

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

Кафедра Систем Управления и Информатики Группа Р3340

Лабораторная работа №11
“ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА”
Вариант - 9

Выполнил _____ (подпись)
(фамилия, и.о.)

Проверил _____ (подпись)
(фамилия, и.о.)

" ____ " _____ 20 ____ г. Санкт-Петербург, 20 ____ г.

Работа выполнена с оценкой _____

Дата защиты " ____ " _____ 20 ____ г.

Цель работы: Целью работы является изучение математических моделей и исследование характеристик исполнительного устройства, построенного на основе пьезоэлектрического двигателя микроперемещений

Начальные данные: Структурная схема исполнительного устройства изображена на рисунке 1, параметры в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

C_p Н/м	m кг	K_0 Н/В	K_d Нс/м	T_u с	F_b Н	K_u U_{pm}/U_m
$1.8 \cdot 10^6$	0.01	5.2	$0.7 \cdot 10^2$	0.0002	0.9	30

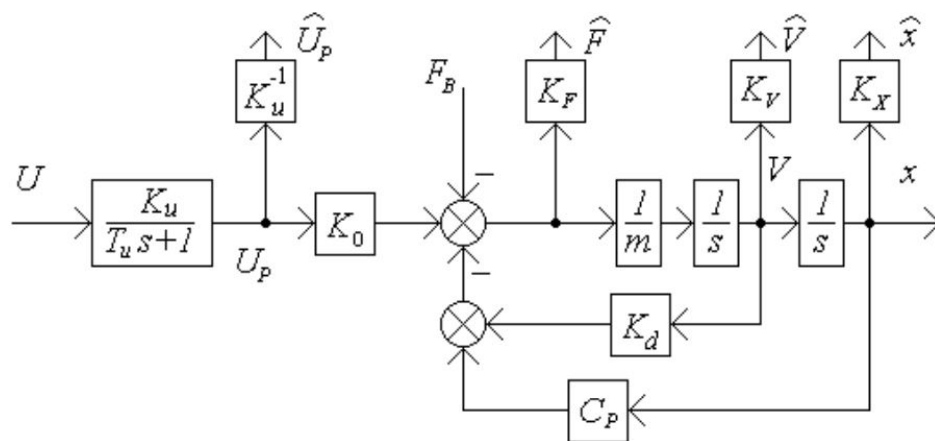


Рисунок 1 – Структурная схема системы

Для соответствия выходного сигнала уровню 10, необходимо его домножить на коэффициент, рассчитанные коэффициенты:

$$K_u = 0.033$$

$$K_f = 0.033$$

$$K_v = 2.73$$

$$K_x = 11494$$

1 Исследование исполнительного устройства

На рисунке 2 изображена схема моделирования устройства. На рисунке 3 - графики переходных процессов при нулевом внешнем воздействии.

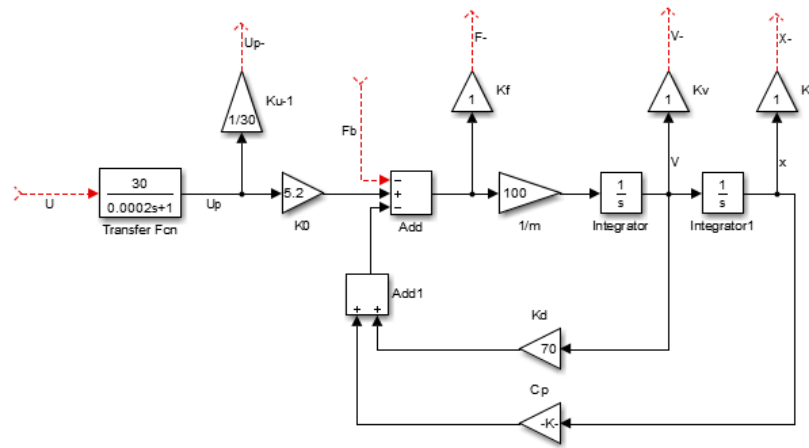


Рисунок 2 – Схема моделирования устройства

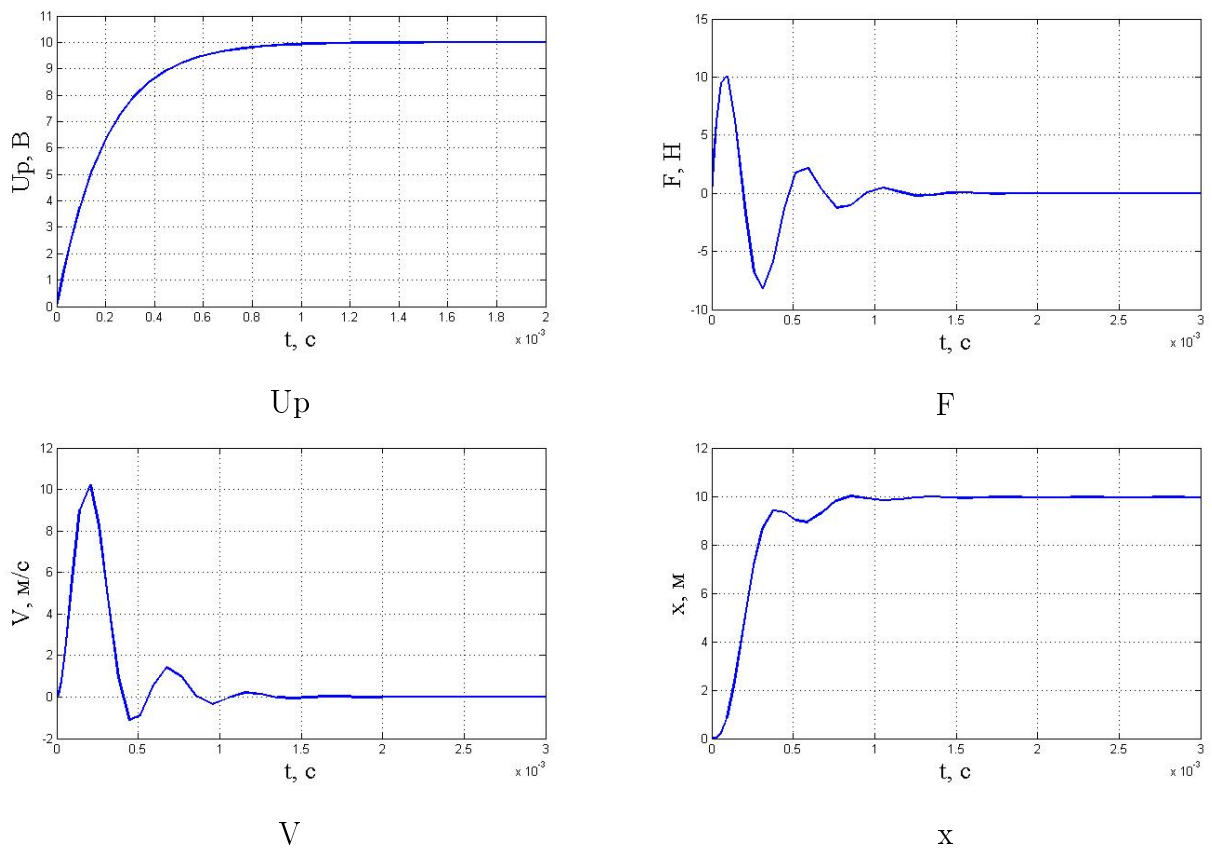


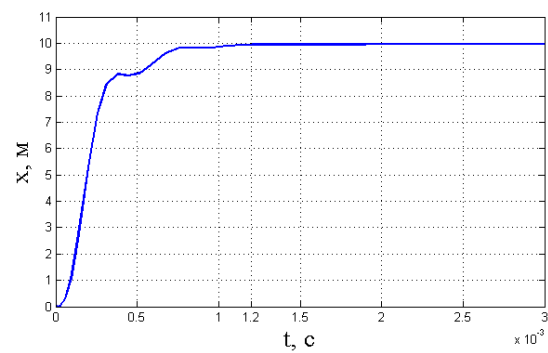
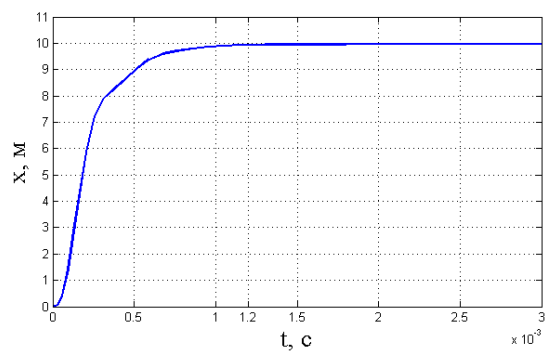
Рисунок 3 – Графики переходных процессов при $F_b=0$ Н, $U=10$ В

2 Исследование влияния массы нагрузки m на вид переходных процессов

В таблице 2 приведена зависимость характеристик системы от массы нагрузки.

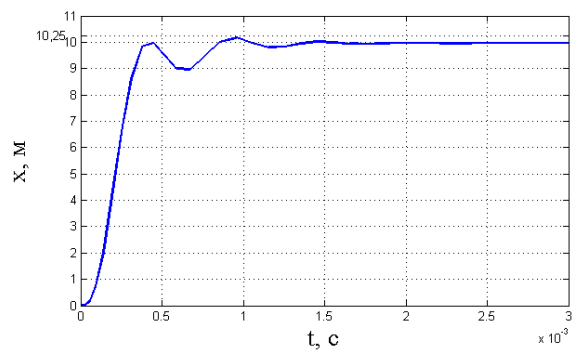
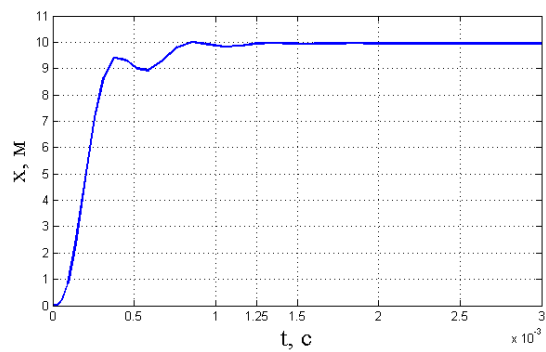
Таблица 2 – Характеристики системы при различной массе нагрузки

m , кг	0.005	0.0075	0.01	0.0125	0.015
$t_{п}$,мс	1.2	1.2	1.25	1.5	1.7
σ , %	0	0	1	2	3
$x, 10^{-3}$	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87



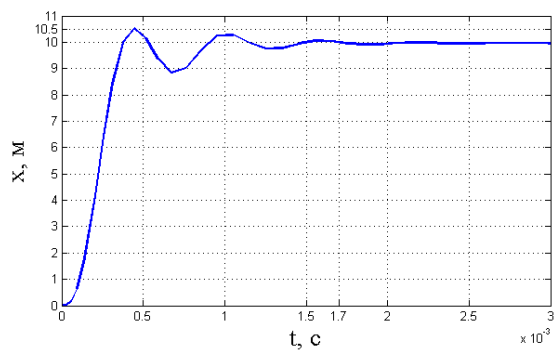
$m=0.005\text{кг}$

$m=0.0075\text{кг}$



$m=0.01\text{кг}$

$m=0.0125\text{кг}$



$m=0.015\text{кг}$

Рисунок 4 – Графики переходных процессов при изменении массы

3 Исследование влияния постоянной времени на вид переходных процессов

Передаточная функция системы:

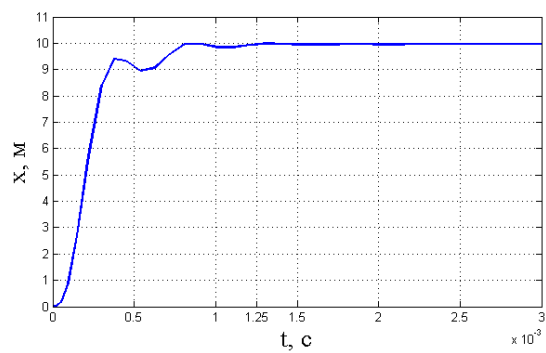
$$W(s) = \frac{K_U K_0}{T_U m s^3 + (m + K_d T_U) s^2 + (K_d + C_p T_U) s + C_p} \quad (1)$$

В таблице 3 приведена зависимость характеристик системы от постоянной времени и рассчитанные корни передаточной функции(1).

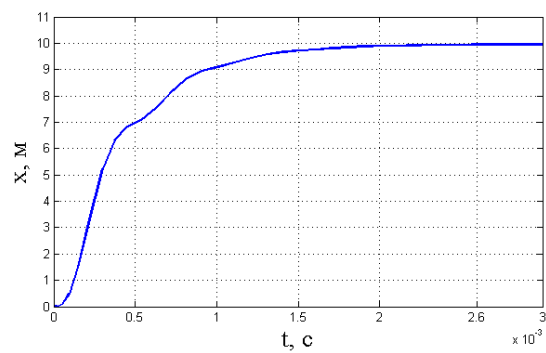
Таблица 3 – Характеристики системы при различной массе нагрузки

$T_U, \text{мс}$	0.2	0.4	0.8	1.2
$t_n, \text{мс}$	1.25	2	4	7.6
$\sigma, \%$	0	0	0	0
$x, 10^{-3} \text{ м}$	0.87	0.87	0.87	0.87
$s_1, 10^{-3}$	-5	-2,5	-1,25	-0,833
$s_2, 10^{-3}$	-3.5-12.95i	-3.5-12.95i	-3.5-12.95i	-3.5-12.95i
$s_3, 10^{-3}$	-3.5+12.95i	-3.5+12.95i	-3.5+12.95i	-3.5+12.95i

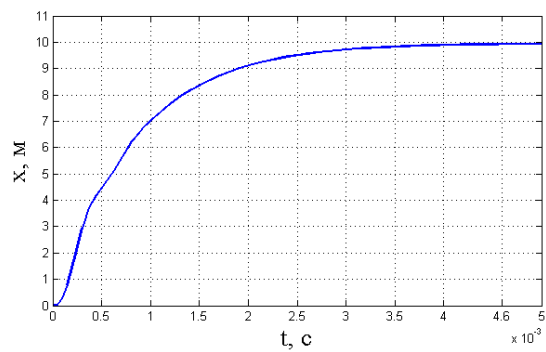
На рисунке 5 приведены графики переходных процессов системы при изменении постоянной времени.



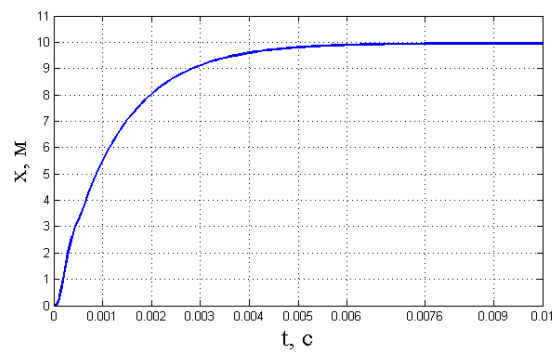
$T_u=0.2\text{мс}$



$T_u=0.4\text{мс}$



$T_u=0.8\text{мс}$

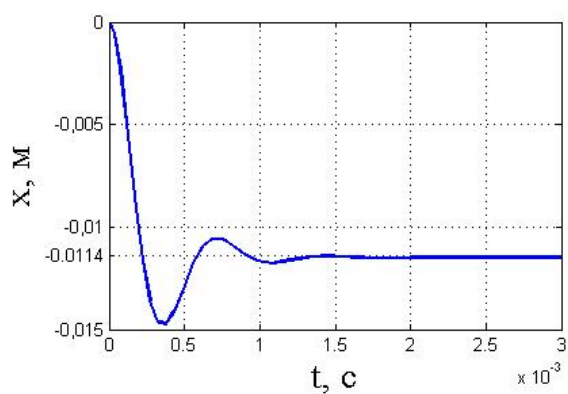


$T_u=1.2\text{мс}$

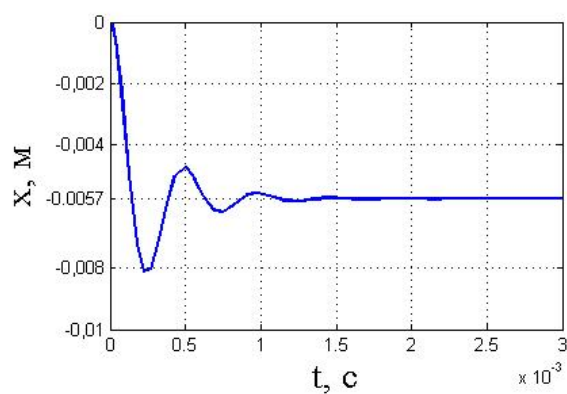
Рисунок 5 – Графики переходных процессов при изменении T_u

4 Изучение влияния коэффициента упругости C_p на вид переходных процессов

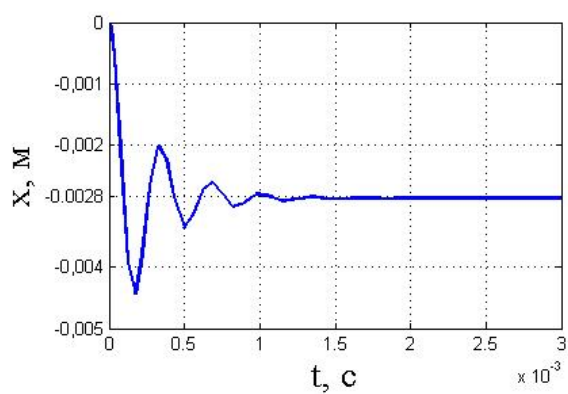
На рисунке 6, 7 приведены графики зависимости переходных процессов по положению и скорости от коэффициента упругости.



х при $0.5C_p$

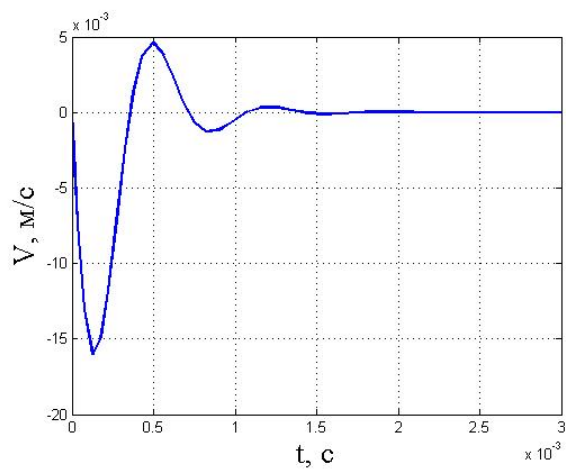


х при C_p

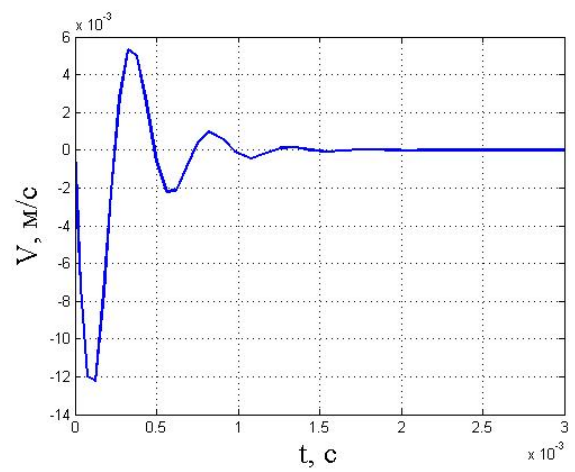


х при $2C_p$

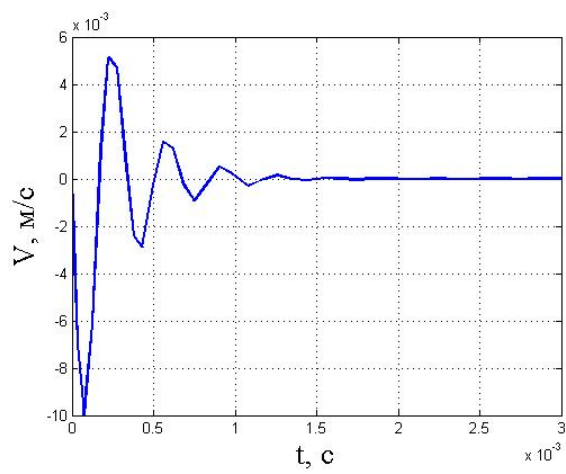
Рисунок 6 – Графики переходных процессов положения при изменении C_p



V при 0.5Cr



V при Cr



V при 2Cr

Рисунок 7 – Графики переходных процессов скорости при изменении Cr

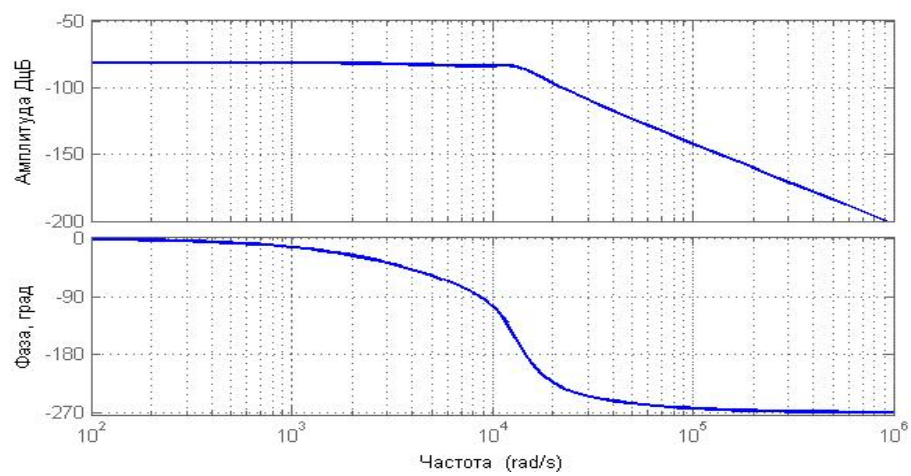


Рисунок 8 – ЛАЧХ системы

Вывод

В лабораторной работе было исследованно пьезоэлектрическое исполнительное устройство. При исследовании влияния массы нагрузки на вид переходных процессов было выявлено, что при ее увеличении, увеличиваются колебания в системе и время переходного процесса.

При исследовании влияния постоянной времени, было выявлено, что при ее увеличении, увеличивается время переходного процесса, но при этом уменьшается перерегулирование.

Так же, при увеличении коэффициента упругости, увеличивается колебательность системы без изменения времени переходного процесса.