МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е.АЛЕКСЕЕВА

Институт радиоэлектроники и информационных технологий

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №3

«Исследование свойств разомкнутой системы»

по дисциплине

«Основы теории управления»

Вариант 6

РУКОВОДИТЕЛЬ:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_ Никулин.Е.А\_\_

(подпись) (фамилия, и.,о.)

СТУДЕНТ:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Сухоруков В.А.\_\_\_

(подпись) (фамилия, и.,о.)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Мосташов В.С.\_\_\_

(подпись) (фамилия, и.,о.)

\_\_\_\_\_\_19-ВМ\_\_\_\_\_\_\_\_

(шифр группы)

Работа защищена «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

С оценкой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

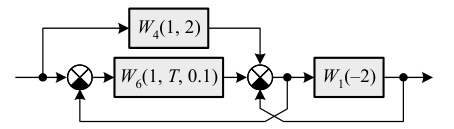
Нижний Новгород 2022

# Цель работы

Для данного преподавателем параметра построить и исследовать каноническую схему моделирования системы на ОУ в программе Electronics WorkBench.

# Исходные данные

Вариант 6:



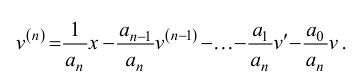
*T=1*

# Ход работы

## Описание метода канонических схем

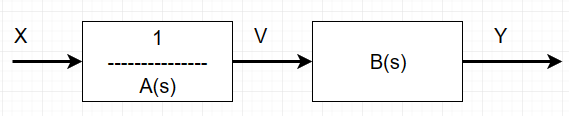
Метод канонических схем основан на построении вспомогательной схемы с передаточной функцией:

Выход v(t) данной системы, удовлетворяет дифференциальному уравнению:



Соединив последовательно данную схему со схемой, обладающей передаточной функцией:

Получим схему:



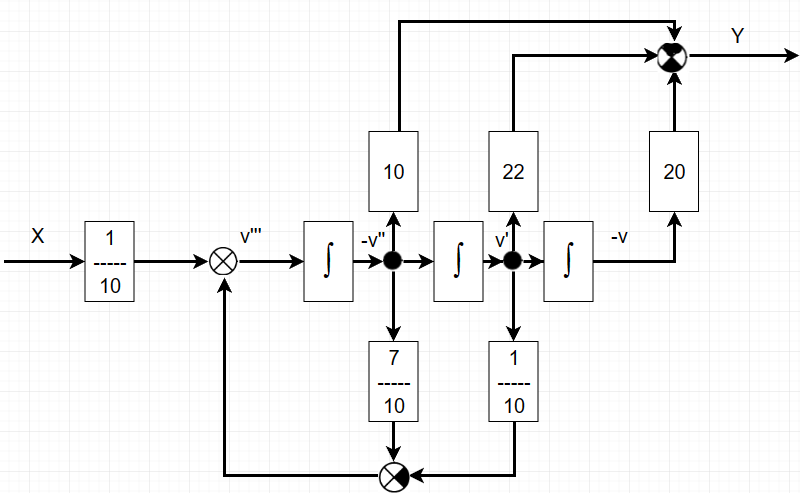
Данный метод позволяет избавиться от недостатков методов параллельных каскадов, и последовательных каскадов:

* Возможность появления каскадов с дифференцирующими свойствами, признаком чего служит наличие оператора s в числителе передаточной функции. Это весьма нежелательно в многокаскадных схемах, т. к. даже самый слабый высокочастотный шум , пройдя через цепочку из N дифференцирующих каскадов, многократно увеличит свою амплитуду пропорционально N-й степени частоты и заглушит полезную низкочастотную составляющую выходного сигнала.
* Необходимость вычисления корней полинома для получения разложений.
* Разнотипность каскадов.
* Нерегулярная структура полученной схемы.
* Трудоемкий расчет номиналов радиоэлементов принципиальной схемы.

## Синтез схемы

Составим схему на инвертирующих интеграторах, тогда

Получим схему:



Входной сумматор:

Суммы коэффициентов усиления прибавляемых и вычитаемых сигналов в формуле составляют .

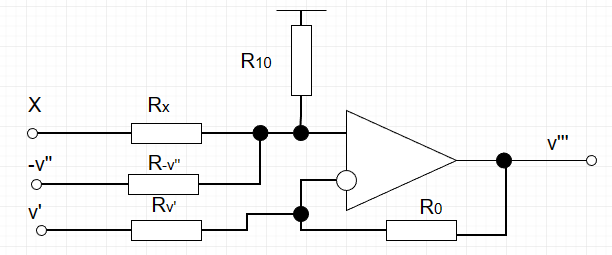
Для обеспечения баланса нужно к прямому входу ОУ подключить нулевой (заземлённый) сигнал с коэффициентом усиления

.

Номиналы резисторов, проводящих сигналы, должны удовлетворять соотношениям

По которым подбираем целочисленные R∈ [1 кОм, 10 МОм]:

*Схема входного сумматора:*



Выходной сумматор:

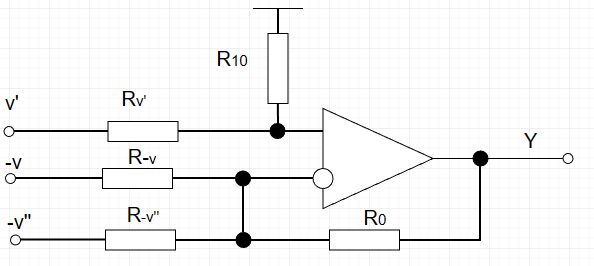
Суммы коэффициентов усиления прибавляемых и вычитаемых сигналов в формуле составляют .

Для обеспечения баланса нужно к прямому входу ОУ подключить нулевой (заземлённый) сигнал с коэффициентом усиления

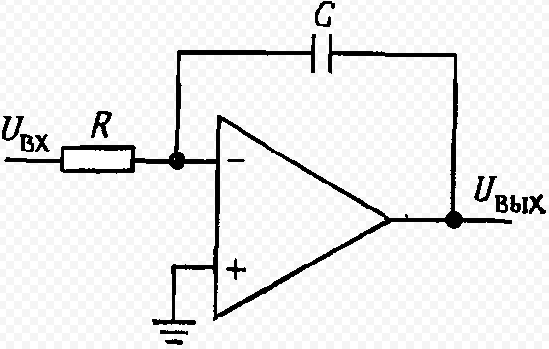
Номиналы резисторов, проводящих сигналы, должны удовлетворять соотношениям

По которым подбираем целочисленные R∈ [1 кОм, 10 МОм]:

*Схема выходного сумматора:*

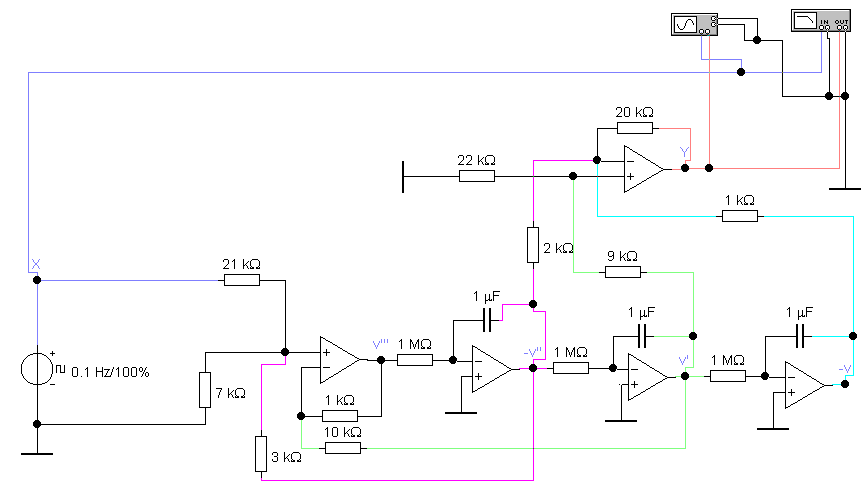


*Схема инвертирующего интегратора на операционном усилителе:*



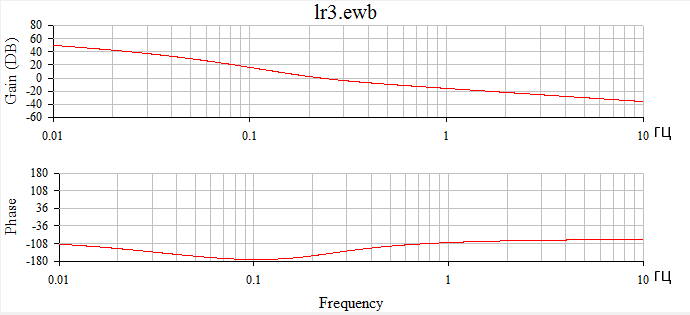
Поскольку нам нужен интегратор с коэффициентом -1, возьмем

*Итоговая схема:*

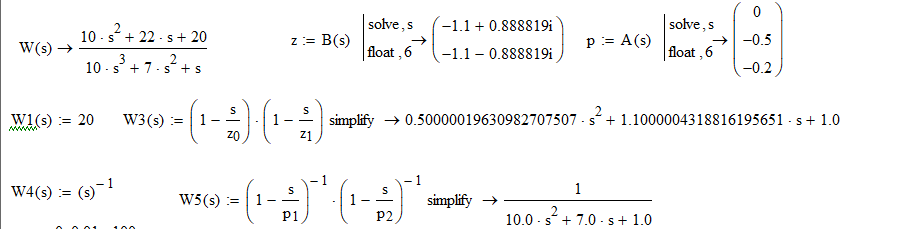
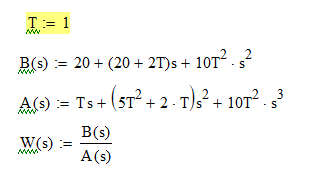


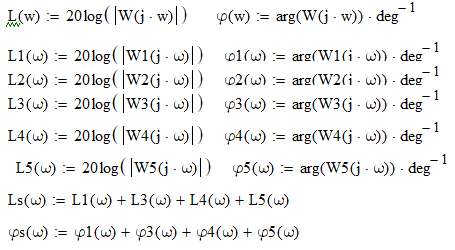
## Анализ характеристик системы

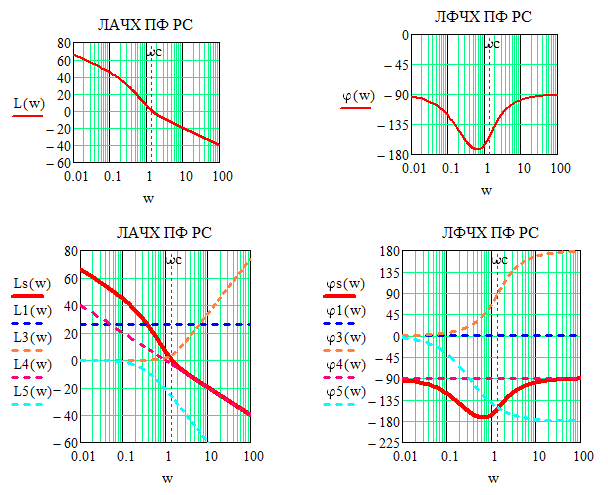
Для анализа ЛАЧХ и ЛФЧХ к выходу схемы подключен Bode Plotter, а на входе подключен генератор, который формирует в начальный момент времени перепад с 0 до 1 В.



Сравним полученные графики с графиками, построенными в Mathcad в 6 пункте курсовой работы.





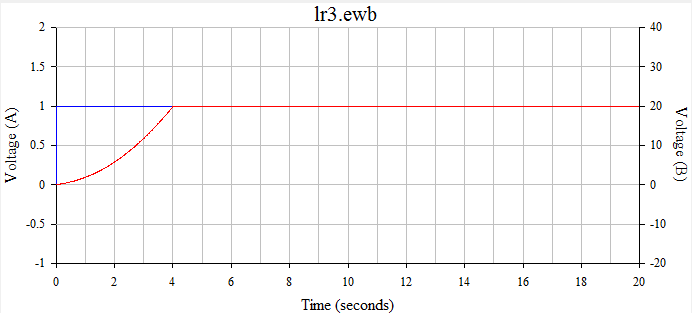


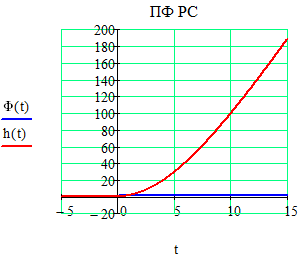
1. **Начальное значение графика функции** 
   1. График ЛАЧХ, построенный в Mathcad, «выше» по оси L, чем график реальный график. Начальное значение для MC 66 ДБ, для WB 49.5 ДБ.
   2. График ЛФЧХ, построенный в Mathcad, «выше» по оси , чем график реальный график. Начальное значение для MC -93 °, для WB- 110 °.
2. **Промежуточное значение графика функции**
   1. График ЛАЧХ, построенный в Mathcad, равен нулю ДБ при , построенный в WorkBench - при.
   2. График ЛФЧХ, построенный в Mathcad, принимает наименьшее значение = -173° при , построенный в WorkBench - при.

## Оценка переходной характеристики

1. Начальное значение .
2. Установившееся значение . У системы нет установившегося состояния.
3. На ЛАЧХ отсутствует резонансный пик, значит h(t) не будет колебаться.

Постоим переходную характеристику в WorkBench и Mathcad.





ПХ в WorkBench ограничена 20В. Это связано с напряжением питания операционного усилителя, которое равно 20В.

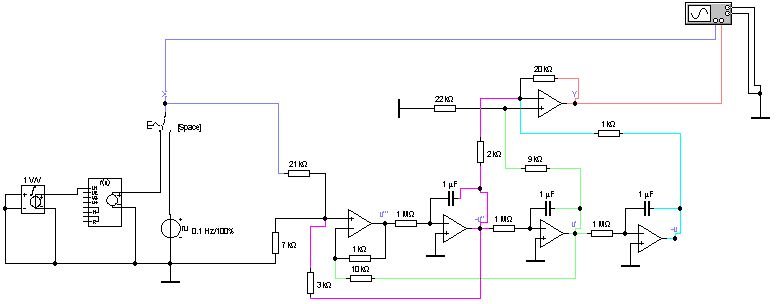
## Моделирование системы при произвольном входном воздействии

Воздействие для 6 варианта:

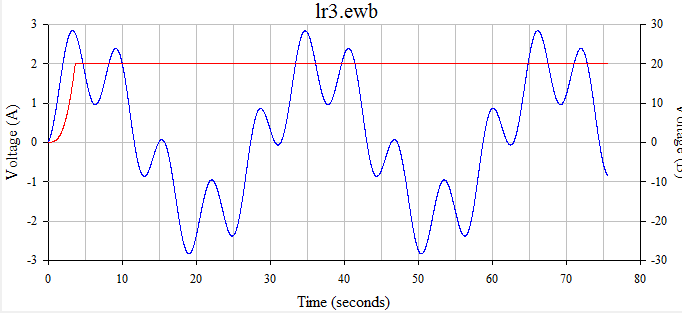
|  |  |
| --- | --- |
| Входное воздействие | Номер варианта |
|  |  |

Библиотека источников EWB содержит генератор Nonlinear Dependent Source (NDS), в окне редактирования которого записывается формула выходного сигнала (напряжения либо тока), зависящего от входных напряжений и токов. Поскольку переменной времени в синтаксисе формулы не предусмотрено, то с помощью интегратора создадим напряжение, равное времени и подадим его на первый вход NDS v1.

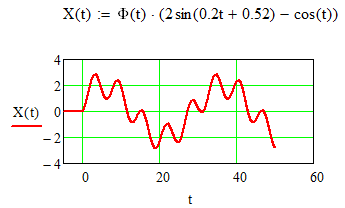
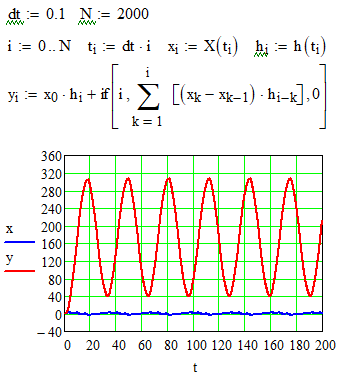
В настойках интегратора установим «Input offset voltage» равным 1В. Тогда при интегрировании данного значения по времени напряжение на выходе будет равно времени.



Запишем в генератор формулу: v=2\*sin(0.2\*v(1)+0.52)-cos(v(1)) так, как 30°=0,52рад.



Сверим график с Mathcad.

Теоретический график выходного сигнала имеет амплитуду колебания и наименьшее, после t=5c, значение 40В. Поэтому на реальном графике строится прямая линия равная 20В после t=5c. Колебания являются незатухающими и не расходящимися из-за того, что система находится на границе устойчивости.