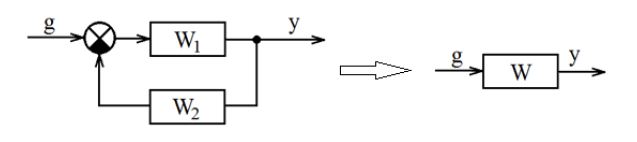


Рисунок 5 – Преобразование отрицательной обратной связи

**ДУ САУ:**

# Схемы и результаты проверки эквивалентности преобразований:

## Преобразование последовательного соединения звеньев:

Построили исходную схему САУ с эквивалентной схемой САУ в MatLab (рисунок 6), получили соответствующие графики переходной исходной функции (рисунок 7) и переходной эквивалентной функции (рисунок 8), а также построили график относительной погрешности (рисунок 9).

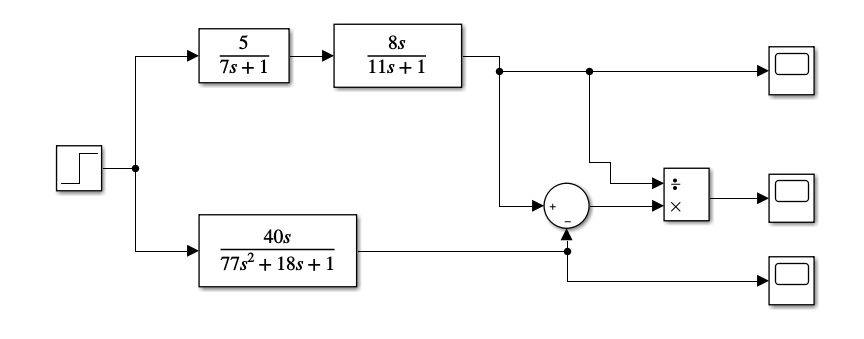


Рисунок 6 – Схема исходной САУ и эквивалентная схема данной САУ

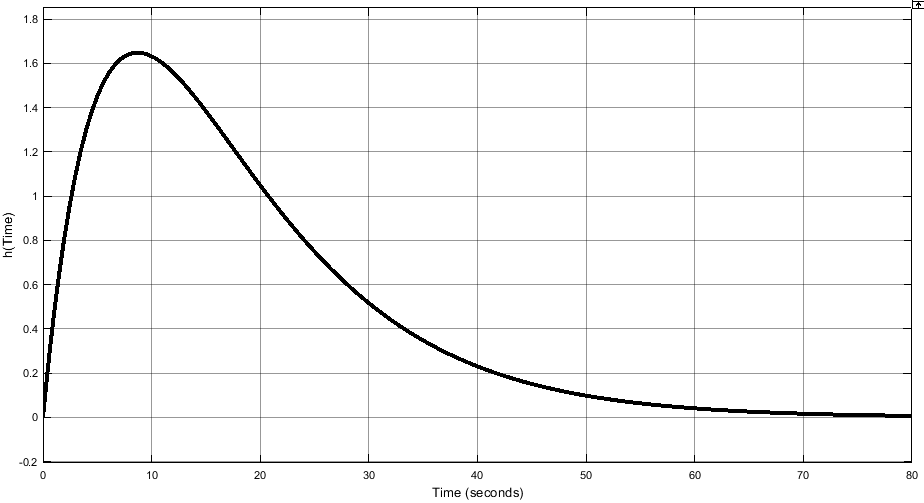


Рисунок 7 – График переходной функции исходной САУ

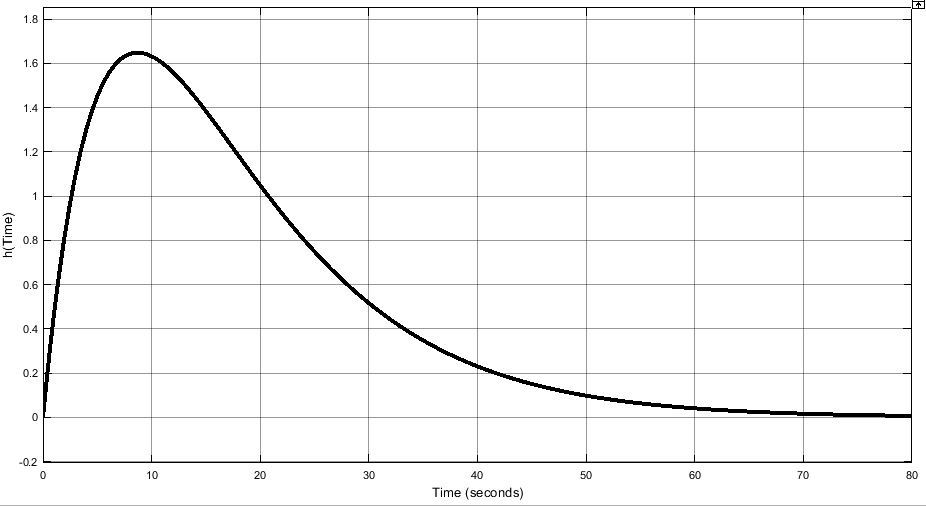


Рисунок 8 – График переходной функции эквивалентной САУ

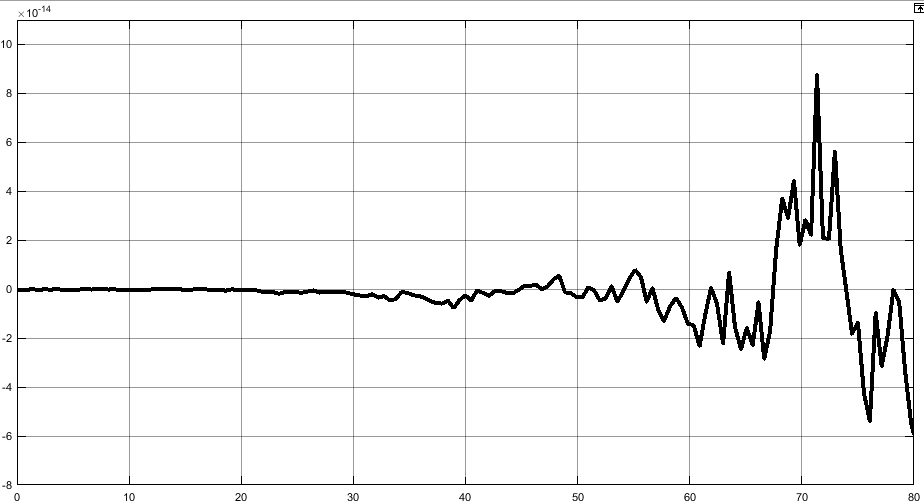


Рисунок 9 – График относительной погрешности

## Преобразование параллельного соединения звеньев:

Построили исходную схему САУ с эквивалентной схемой САУ в MatLab (рисунок 10), получили соответствующие графики переходной исходной функции (рисунок 11) и переходной эквивалентной функции (рисунок 12), а также построили график относительной погрешности (рисунок 13).

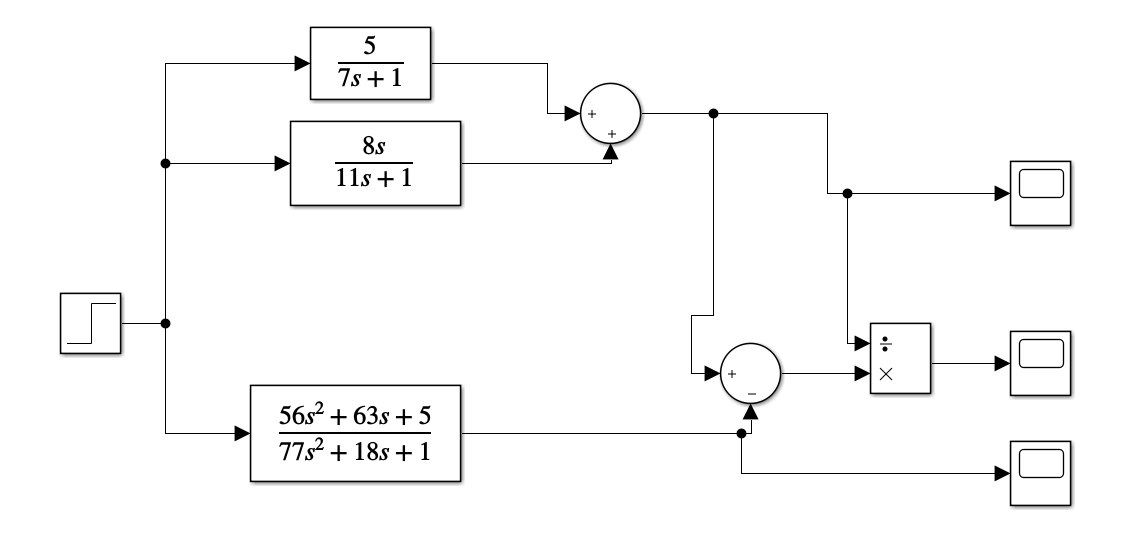


Рисунок 10 – Схема исходной САУ и эквивалентная схема данной САУ

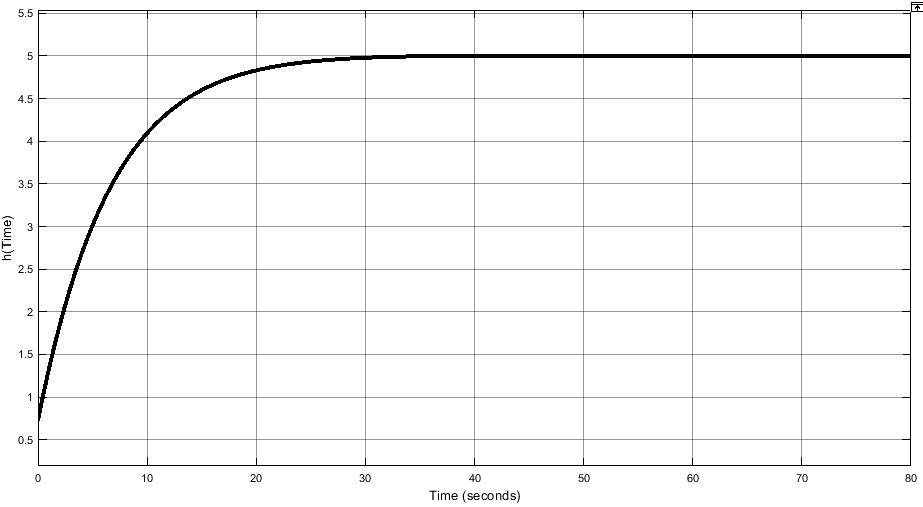


Рисунок 11 – График переходной функции исходной САУ

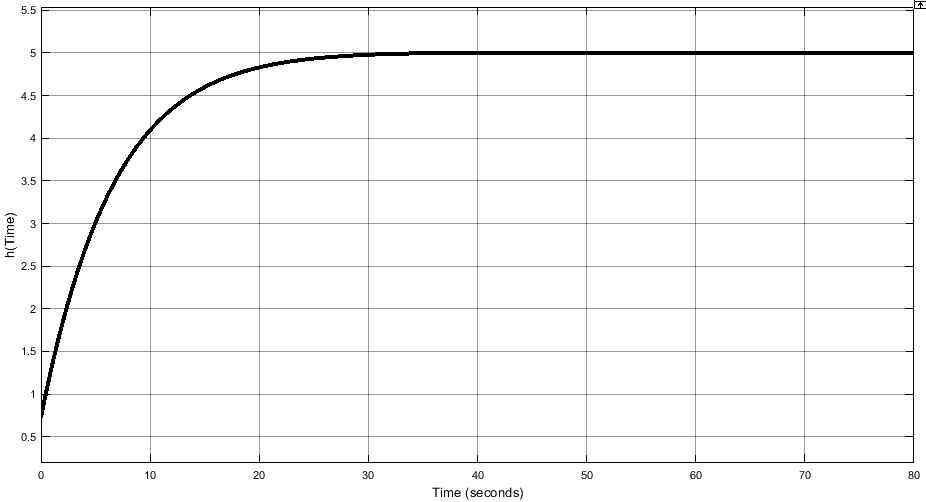


Рисунок 12 – График переходной функции эквивалентной САУ

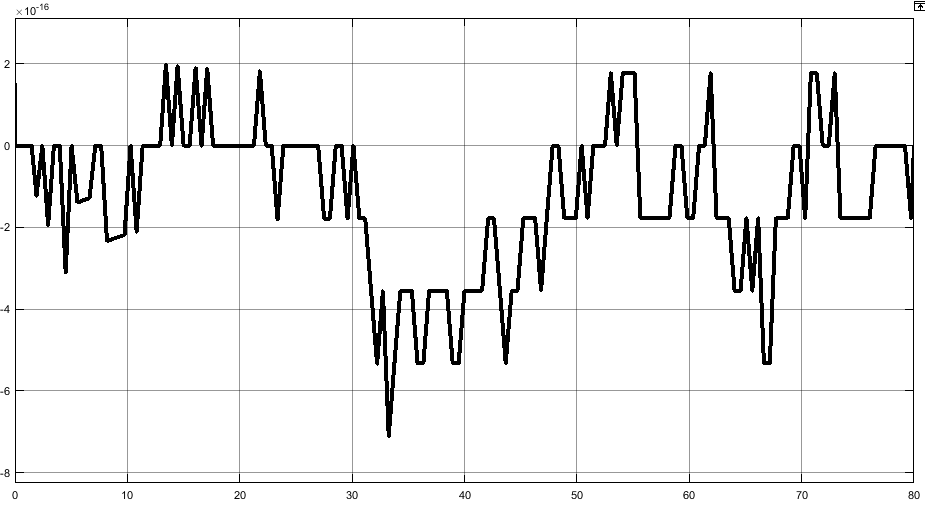


Рисунок 13 – График относительной погрешности

## Преобразование обратной связи:

### Преобразование положительной обратной связи:

Построили исходную схему САУ с эквивалентной схемой САУ в MatLab (рисунок 14), получили соответствующие графики переходной исходной функции (рисунок 15) и переходной эквивалентной функции (рисунок 16), а также построили график относительной погрешности (рисунок 17).

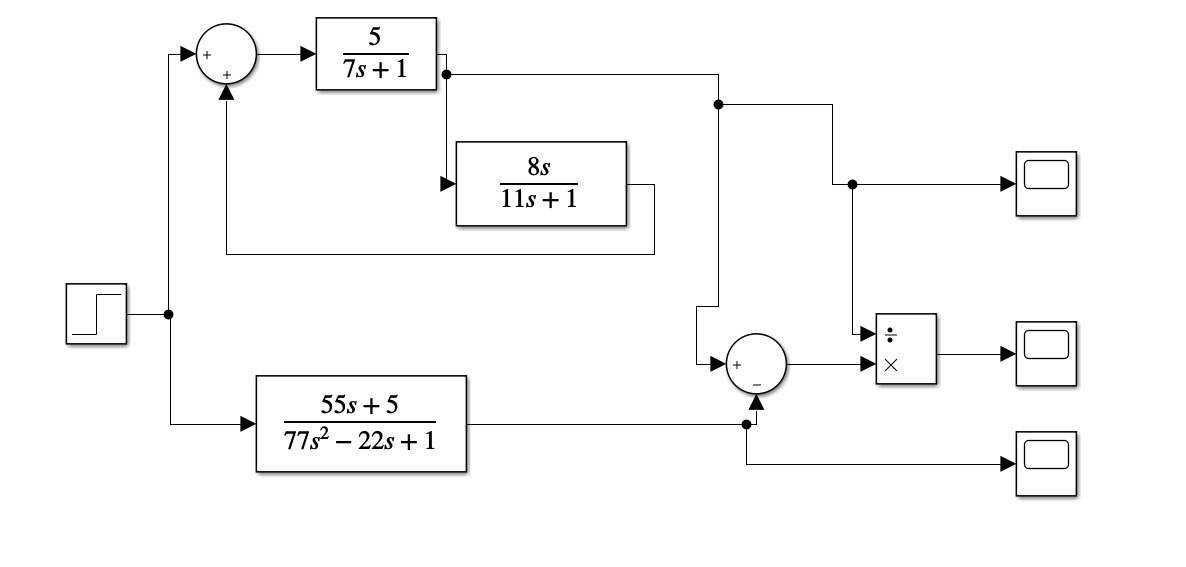


Рисунок 14 – Схема исходной САУ и эквивалентная схема данной САУ

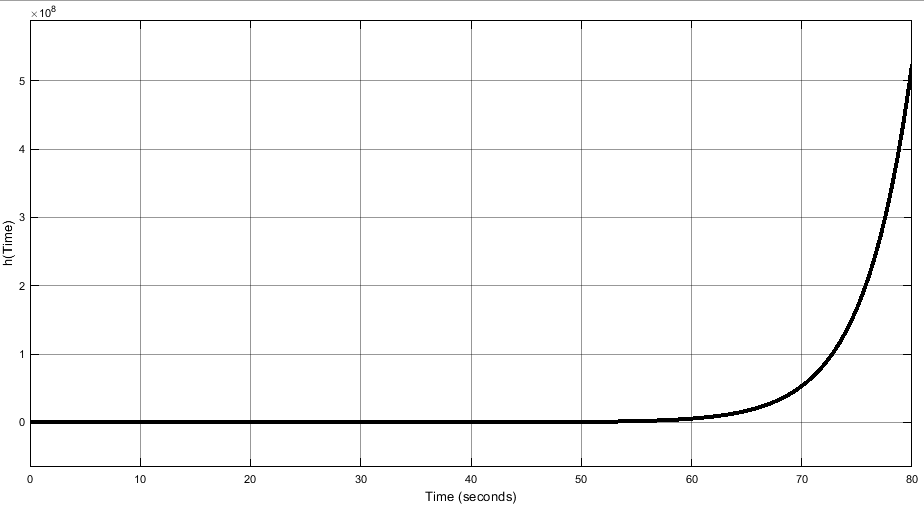


Рисунок 15 – График переходной функции исходной САУ

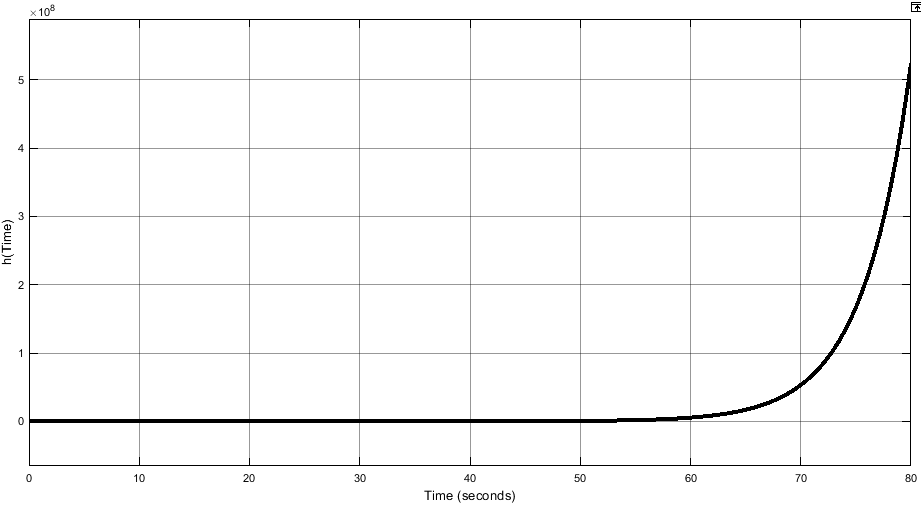


Рисунок 16 – График переходной функции эквивалентной САУ

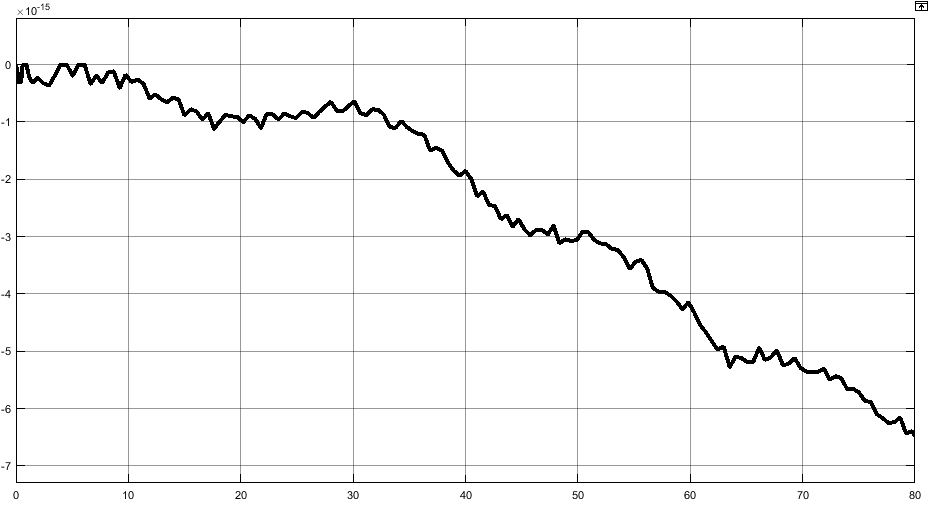


Рисунок 17 – График относительной погрешности

### Преобразование отрицательной обратной связи:

Построили исходную схему САУ с эквивалентной схемой САУ в матлабе (рисунок 18), получили соответствующие графики переходной исходной функции (рисунок 19) и переходной эквивалентной функции (рисунок 20), а также построили график относительной погрешности (рисунок 21).

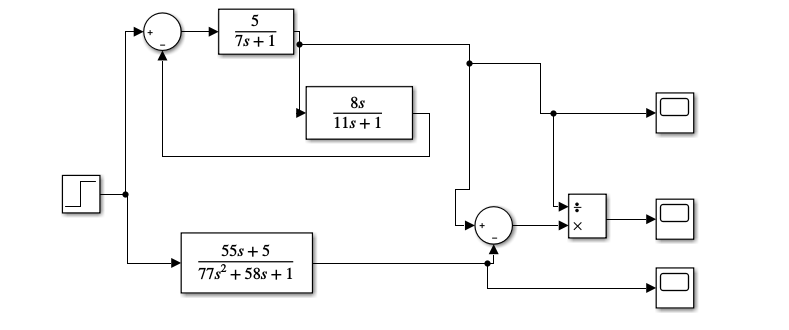


Рисунок 18 – Схема исходной САУ и эквивалентная схема данной САУ

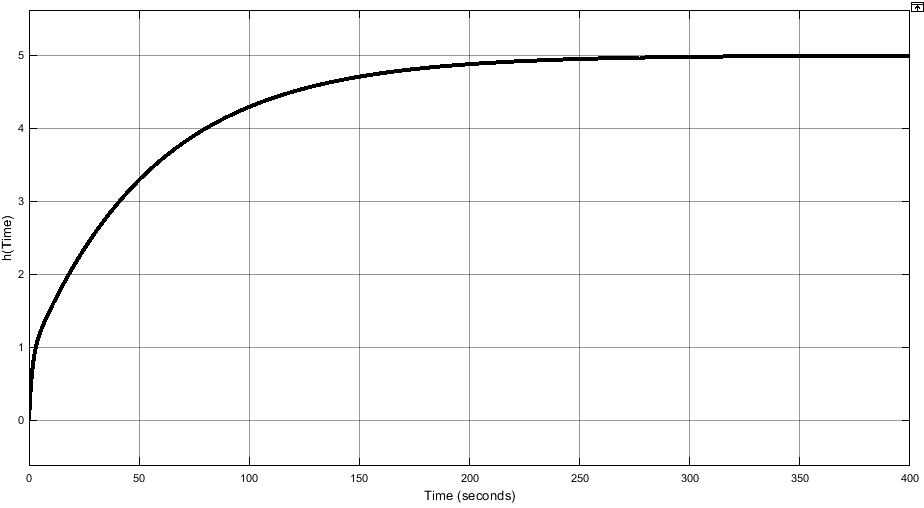


Рисунок 19 – График переходной функции исходной САУ

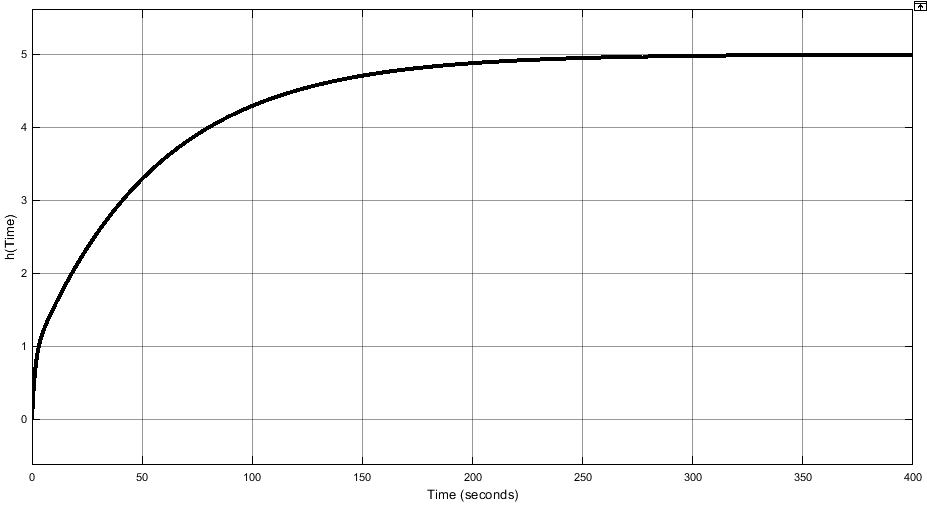


Рисунок 20 – График переходной функции эквивалентной САУ

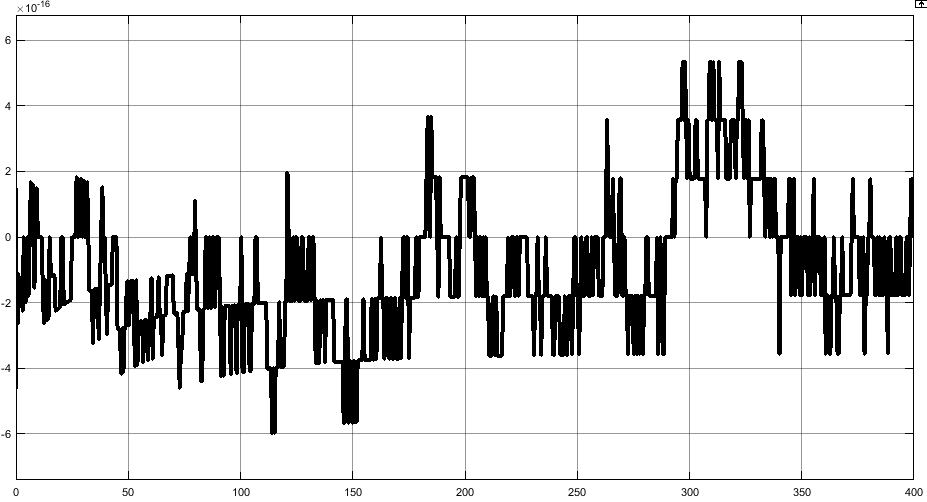


Рисунок 21 – График относительной погрешности

# Исходная структурная схема в соответствии с вариантом:

Нашему варианту соответствует следующее данные (таблица 5)

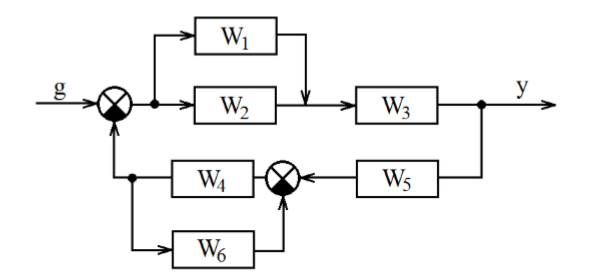


Рисунок 22 – Структурная схема

Таблица 5 – Соответствие типовых звеньев

звеньям шаблона структурной схемы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *ПФ* | *Вариант* |  |
| **7** |
|  | 1 |  |
|  | 7 |  |
|  | 5 |  |
|  | 4 |  |
|  | 3 |  |
|  | 2 |  |

### 

### Структурные преобразования по шагам:

1. Преобразование параллельного соединения звеньев с передаточными функциями и (рисунок 23)

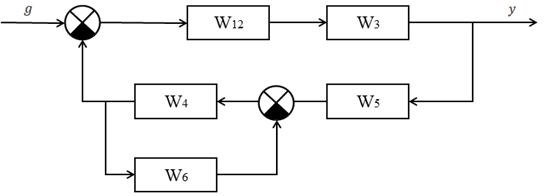


Рисунок 23 – Схема после преобразования параллельного соединения звеньев с передаточными функциями и

1. Преобразование последовательного соединения звеньев с передаточными функциями и (рисунок 24)

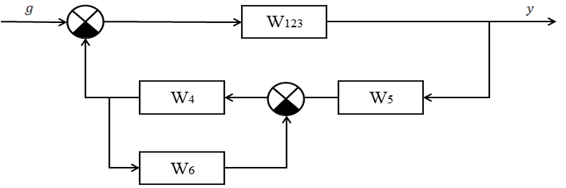


Рисунок 24 – Схема после преобразования последовательного соединения звеньев с передаточными функциями и

1. Преобразование отрицательной обратной связи между звеньями с передаточными функциями и (рисунок 25)

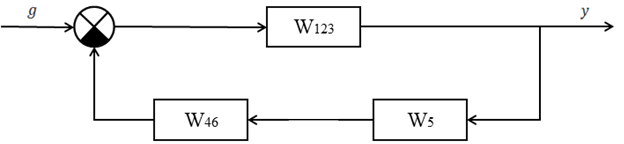


Рисунок 25 – Схема после преобразования отрицательной обратной связи между звеньями с передаточными функциями и

1. Преобразование последовательного соединения звеньев с передаточными функциями и (рисунок 26)

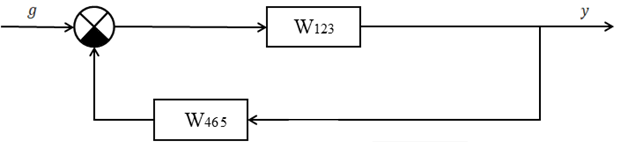


Рисунок 26 – Схема после преобразования последовательного соединения звеньев с передаточными функциями и

1. Преобразование отрицательной обратной связи между звеньями с передаточными функциями и (рисунок 27)



Рисунок 27 – Схема после преобразования отрицательной обратной связи между звеньями с передаточными функциями и

### Результирующая структурная схема и ПФ:

Получили результирующую структурную схему и ПФ (рисунок 28, уравнение 1)



Рисунок 28 – Результирующая структурная схема

### 

### ДУ САУ:

Получим ДУ САУ из уравнения 1

=

### Структурная схема для проверки эквивалентности структурных преобразований, результаты проверки:

Построили исходную схему САУ с эквивалентной схемой САУ в MatLab (рисунок 29), получили соответствующие графики переходной исходной функции (рисунок 30) и переходной эквивалентной функции (рисунок 31), а также построили график относительной погрешности (рисунок 32).

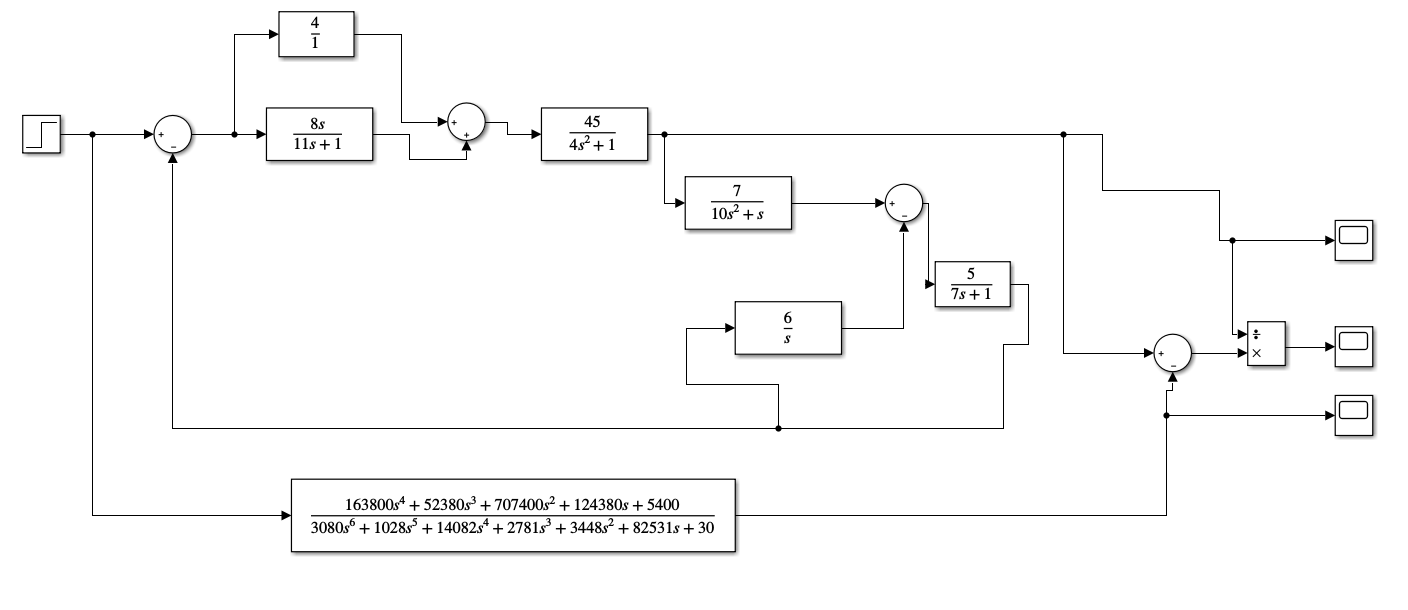


Рисунок 29 – Структурная схема для проверки эквивалентности структурных преобразований

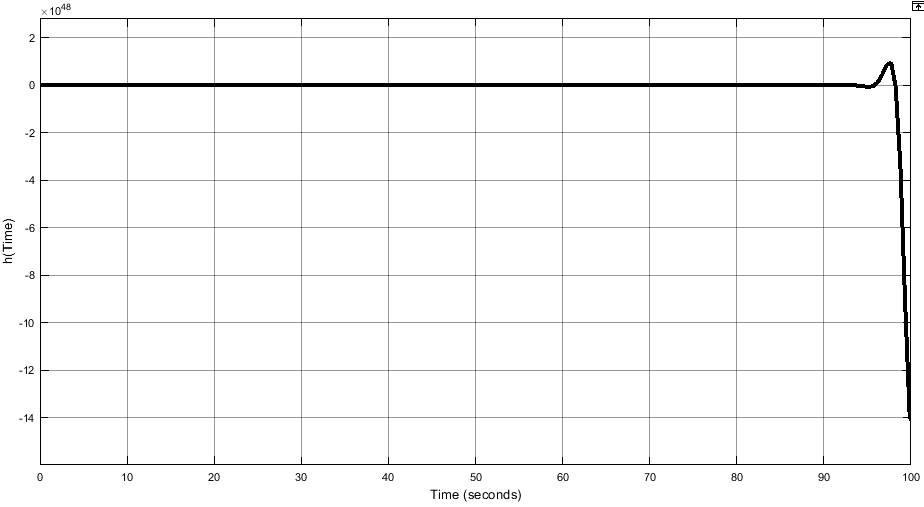


Рисунок 30 – График переходной функции исходной САУ

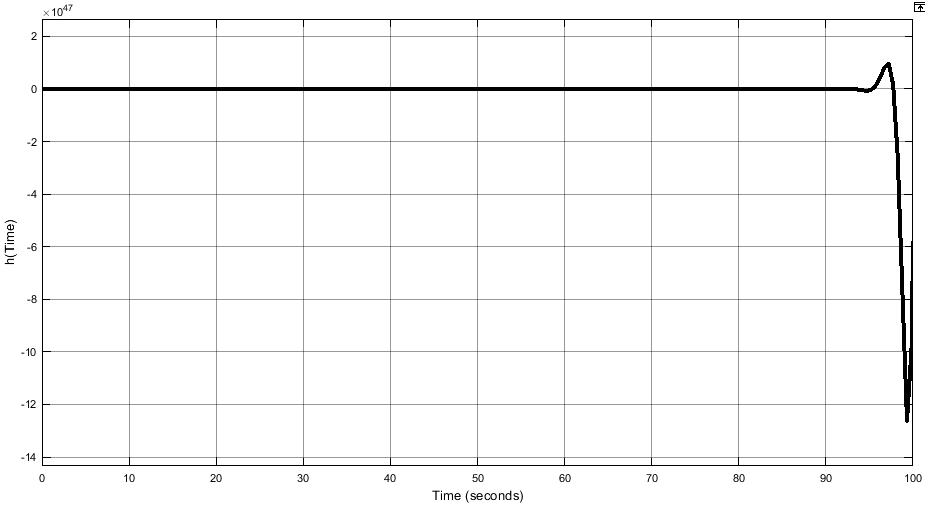


Рисунок 31 – График переходной функции эквивалентной САУ

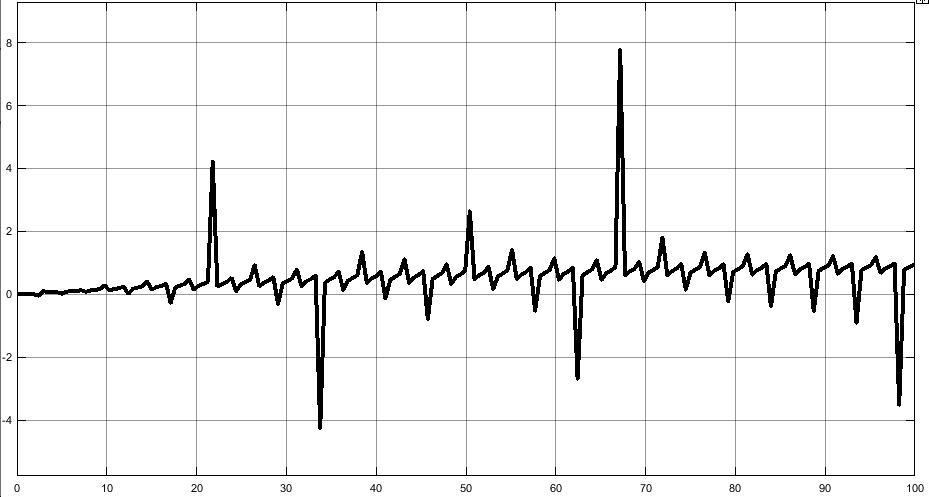


Рисунок 32 – График относительной погрешности

# Вывод:

Мы изучили и научились строить структурные преобразования звеньев такие как параллельные, последовательные и обратную связь (положительная, отрицательная), а также проверили с помощью графиков, построенных в MatLab Simulink справедливость эквивалентных преобразований. Для подтверждения данного тезиса использовались графики относительной погрешности, которые были построены на основе исходной и эквивалентной схем. Значения относительной погрешности в каждый момент времени были порядка , что говорит о том, что преобразования эквивалентны. Погрешность связана с неточностью численных методов.