САНКТ- ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА  
КАФЕДРА МЕХАТРОНИКИ И РОБОТОТЕХНИКИ

Курсовой проект по дисциплине  
«Детали роботов, мехатронных устройств и их конструирование»

**Расчёт рычажного механизма**

Работу выполнил студент группы 33328/1:

Литвинов О. В.

Проверил:

Семёнова Н.С.

Санкт-Петербург

2018 г.

Оглавление

[Введение. 3](#_Toc512351170)

[Задание. 4](#_Toc512351171)

[Структурный анализ механизма. 5](#_Toc512351172)

[Геометрический анализ механизма. 6](#_Toc512351173)

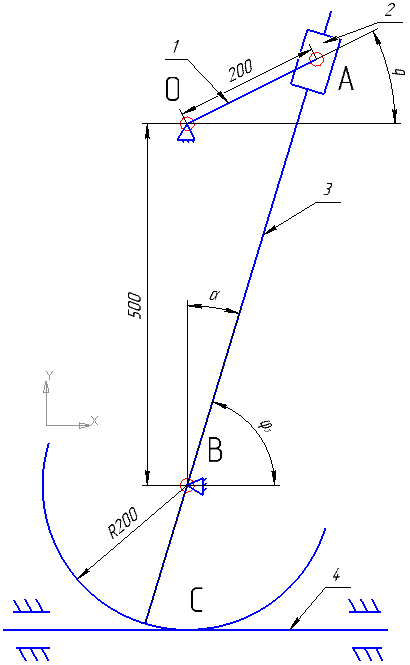
[Кинетостатический расчёт. 9](#_Toc512351174)

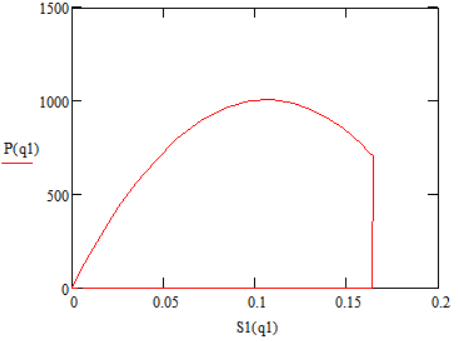
[Динамика. 14](#_Toc512351175)

# Введение.

Данный курсовой проект содержит исследование рычажного механизма, которое включает в себя: структурный анализ, геометрический анализ, кинетостатический анализ, выбор двигателя и определение характеристик системы. Вычисления и построения графиков выполнены в программе Mathcad, чертежи и схемы выполнены в программе КОМПАС-3D.

# Задание.

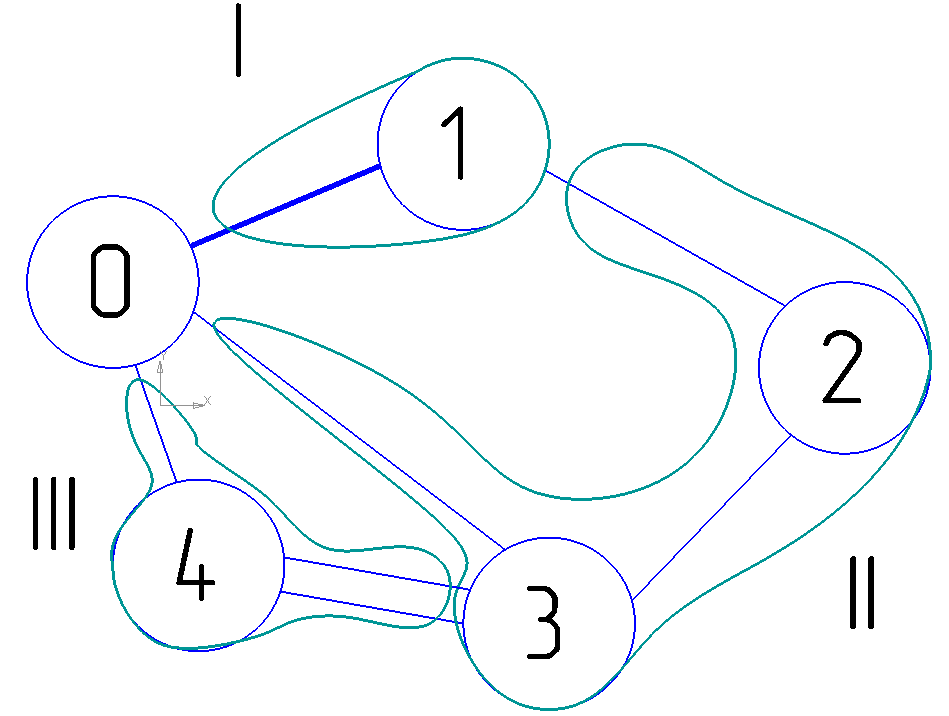


  
Найти: xc(q) – зависимость координаты точки С выходного звена от угла поворота q.

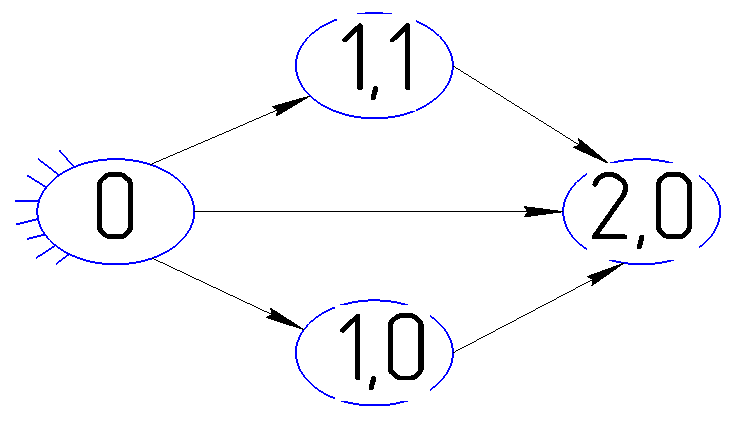
# Структурный анализ механизма.

Степень подвижности механизма: W=3\*N-2\*p1-p2=3\*4-2\*5-1=1, равно числу входов

Построим граф механизма:



Построим структурный граф механизма:

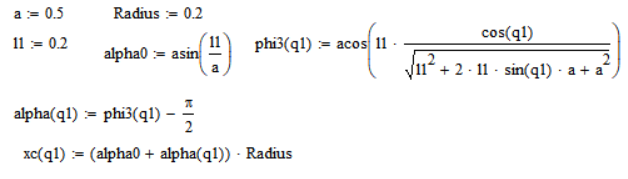


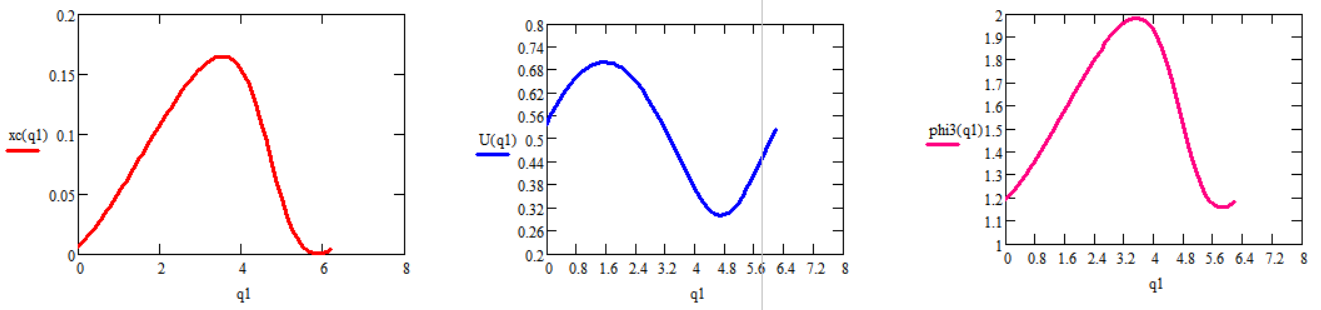
# Геометрический анализ механизма.

Составим уравнение замыкания для первой группы:

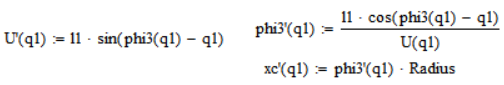
Пусть , , тогда (длина шарнира)

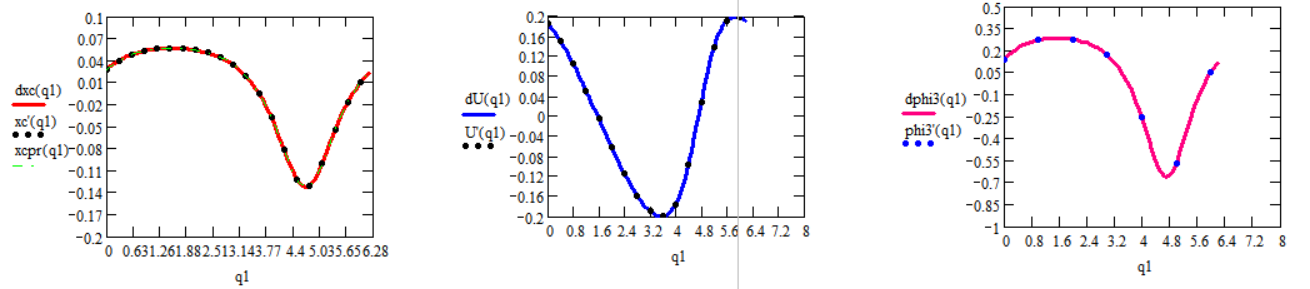
При этом   
Максимальное отклонение точки крепления дуги от точки С когда ОА перпендикулярно АВ:  
Длина дуги RC:  
Положим, что при xc(q)=0. xc(q) ,будет максимальным при угле и будет равно .



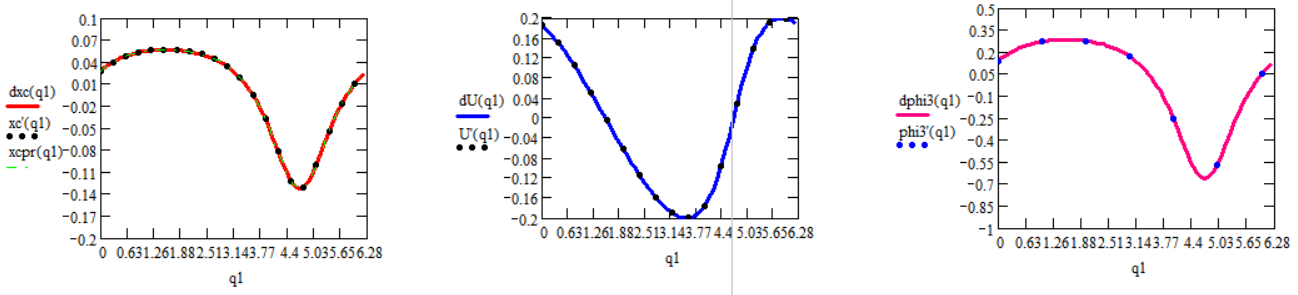


Найдём xc’(q), и (q)’. Для этого продифференцируем ранее составленные уравнения:



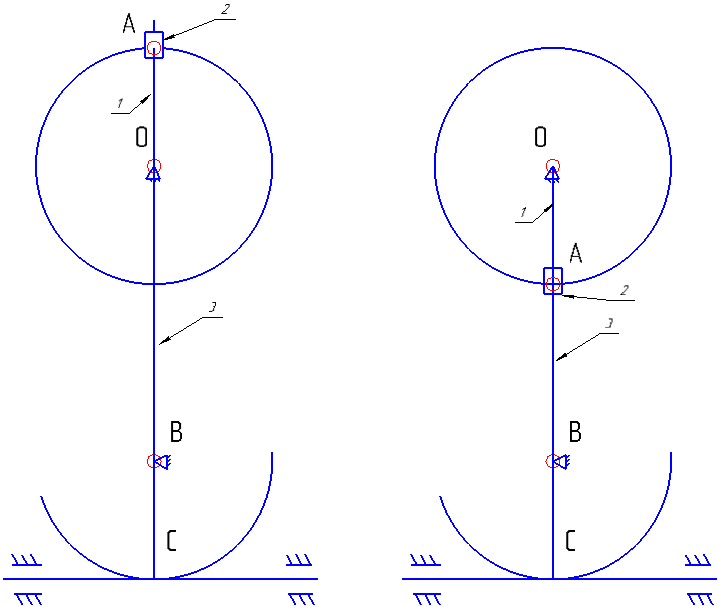


Найдём xc’’(q), и (q)’’. Для этого продифференцируем вышестоящие уравнения:



Найдём особые положения механизма. Для этого вычислим Якобиан и приравняем его к нулю:

,



# Кинетостатический расчёт.

Определение зависимости силы сопротивления от обобщённой координаты q. Прежде найдём рабочий ход H по графику xc’(q), затем по данному графику P(S(q)) построим график P(q):

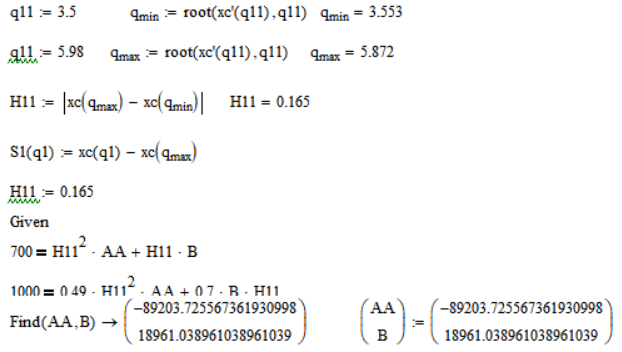
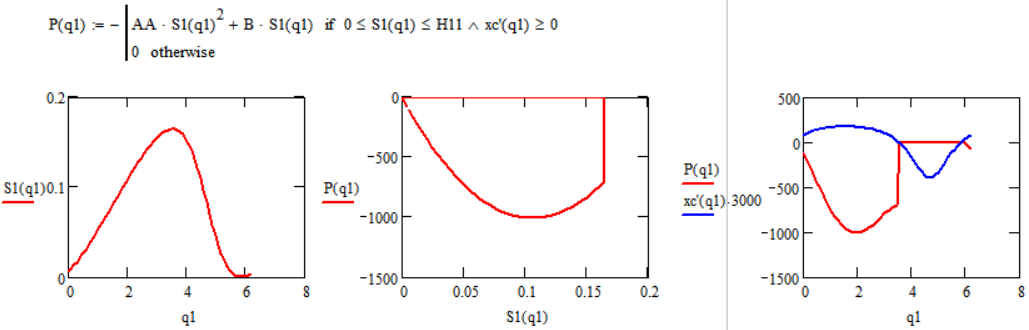
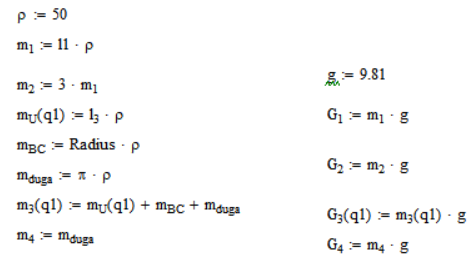
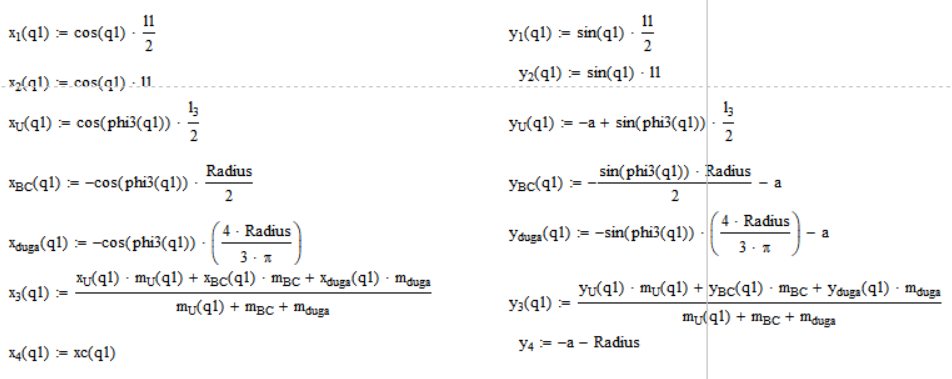
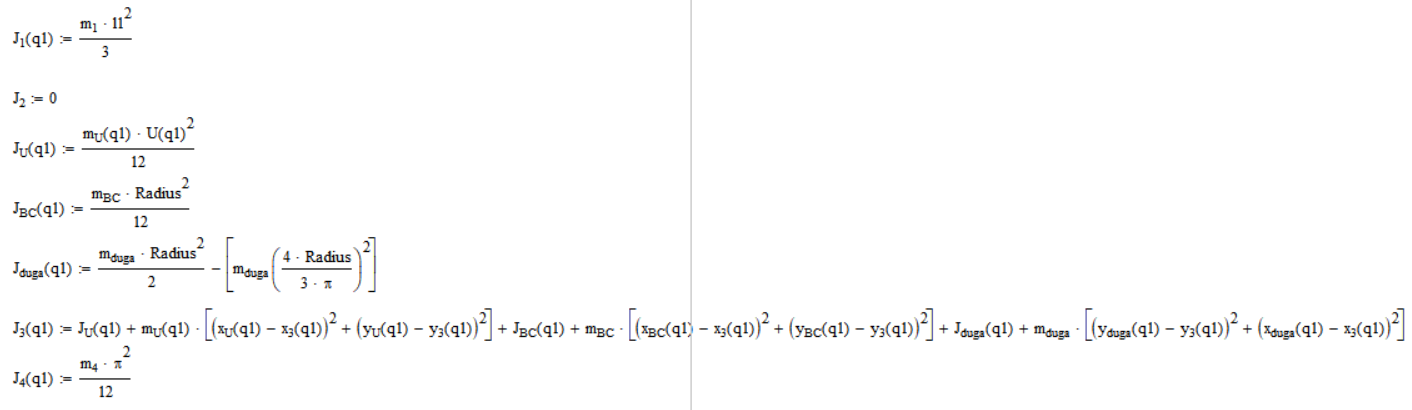


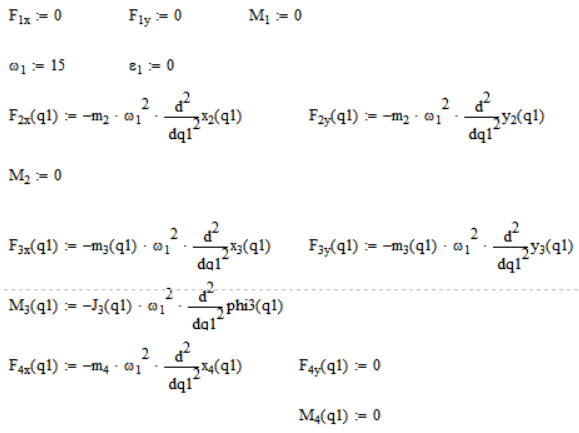
График перемещения точки С, график зависимости силы сопротивления от перемещения точки С и график зависимости силы сопротивления от производной обобщённой координаты q:

Определение масс звеньев и сил тяжести, на них действующих. Положим длину стержня 4 равной Пи:  


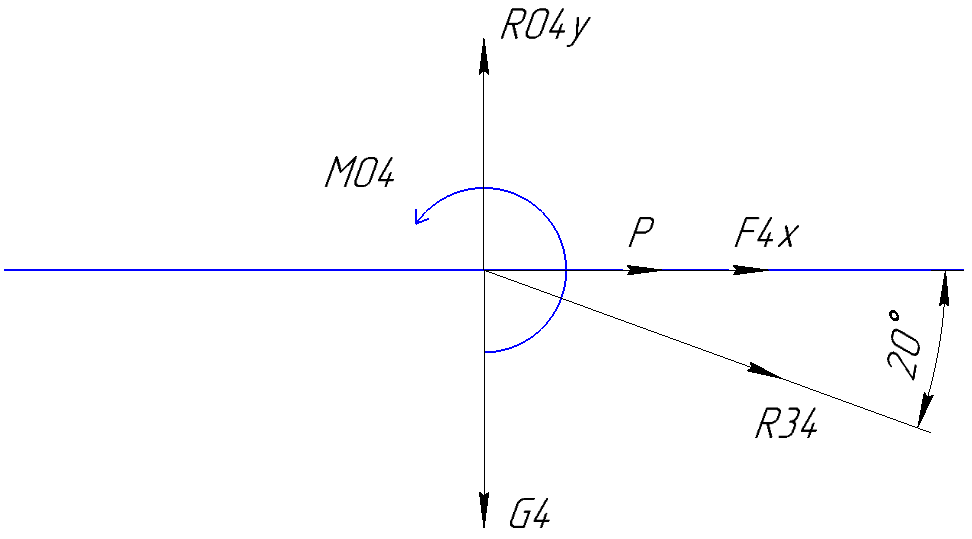
Определение координат центров масс звеньев:  


Определение моментов инерции звеньев:  


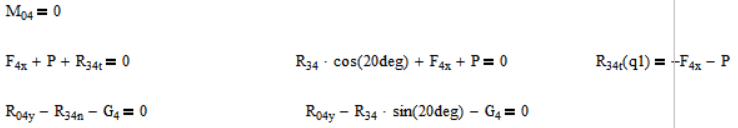
Определение сил и моментов сил инерции звеньев:



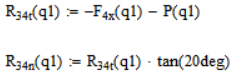
Рассмотрим третью структурную группу:



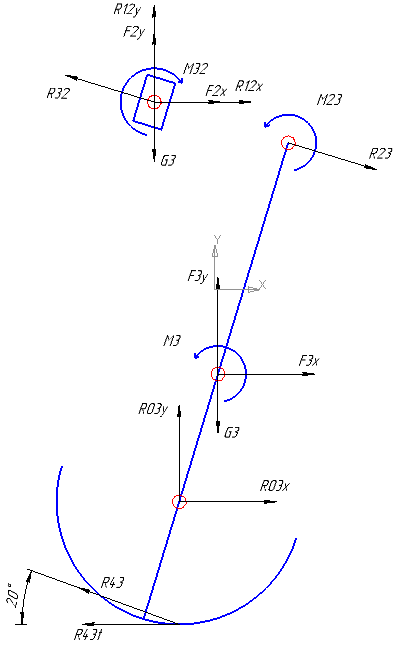
Запишем уравнения для этой группы:

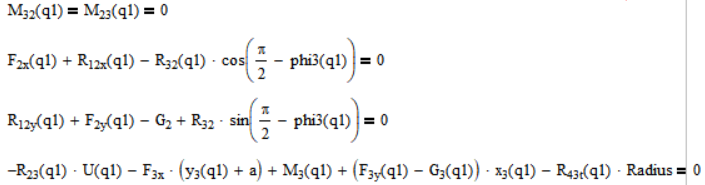


Получаем:

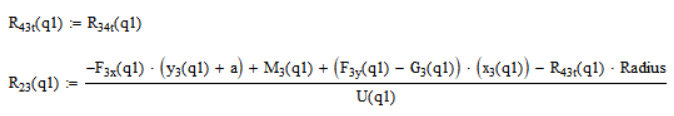


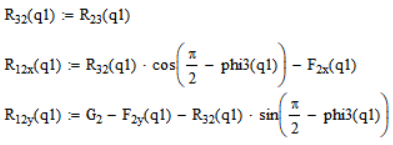
Рассмотрим вторую структурную группу и запишем уравнения для неё:



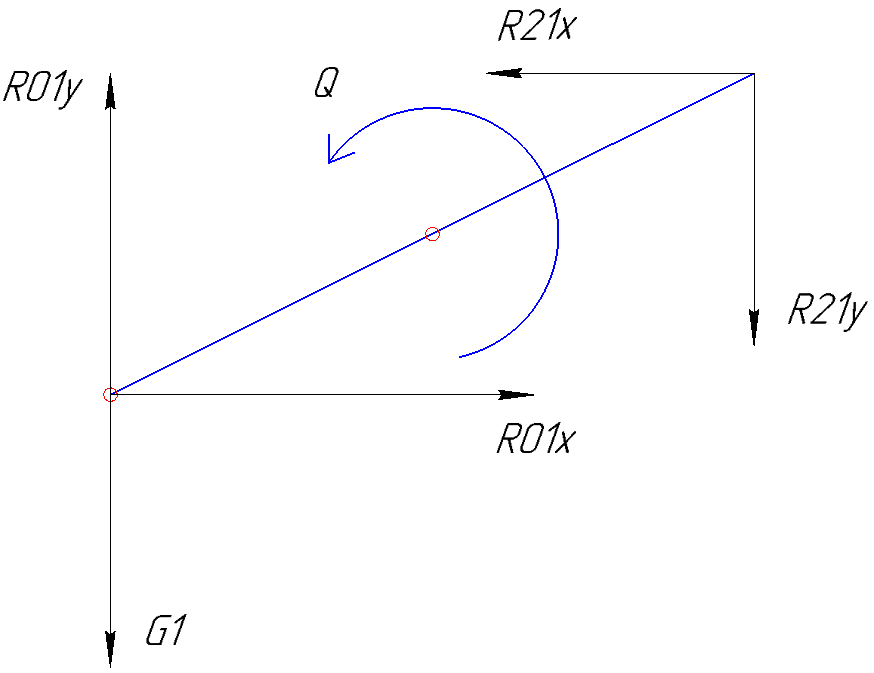


Получаем:



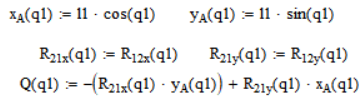


Рассмотрим первую структурную группу и запишем уравнение для неё:

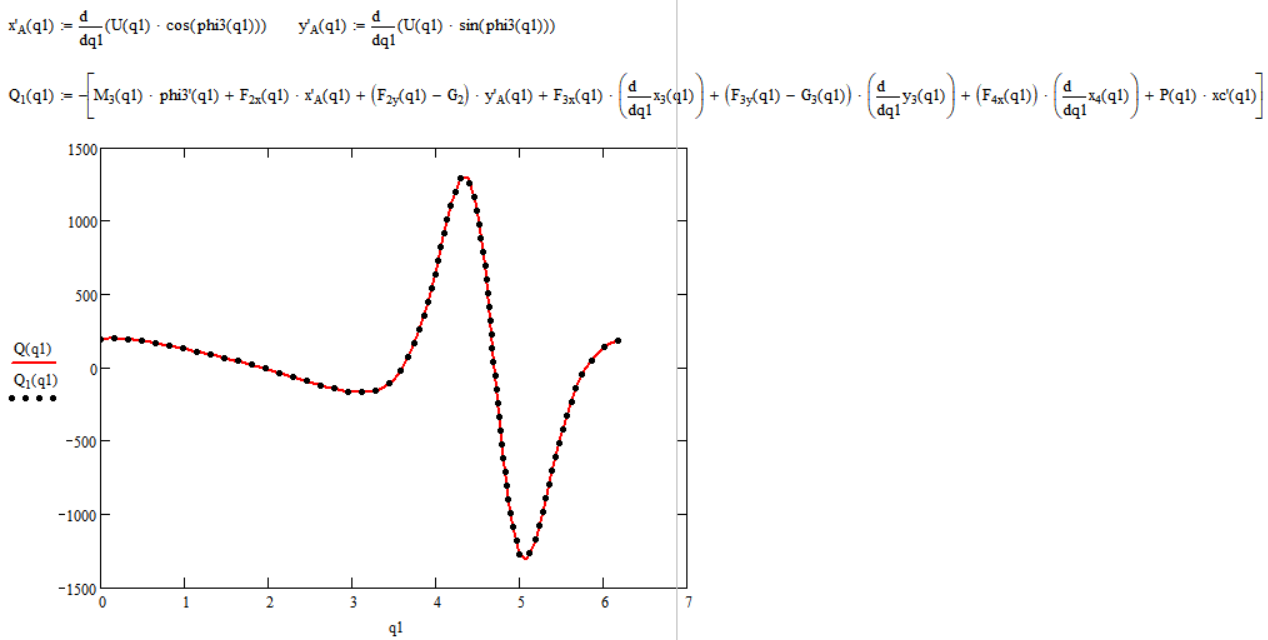




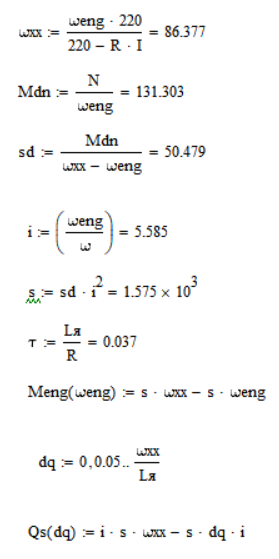
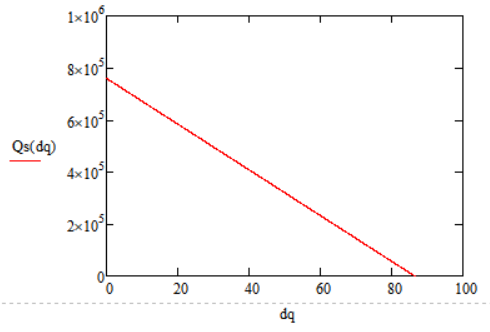
Получаем:

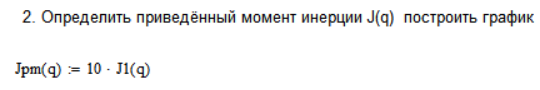


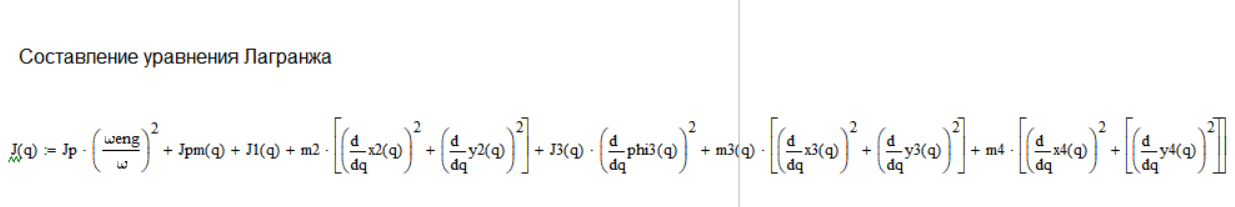
Проверка движущего момента с помощью общего уравнения динамики. На возможном перемещении сумма работы всех активных сил должны быть равна нулю:

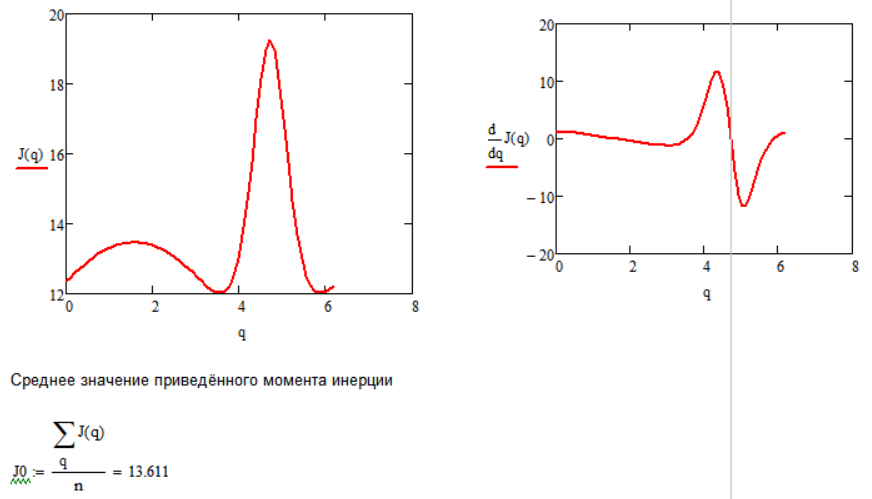


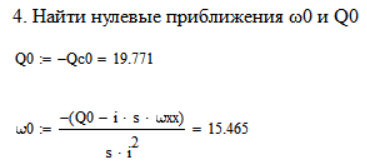
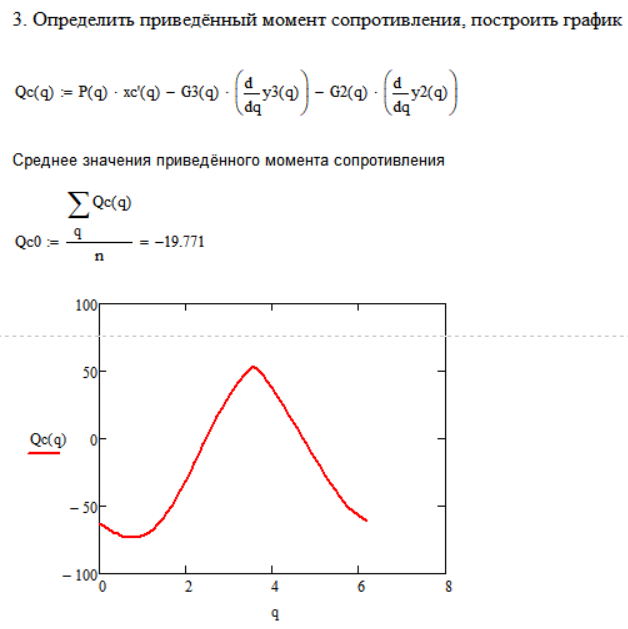
# Динамика.

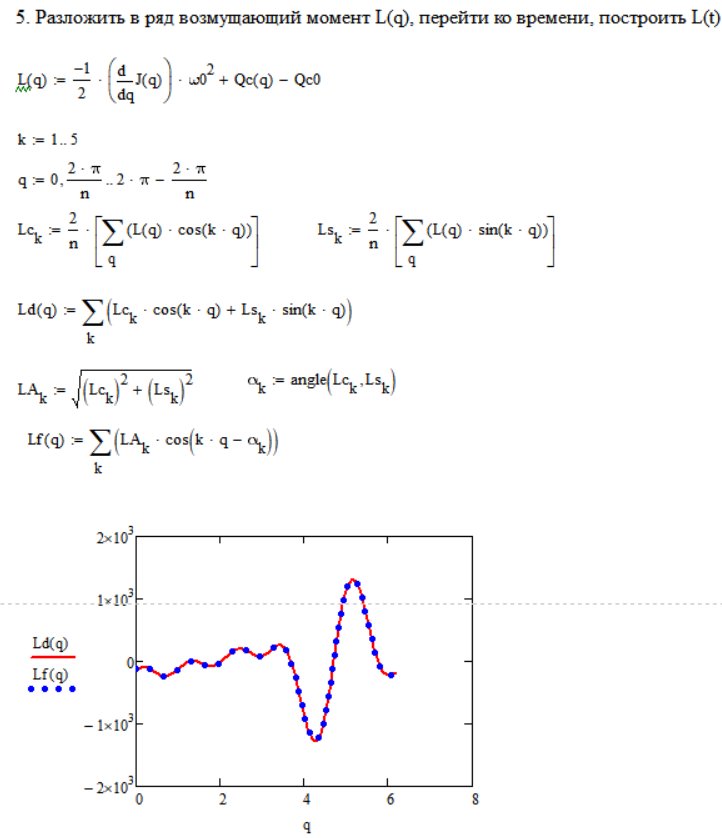


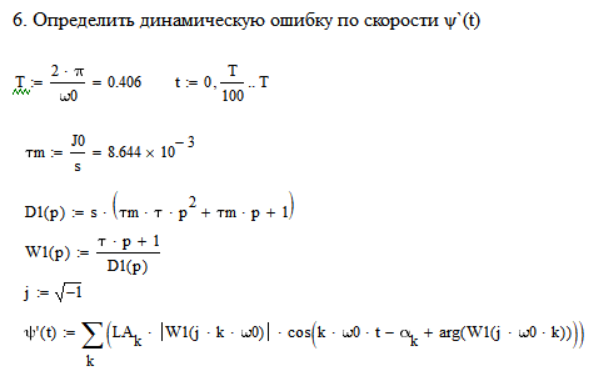


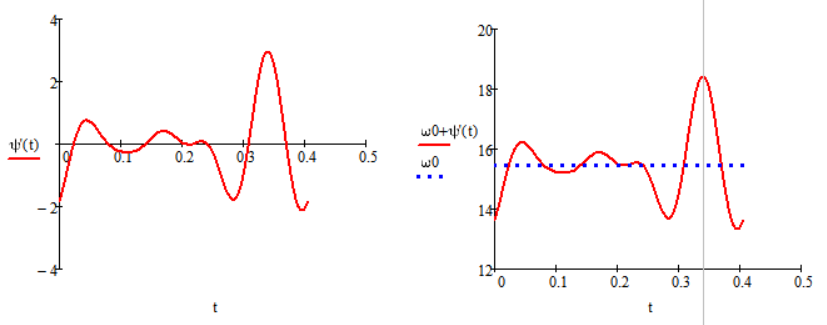


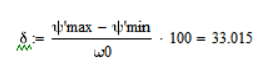


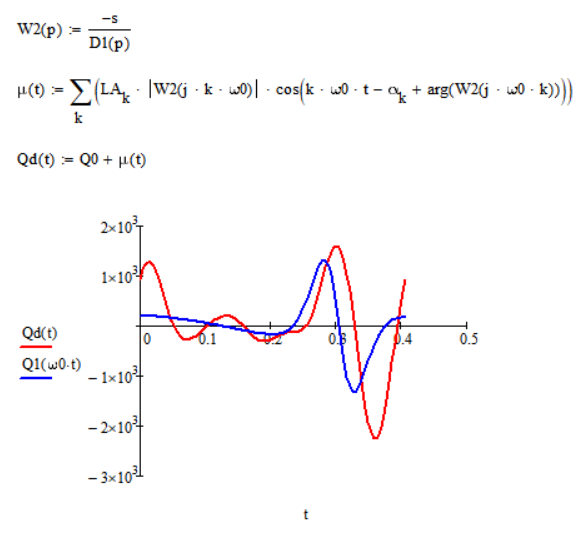


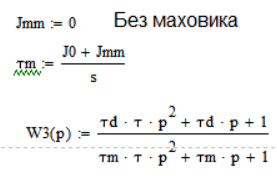


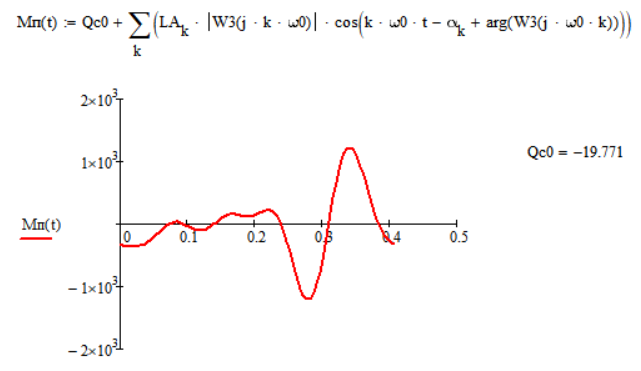


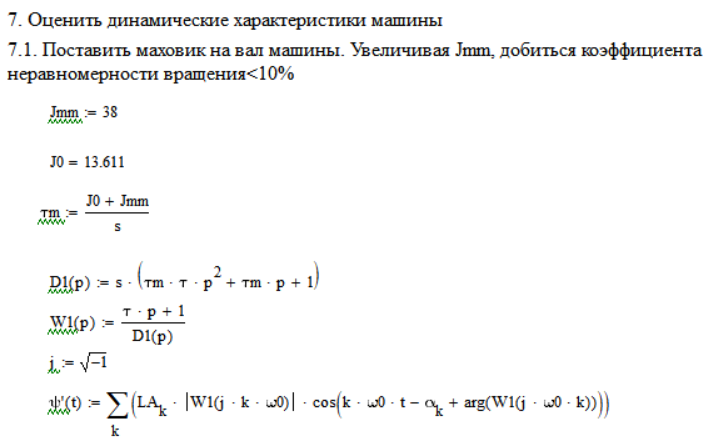


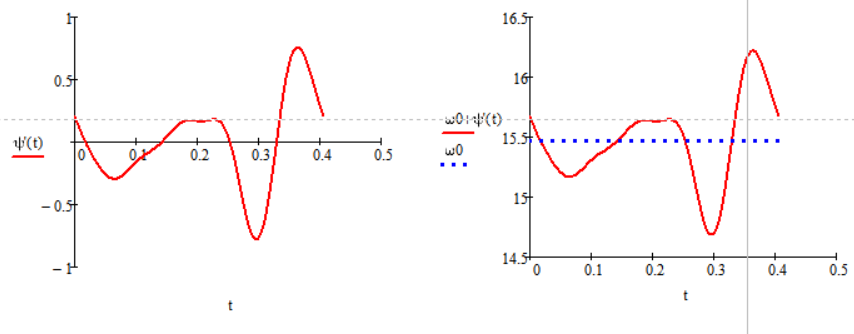


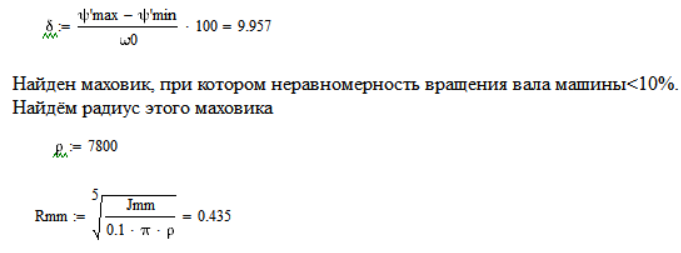


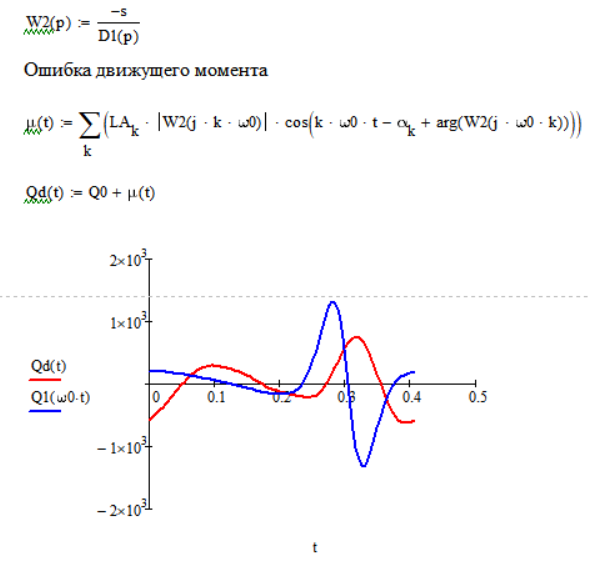


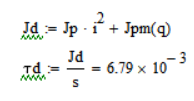
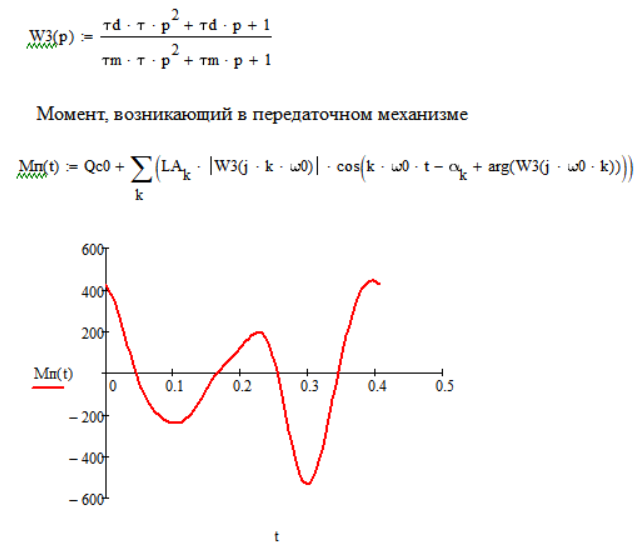


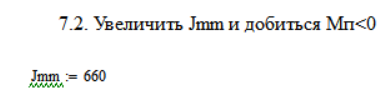
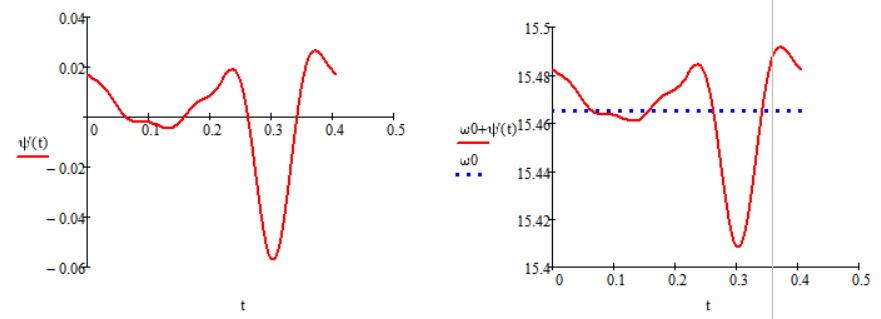


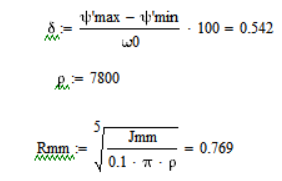
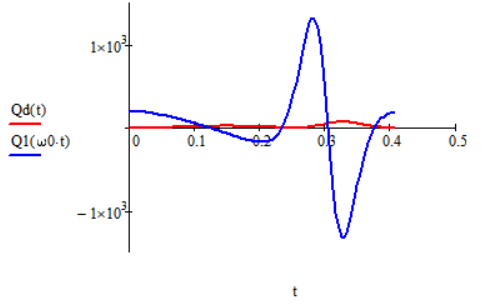
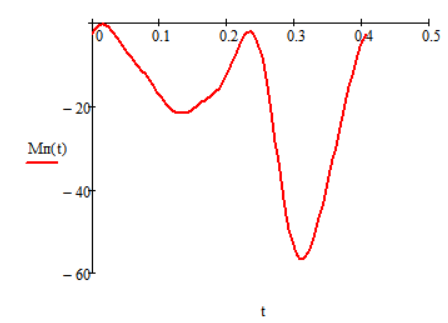
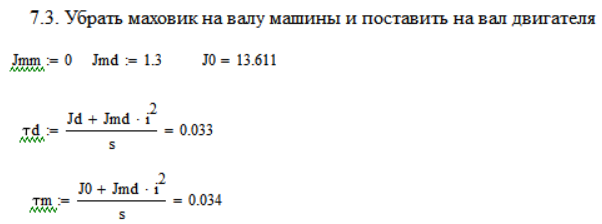


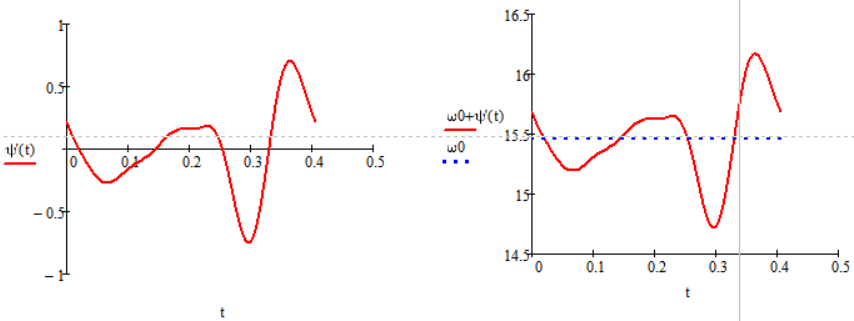


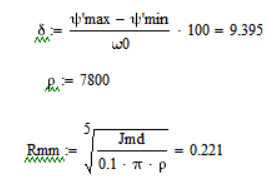
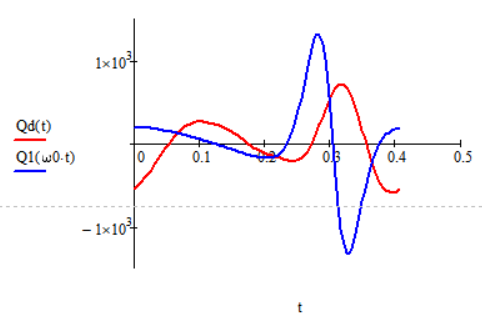
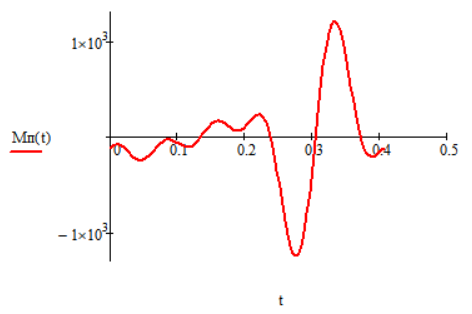
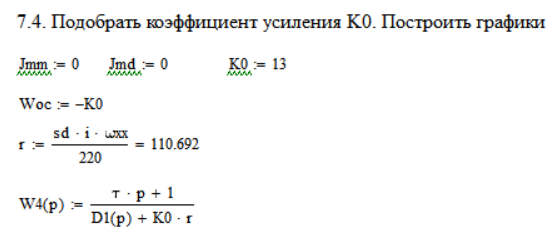
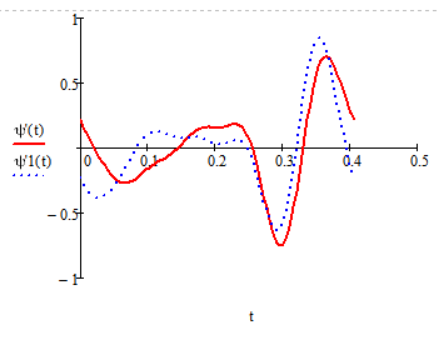
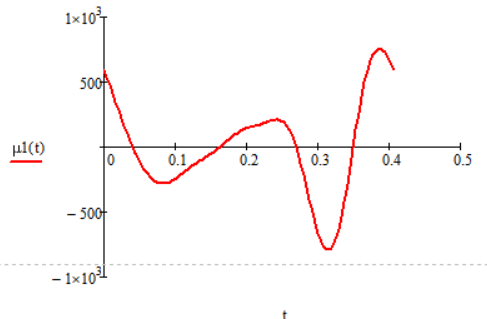
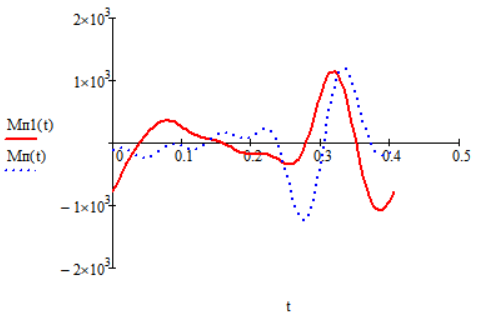


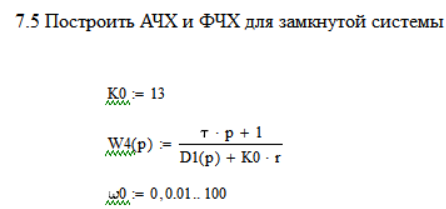
   

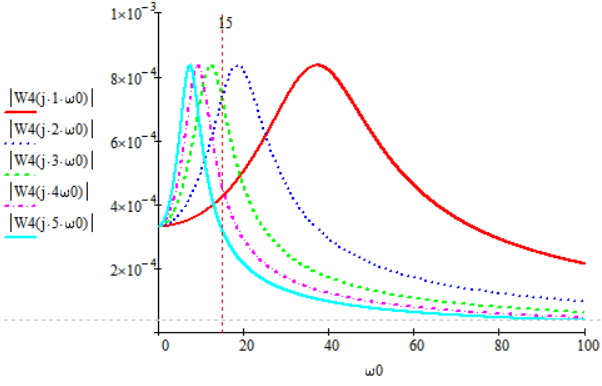
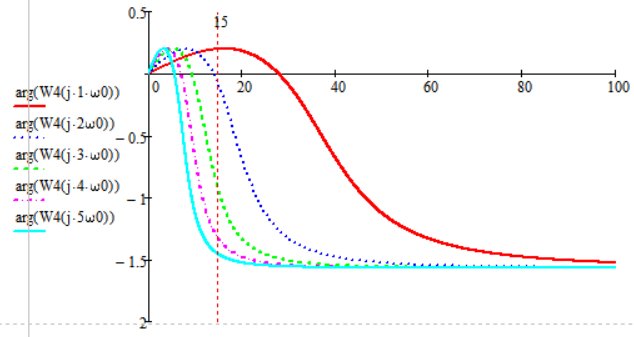


Занесём полученные данные о влиянии маховиков и обратной связи в таблицу

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Исходная машина | Маховик на валу машины | Маховик на валу машины | Маховик на валу двигателя | Обратная связь. Подобрать K0 без маховиков |
|  | 33% | 9.9% | 0.5% | 9.4% | 6% при K0=13 |
| Мп<0 | Нет | Нет | Да | Нет |  |
| Jmax | 0 | 38 | 660 |  |  |
| Rmax | 0 | 0.435 | 0.769 | 0.221 |  |



## Заключение.

В ходе выполнения данного курсового проекта была проведена последовательность теоретических исследований рычажного механизма. Проект позволил изучить методологию необходимую для проведения структурного, геометрического, кинематического и кинетостатического анализа механизмов. Также были улучшены навыки работы в среде Mathcad, которая позволяет проводить широкий спектр вычислений и визуализировать результаты.

## Список использованной 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 Политехн. ун-та 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 Политехн. ун-та 2016. -282с.
3. Теория механизмов и машин: учеб. Пособие для студ. высш. учеб. заведений [М.З. Коловский, А.Н. Евграфов, Ю.А. Семенов, А.В.Слоущ]. –М. : Издательский центр «Академия», 2006. -560с.
4. Exponenta.ru [Электронный ресурс] Краткий обзор глав руководства пользователя mathcad  
   <http://old.exponenta.ru/soft/Mathcad/UsersGuide/0.asp>
5. window.edu.ru [Электронный ресурс] Учебное пособие по пакету Mathcad <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/718/72718/50401?p_page=9>
6. Кинетостатический силовой расчет рычажного механизма // http://www.teormach.ru URL: http://www.teormach.ru/kontrol6.htm (дата обращения: 22.03.2018).
7. РАСЧЕТ РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА // http://www.isopromat.ru URL: http://www.isopromat.ru/tmm/reshenie-zadach/raschet-rychaznogo-mehanizma (дата обращения: 22.03.2018).