

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ЛЭТИ» ИМ. В. И.
УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)

Кафедра САУ

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №2

по дисциплине «Нелинейные системы управления»

**Тема: влияние нелинейности звеньев на показатели качества системы
управления**

Вариант 10

Студенты гр. 9491

Преподаватель

Горобец А. А.

Масинович А. А.

Лавриновский В. С.

Санкт-Петербург

2022

Цель работы.

Оценка влияния на свойства линейной системы реальных характеристик ее звеньев с учетом нелинейностей.

Ход выполнения работы.

1. Создадим модель системы управления с линейным усилителем в прямом канале с $k = 0.5$ (рис. 1).

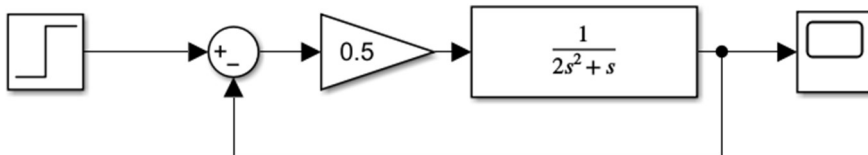


Рис. 1. Структурная схема.

Показатели качества

: Перерегулирование: 16.3, Время регулирования: 11.58, Время нарастания: 5.84, Установившаяся ошибка: 0.00.

На рис. 2 представлена ПХ данной системы управления.

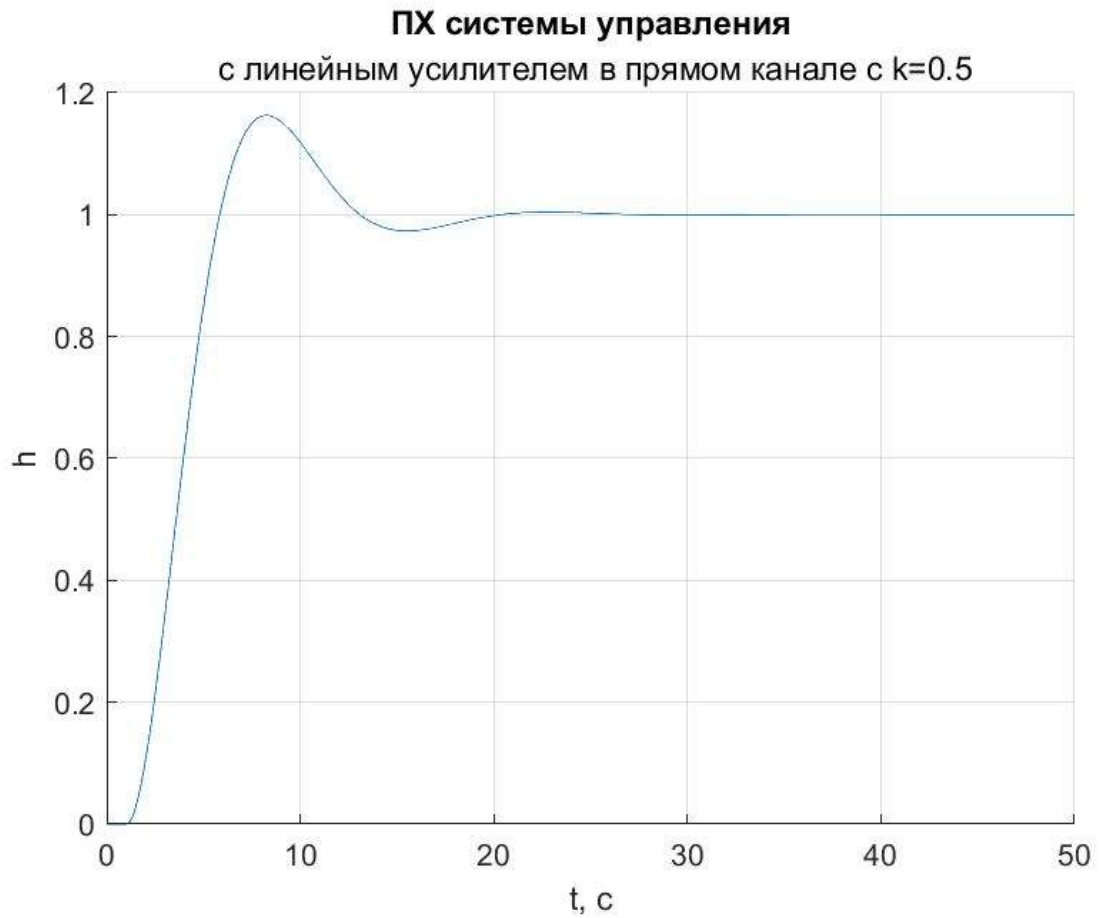


Рис. 2. Колебательный процесс.

2. Создадим модель системы управления с линейным усилителем в обратной связи с $k = 0.5$ (рис. 3).

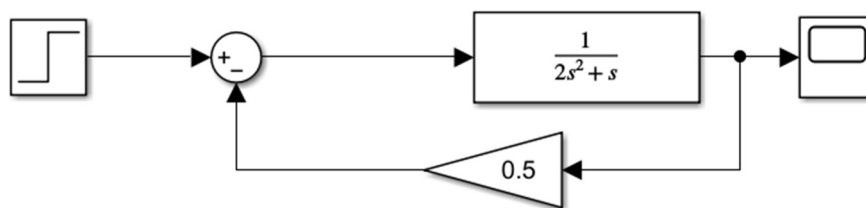


Рис. 3. Структурная схема.

Параметры: Перерегулирование: 16.3, Время регулирования: 11.58, Время нарастания: 5.84, Установившаяся ошибка: 1.00.

На рис. 4 представлена ПХ данной системы управления.

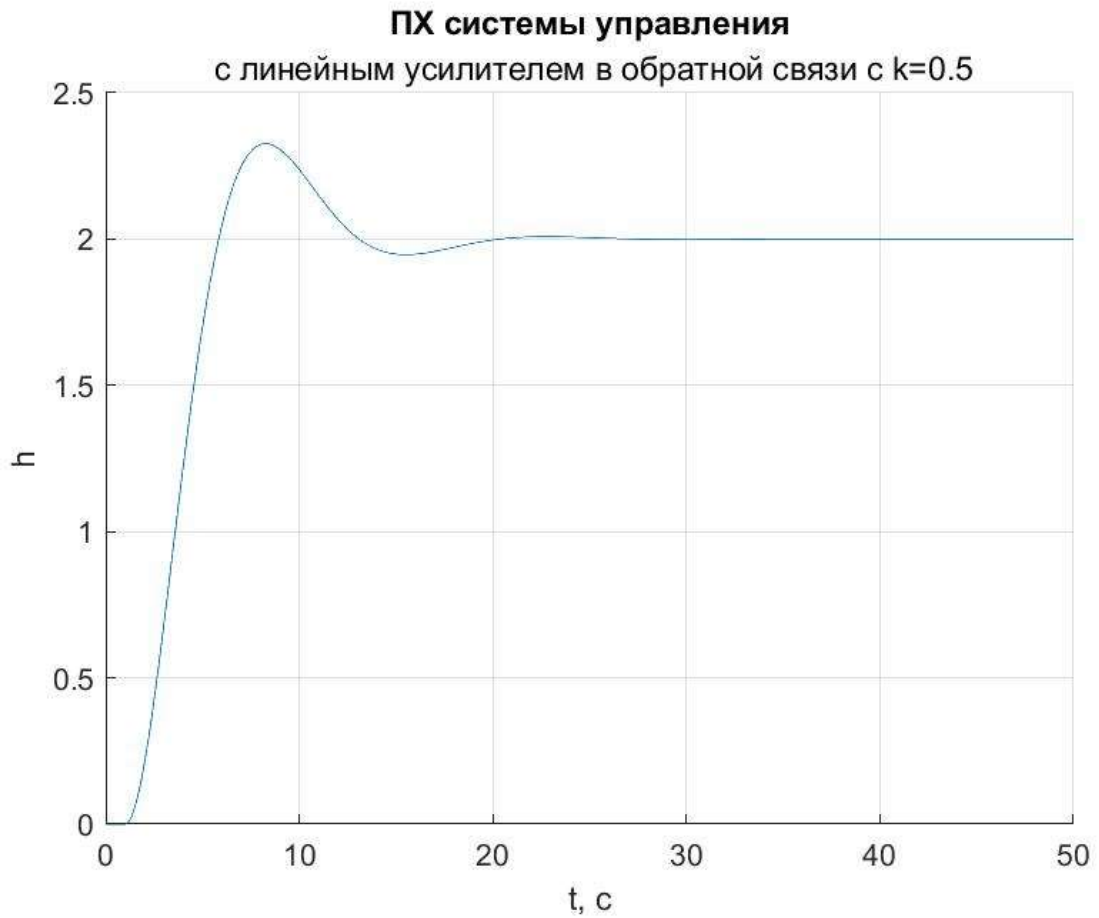


Рис. 4. Колебательный процесс.

3. Создадим модель системы управления с линейным усилителем в прямом канале с $k = 0.25$ (рис. 5).

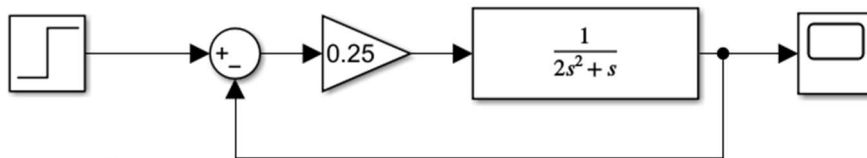


Рис. 5. Структурная схема.

Параметры: Перерегулирование: 4.3, Время регулирования: 9.29, Время нарастания: 10.42, Установившаяся ошибка: 0.00.

На рис. 6 представлена ПХ данной системы управления.

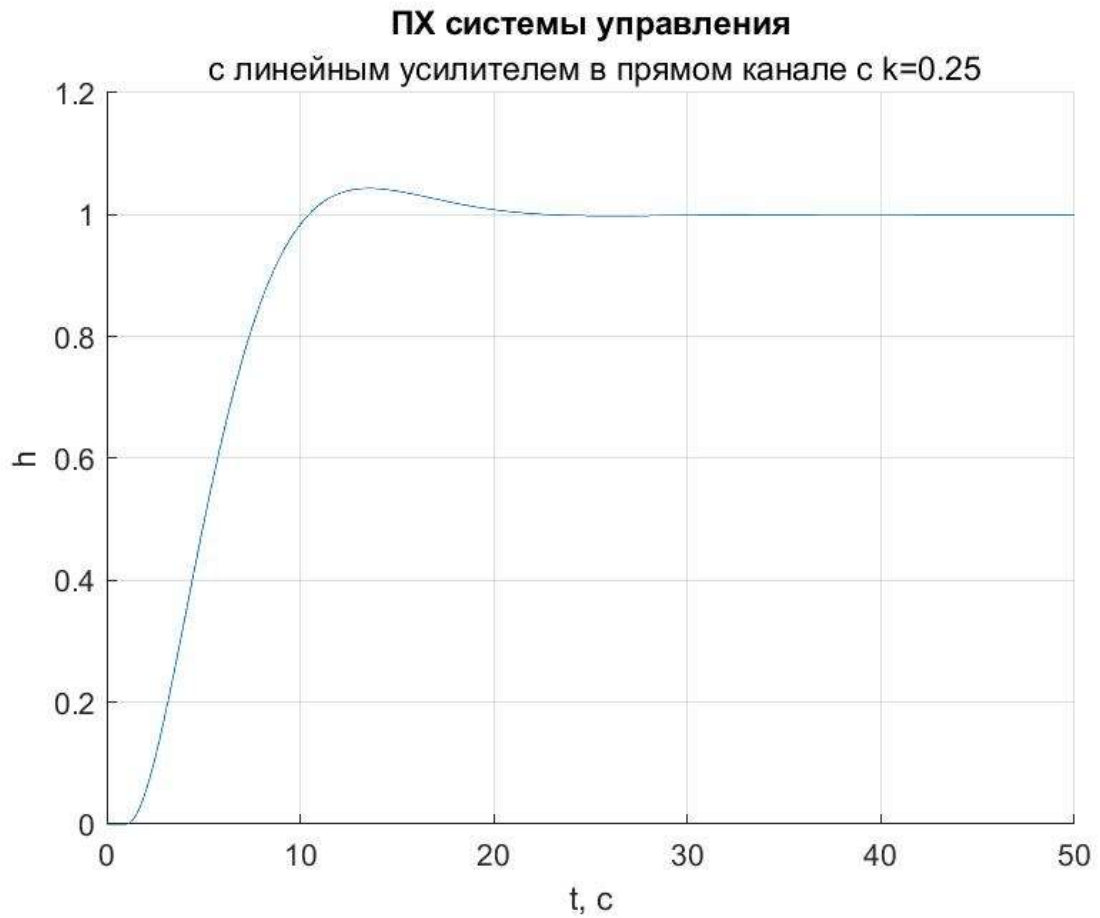


Рис. 6. Апериодический процесс.

4. Создадим модель системы управления с линейным усилителем в обратной связи с $k = 0.25$ (рис. 7).

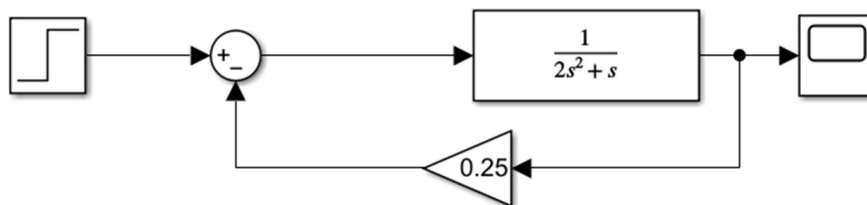


Рис. 7. Структурная схема.

Параметры: Перерегулирование: 4.3, Время регулирования: 9.29, Время нарастания: 10.42, Установившаяся ошибка: 3.00.

На рис. 8 представлена ПХ данной системы управления.

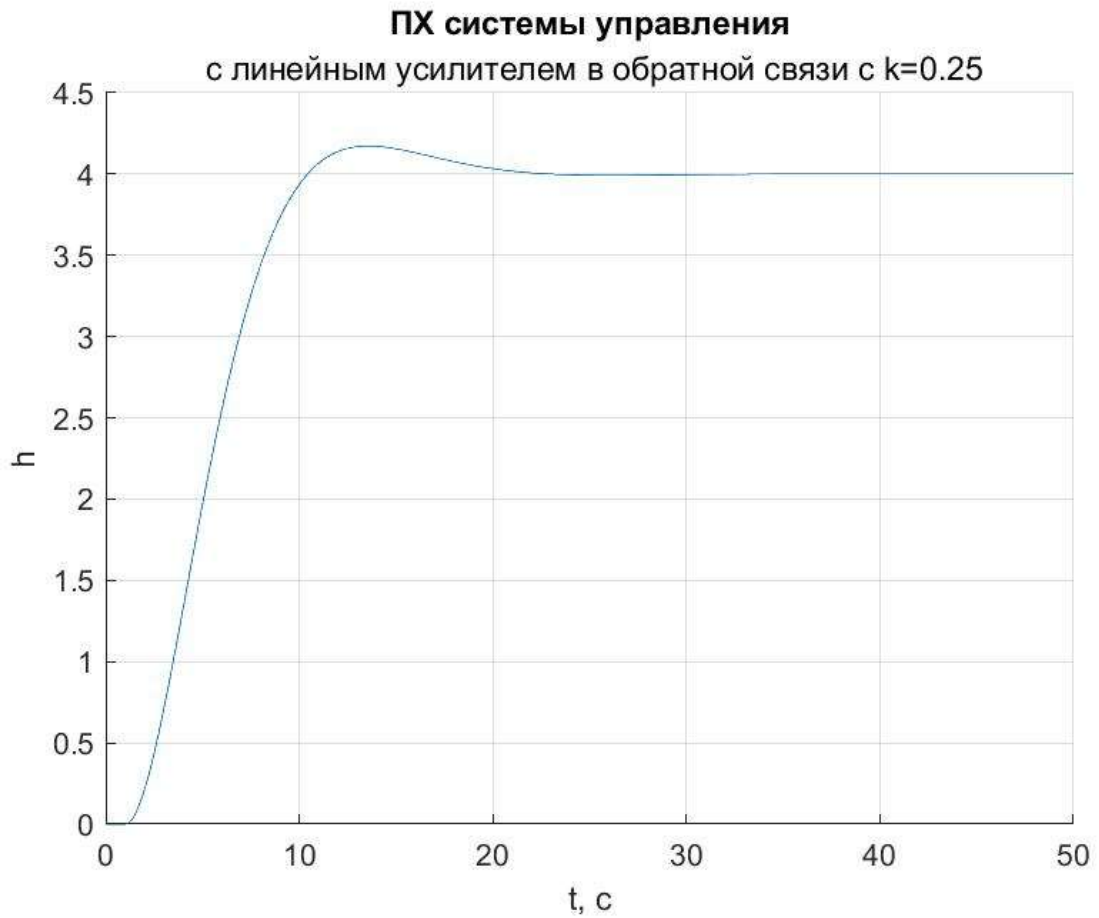


Рис. 8. Аперiodический процесс.

5. Создадим модель системы управления с линейным усилителем в прямом канале с $k = 1$ (рис. 9).

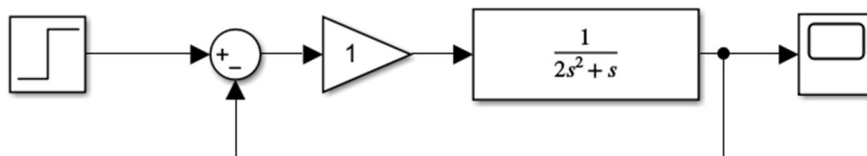


Рис. 9. Структурная схема.

Параметры: Перерегулирование: 30.5, Время регулирования: 12.13, Время нарастания: 3.92, Установившаяся ошибка: 0.00.

На рис. 10 представлена ПХ данной системы управления.

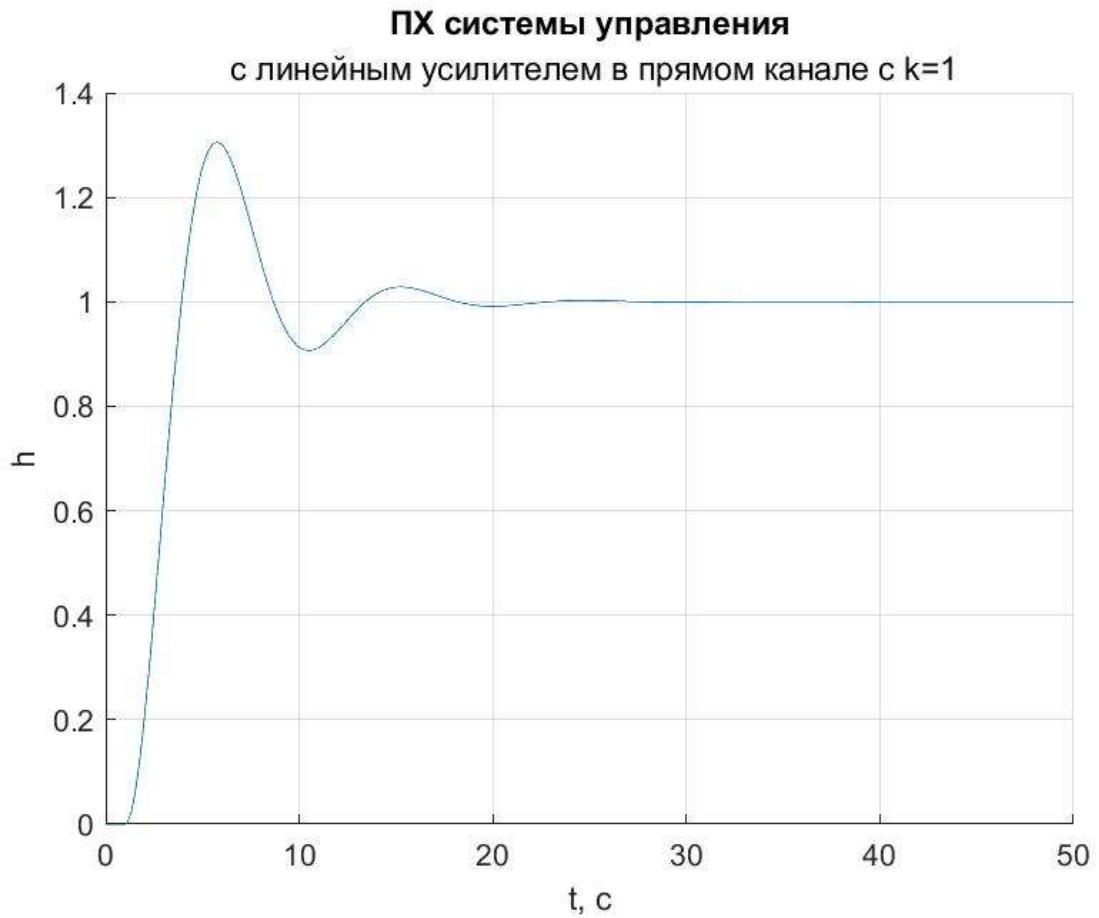


Рис. 10. Колебательный процесс.

6. Создадим модель системы управления с линейным усилителем в обратной связи с $k = 1$ (рис. 11).

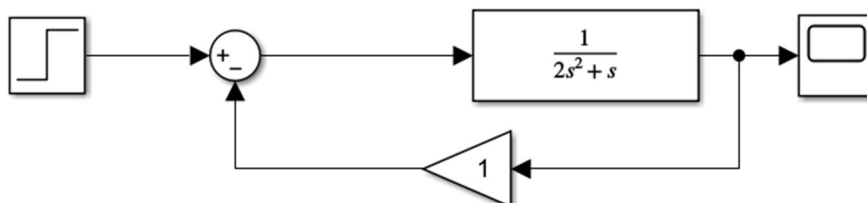


Рис. 11. Структурная схема.

Параметры: Перерегулирование: 30.5, Время регулирования: 12.13, Время нарастания: 3.92, Установившаяся ошибка: 0.00.

На рис. 12 представлена ПХ данной системы управления.

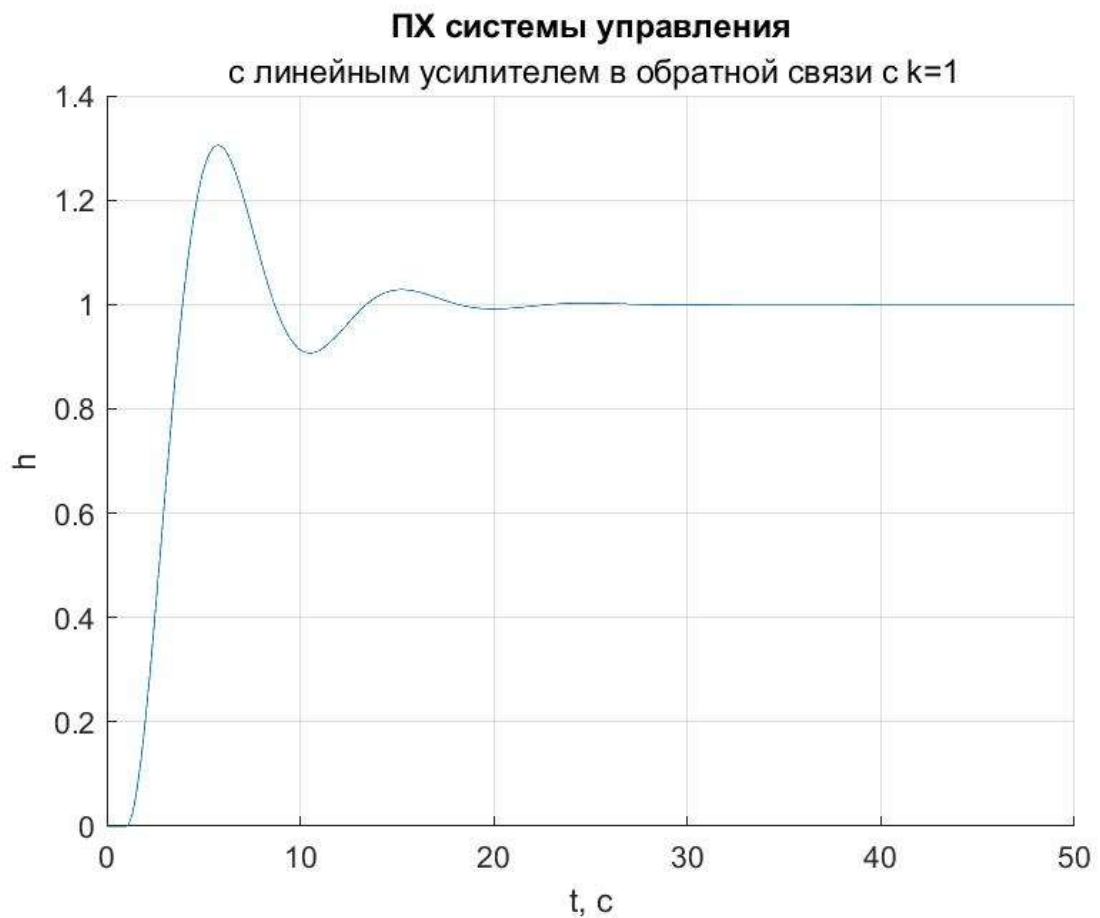


Рис. 12. Колебательный процесс.

7. Создадим модель системы управления со звеном зоны нечувствительности в прямом канале (рис. 13).

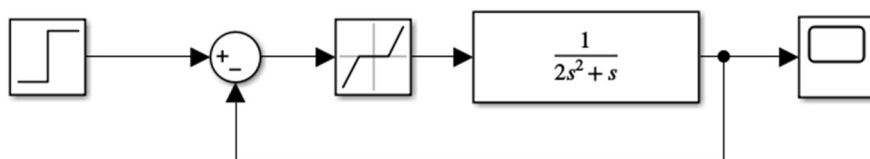


Рис. 13. Структурная схема.

Показатели качества: Перерегулирование: 0.0, Время регулирования: 8.11, Время нарастания: 50.00, Установившаяся ошибка: 0.66.

На рис. 14 представлена ПХ данной системы управления.

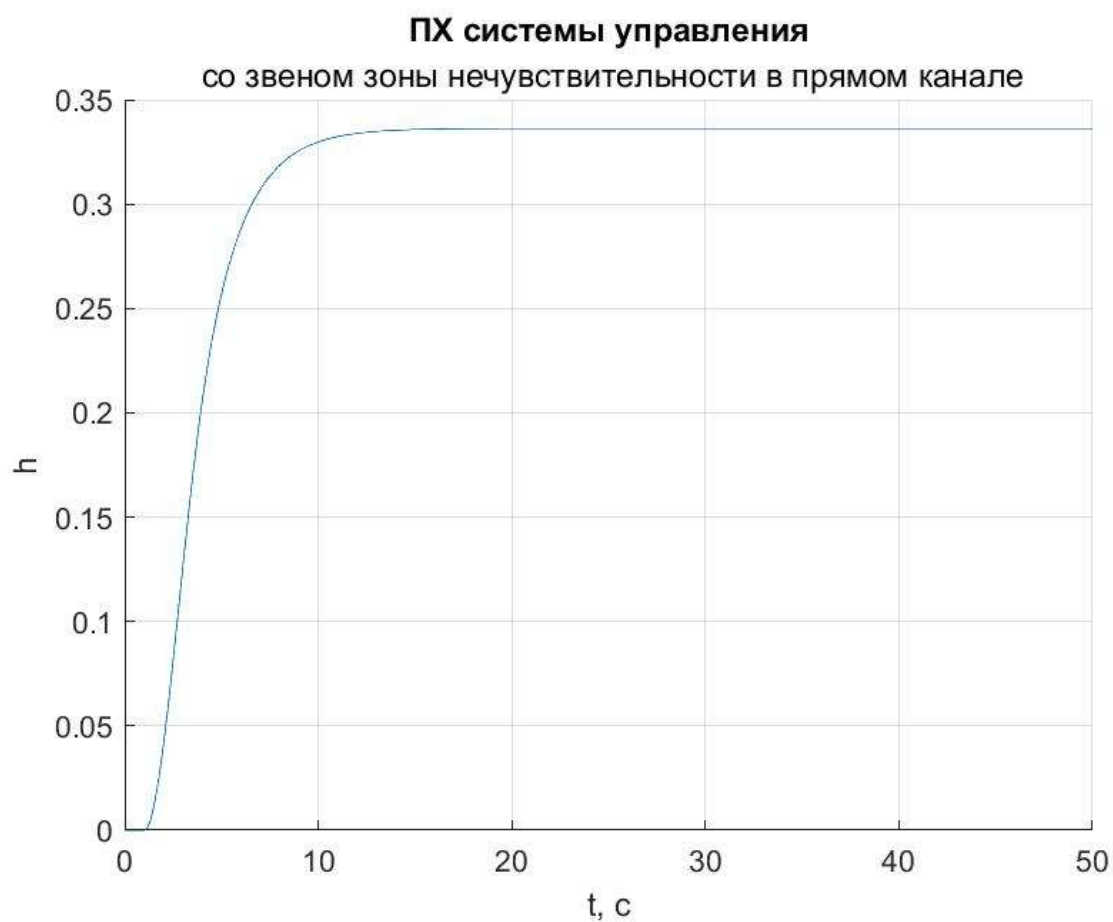


Рис. 14. Монотонный процесс.

8. Создадим модель системы управления со звеном зоны нечувствительности в канале обратной связи (рис. 15).

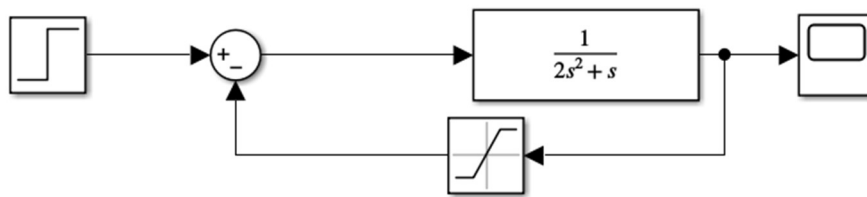


Рис. 15. Структурная схема.

Показатели качества: Перерегулирование: 26.1, Время регулирования: 12.65, Время нарастания: 4.65, Установившаяся ошибка: 0.80.

На рис. 16 представлена ПХ данной системы управления.

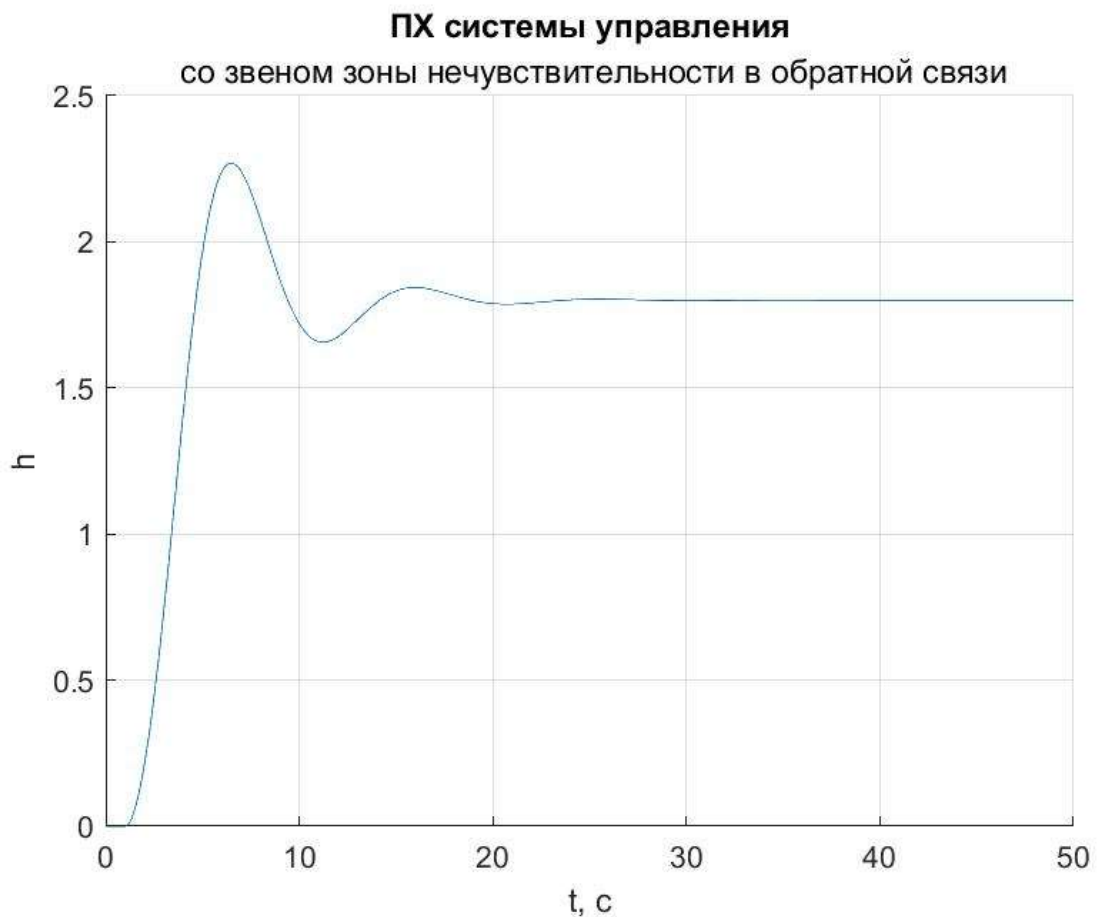


Рис. 16. Колебательный процесс.

9. Создадим модель системы управления со звеном насыщения в прямом канале (рис. 17).

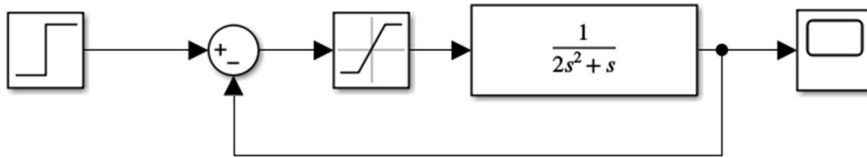


Рис. 17. Структурная схема.

Показатели качества: Перерегулирование: 30.5, Время регулирования: 12.13, Время нарастания: 3.92, Установившаяся ошибка: 0.00.

На рис. 18 представлена ПХ данной системы управления.

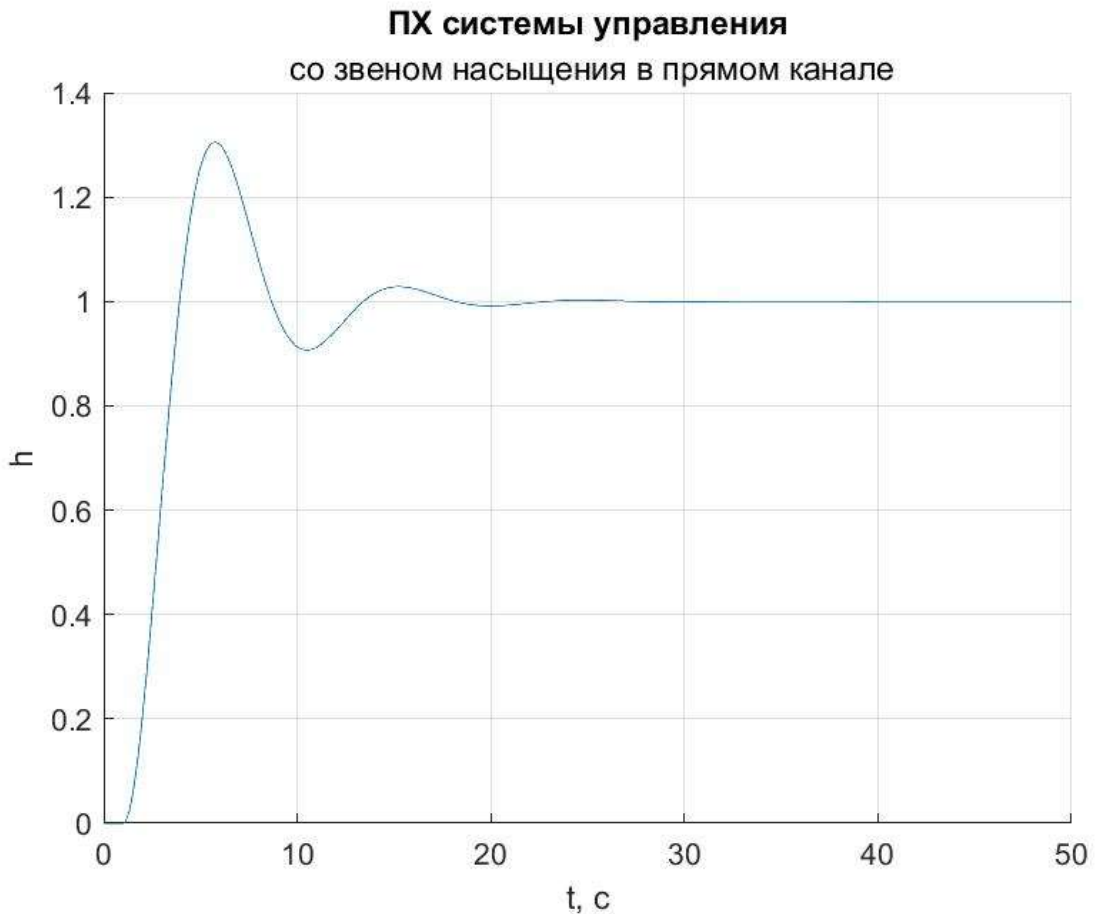


Рис. 18. Колебательный процесс.

10. Создадим модель системы управления со звеном насыщения в обратной связи (рис. 19).

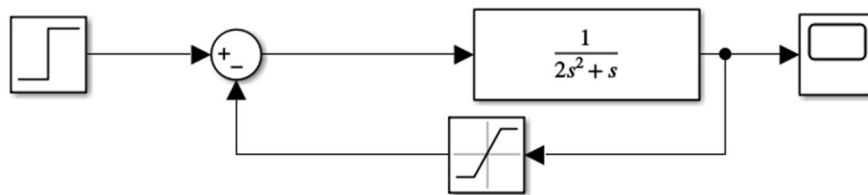


Рис. 19. Структурная схема.

Показатели качества: Перерегулирование: 0.0, Время регулирования: 8.11, Время нарастания: 50.00, Установившаяся ошибка: 0.68.

На рис. 20 представлена ПХ данной системы управления.

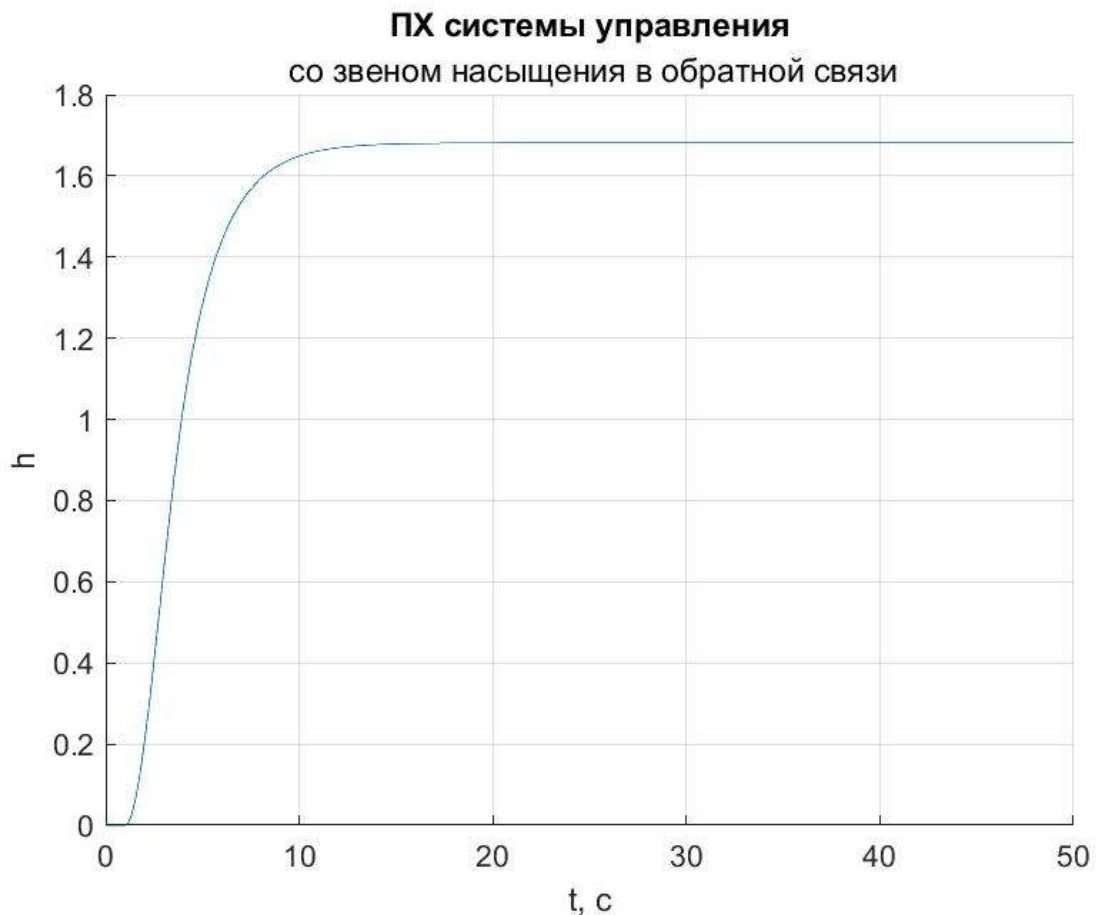
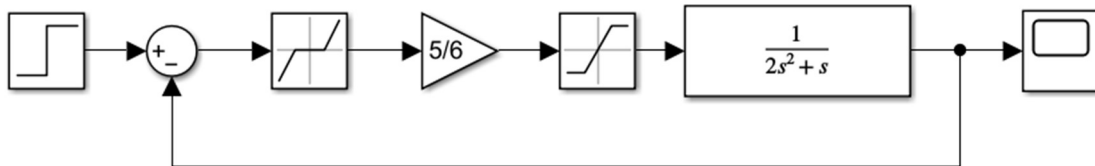


Рис. 20. Монотонный процесс.

11. Создадим модель системы управления со звеном зоны нечувствительности с насыщением в прямом канале (рис. 21).



Ъ

Рис. 21. Структурная схема.

Показатели качества: Перерегулирование: 3.2, Время регулирования: 6.88, Время нарастания: 8.17, Установившаяся ошибка: 0.19.

На рис. 22 представлена ПХ данной системы управления.

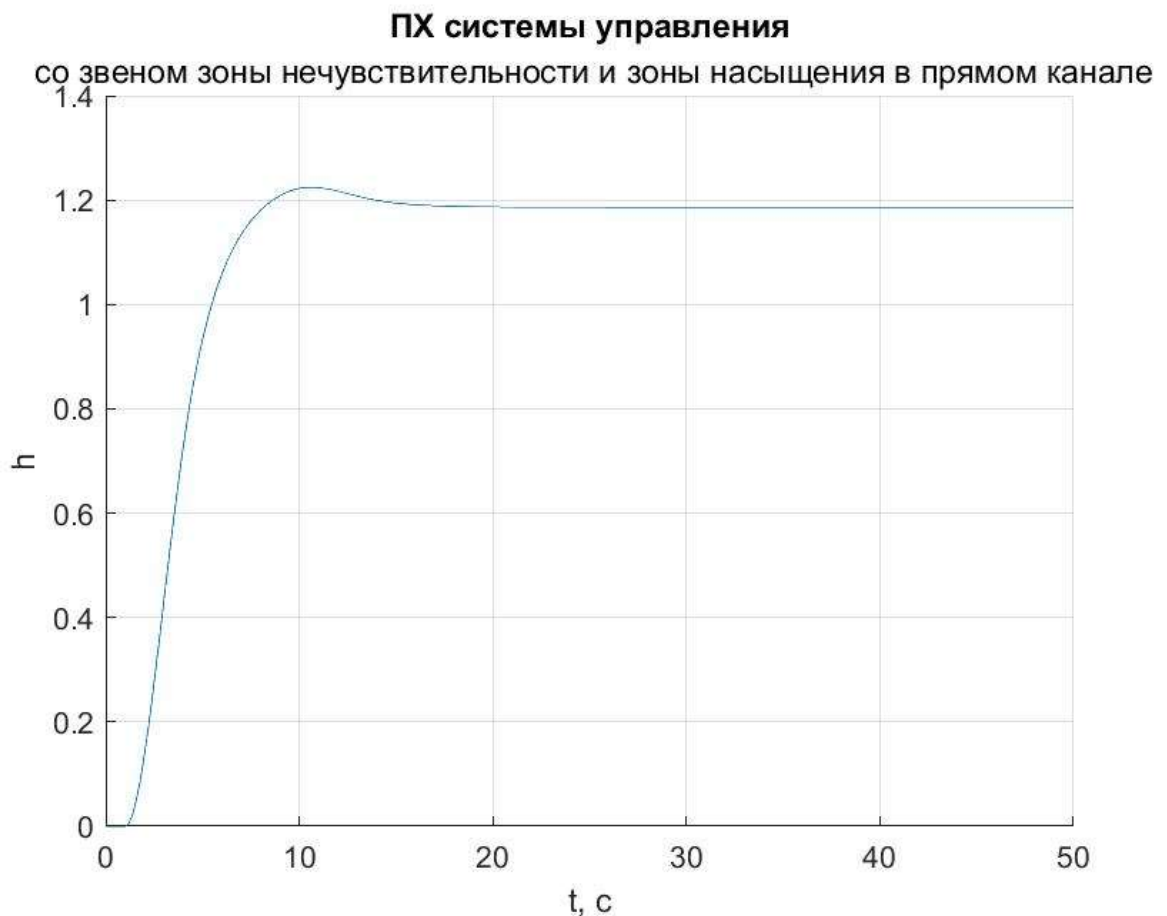


Рис. 22. Аperiodический процесс.

12. Создадим модель системы управления со звеном зоны нечувствительности и насыщения в обратной связи (рис. 23).

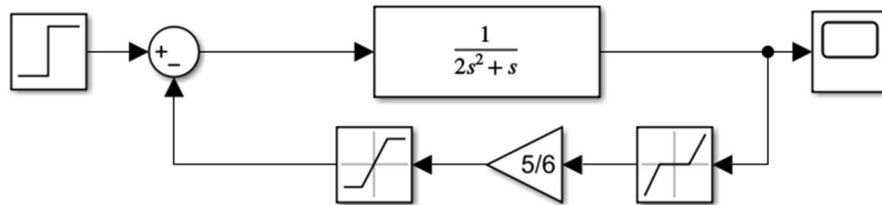


Рис. 23. Структурная схема.

Показатели качества: Перерегулирование: 0.0, Время регулирования: 8.35, Время нарастания: 50.00, Установившаяся ошибка: 1.18.

На рис. 24 представлена ПХ данной системы управления.

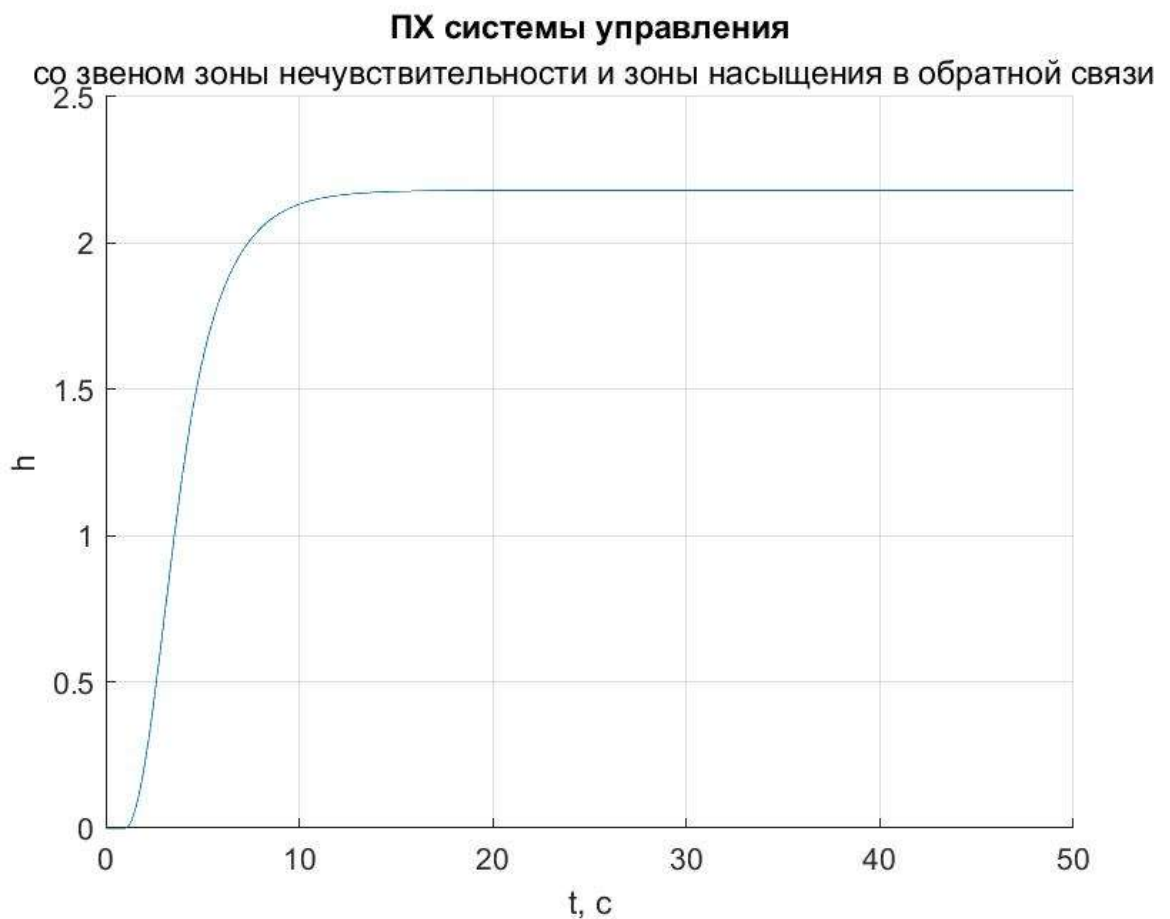


Рис. 24. Монотонный процесс.

13. Создадим модель системы управления с двухпозиционным реле в прямом канале (рис. 25).

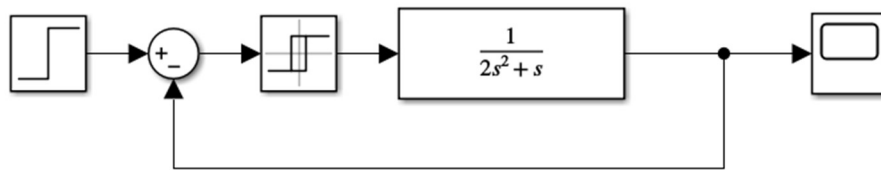


Рис. 25. Структурная схема.

Показатели качества: Перерегулирование: 6.1, Время регулирования: 15.08, Время нарастания: 12.99, Установившаяся ошибка: 0.00.

На рис. 26 представлена ПХ данной системы управления.

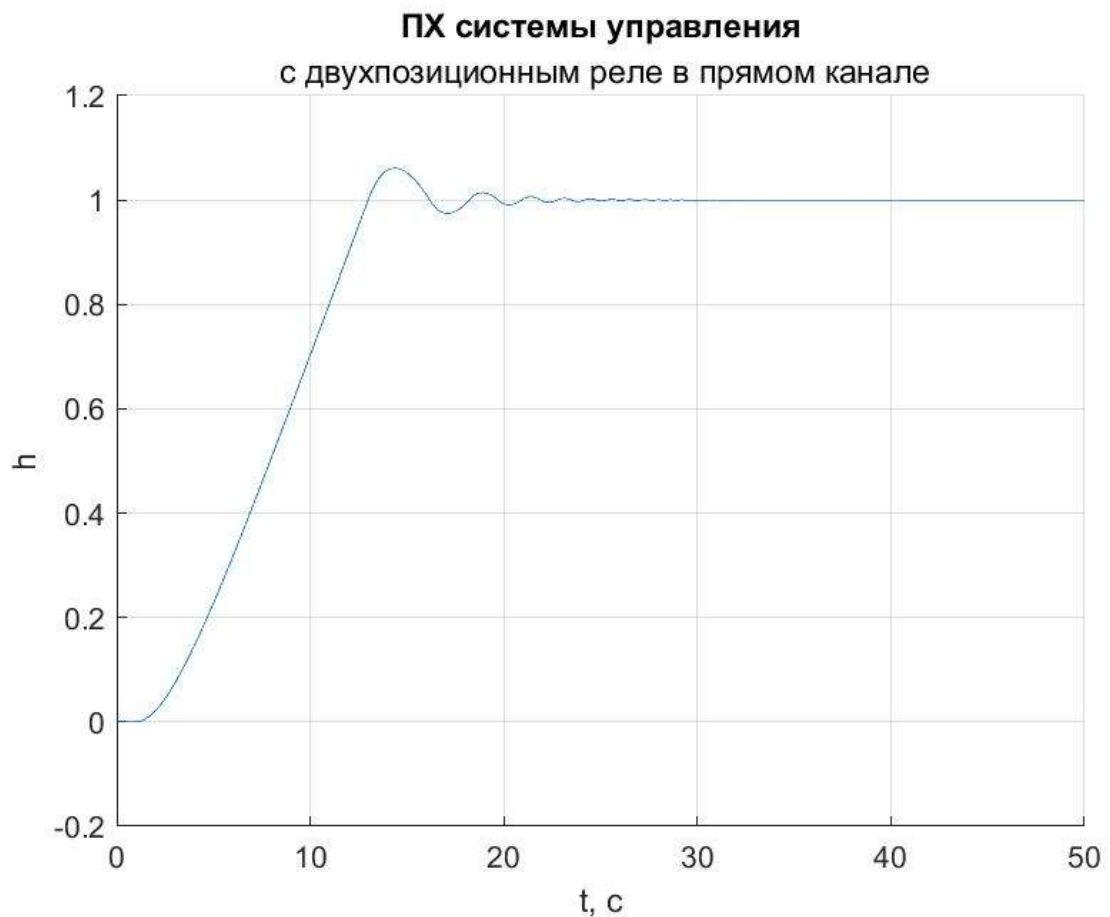


Рис. 26. Колебательный процесс.

14. Создадим модель системы управления с двухпозиционным реле в обратной связи (рис. 27)

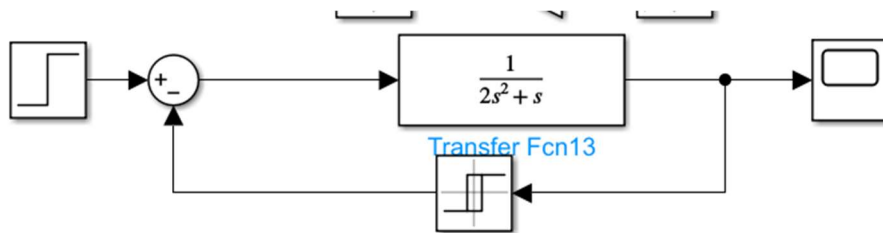


Рис. 27. Структурная схема.

Показатели качества: Перерегулирование: NaN, Время регулирования: NaN, Время нарастания: NaN, Установившаяся ошибка: NaN.

На рис. 28 представлена ПХ данной системы управления.

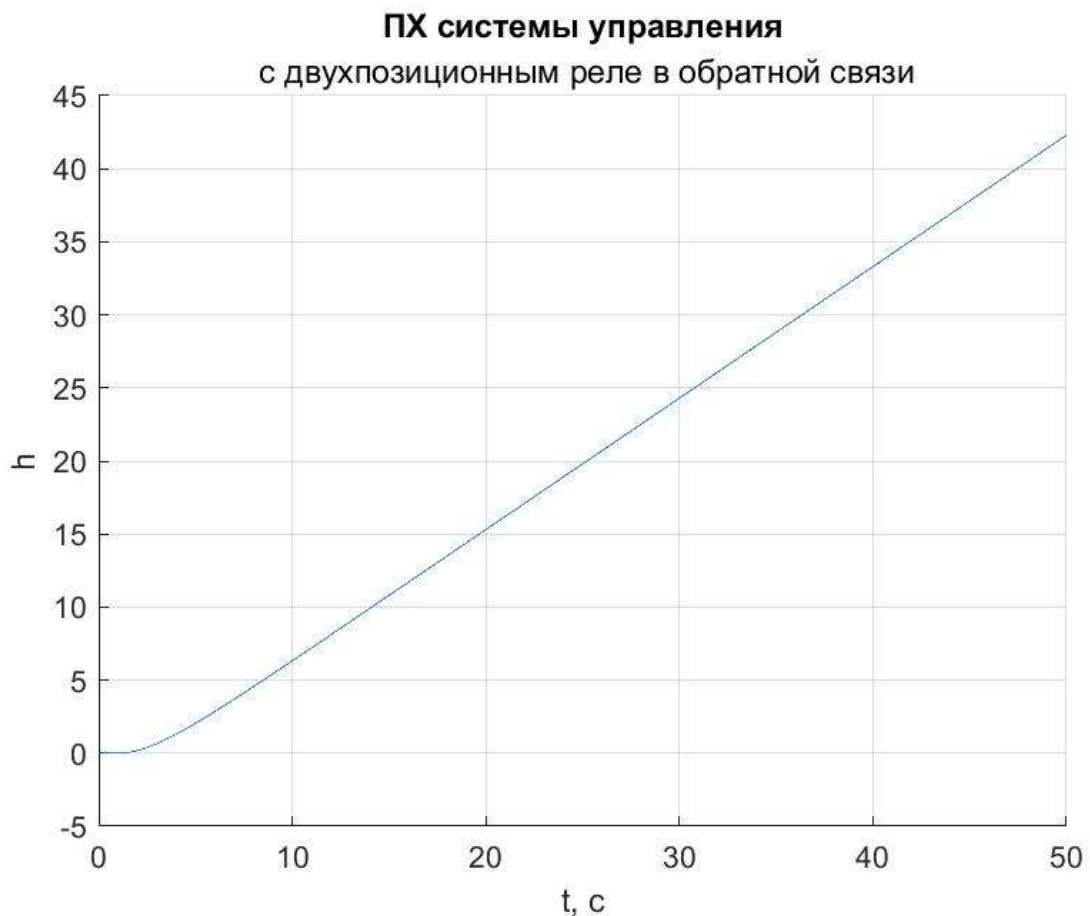


Рис. 28. Неограниченный рост.

15. Создадим модель системы управления с трехпозиционным реле в прямом канале (рис. 29).

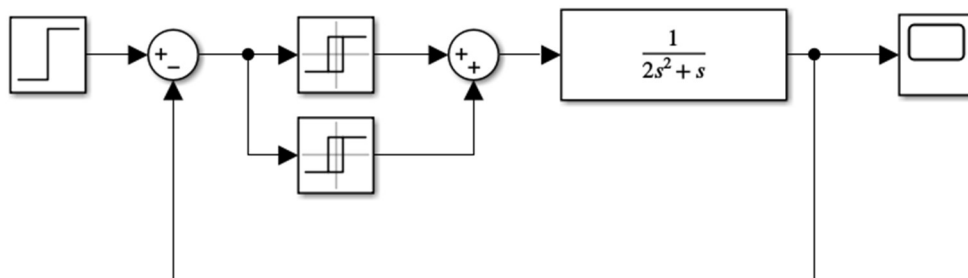


Рис. 29. Структурная схема.

Показатели качества: Перерегулирование: 7.3, Время регулирования: 8.25, Время нарастания: 6.00, Установившаяся ошибка: 0.40.

На рис. 30 представлена ПХ данной системы управления.

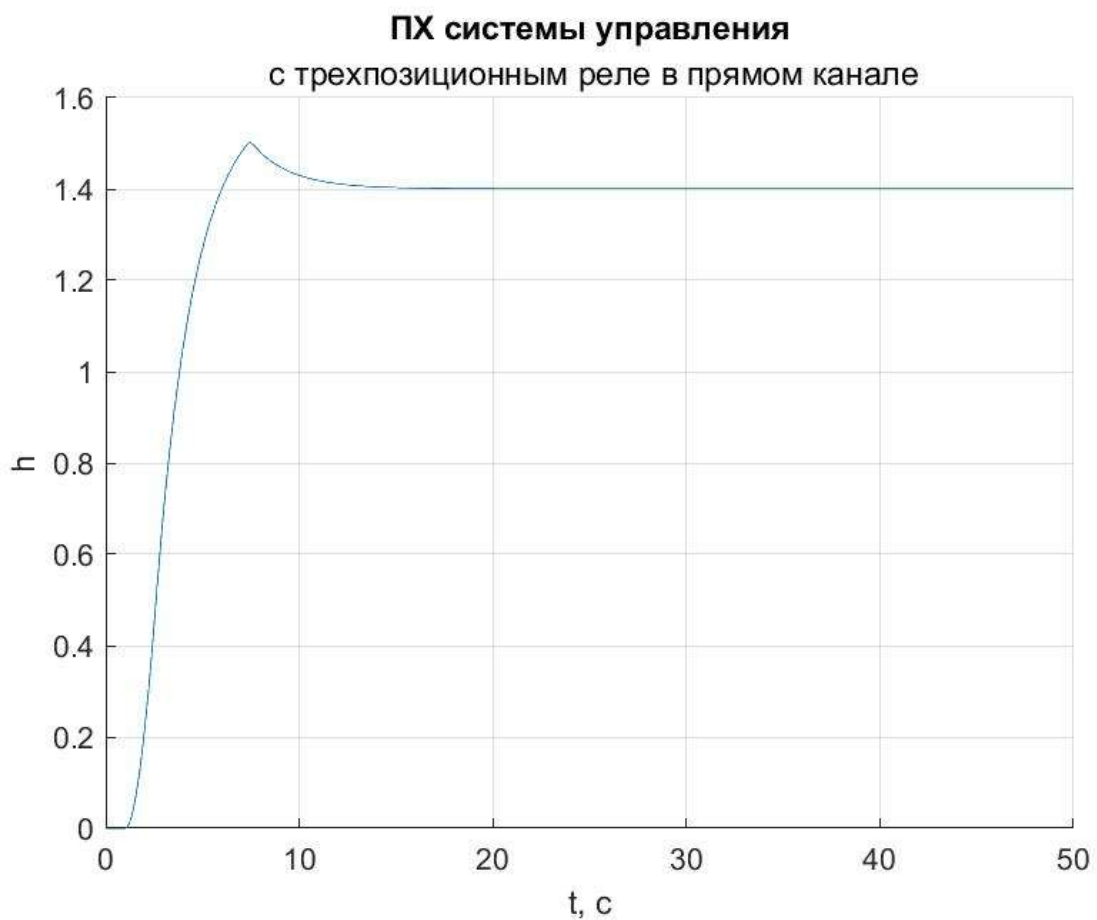


Рис. 30. Аperiodический процесс.

16. Создадим модель системы управления с трехпозиционным реле в обратной связи (рис. 31).

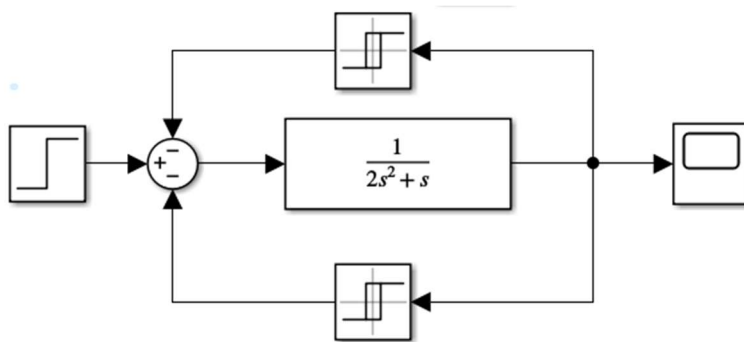


Рис. 31. Структурная схема.

Показатели качества: Перерегулирование: 0.0, Время регулирования: 7.85, Время нарастания: 50.00, Установившаяся ошибка: 0.60.

На рис. 32 представлена ПХ данной системы управления.

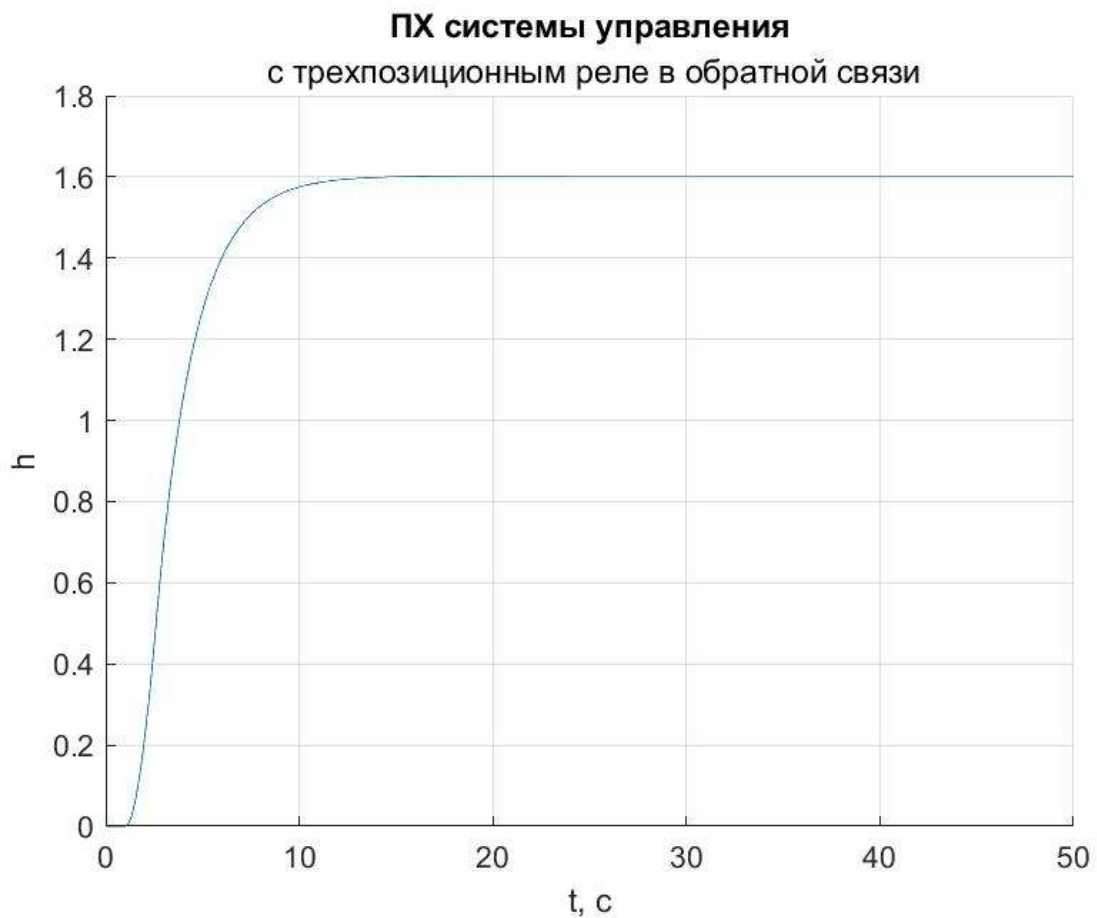


Рис. 32. Монотонный процесс.

17. Создадим модель системы управления с гистерезисом в прямом канале (рис. 33).

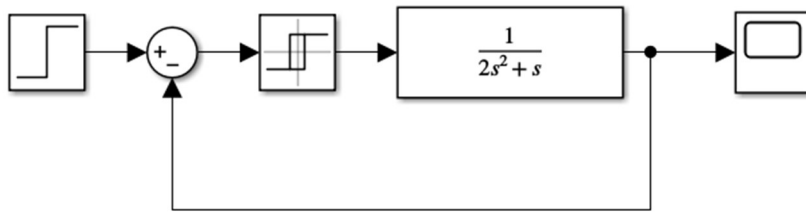


Рис. 33. Структурная схема.

Показатели качества: Перерегулирование: NaN, Время регулирования: NaN, Время нарастания: NaN, Установившаяся ошибка: NaN.

На рис. 34 представлена ПХ данной системы управления.

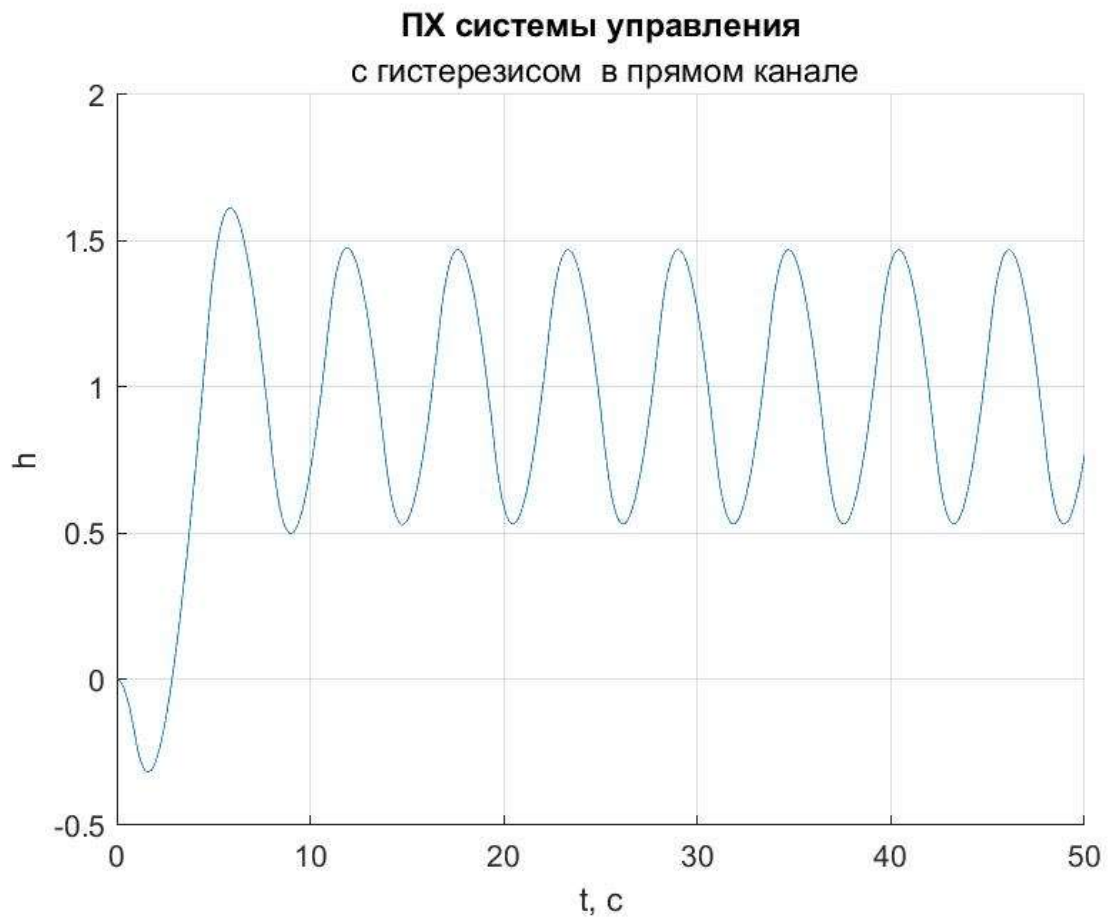


Рис. 34. Колебательный процесс.

18. Создадим модель системы управления с гистерезисом в обратной связи (рис. 35).

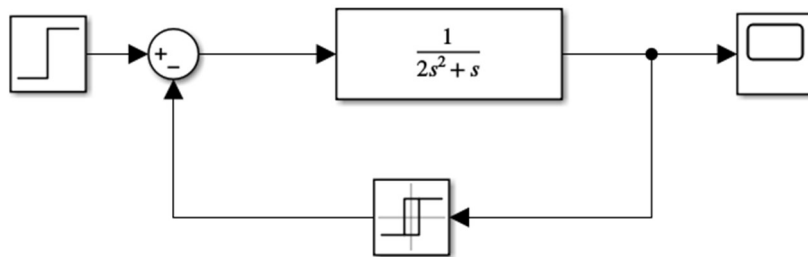


Рис. 35. Структурная схема.

Показатели качества: Перерегулирование: 0.0, Время регулирования: 6.47, Время нарастания: 50.00, Установившаяся ошибка: 0.07.

На рис. 36 представлена ПХ данной системы управления.

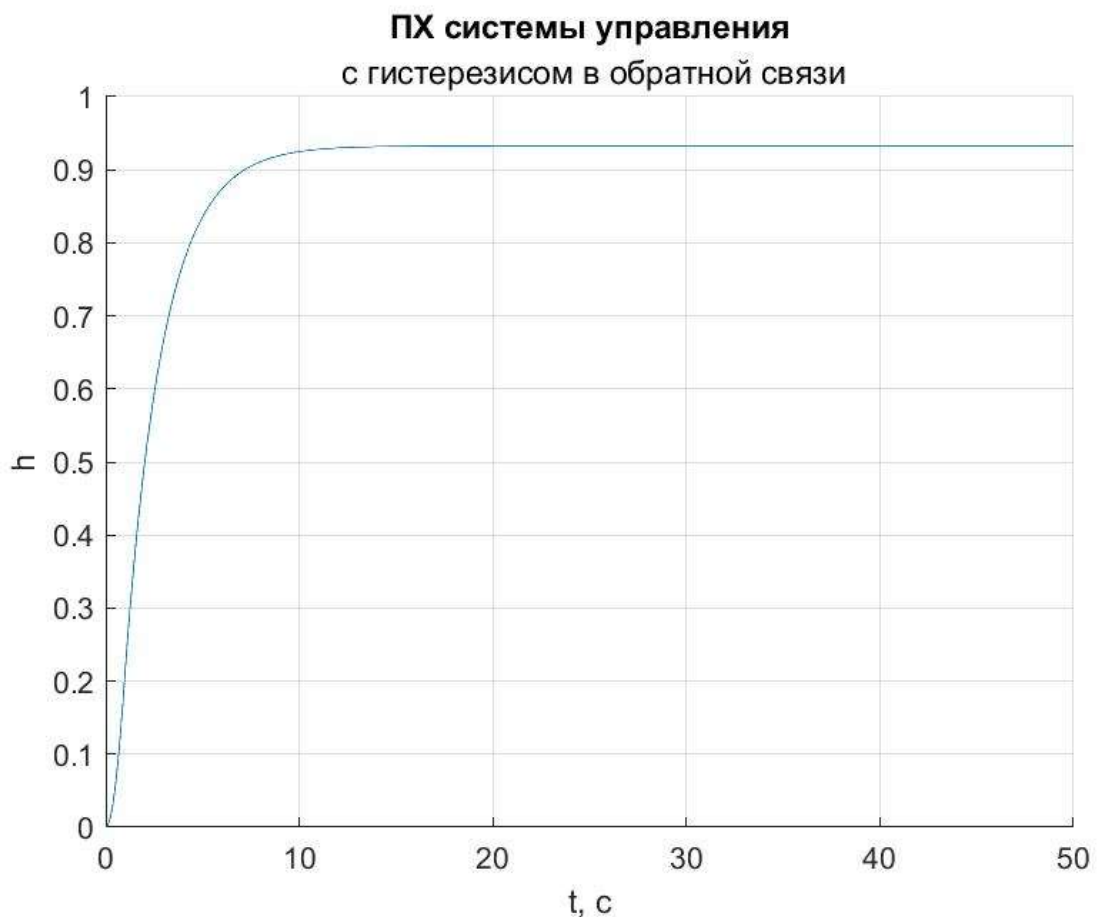


Рис. 36. Монотонный процесс.

В таблицу 1 занесем полученные в ходе моделирования показатели качества для систем управления.

Таблица 1. Показатели качества систем управления.

Система		t_n , с	t_p , с	σ , %	$\epsilon_{уст}$
Линейная система (в прямом канале)	$k = 0.5$	5.84	11.58	16.3	0.00
	$k = 0.25$	9.29	10.42	4.4	0.00
	$k = 1$	3.29	12.13	30.5	0.00
Линейная система (в обратной связи)	$k = 0.5$	5.84	10.42	16.3	1.00
	$k = 0.25$	10.42	9.29	4.3	3
	$k = 1$	3.92	12.13	30.5	0.0
Зона нечувствительности в прямом канале		50	8.11	0	0.66
Зона нечувствительности в обратной связи		4.65	12.65	26.1	0.80
Элемент насыщения в прямом канале		3.92	12.13	30.3	0
Элемент насыщения в обратной связи		50	8.11	0	0.68
Зона нечувствительности с насыщением в прямом канале		8.17	6.88	32	0.19
Зона нечувствительности с насыщением в обратной связи		50	8.35	0	1.18
Двухпозиционное реле в прямом канале		12.99	15.08	6.1	0
Двухпозиционное реле в обратной связи		NaN	NaN	NaN	NaN
Трехпозиционное реле в прямом канале		6	8.25	7.3	0.40
Трехпозиционное реле в обратной связи		50	7.85	0	0.60
Гистерезис в прямом канале		NaN	NaN	NaN	NaN
Гистерезис в обратной связи		50	6.47	0	0.07

Выводы.

В ходе выполнения лабораторной работы было выполнено исследование влияния нелинейных звеньев на показатели качества систем управления. В результате исследования выяснилось, что добавление нелинейных элементов позволяет увеличить быстродействие системы по обоим параметрам, но добавление гистерезиса в прямой канал приводит к тому, что процесс выходит на колебательную границу устойчивости, а влияние насыщения – несущественно.

Добавление зоны нечувствительности в обратную связь существенно не влияет на переходный процесс, а добавление двухпозиционного реле сделало систему неустойчивой, так как ПХ линейно возрастает, остальные нелинейности снижают перерегулирование до нуля.

В общем случае нелинейные элементы, добавленные в прямой канал, дают более быстрые переходные процессы, но при большем перерегулировании, чем добавленные обратную связь. При этом, для быстрых процессов при нулевом перерегулировании появляется установившаяся ошибка, причем, для обратной связи ее значение больше, чем для прямой.