

*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

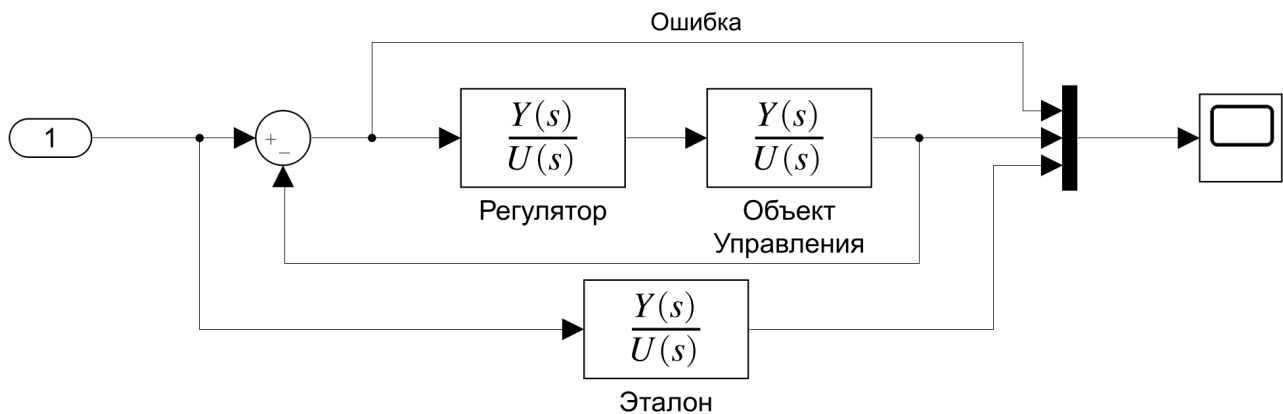


Рис. 1: Модель simulink

3.1 Линейный оптимум

3.1.1 Переходная функция

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

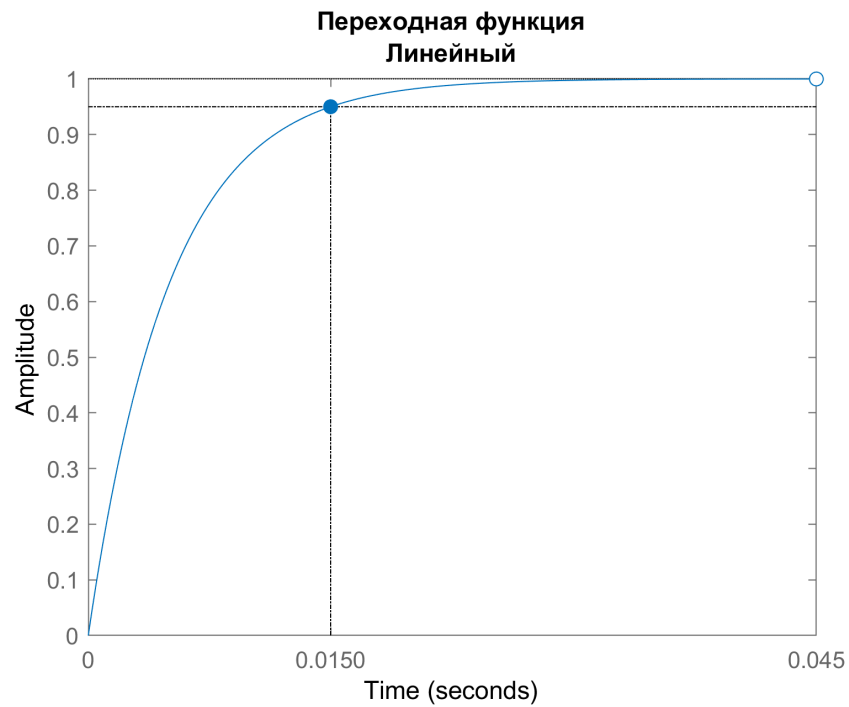


Рис. 2: Реакция на единичное воздействие

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

3.1.2 Диаграммы Бode

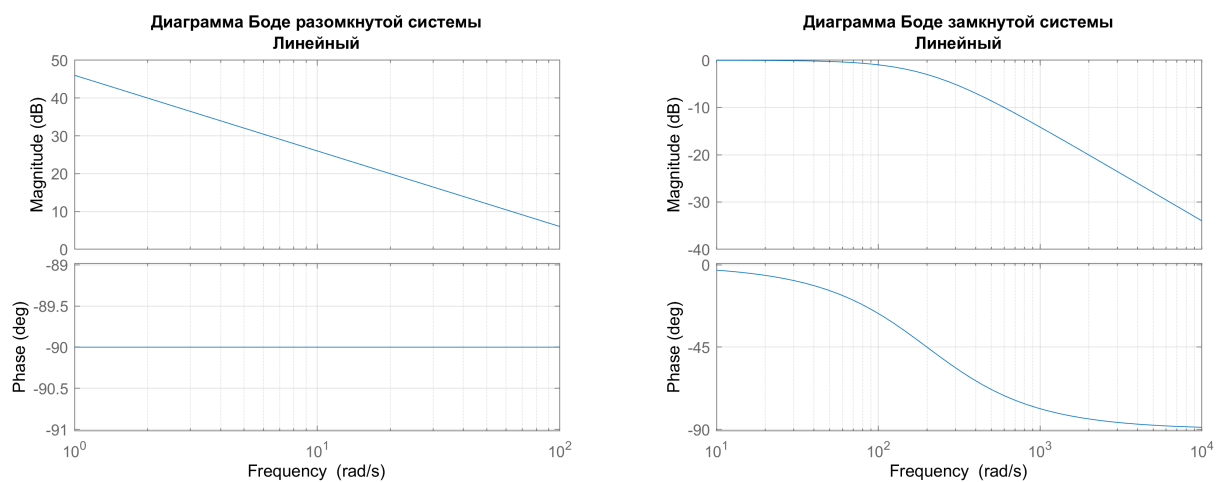


Рис. 3: Диаграммы Бode линейного оптимума

3.1.3 Реакции на входное воздействие

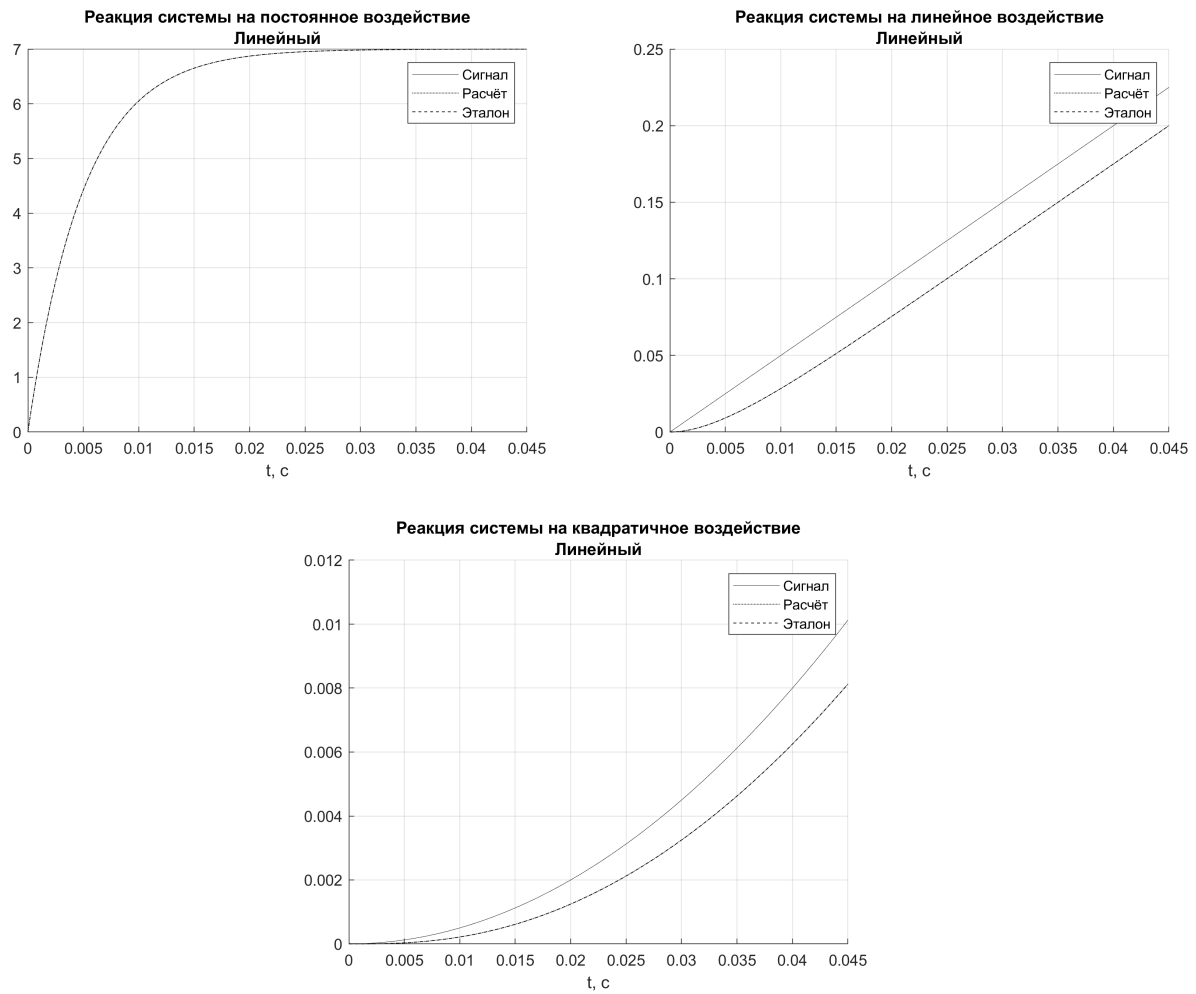


Рис. 4: Реакция на различные воздействия

3.2 Технический оптимум

3.2.1 Переходная функция

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

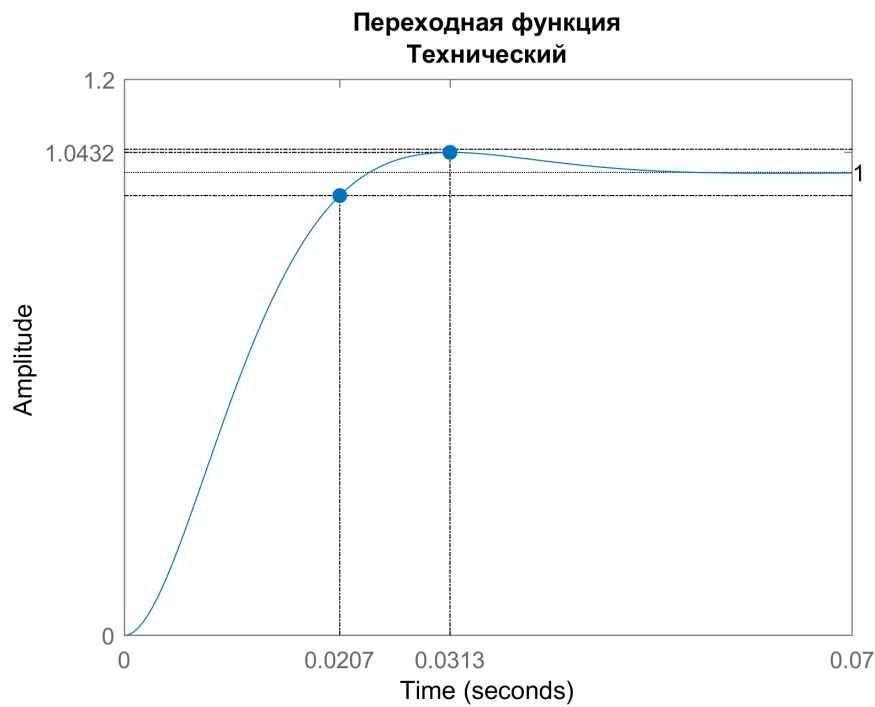


Рис. 5: Реакция на единичное воздействие

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

3.2.2 Диаграммы Бode

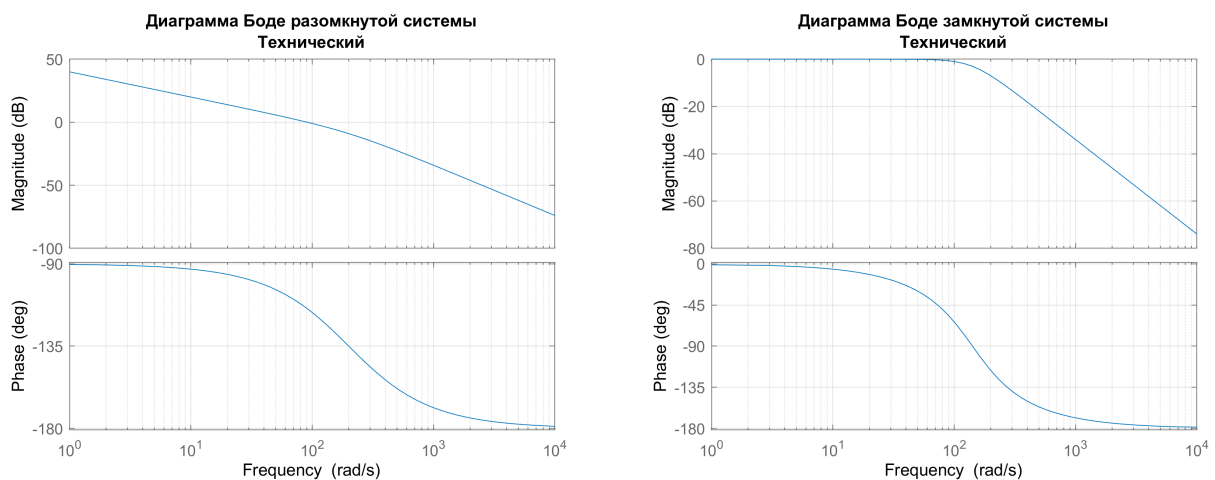


Рис. 6: Диаграммы Бode технического оптимума

3.2.3 Реакции на входное воздействие

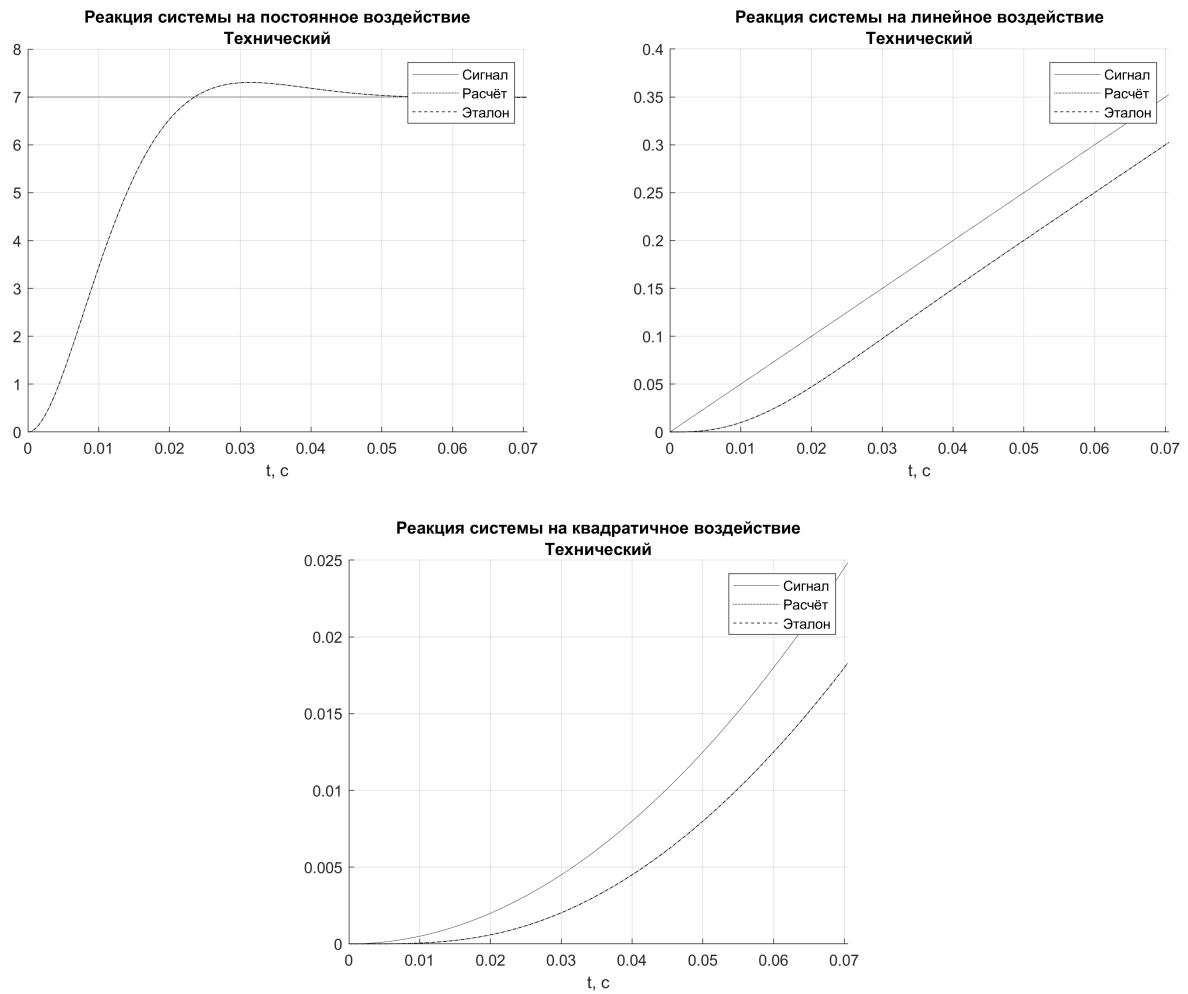


Рис. 7: Реакция на различные воздействия

3.3 Симметричный оптимум

3.3.1 Переходная функция

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

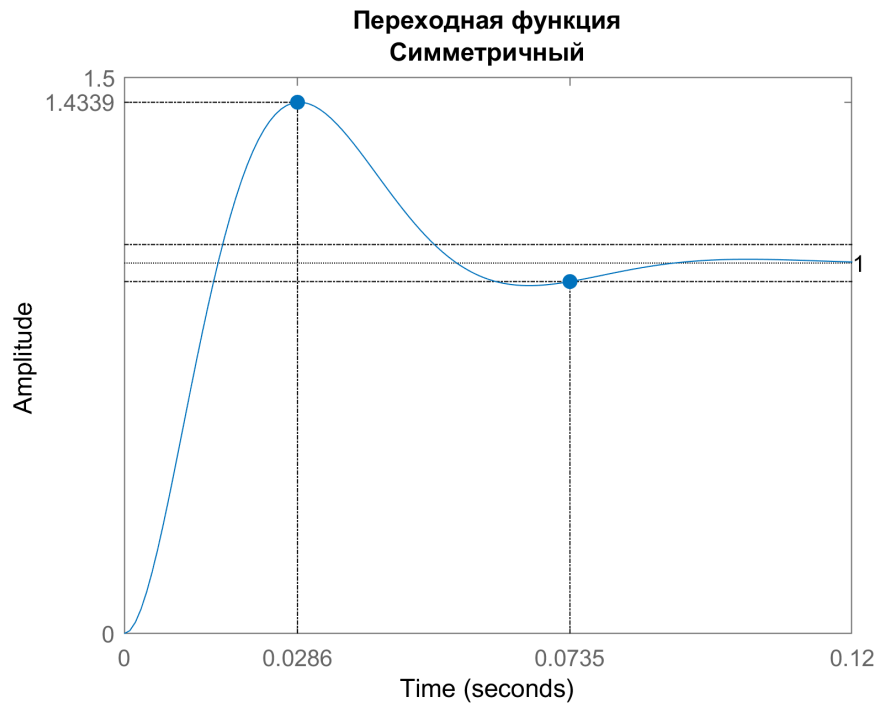


Рис. 8: Реакция на единичное воздействие

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

3.3.2 Диаграммы Бode

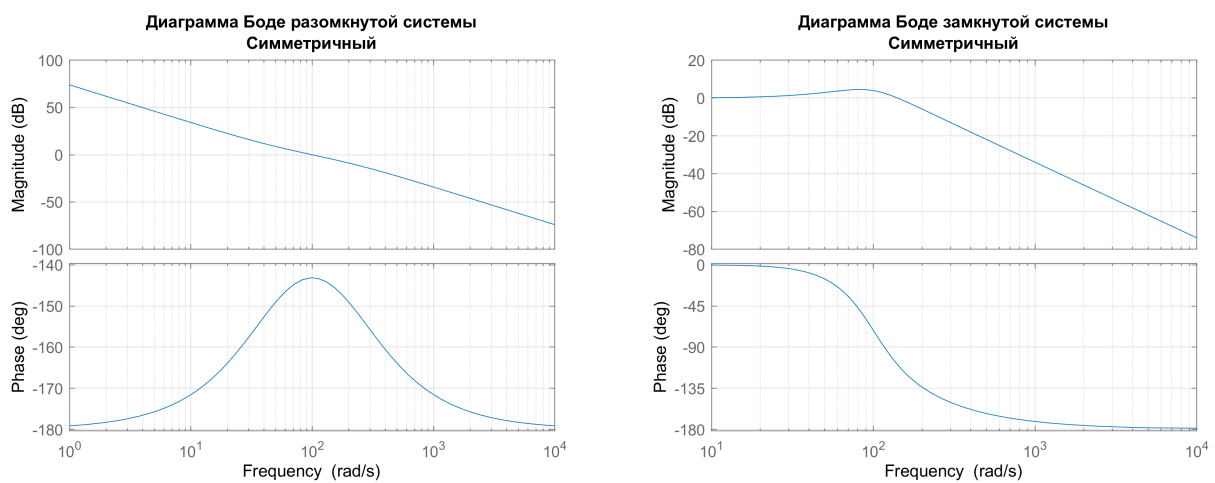


Рис. 9: Диаграммы Бode технического оптимума

3.3.3 Реакции на входное воздействие

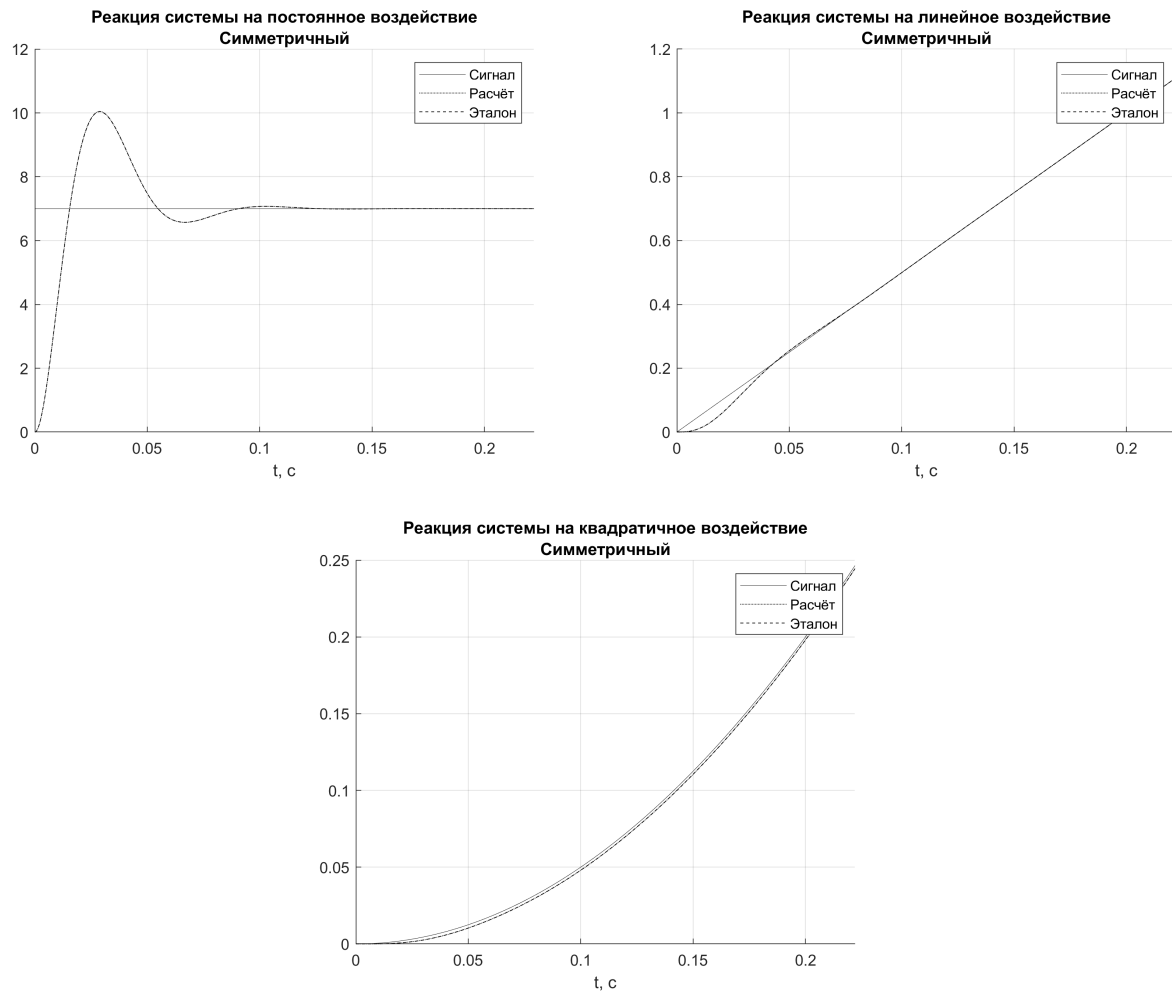


Рис. 10: Реакция на различные воздействия

3.4 Биномиальный оптимум

3.4.1 Переходная функция

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

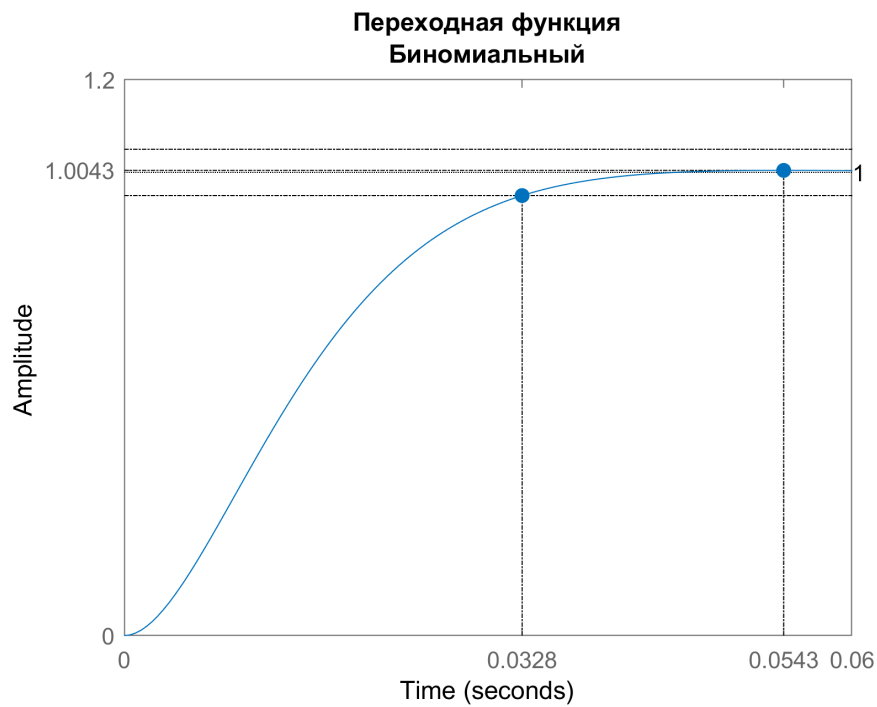


Рис. 11: Реакция на единичное воздействие

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

3.4.2 Диаграммы Бode

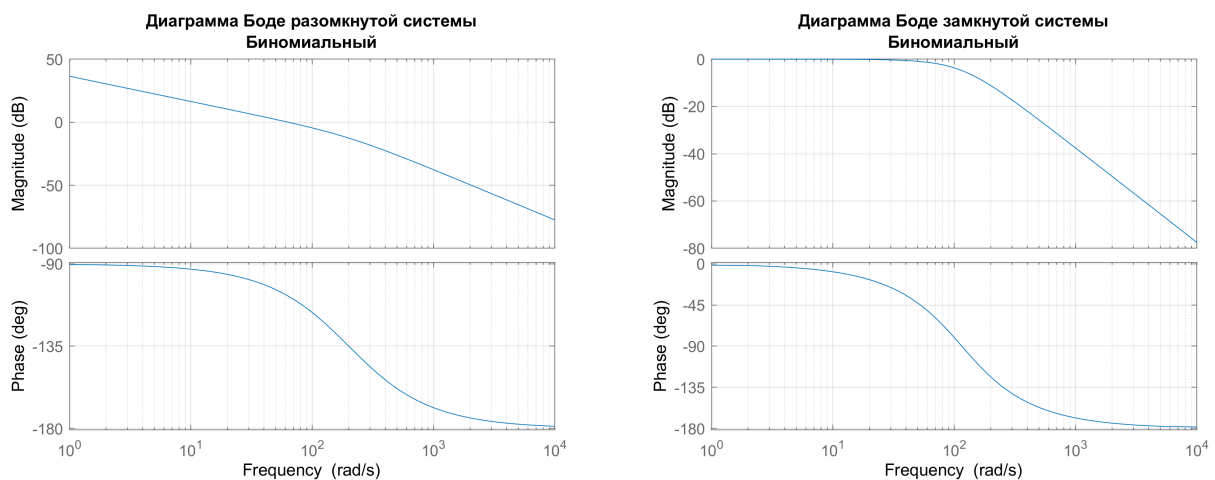


Рис. 12: Диаграммы Бode биномиального оптимума

3.4.3 Реакции на входное воздействие

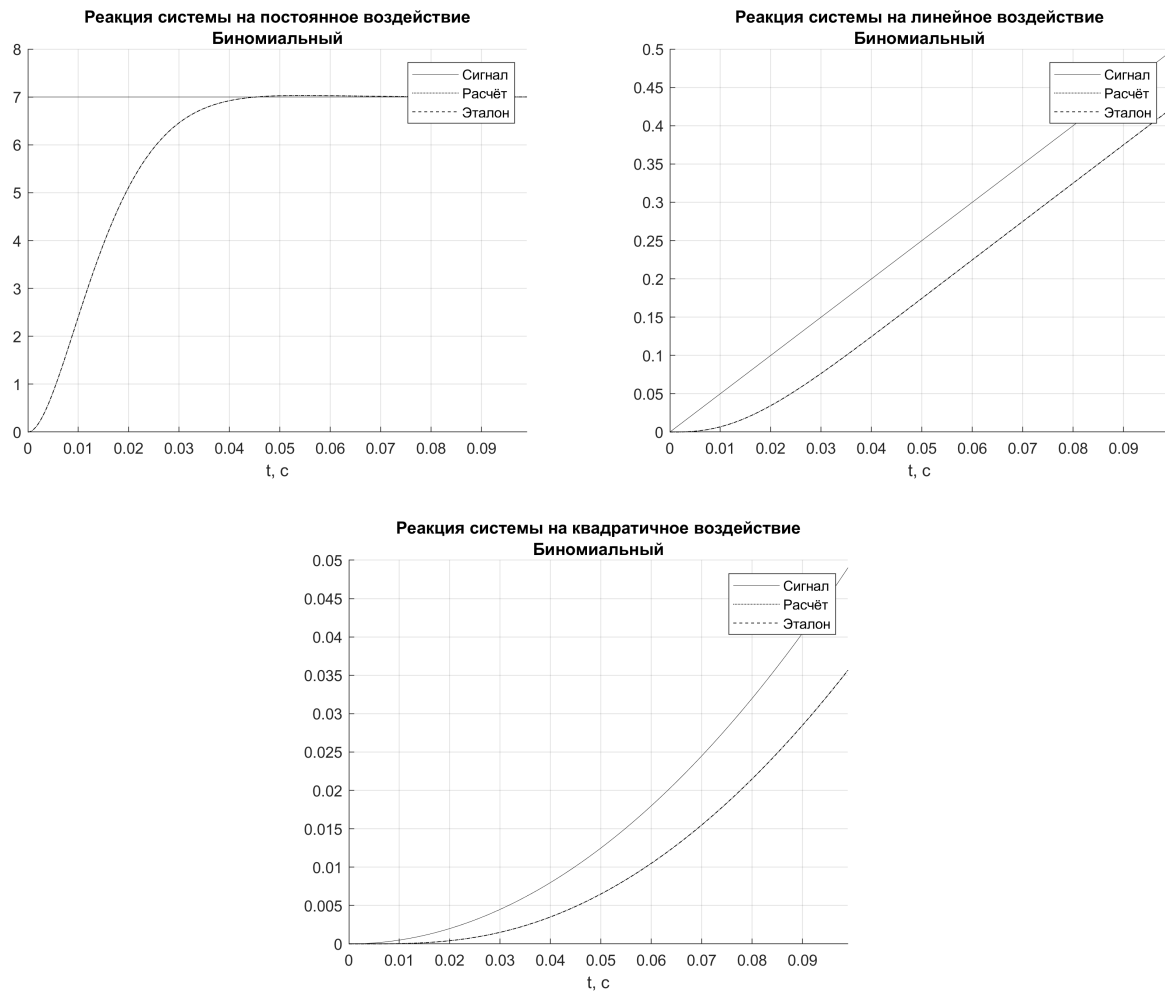


Рис. 13: Реакция на различные воздействия

3.5 Астатизм третьего порядка

3.5.1 Переходная функция

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

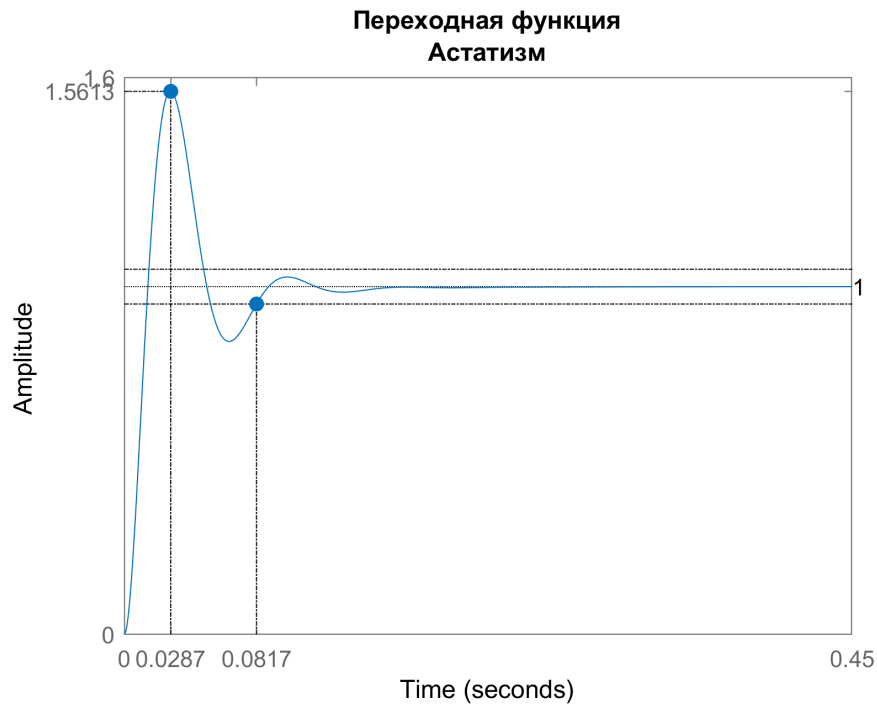


Рис. 14: Реакция на единичное воздействие

Время переходного процесса $t_{\text{пп}} = 14.7T_\mu = 0.073 \text{ с}$ и перерегулирование $\Delta h = 56.13\%$

3.5.2 Диаграммы Боде

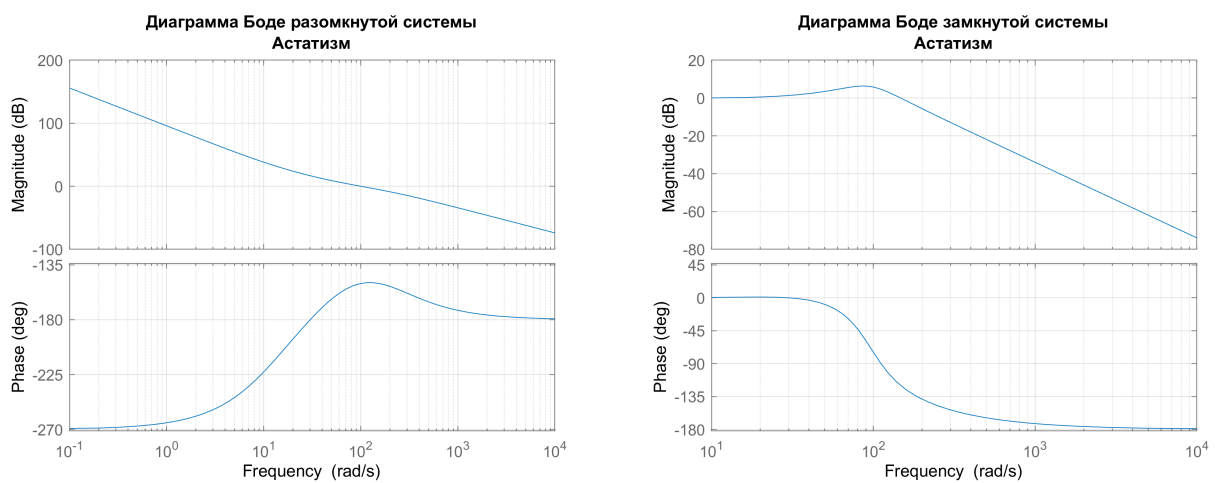


Рис. 15: Диаграммы Боде астатизма третьего порядка

3.5.3 Реакции на входное воздействие

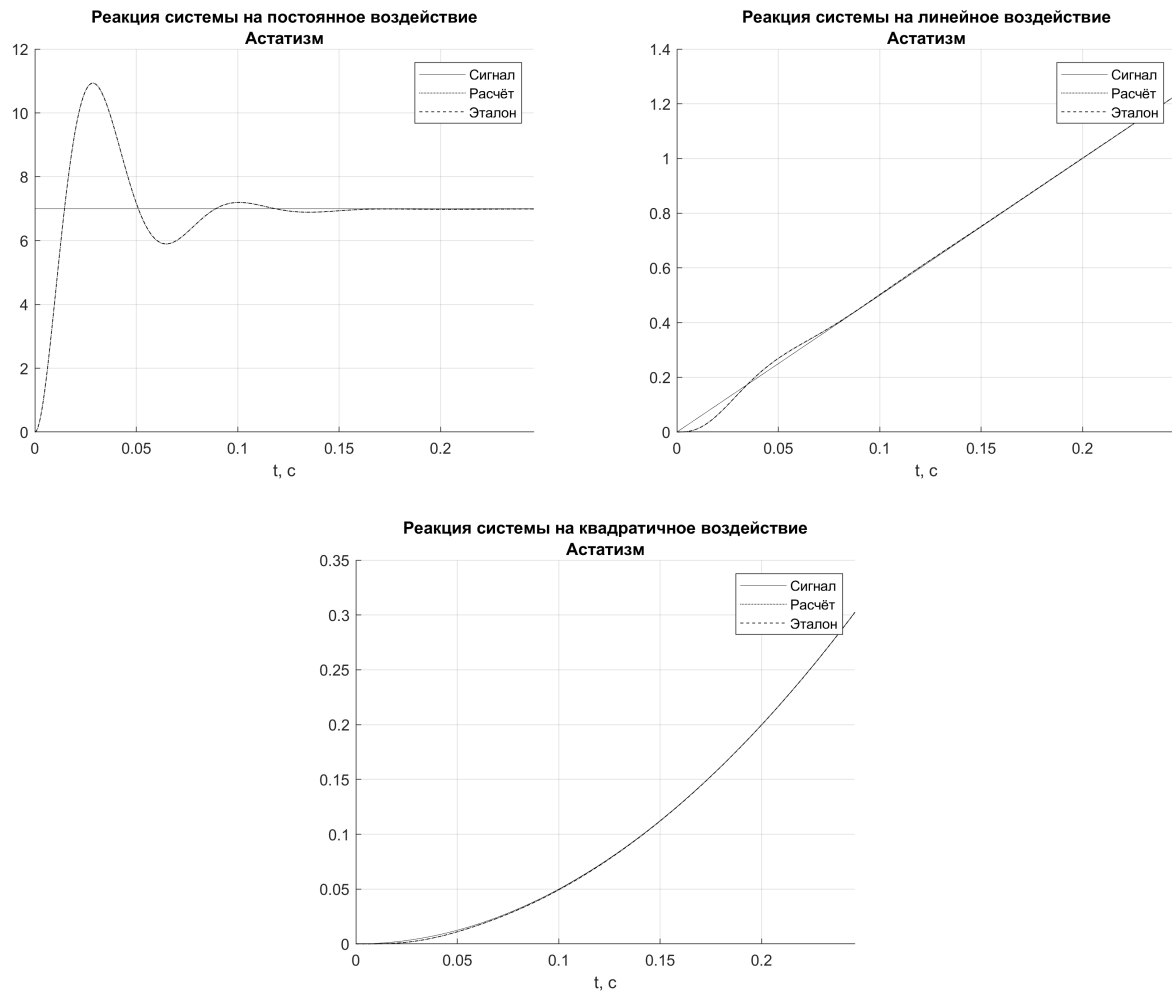


Рис. 16: Реакция на различные воздействия

3.6 Сравнение характеристик оптимумов

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

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

3.7 Порядок астатизма оптимумов

Для определения порядка астатизма приведем графики ошибок систем при постоянном воздействии.

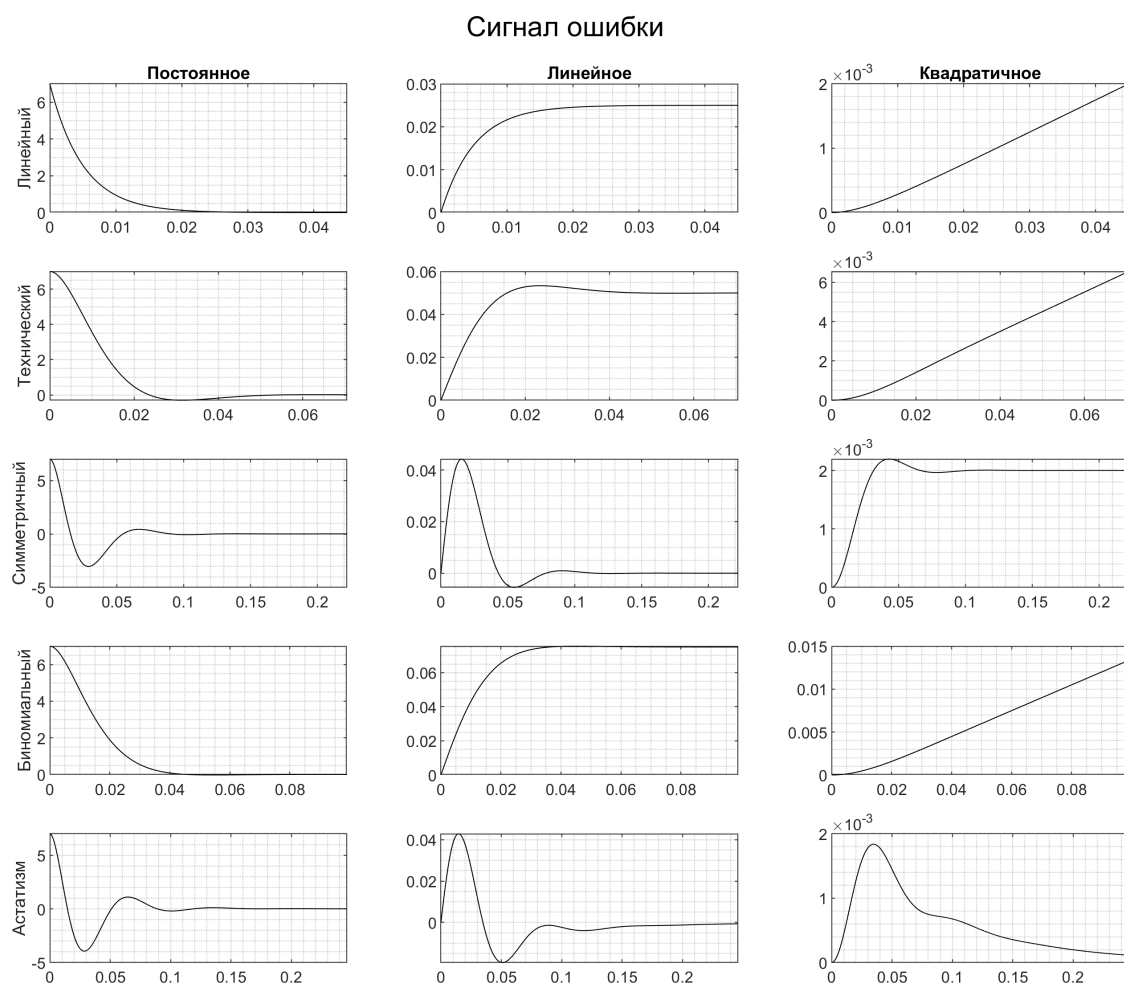


Рис. 17: Сравнение ошибок систем при разных воздействиях

Если ошибка по окончании переходных процессов для воздействия n -го порядка равна нулю, то система имеет астатизм как минимум $(n + 1)$ -го порядка. Если ошибка 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 воздействия с установившейся ошибкой, чем системы с меньшим порядком.