НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Факультет систем управления и робототехники

**Теория автономного управления**

Лабораторная работа №3

«Астатизмы»

**Выполнил студент:**

Мысов М.С.

Группа № R33372

**Руководитель:**

Перегудин А.А.

г. Санкт-Петербург

2022

Оглавление

[Задание 1. Исследование задачи стабилизации с идеальным дифференцирующим звеном 3](#_Toc117470479)

[Задание 2. Исследование задачи стабилизации с реальным дифференцирующим звеном 4](#_Toc117470480)

[Задание 3. Исследование влияния шума 6](#_Toc117470481)

[Задание 4. Исследование системы с астатизмом нулевого порядка 7](#_Toc117470482)

[g(t) = α 8](#_Toc117470483)

[g(t) = βt + α 10](#_Toc117470484)

[g(t) = α · sin(ωt + φ) 12](#_Toc117470485)

[Задание 5. Исследование системы с астатизмом первого порядка 13](#_Toc117470486)

[g(t) = α 13](#_Toc117470487)

[g(t) = βt + α 15](#_Toc117470488)

[g(t) = α · sin(ωt + φ) 17](#_Toc117470489)

[Задание 6. Исследование линейной системы, замкнутой регулятором общего вида 18](#_Toc117470490)

[Задание 7 19](#_Toc117470491)

[Выводы 20](#_Toc117470492)

Задание 1. Исследование задачи стабилизации с идеальным дифференцирующим звеном

Придумаем коэффициенты

**,**

**,**

Начальные условия:

Запишем уравнение замкнутой системы:

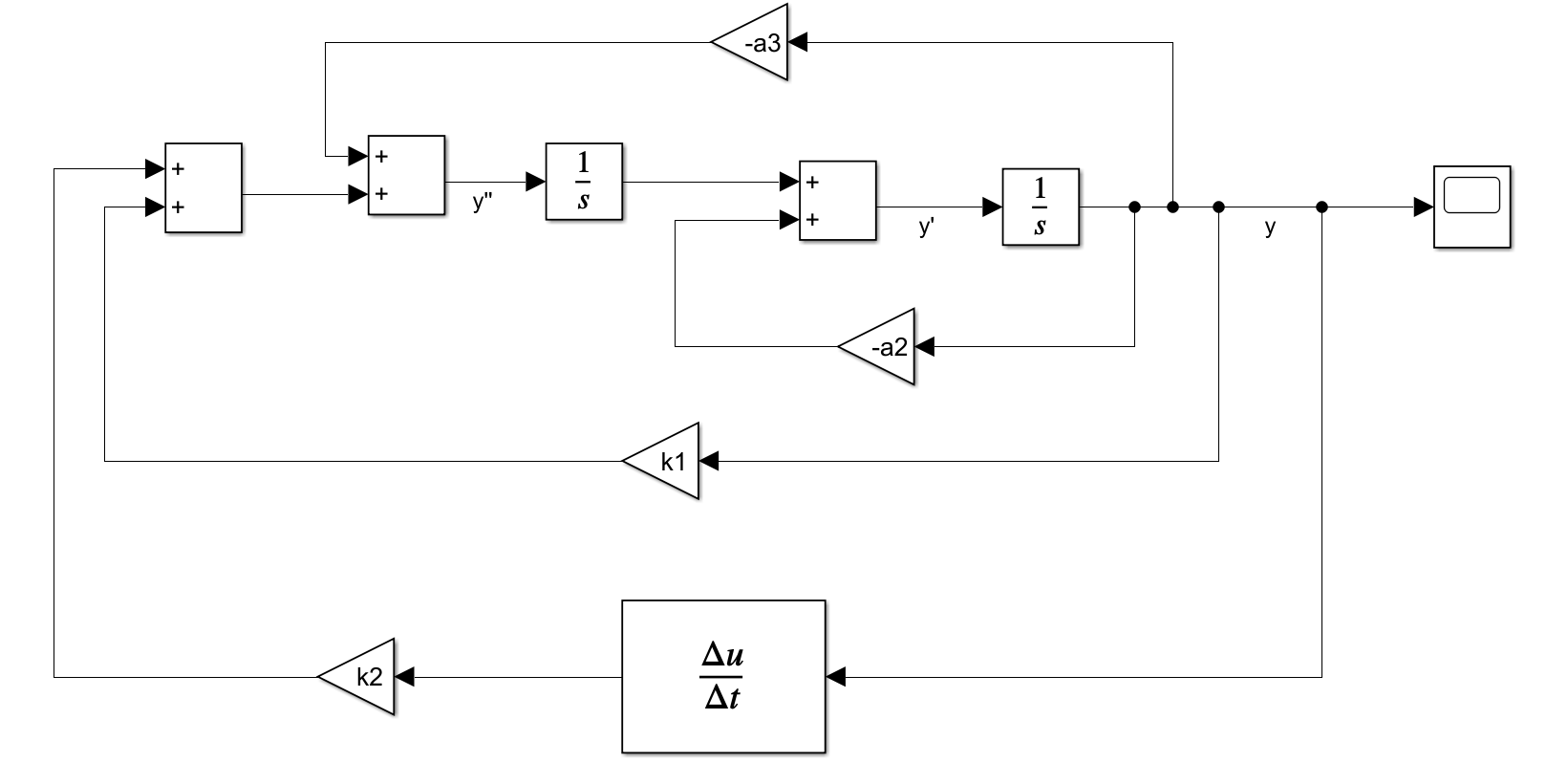


Схема 1. С блоком Derivative

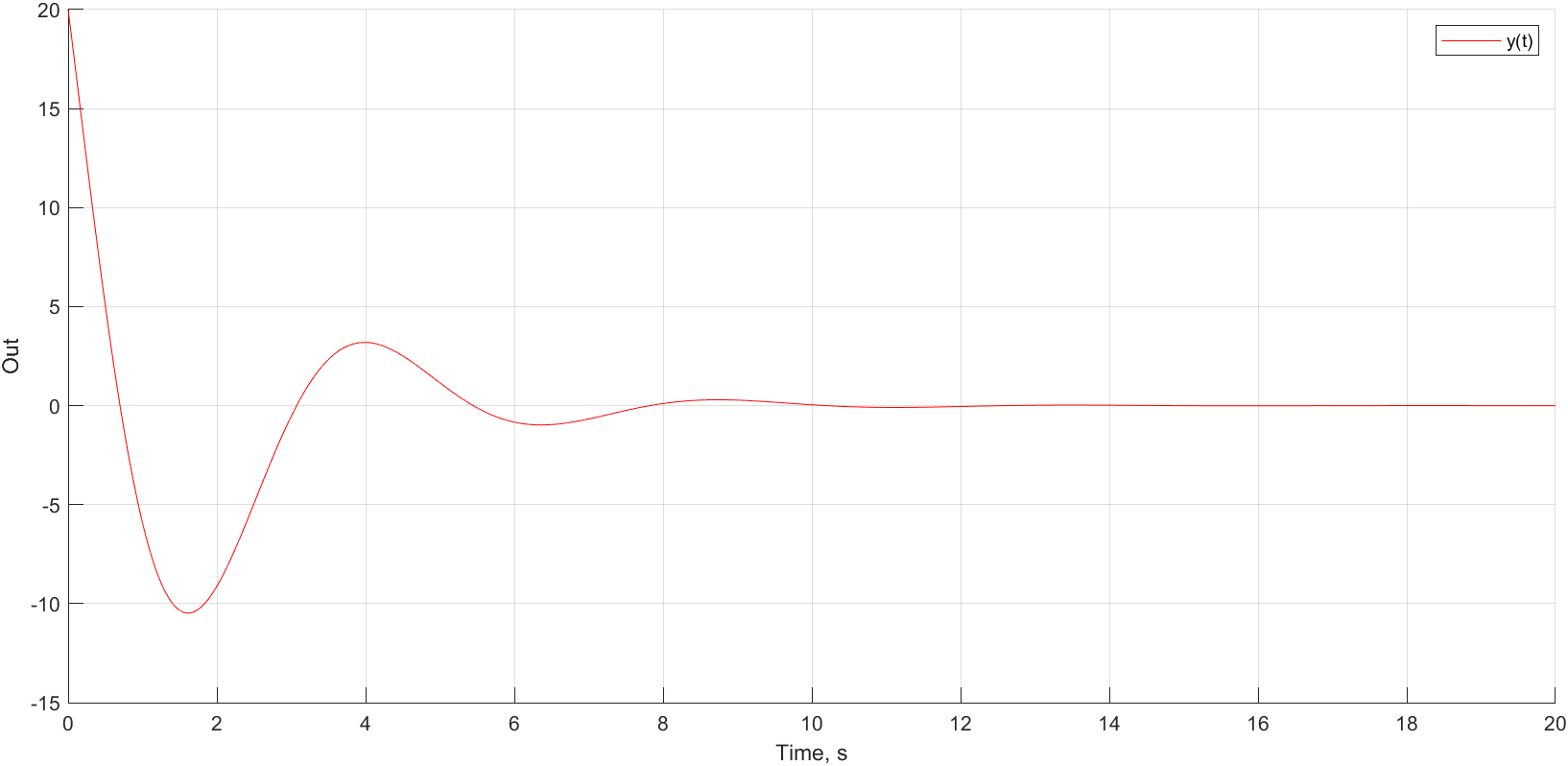


График 1. Замкнутая система

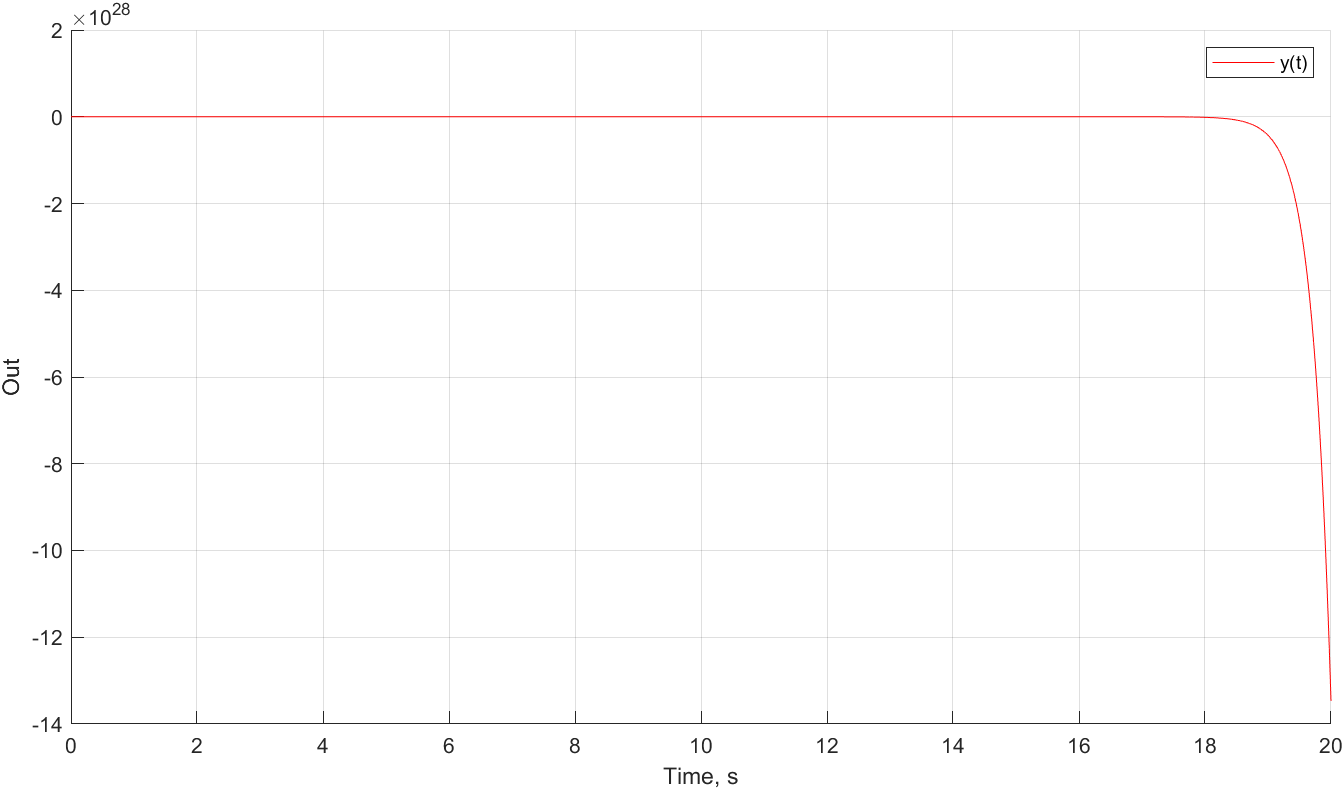


График 2. Разомкнутая система

На графиках прекрасно видно, что разомкнутая система является неустойчивой из-за отсутствия влияния регулятора.

Задание 2. Исследование задачи стабилизации с реальным дифференцирующим звеном

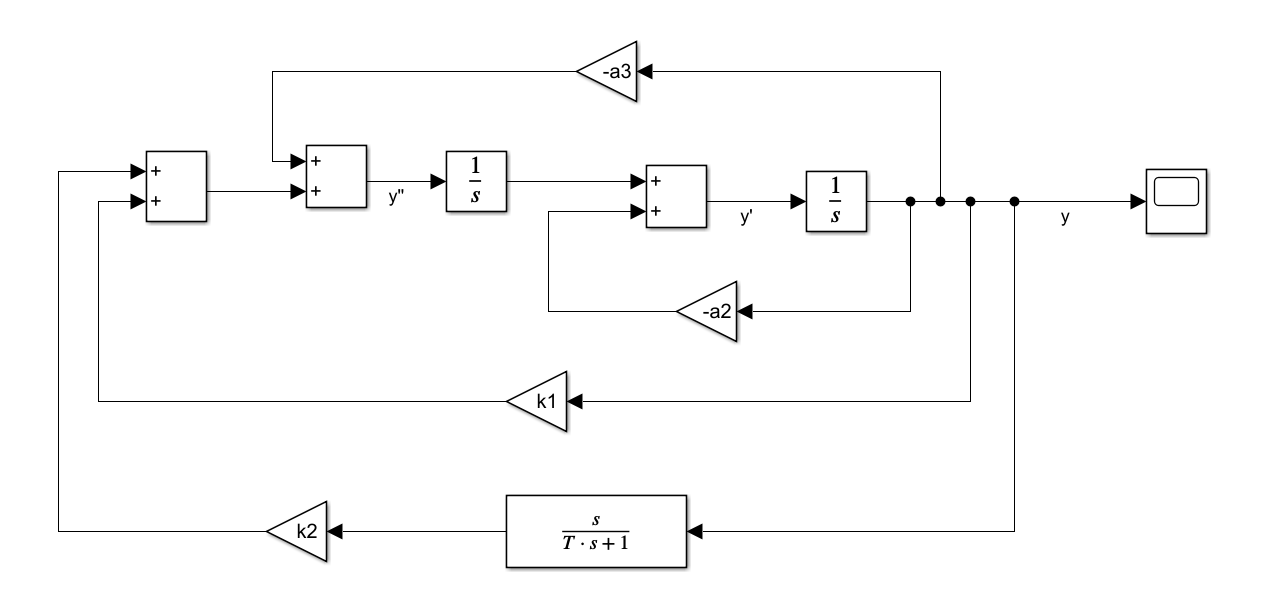


Схема 2. С передаточной функцией

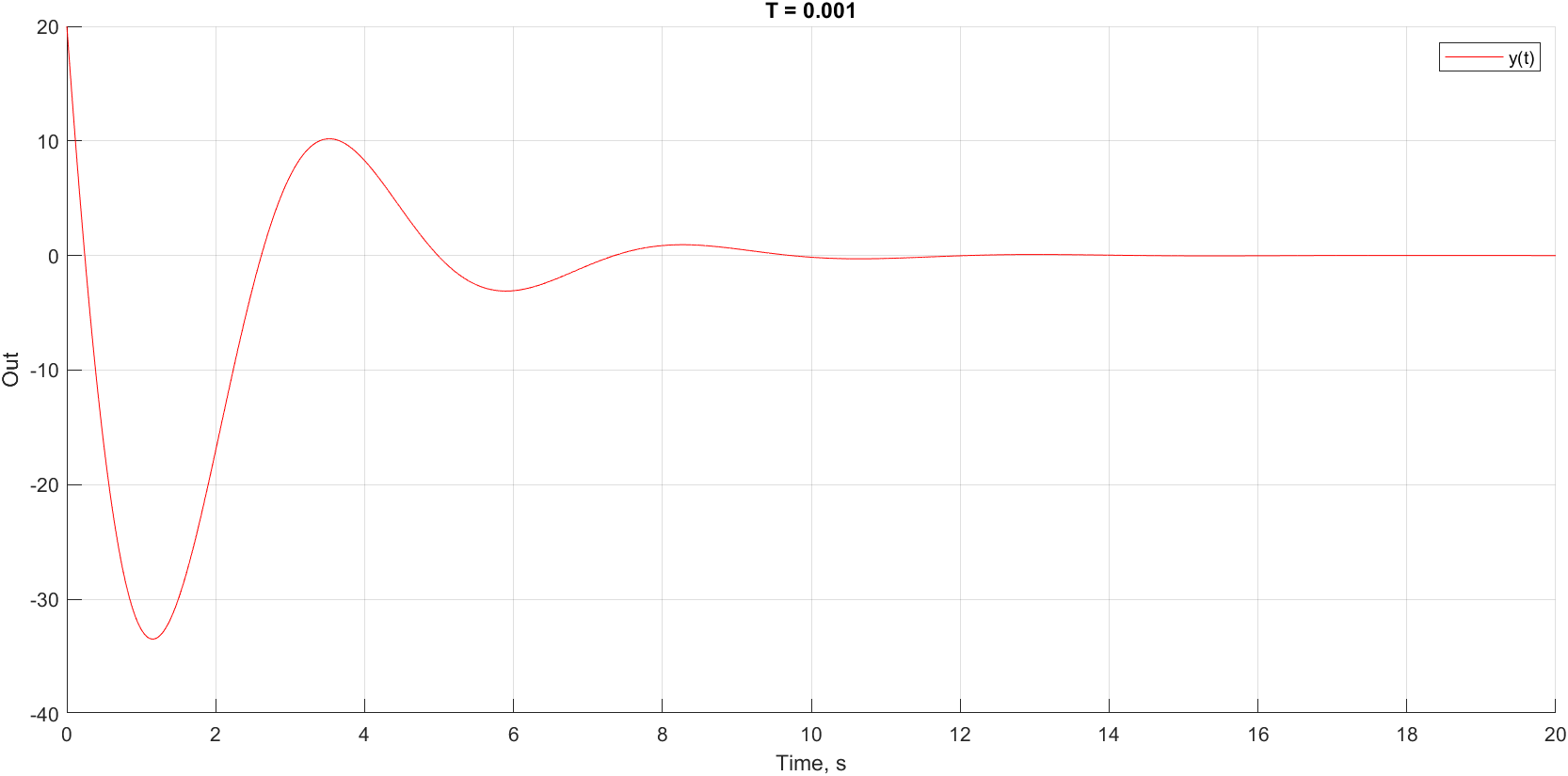


График 3. При T = 0.001

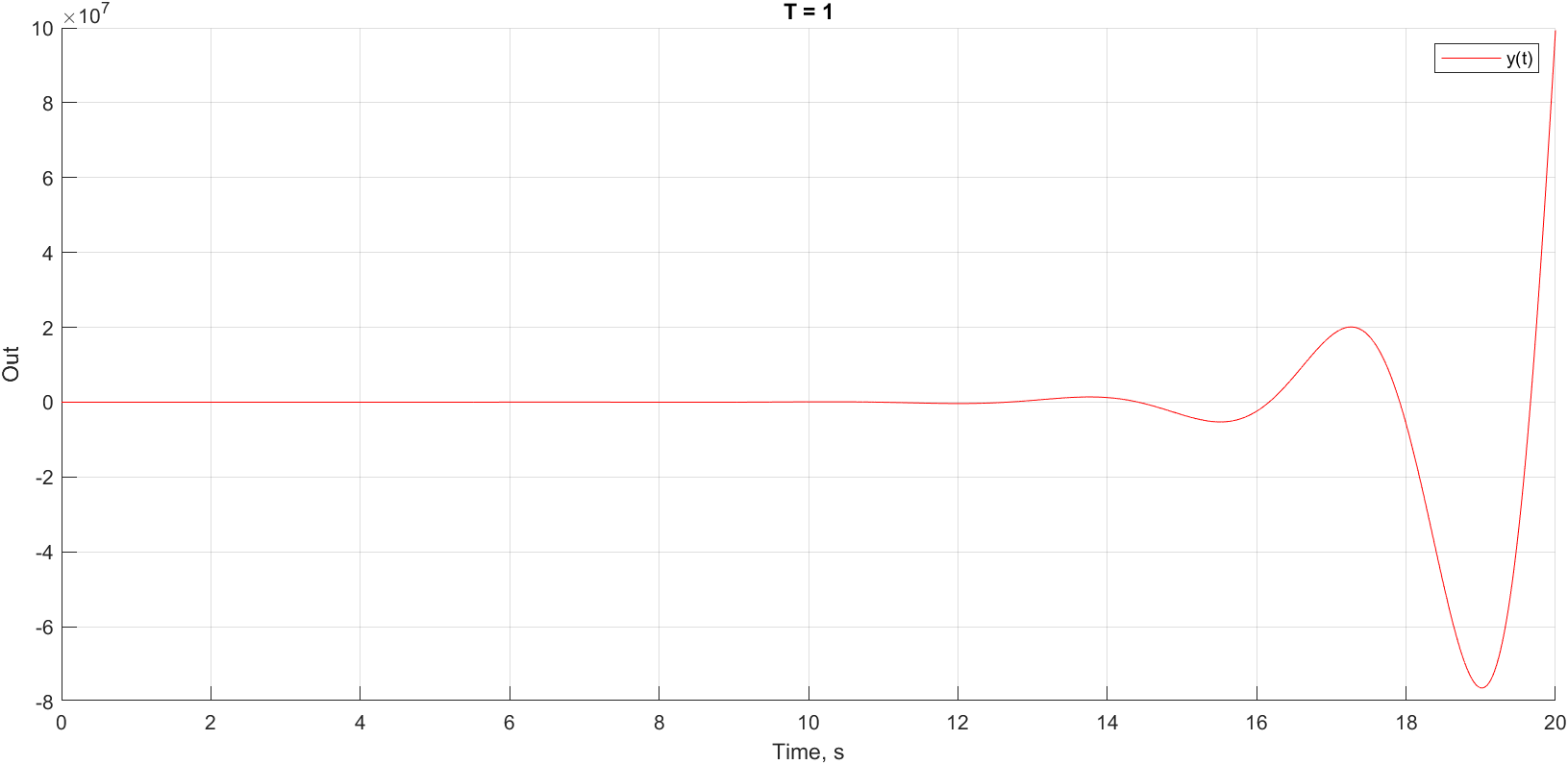


График 4. При T = 1

При T > 0.309 система становится неустойчивой. Чем коэффициент Т становится меньше, тем система становится ближе к системе с идеальным дифференцирующим звеном.

Задание 3. Исследование влияния шума

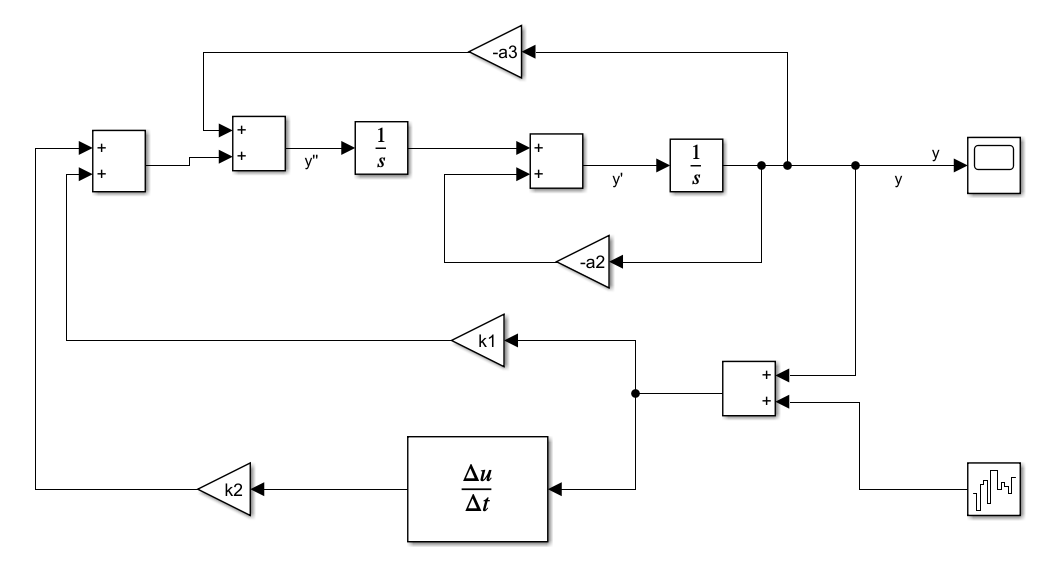


Схема 3. Derivative block

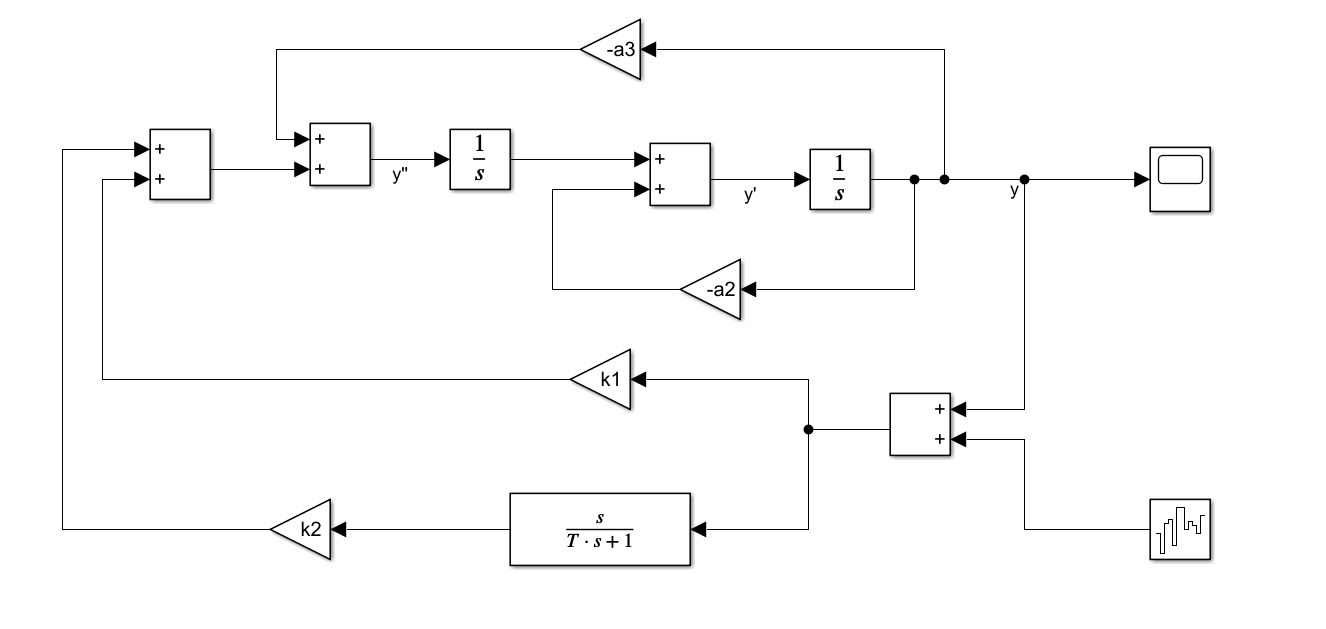


Схема 4. Transfer fcn

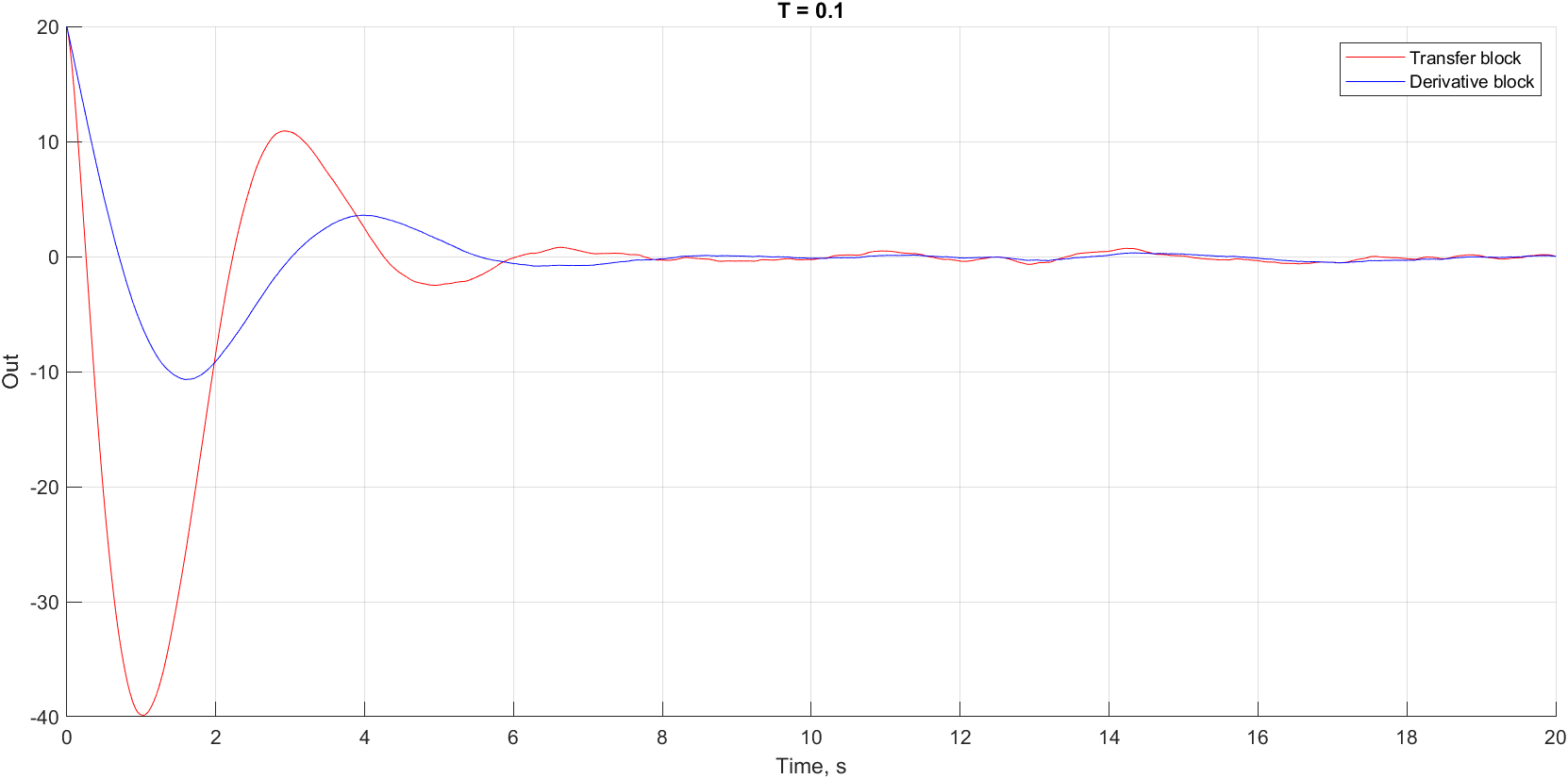


График 5

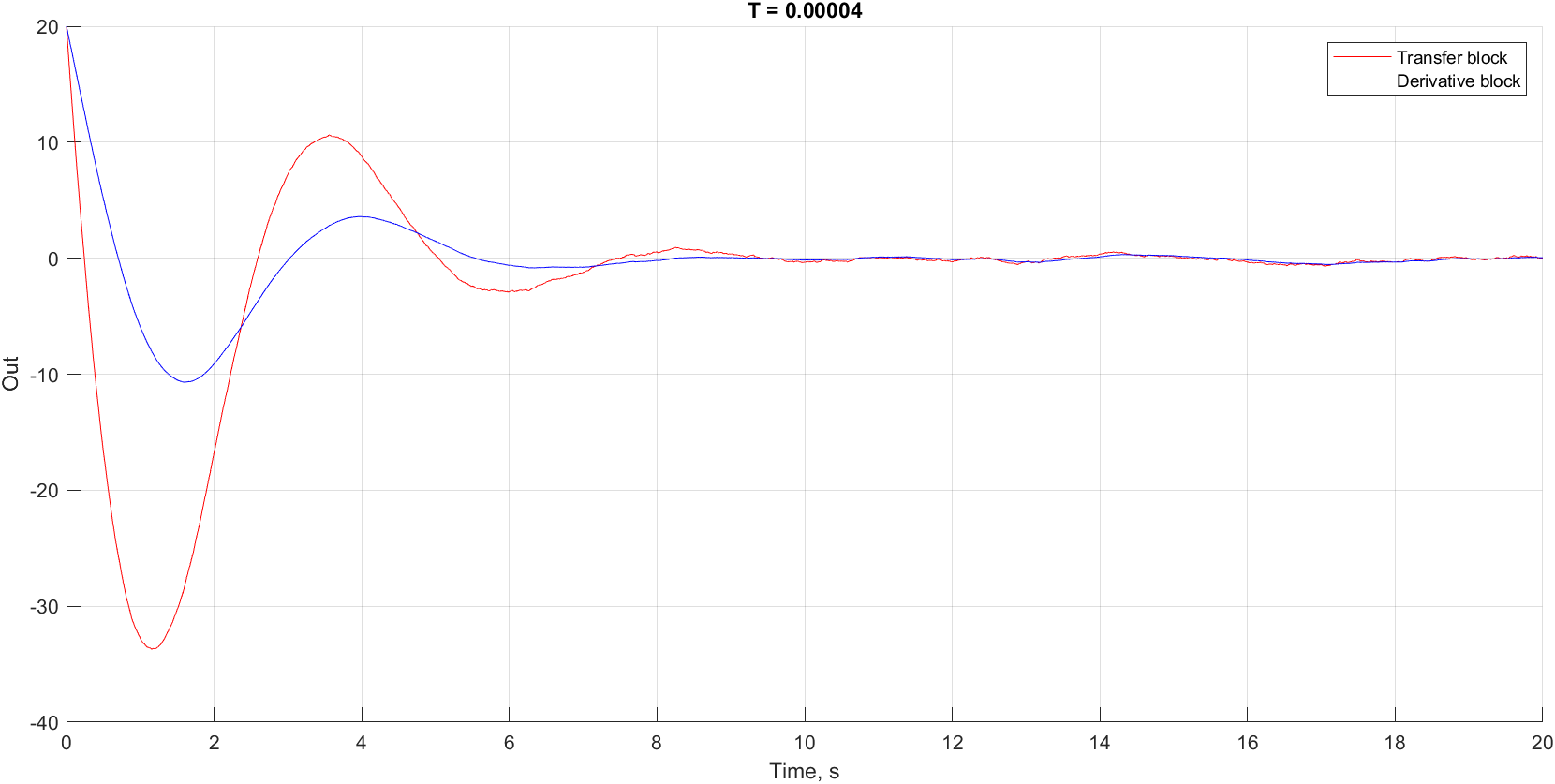


График 6

Чем меньше значение T, тем график с реальным дифференцирующим звеном становится приближеннее к графику с идеальным дифференцирующим звеном.

Задание 4. Исследование системы с астатизмом нулевого порядка

Придумаем коэффициенты

g(t) = α

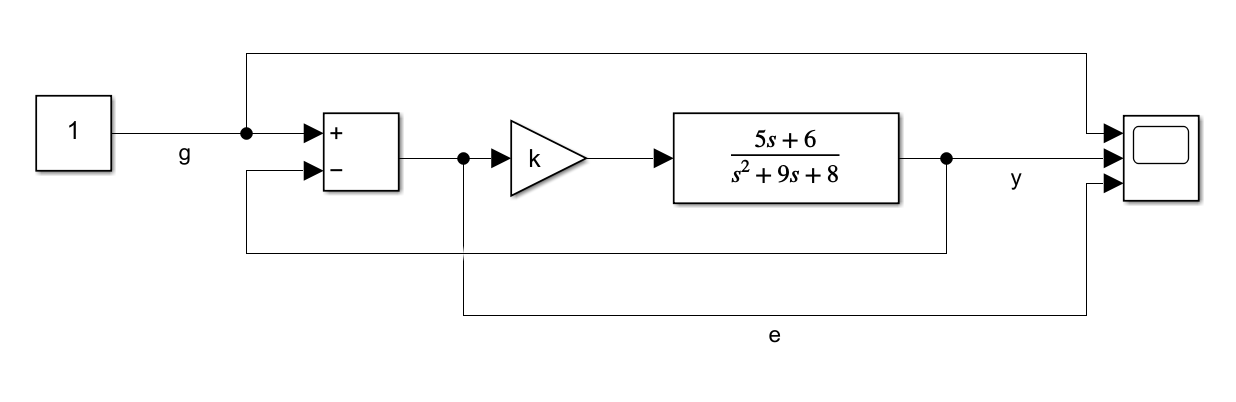


Схема 5. Система с астатизмом нулевого порядка. g(t) = α

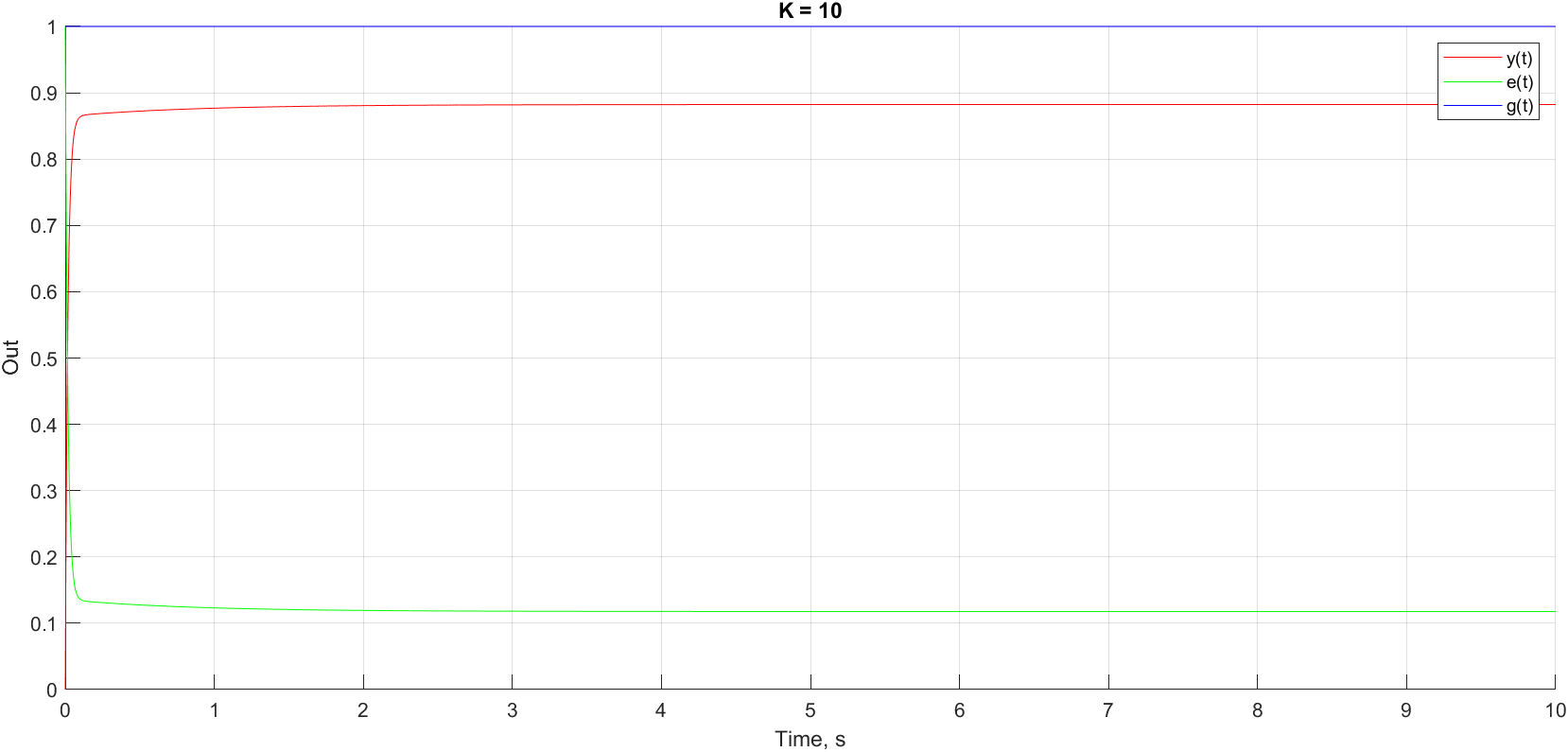


График 7. Установившаяся ошибка = 0.12. g(t) = 1

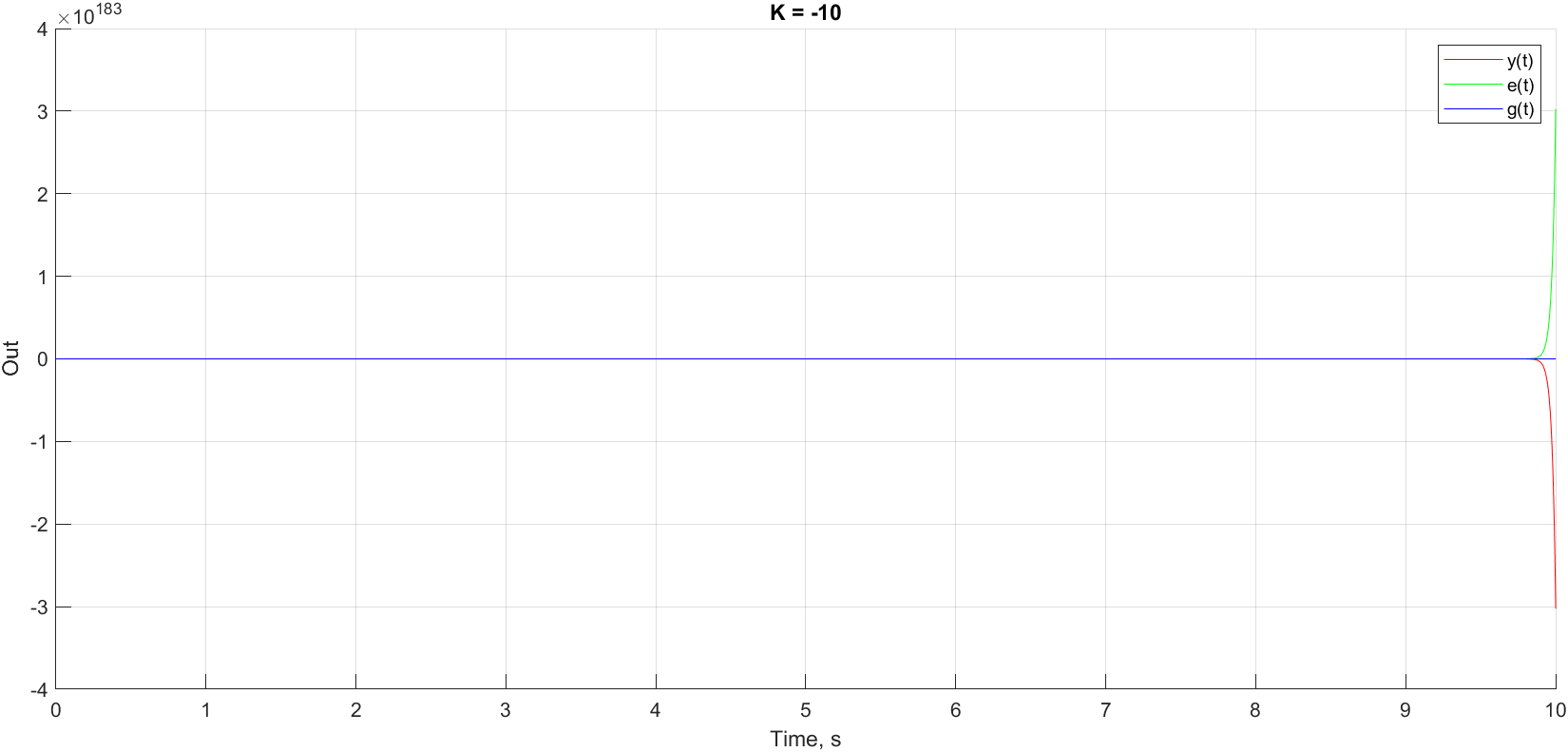


График 8. Система неустойчива

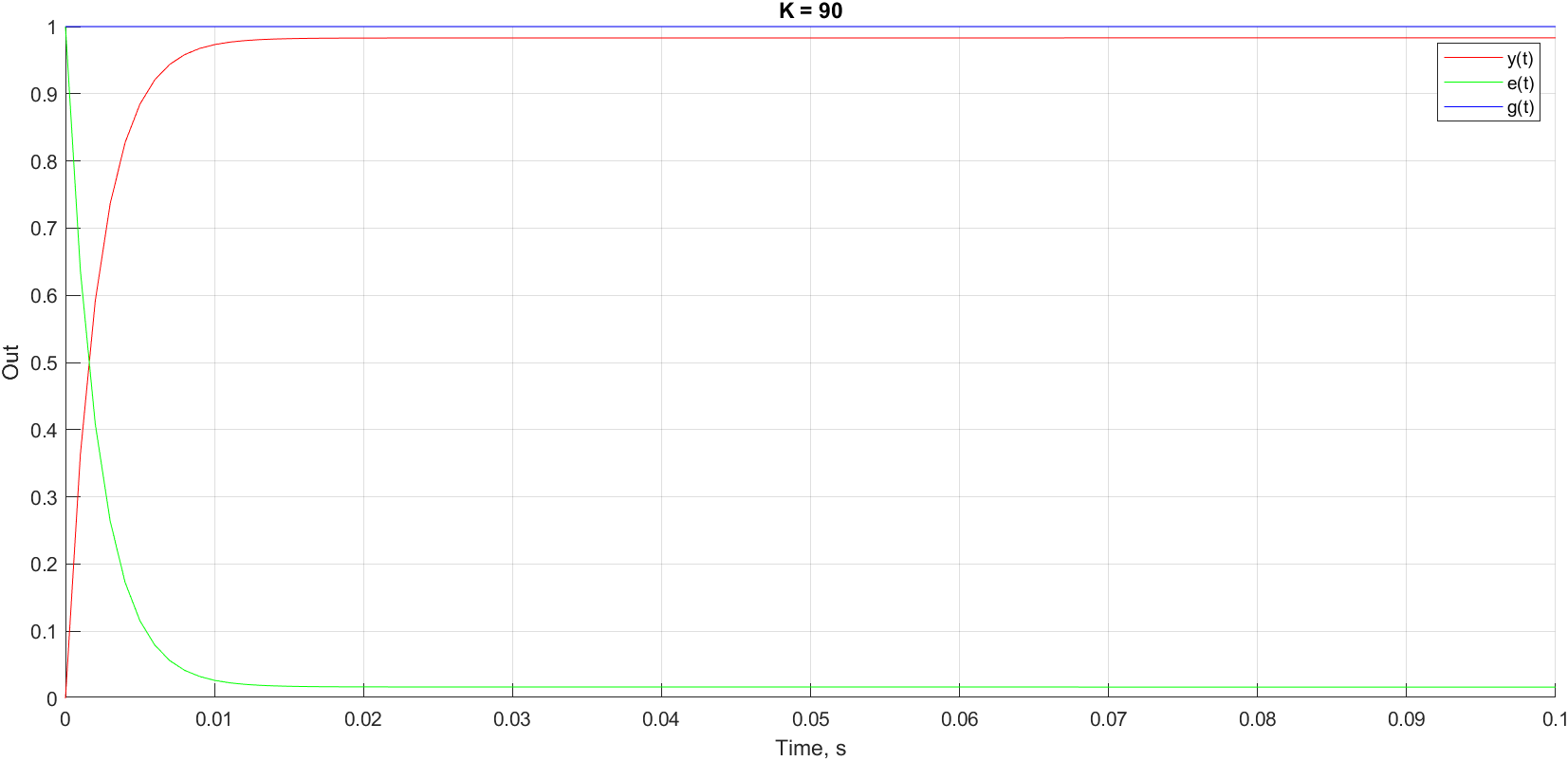


График 9. Установившаяся ошибка = 0.017. g(t) = 1

По графиками видно, что при увеличении параметра K установившаяся ошибка становится меньше, но никогда не будет равняться нулю, так как используется система с нулевым астатизмом и постоянное входное воздействие.

**Расчеты**

Передаточная функция от G к E:

Образ Лапласа входного воздействия:

Образ Лапласа установившейся ошибки:

Так как полюса 𝑠𝐸(𝑠) имеют строго отрицательную вещественную часть при 𝑘 > 0, то можем использовать теорема о конечном значении установившейся ошибки.

Предельное значение установившейся ошибки:

g(t) = βt + α

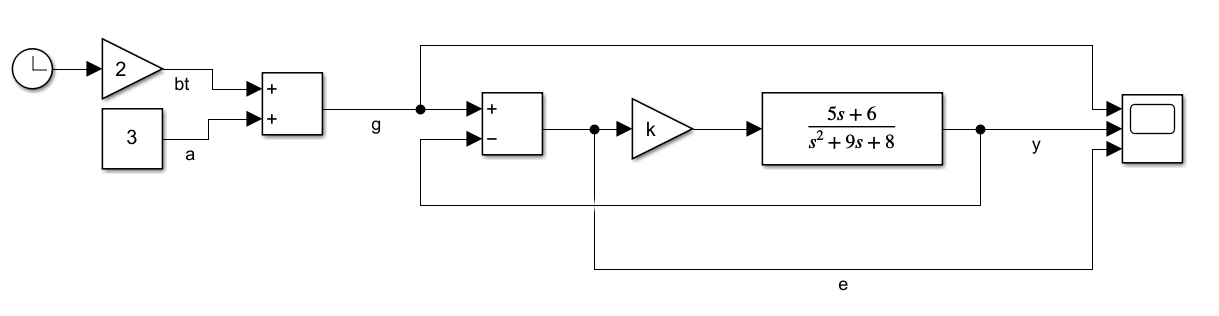


Схема 6. Система с астатизмом нулевого порядка. g(t) = βt + α

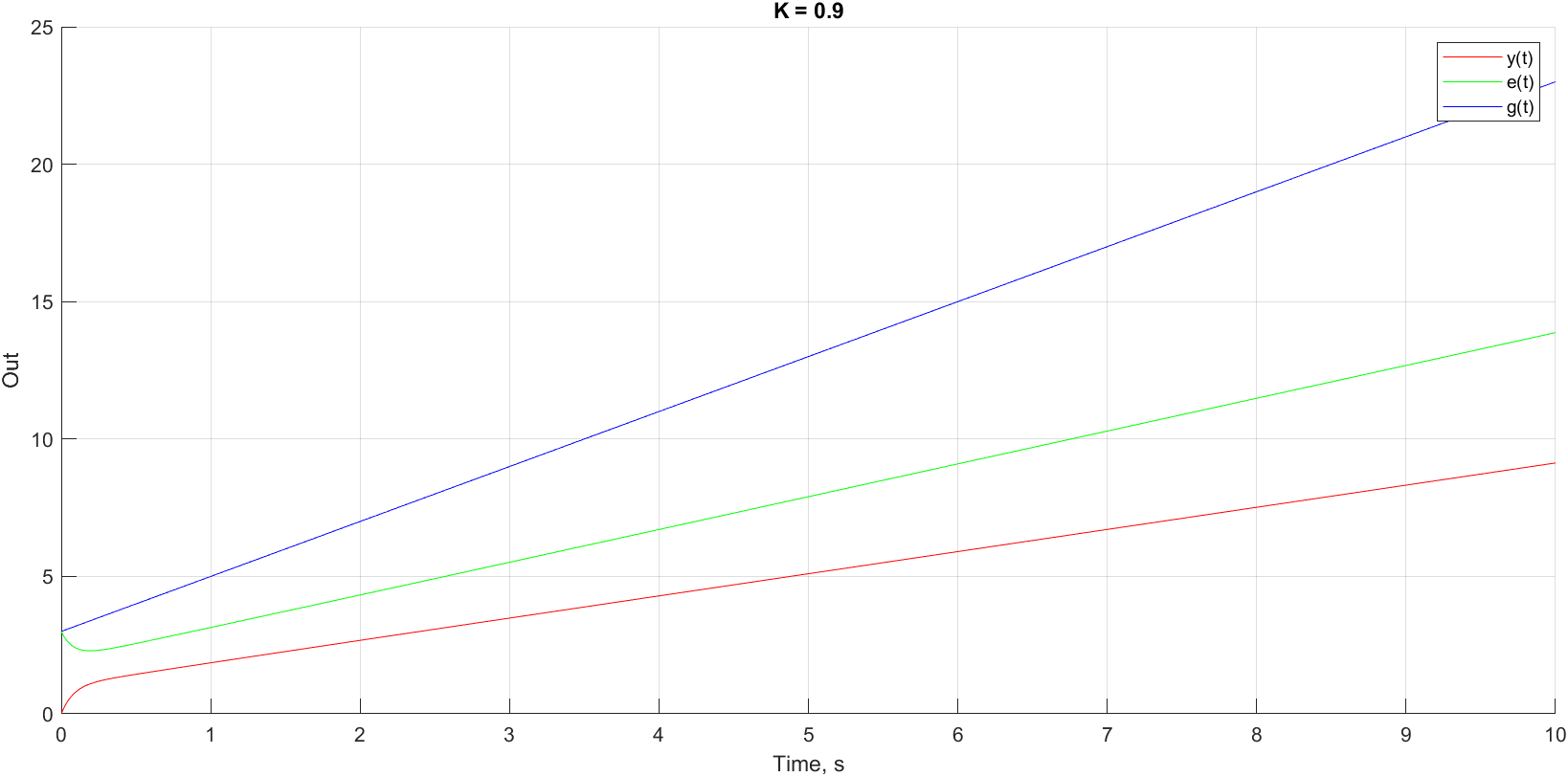


График 10. g(t) = 2t +3

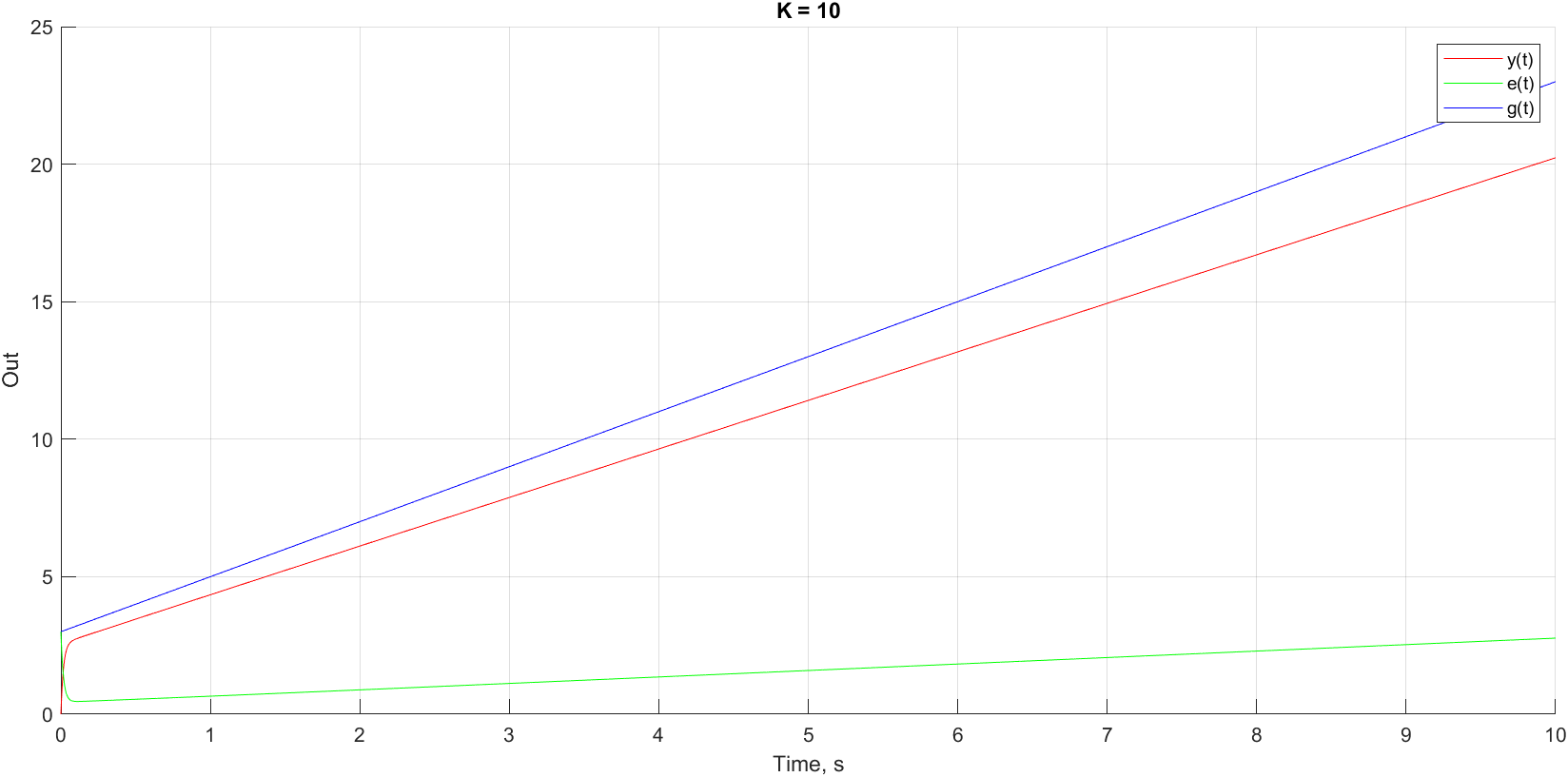


График 11. g(t) = 2t +3

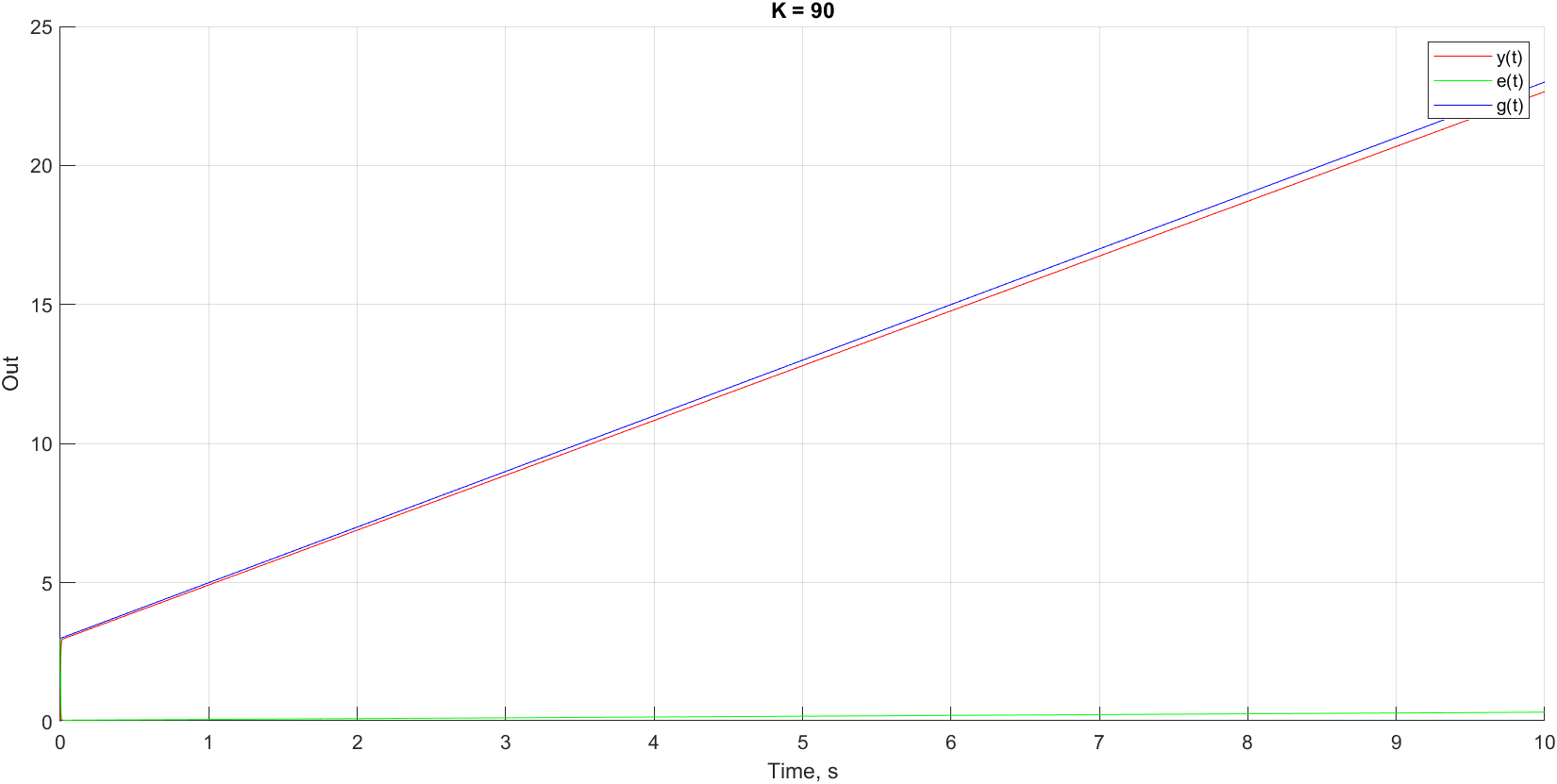


График 12. g(t) = 2t +3

По графиками видно, что при линейном воздействии при увеличении параметра K ошибка становится меньше, но нулевой астатизм не может обеспечить установившуюся ошибку, она будет бесконечно растущей.

**Расчеты**

Передаточная функция от G к E:

Образ Лапласа входного воздействия:

Образ Лапласа установившейся ошибки:

Предельное значение установившейся ошибки:

g(t) = α · sin(ωt + φ)

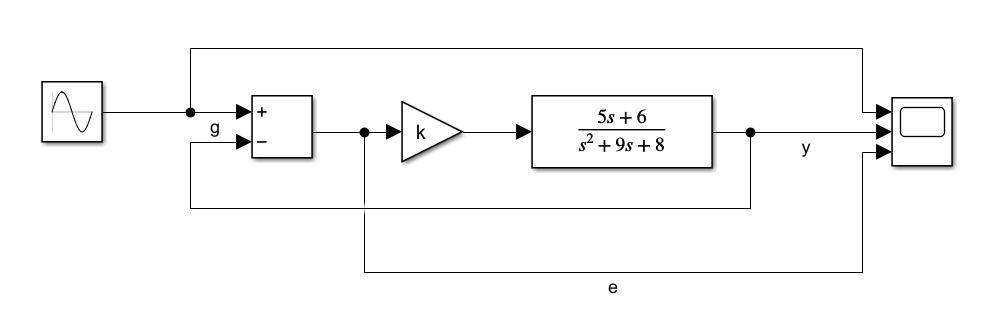


Схема 7. Система с астатизмом нулевого порядка. g(t) = α · sin(ωt + φ)

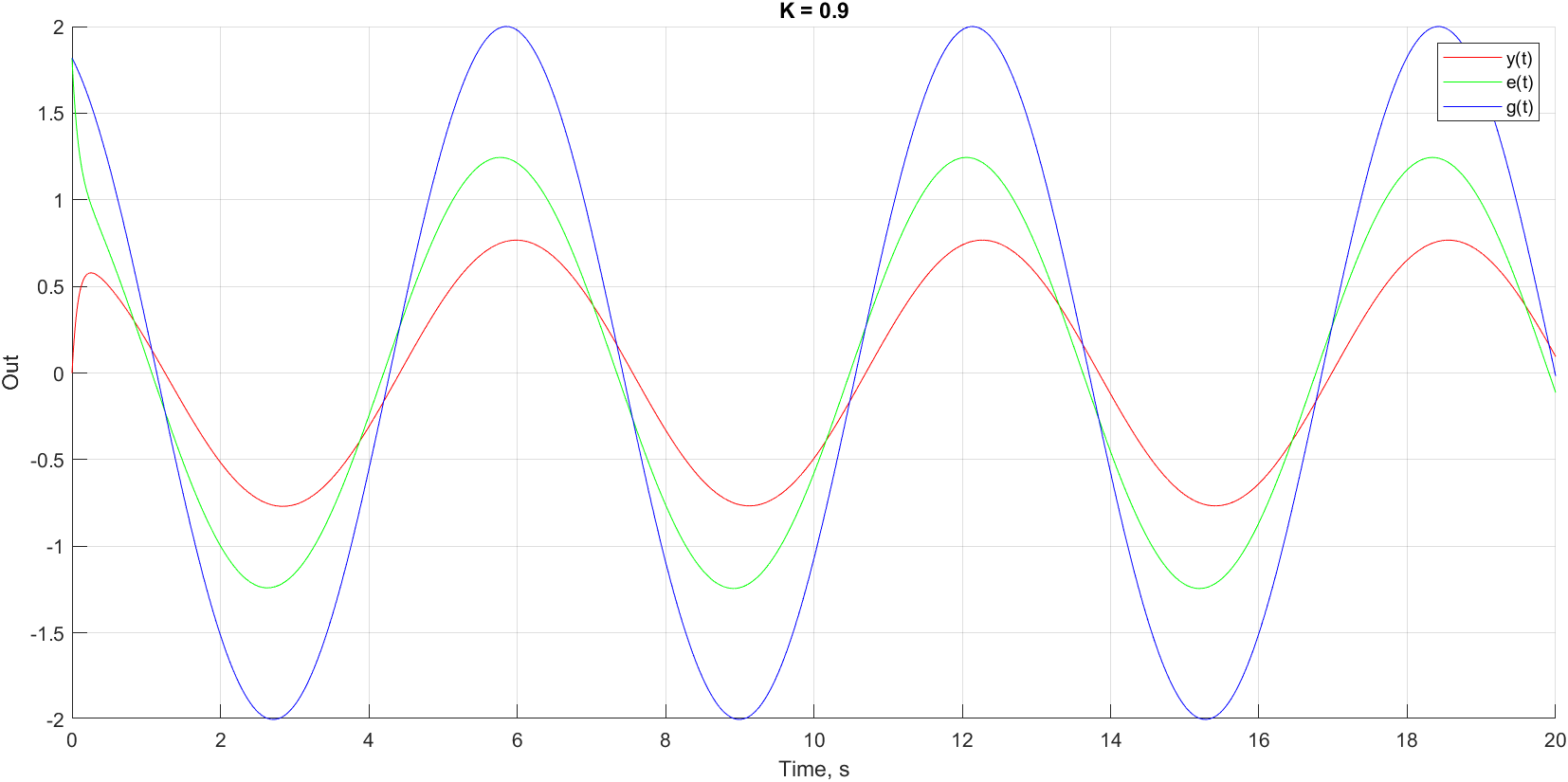


График 13. g(t) = 2 · sin(t +2)

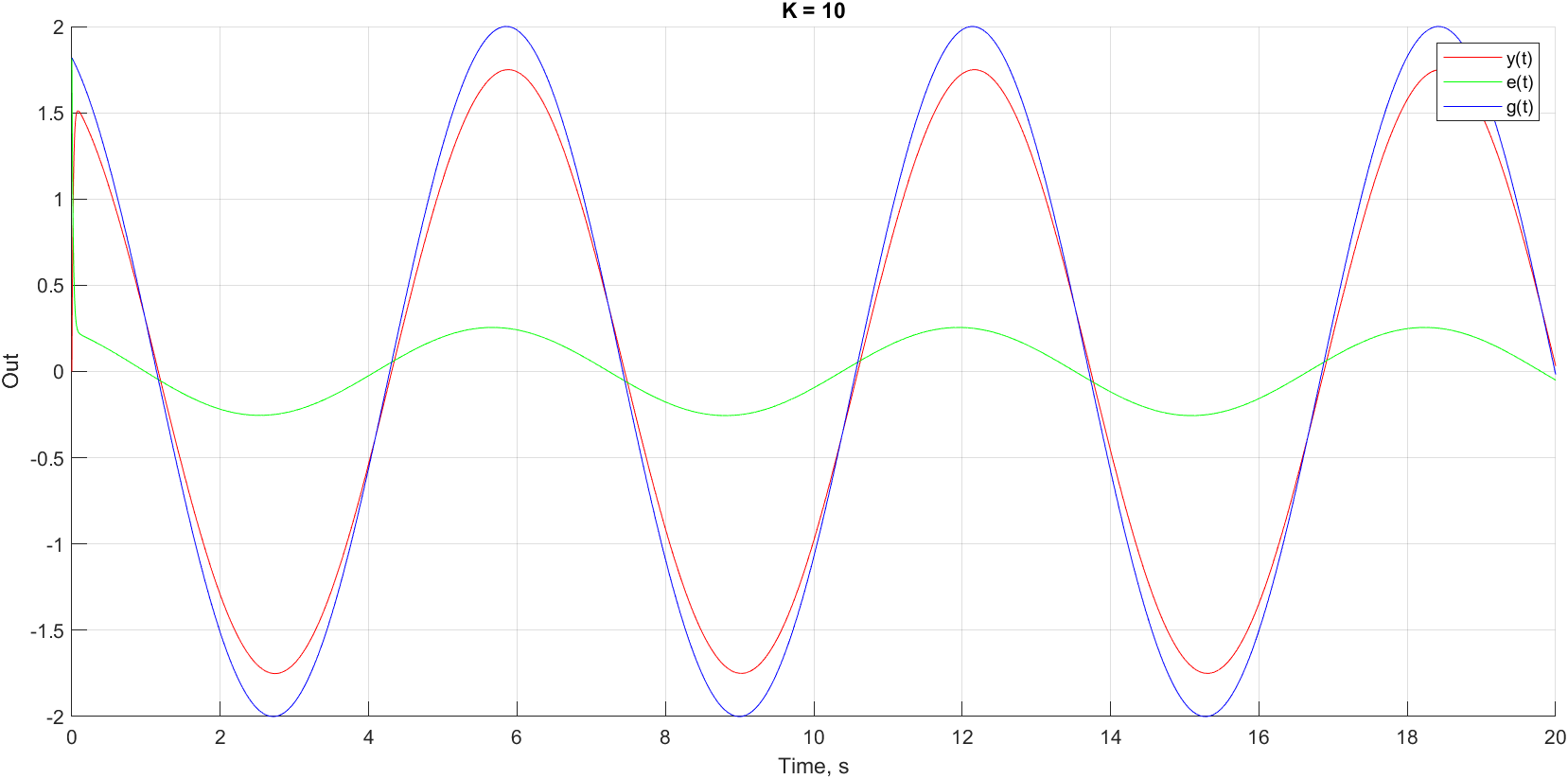


График 14. g(t) = 2 · sin(t +2)

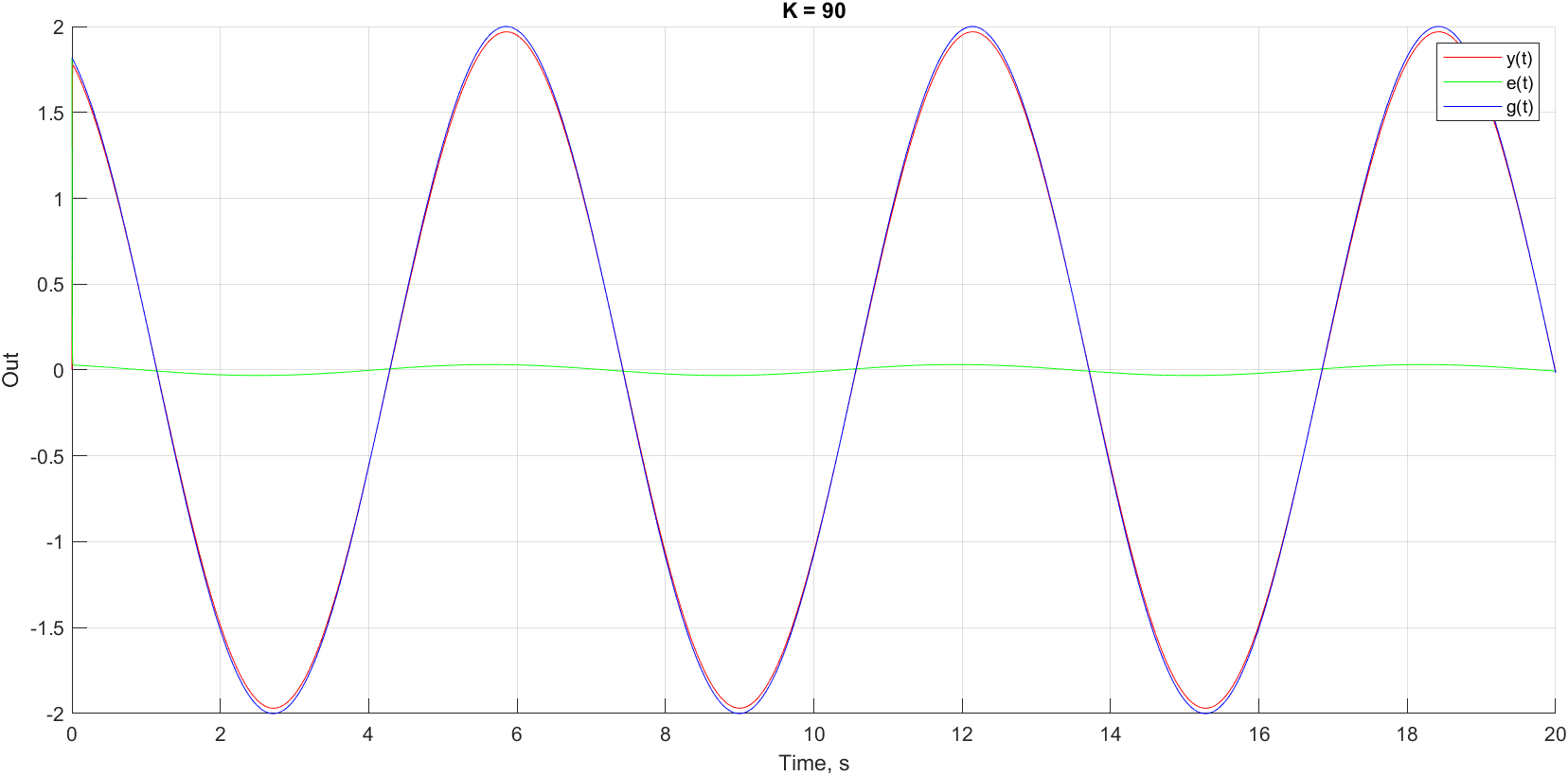


График 15. g(t) = 2 · sin(t +2)

При синусоидальном воздействии ошибка имеет тоже синусоидальный вид.

Задание 5. Исследование системы с астатизмом первого порядка

g(t) = α

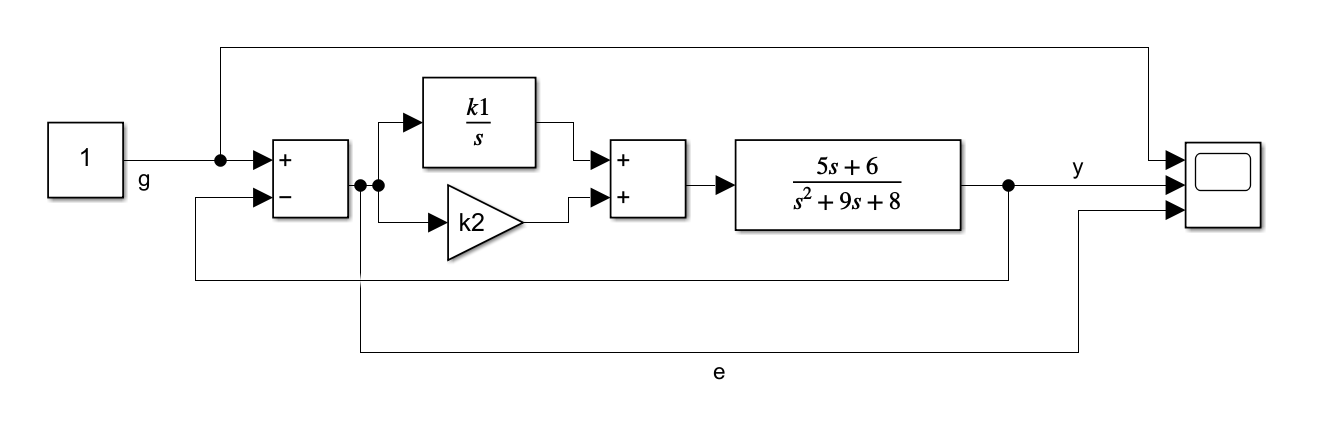


Схема 8. Система с астатизмом первого порядка. g(t) = 1

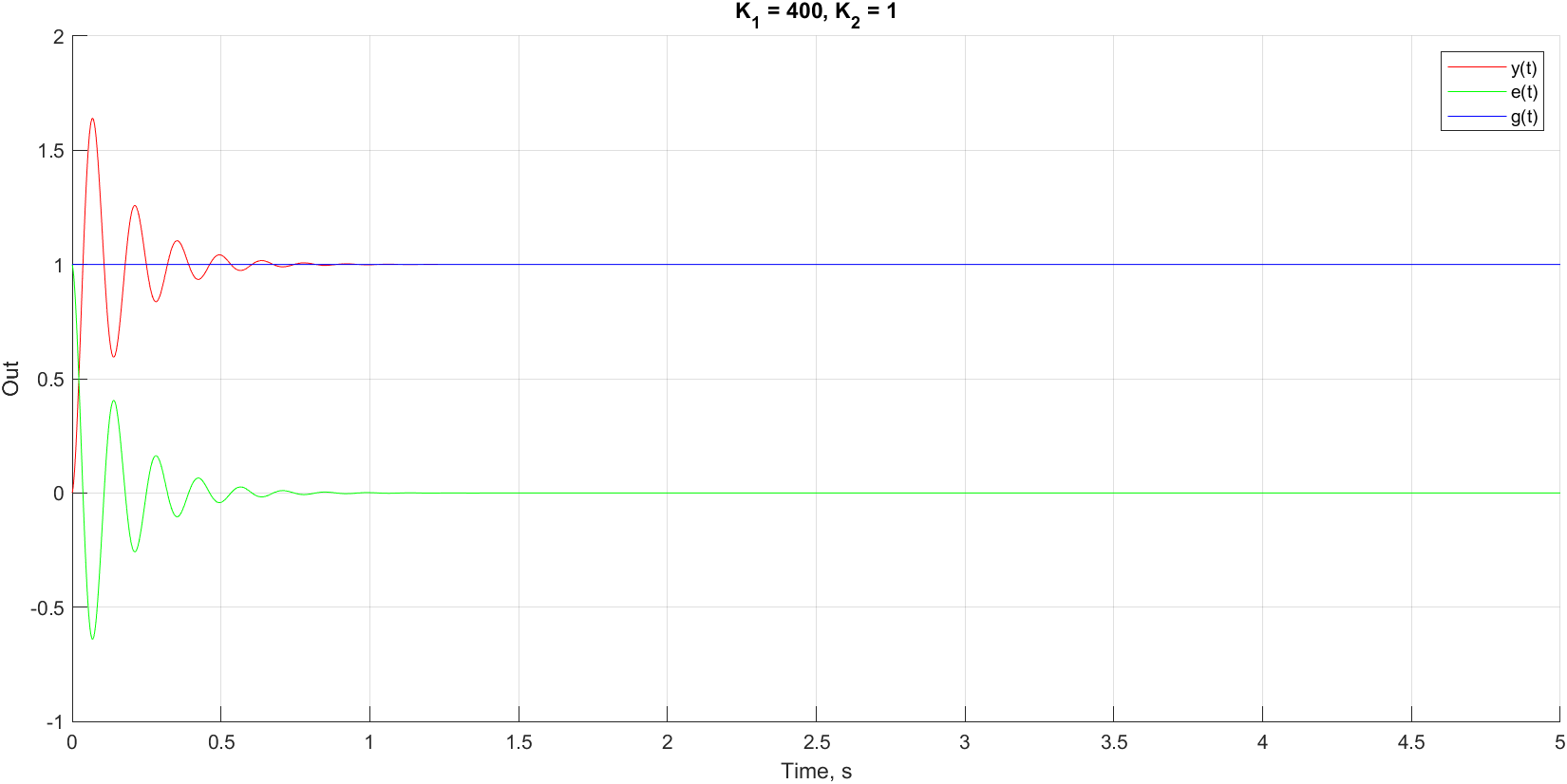


График 16. g(t) = 1

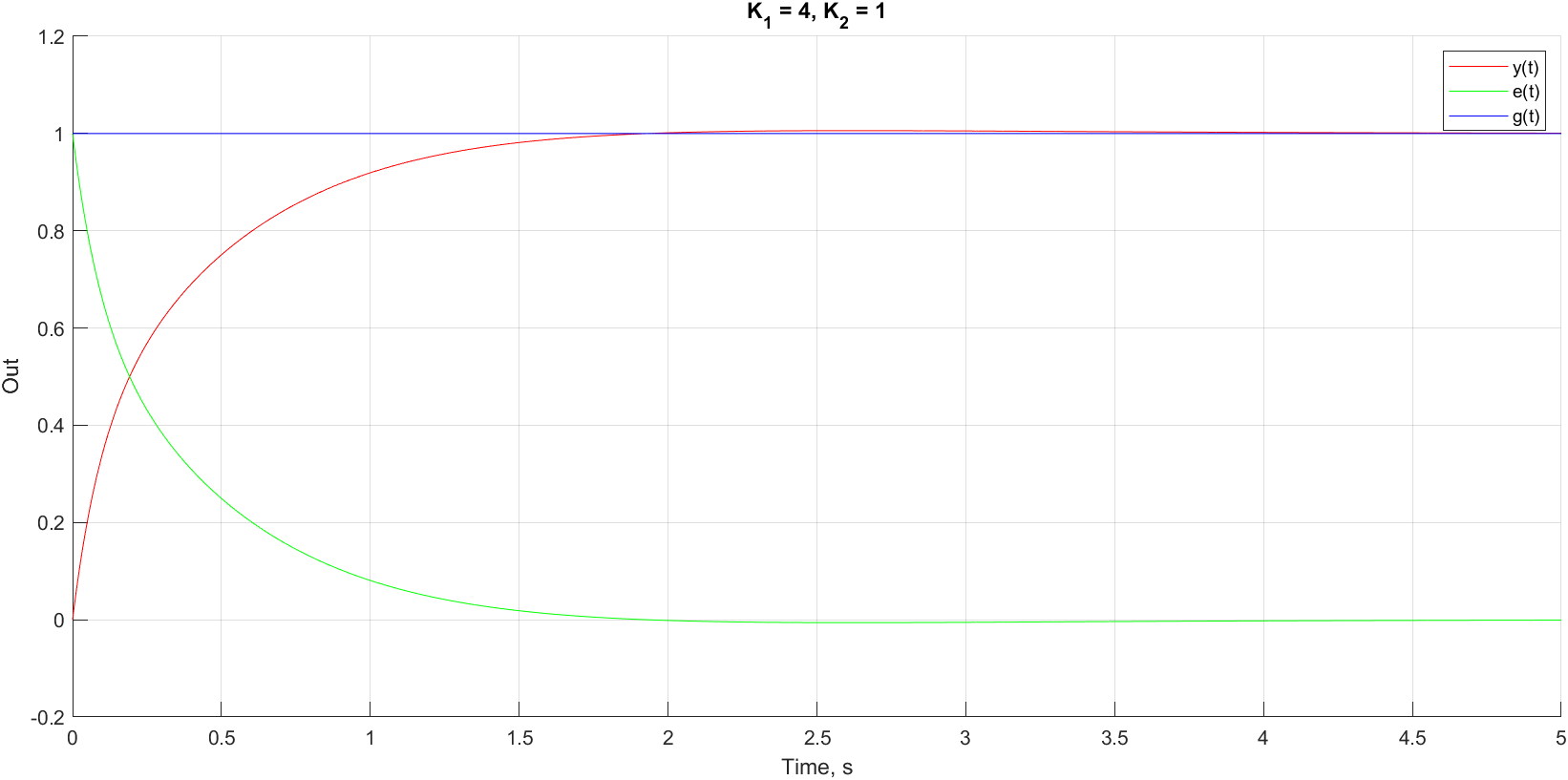


График 17. g(t) = 1

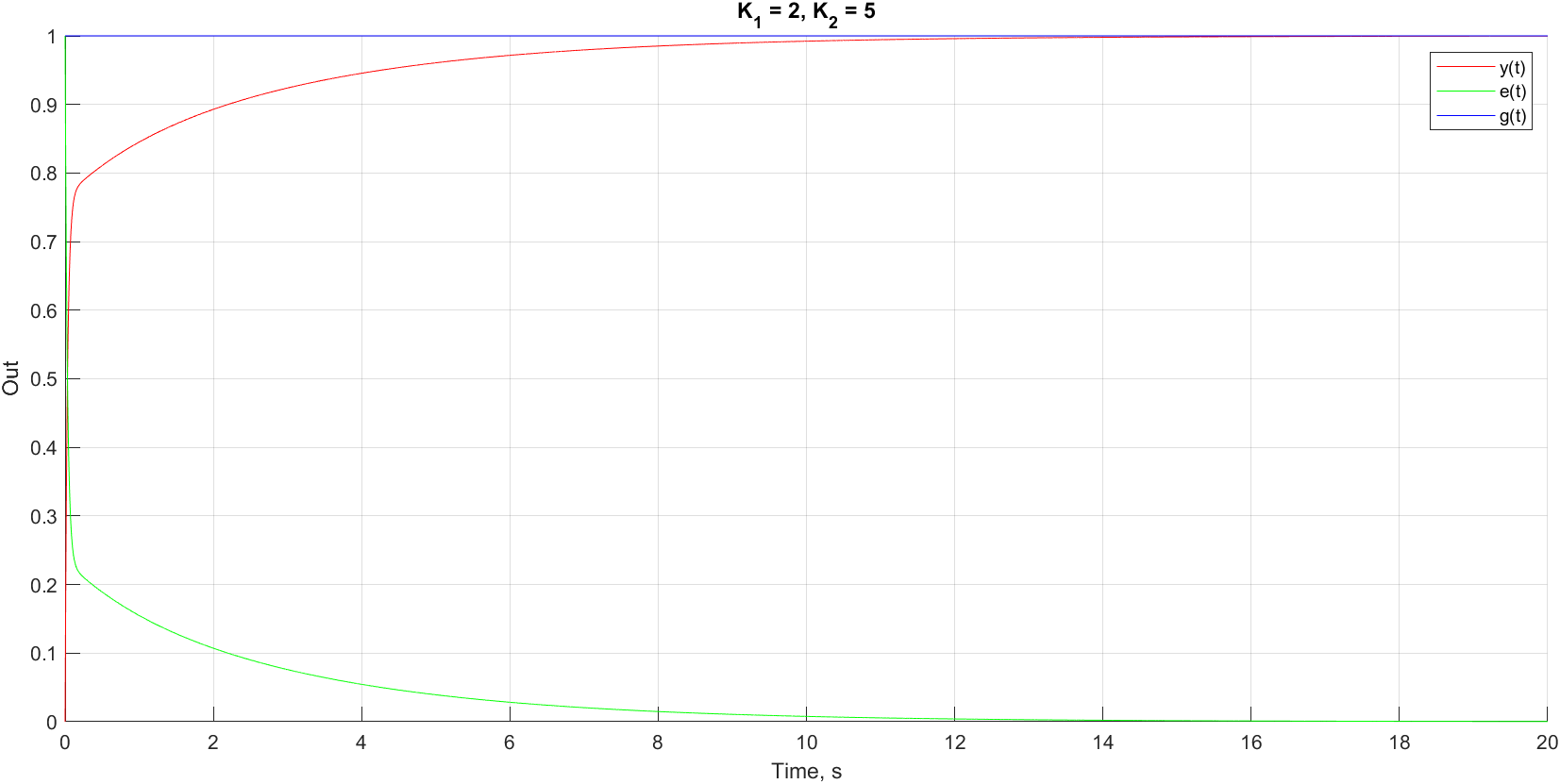


График 18. g(t) = 1

Установившаяся ошибка равняется нулю. Параметр К2 влияет на время переходного процесса.

**Расчеты**

Образ Лапласа установившейся ошибки:

Предельное значение установившейся ошибки:

g(t) = βt + α

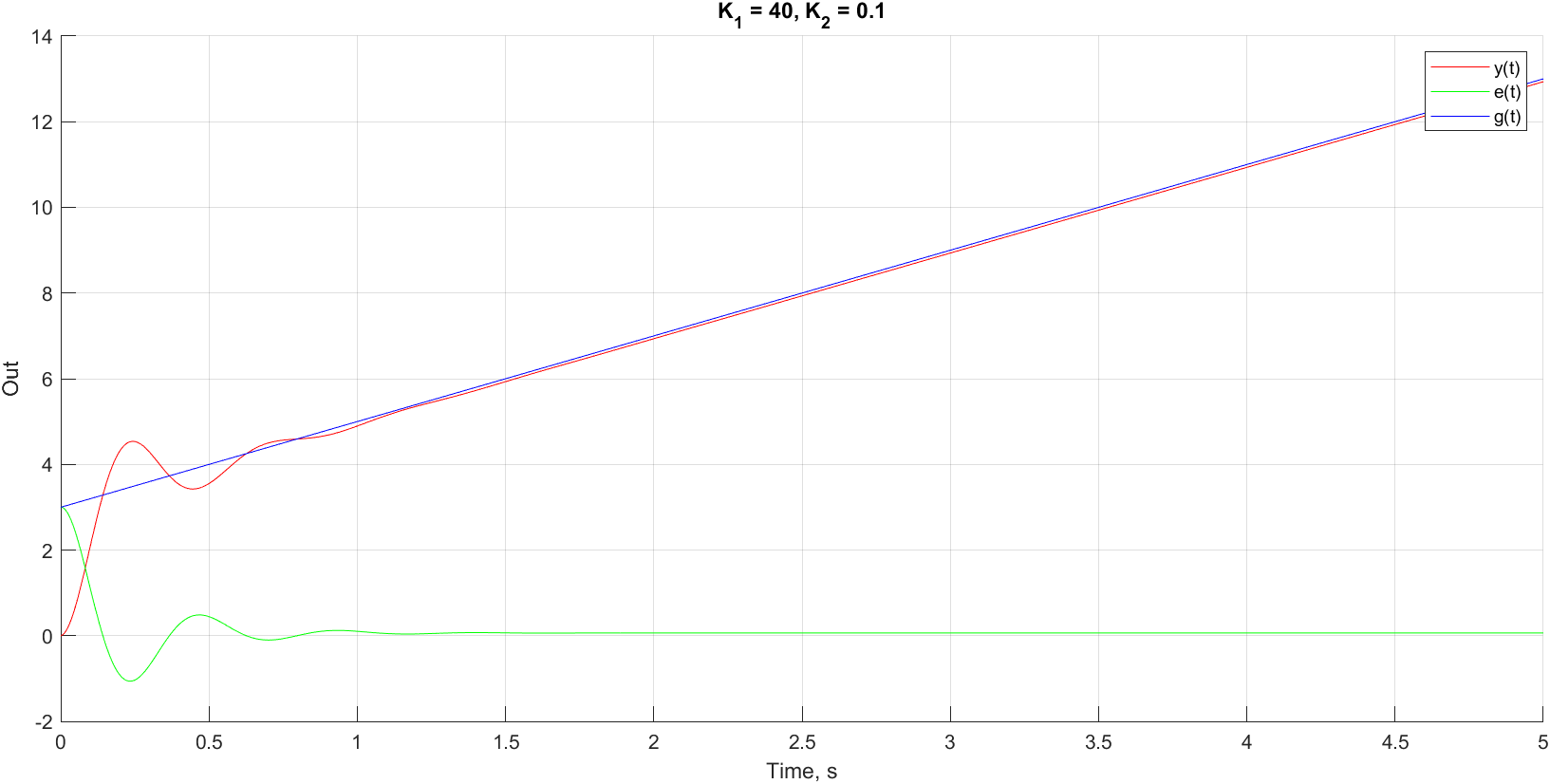


График 19. Установившаяся ошибка = 0.066. g(t) = 2t +3

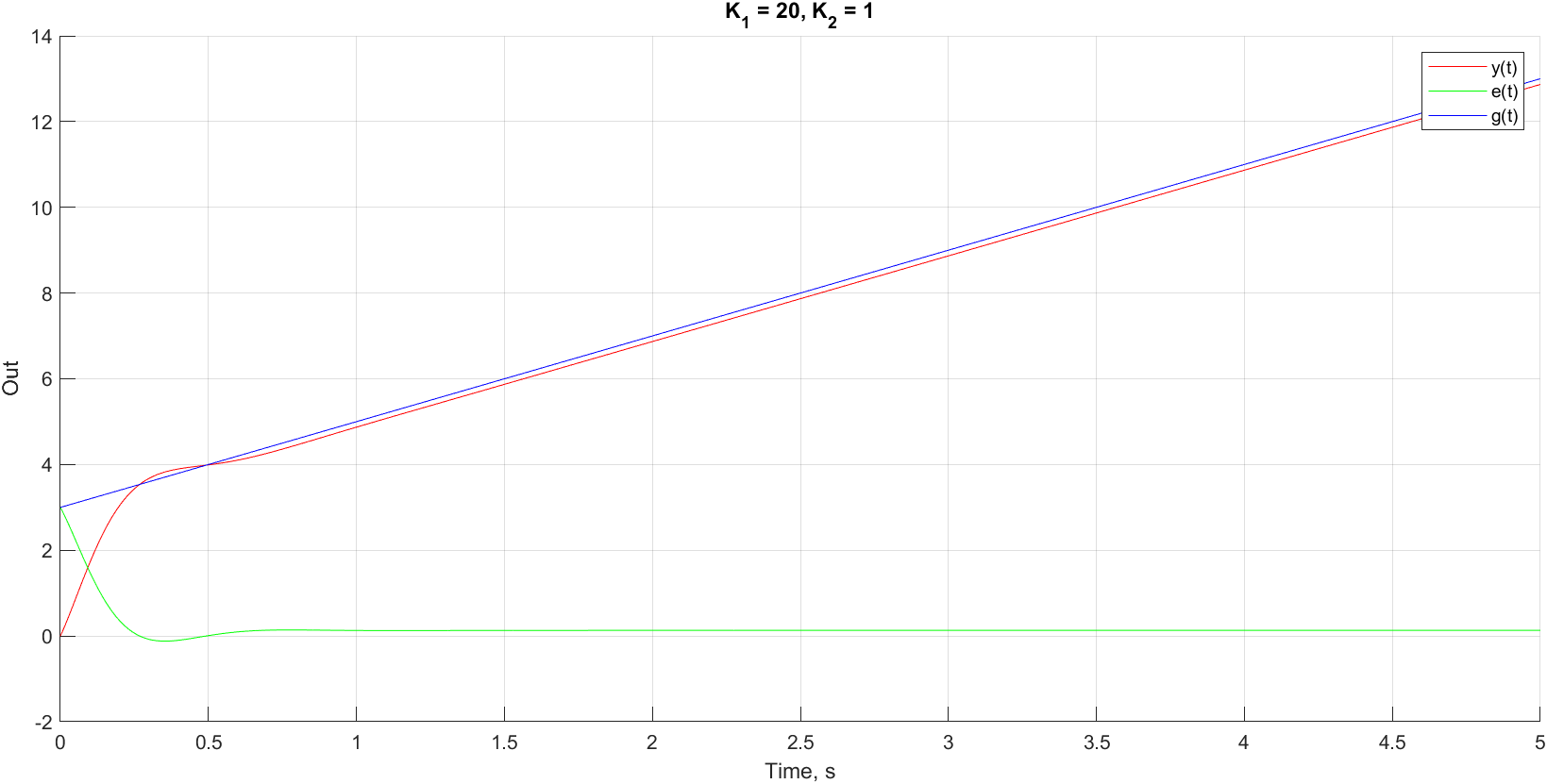


График 20. Установившаяся ошибка = 0.13. g(t) = 2t +3

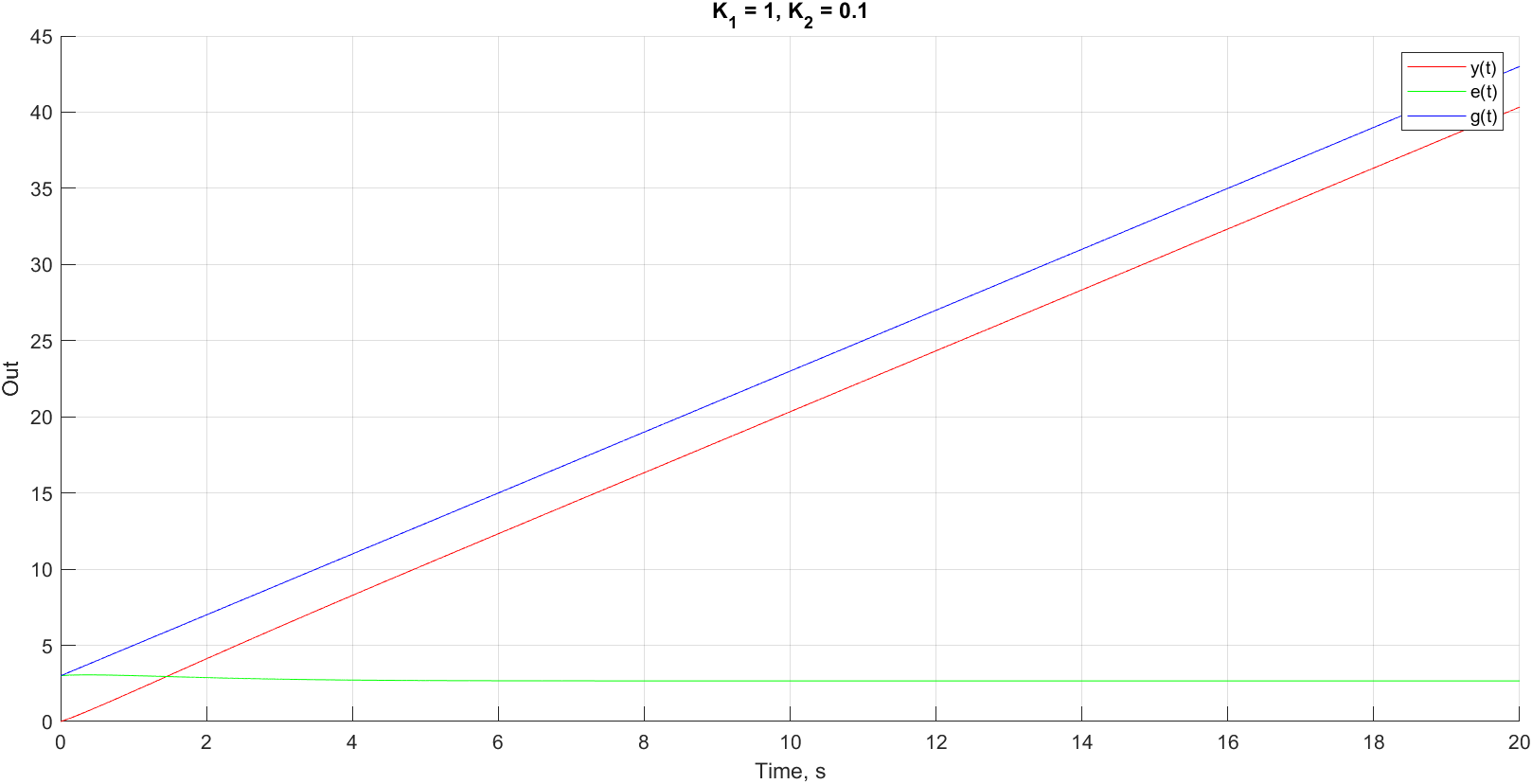


График 21. Установившаяся ошибка = 2.66. g(t) = 2t +3

К1 влияет на значение установившейся ошибки, при увеличении К1 ошибка уменьшается.

**Расчеты**

Образ Лапласа установившейся ошибки:

Предельное значение установившейся ошибки:

g(t) = α · sin(ωt + φ)

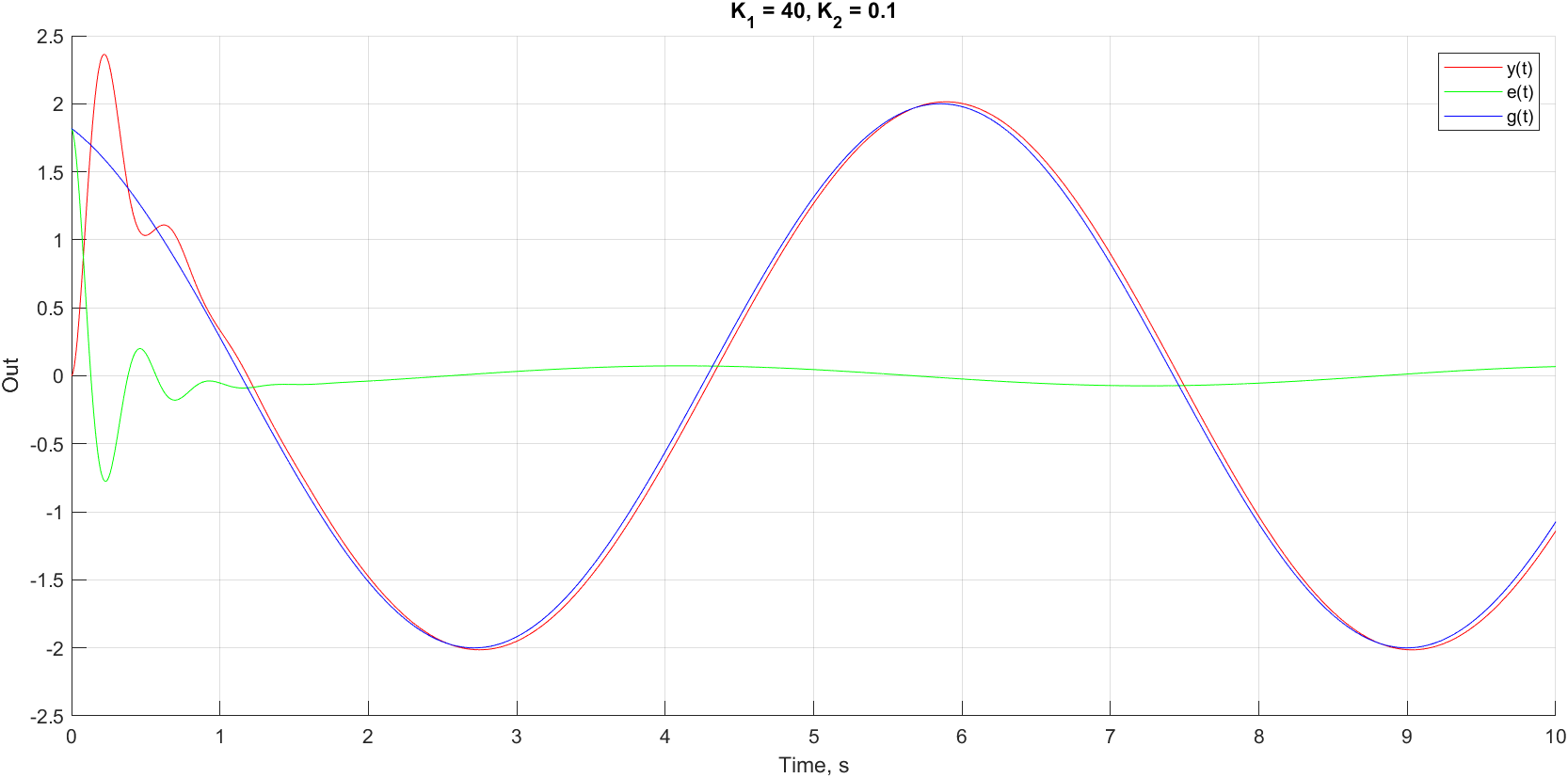


График 22. g(t) = 2 · sin(t +2)

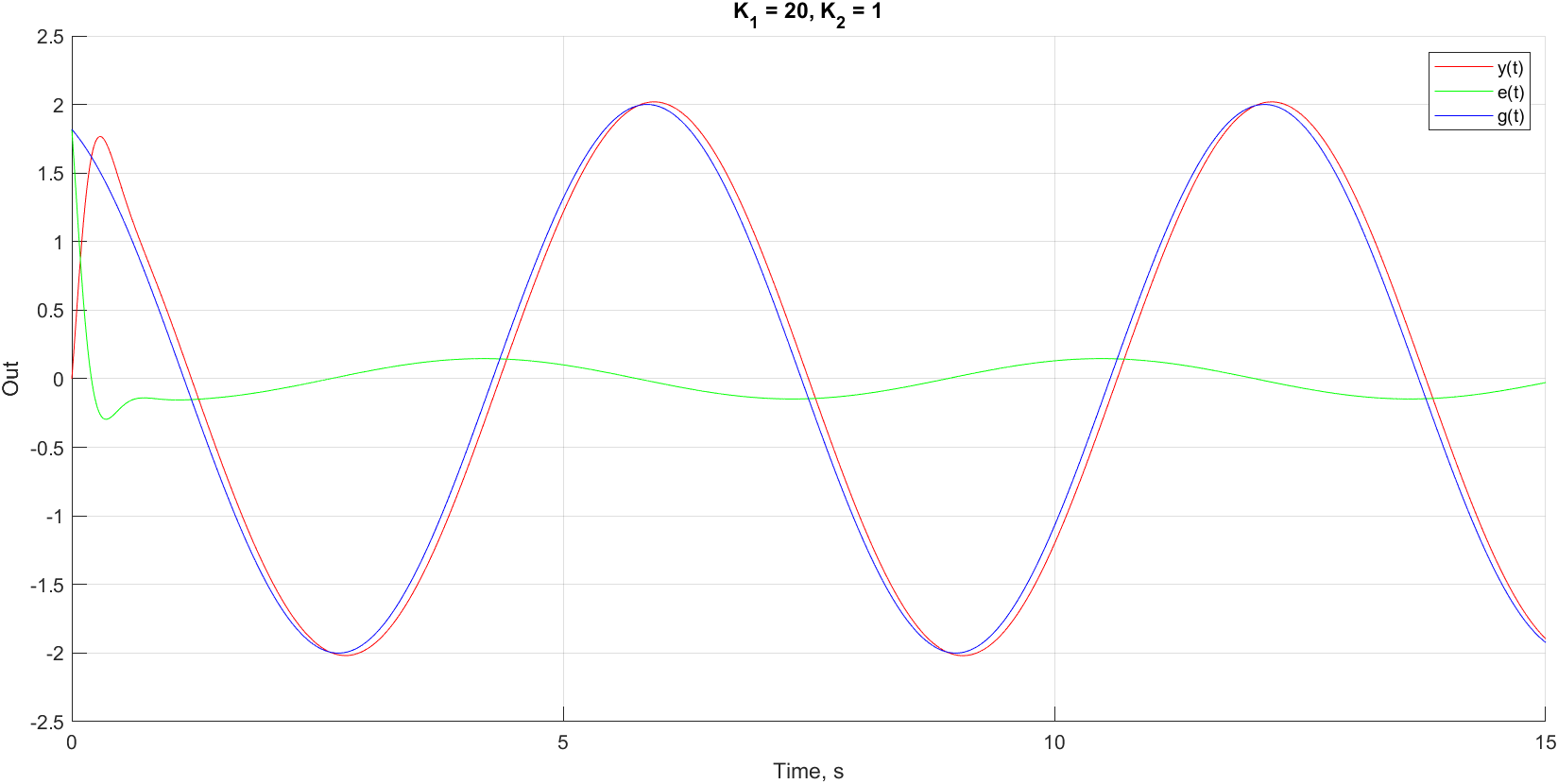


График 23. g(t) = 2 · sin(t +2)

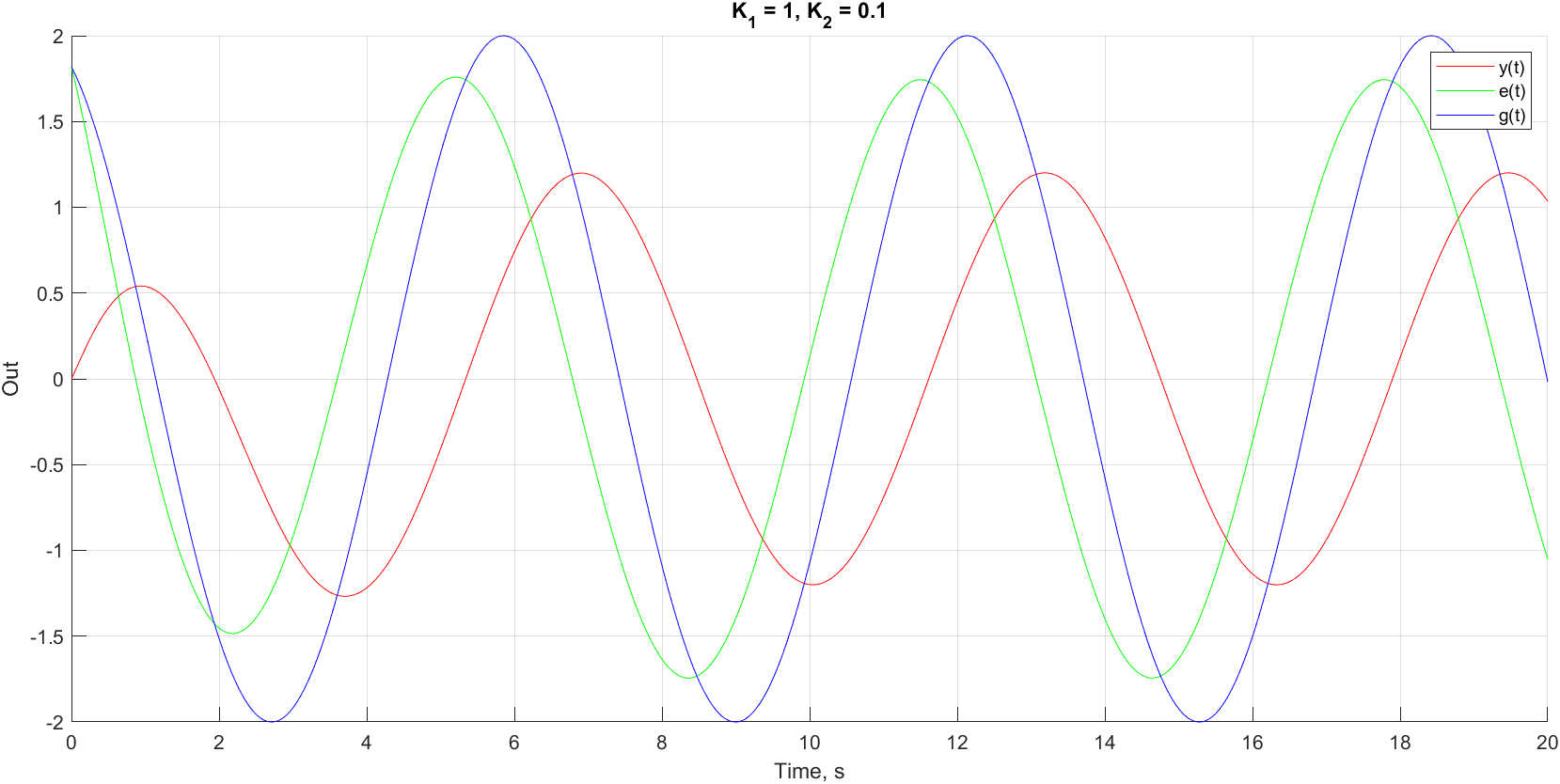


График 24. g(t) = 2 · sin(t +2)

При синусоидальном воздействии ошибка имеет тоже синусоидальный вид.

Задание 6. Исследование линейной системы, замкнутой регулятором общего вида

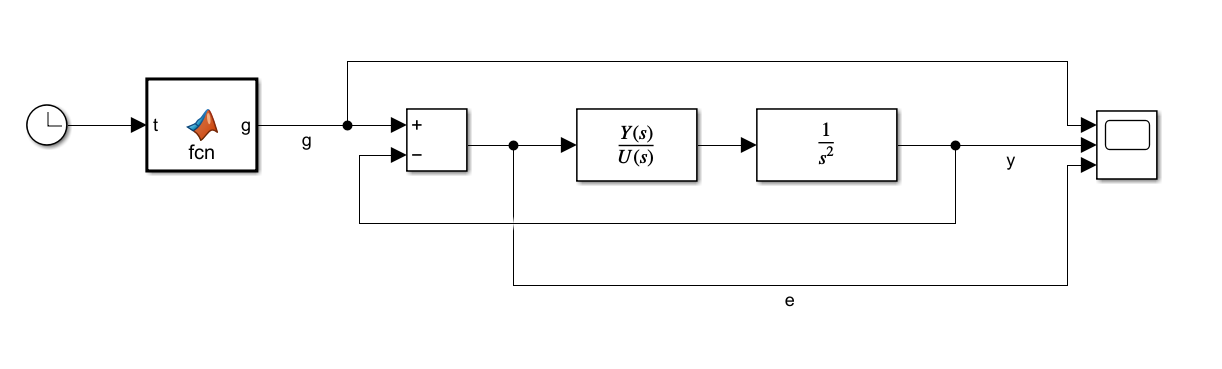
****

Схема 9. Модель тележки

Дифференциальное уравнение тележки:

Выполним преобразование Лапласа и запишем входную передаточную функцию:

Передаточная функция объекта:

Запишем полином = ЗнаменательРегулятора · ЗнаменательОбъекта + ЧислительРегулятора · ЧислительОбъекта. И придумаем такие коэффициенты, чтобы все корни полинома были отрицательные.

Передаточная функция регулятора:

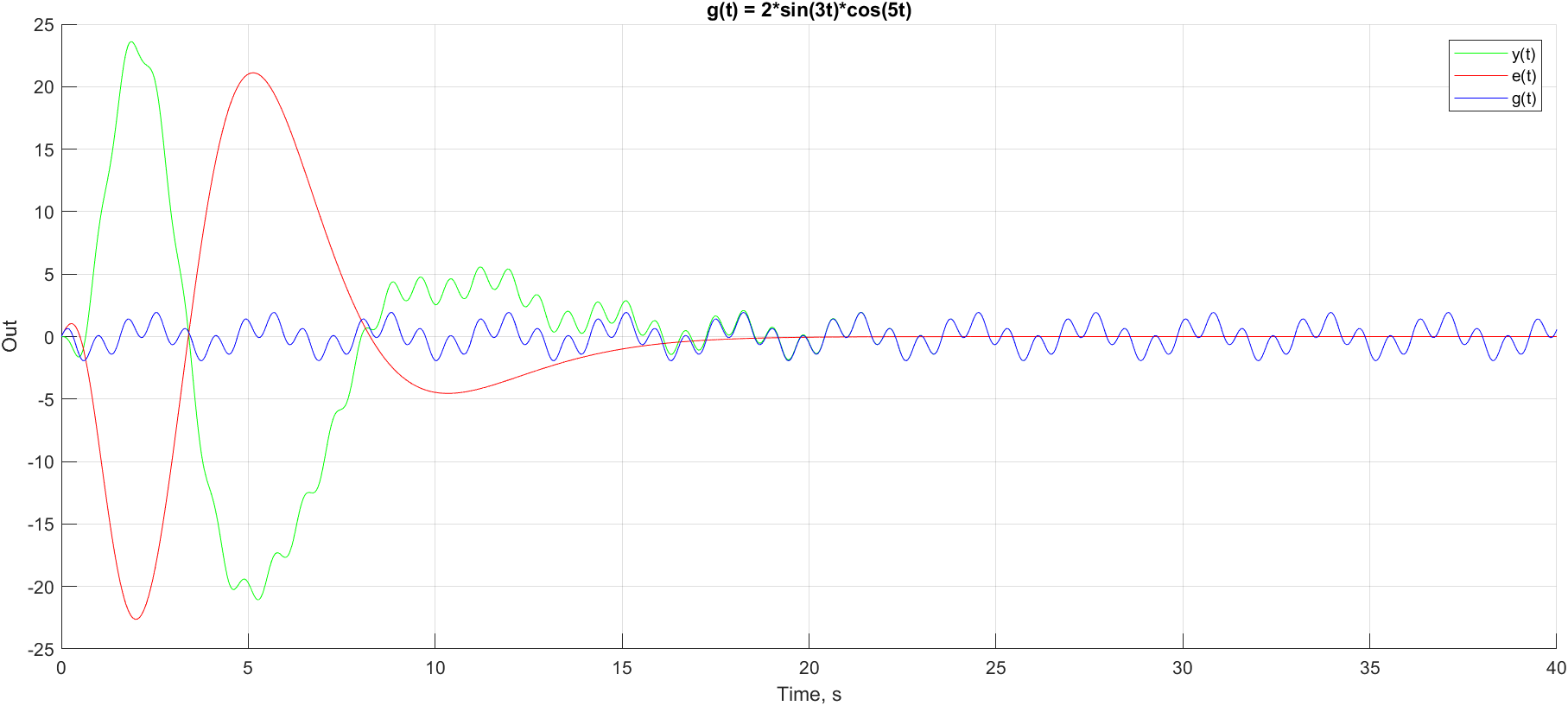


График 25

Задание 7

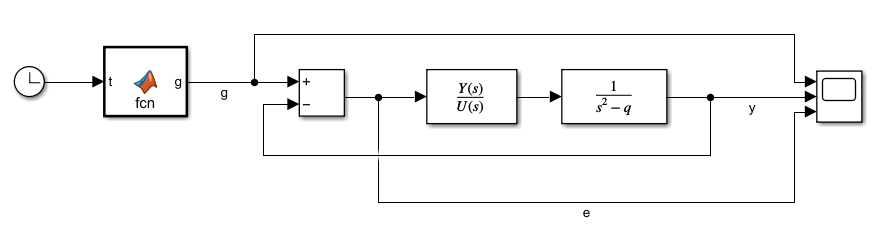


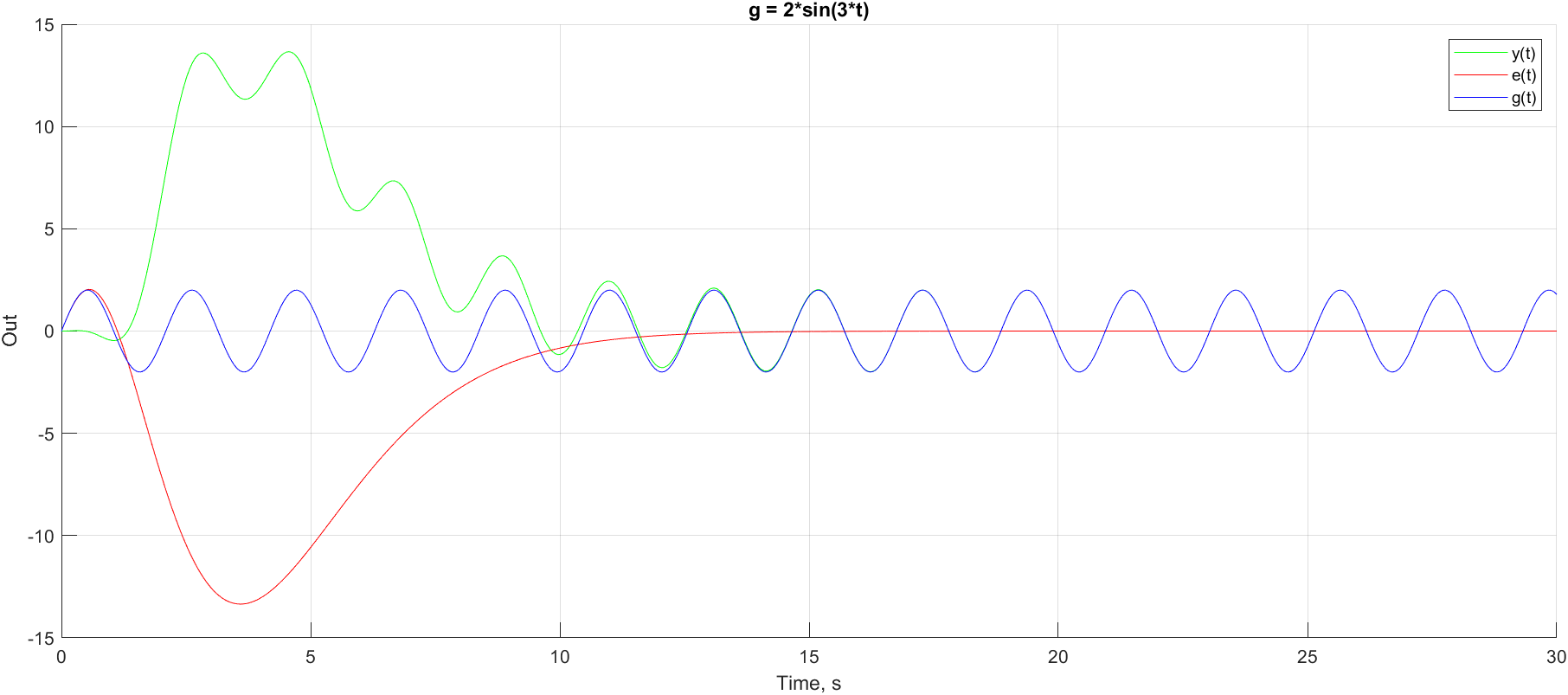
Схема 10. Модель маятника

Дифференциальное уравнение тележки:

Выполним преобразование Лапласа и запишем входную передаточную функцию:

Передаточная функция объекта:

Передаточная функция регулятора:



График

Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы были исследованы задачи стабилизации с идеальным и реальным дифференцирующим звеном, а также влияние шума на них. Далее были исследованы системы с разным порядком астатизма, а также замкнутые регуляторами разных видов, в том числе и общего. Были исследованы значения установившейся ошибки при различных входных воздействиях.