

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Тульский государственный
университет»

КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**РАБОТА В SCILAB/Xcos. ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ САР В SCILAB.
ЭКВИВАЛЕНТНОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СХЕМЫ.**

отчет о
самостоятельной работе №1

по дисциплине

ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

Вариант №14

Выполнила:

ст. гр. 230711

Павлова В.С.

Проверил:

д.т.н, проф. каф. ИБ

Фомичев А.А.

Тула, 2023 г.

ХОД РАБОТЫ

В рамках данной практической работы в качестве программного средства имитационного моделирования в задачах теории управления выбрана среда Scilab. В ходе изучения типовых элементов системы автоматического управления пакета расширения Xcos были собраны следующие схемы:

1. Схема снятия статической характеристики нелинейного элемента (рисунок 1 и 2):

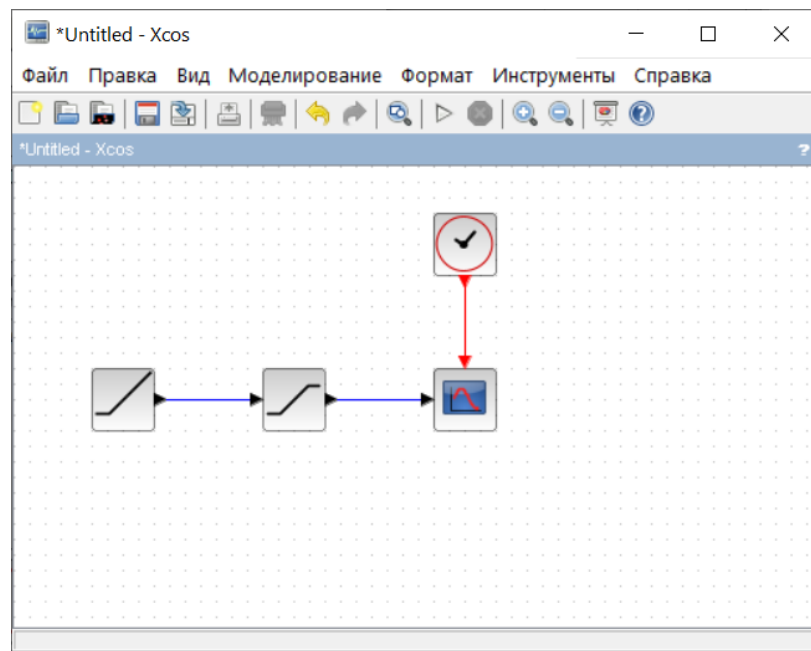


Рисунок 1 – Собранная схема снятия статической характеристики нелинейного элемента

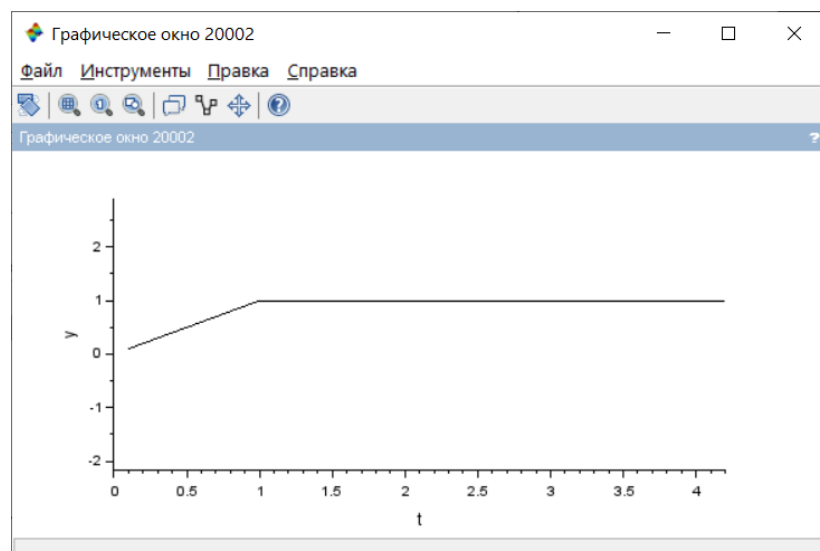


Рисунок 2 – Результат снятия статической характеристики нелинейного элемента

2. Схема снятия временных характеристик (рисунок 3). Графики для различных значений коэффициента усиления $K_1 = 1$, $K_2 = 10$ и $K_3 = 5$ приведены на рисунке 4.

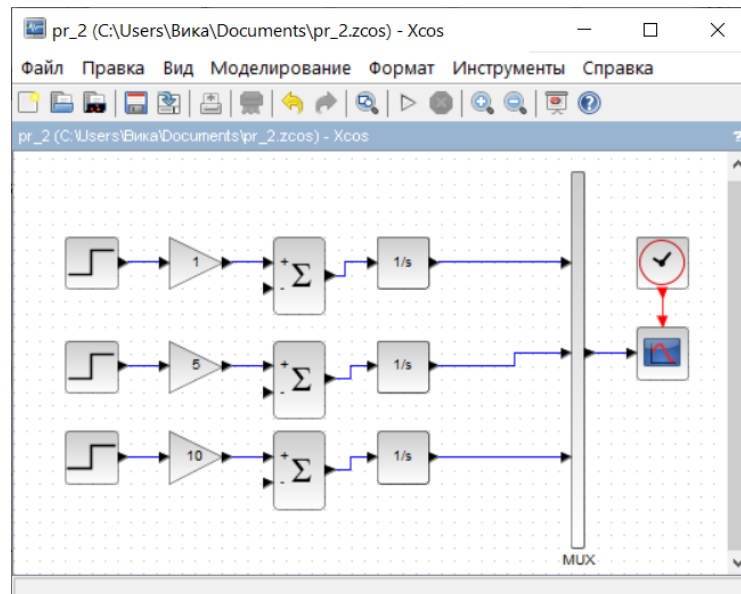


Рисунок 3 – Схема снятия временных характеристик

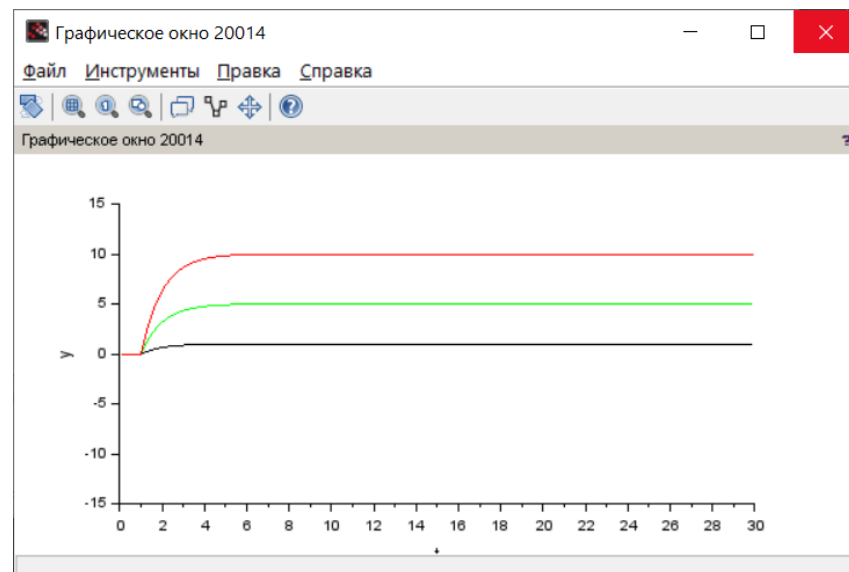


Рисунок 4 – Результат снятия временных характеристик для коэффициентов усиления $K_y=1, 5$ и 10 соответственно

3. Схема снятия частотных характеристик приведена на рисунке 5, а результат снятия показан на рисунке 6.

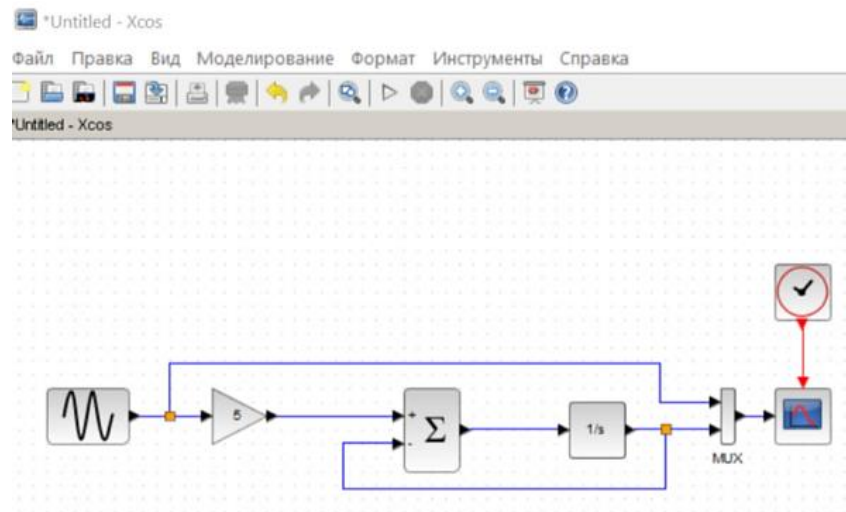


Рисунок 5 – Собранная схема снятия частотных характеристик

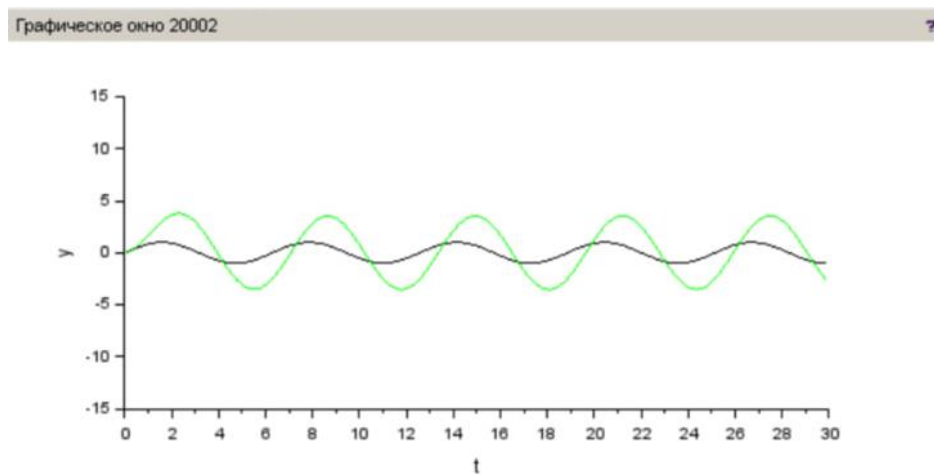
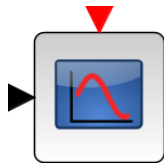
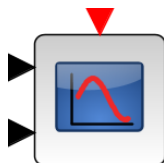


Рисунок 6 – Результат снятия частотных характеристик

Задание №1.14. В чем отличие блоков CSCOPE и CMSCOPE?



Блок CSCOPE отображает входные данные относительно времени моделирования в виде одной графической оси.



Блок CMSCOPE – это область с несколькими дисплеями, позволяющая отображать несколько графиков в одном окне.

Задание №1.39. Для чего служит блок GENSIN_f в Xcos?



Блок GENSIN_f представляет собой генератор синусоидальных волн и используется для создания синусоидального сигнала. Он

генерирует сигнал с заданными параметрами, такими как амплитуда, частота и начальная фаза. Этот сигнал может быть полезен для моделирования различных систем и проведения анализа сигналов.

Задание №2.14. Какой сигнал можно назвать дискретным?

1. Если множество возможных значений параметра сигнала образует континуум.

Данное утверждение неверно, поскольку континуум – это непрерывная совокупность, что противоречит определению дискретного сигнала, ведь он имеет конечное или счетное число значений, которое может принимать параметр сигнала.

2. Если математическая модель данного сигнала позволяет предсказать его мгновенное значение в любой момент времени.

Данное утверждение представляет собой описание сигнала с хорошей предсказуемостью, но это не позволяет определить, дискретен ли он.

3. Если математическая модель данного сигнала не позволяет предсказать его мгновенное значение в любой момент времени.

По аналогии с предыдущим вариантом, данное утверждение не позволяет определить, дискретен ли сигнал.

4. Нет правильного ответа

Неверно, поскольку правильный ответ имеется.

5. Если число значений, которое может принимать параметр сигнала, конечно (или счетно).

Это верное утверждение, поскольку оно наиболее полно выражает суть определения дискретного сигнала.

Ответ: 5. Если число значений, которое может принимать параметр сигнала, конечно (или счётно).

Задание №3.14. Необходимо смоделировать в среде Xcos генератор случайных действительных чисел с равномерным распределением с регистрацией сигнала на осциллографе.

Для генерации случайных действительных чисел в среде Xcos имеется блок под названием RAND_m.

Настройки данного блока и собранная схема для регистрации полученных сигналов на CSCOPE приведены на рисунке 7. Результат генерации распределения приведен на рисунке 8.

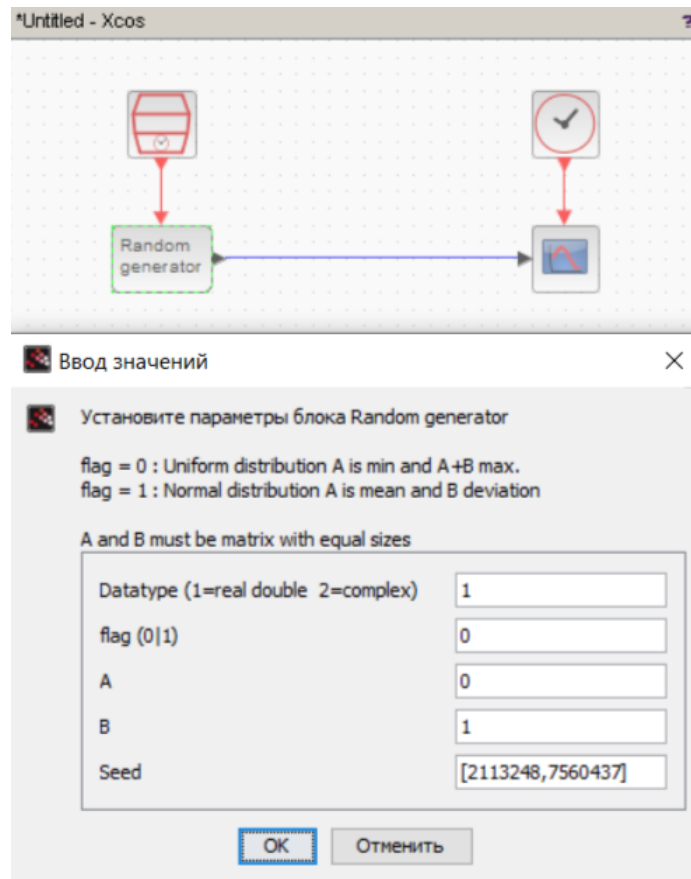


Рисунок 7 – Схема генератора действительных случайных чисел и его настроек



Рисунок 8 – Полученное равномерное распределение

Задание №4. Исследовать отличия сигналов на выходе цифровой модели системы и по функциональной структурной схеме по теме индивидуального задания построить в рабочей области среды SCILAB/Xcos цифровую модель системы. Провести анализ.

На рисунке 9 представлены структурные модели RC-цепочки первого порядка. Необходимо изучить отличия аналогового сигнала $y(t)$ от сигнала на выходе цифровой модели RC-цепочки.

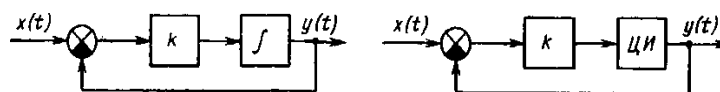


Рисунок 9 – Исходные данные

Поскольку RC-цепь генерирует синусоидальные колебания, входной сигнал можно представить с помощью блока GENSIN_f. Полученные схемы для аналогового сигнала и цифровой модели, а также данные, снимаемые с осциллографа, представлены на рисунке 10.

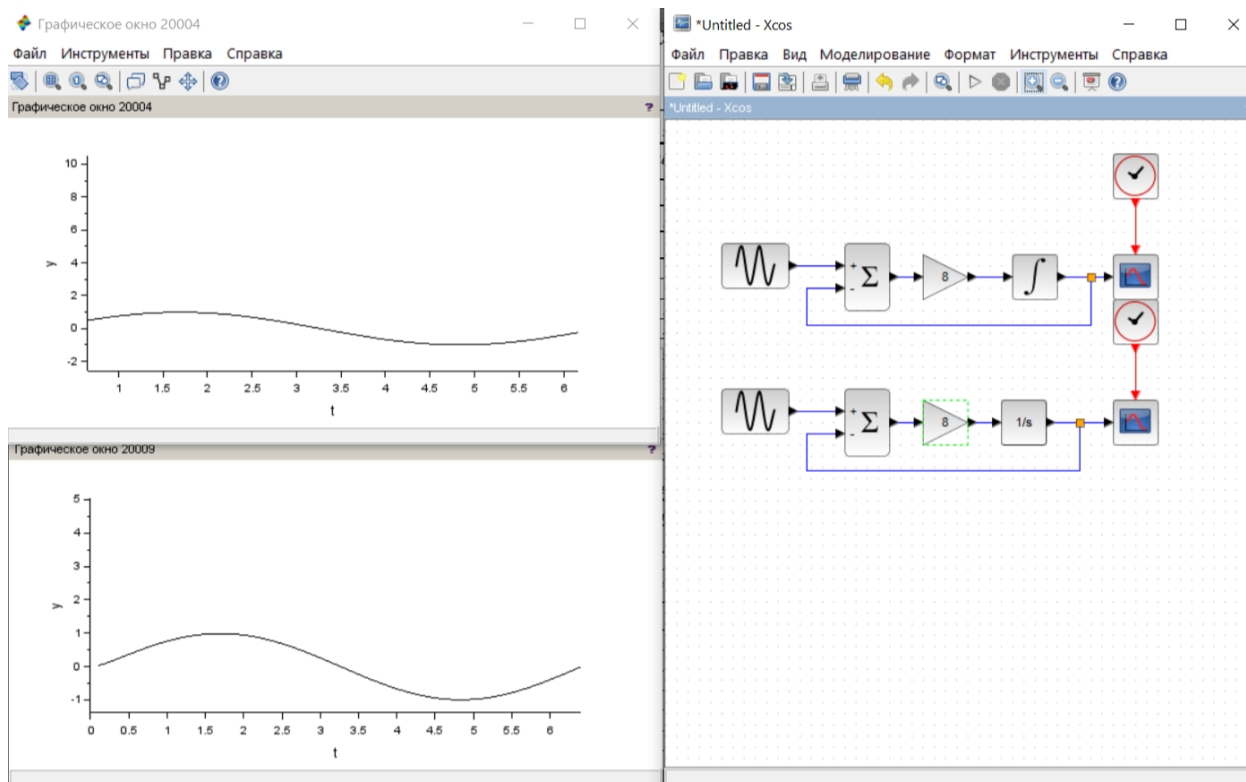


Рисунок 10 – Схема модели в рабочей области среды Scilab

Входные данные. Для построения цифровой модели системы автоматического регулирования скорости вращения двигателя по теме индивидуального задания рассмотрим её ФСС, приведённую на рисунке 11. С её помощью необходимо будет составить операторную структурную схему в стандартной форме записи.

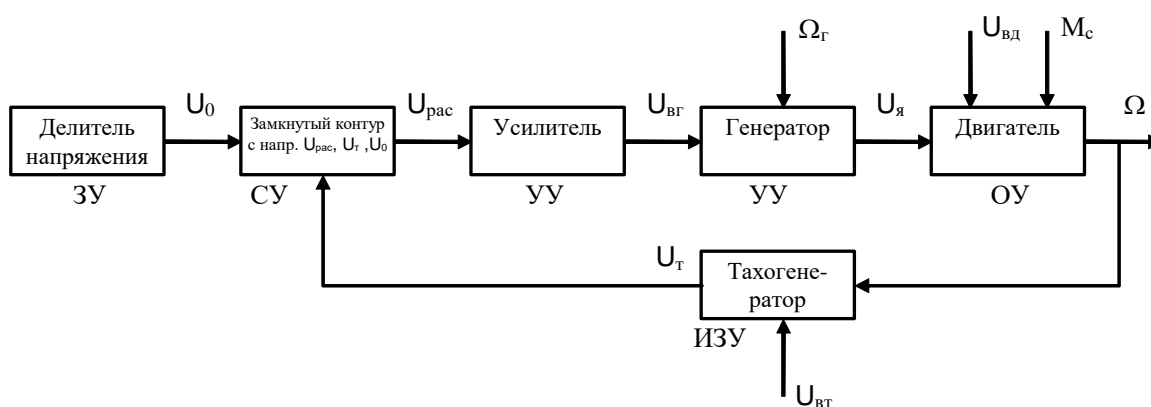


Рисунок 11 – Функциональная схема САР скорости вращения двигателя

Коэффициенты передачи K_i и постоянные времени T_j операторных описаний каждого из функциональных звеньев САР приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные по теме индивидуального задания

№ п/п	Мощность системы	Звенья линейной части системы (номера элементов)						
		1	2	3		4		
		$K_{тг}$	K_y	T_r	K_r	$T_я$	T_m	$K_{дв}$
		-	-	c	-	c	c	-
1	средняя	0,5	8	0,08	2	0,1	0,9	1,6

Номера функциональных элементов САР и постоянные времени T_i и коэффициенты передачи K_i , которыми характеризуется каждый из элементов указаны на технической структурной схеме САР (рисунок 12):

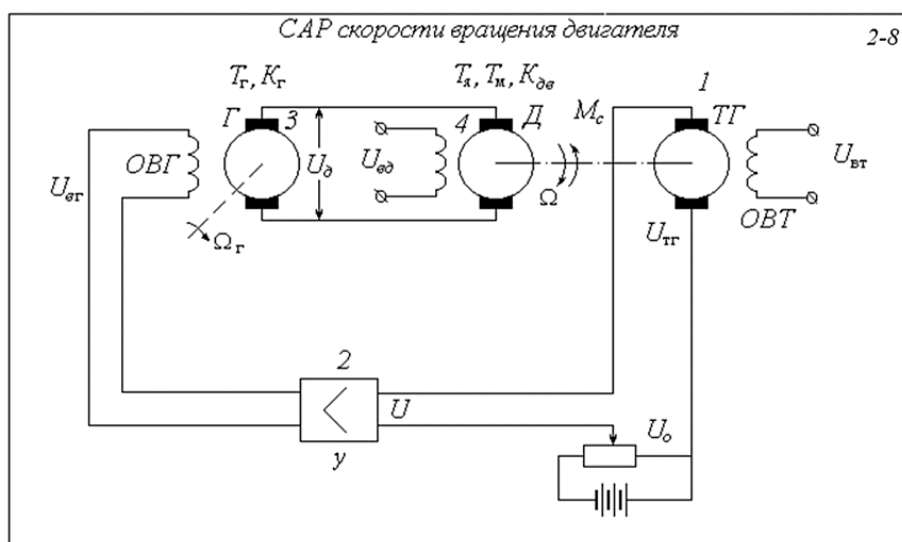


Рисунок 12 – Принципиальная структурная схема САР скорости вращения двигателя

В данной системе *объектом управления* является электрический двигатель постоянного тока, обозначенный на схеме буквой Д.

Управляемая величина в данной системе – это скорость вращения вала двигателя Д: Ω (об/мин).

Управляющим воздействием является напряжение $U_я$, которое снимается с якоря генератора Г и подается на якорь двигателя Д.

Измерительным устройством управляемой величины в данной системе является тахогенератор ТГ. Тахогенератор представляет собой обычный генератор, вал которого подсоединен к валу двигателя Д. В результате

тахогенератор вырабатывает напряжение U_t , пропорциональное скорости вращения вала двигателя Д.

Задающим воздействием в данной системе является напряжение U_0 , а *задающим устройством* делитель, представляющий собой «переменное» сопротивление.

В данной схеме *сравнивающее устройство* в явном виде отсутствует. Сигнал рассогласования $U_{\text{рас}} = U_0 - U_t$.

Усилительным устройством в данной САУ является предварительный усилитель У и генератор Г, представляющий собой усилитель мощности.

Возмущающими воздействиями в данной системе являются: напряжение возбуждения обмотки тахогенератора $U_{\text{вт}}$; напряжение, выдаваемое постоянным источником; напряжение возбуждения обмотки двигателя $U_{\text{вд}}$; момент милы сопротивления M_c ; скорость вращения вала генератора Ω_r .

Корректирующее устройство в данной САУ отсутствует.

Далее рассмотрим передаточную функцию каждого звена, входящего в систему:

$$\text{Двигатель: } W(p) = \frac{K_{\text{дв}}}{(T_{\text{я}}p+1)(T_{\text{м}}+1)},$$

$$\text{Тахогенератор: } W(p) = K_{\text{тг}},$$

$$\text{Усилитель: } W(p) = K_{\text{у}},$$

$$\text{Генератор: } W(p) = \frac{K_{\text{г}}}{(T_{\text{г}}p+1)}.$$

Операторная одноконтурная структурная схема, полученная на основе приведённых исходных данных, представлена на рисунке 13.

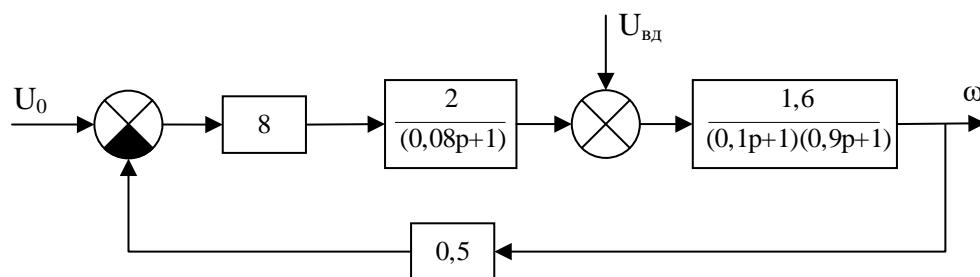


Рисунок 13 – Операторная одноконтурная структурная схема САР скорости вращения двигателя

Теперь на основе операторной структурной схемы системы соберём цифровую САР в рабочей области среды Scilab. Она приведена на рисунке 14. Результат моделирования представлен на рисунке 15.

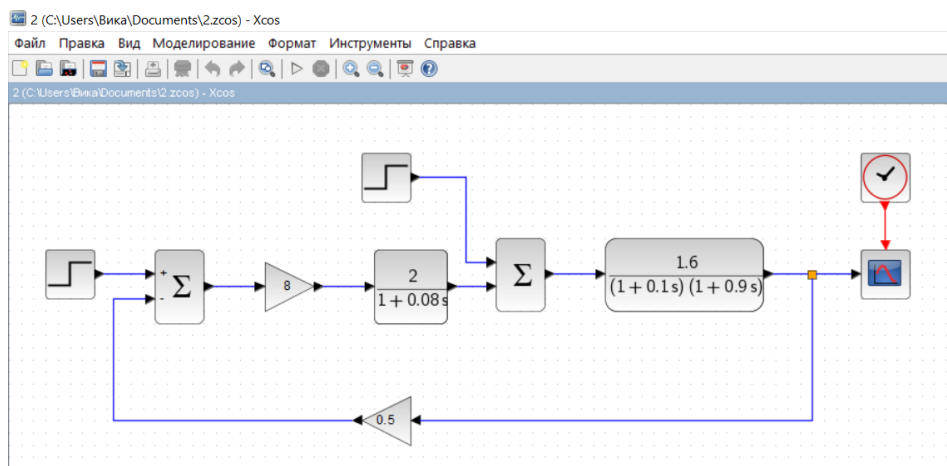


Рисунок 14 – Цифровая модель САР

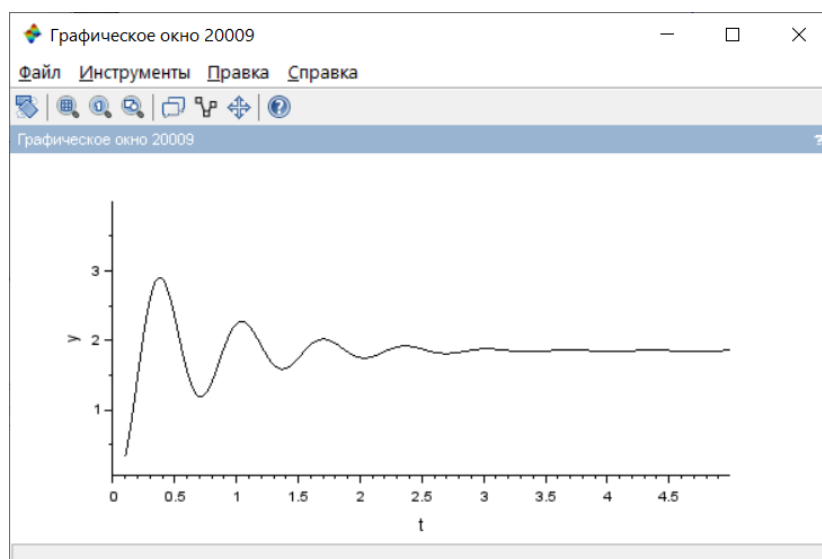


Рисунок 15 – Результат моделирования цифровой модели САР

Задание №5.14. Упростить структурную схему согласно правилам преобразования структурных схем. Исходная схема приведена на рисунке 16.

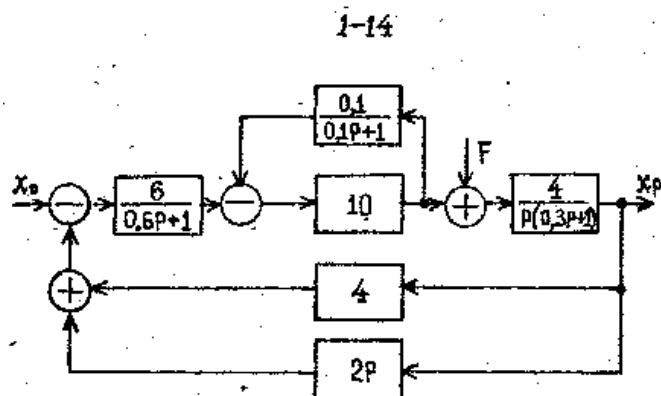


Рисунок 16 – Исходная структурная схема

Исходная схема, собранная, в программной среде Scilab приведена на рисунке 17. Результат её моделирования приведен на рисунке 18.

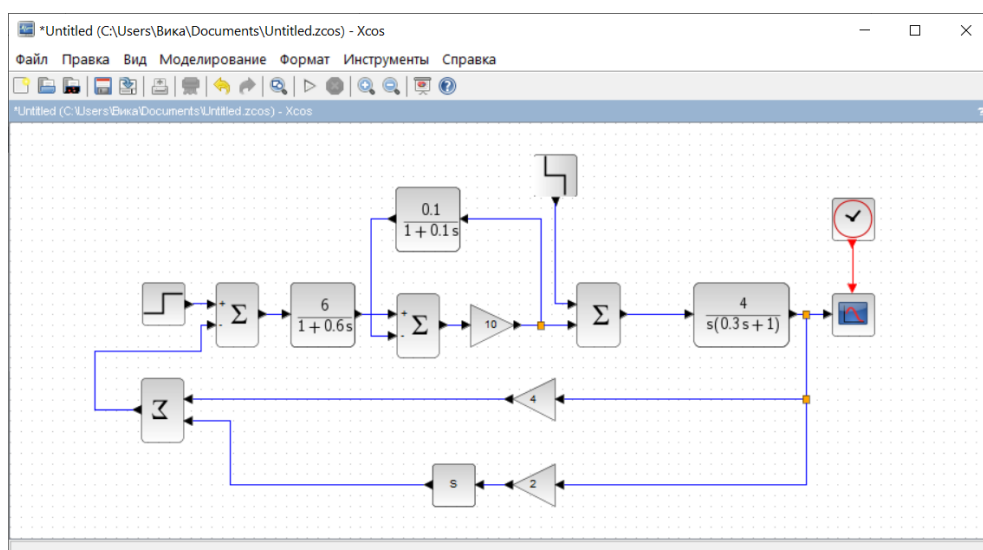


Рисунок 17 – Исходная структурная схема в программной среде Scilab

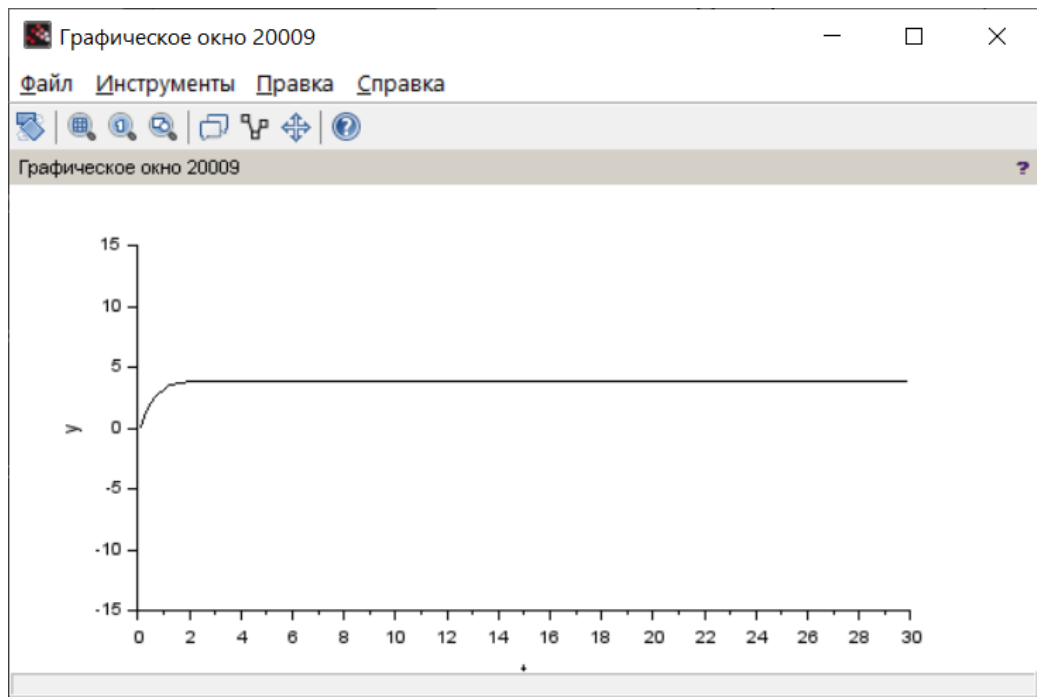


Рисунок 18 – Результат моделирования исходной схемы в программной среде Scilab

1. В качестве первого шага преобразования произведём перенос сумматора через звено в конце прямой цепи и объединим параллельное соединение. Результат преобразования приведен на рисунке 18.1.

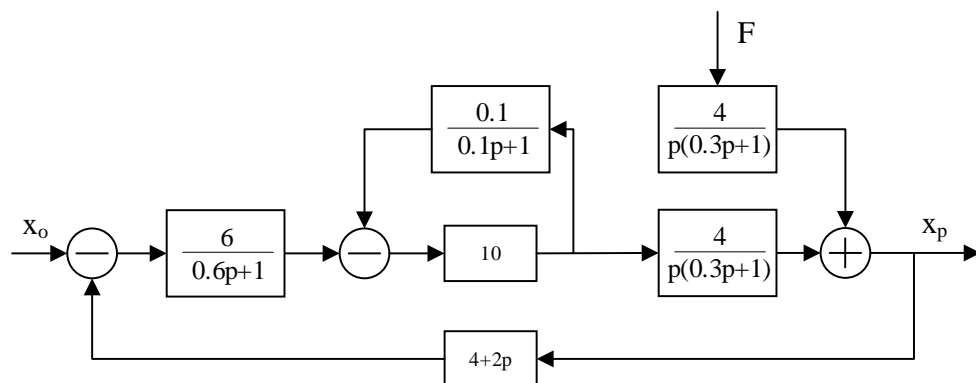


Рисунок 18.1 – Первый шаг преобразования

2. Теперь произведём свёртывание обратной связи (рисунок 18.2).

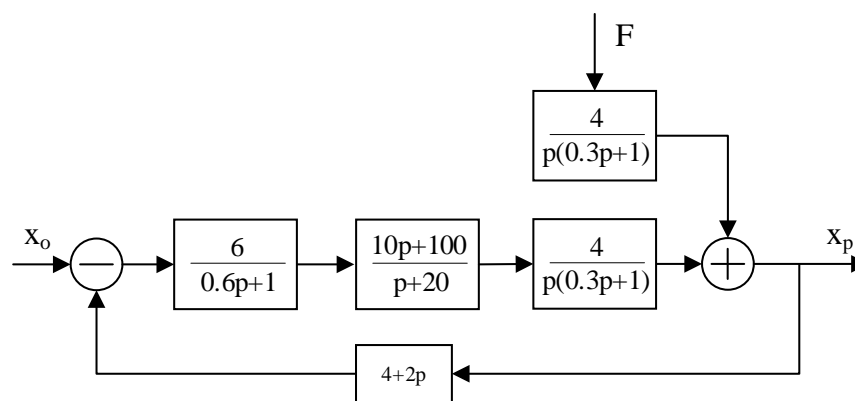


Рисунок 18.2 – Второй шаг преобразования

3. На третьем шаге объединим последовательное соединение в прямой цепи (рисунок 18.3).

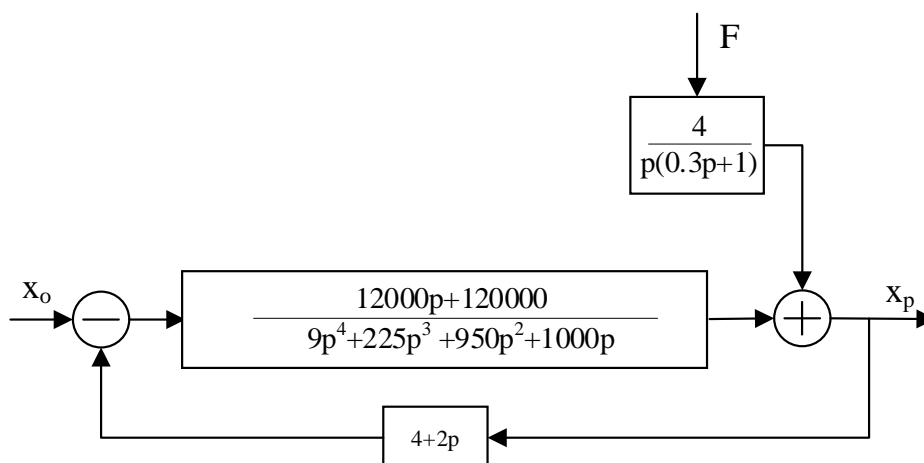


Рисунок 18.3 – Третий шаг преобразования

Поскольку дальнейшие преобразования затруднительны, проведём моделирование полученной схемы в программной среде Scilab, чтобы проверить, являются ли полученные преобразования эквивалентными.

Собранная схема представлена на рисунке 19, а на рисунке 20 – результат её моделирования.

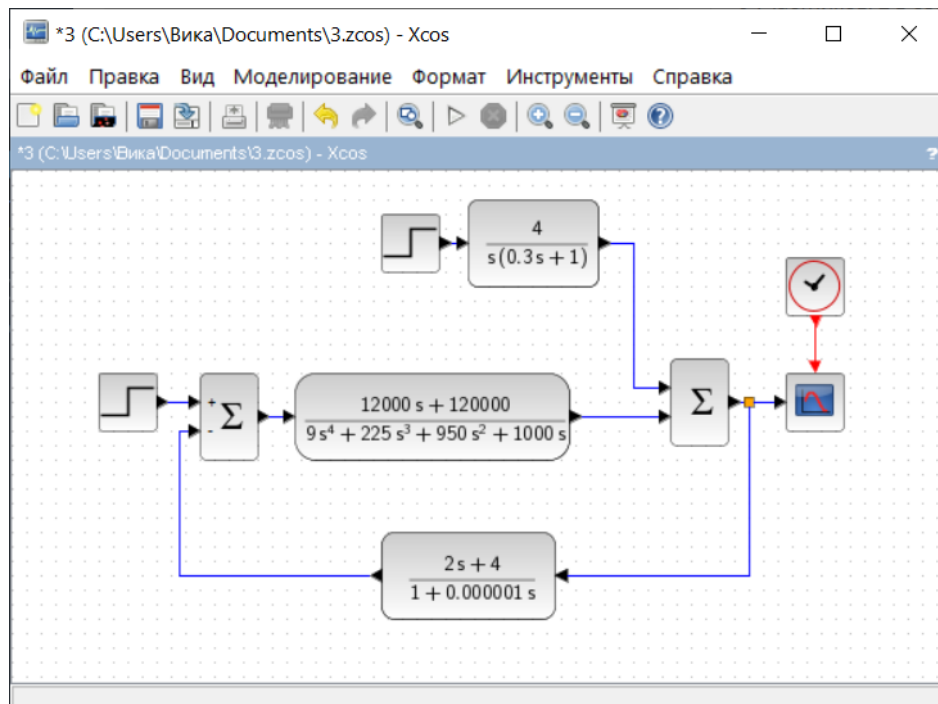


Рисунок 19 – Собранная упрощённая схема

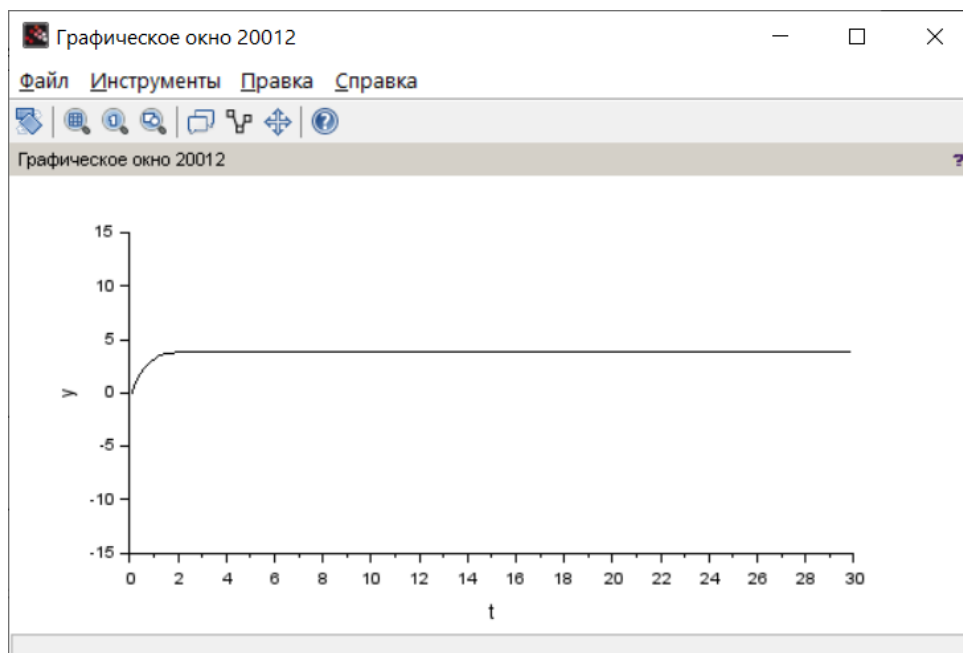


Рисунок 20 – Результат моделирования упрощённой схемы

Как видно из рисунка 20, результат моделирования совпадает с графиком, полученным от исходной схемы, следовательно, выполненные преобразования эквиваленты.

Теперь необходимо выполнить эквивалентное преобразование исходной многоконтурной структурной схемы с перекрестными связями в соответствии

с вариантом задания и получить передаточную функцию $W_{ef}(p)$ относительно входа f и выхода e , преобразовав структурную схему, представленную на рисунке 21.

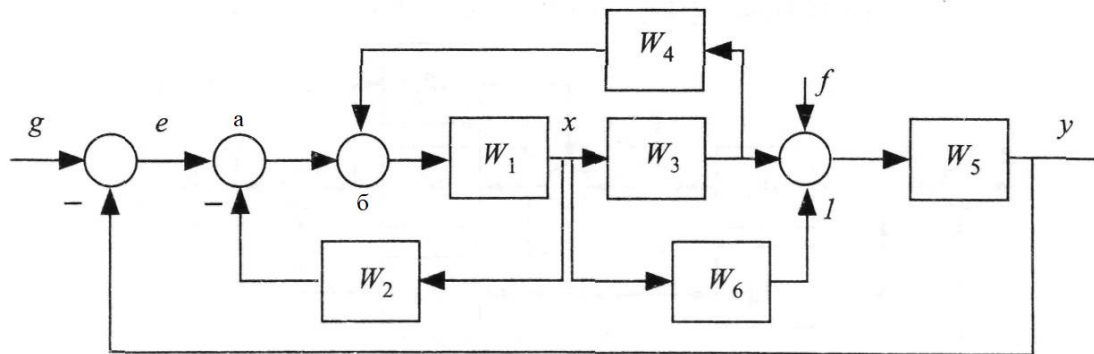


Рисунок 21 – Структурная схема задания

Исходные передаточные функции: $W_1 = \frac{2}{0.1p+1}$; $W_2 = 0.5$; $W_3 = \frac{10}{p}$;
 $W_4 = 0.3p$; $W_5 = 0.6$; $W_6 = \frac{20}{p(0.3p+1)}$;

1. Поменяем местами сумматоры (а) и (б) структурной схемы, представленной на рисунке 21. В результате получим следующую структурную схему (рисунок 21.1).

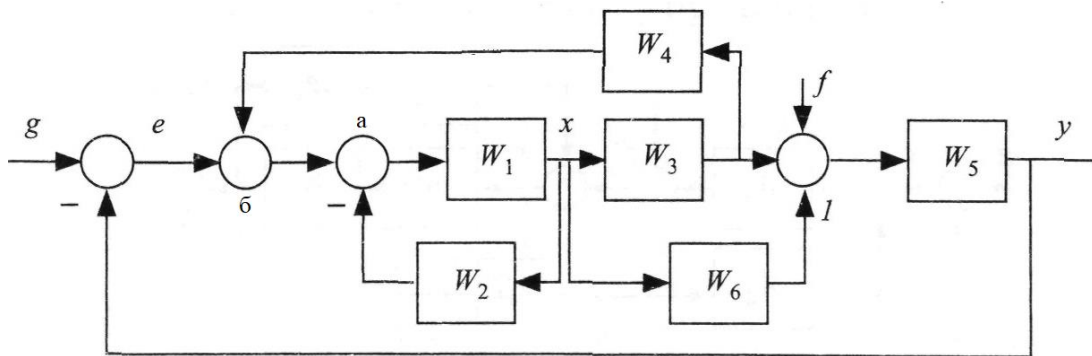


Рисунок 21.1 – Преобразованная структурная схема на шаге 1

2. Из рисунка 21.1 видно, что блоки W_1 и W_2 и сумматор (а) составляют замкнутую одноконтурную подсистему. Преобразуем данную часть системы и в результате получим следующую структурную схему (рисунок 21.2), где $W_7 = \frac{W_1}{1+W_1W_2}$.

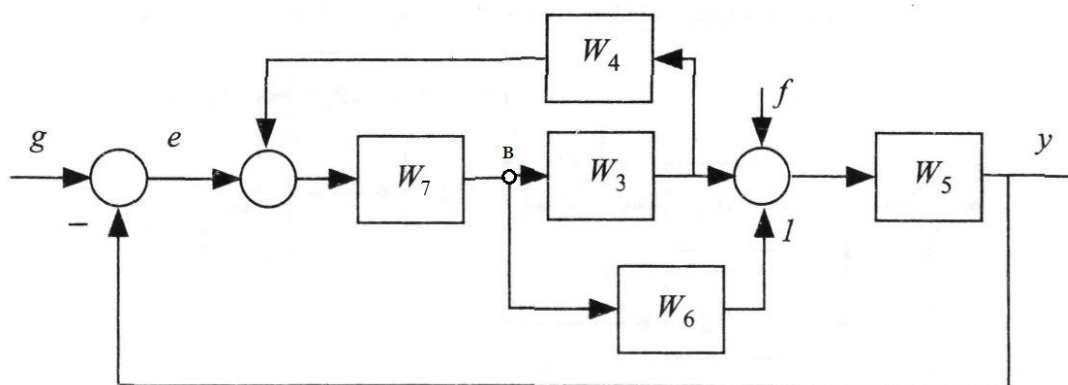


Рисунок 21.2 – Преобразованная структурная схема на шаге 2

3. Перенесём узел (в) за блок W_3 . В результате получим следующую структурную схему (рисунок 5), где $W_8 = \frac{W_6}{W_3}$.

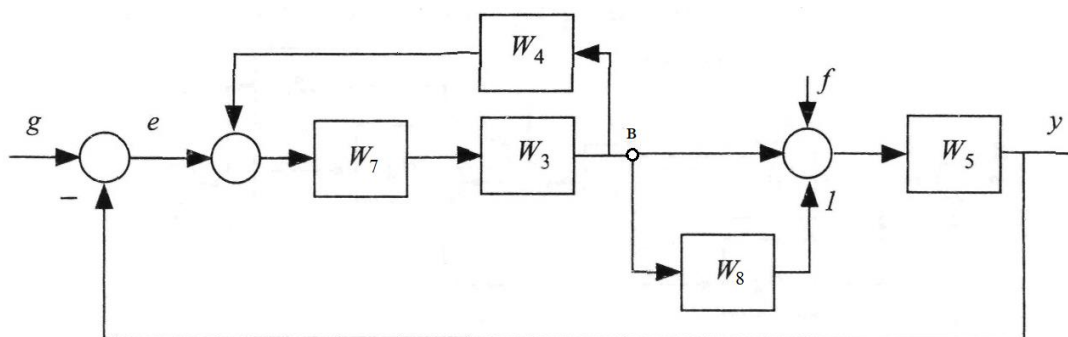


Рисунок 21.3 – Преобразованная структурная схема на шаге 3

4. Из рисунка 21.3 видно, что блоки W_7 , W_3 , W_4 и сумматор (б) образуют замкнутую одноконтурную подсистему. Преобразуем данную часть системы и в результате получим следующую структурную схему (рисунок 21.4), где $W_9 = \frac{W_7 W_3}{1 - W_3 W_7 W_4}$.

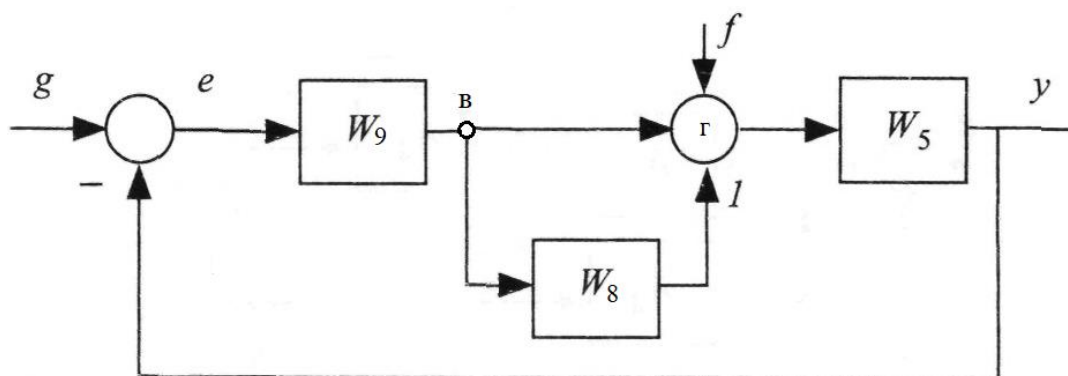


Рисунок 21.4 – Преобразованная структурная схема на шаге 4

5. Перенесём узел (в) за блок W_9 и разделим сумматор (г) на два. В результате получим следующую структурную схему (рисунок 21.5), где $W_{10} = W_8 W_9$.

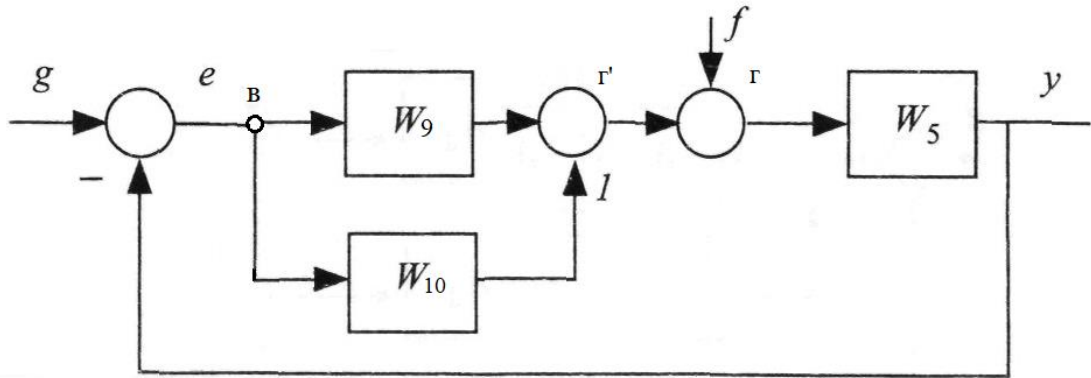


Рисунок 21.5 – Преобразованная структурная схема на шаге 5

6. Свернём параллельное соединение блоков W_9 и W_{10} , получив следующую структурную схему (рисунок 21.6), где $W_{11} = W_9 + W_{10}$.

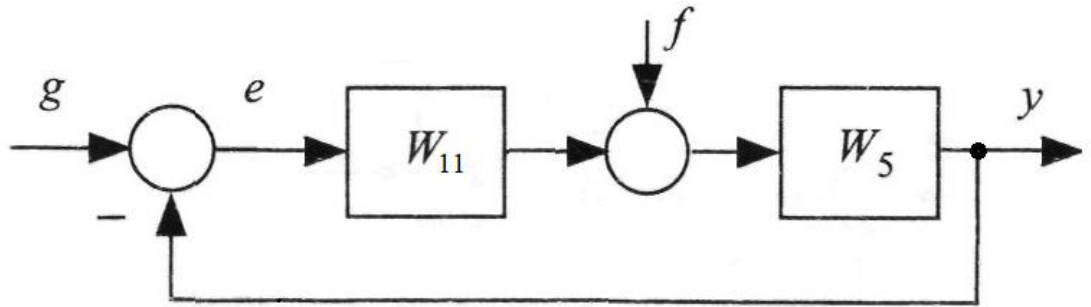


Рисунок 21.6 – Преобразованная структурная схема на шаге 6

Полученная простая структурная схема (рисунок 21.6) исследуемой системы даёт возможность непосредственно записать передаточные функции $W_{ef}(p)$.

$$\begin{aligned}
 W_{ef}(p) &= \frac{W_5}{1 + W_{11}W_5} = \\
 &= \frac{W_5}{1 + \left(\frac{\frac{W_1}{1 + W_1W_2} W_3}{1 - W_3 \frac{W_1}{1 + W_1W_2} W_4} + \frac{\frac{W_6}{W_3} \left(\frac{W_1}{1 + W_1W_2} W_3 \right)}{1 - W_3 \frac{W_1}{1 + W_1W_2} W_4} \right) W_5};
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{ef}(p) &= \frac{1}{W_5^{-1} + \frac{W_3 + W_6}{W_1^{-1} + W_2 - W_3 W_4}} = \frac{1}{0.6^{-1} + \frac{\frac{10}{p} + \frac{20}{p(0.3p + 1)}}{\frac{0.1p + 1}{2} + 0.5 - 3}} = \\
 &= \frac{9p^3 - 330p^2 - 1200p}{15p^3 - 550p^2 - 200p + 18000}
 \end{aligned}$$

ВЫВОД

В ходе выполнения данной работы я ознакомилась с существующими инструментальными программными средствами имитационного моделирования в задачах теории управления, освоила технологии моделирования в рабочей области среды SCILAB/Xcos и приобрела опыт эквивалентного преобразования структурных схем линейных непрерывных систем.