САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ, МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА

КАФЕДРА «МЕХАТРОНИКА И РОБОТОСТРОЕНИЕ»

**Курсовой проект**

**«Исследование рычажного механизма»**

Работу выполнил студент группы 33328/1:  
Власенко В.М.

Работу проверила:  
Семенова Н.С.

Санкт-Петербург

2018г.

Оглавление

[Введение 3](#_Toc517394303)

[Структурный анализ 4](#_Toc517394304)

[Геометрический анализ 4](#_Toc517394305)

[Кинетостатический расчет 7](#_Toc517394306)

[Силовой расчет крайней структурной группы 10](#_Toc517394307)

[Выбор двигателя 13](#_Toc517394308)

[Динамические характеристики двигателя 15](#_Toc517394309)

[Динамические ошибки 15](#_Toc517394310)

[Управляемая машина 19](#_Toc517394311)

[Заключение 22](#_Toc517394312)

[Список литературы 23](#_Toc517394313)

# Введение

Объектом исследования является кривошипно-ползунный механизм. В курсовом проекте исследованию подлежит рычажный механизм, который служит для преобразования вращательного движения кривошипа в возвратно-поступательное движение ползуна.

В работе проводятся:

- Структурный анализ механизма

- Геометрический анализ механизма

- Кинематический анализ механизма

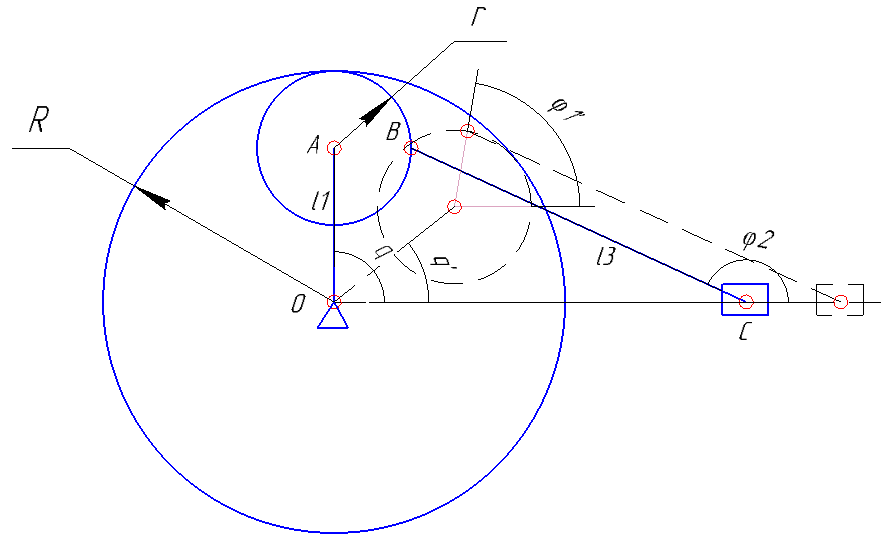
- Кинетостатическое исследование механизма

- Исследование динамики механизма с подключённым двигателем (машиной)

Дано:

r = 0,12м

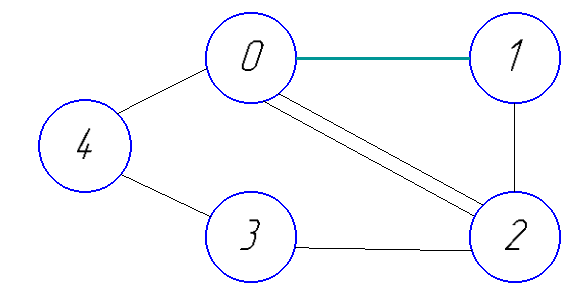
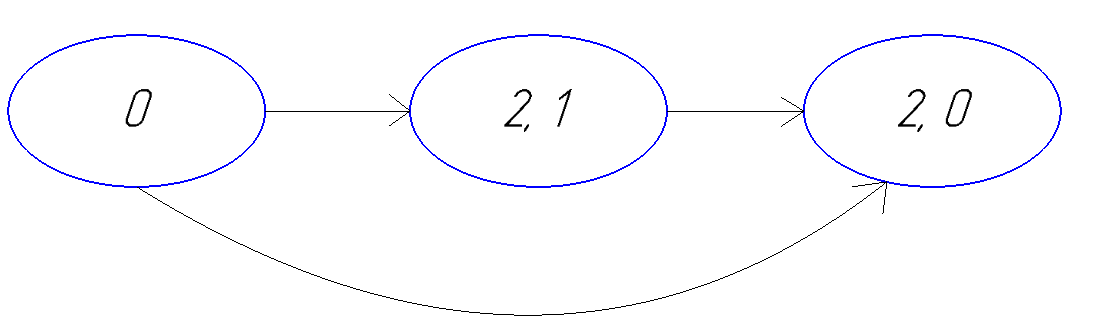
R = 3r = 0,36 м

l1 = 2r = 0,24 м 

φ1 = π - 2q

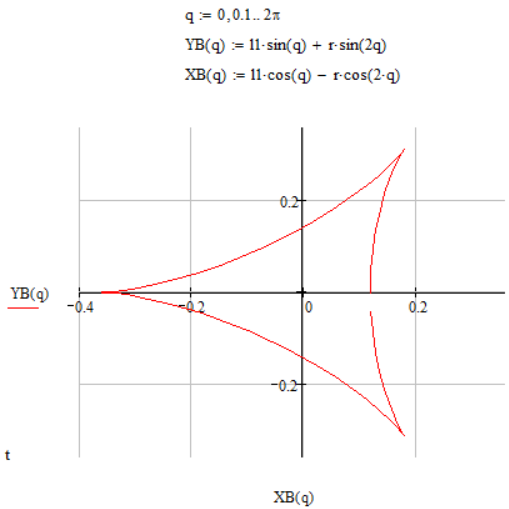
W = 4\*3-5\*2-1 = 1

# Структурный анализ

# Геометрический анализ

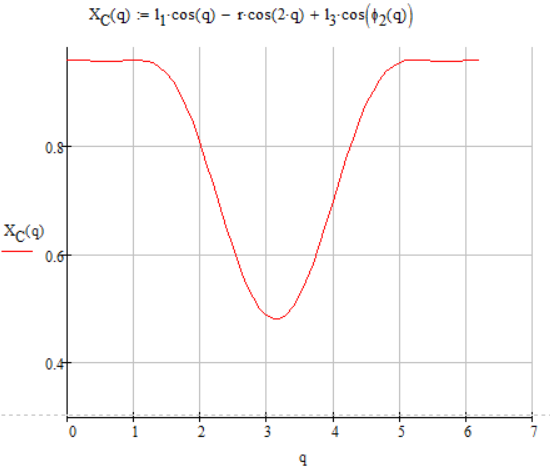
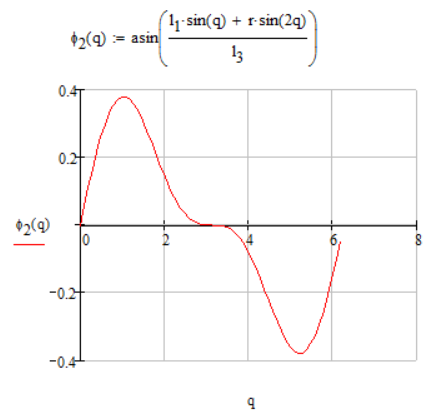




Из этого графика можно найти длину l3 при которой шатун при определенном промежутке q будет почти неподвижен.

l3 = 0,84 м

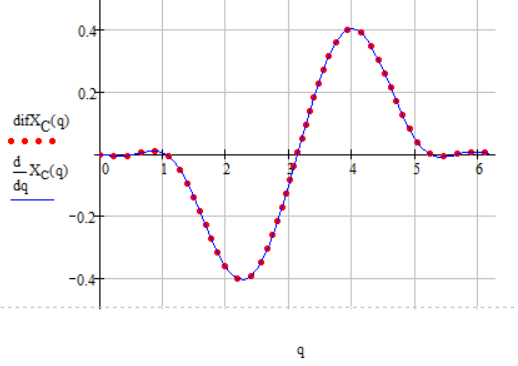
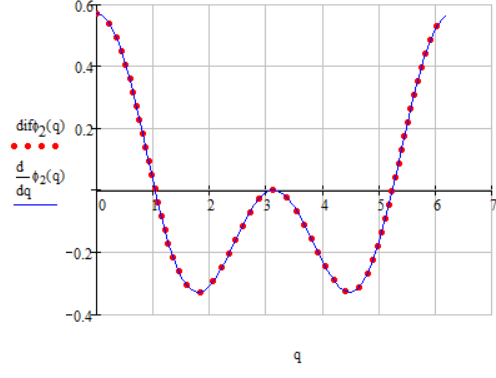






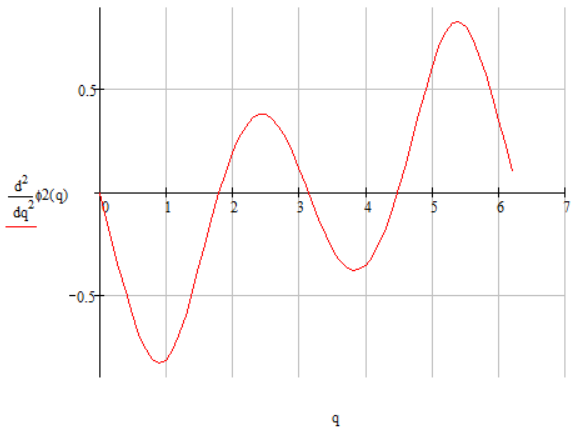
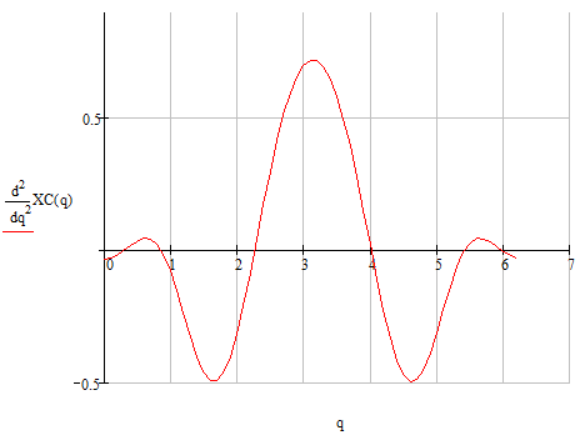
Графики первых производных:



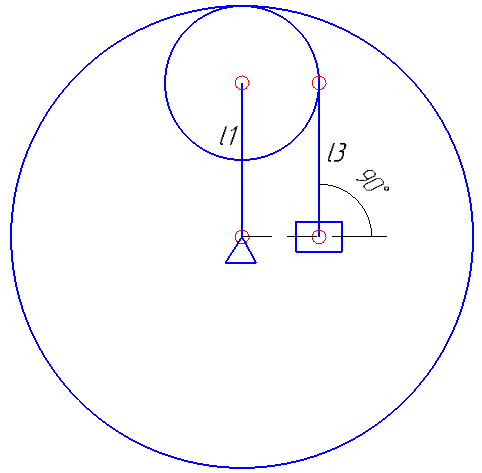


Графики вторых производных:



Находим особые положения:

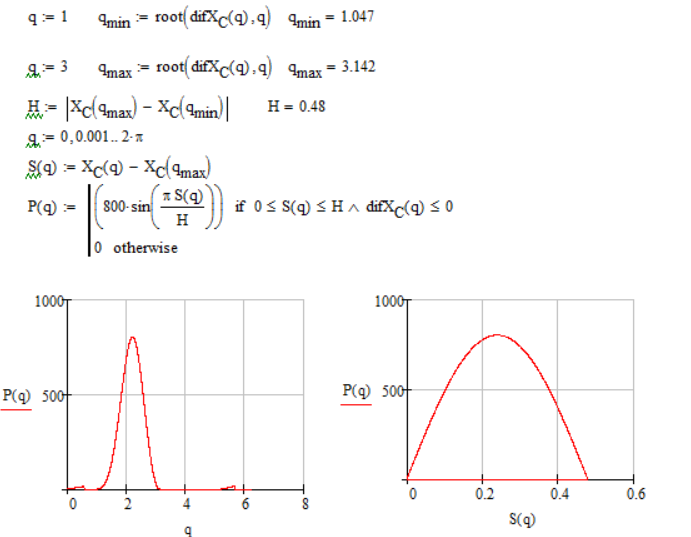




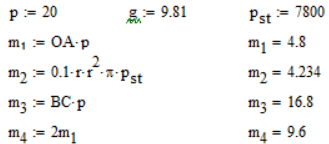
# Кинетостатический расчет

1. Определение зависимости силы сопротивления от обобщенной координаты:

Для этого найдем по графику  рабочий ход H, а затем, с учетом графика силы P(S(q)), составим функцию P(q):



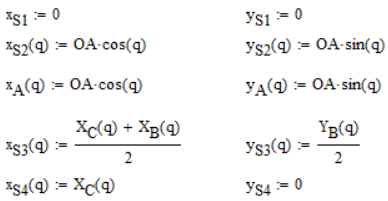
1. Определение масс звеньев:



1. Определение сил тяжести, действующих на звенья:



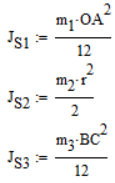
1. Определение координат центров масс звеньев:



Где Si – i-ое звено механизма;

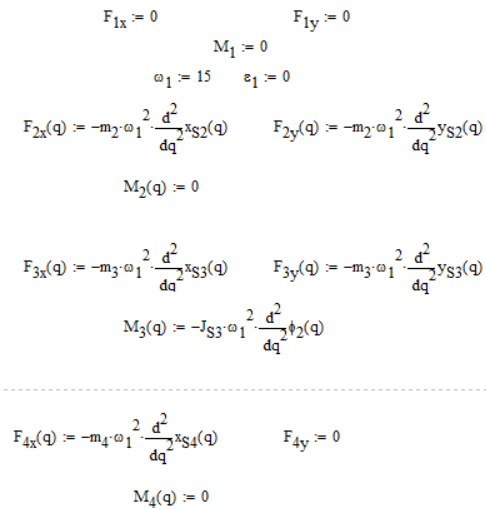
(xSi, ySi) – координаты центра тяжести i-ого звена.

1. Определение координат центров масс звеньев:



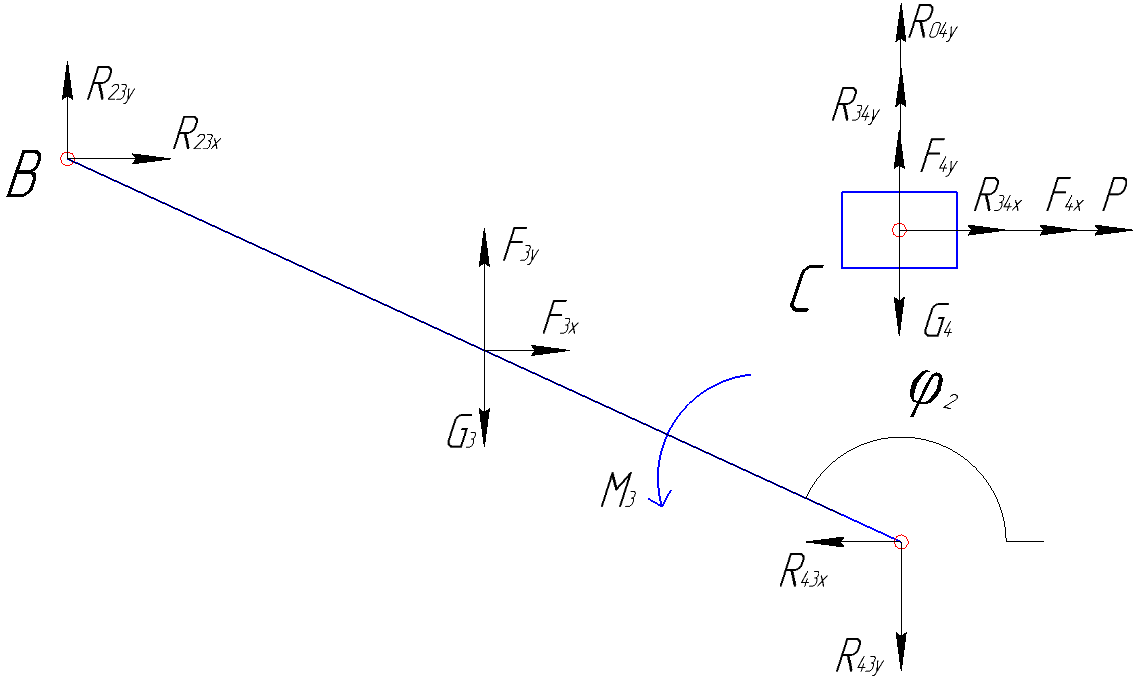
1. Определение сил и моментов сил инерции звеньев:





# Силовой расчет крайней структурной группы

Крайнюю структурную группу образуют звенья 3 и 4:

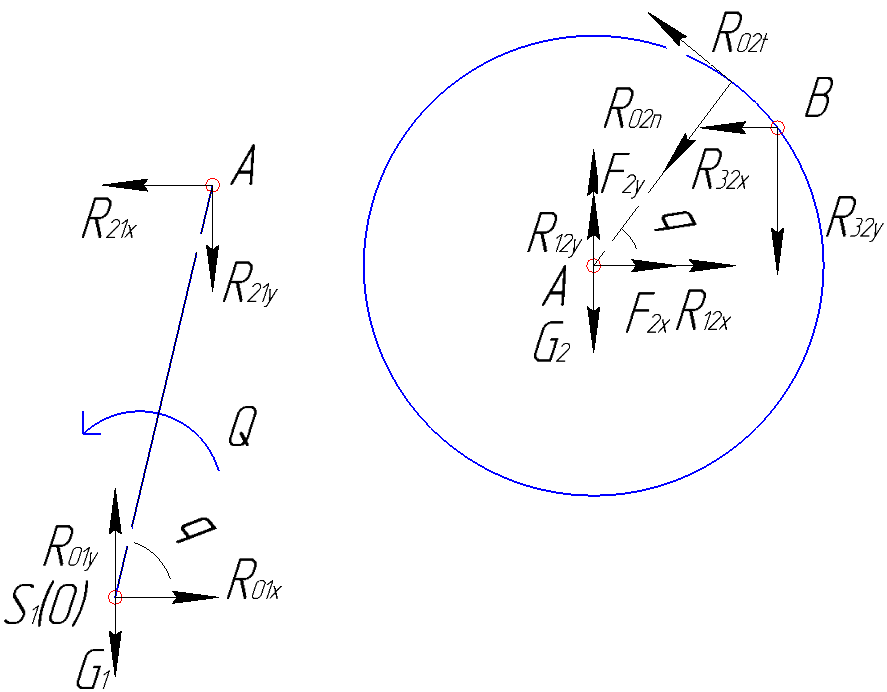


Рассмотрим звенья отдельно и составим для них уравнения:



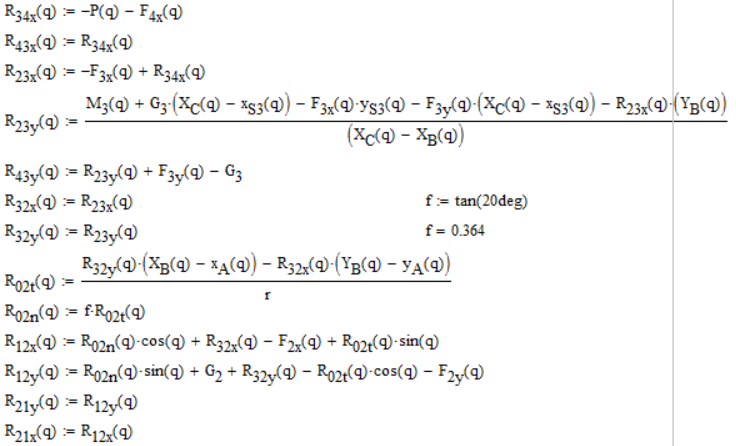


Рассмотрим звенья 1 и 2 и составим для них уравнения:



Составим для них уравнения:

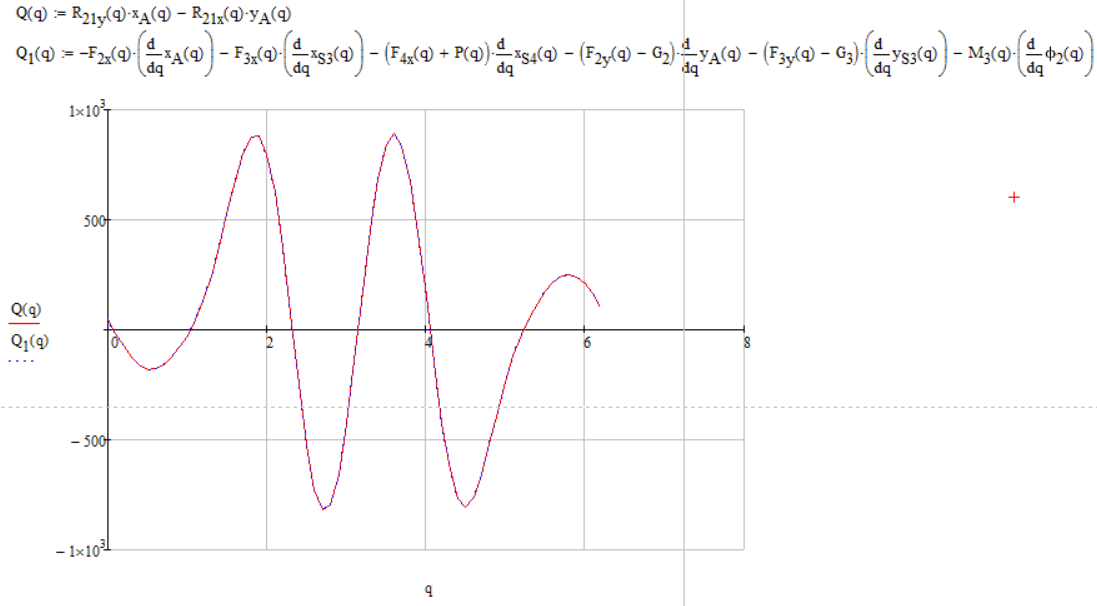




Проверка движущего момента с помощью общего уравнения динамики (сумма работ всех активных сил равна нулю):







# Выбор двигателя

Определим требуемую мощность двигателя:









Следовательно, необходимо выбрать двигатель с мощностью N>Nt =7212Вт.

Выбранный типоразмер двигателя 2ПН160М обладает следующими характеристиками:

Мощность: Ndv=7500 Вт

Скорость: ndn =1500 об/мин,

Номинальный ток: Iн=37 А,

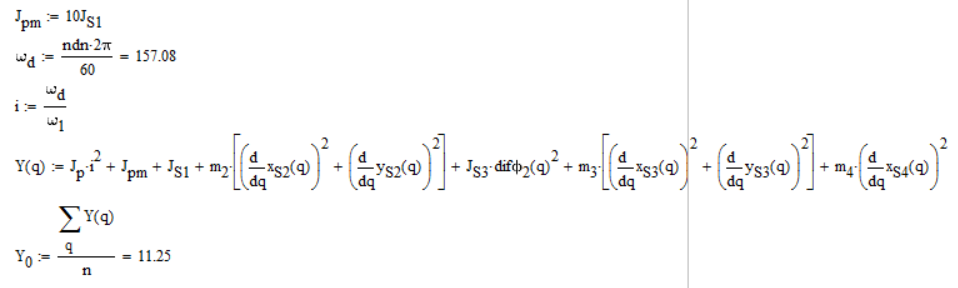
Номинальное напряжение: Uн=220,

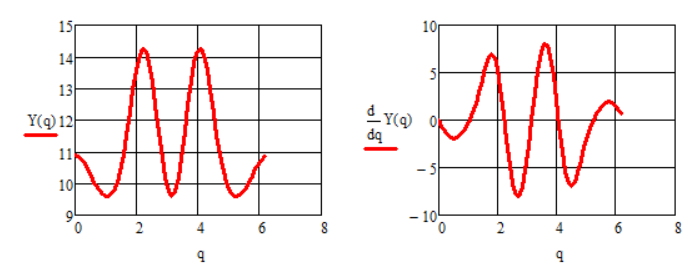
Сопротивление: Rя=0.183 Ом,

Индуктивность: Lя=0.083 Гн,

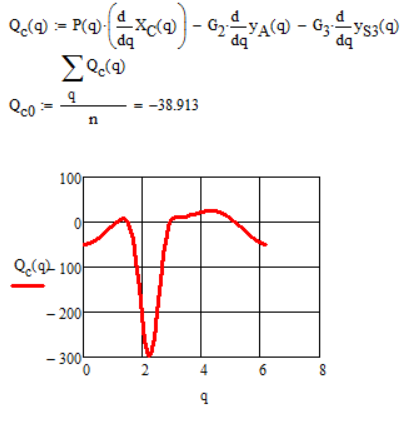
Момент инерции: Jp=0.005 кг\*м2.

Определим приведенный момент инерции, его среднее значение и производную:





Найдем приведенный момент сопротивления и его среднее значение, построим график зависимости от входной координаты.



Статические характеристики двигателя.

Угловая скорость двигателя (рад/c):



Скорость холостого хода и момент двигателя (Нм):

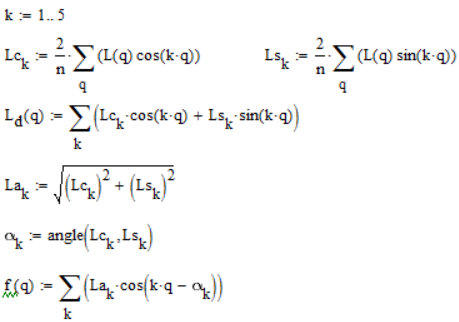


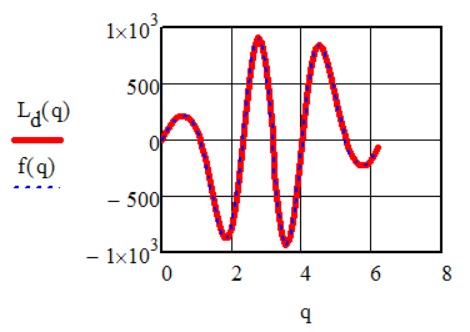
# Динамические характеристики двигателя

Подадим на звено возмущающий момент:



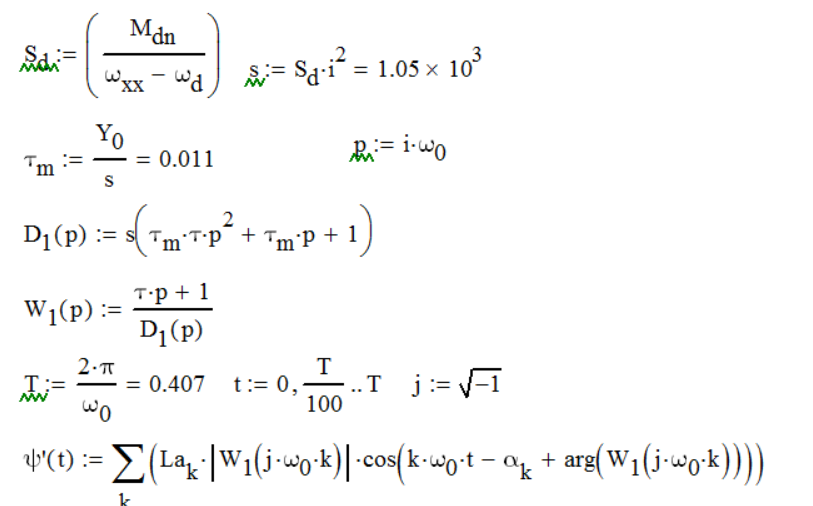
Разложим в ряд Фурье:

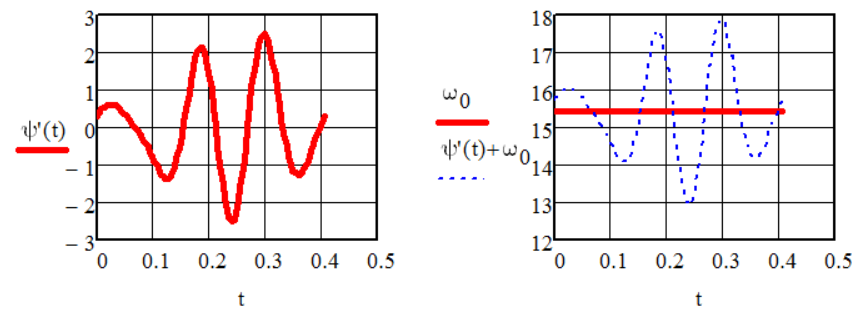




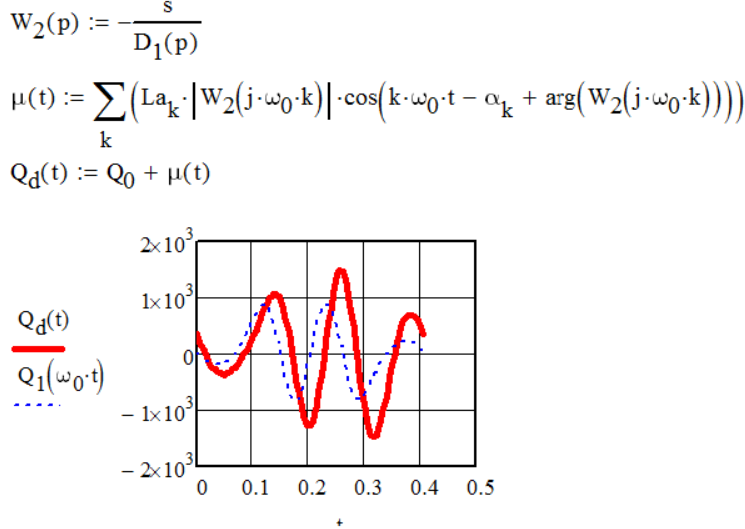
# Динамические ошибки

**Динамическая ошибка по скорости:**

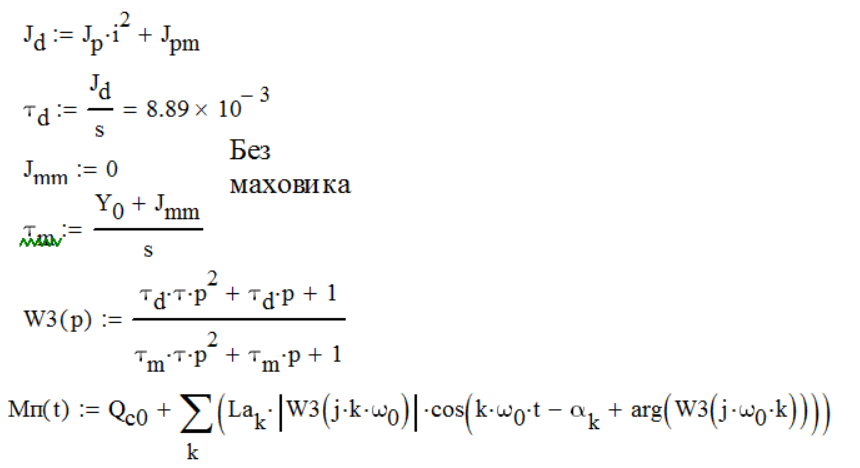


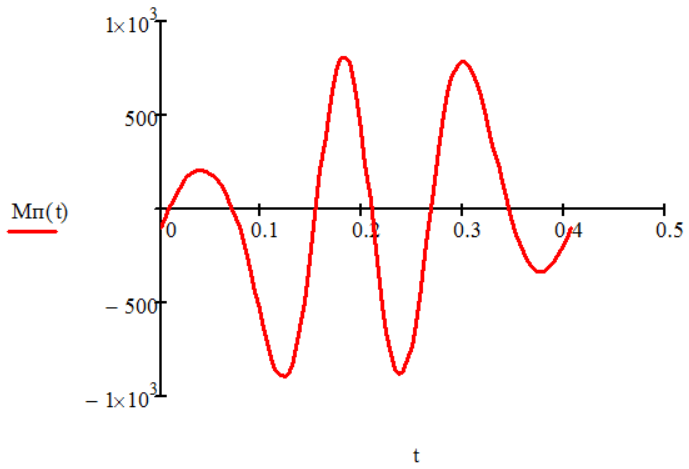


**Ошибка движущего момента:**

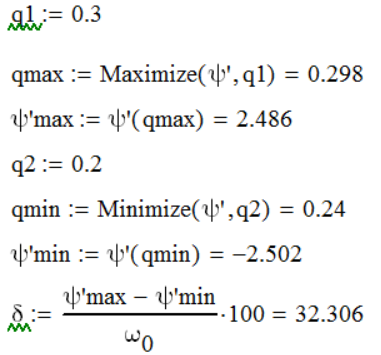


**Найдем момент возникающий в передаточном механизме:**

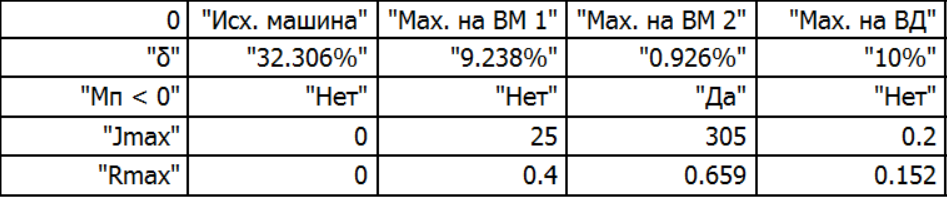




**Вычислим относительную ошибку по скорости:**

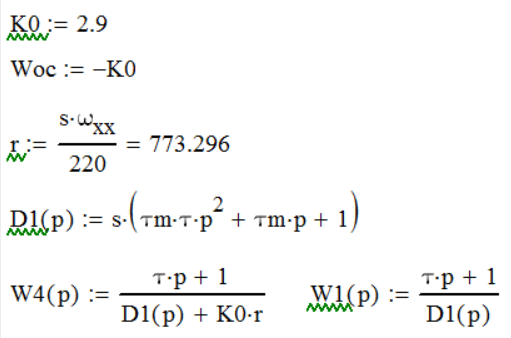


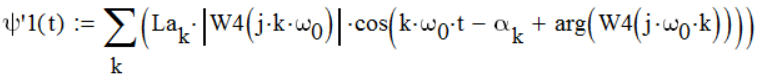
**Заполним таблицу, исcледуя влияние маховиков на валу машины или двигателя:**

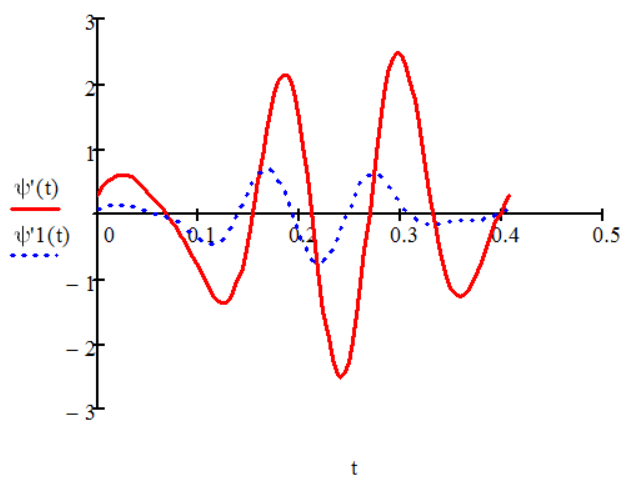


# Управляемая машина

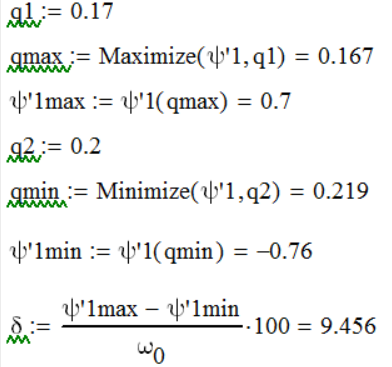
**Добавим обратную связь по скорости:**



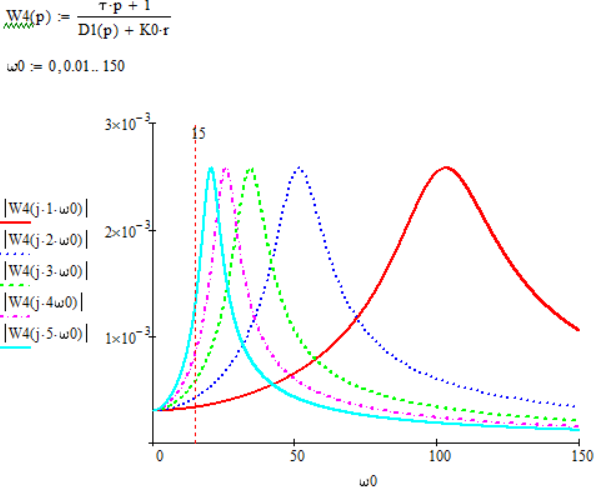


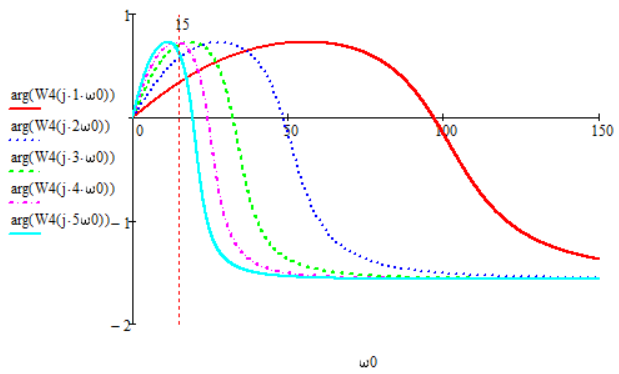


Обратим внимание на различие графиков динамической ошибки до ввода обратной связи и после, после введения обратной связи относительная ошибка по скорости уменьшилась:

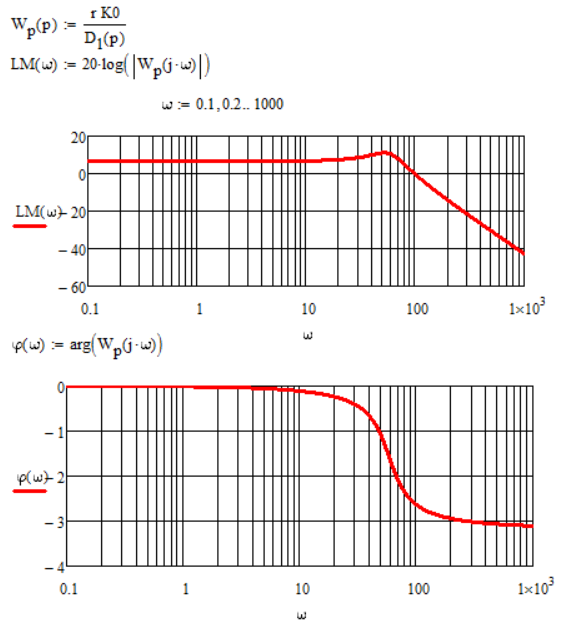


**Построим АЧХ и ФЧХ для замкнутой системы:**





**Построим логарифмические частотные характеристики для разомкнутой системы.**



# Заключение

В ходе выполнения данного курсового проекта была проведены теоретические исследования рычажного механизма: структурный, геометрический, кинематический и кинетостатический анализ механизмов. Был проведен силовой расчет, выбран двигатель необходимой мощности. Исследована динамика машины, и рассчитаны ошибки с и без маховиков. Построены АЧХ и ФЧХ для замкнутой и логарифмические частотные характеристики для разомкнутой системы.

# Список литературы

1. Семенов Ю.А. Теория механизмов и машин в примерах и задачах Ч.1: учеб. Пособие/Ю. А. Семенов, Н. С. Семенова. – СПб.: Изд-во Политехнического университета 2015. -284с.

2. Семенов Ю.А. Теория механизмов и машин в примерах и задачах Ч.2: учеб. Пособие/Ю. А. Семенов, Н. С. Семенова. – СПб.: Изд-во Политехнического университета 2016. -282с.

3. Теория механизмов и машин: учебное пособие для студентов высших учебных заведений [М.З. Коловский, А.Н. Евграфов, Ю.А. Семенов, А.В.Слоущ]. –М. : Издательский центр «Акадеимия», 2006. -560с.

4. Exponenta.ru [Электронный ресурс] <http://old.exponenta.ru/soft/Mathcad/UsersGuide/0.asp> Краткий обзор глав руководства пользователя Mathcad