



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Учебное пособие

Методические указания
по выполнению домашних заданий
по единому комплексному заданию по блоку дисциплины

«Автоматизация производства электронных средств»

МГТУ имени Н.Э. Баумана

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени Н.Э. БАУМАНА

Методические указания
по выполнению домашних заданий
по единому комплексному заданию по блоку дисциплины

«Автоматизация производства электронных средств»

Москва
МГТУ имени Н.Э. Баумана

2012

УДК 681.3.06(075.8)
ББК 32.973-018
И201

Методические указания по выполнению домашних заданий по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Автоматизация производства электронных средств» / Коллектив авторов –
М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 17 с.: ил.

В методических указаниях рассмотрены основные этапы, их последовательность и содержание по выполнению домашних заданий курсовой работы по единому комплексному заданию по блоку дисциплины «Автоматизация производства электронных средств».

Ил. 39. Табл. 5. Библиогр. 7 назв.

УДК 681.3.06(075.8)

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012

Содержание

Исходные данные.....	5
1. ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ ЦМ СЛПР	6
2. ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРРЕКТИРОВАННОЙ ЛИНЕЙНОЙ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА.....	9
3. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА	11

Исходные данные

Исходными данными для расчета являются структурная схема (рис. 1), параметры звеньев структурной схемы, а также накладываемые на нее условия. Параметры звеньев схемы представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Параметры звеньев

№ звена	Параметры звена
7	$K_L = 1$ $T_L = 2.2 \cdot 10^{-3}$
8	$K_X = 4 \cdot 10^{-4}$ $\xi_X = 0.2$ $T_X = 1.28 \cdot 10^{-3}$
9	$X_1 = \pm 10^{-4}$ $X_2 = \pm 0.16$ $Y = \pm 1190$
10	$K_{ГП1} = 140$ $K_{ГП2} = 1.29$
15	553
18	0.34
22	27.2
27	160
33	0.0225

Кроме того необходимо исследовать работу схемы при $X_1 = 5 \cdot 10^{-4}$; $X_1 = 7 \cdot 10^{-4}$.

Требования к следящему приводу

Обеспечить время переходного процесса при входном воздействии типа «ступенька»

$$T_{\text{пн}} \leq 6,7 \text{ мс.}$$

Обеспечить добротность по скорости $K_v \geq 2000 \text{ рад/с.}$

Обеспечить отставание системы от вынуждающих гармонических колебаний частотой

$$\omega_0 = 1200 \text{ рад/с не более } \varphi \leq \frac{\pi}{2}.$$

Обеспечить перерегулирование $\sigma \leq 3 \dots 5 \%$.

Обеспечить затухание амплитуды колебаний выходного вала не менее 0,707.

1. ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНЕЙНОЙ МОДЕЛИ ЦМ СЛПР

Структурная схема линейной ЦМ СЛПР представлена на рисунке 1.

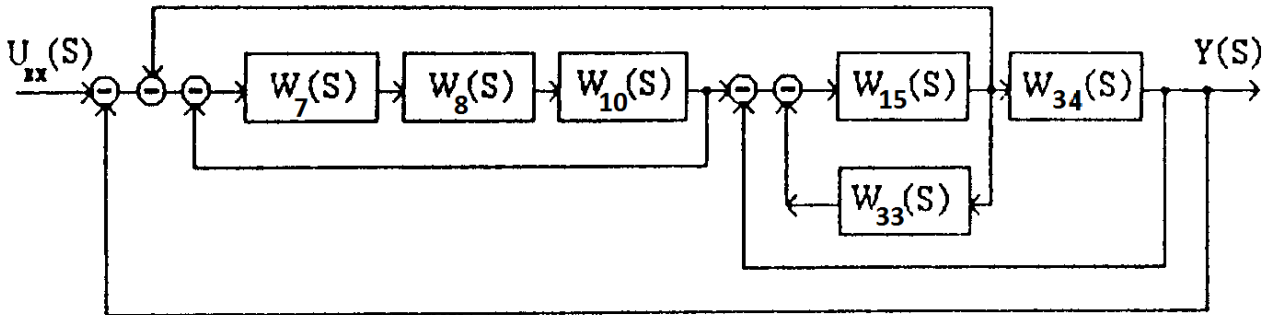


Рисунок 1. Структурная схема линейной ЦМ СЛПР

Передаточные характеристики блоков линейной ЦМ СЛПР представлены ниже:

Блок 7: $W_7(s) = \frac{K_L}{T_L \cdot s + 1}$; $K_L = 1$; $T_L = 2,2 \cdot 10^{-3} (c)$;

Блок 8: $W_8(s) = \frac{K_x}{T_x^2 \cdot s^2 + 2 \cdot \xi_x \cdot T_x \cdot s + 1}$; $K_x = 4 \cdot 10^{-4}$; $T_x = 1,28 \cdot 10^{-3} (c)$; $\xi_x = 0,2$;

Блок 10: $W_{10}(s) = \frac{K_{III}}{s}$; $K_{III} = 140$;

Блок 15: $W_{15}(s) = \frac{K}{s}$; $K = 553$;

Блок 33: $W_{33}(s) = 2 \cdot \xi_{ДВ} \cdot T_{ДВ}$; $2 \cdot \xi_{ДВ} \cdot T_{ДВ} = 0,0225$;

Блок 34: $W_{34}(s) = \frac{1}{s}$.

Для свёртывания блоков ЦМ неизменяемой части СЛПР в один, воспользуемся пакетом MATLAB для преобразований исходных блоков и получения передаточной функции системы. Полученная передаточная функция разомкнутой системы имеет вид:

$$W_{\Sigma}(s) = \frac{8591530539,7727}{(s + 454,5)(s + 0,1122)(s^2 + 12,39s + 552,2)(s^2 + 312,5s + 6,103 \cdot 10^5)}$$

Таким образом, неизменяемая часть линейной системы может быть представлена в виде последовательности 2-х апериодических и 2-х колебательных звеньев.

Рассчитаем основные параметры системы и занесём их в таблицу 2.

Таблица 2. Параметры звеньев ЦМ СЛПР.

Время T, с	Частота ω , 1/с	Логарифм частоты, $\lg(\omega)$	Коэффициент демпфирования
$2,20 \cdot 10^{-3}$	454,50	2,66	--
8,91	0,1122	-1,28	--
0,041	23,56	1,37	0,258
$1,28 \cdot 10^{-3}$	765,46	2,88	0,200

На рисунке 2 приведена реакция системы без корректирующего устройства на единичное ступенчатое воздействие.

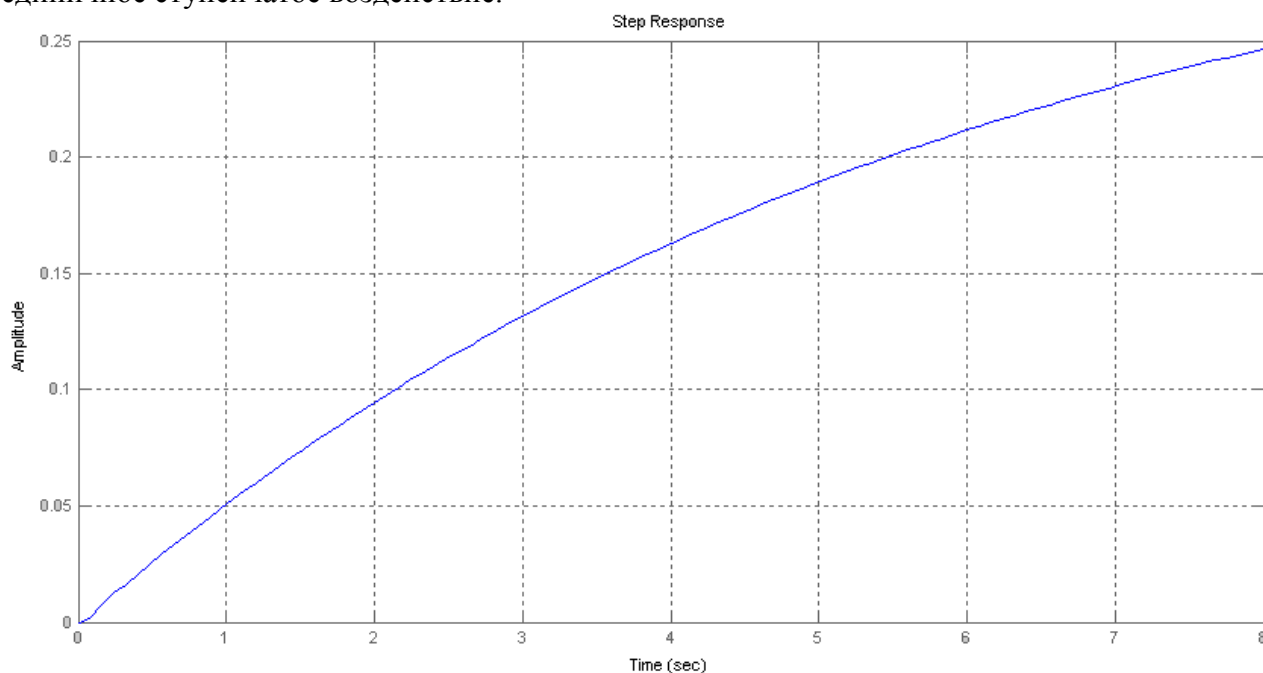


Рисунок 2. Реакция нескорректированной системы на единичное ступенчатое воздействие.

На рисунке 3 показаны ЛАФЧХ системы без корректирующего устройства.

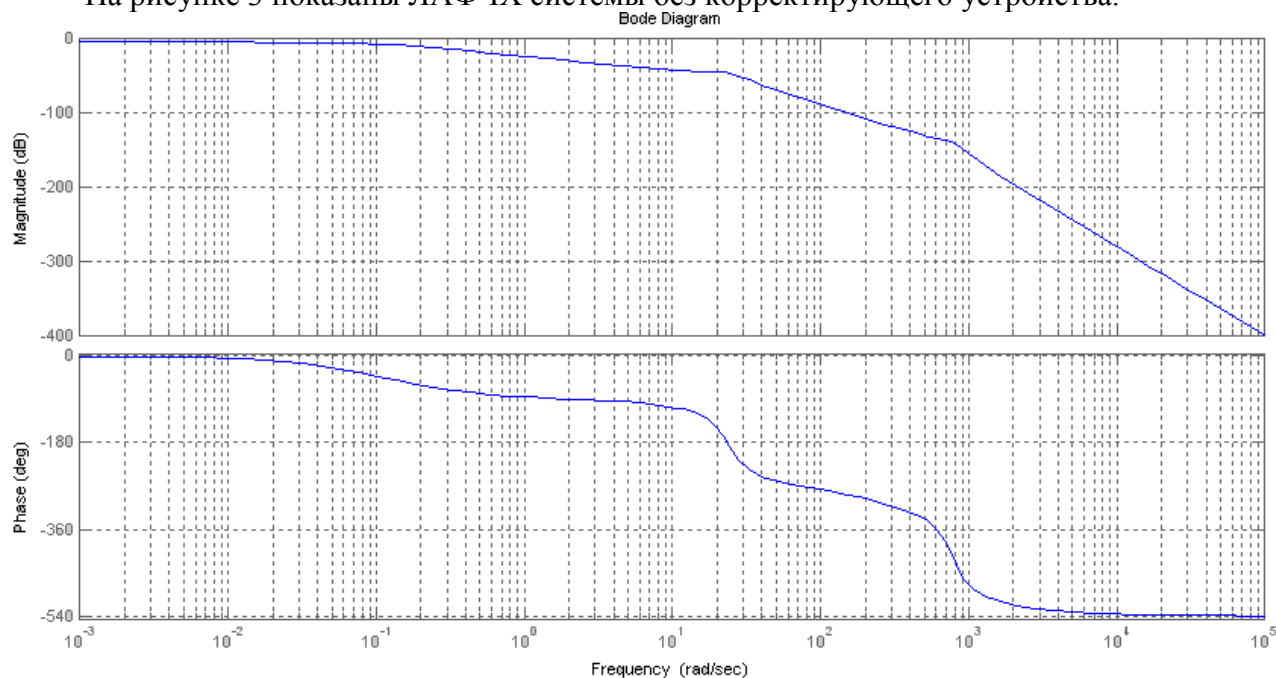


Рисунок 3. ЛАФЧХ нескорректированной системы.

Анализ переходного процесса нескорректированной линейной ЦМ СЛПР КС АТО (рис. 2) показывает, что нескорректированная линейная ЦМ СЛПР не может обеспечить выполнение требований ТЗ по быстродействию. Очевидна необходимость проведения коррекции СЛПР. Схема установки последовательной коррекции СЛПР приведена на рисунке 4.

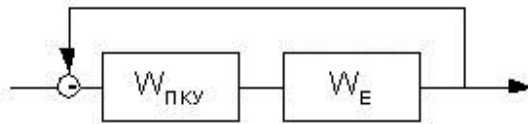


Рисунок 4. Схема установки ПКУ

Достижение требуемых характеристик переходного процесса может быть обеспечено путём введения ПКУ. Для этого строим $L_{ж}(\omega)$. Определим параметры желаемой ЛАЧХ.

Из ТЗ известно, что

$$T_{шт} = T_{ж} = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ с}, \quad \sigma_{жс} = (3..5)\%$$

$$\text{Откуда } \omega_{ж} = \frac{2\pi}{T_{жс}} = 937,79 \text{ рад/с}; \quad \lg(\omega_{жс}) = 2,97$$

Определим граничные частоты среднечастотного участка ЛАЧХ:

$$\omega_n = (0,14..0,18)\omega_{жс}, \quad \omega_n = 0,16 \cdot 937,79 = 150,064 \text{ 1/с}; \quad \lg(\omega_n) = 2,303$$

$$\omega_g = (6..7)\omega_{жс}, \quad \omega_g = 6,5 \cdot 937,79 = 6095,64 \text{ 1/с}; \quad \lg(\omega_g) = 3,79$$

Среднечастотный участок ЛАЧХ задаётся $\omega_{ж}$, ω_n , ω_v и углом наклона 20 Дб/дек.

По этим значениям строится среднечастотная часть желаемой ЛАЧХ [$L_{ж}(\omega)$]. $L_{ПКУ}(\omega)$ определяется методом графического вычитания. Графики ЛАФЧХ желаемой и неизменяемой системы, а также $L_{ПКУ}(\omega)$ представлены на рисунке 5.

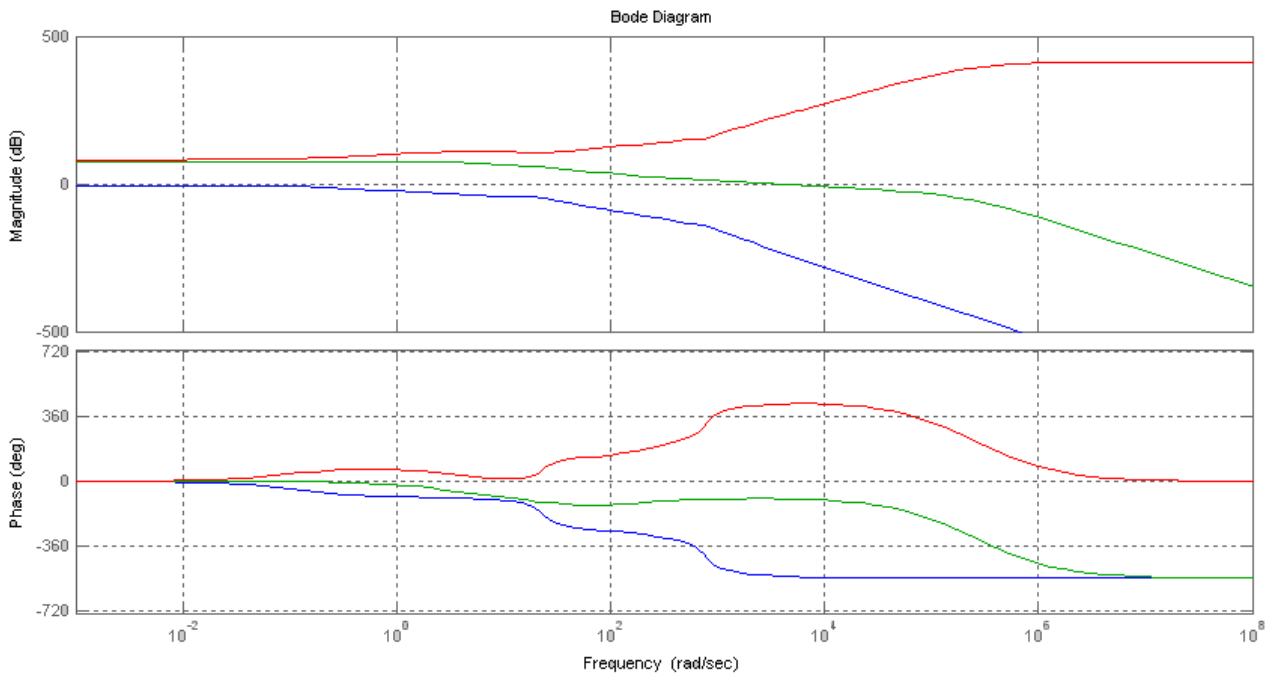


Рисунок 5. ЛАФЧХ СЛПР

Передаточная функция для ПКУ будет следующей:

$$W_{ПКУ}(s) = \frac{3,697053 \cdot 10^{20} (s + 150)(s + 0,1122)(s^2 + 12,39s + 552,2)}{(s + 3,162) \cdot (s + 25,12) \cdot (s + 10^5) \cdot (s + 1,585 \cdot 10^5) \cdot (s + 2,512 \cdot 10^5)(s + 3,981 \cdot 10^5)} \cdot \frac{(s^2 + 312,5s + 6,103 \cdot 10^5)}{(s + 6,31 \cdot 10^5)}$$

2. ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРРЕКТИРОВАННОЙ ЛИНЕЙНОЙ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА

Для исследования динамических свойств модели опять рассмотрим ее реакцию на входное воздействие типа «ступенька» с амплитудой 1 и гармонический сигнал частотой 1200 рад/с и амплитудой 1. На рисунке 6 приведена реакция скорректированной системы на ступенчатое входное воздействие.

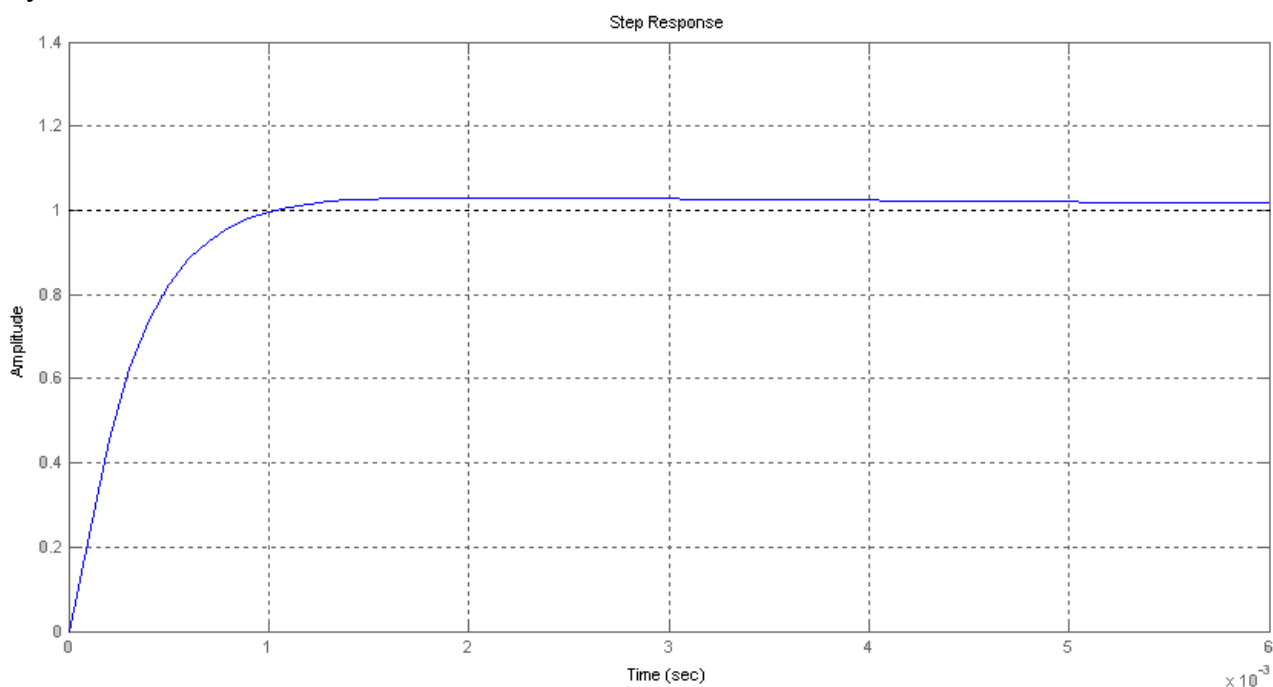


Рисунок 6. Реакция скорректированной линейной ЦМ СЛПР на входное ступенчатое воздействие

По рисунку 7 можно определить перерегулирование скорректированного СЛПР.

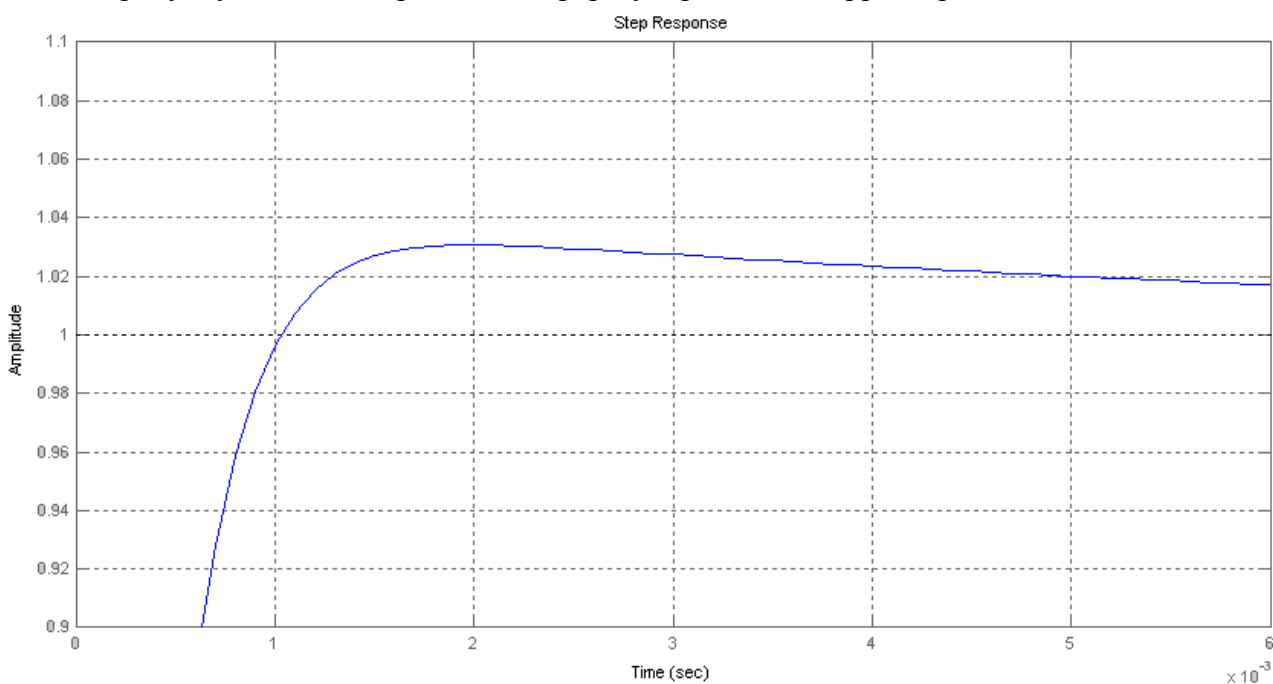


Рисунок 7. Величина перерегулирования не превышает 5%

На рисунке 8 приведена реакция системы на гармоническое входное воздействие. Как видно из рисунка, отставание по фазе от входного сигнала не превышает 90°.

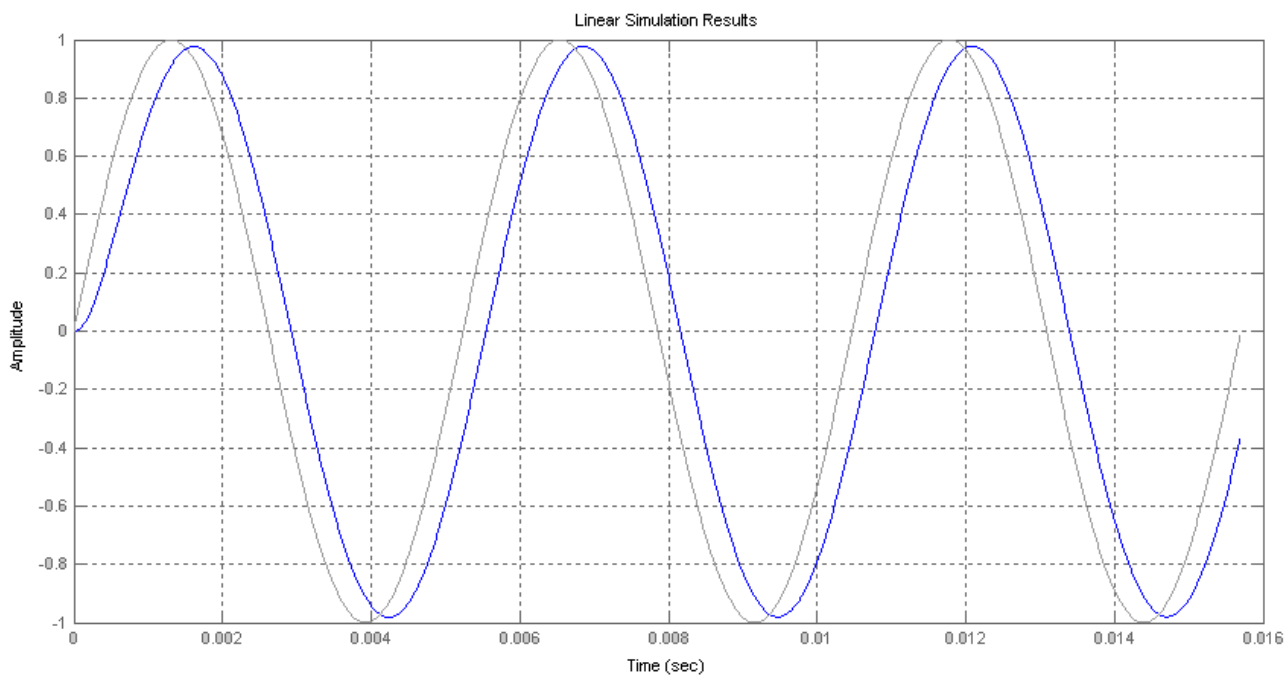


Рисунок 8. Входное воздействие типа «синусоида» с частотой 1200 рад/с и амплитудой 1 и реакция скорректированной линейной ЦМ СЛПР

Из рис.6, 7, 8 видно, что **система полностью удовлетворяет ТЗ**, так как:

- $T_{\text{пн}} = 0,005 \text{ с} = 5 \text{ мс}$;
- Перерегулирование $\sigma < 5 \%$;
- $\Delta\varphi \approx 25^\circ$.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА

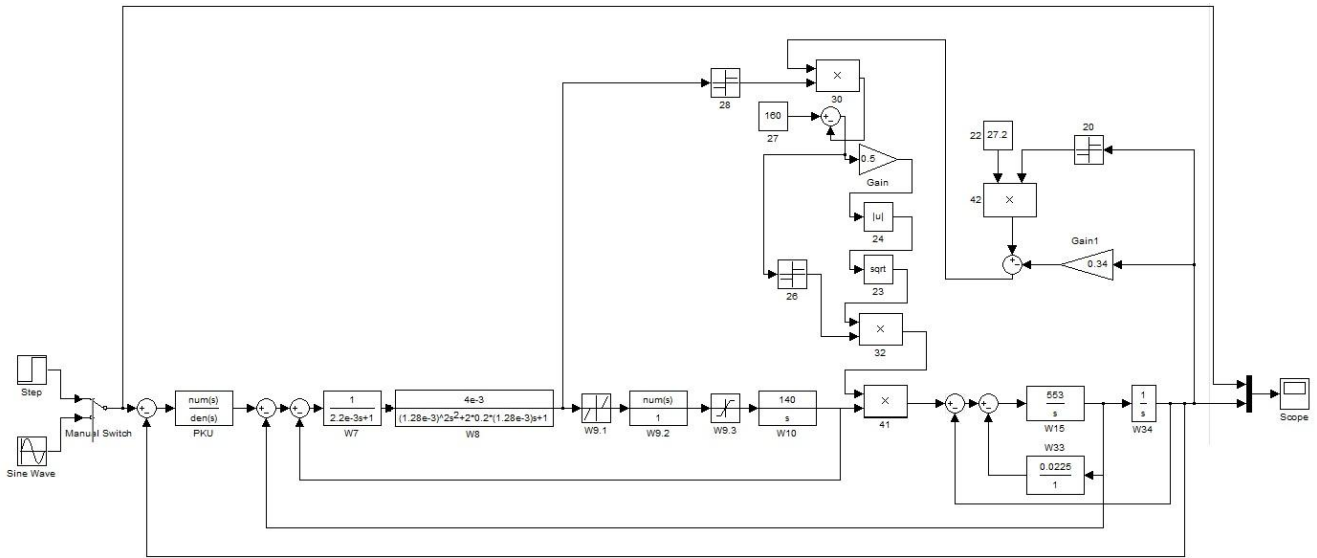


Рисунок 9. Структурная схема нелинейной ЦМ СЛПР

Блок 9: $X_1 = \pm 10^{-4}$
 $X_2 = \pm 0.16$
 $Y = \pm 1190$

Блок 18: $K_{18} = 0.34$

Блок 22: $K_{22} = 27.2$

Блок 27: $K_{27} = 160$

Блок 10: $W_{10}(s) = \frac{K_{ГП}}{S}$ $K_{ГП} = 1.29$

За основу ПКУ для нелинейной модели возьмём ПКУ для линейной модели. В ходе анализа недостатков ПКУ линейной модели, а также подбора ряда звеньев экспериментальным путём получаем следующие результаты:

Для $X_1 = \pm 10^{-4}$ на рисунках 10 и 11 приведены графики реакции системы на ступенчатое воздействие и синусоидальный сигнал:

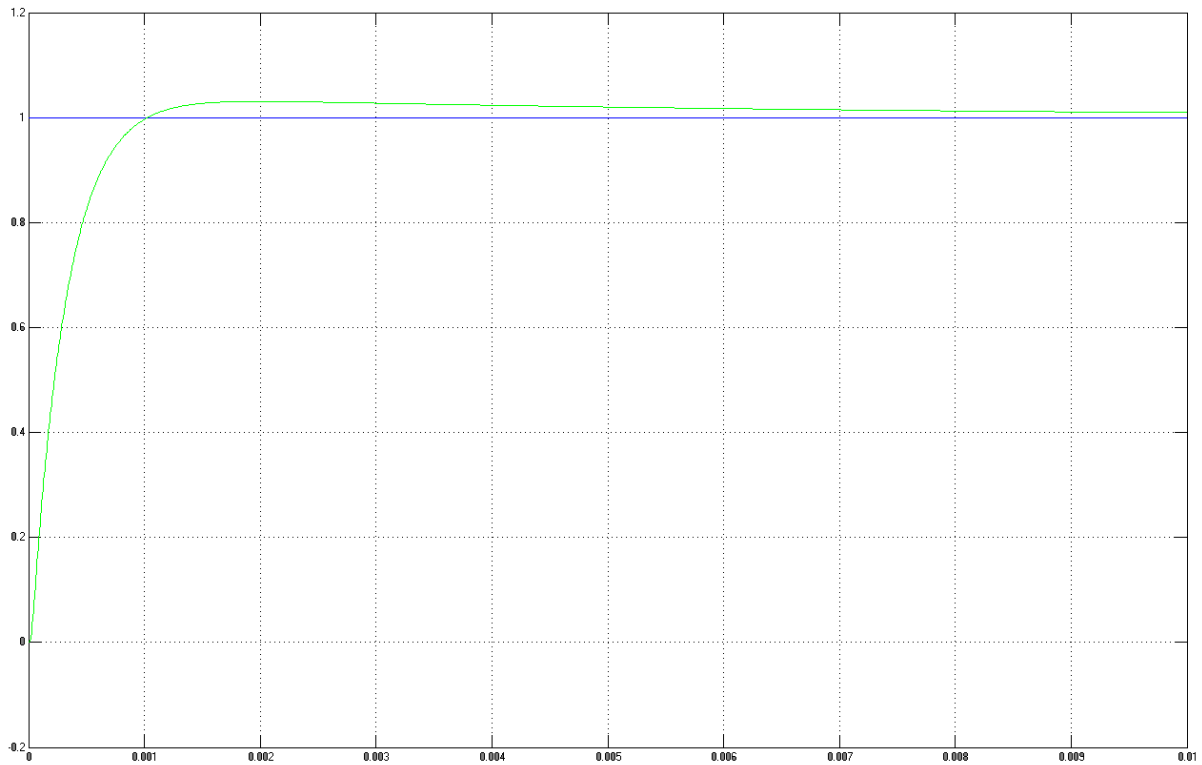


Рисунок 10. Реакция нелинейной системы на ступенчатое воздействие. $X_1 = \pm 10^{-4}$

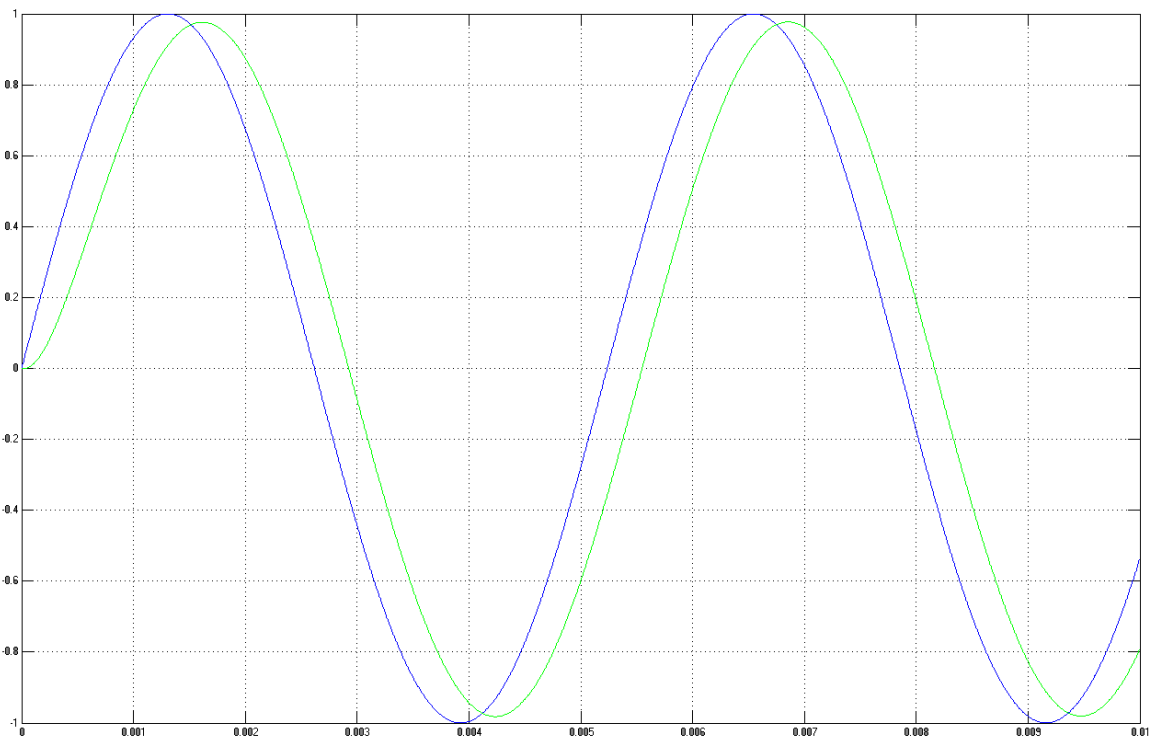


Рисунок 11. Реакция нелинейной системы на синусоидальный сигнал. $X_1 = \pm 10^{-4}$

Для $X_1 = \pm 5 \cdot 10^{-4}$ на рисунках 12 и 13 приведены графики реакции системы на ступенчатое воздействие и синусоидальный сигнал:

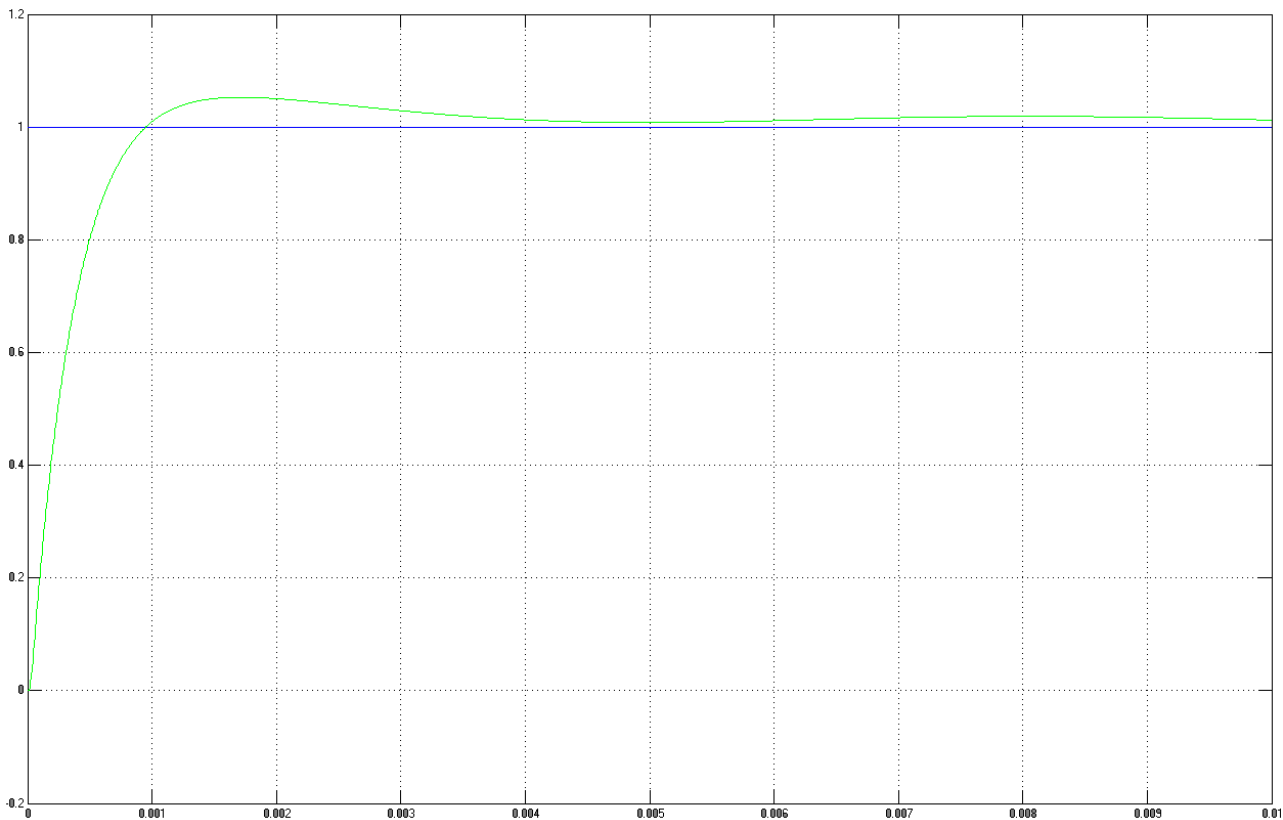


Рисунок 12. Реакция нелинейной системы на ступенчатое воздействие. $X_1 = \pm 5 \cdot 10^{-4}$

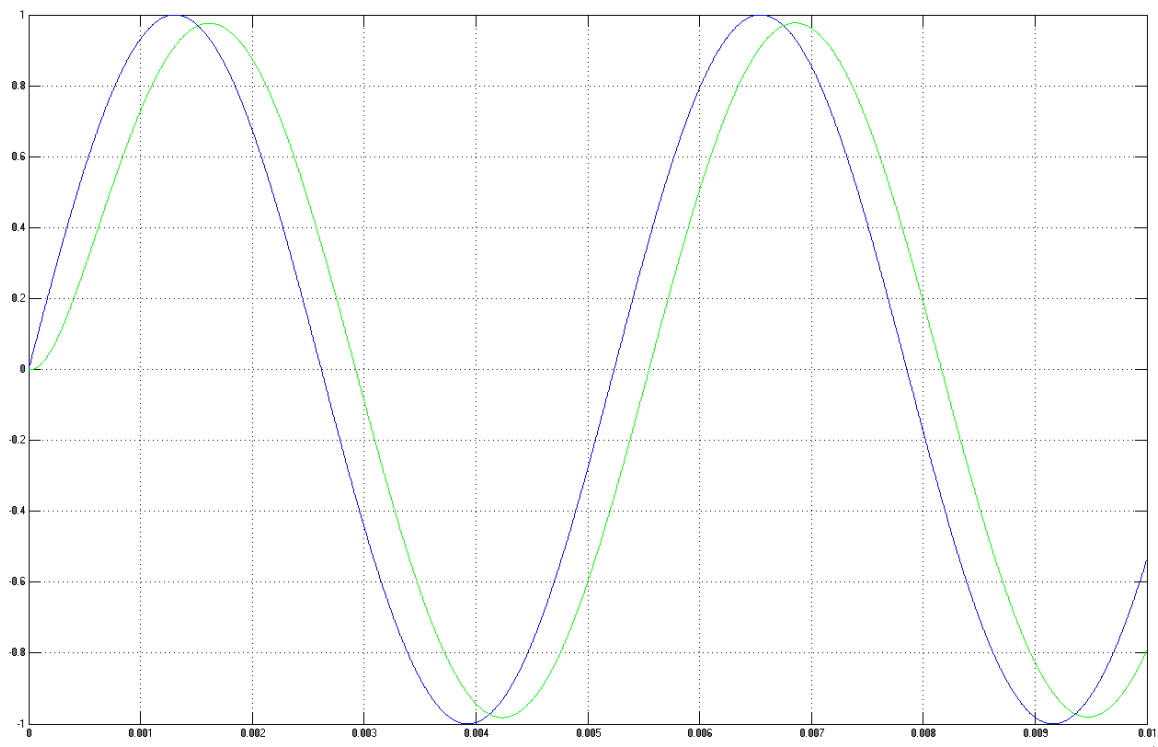


Рисунок 13. Реакция нелинейной системы на синусоидальный сигнал. $X_1 = \pm 5 \cdot 10^{-4}$

Для $X_1 = \pm 7 \cdot 10^{-4}$ на рисунках 14 и 15 приведены графики реакции системы на ступенчатое воздействие и синусоидальный сигнал:

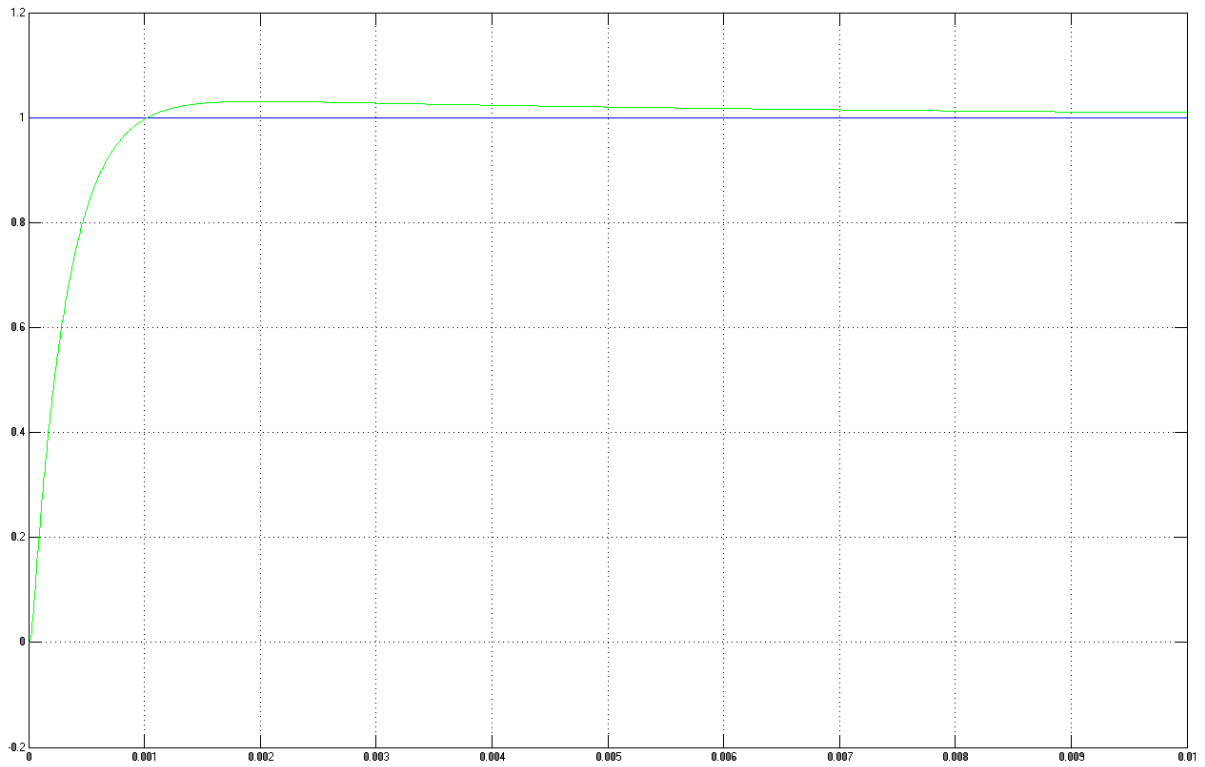


Рисунок 14. Реакция нелинейной системы на ступенчатое воздействие. $X_1 = \pm 7 \cdot 10^{-4}$

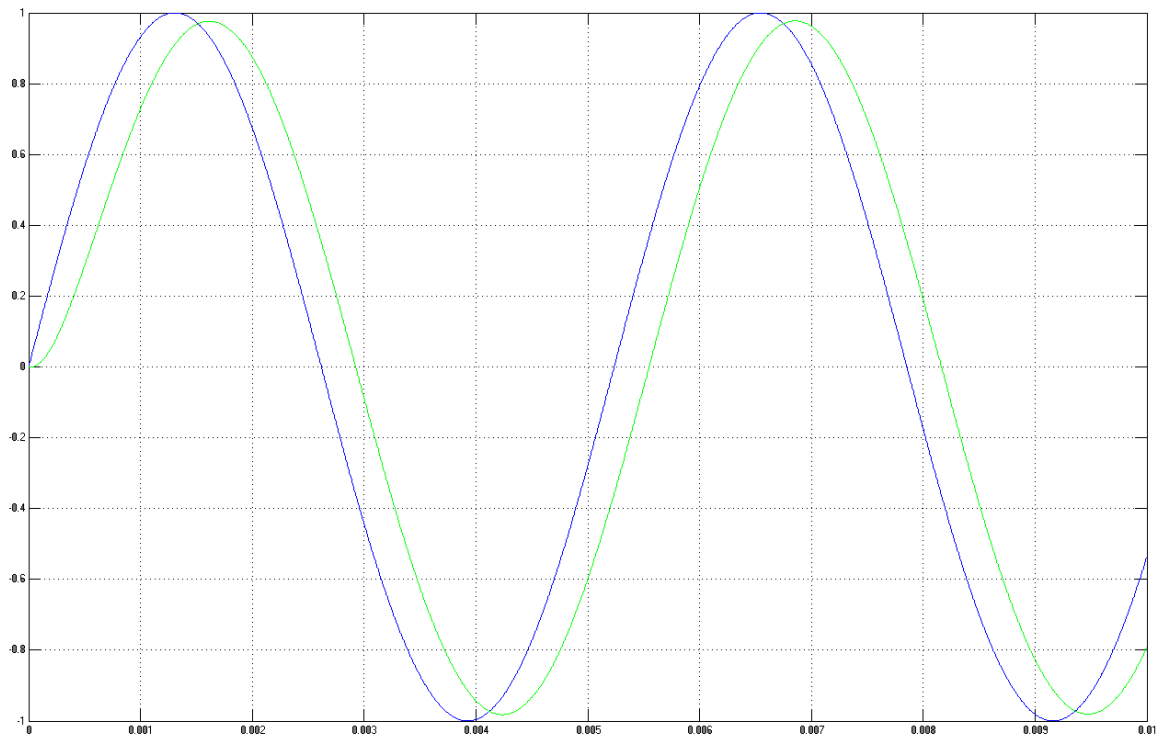


Рисунок 15. Реакция нелинейной системы на синусоидальный сигнал. $X_1 = \pm 7 \cdot 10^{-4}$

Полученные результаты соответствуют требованиям ТЗ.

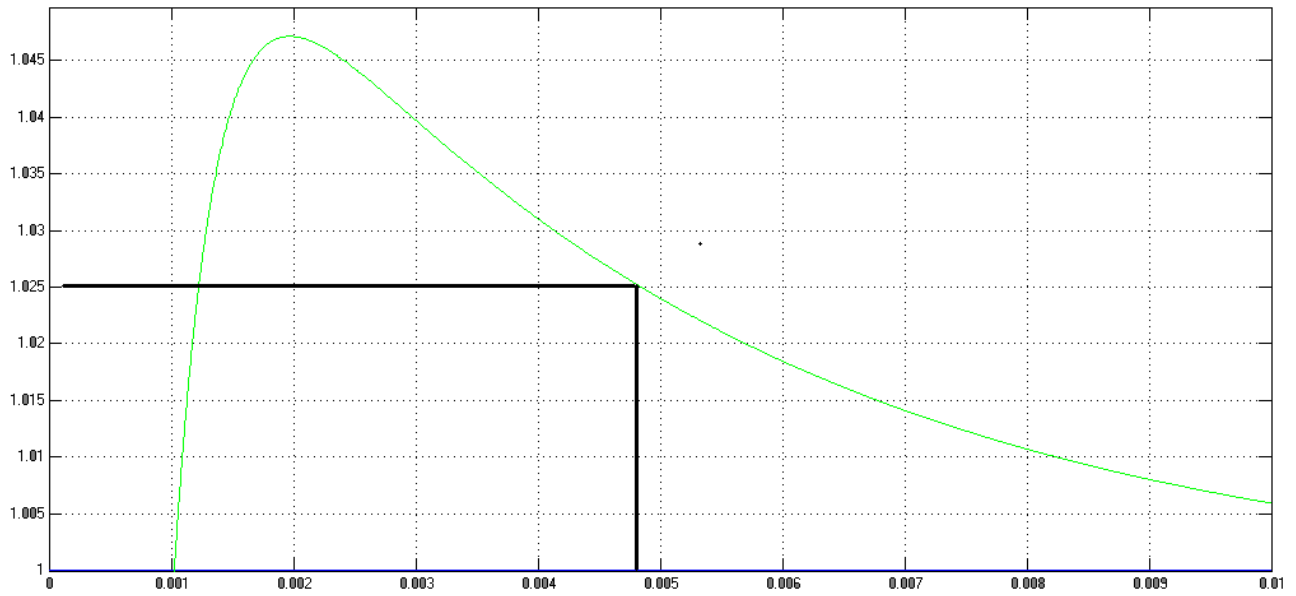


Рисунок 16 Реакция нелинейной системы на ступенчатое воздействие $X_1 = \pm 10^{-4}$

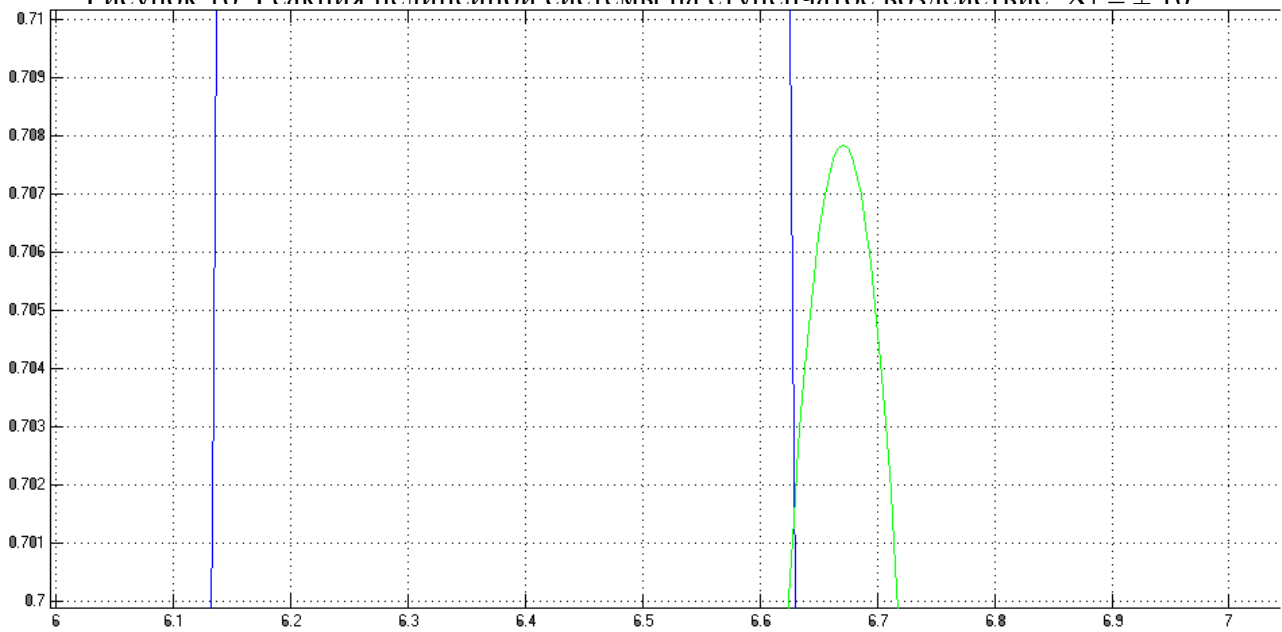


Рисунок 17. Реакция нелинейной системы на синусоидальный сигнал. $X_1 = \pm 10^{-4}$

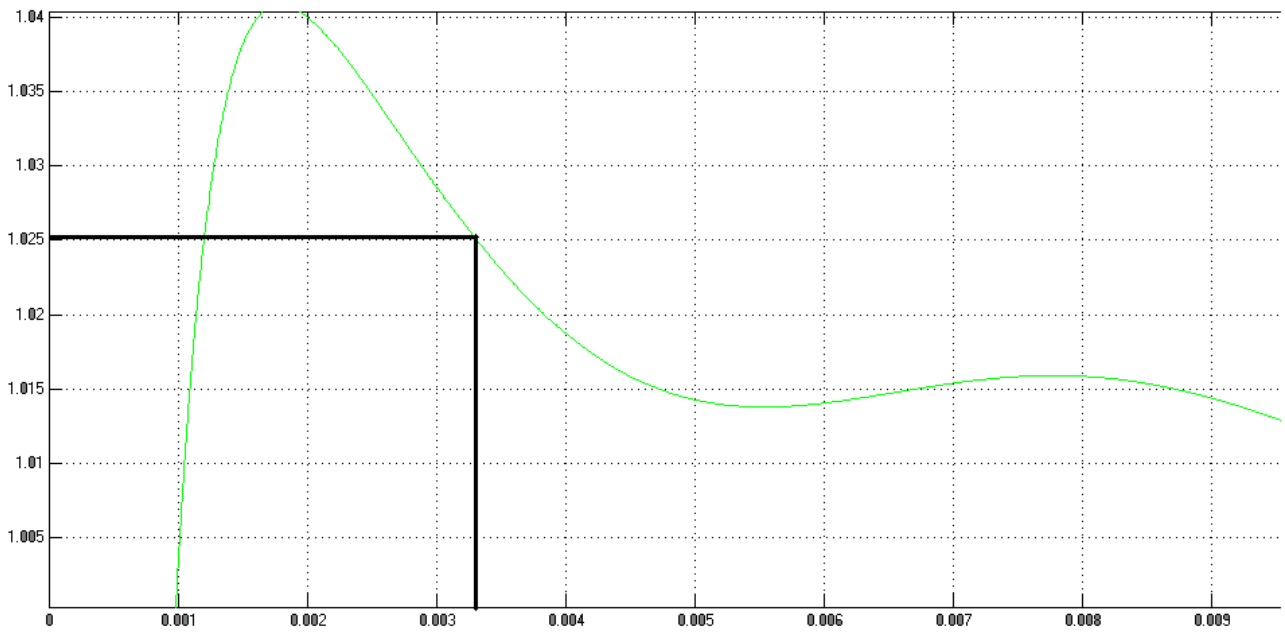


Рисунок 18 Реакция нелинейной системы на ступенчатое воздействие $X_1 = \pm 5 \cdot 10^{-4}$

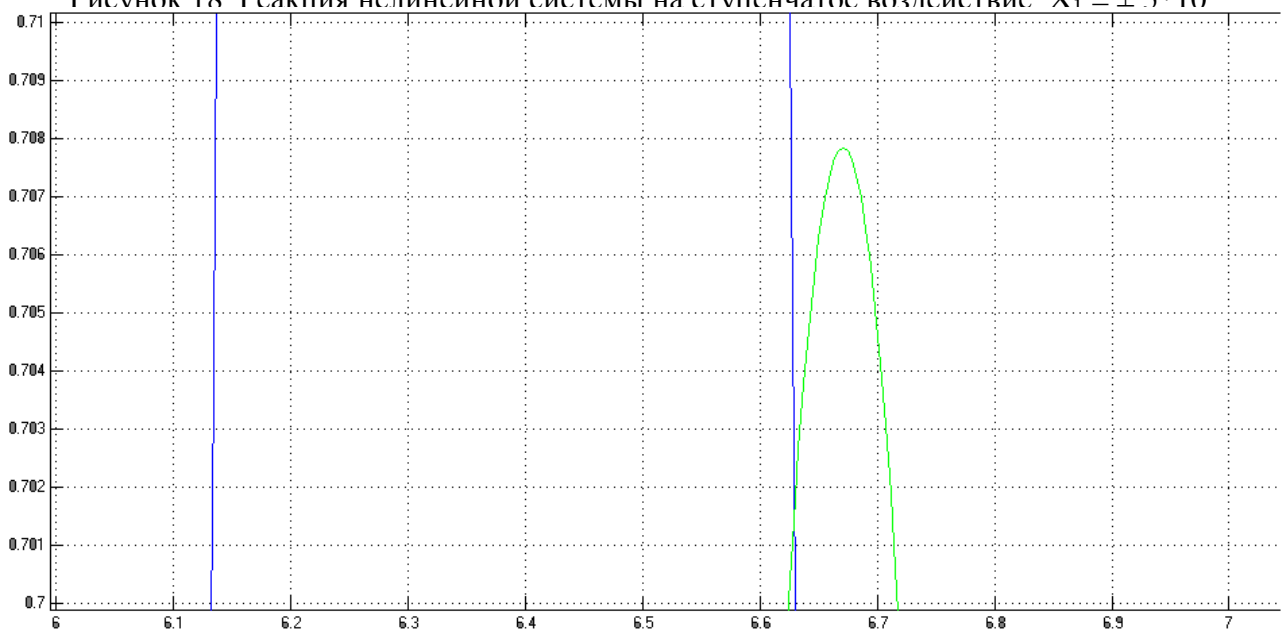


Рисунок 19. Реакция нелинейной системы на синусоидальный сигнал. $X_1 = \pm 5 \cdot 10^{-4}$

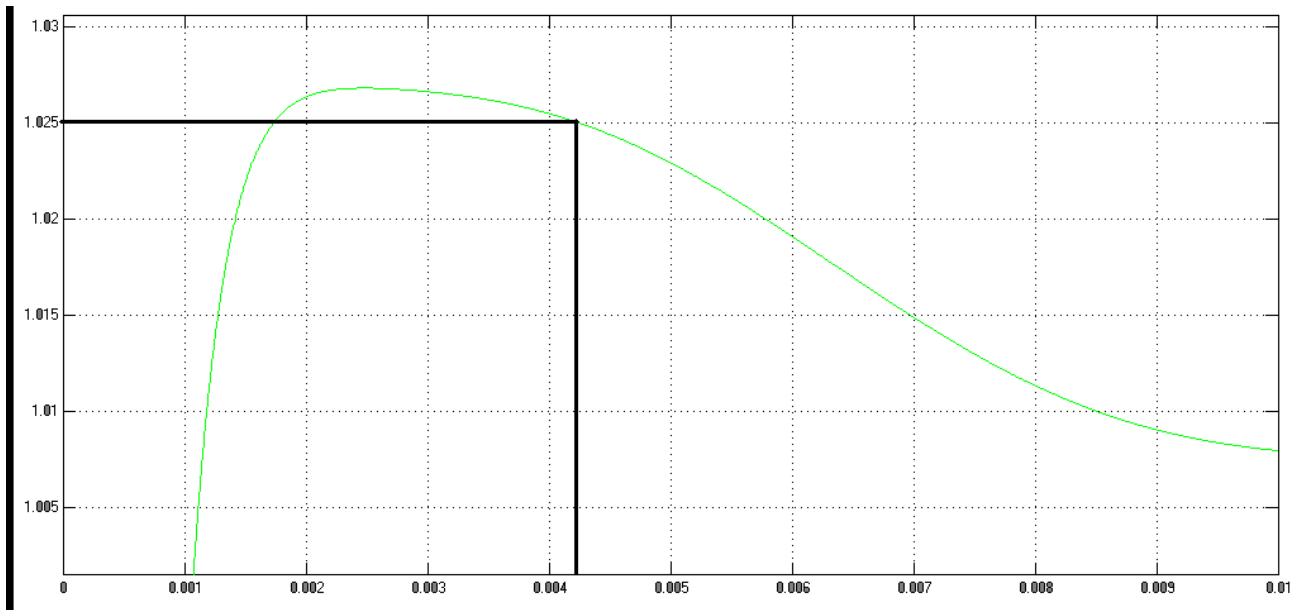


Рисунок 20. Реакция нелинейной системы на ступенчатое воздействие $X_1 = \pm 7 \cdot 10^{-4}$

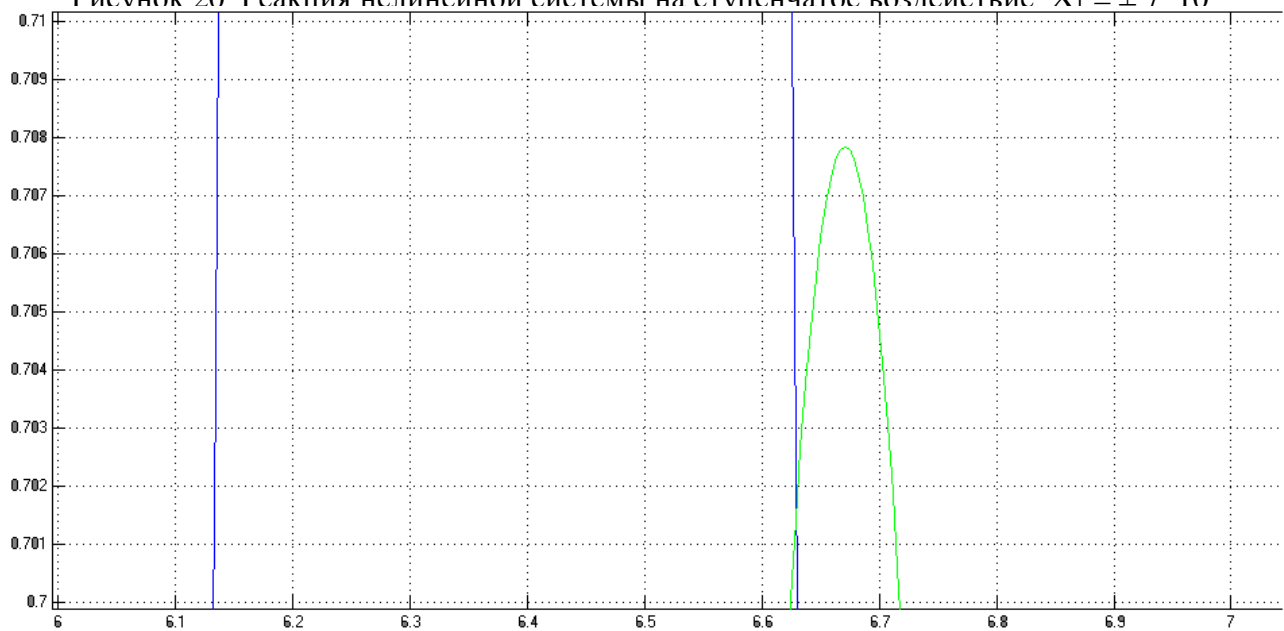


Рисунок 21. Реакция нелинейной системы на синусоидальный сигнал. $X_1 = \pm 7 \cdot 10^{-4}$

Результаты полученные в ходе синтеза ПКУ представлены в таблице 2

Значение X_1	Врем переходного процесса	Максимальная частота
$\pm 10^{-4}$	0,0049	3200 рад/с
$\pm 5 \cdot 10^{-4}$	0,032	3400 рад/с
$\pm 7 \cdot 10^{-4}$	0,0041 мс	3600 рад/с