

*МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Лабораторная работа №1  
«Оптимумы линейных систем»  
по дисциплине «Компьютерное управление мехатронными системами»

Выполнил:  
студент гр. R3425  
Борисов М. В.  
Преподаватель:  
Ловлин С. Ю.

Санкт-Петербург  
2020 г.

# 1 Цель работы

1. Исследовать характеристики системы настроенной на линейный, технический, симметричный, биномиальный оптимумы и астатизм третьего порядка.
2. Исследовать реакцию системы на константное, линейное и квадратичное воздействие при разных оптимумах.
3. Определить порядок астатизма системы настроенной на разные оптимумы.

# 2 Дано

Для всех оптимумов заданы параметры  $T_1 = 0.1, T_2 = T_\mu = 0.005, K_{об} = 10$

Входные воздействия:

$$y = A$$

$$y = vt$$

$$y = \frac{at^2}{2}, \text{ где } A = 7, v = 5, a = 10$$

# 3 Выполнение работы

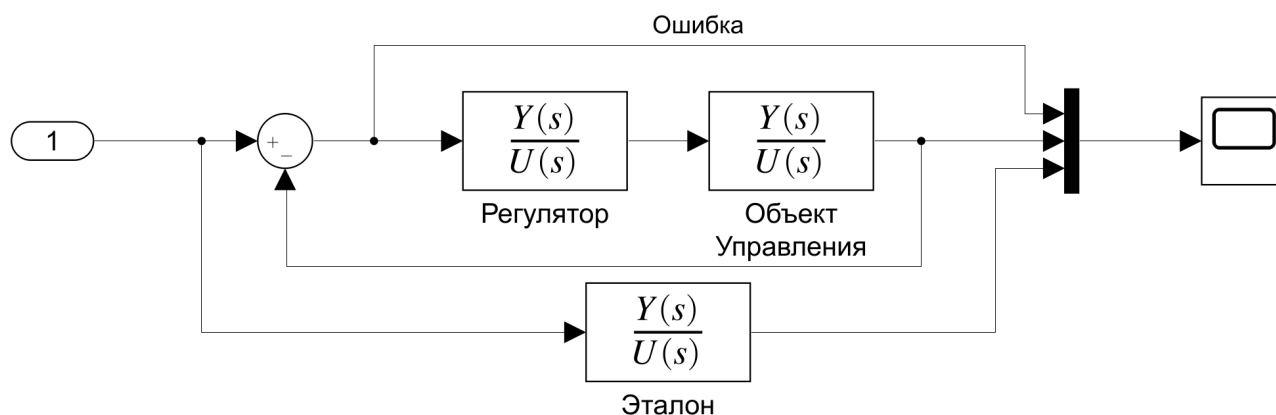


Рис. 1: Модель simulink

### 3.1 Линейный оптимум

#### 3.1.1 Переходная функция

$$W(s) = \frac{1}{Ts + 1}$$

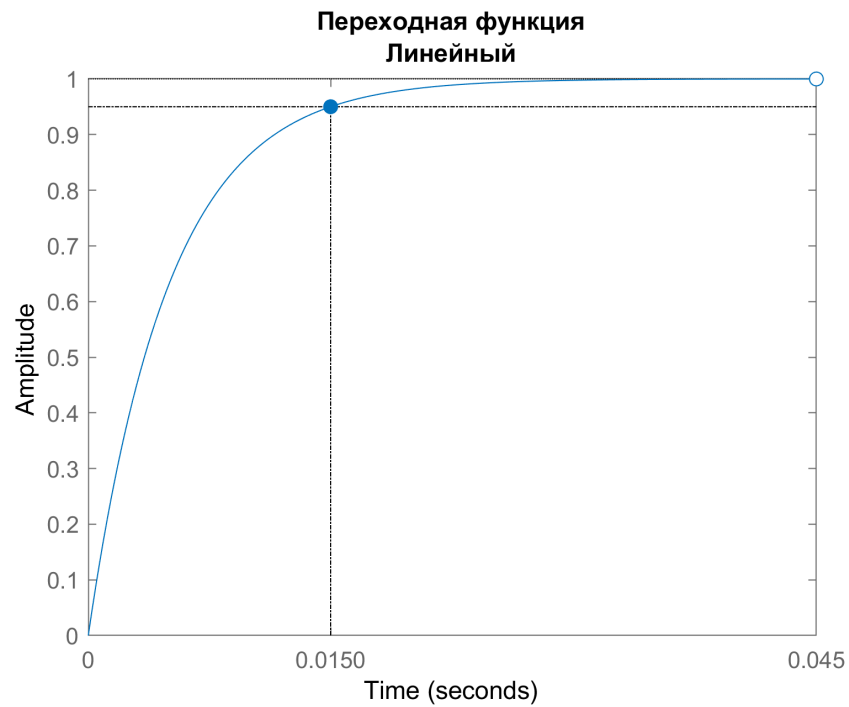


Рис. 2: Реакция на единичное воздействие

Время переходного процесса  $t_{\text{пп}} = 3T_{\mu} = 0.015 \text{ c}$  и перерегулирование  $\Delta h = 0\%$

#### 3.1.2 Диаграммы Бode

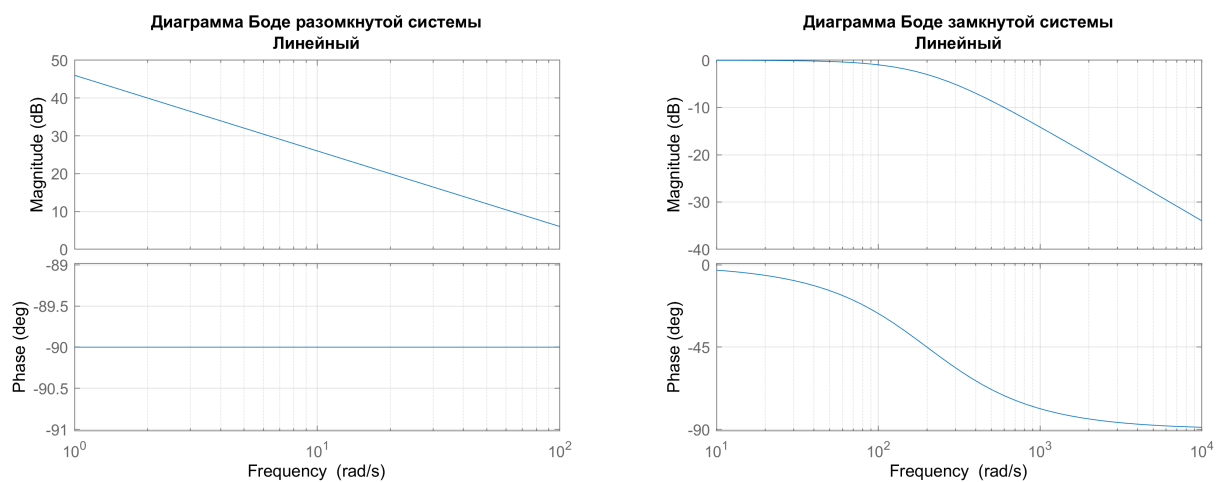


Рис. 3: Диаграммы Бode линейного оптимума

### 3.1.3 Реакции на входное воздействие

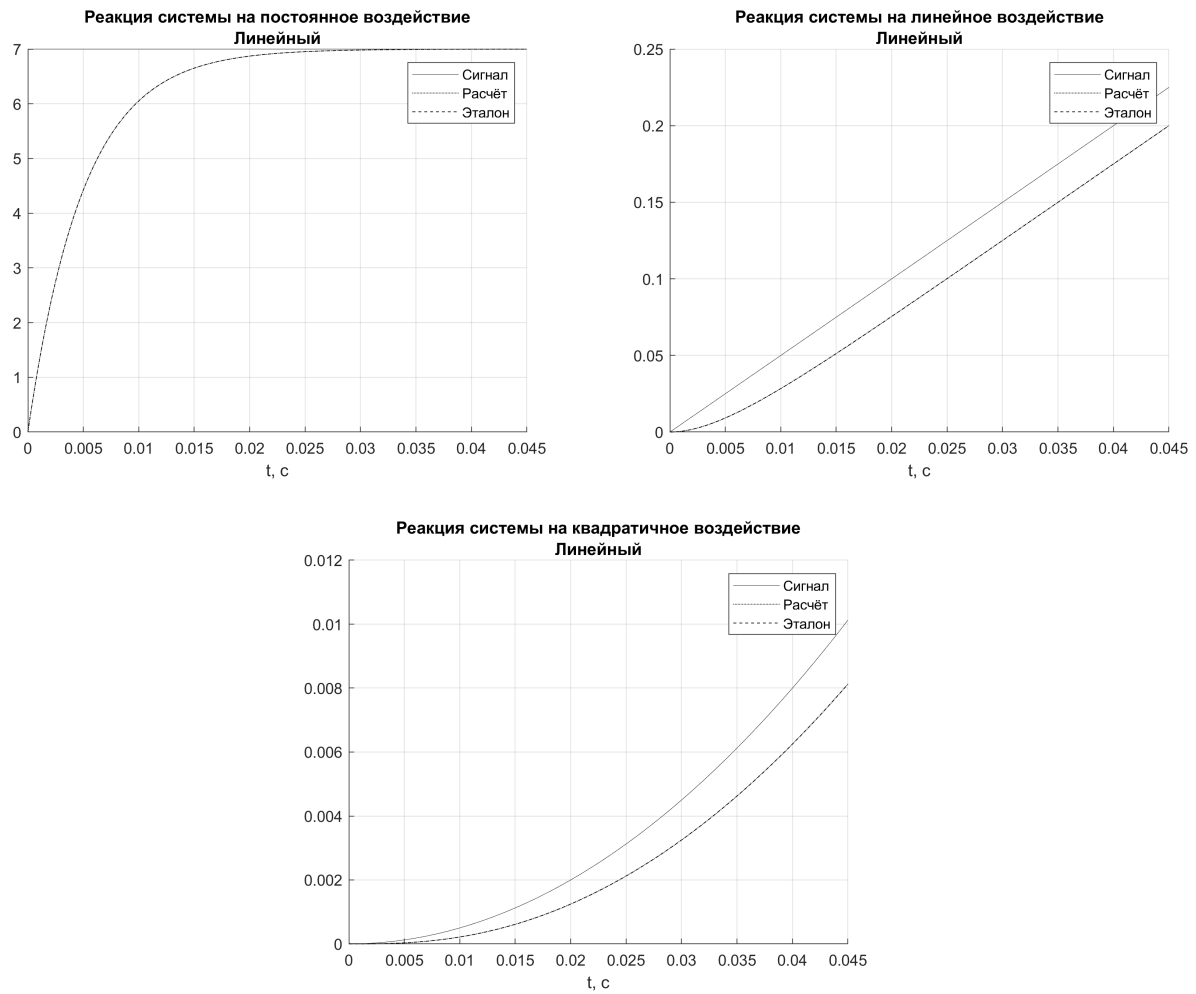


Рис. 4: Реакция на различные воздействия

## 3.2 Технический оптимум

### 3.2.1 Переходная функция

$$W(s) = \frac{1}{2T_{\mu}^2 s^2 + 2T_{\mu} s + 1}$$

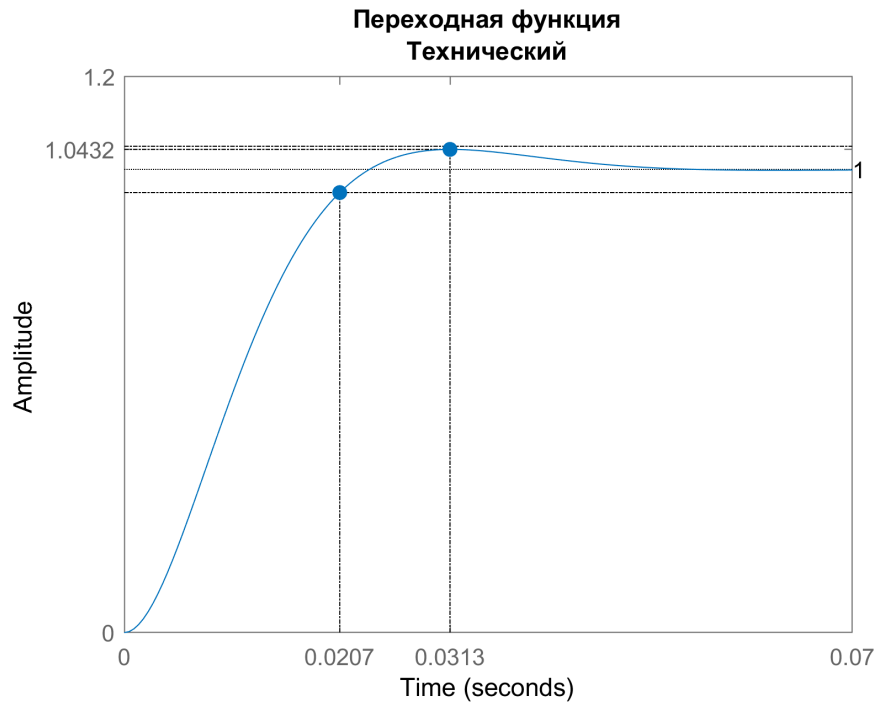


Рис. 5: Реакция на единичное воздействие

Время переходного процесса  $t_{\text{пп}} = 4.1T_{\mu} = 0.021$  с и перерегулирование  $\Delta h = 4.3\%$

### 3.2.2 Диаграммы Бode

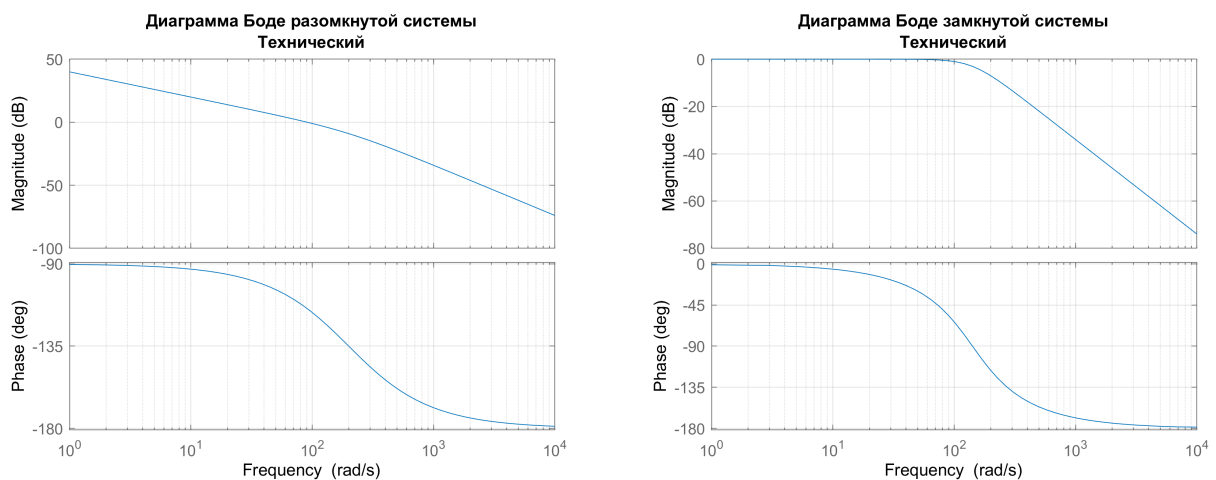


Рис. 6: Диаграммы Бode технического оптимума

### 3.2.3 Реакции на входное воздействие

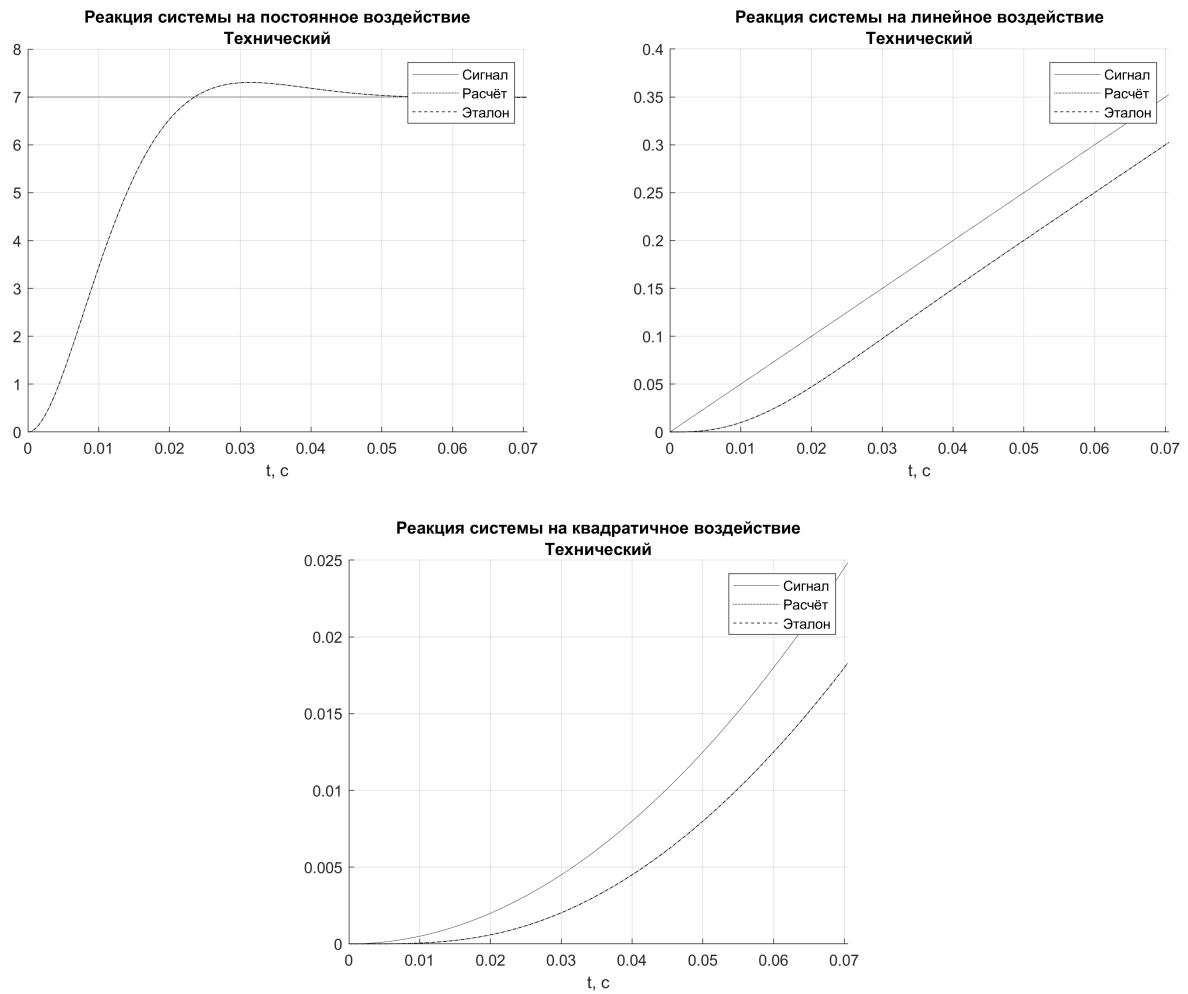


Рис. 7: Реакция на различные воздействия

### 3.3 Симметричный оптимум

#### 3.3.1 Переходная функция

$$W(s) = \frac{4T_\mu s + 1}{8T_\mu^3 s^3 + 8T_\mu^2 s^2 + 4T_\mu s + 1}$$

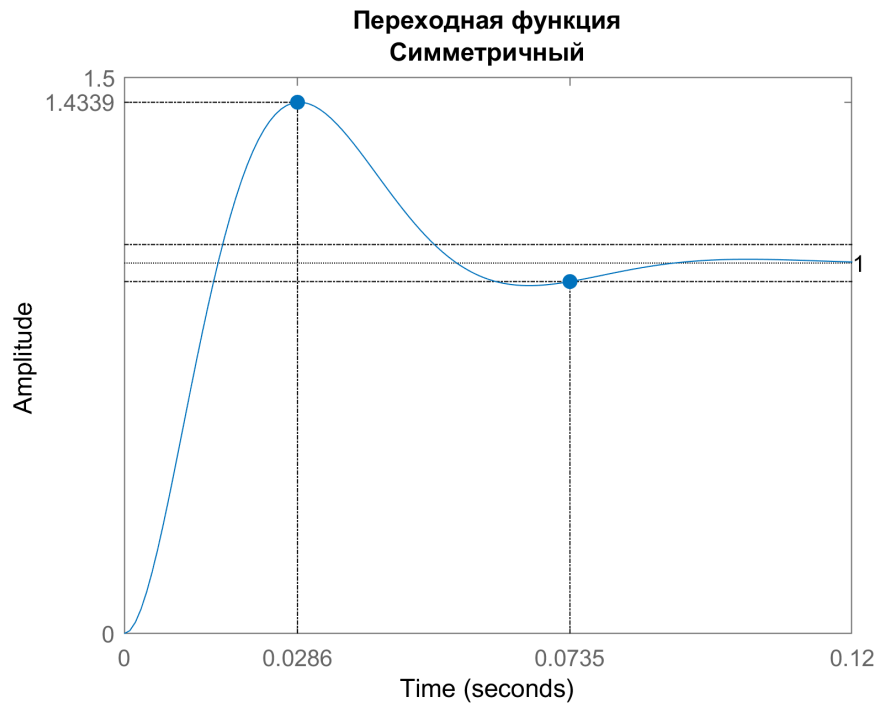


Рис. 8: Реакция на единичное воздействие

Время переходного процесса  $t_{\text{пп}} = 14.7T_\mu = 0.073 \text{ с}$  и перерегулирование  $\Delta h = 43.39\%$

#### 3.3.2 Диаграммы Бode

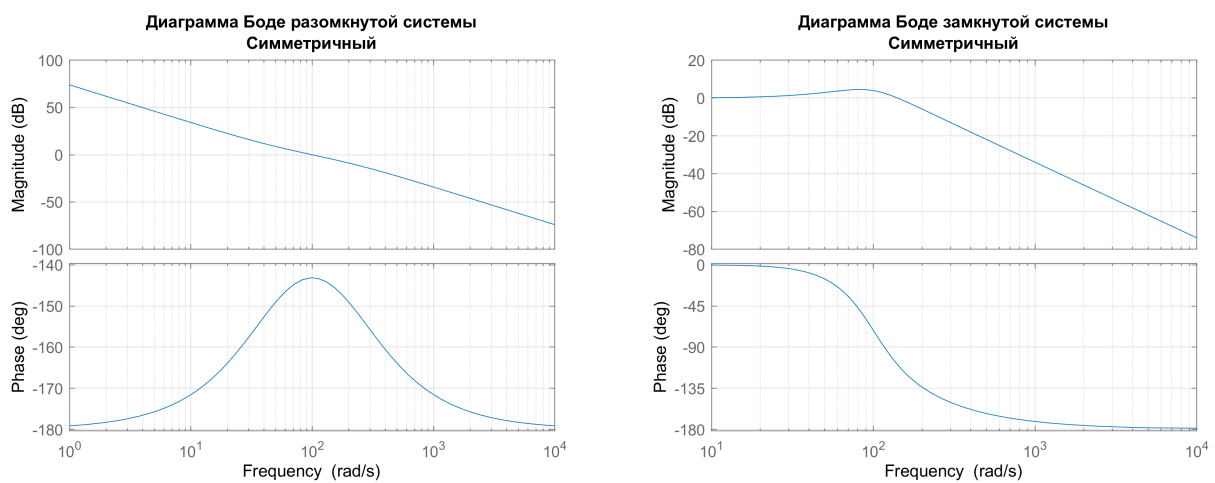


Рис. 9: Диаграммы Бode технического оптимума

### 3.3.3 Реакции на входное воздействие

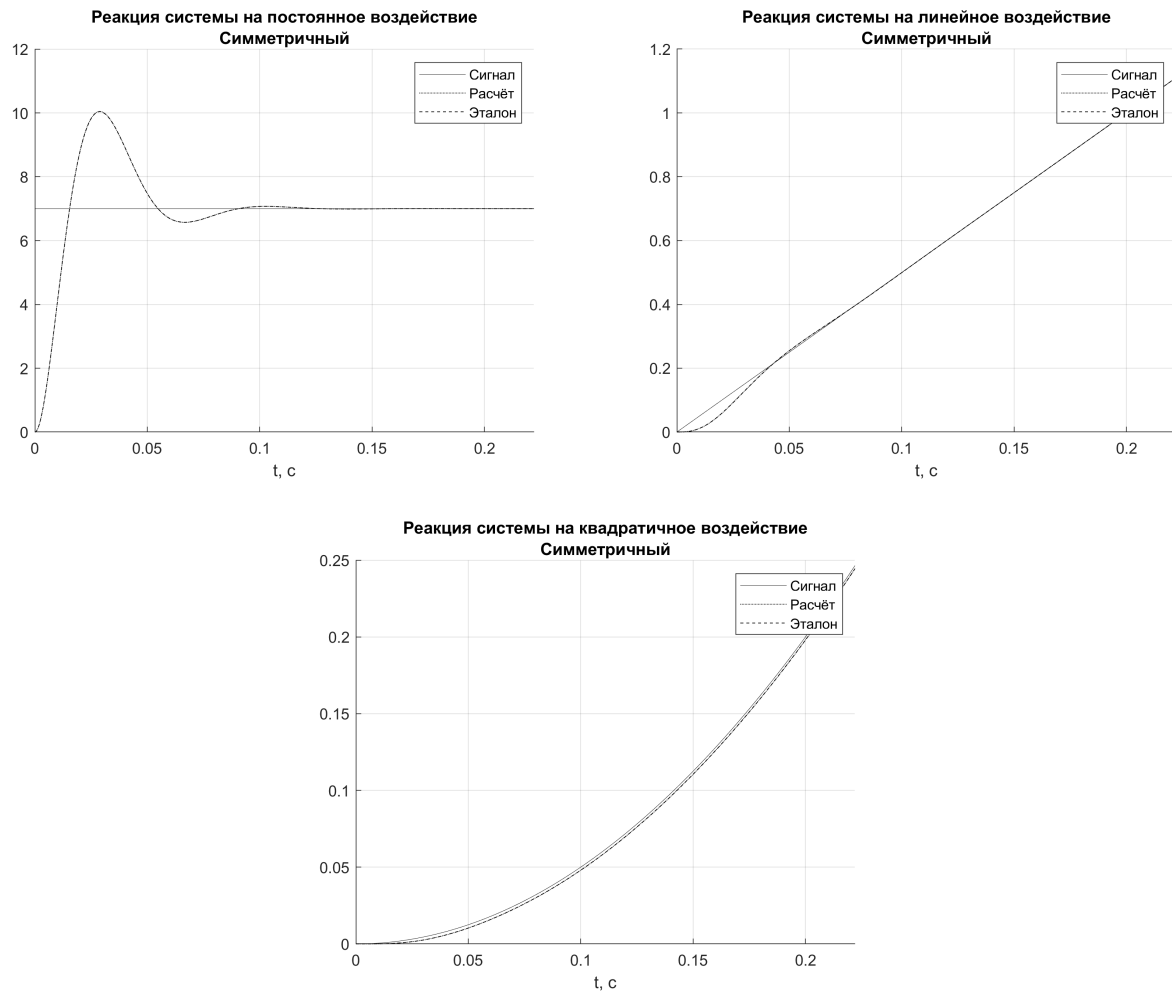


Рис. 10: Реакция на различные воздействия



### 3.4 Биномиальный оптимум

#### 3.4.1 Переходная функция

$$W(s) = \frac{1}{3T_\mu^2 s^2 + 3T_\mu s + 1}$$

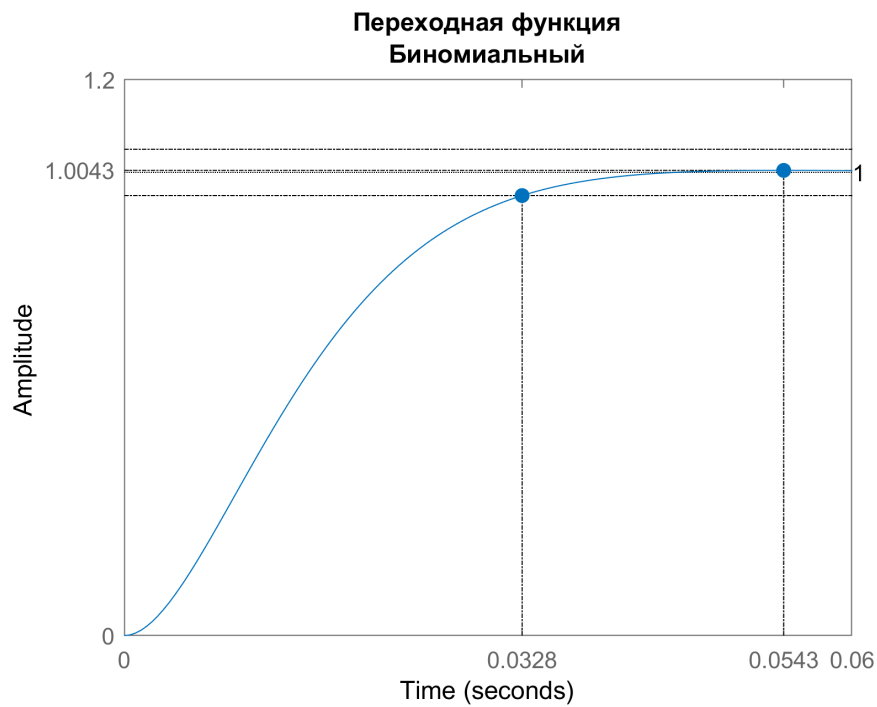


Рис. 11: Реакция на единичное воздействие

Время переходного процесса  $t_{\text{пп}} = 6.6T_\mu = 0.033 \text{ с}$  и перерегулирование  $\Delta h = 0.43\%$

#### 3.4.2 Диаграммы Бode

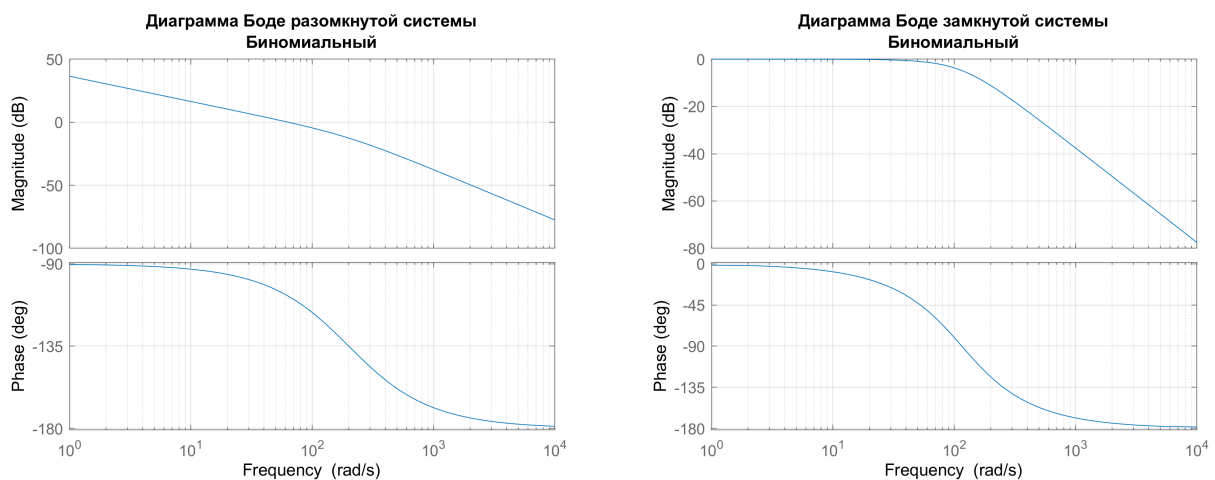


Рис. 12: Диаграммы Бode биномиального оптимума

### 3.4.3 Реакции на входное воздействие

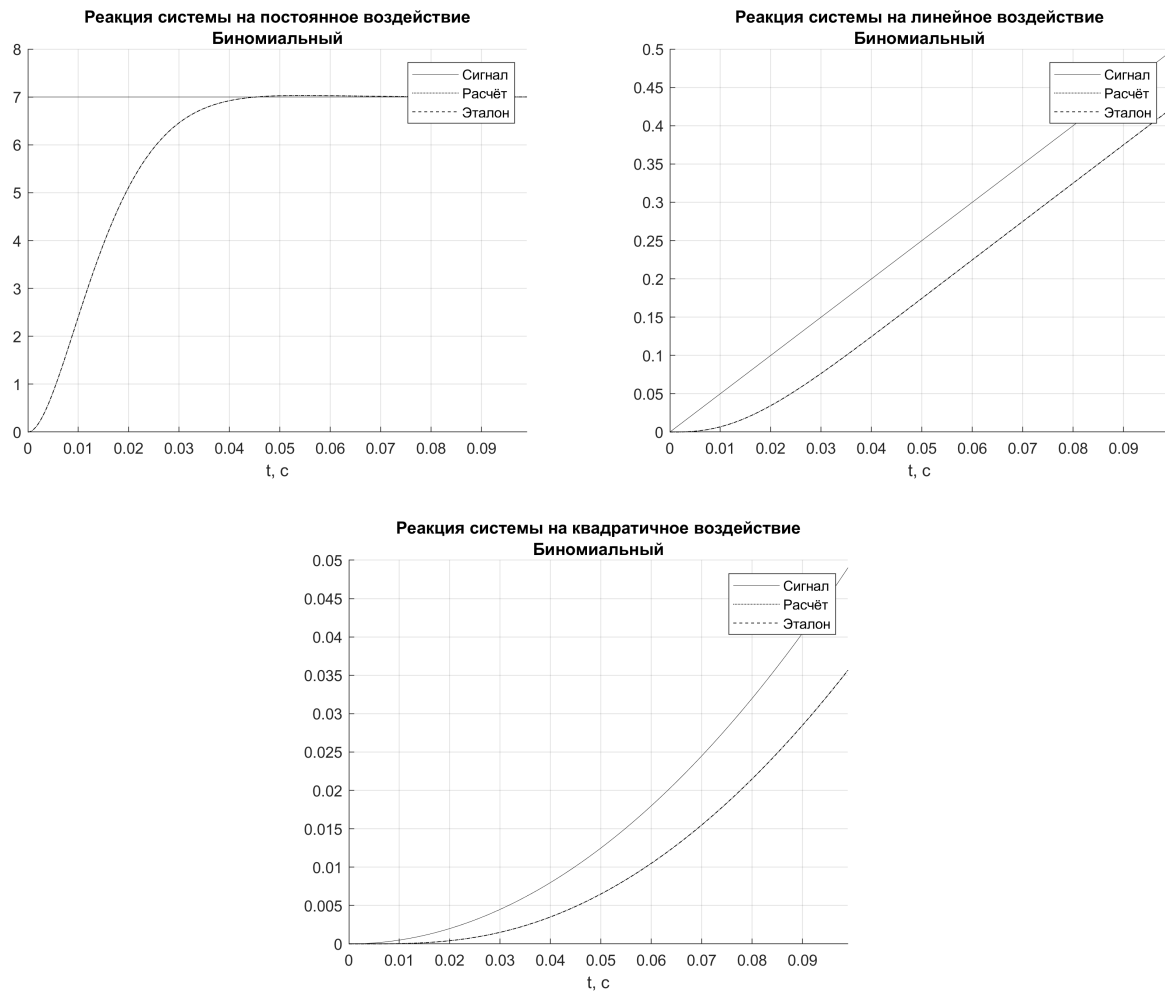


Рис. 13: Реакция на различные воздействия

### 3.5 Астатизм третьего порядка

#### 3.5.1 Переходная функция

$$W(s) = \frac{(16T_\mu s + 1)(4T_\mu s + 1)}{128T_\mu^4 s^4 + 128T_\mu^3 s^3 + 64T_\mu^2 s^2 + 20T_\mu s + 1}$$

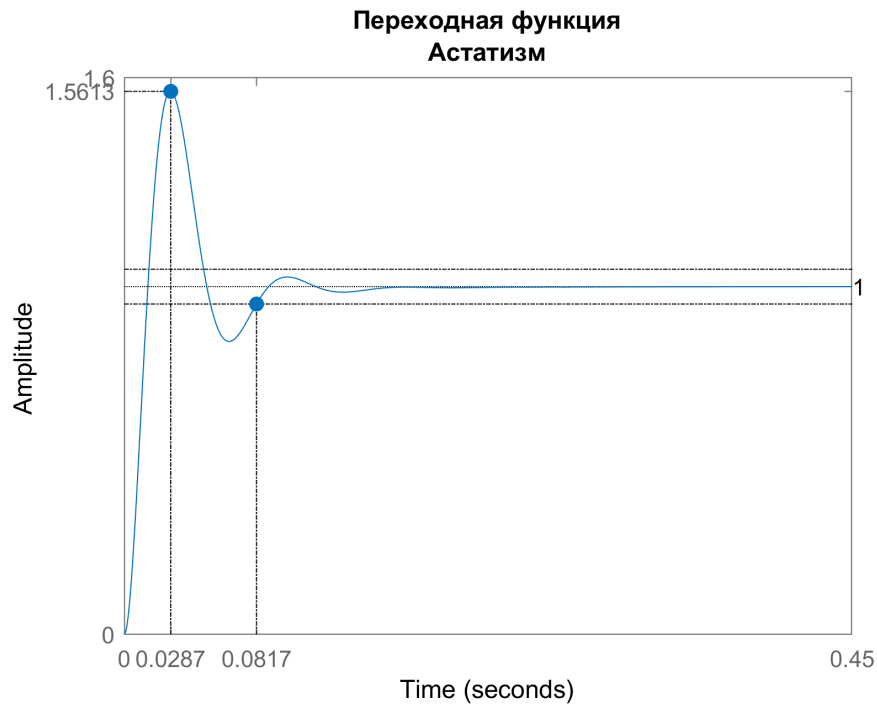


Рис. 14: Реакция на единичное воздействие

Время переходного процесса  $t_{\text{пп}} = 14.7T_\mu = 0.082 \text{ с}$  и перерегулирование  $\Delta h = 56.13\%$

#### 3.5.2 Диаграммы Боде

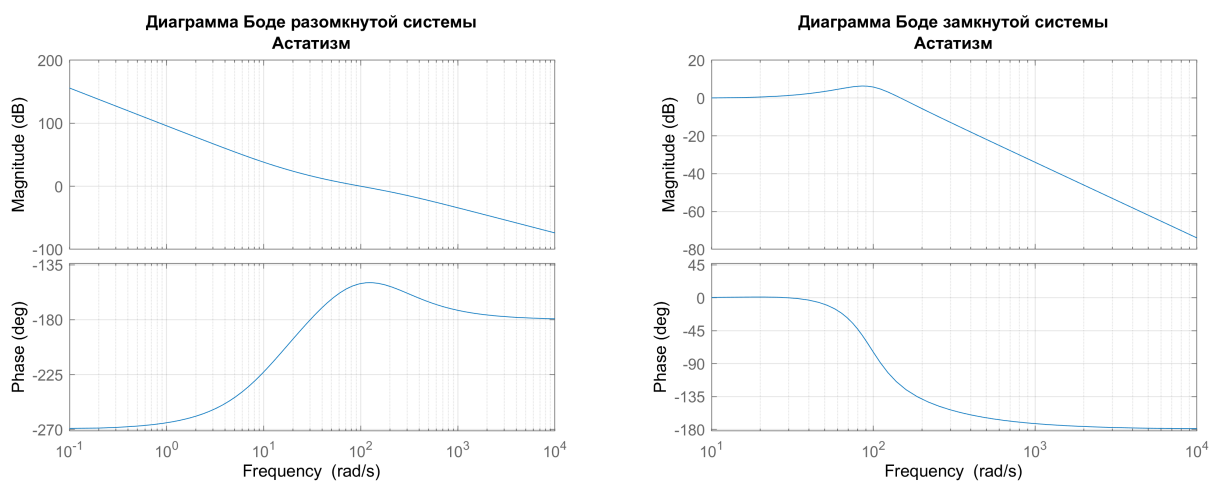


Рис. 15: Диаграммы Боде астатизма третьего порядка

### 3.5.3 Реакции на входное воздействие

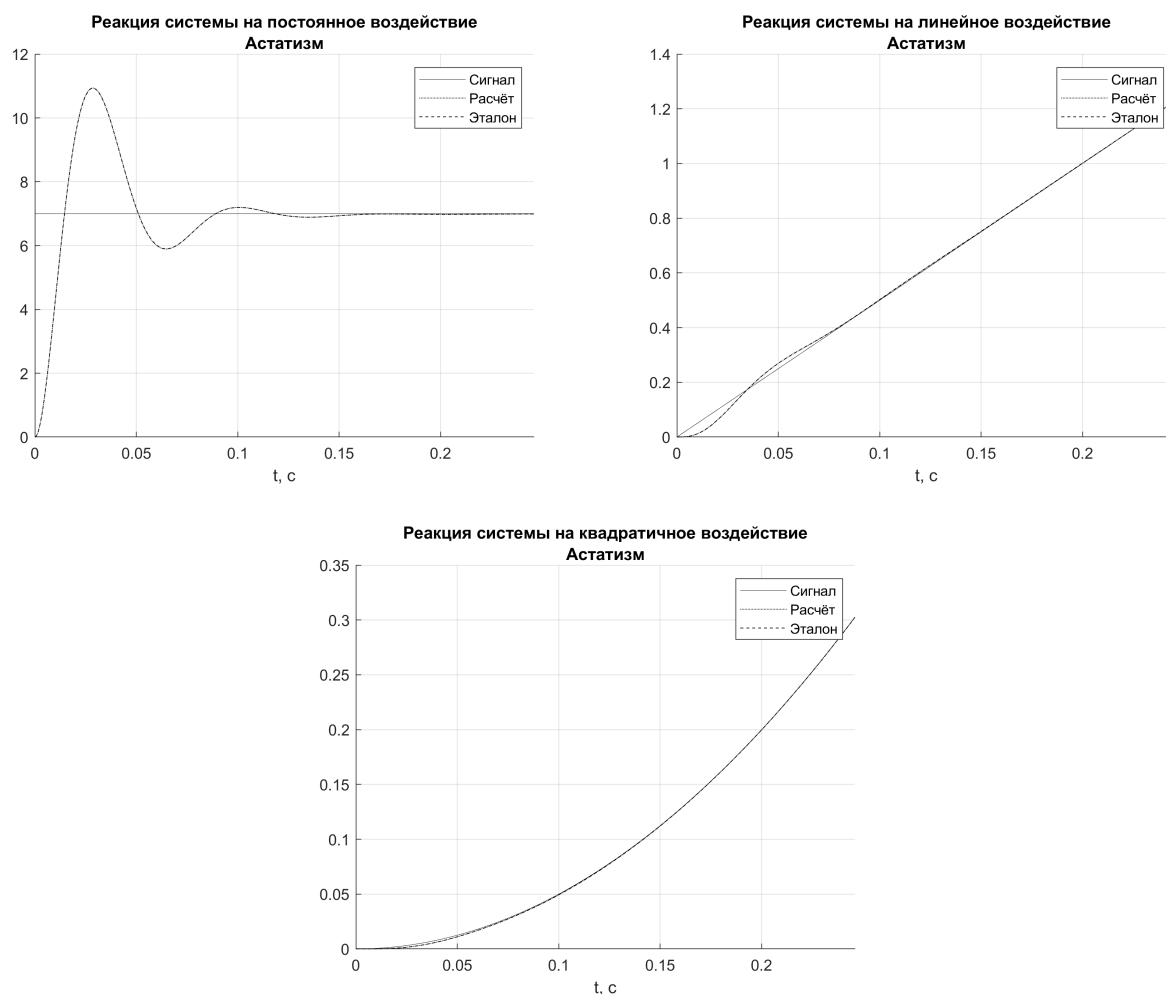


Рис. 16: Реакция на различные воздействия

### 3.6 Сравнение характеристик оптимумов

В ходе работы получены следующие величины времени переходного процесса  $t_{\text{пп}}$  и перерегулирования  $\Delta h$ .

	Линейный	Технический	Симметричный	Биномиальный	Астатизм
$t_{\text{пп}}$	$3T_{\mu} = 0.015 c$	$4.1T_{\mu} = 0.021 c$	$14.7T_{\mu} = 0.073 c$	$6.6T_{\mu} = 0.033 c$	$16.35T_{\mu} = 0.082 c$
$\Delta h$	0%	4.3%	43.39%	0.43%	56.13%

### 3.7 Порядок астатизма оптимумов

Для определения порядка астатизма приведём графики ошибок систем при различных воздействиях.

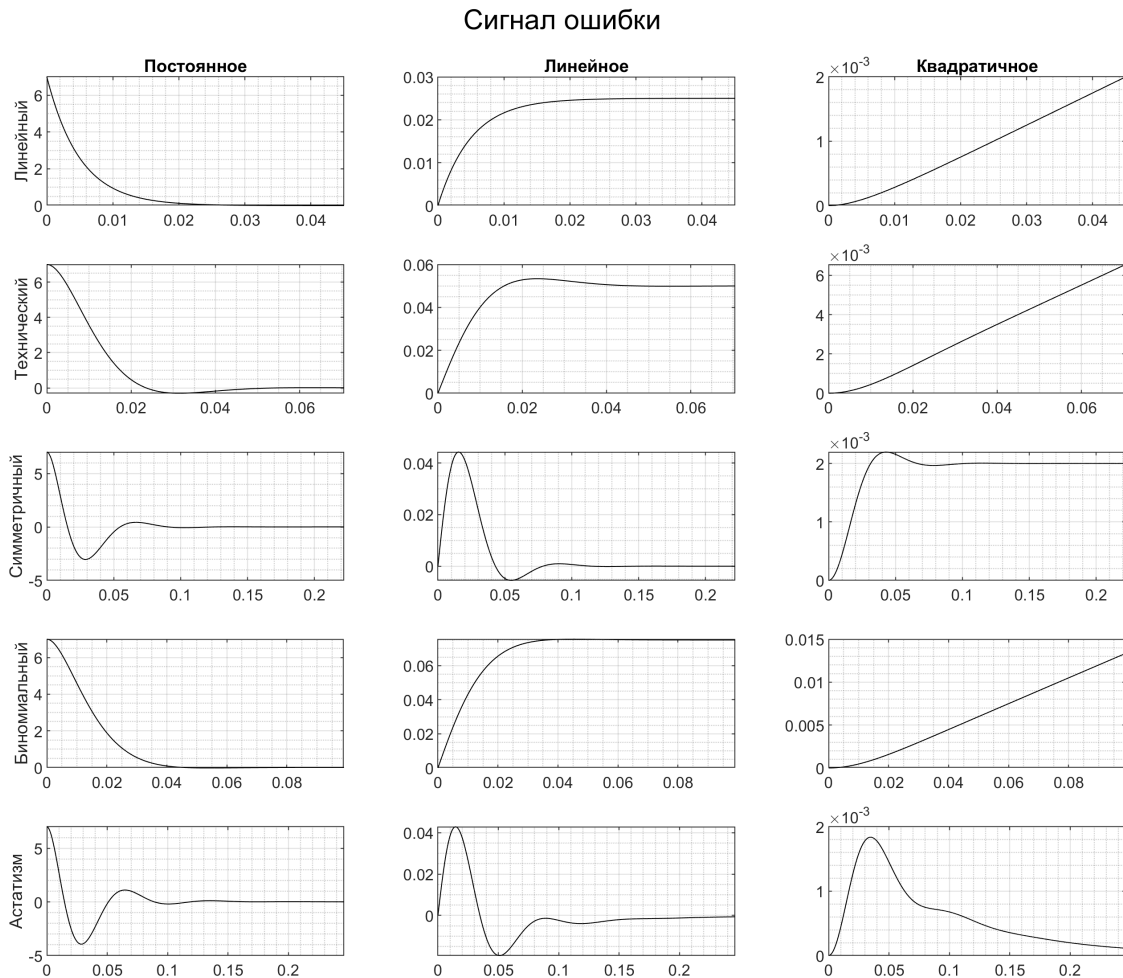


Рис. 17: Сравнение ошибок систем при разных воздействиях

Если ошибка по окончании переходных процессов для воздействия  $n$ -го порядка имеет постоянное ненулевое значение, тогда система имеет астатизм  $n$ -го порядка.

Таким образом на основании полученных данных:

	Линейный	Технический	Симметричный	Биномиальный	Астатизм
Порядок астатизма	1	1	2	1	3

## 4 Вывод

В ходе моделирования систем были экспериментально получены значения перерегулирования и времени переходных процессов для данных оптимумов. Получены ЛАЧХ и ФЧХ для систем различной настройки, а также определён порядок астатизма, получающийся в результате настройки системы.

Очевидно, что при увеличении порядка астатизма реакция системы становится более «колебательной» — растёт перерегулирование и время переходного процесса. При этом системы с большим порядком астатизма отрабатывают с установившейся ошибкой воздействия большего порядка, чем системы с меньшим порядком астатизма.