

---

# ЛР №4 «Астатизмы»

---

Отчет

Студент

Кирилл Лалаянц

R33352

336700

Вариант - 6

Преподаватель

Пашенко А.В.

Факультет Систем Управления и Робототехники

ИТМО

13.09.2023

## Содержание

1	Вводные данные	1
1.1	Цель работы . . . . .	1
2	Выполнение работы	2
2.1	Задание 1. Задача стабилизации с идеальным дифференцирующим звеном. . . . .	2
2.1.1	Теория . . . . .	2
2.1.2	Результаты . . . . .	2
2.2	Задание 2. Задача стабилизации с реальным дифференцирующим звеном. . . . .	3
2.2.1	Теория . . . . .	3
2.2.2	Результаты . . . . .	3
2.3	Задание 3. Исследование влияния шума. . . . .	4
2.3.1	Теория . . . . .	4
2.3.2	Результаты . . . . .	4
2.4	Задание 4. Задача слежения для системы с астатизмом нулевого порядка. . . . .	5
2.4.1	Теория . . . . .	5
2.4.2	Результаты . . . . .	5
2.5	Задание 5. Задача слежения для системы с астатизмом первого порядка. . . . .	7
2.5.1	Теория . . . . .	7
2.5.2	Результаты . . . . .	7
2.6	Задание 6. Исследование линейной системы замкнутой регулятором общего вида. . . . .	9
2.6.1	Теория . . . . .	9
2.6.2	Результаты . . . . .	10

3	Заключение	11
3.1	Выводы . . . . .	11

## 1 Вводные данные

### 1.1 Цель работы

В этой работе будет проведено исследование следующих вопросов:

- Астатизмы.
- Принцип внутренней модели.
- Идеальное и реальное дифференцирующие звенья

## 2 Выполнение работы

### 2.1 Задание 1. Задача стабилизации с идеальным дифференцирующим звеном.

#### 2.1.1 Теория

В этом задании будет проведена симуляция системы с ПД регулятором, используя дифференциальное звено, для open- и closed-loop систем.

#### 2.1.2 Результаты

Ожидаемо, замкнутая система успешно свела ошибку к 0, а открытая – нет.

#### Задание 1. Задача стабилизации с идеальным дифференцирующим звеном

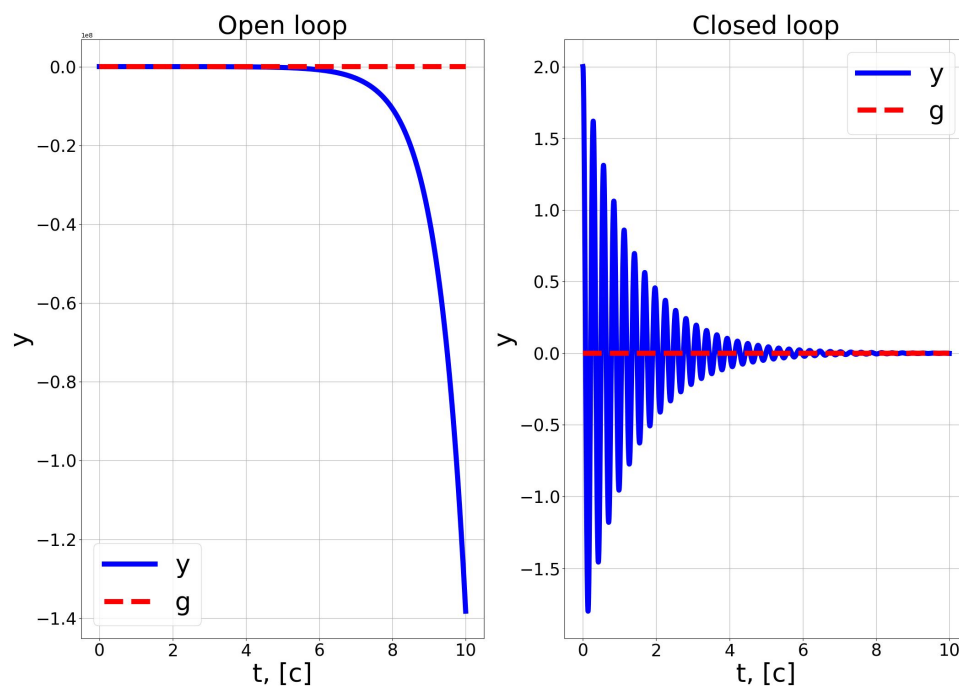


Рис. 1: Результат выполнения первого задания.

## 2.2 Задание 2. Задача стабилизации с реальным дифференцирующим звеном.

### 2.2.1 Теория

В этом задании будет проведена симуляция системы с ПД регулятором, используя реальное дифференциальное звено. Так же исследован параметр  $T$  на предмет устойчивости.

### 2.2.2 Результаты

Заметно, что параметр  $= 10^{-3}$  уже достаточно мал, и отличий с  $= 10^{-5}$  нет. Граница устойчивости была получена через решение системы уравнений следующих из матрицы Гурвица. Ее значение экспериментально подтвердилось (было взято число чуть больше, поэтому график расходится).

Задание 2. Задача стабилизации с реальным дифференцирующим звеном.

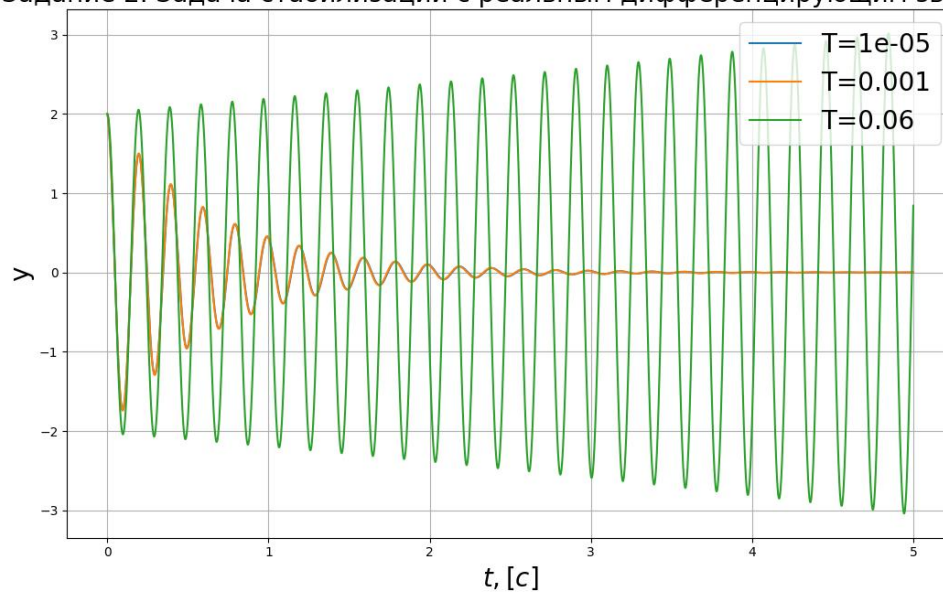


Рис. 2: Результат выполнения второго задания.

## 2.3 Задание 3. Исследование влияния шума.

### 2.3.1 Теория

В этом задании будет проведено исследование влияния шума на конечный результат.

### 2.3.2 Результаты

Четко видно, что ошибка пропорциональна шуму. Однако, более важно тут то, что на грубую сходимость системы это никак не влияет и в начале графики выглядят идентично. Разница становится заметна только при значениях ошибки уже близким к 0 – система с большой погрешностью в заметно более широкой окрестности цели.

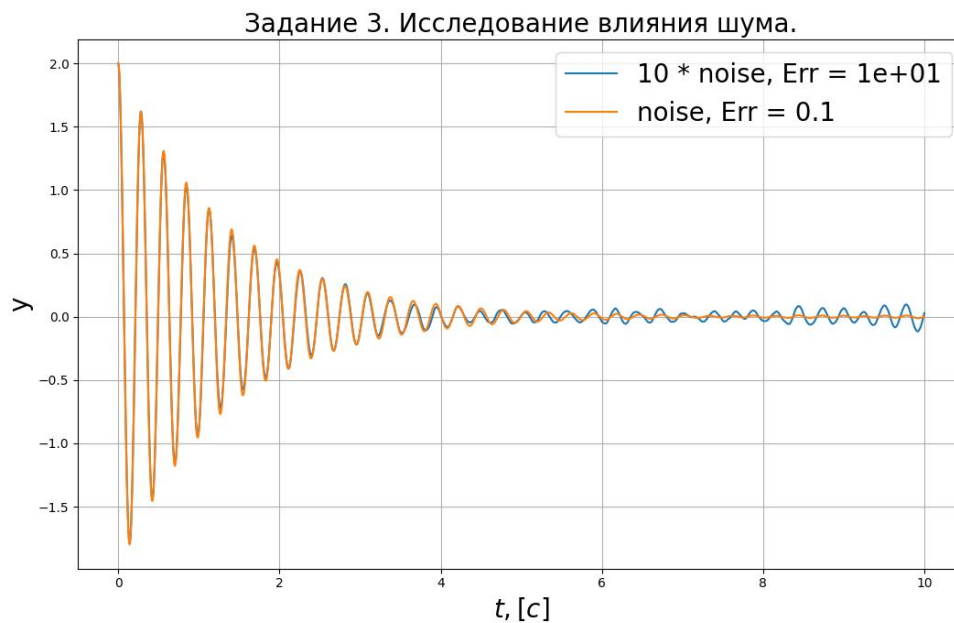


Рис. 3: Результат выполнения третьего задания.

## 2.4 Задание 4. Задача слежения для системы с астатизмом нулевого порядка.

### 2.4.1 Теория

В этом задании будет проведено исследование слежения системы с астатизмом нулевого порядка при различных входных воздействиях.

### 2.4.2 Результаты

На графике представлены поведение системы при различных коэффициентах  $k$ . Заметно, что при константном воздействии (рис. 4) он уменьшает ошибку. Ее предельное значение было посчитано через предельную теорему и представлено в легенде.

Задание 4. Задача слежения для системы с астатизмом нулевого порядка.  
Влияние  $k$ .

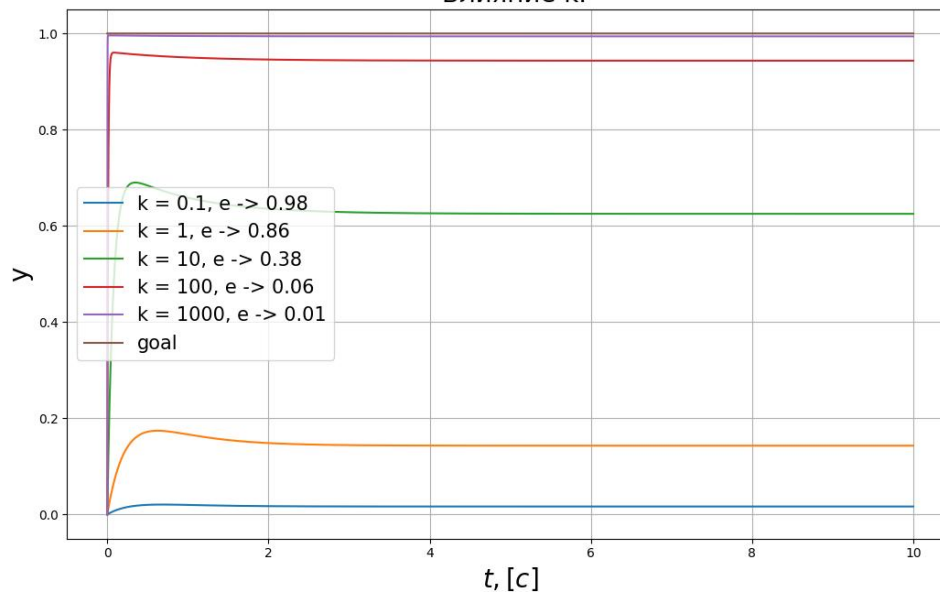


Рис. 4: Система с астатизмом 0. Константное воздействие.

На графике (рис. 5) представлено поведение системы при линейном воздействии. Графики расходятся – ошибка стремится к бесконечности.

На графике (рис. 6) представлено поведение системы при периодическом воздействии. Ошибка стремится к 0.



Задание 4. Задача слежения для системы с астатизмом нулевого порядка.  
Влияние  $k$ .

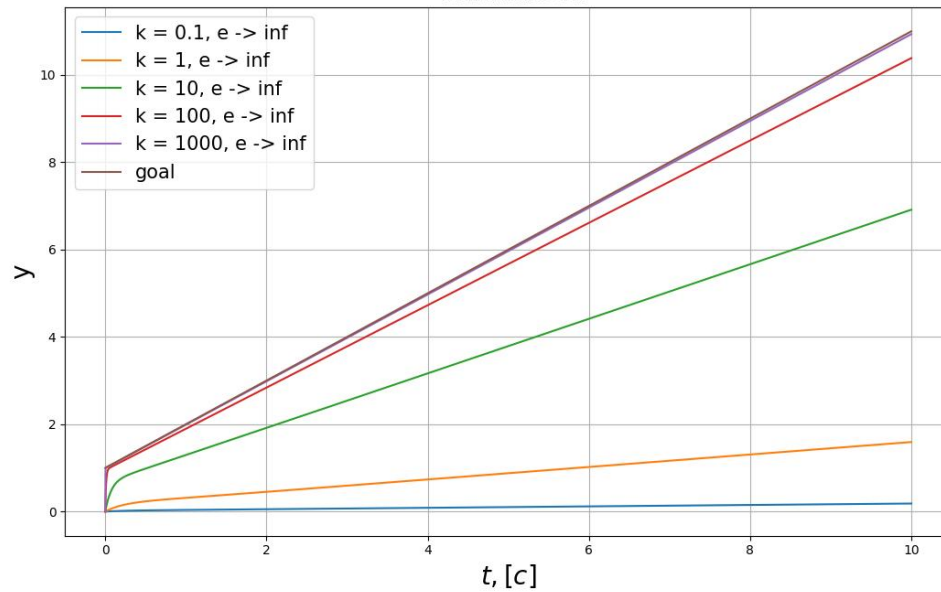


Рис. 5: Система с астатизмом 0. Линейное воздействие.

Задание 4. Задача слежения для системы с астатизмом нулевого порядка.  
Влияние  $k$ .

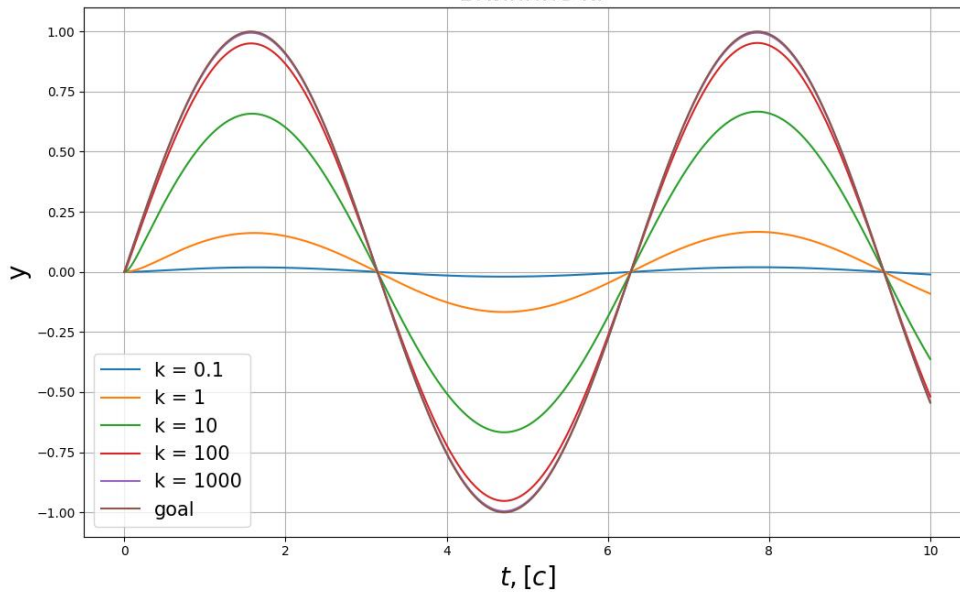


Рис. 6: Система с астатизмом 0. Периодическое воздействие.

## 2.5 Задание 5. Задача слежения для системы с астатизмом первого порядка.

### 2.5.1 Теория

Задание аналогично предыдущему, только на этот раз ПИ регулятор, который повышает порядок астатизма.

### 2.5.2 Результаты

Сначала было проведено влияние П коэффициента. Заметно, что при константном воздействии (рис. 7) его влияние уже не столь очевидно. Так же заметен вклад И части – ошибка всех графиков сходится к 0. При линейном воздействии

Задание 5. Задача слежения для системы с астатизмом первого порядка.  
Влияние  $k_0$ .

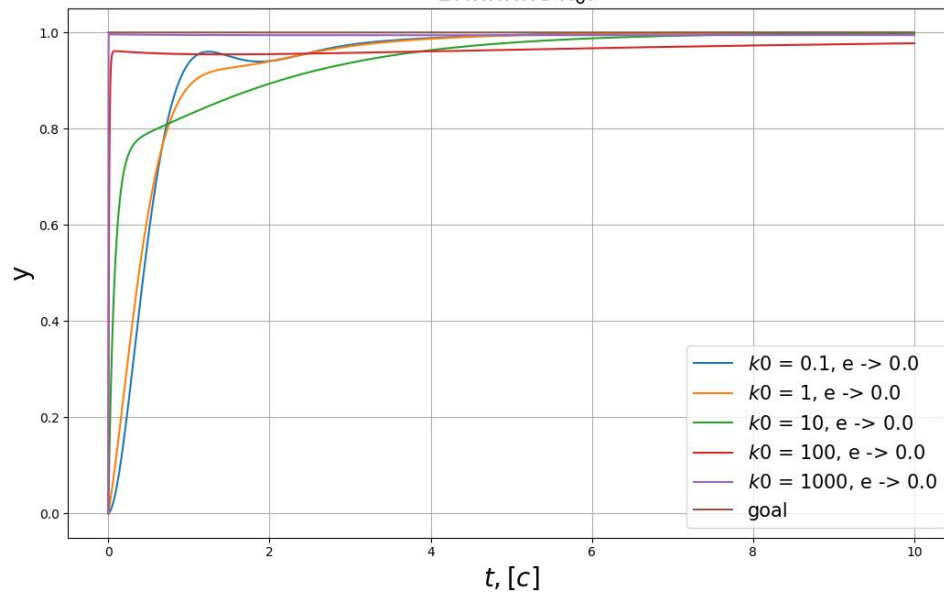


Рис. 7: Система с астатизмом 0. Константное воздействие.

(рис. 8) ошибка никак не зависит от П коэффициента.

При переодическом воздействии (рис. 9) влияние коэффициента П определить крайне тяжело.

При константном воздействии (рис. 10) влияние И очень заметно. Он ускоряет время переходного процесса, но при этом вызывает перерегулирование. При линейном воздействии (рис. 11) ошибка обратно пропорциональна И.

При переодическом воздействии (рис. 12) влияние коэффициента И определить крайне тяжело.

Задание 5. Задача слежения для системы с астатизмом первого порядка.  
Влияние  $k_0$ .

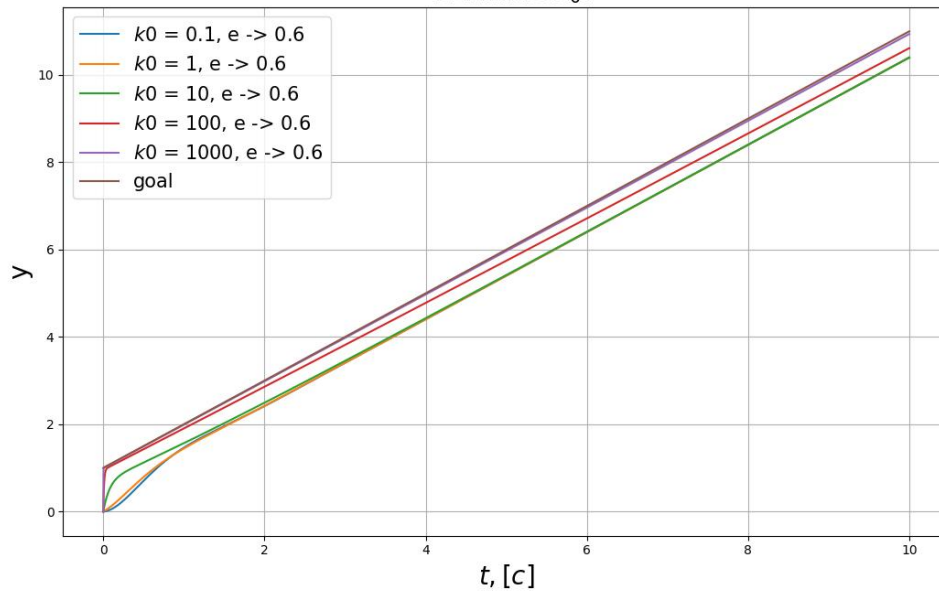


Рис. 8: Система с астатизмом 0. Линейное воздействие.

Задание 5. Задача слежения для системы с астатизмом первого порядка.  
Влияние  $k_0$ .

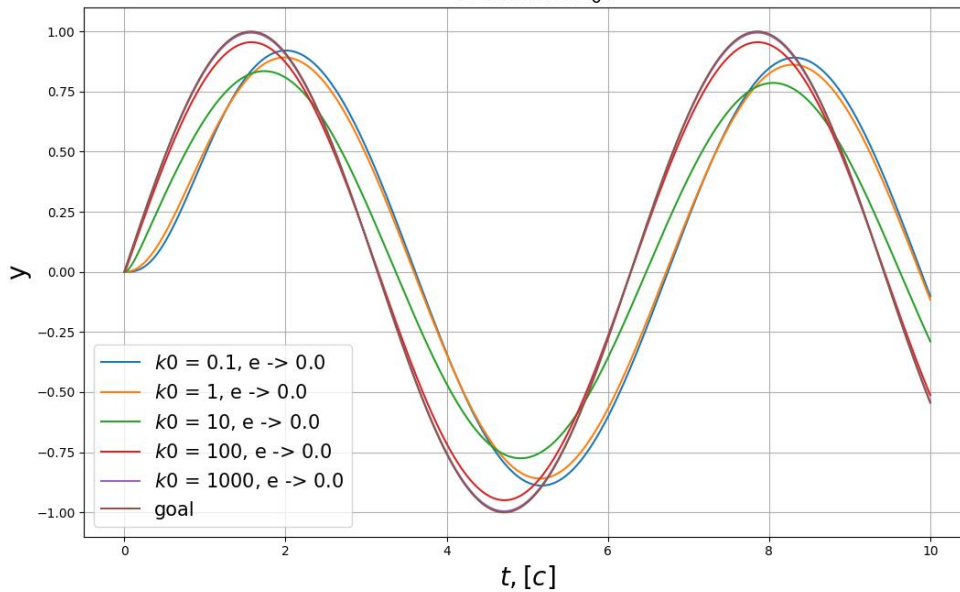


Рис. 9: Система с астатизмом 0. Периодическое воздействие.

Задание 5. Задача слежения для системы с астатизмом первого порядка.  
Влияние  $k_1$ .

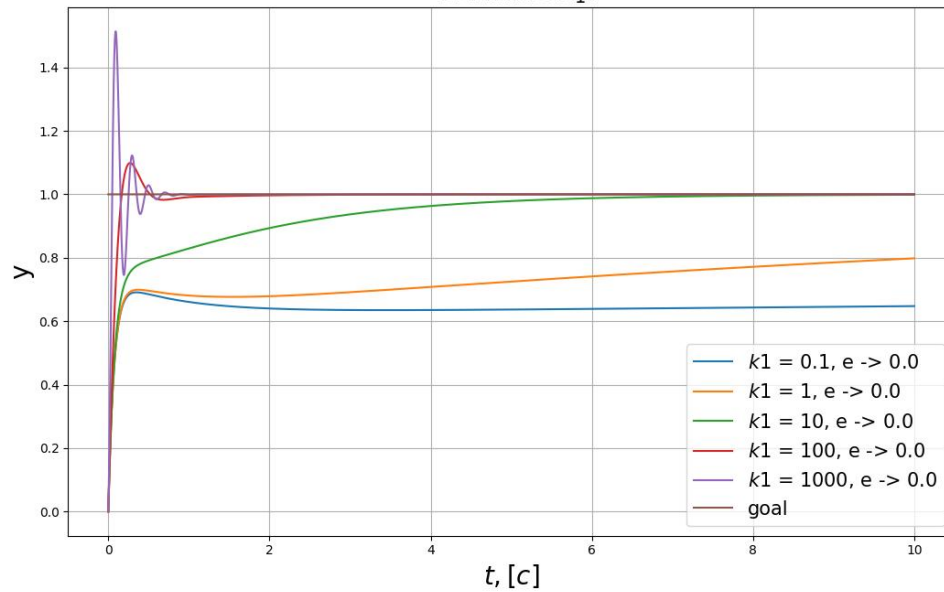


Рис. 10: Система с астатизмом 0. Константное воздействие.

Задание 5. Задача слежения для системы с астатизмом первого порядка.  
Влияние  $k_1$ .

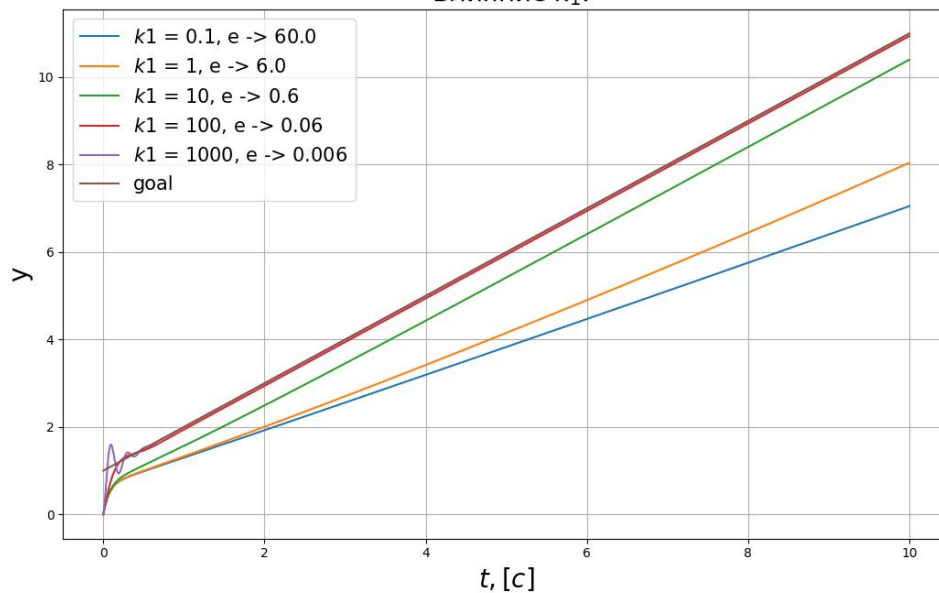


Рис. 11: Система с астатизмом 0. Линейное воздействие.

2.6 Задание 6. Исследование линейной системы замкнутой регулятором общего вида.

2.6.1 Теория

В этом задании был протестирован принцип внутренней модели и получена управляемая система.

Задание 5. Задача слежения для системы с астатизмом первого порядка.  
Влияние  $k_1$ .

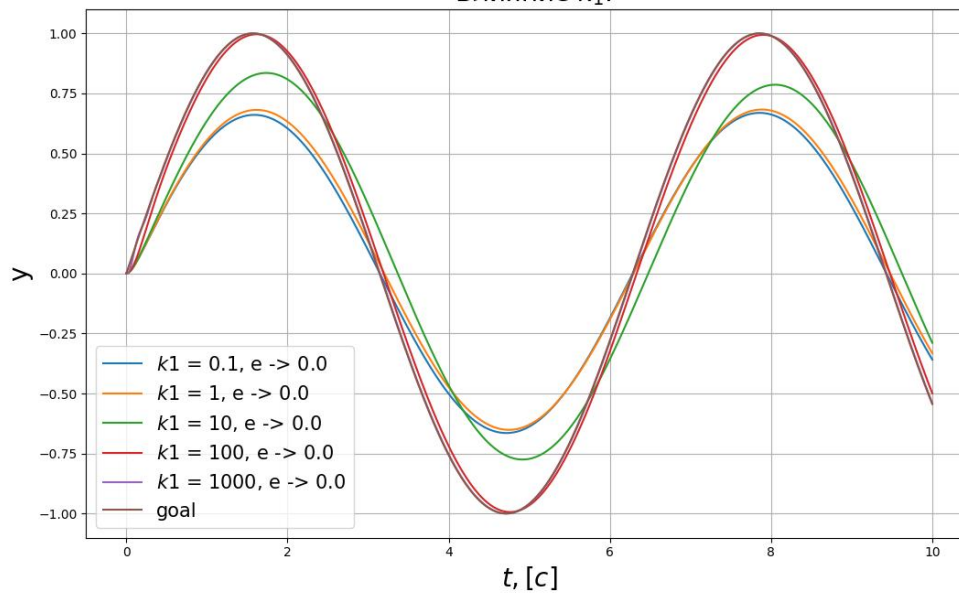


Рис. 12: Система с астатизмом 0. Периодическое воздействие.

## 2.6.2 Результаты

Благодаря принципу замкнутой модели был синтезирован регулятор для управления системой. Ошибка сходится к 0.

Задание 6. Исследование линейной системы замкнутой регулятором общего вида.

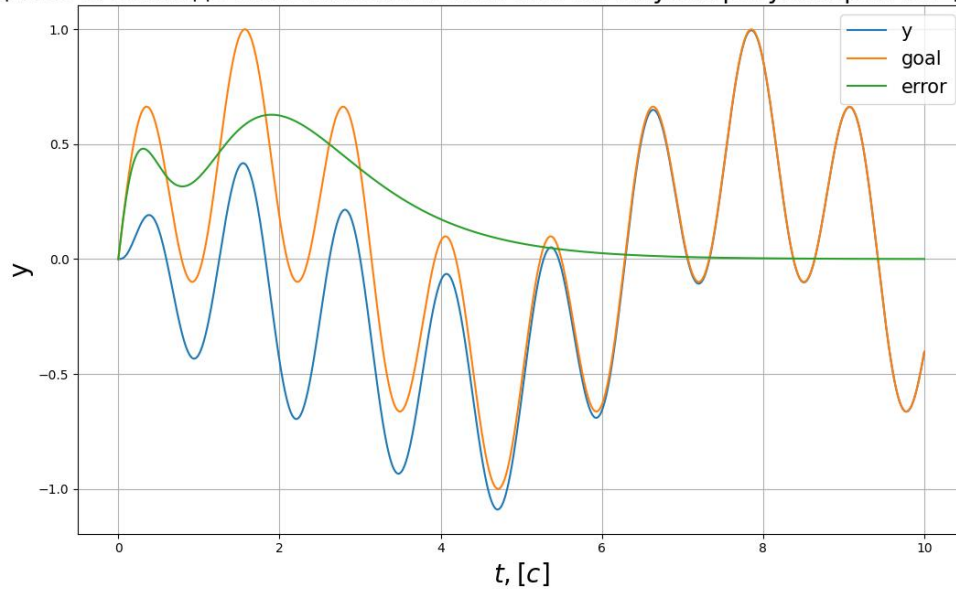


Рис. 13: Результат синтеза регулятора.

### 3 Заключение

В этой работе было проведено исследование следующих вопросов:

- Астатизмы.
- Принцип внутренней модели.
- Идеальное и реальное дифференцирующие звенья

#### 3.1 Выводы

1. На практике изучено реальное и идеальное ДЗ.
2. Проверена работа систем с разными степенями астатизмов.
3. Проверено влияние коэффициентов регулятора на поведение системы.
4. Синтезирован регулятор методом замкнутой модели.