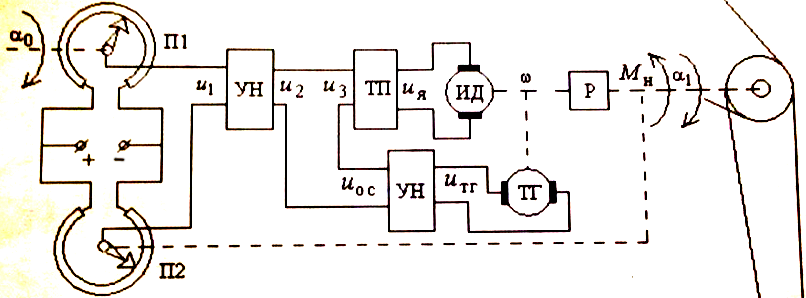
# Задание и исходные данные

Функциональная схема автоматической системы управления положением руки робота-манипулятора в одной проекции:



Названия и параметры узлов системы:

Потенциометрический датчик П1: kП1 = 1,8 В/рад;

Потенциометрический датчик П2: kП2 = 1,8 В/рад;

Усилитель напряжения прямой цепи: kун1 = 14;

Усилитель напряжения цепи ОС по скорости: kун2 = 5;

Тиристорный преобразователь: kтп = 22; TТП = 0,01 с;

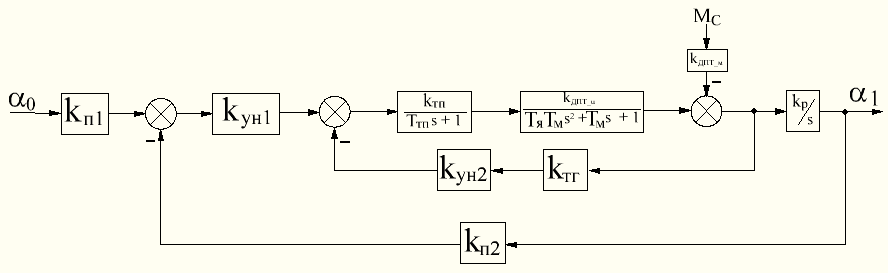
ДПТ: kДПТ\_u =15 рад/(В·с);

kДПТ\_м = 2,5 рад/(Н·м·с); Tм =0,11с; Tя = 0,03с;

Тахогенератор: kТГ = 0,2 B·с

Редуктор: kp = 0,01 .

Структурная схема САУ исследуемой системы:



Для представленной системы необходимо составить:

1. Передаточную функцию разомкнутой системы по задающему и по возмущающему воздействию. Wз(s), Wf(s).
2. Передаточную функцию замкнутой системы по задающему и по возмущающему воздействию. Фy(s), Фf(s).
3. Передаточную функцию замкнутой системы для ошибки по задающему и по возмущающему воздействию. (s), (s).

Проверить устойчивость САУ согласно критериям:

1. Гурвица;
2. Рауса;
3. Найквиста;
4. Михайлова.

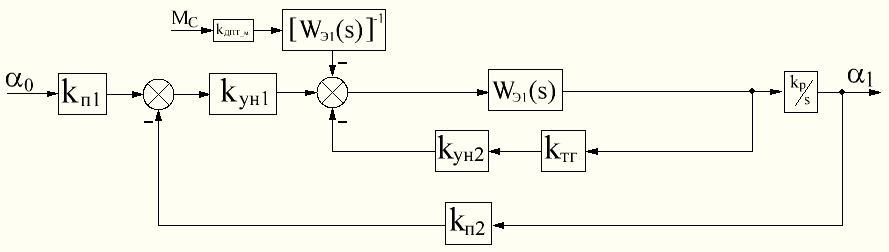
Построить кривую D-разбиения по параметру kун1 .

# Определение передаточных функций системы

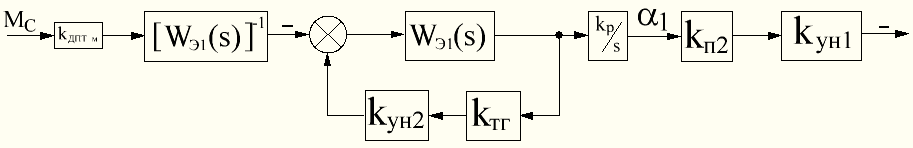
Передаточная функция разомкнутой системы по задающему воздействию:



Передаточную функцию разомкнутой системы по возмущающему воздействию получим через преобразование структуры системы:

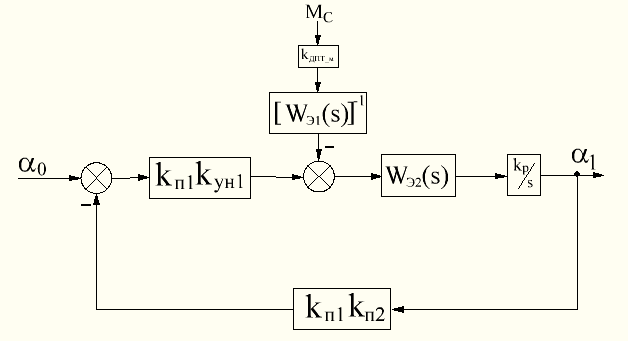








Эквивалентная структура одноконтурной системы:

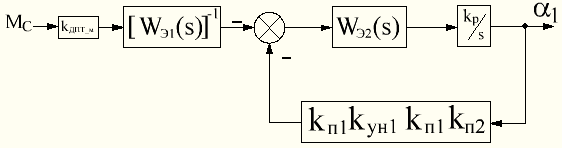




Передаточная функция замкнутой системы по задающему воздействию:



Эквивалентная структура системы относительно возмущающего воздействия:



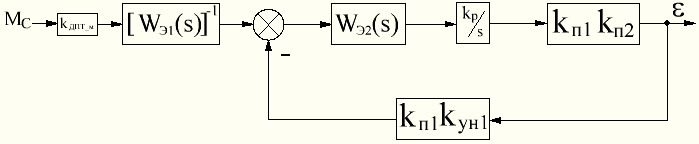
Передаточная функция замкнутой системы по возмущающему воздействию:



Передаточную функцию замкнутой системы для ошибки по задающему воздействию:



Передаточную функцию замкнутой системы для ошибки по возмущающему воздействию определим из соответствующей эквивалентной схеме:





# Исследование устойчивости САУ

## Критерий Гурвица

Характеристический полином замкнутой системы:



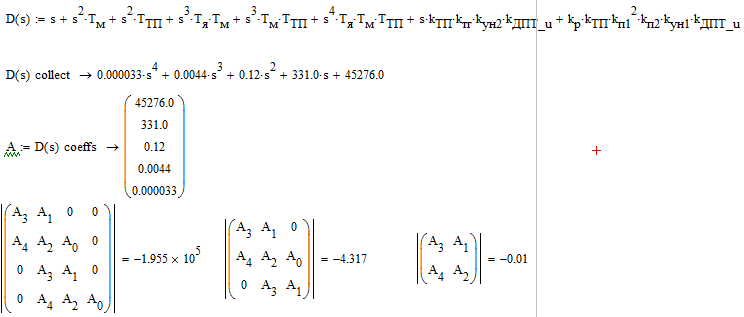
Коэффициенты характеристического полинома:



Главная матрица Гурвица и ее диагональные миноры:



Вычислим определители матриц G, G1, G2 при помощи ПО Mathcad:



Все определители отрицательны, следовательно, САУ не устойчива по Гурвицу.

# Критерий Рауса

Таблица Рауса заполняется на основе коэффициентов характеристического полинома D(s):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение r | № строки | № столбца | | |
| - | 1 | a4=c11=3,3·10-5 | a2=c21=0,12 | a0=c31=45276 |
| - | 2 | a3=c12=4,4·10-5 | a1=c22 =331 | 0 |
| r3=a4/a3=7,5·10-3 | 3 | c13=a2-r3a1=-2,362 | c23=a0-r3c32=45276 | 0 |
| r4=a3/c13=-1,86·10-3 | 4 | c14=a1-r4c23=-8,57 | c24=c32-r4c33=0 | 0 |
| r5=c13/c14=-5,13·10-4 | 5 | c15=c23-r5c24=45276 | c25=0 | 0 |

Поскольку не все коэффициенты первого столбца таблицы Рауса одного знака, то САУ не устойчива.

# Критерий Найквиста

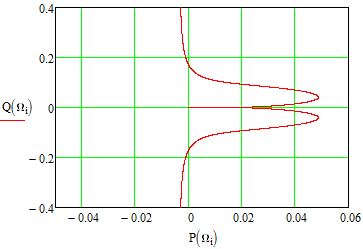
Получим выражение комплексной АФЧХ системы подстановкой в выражение ПФ разомкнутой системы по задающему сигналу:



Выделим ВЧХ и МЧХ разомкнутой системы из ее АФЧХ:



Построим на комплексной плоскости годограф АФЧХ разомкнутой системы:

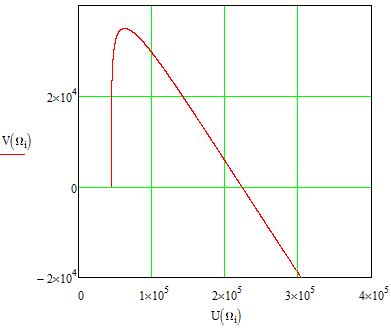


Поскольку годограф АФЧХ разомкнутой системы не пересекает вещественную ось в области отрицательных значений, следовательно, он охватывает критическую точку (-1,0) в бесконечности, а этот факт свидетельствует о неустойчивости замкнутой САУ.

## Критерий Михайлова

Подставим в выражение характеристического полинома замкнутой САУ аргумент jω и вещественную и мнимую характеристики:





Построим годограф характеристического полинома на комплексной плоскости. Очевидно, что годограф характеристического полинома последовательно НЕ проходит I,II,III и IV квадранты комплексной плоскости, начинаясь на вещественной оси в области положительных значений, а из I-го сразу в IV-й. Этот факт свидетельствует об неустойчивости замкнутой системы согласно критерию Михайлова.

## Построение кривой D-разбиения по параметру kун1

Выражение характеристического полинома в зависимости от варьируемого параметра:



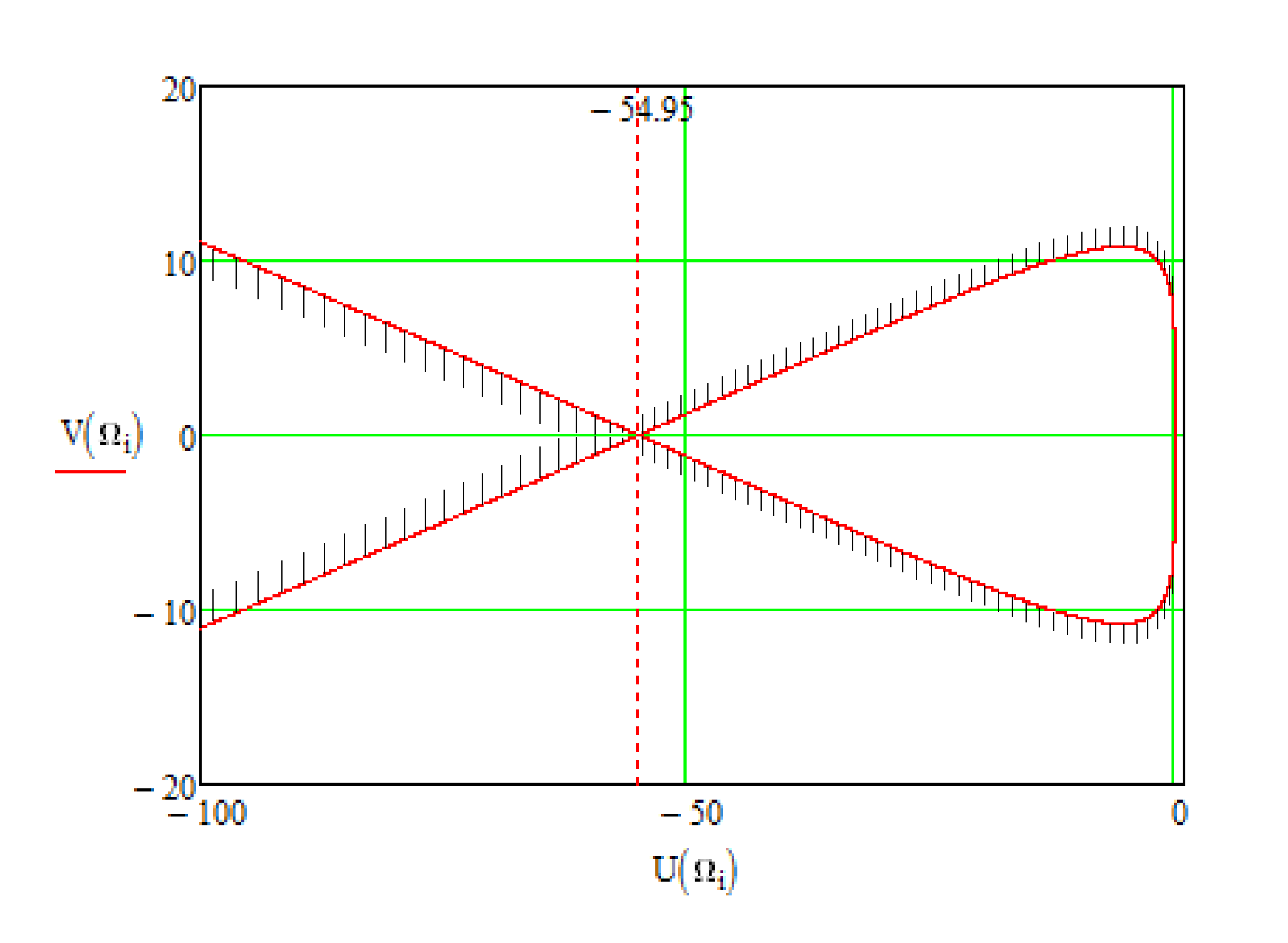
Выделим коэффициент kу и подставим аргумент s=jω:



Выделим вещественную и мнимую части комплексной функции kу(jω):



Зададимся значениями частот в диапазоне -500…500 с-1 и построим граничную кривую комплексного коэффициента kу(jω) со штриховкой в сторону области устойчивости:



Поскольку коэффициент усиления kун1 – величина вещественная, то на комплексной плоскости кривой D-разбиения по этому параметру выделяется отрезок устойчивых значений этого коэффициента -∞…54,95.