МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Н.Э. Баумана

1. Утверждаю:
2. Пролетарский А.В.
3. «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011 г.
4. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Домашнее задание

по курсу

"Управление сложными системами"

Расчет линейной стационарной следящей системы управления угловым положением объекта.

1. Исполнитель:
2. Студент группы ИУ5-69
3. Молчанов Эдман
4. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_
5. «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2011 г.

Москва 2011 г.

***1. Условие домашнего задания***

***Пояснения***

Дана линейная следящая САР для дистанционного управления угловым положением объекта (обеспечивает синхронное и синфазное вращение двух валов механически собой не связанных). Задающее устройство (вал) связано по угловому положению с выходом (валом) объекта датчиками углового положения, реализующими обратную связь. В результате сравнения напряжений на выходах датчиков вырабатывается сигнал ошибки, который усиливается с помощью двухкаскадного УПТ (усилитель постоянного тока). Далее сигнал поступает на якорную обмотку постоянного тока с независимым возбуждением. Двигатель через редуктор связан с объектом.

***Задание к расчету***

*Часть 1*

1. Составить передаточные функции элементов. Найти передаточные функции разомкнутой САР, замкнутой, по ошибке.
2. Построить логарифмические амплитудно-фазовые характеристики (ЛАФЧХ) разомкнутой САР.
3. Определить устойчивость исходной САР (замкнутой) по критериям Рауса-Гурвица, Михайлова, по ЛАФЧХ разомкнутой САР.

*Часть 2*

4. Спроектировать последовательное корректирующее устройство, обеспечивающее следующие качественно-точностные показатели работы САР:

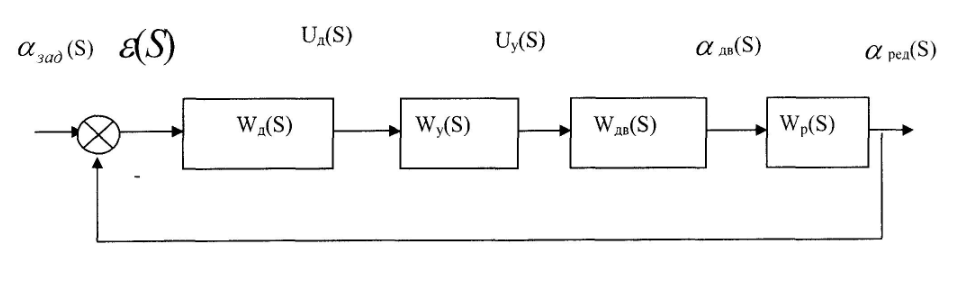
а) перерегулирование *δ ≤ δ макс* [%];

б) время переходного процесса Тпп< Тмакс [сек];

в) установившаяся ошибка по скорости *ε < ε макс* при заданной скорости вращения задающего вала 10 град/сек.

5. Построить переходные процессы для исходной САР и САР с коррекцией. Сделать выводы по удовлетворению предъявляемым требованиям.

***Структурная схема***



***Уравнения функционирования***

1. Датчики с устройством сравнения
2. Предварительный усилитель и усилитель мощности
3. Двигатель постоянного тока
4. Редуктор

***Параметры устройств и требования к качеству переходного процесса***

*Вариант 13*

*Таблица 1. Параметры устройств*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *№ варианта* | *Кд* | *Ку* | *Кдв* | *i* | *Ту* | *Тдв* |
| 13 (1) | 0.5 | 360 | 3 | 100 | 0.02 | 0.02 |

*Таблица 2. Требования к качеству переходного процесса*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *№ варианта* | *δмакс, %* | *Тмакс, с* | *εмакс, град* |
| 13 (1) | 25 | 0.6 | 0.1 |

***2. Решение***

***1. Составить передаточные функции элементов. Найти передаточные функции разомкнутой САР, замкнутой, по ошибке.***

* 1. *Передаточные функции элементов*

*1.1.1. Датчик*



*Применим преобразование Лапласа:*

*1.1.2. Усилитель*



*Применим преобразование Лапласа:*

*1.1.3. Двигатель*



*Применим преобразование Лапласа:*

*1.1.4. Редуктор*



*Применим преобразование Лапласа:*

* 1. *Передаточные функции САР*

*1.2.1. Передаточная функция разомкнутой САР*

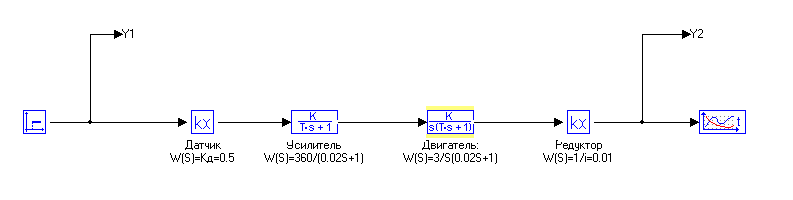
*1.2.2. Передаточная функция замкнутой САР*

*1.2.3. Передаточная функция замкнутой по ошибке САР*

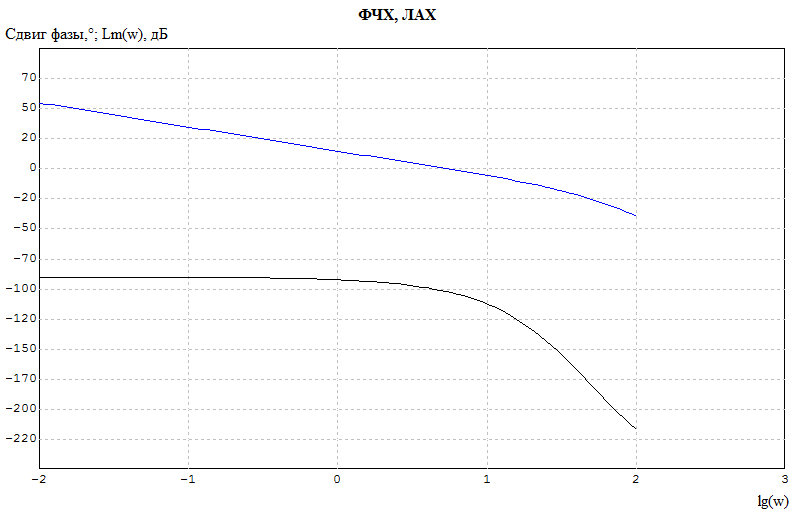
1. ***Построить логарифмические амплитудно-фазовые характеристики (ЛАФЧХ) разомкнутой САР***

Сопрягающие частоты определяют по формуле:

Построим ЛАФЧХ :



Произведем частотный анализ. Результат показан на Рис.1

 *Рис. 1. ЛАФЧХ разомкнутой САР.*

***3. Определить устойчивость исходной САР (замкнутой) по критериям Рауса-Гурвица, Михайлова, по ЛАФЧХ разомкнутой САР***

*3.1. Устойчивость исходной САР (замкнутой) по критерию Рауса-Гурвица*

*A0=0.0004*

*A1=0.04*

*A2=1*

*A3=5.4*

*Матрица Гурвица:*

*Δ1=0,04>0*

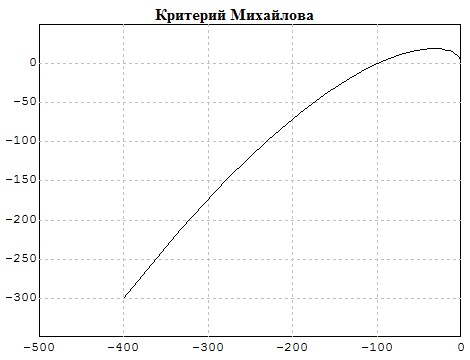
*Δ2=0.04\*1-5.4\*0.0004=0.03784>0*

*Δ3=5.4\*5.4\*0.03784≈0.2>0*

*Вывод: так как все n=3 диагональных миноров матрицы Гурвица являются положительнымми, то исходная (замкнутая) САР является устойчивой.*

*3.2. Устойчивость исходной САР (замкнутой) по критерию Михайлова*

*Построим кривую Михайлова (рис. 2).*



*Рис. 2. Кривая Михайлова.*

*Вывод: так как кривая Михайлова (годограф) проходит последовательно n=3 квадрантов против часовой стрелки, то, следовательно, исходная (замкнутая) САР является устойчивой.*

*3.3. Устойчивость исходной САР (замкнутой) по ЛАФЧХ разомкнутой САР*

*Вывод: так как фаза на частоте среза ωс ЛАФЧХ разомкнутой САР (см. рис. 1) больше -π, то исходная (замкнутая) САР является устойчивой.*

***4. Спроектировать последовательное корректирующее устройство, обеспечивающее следующие качественно-точностные показатели работы САР:***

***а) перерегулирование δ ≤ δ макс [%];***

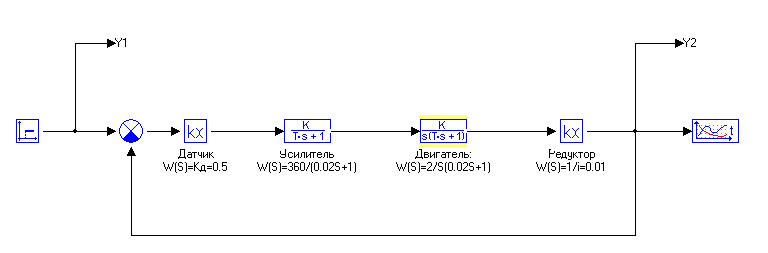
***б) время переходного процесса Тпп< Тмакс [сек];***

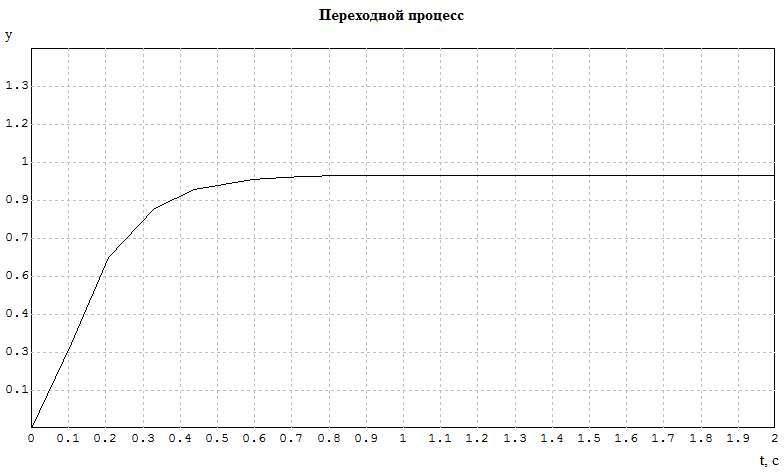
***в) установившаяся ошибка по скорости ε < ε макс при заданной скорости вращения задающего вала 10 град/сек.***

*Таблица 2. Требования к качеству переходного процесса*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *№ варианта* | *δмакс, %* | *Тмакс, с* | *εмакс, град* |
| 13 (1) | 25 | 0.6 | 0.1 |

Расчет параметров к.у. будем производить на основе компьютерного моделирования. Построим следующую схему.

******



Как видно из графика переходного процесса исходная САР не удовлетворяет заданным качественно-точностным показателям.

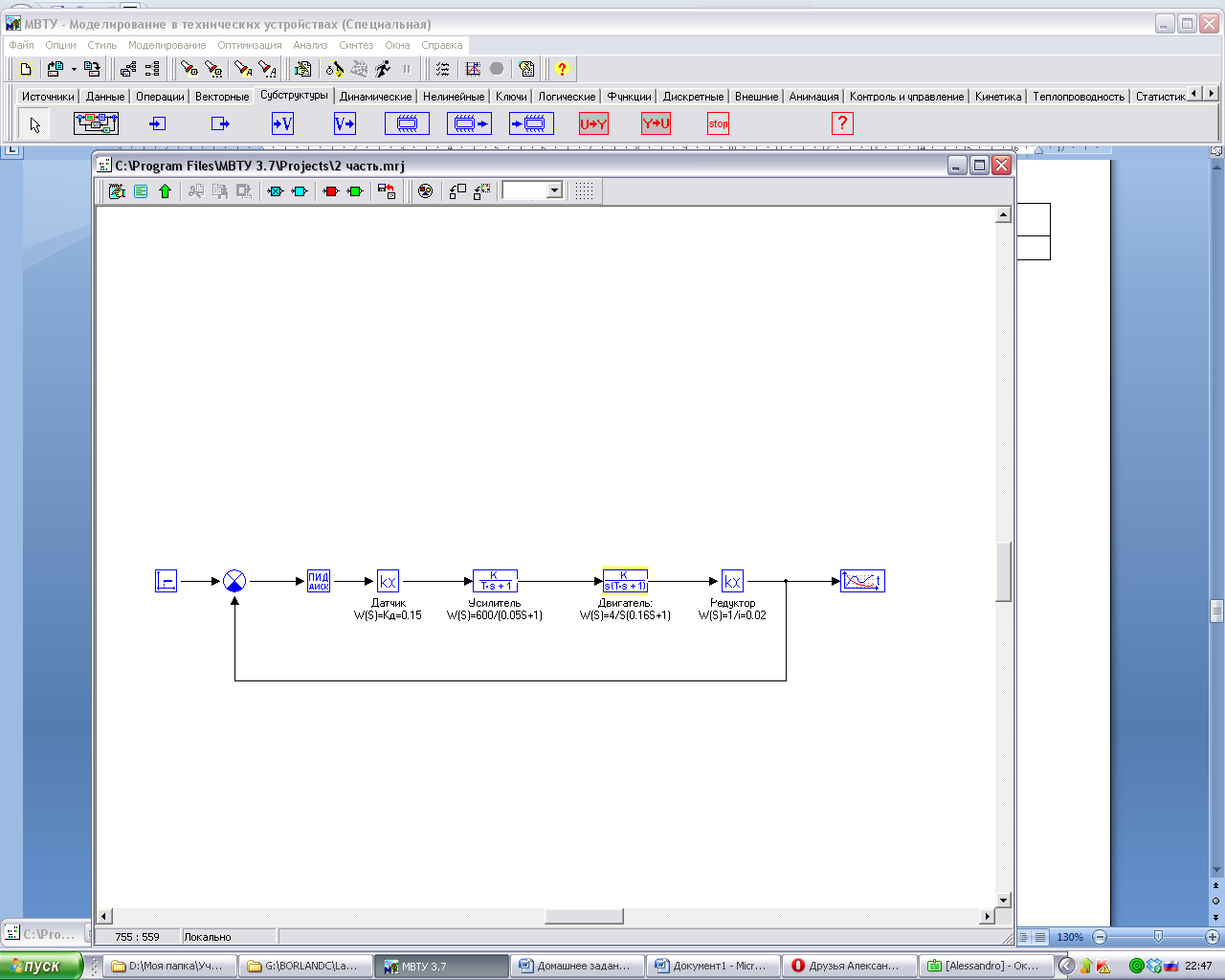
Для улучшения показателей введем в систему ПИД регулятор.

Рассчитаем требуемый коэффициент усиления:

Так как , то есть степень астатизма системы должна быть равна

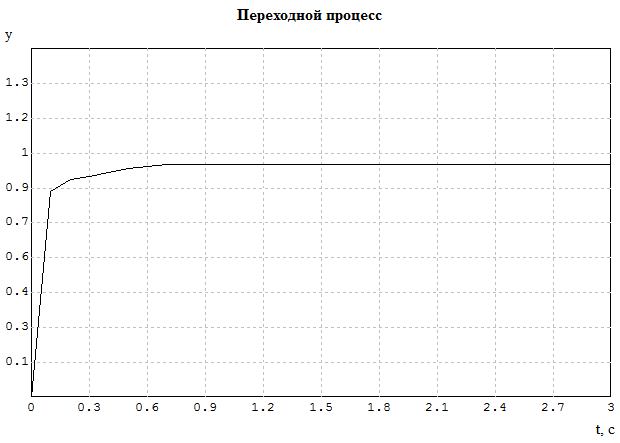
Так как существует , следовательно, требуемый порядок астатизма достигнут. Таким образом, для придания системе заданных свойств, требуется ПД-регулятор.

Таким образом, получим следующую схему:



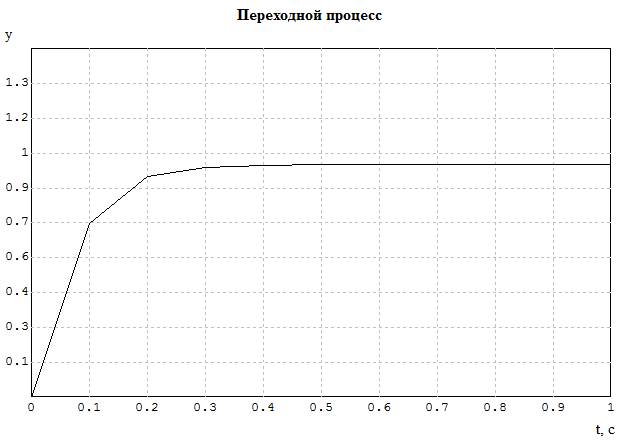
Так как , получаем следующий вариант КУ:

Введем данный коэффициент () в модель системы, а так же примем равную 0 интегральную составляющую. При моделировании получим следующий переходной процесс:



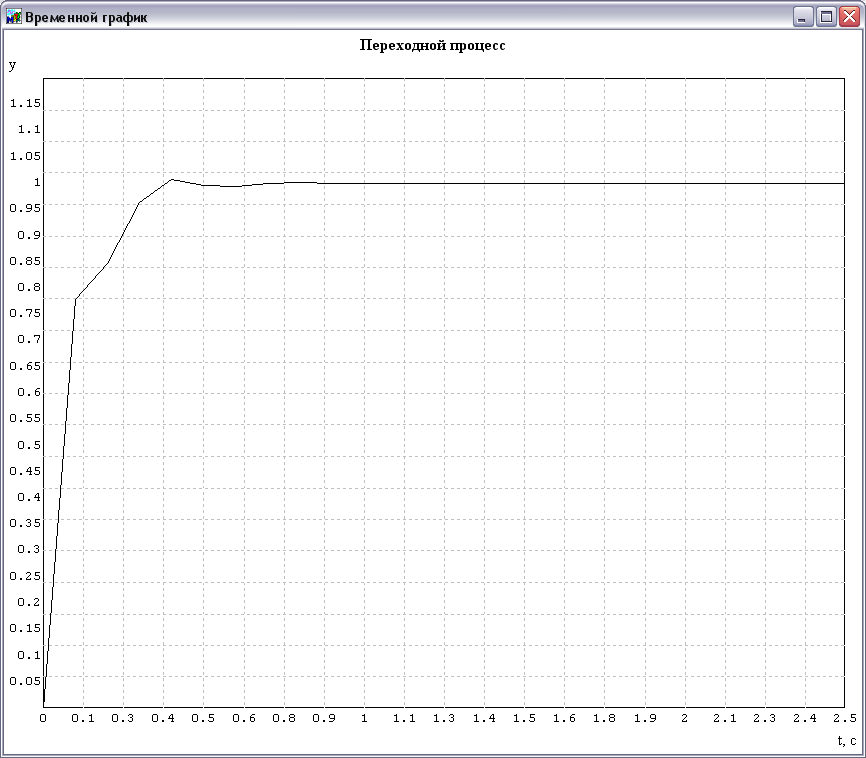
Из графика видно, что система потеряла свою устойчивость. Следовательно, требуется ввести производную от ошибки.

Положим дифференциальную составляющую равную 3 и проведем моделирование.



Из графика переходного процесса видно, что Тпп > 0.1 секунды, что не обеспечивает качественно-точностные показатели САР.

Примем дифференциальную составляющую равной 5 и вновь проведем моделирование.



Произведем проверку на предмет удовлетворения качественно-точностоных показателей САР.

а) Перерегулирование

б) Время переходного процесса

Примем Δ=4%. Тогда в момент времени *t=0.1* секунды значение функции не должно быть меньше:

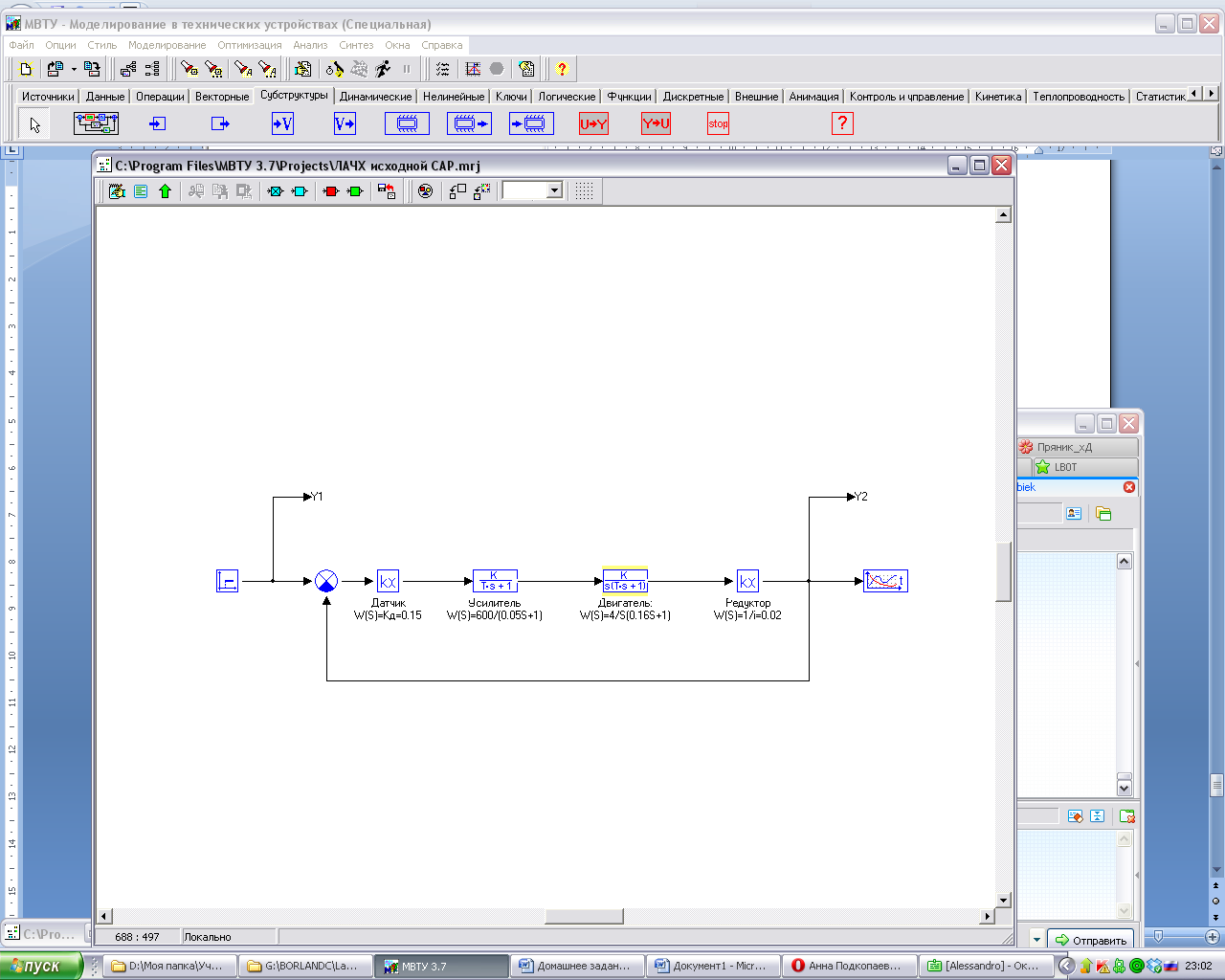
, ,

Из графика видно, что данное условие полностью выполняются. Следовательно, полученная САР полностью удовлетворяет предъявленным требованиям.

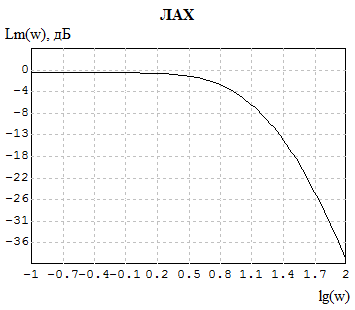
***5. Построить ЛАЧХ для исходной САР и САР с коррекцией.***

***Сделать выводы по удовлетворению предъявляемым требованиям***

Построим ЛАЧХ для исходной САР. Для этого необходимо построить следующую схему:

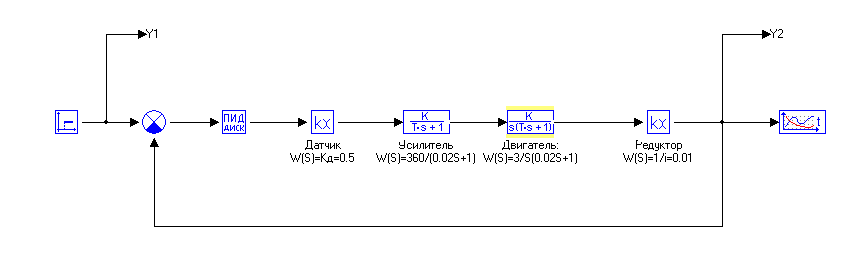


В результате имеем следующую ЛАЧХ для исходной САР:



*Рис. 3. ЛАЧХ исходной САР*

Построим ЛАЧХ для исходной САР с коррекцией. Для этого необходимо построить следующую схему:

******

***Вывод***

Данная система полностью удовлетворяет заданным требованиям.