

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра автоматизации технологических процессов и производств

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 4

Вариант 15

По дисциплине: теория автоматического управления

Тема работы: Оценка устойчивости линейных систем

Выполнил: студент гр.

(подпись)

/

Дата: 06.12.2021

Проверил:

Руководитель работы: ассистент

(подпись)

/

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2021

Цель работы: Приобретение практических навыков оценки устойчивости линейных систем при использовании частотных и алгебраических методов.

Таблица 1 – Исходные данные

Регулятор			Колебательное			Апериодическое		Интегрирующее
К	T1	T2	К	T	ξ	К	T	K15
120	0,15	0,6	1	0,008	0,72	1	0,005	1

Этапы выполнения работы:

- 1) Установил параметры звеньев согласно исходным данным
- 2) Вывел результат моделирования на рисунке 1.

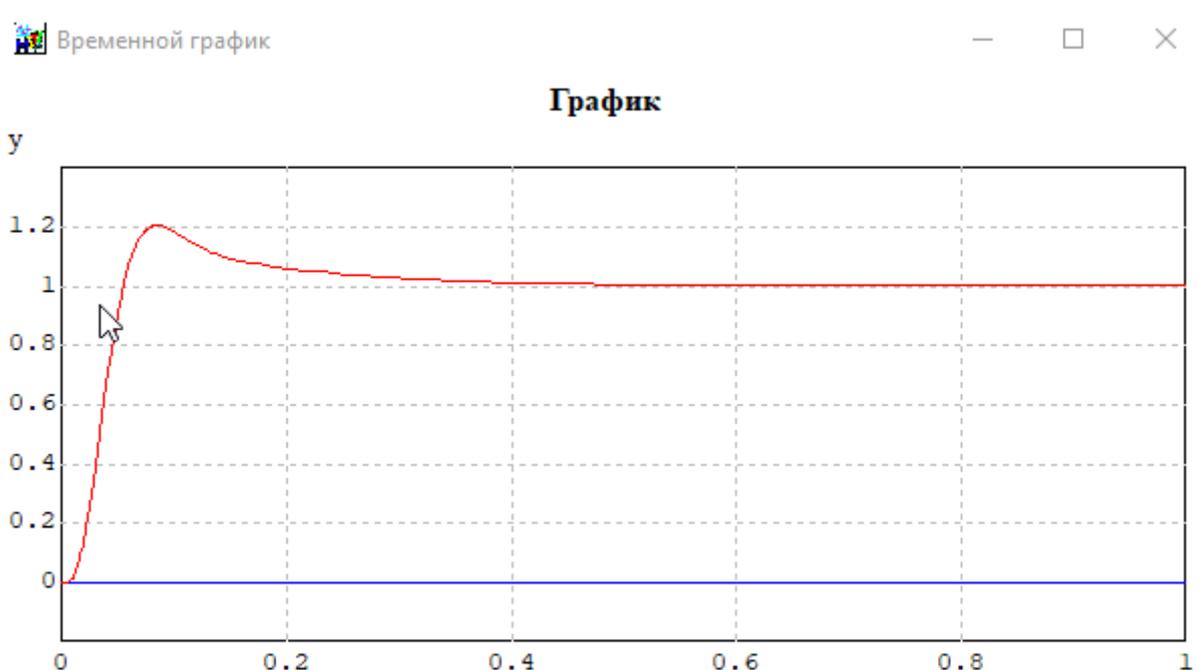


Рисунок 1 –Результат моделирования

- 3) Определил $X_{max} = 1,204117$ на рисунке 2, и рассчитал перерегулирование $\sigma = (X_{max} - X_{уст}) * 100\% = (1,204117 - 1) * 100\% = 20,41\%$

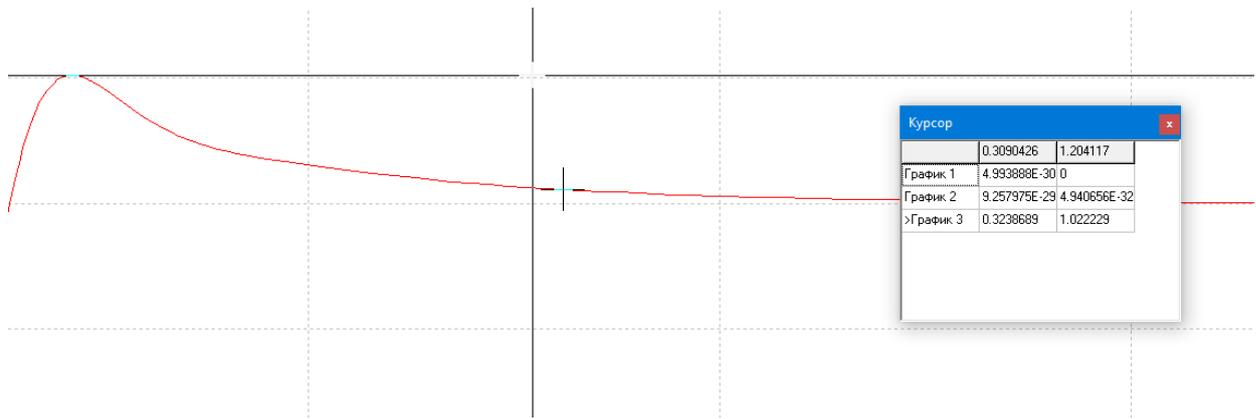


Рисунок 2 –Максимальное отклонение

Определил время переходного процесса $t_{mn}=0,382 c$ на рисунке 3

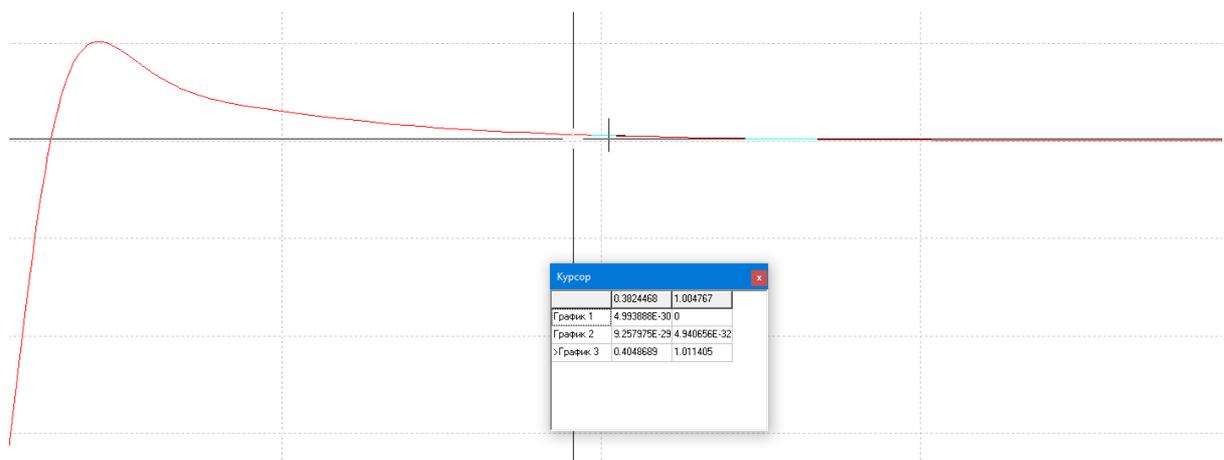


Рисунок 3 – Время переходного процесса

4) Нашел корень характеристического уравнения с максимальной действительной частью на рисунке 4.

ПОЛЮСЫ И НУЛИ		
Номер	Полюсы	Нули (Вход - Выход)
№	Re+j*Im	
1	-8.242	
2	-41.22 +42.38j	
3	-41.22 -42.38j	
4	-145.5 +23j	
5	-145.5 -23j	

Рисунок 4 – Корень характеристического уравнения

5) Для определения сдвига фазы, необходимо воспользоваться частотным анализом в МВТУ, найти точку, где для ЛАХ $L(\omega) \approx 0$, в этой точке 180 минус значение $L(\omega)$ для ФЧХ равняется сдвигу фазы, т.е. $\Delta\varphi = \varphi(\omega) - 180^\circ$.

lg(w)	ЛАХ	Сдвиг фазы
10	11.0074	-123.704
12.5893	8.51965	-122.299
15.8489	6.16875	-121.854
19.9526	3.91791	-122.669
25.1189	1.73106	-125.007
31.6228	-0.426085	-129.139
39.8107	-2.59025	-135.406
50.1187	-4.81133	-144.267
63.0957	-7.17342	-155.214

Рисунок 5 – Запас по фазе

б) Увеличивал значение коэффициента передачи регулятора до тех пор, пока система не потеряла устойчивость и заносил данные в форму 1.

Таблица 2 – Форма 1

$K_{рег}$	120	164	208	252	296	340	384
$\Delta\varphi, \circ$	51	45	35	24	34	8	8
α_{max}	-41.22 +42.38j	-28.04 +57.21j	-20.48 +65.52j	-14.88 +71.58 j	-10.35 +76.44j	-6.503 +80.55j	-3.135 +84.12j
$t_{ин}, c$	0,382	0,4	0,48	0,51	0,31	0,51	1,17
$\sigma, \%$	20,41	32	45	56	64	77	87

Таблица 3 – Продолжение формы 1

$K_{рег}$	429	429,943
$\Delta\varphi, \circ$	8	8
α_{max}	- 0.06099 +87.38j	$7.556 \cdot 10^{-5}$

$K_{рег}$	429	429,943
$t_{ин},$ с	68	–
$\sigma,$ %	96	96

На рисунке 6 система находится на границе устойчивости при коэффициенте передачи регулятора $K_{рег}=429$.

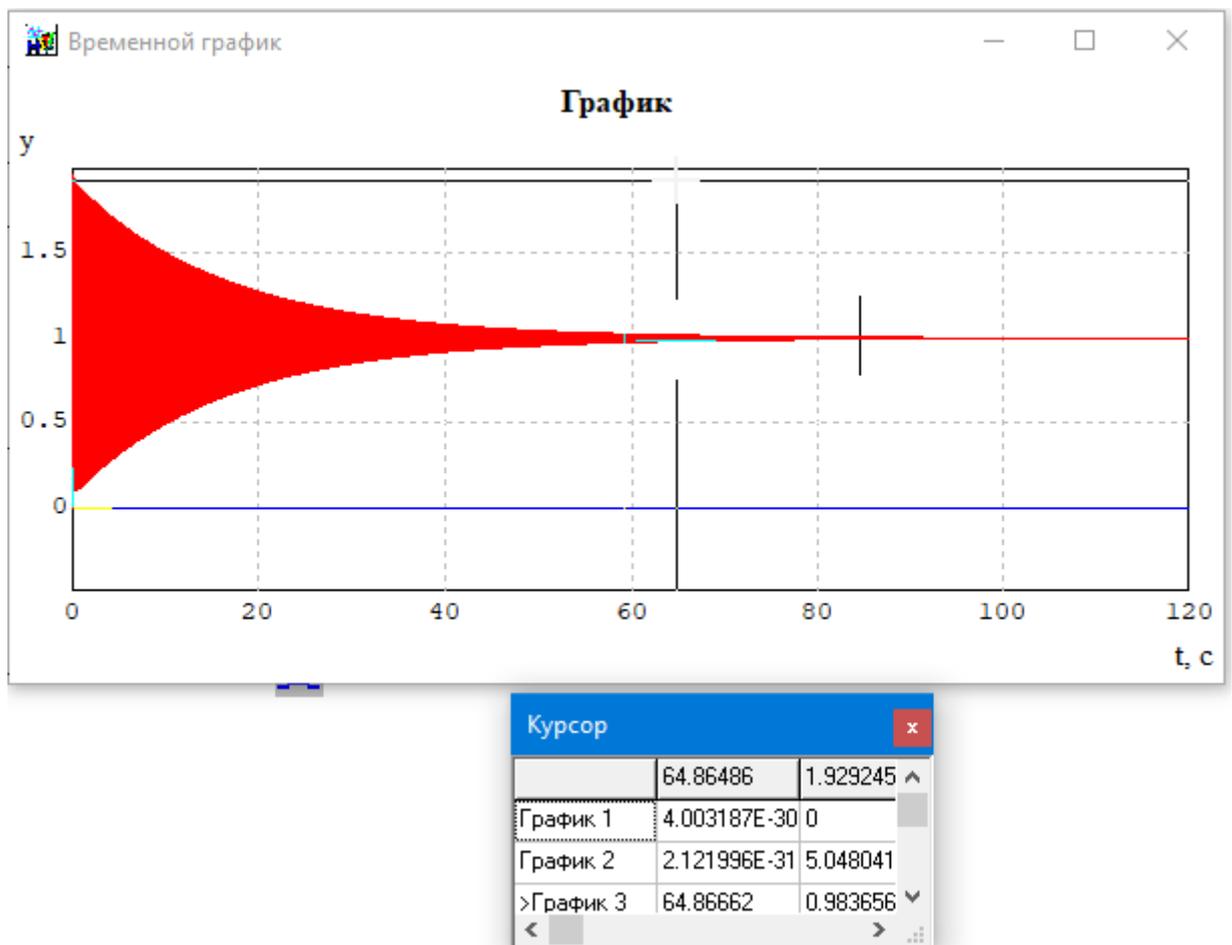


Рисунок 6 – Система на пределе устойчивости

На рисунке 7 система неустойчива

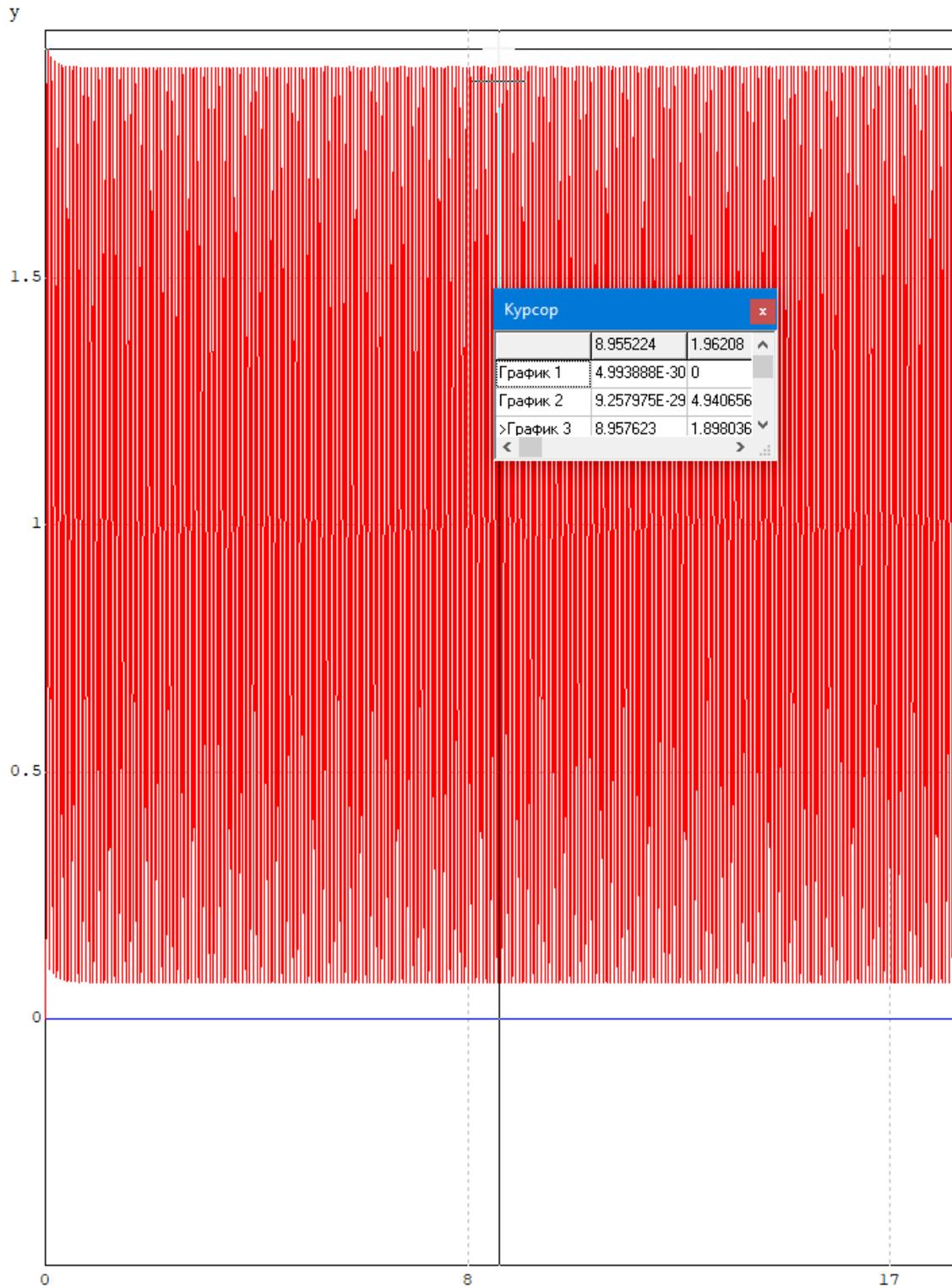


Рисунок 7 – Переходный процесс расходящийся