

Материал к лекции можно просмотреть и скачать на сайте кафедры:
<http://k301.info> в разделе Дисциплины / Теория автоматического управления

Специальности:

- Авионика
- Автоматизация и компьютерно-интегрированные технологии
- Авиационный транспорт

Дисциплина:

Теория автоматического управления

Курс, семестр, уч. год:

3, осенний, 2019/2020

Кафедра:

301 – СУЛА

Руководитель обучения:

Профессор, д.т.н. Кулик Анатолий Степанович

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЛЕКЦИИ № 3

ТЕМА №1: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПА УПРАВЛЕНИЯ ПО ВОЗМУЩЕНИЮ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СТАБИЛИЗАЦИИ



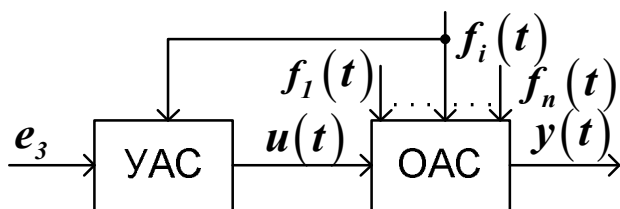
Наибольшее лишение нам приносит то, что мы живём не так, как требует этого разум, а так как живут другие

*Сенека Луций Анней Младший
(ок. 4 г. до н. э. – 65 г. н. э.) –
древнеримский политический деятель,
философ и писатель*

1. ПРИНЦИП УПРАВЛЕНИЯ ПО ВОЗМУЩЕНИЮ.

Этот принцип был предложен французским ученым Понселе в 1829 году и впервые реализован на практике во второй половине XIX века известным русским электротехником В. Н. Николаевым в разработанных им регуляторах силы света дуговых ламп.

Информационные особенности САС, построенной с использованием принципа управления по возмущению представим с помощью функциональной схемы:



Здесь e_3 – задающее воздействие, $e_3 = const$; $u(t)$ – управляющее воздействие; $y(t)$ – управляемая (стабилизируемая) величина; $f_i(t)$, $i = \overline{1, n}$ – возмущающие воздействия;

$f_i(t)$ – существенное, доступное измерению, возмущающее воздействие – совместимое и «понятное» УАС.

В рассмотренной системе управляющее воздействие $u(t)$ формируется в зависимости от задающего воздействия e_3 и возмущающего воздействия $f_i(t)$. Эту зависимость в общем виде можно представить таким образом:

$$u(t) = \Phi[e_3, f_i(t)].$$

2. ЗАДАЧА СТАБИЛИЗАЦИИ.

Задача стабилизации заключается в компенсации влияния возмущения $f_i(t)$ с целью обеспечения практического постоянства стабилизируемой величины $y(t)$.



*Физические величины, оказывающие дестабилизирующее, мешающее воздействие, называются **возмущающими воздействиями** или **возмущениями***



1. Сколько возмущений действует на электродвигатель СЛ-267 в лабораторном стенде?
2. Перечислите наиболее существенные (с какой т. з.?) !
3. Сколько и какие возмущения действуют на УМ?
4. Причины появления и существования возмущений?
5. Как оценить энергетические свойства возмущений?

Стабилизация с использованием принципа управления по возмущению заключается в измерении наиболее существенных возмущений и компенсации их влияния на стабилизируемые величины посредством соответствующего управляющего воздействия на ОАС.

Для решения задачи стабилизации физической величины с использованием принципа управления по возмущению необходимо согласно этапу 2 блок-схемы процесса синтеза САУ (лекция №1) сформировать ОАС. Вначале сформируем функциональную схему ОАС, исходя из возможностей универсального лабораторного стенда кафедральной лаборатории «Автоматического управления».

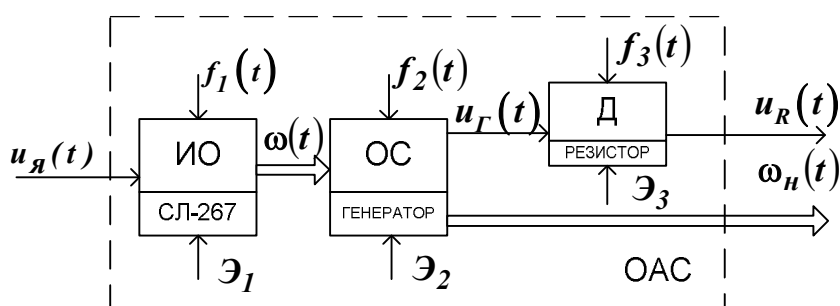
В качестве рабочего механизма – объекта стабилизации – выберем генератор, находящийся в электромеханическом блоке. Подключение к генератору активной нагрузки в различные моменты времени и различной величины представляет собой, по сути, дестабилизирующий фактор, т. е. возмущение для функционирования генератора. Почему? Подумайте и найдите объяснение! Итак, генератор с изменяющейся активной нагрузкой будем использовать как имитатор (от лат. imitation – подражание) объекта стабилизации, на который действует существенное возмущение – изменяющаяся активная нагрузка $R_n(t)$. Все остальные возмущающие воздействия (какие ?) будем считать не существенными (почему ?) и не будем их рассматривать в данном исследовании.

Для обеспечения функционирования объекта стабилизации - генератора необходим исполнительный орган, обеспечивающий вращения якоря с заданной угловой скоростью. В качестве исполнительного органа используем электродвигатель

постоянного тока СЛ-267, входящий в состав электромеханического блока и соединённый с генератором муфтой.

Для измерения величины и характера изменения возмущающего воздействия – $R_H(t)$ на объекте стабилизации будем использовать простейший датчик напряжения, представляющий собой резистор с коммутационными шнурами (проводники со штекерами). Падение напряжения на резисторе $u_R(t)$ будет характеризовать возмущающее воздействие $R_H(t)$.

Функциональную схему объекта автоматической стабилизации можно теперь представить в таком виде:



Здесь $u_я(t), B$ – напряжение управления на якорную обмотку электродвигателя; $\omega(t), 1/c$ – угловая скорость вала

электродвигателя; $u_Г(t), B$ – напряжение генератора; $u_R(t), B$ – результат измерения возмущающего воздействия; $\omega_H(t), 1/c$ – угловая скорость нагрузки – стабилизируемая физическая величина; $f_i(t), i = \overline{1,3}$ – недоступные измерению возмущения; $\mathcal{E}_i, i = \overline{1,3}$ – электрическая энергия.

Итак, в соответствии со вторым этапом блок-схемы сформировали функциональную схему и на ее основании можно теперь сформировать физический стендовый объект автоматической стабилизации угловой скорости рабочего механизма.

Третий этап процесса синтеза связан с изучением устройства, принципа действия и построения различных моделей ОАС.

Устройство ИО – электродвигателя серии СЛ представлено в лекции №2, там же был описан принцип действия. На практических и лабораторных занятиях были изучены устройство, принцип действия, а также получены статические и временные характеристики электродвигателя СЛ-267, отражающие его функциональные особенности. На основании этих знаний можно приступить к построению самых совершенных моделей (а какие несовершенные ?) – математических моделей электродвигателя СЛ-267, как исполнительного органа САС.



Польза не во многих, но в хороших книгах.

Сенека

ТЕМА №2: ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ САС И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УАС

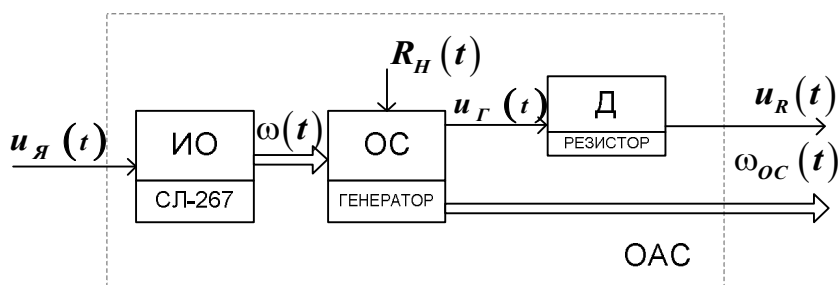


«*Crede experto (лат.) – верь опытному!*»

*Публий Овидий Назон
(43 г. до н. э. – ок. 18 г. н. э.) –
древнеримский поэт*

I. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ.

Функциональную схему, отражающую информационный аспект стендового ОАС лаборатории «Автоматического управления», представим в таком виде:



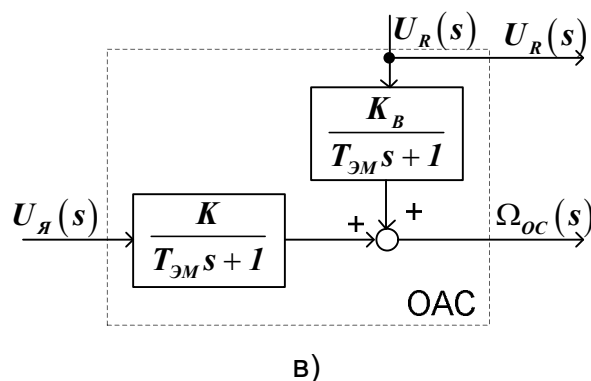
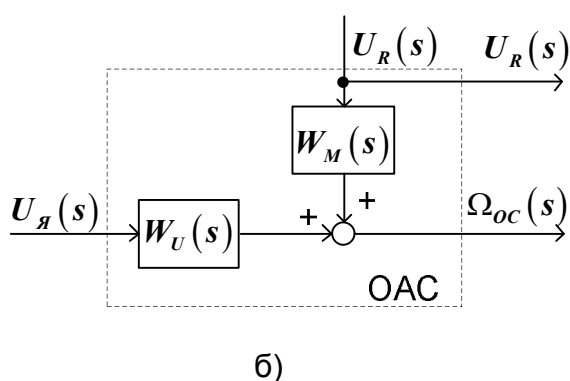
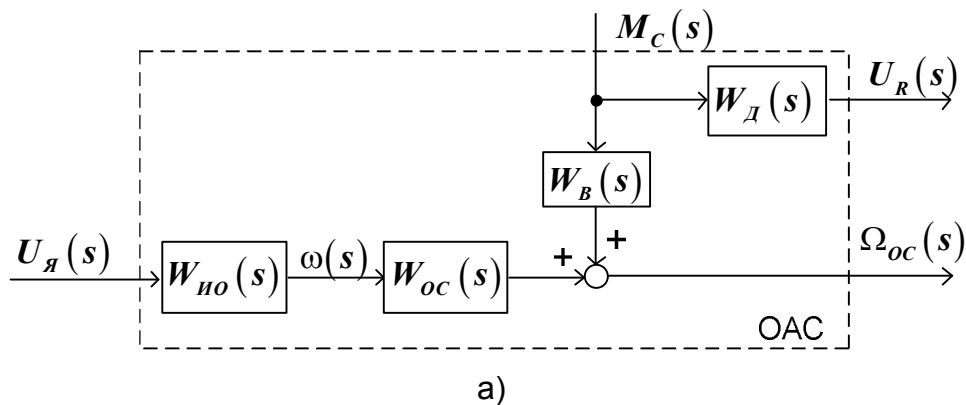
Здесь $u_y(t), B$ – напряжение управления на якорную обмотку электродвигателя; $\omega(t), 1/c$ – угловая скорость вала электродвигателя; $u_G(t), B$ – напряжение генератора; $R_H(t), Ом$ – изменяющиеся сопротивление нагрузки на генератор (возмущающее воздействие); $U_R(t), B$ – результат измерений последствий возмущающего воздействия; $\omega_{OC}(t)$ – угловая скорость генератора – объекта стабилизации, $1/c$ Я.

Информационно-преобразовательную особенность ОАС в линейном приближении можно представить с помощью структурных схем.

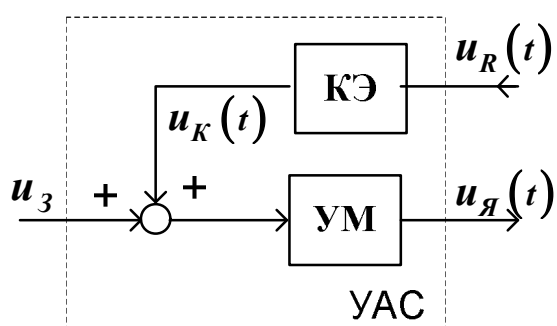


Структурная схема - это графическое изображение операторного уравнения, описывающего процесс преобразования сигналов.

Стендовый ОАС можно представить с помощью таких структурных схем:

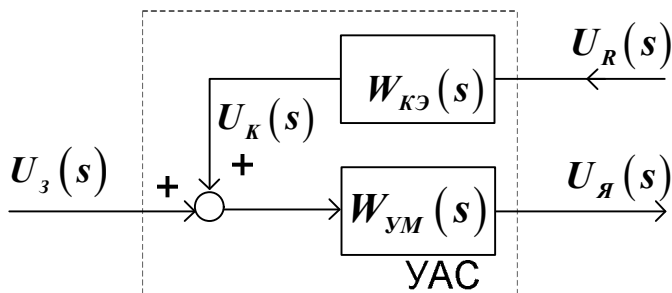


Функциональную схему, отражающую информационно-преобразовательную особенность УАС, представим следующим образом:



Здесь u_3, B – задающее напряжение; $u_K(t), B$ – напряжение коррекции; $u_R(t), B$ – результат косвенных измерений момента сопротивления на валу электродвигателя; $u_я(t), B$ – напряжение управления на якорную обмотку электродвигателя; УМ – усилитель мощности; КЭ – корректирующий элемент.

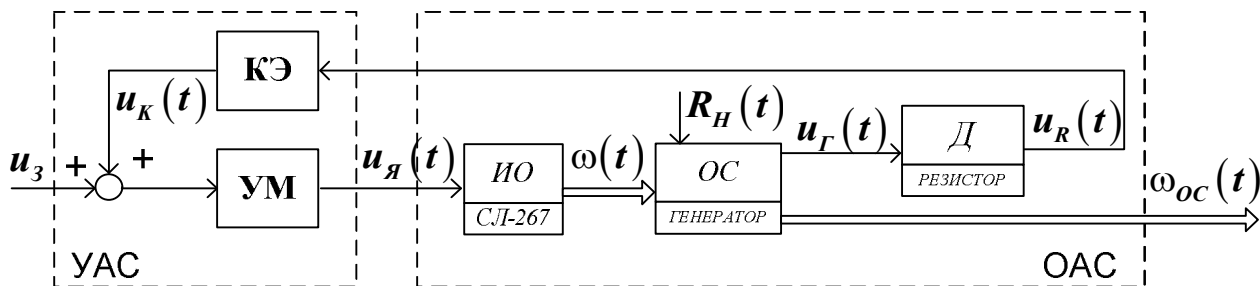
Структурную схему УАС в линейном приближении представим в таком виде:



Где $U_3(s)$ – изображение задающего напряжения; $U_R(s)$ – изображение сигнала $U_R(t)$; $U_я(s)$ – изображение сигнала управления на якорную обмотку; $W_УМ(s)$ передаточная функция УМ; $W_КЭ(s)$ – передаточная функция КЭ.

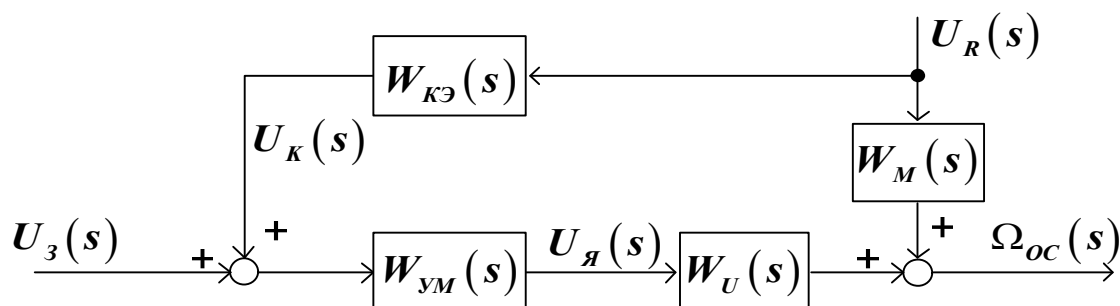
Представим САС, сформированную с использованием принципа управления по возмущающему воздействию, с помощью функциональной схемы:

Представим САС, сформированную с использованием принципа управления по возмущающему воздействию, с помощью функциональной схемы:



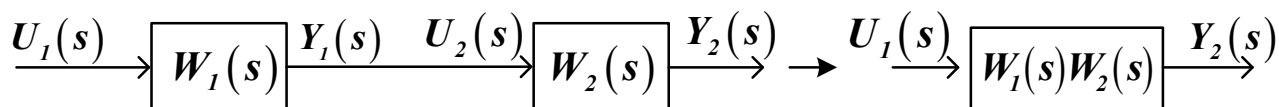
ОАС УАС = САС – Что отражает эта формула?

Информационно-преобразовательные особенности стендовой САС лаборатории «Автоматического управления» представим в линейном приближении с помощью такой структурной схемы:



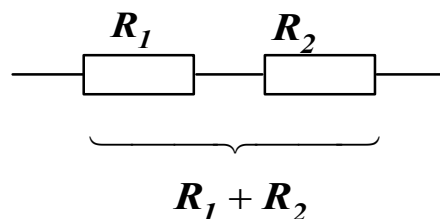
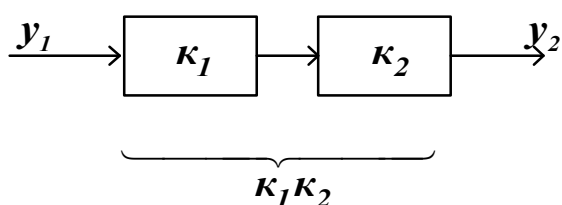
II. ПРАВИЛА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ СХЕМ.

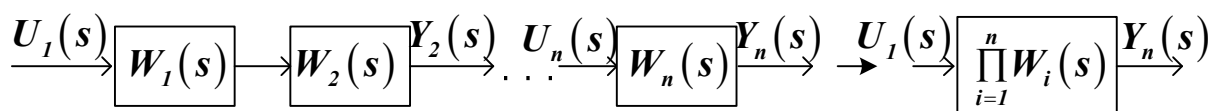
1. Последовательное соединение элементов. Последовательным называется такое соединение элементов, при котором выходной сигнал предыдущего есть входной сигнал последующего элемента.



$$Y_2(s) = W_2(s)U_2(s), \quad U_2(s) = Y_1(s) = W_1(s)U_1(s), \quad Y_2(s) = W_2(s)W_1(s)U_1(s).$$

В ТАУ рассматриваются элементы направленного действия, преобразующие информацию. В электрических принципиальных схемах рассматриваются элементы преобразующие электрическую энергию.

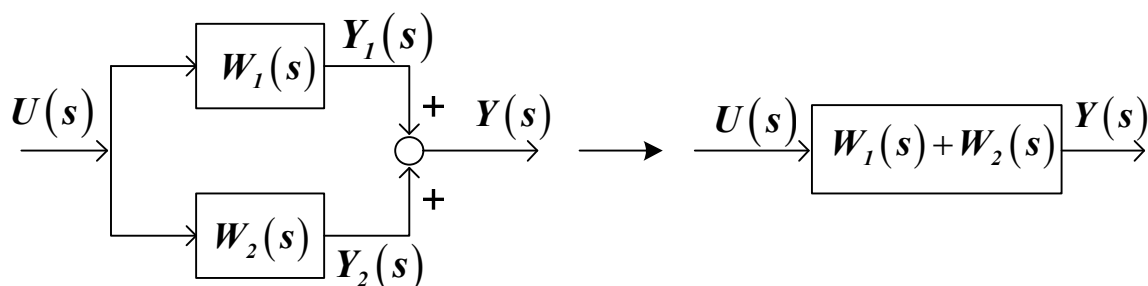




$$W(s) = \prod_{i=1}^n W_i(s)$$

При *последовательном* соединении элементов их передаточные функции *перемножаются*.

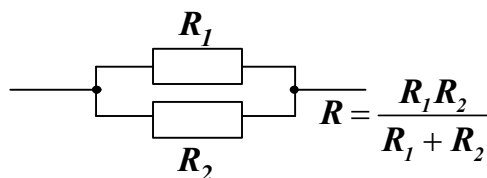
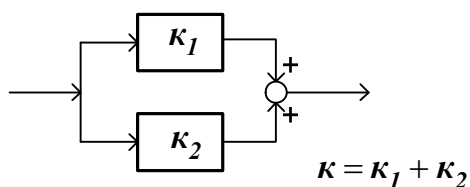
2. Параллельное соединение элементов. *Параллельным* называется такое соединение элементов, при котором входные сигналы всех элементов одинаковые, а выходной сигнал соединения равен сумме выходных сигналов элементов.



$$Y(s) = Y_1(s) + Y_2(s) = W_1(s)U(s) + W_2(s)U(s) = [W_1(s) + W_2(s)] U(s).$$

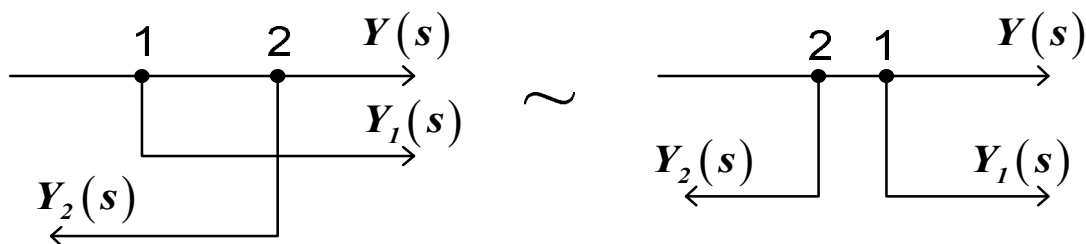
n элементов \longrightarrow

$$W(s) = \sum_{i=1}^n W_i(s)$$

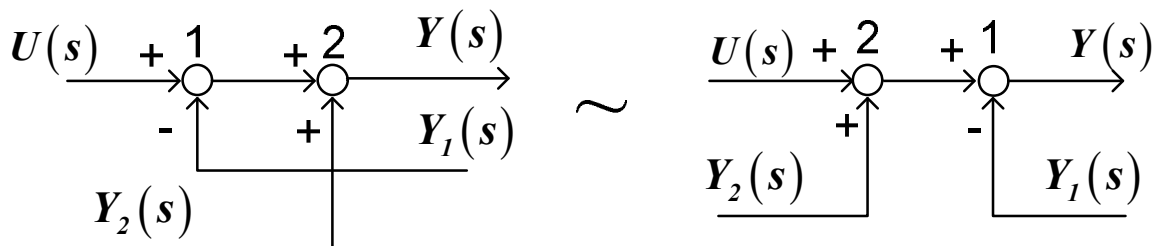


При *параллельном* соединении элементов их передаточные функции *складываются*.

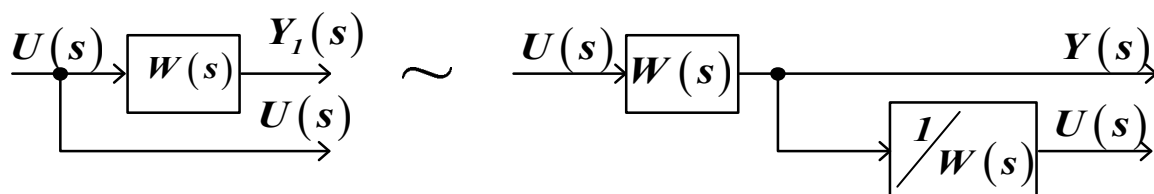
3. Узлы можно менять местами.



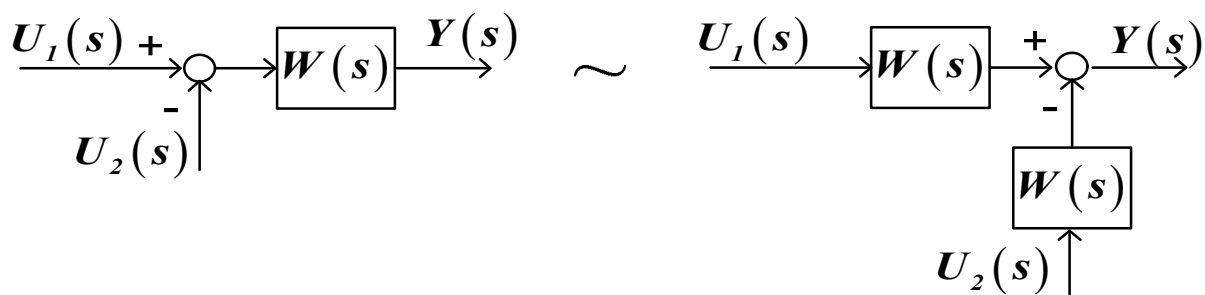
4. Сумматоры можно менять местами.



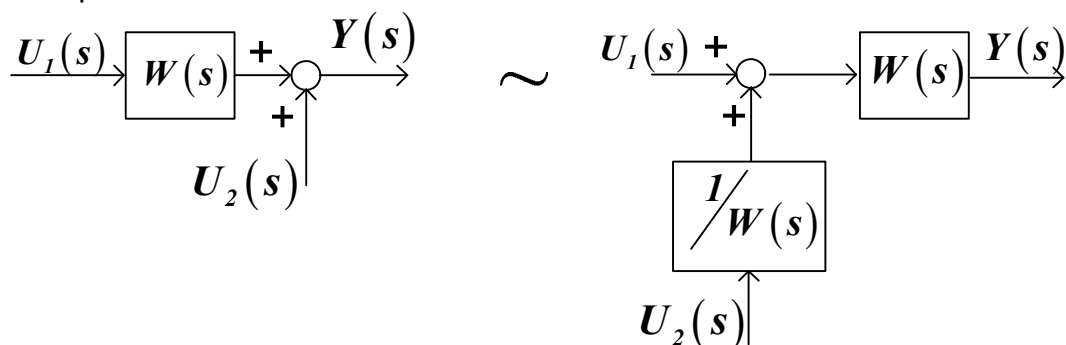
5. При переносе узла через элемент по ходу сигнала в эту ветвь следует добавлять обратный элемент.



6. При переносе сумматора через элемент по ходу сигнала следует добавлять в эту ветвь такой же элемент.



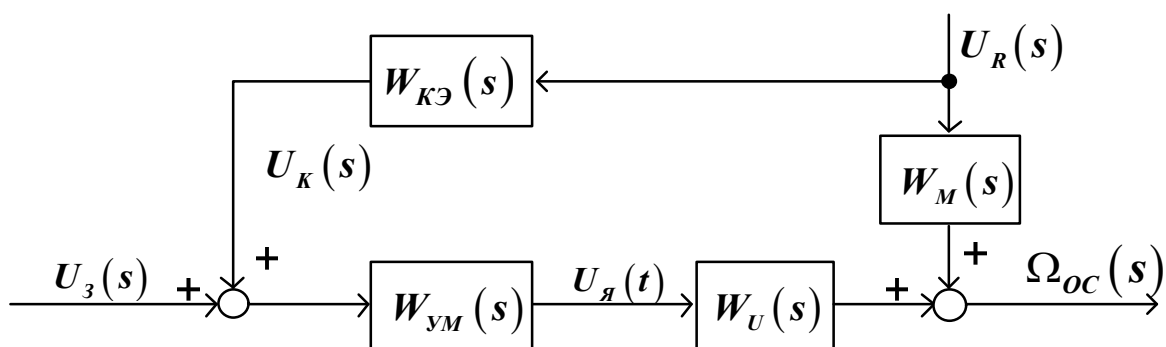
7. При переносе элемента через сумматор по ходу сигнала следует добавлять обратный элемент.



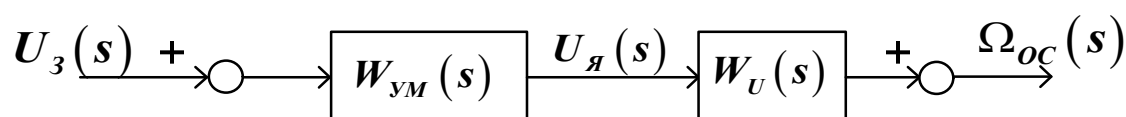
В основе всех правил лежат эквивалентные преобразования структурных схем.

III. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОРРЕКТИРУЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА.

Исходной для решения задачи есть структурная схема САС:



Определим передаточную функцию САС по задающему воздействию. Это значит, что $U_R(s) \equiv 0$. (**Почему?**) Структурная схема упростится до следующего вида:

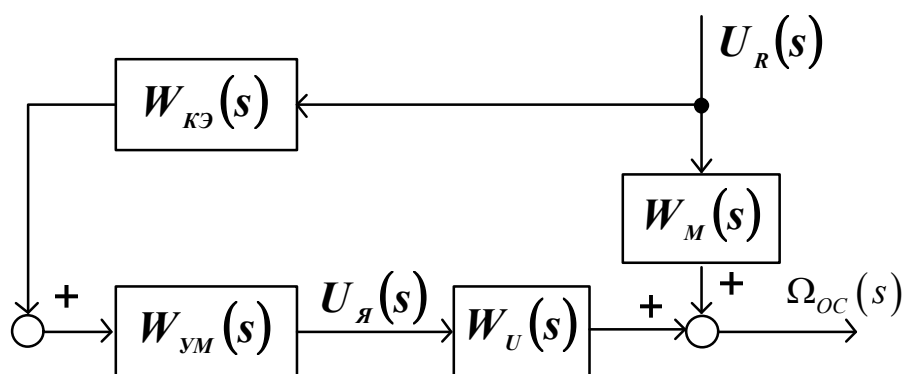


Согласно правилу 1

$$\omega_{OC}(s) = W_{ym}(s)W_u(s)U_3(s).$$

Определим передаточную функцию САС по возмущающему воздействию. Это значит,

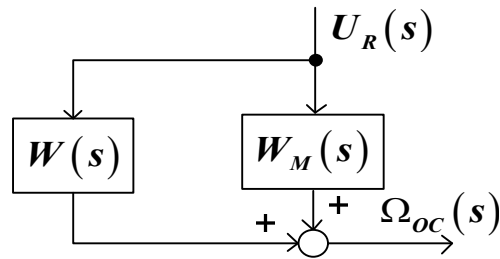
$U_3(s) \equiv 0$. (**Почему?**) Структурная схема упростится до следующего вида:



Согласно правилу 1 левую ветвь можно представить произведением передаточных функций

$$W(s) = W_{кэ}(s)W_{ym}(s)W_u(s),$$

тогда структурную схему можно преобразовать к виду:



Согласно правилу 2

$$\Omega_{OC}(s) = [W(s) + W_M(s)]U_R(s) = [W_{кэ}(s)W_{УМ}(s)W_U(s) + W_M(s)]U_R(s).$$

Исходя из принципа управления по возмущающему воздействию:

$W_{кэ}(s)W_{УМ}(s)W_U(s) + W_M(s) \equiv 0$ - условие инвариантности по возмущению $U_R(s)$.

Следовательно,

$$W_{кэ}(s) = - \frac{W_M(s)}{W_{УМ}(s)W_U(s)}.$$

Теория инвариантности изучает методы и средства достижения независимости (инвариантности) одной или нескольких регулируемых величин от внешних возмущений, действующих на систему.

Проблема инвариантности заключается в синтезе САУ при условии равенства нулю ошибки, вызванной действием внешних возмущений (условия инвариантности). Основатели теории инвариантности: Щипанов Г.В. – 1930 г., Лузин Н.Н., Петров Б.Н.

Пример 2.1. Определим передаточную функцию корректирующего элемента для стендовой САС лаборатории «Автоматического управления».

$$W_U(s) = \frac{\Delta\Omega(s)}{\Delta U_{Я}(s)} = \frac{\Omega(s)}{U_{Я}(s)} = \frac{\kappa}{T_{ЭМ}s + 1};$$

$$W_M(s) = \frac{\Delta\Omega(s)}{\Delta U_R(s)} = \frac{\Omega(s)}{U_R(s)} = \frac{\kappa_B}{T_{ЭМ}s + 1};$$

$$W_{УМ}(s) = \frac{\Delta U_{Я}(s)}{\Delta U(s)} = \frac{U_{Я}(s)}{U(s)} = \kappa_{УМ}.$$

Тогда

Почему?

$$W_{кэ}(s) = \frac{U_{к}(s)}{U_R(s)} = - \frac{W_M(s)}{W_{УМ}(s)W_U(s)} = - \frac{\kappa_B (T_{ЭМ}s + 1)}{(T_{ЭМ}s + 1)\kappa_{УМ}\kappa} = - \frac{\kappa_B}{\kappa_{УМ}\kappa} = - \frac{40}{3,5 \cdot 10} \approx 1,14 !$$

**СОВЕЛІ
ОВИДІЯ**

:

О деле суди по исходу

ТЕМА №3: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ.

Простейшим уравнением математической модели физических процессов электродвигателя служит уравнение первого приближения, получаемое в результате линеаризации реальных характеристик при целом ряде упрощающих допущений. Уравнение первого приближения используется как в форме линейного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами, так и в форме передаточной функции. Параметры передаточной функции электродвигателя могут быть определены экспериментально или на основании паспортных данных.

Рассмотрим особенности расчета параметров передаточных функций для двух, наиболее часто используемых при проектировании, электродвигателей: постоянного тока независимого возбуждения с якорным управлением и двухфазного асинхронного с амплитудным управлением.

Для электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения с управлением со стороны якоря передаточная функция по управляющему напряжению может быть записана в виде:

$$W(s) = \frac{\Omega(s)}{U_{\text{я}}(s)} = \frac{\kappa_{\text{Д}}}{T_{\text{я}}T_{\text{ЭМ}}s^2 + T_{\text{ЭМ}}s + 1},$$



Передаточной функцией называется отношение изображения выходного сигнала объекта исследования ко входному сигналу, преобразованных по Лапласу при нулевых начальных условиях.

где $\kappa_{\text{Д}}$ – коэффициент передачи электродвигателя, $\frac{1}{B \cdot c}$; $T_{\text{я}}$ – постоянная времени цепи якоря, c ; $T_{\text{ЭМ}}$ – электромеханическая постоянная времени, c .

Передаточная функция по возмущающему моменту

$$W(s) = \frac{\Omega(s)}{M(s)} = \frac{\kappa_{\text{ДВ}}(T_{\text{я}}s + 1)}{T_{\text{я}}T_{\text{ЭМ}}s^2 + T_{\text{ЭМ}}s + 1}; \quad W(s) = \frac{A(s)}{M(s)} = \frac{\kappa_{\text{ДВ}}(T_{\text{я}}s + 1)}{s(T_{\text{я}}T_{\text{ЭМ}}s^2 + T_{\text{ЭМ}}s + 1)}$$

характеризуется тремя параметрами: коэффициентом передачи по возмущающему воздействию $\kappa_{\text{ДВ}}$, электромеханической постоянной времени $T_{\text{ЭМ}}$ и постоянной времени цепи якоря $T_{\text{я}}$.

Параметры передаточных функций могут быть рассчитаны на основании паспортных данных по следующим формулам:

$$\kappa_{\text{Д}} = \frac{\omega_{\text{ДН}}}{U_{\text{Н}} - I_{\text{я}}r_{\text{я}}}; \quad \kappa_{\text{ДВ}} = \kappa_{\text{Д}}^2 r_{\text{я}};$$

$$T_{\text{ЭМ}} = J \cdot \kappa_{\text{Д}}^2 \cdot r_{\text{я}}; \quad J = J_{\text{Д}} + J_{\text{Р}} + J_{\text{НПР}}; \quad T_{\text{я}} = \frac{L_{\text{я}}}{r_{\text{я}}}.$$

Здесь $\omega_{\text{ДН}}$ – номинальная скорость вращения якоря, $\frac{1}{c}$; $U_{\text{Н}}$ – напряжение питания электродвигателя, B ; $I_{\text{я}}$ – ток в якорной цепи, A ; $r_{\text{я}}$ – сопротивление якорной цепи,

Ом; J – момент инерции на валу электродвигателя, состоящий из момента инерции якоря J_D , редуктора J_P и нагрузки, приведенной к валу $J_{нпр}$, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$; L_Y – индуктивность якоря, **Гн**.

Пример 3.1. Определить параметры передаточных функций для электродвигателя СЛ-161 с управлением по якорной цепи со следующими исходными данными: $\omega_H = 419 \text{ 1/с}$; $U_H = 110 \text{ В}$;

$$I_Y = 0,17 \text{ А}; r_Y = 170 \text{ Ом}; M_{ДН} = 0,02 \text{ Нм};$$

$$J = 0,52 \cdot 10^{-5} + 0,52 \cdot 10^{-5} + 3,5 \cdot 10^{-5} = 4,54 \cdot 10^{-5} \text{ кг}\cdot\text{м}^2; L = 0,125 \text{ Гн}.$$

Рассчитаем коэффициент передачи электродвигателя по управляющему воздействию

$$K_D = \frac{419}{110 - 0,17 \cdot 170} \approx 5,2; [K_D] = \frac{1/c}{B - A \cdot \text{Ом}} = 1/B \cdot c; K_D = 5,2 \text{ 1/В} \cdot c.$$

Зная K_D , определим коэффициент передачи электродвигателя по возмущающему воздействию:

$$K_{ДВ} = 5,2^2 \cdot 170 \approx 4597; [K_{ДВ}] = \frac{\text{Ом}}{B^2 \cdot c^2} = \frac{\text{кг}\cdot\text{м}^2 \cdot c^2 \cdot A^2}{c^3 \cdot A^2 (\text{кг}\cdot\text{м}^2)^2 \cdot c^2} = \frac{1}{H \cdot \text{м} \cdot c}; K_{ДВ} = 4597 \frac{1}{H \cdot \text{м} \cdot c}.$$

Вычислим постоянные времени:

$$T_{ЭМ} = 4,54 \cdot 10^{-5} \cdot 5,2^2 \cdot 170 = 0,2; [T_{ЭМ}] = \text{кг}\cdot\text{м}^2 \cdot 1/B^2 \cdot c^2 \cdot \text{Ом} = \frac{\text{кг}\cdot\text{м}^2 \cdot \text{кг}\cdot\text{м}^2 \cdot c^2 \cdot A^2}{c^3 \cdot A^2 (\text{кг}\cdot\text{м}^2)^2 \cdot c^2} = c; T_{ЭМ} = 0,2 \text{ с};$$

$$T_Y = \frac{0,125}{170} = 7,4 \cdot 10^{-4}; [T_Y] = \text{Н/Ом} = \text{В} \cdot c / A \cdot \text{Ом} = \frac{B \cdot c \cdot A}{A \cdot B} = c; T_Y = 7,4 \cdot 10^{-4} \text{ с}.$$

В результате расчета передаточная функция электродвигателя СЛ-161 по управляющему воздействию будет иметь вид

$$W(s) = \frac{\Omega(s)}{U_Y(s)} = \frac{5,2}{1,5 \cdot 10^{-4} s^2 + 0,2s + 1},$$

а по возмущающему

$$W(s) = \frac{\Omega(s)}{M(s)} = \frac{4597(7,4 \cdot 10^{-4} + 1)}{1,5 \cdot 10^{-4} s^2 + 0,2s + 1}.$$

Двухфазный асинхронный электродвигатель с амплитудным управлением описывается в первом приближении передаточными функциями, аналогичными по структуре передаточным функциям электродвигателя постоянного тока с якорным управлением. Параметры передаточных функций двухфазного электродвигателя с амплитудным управлением определяется следующим образом.

Коэффициент передачи электродвигателя по управляющему напряжению K_D рассчитывают на основании таких паспортных данных: номинальной скорости вращения якоря $\omega_{ДН}, 1/c$; пускового момента электродвигателя $M_{ДП}, \text{Нм}$; напряжения управления $U_y, \text{В}$:

$$K_D = \frac{\omega_{ДН} M_{ДН}}{(M_{ДП} - M_{ДН}) U_y}.$$

Размерность коэффициента передачи $[K_D] = 1/B \cdot c$.

Коэффициент передачи электродвигателя по возмущающему моменту сопротивления определяется по формуле

$$K_{ДВ} = \frac{\omega_{ДН}}{M_{ДП} - M_{ДН}}, [K_{ДВ}] = 1/H \cdot \text{м} \cdot c.$$

Электротехническая постоянная времени вычисляются с помощью выражения

$$T_{ЭМ} = \frac{J\omega_{ДН}}{M_{ДП} - M_{ДН}}, [T_{ЭМ}] = c,$$

где J – суммарный момент инерции, состоящий из момента инерции якоря электродвигателя $J_{Д}$, редуктора $J_{Р}$ и приведенного момента инерции нагрузки

$$J_{ПН} = \frac{J_{Н}}{i^2}. \text{ размерность момента инерции } [J] = \text{кгм}^2.$$

Пример 3.2. Рассчитать параметры передаточных функций двухфазного асинхронного электродвигателя ДИД-ЗА с амплитудным управлением угловой скоростью вращения рабочего механизма по следующим исходным данным:

$$\omega_{ДН} = 576 \frac{1}{c}; M_{ДН} = 0,76 \cdot 10^{-2} \text{ Н} \cdot \text{м}; M_{ДП} = 0,43 \cdot 10^{-2} \text{ Н} \cdot \text{м}; U_y = 30 \text{ В};$$

$$J_{Д} = 2,35 \cdot 10^7 \text{ кгм}^2; J_{Р} = 2,35 \cdot 10^{-7} \text{ кгм}^2; i = 360.$$

Определим коэффициент передачи электродвигателя по управляющему напряжению:

$$K_{Д} = \frac{576 \cdot 0,76 \cdot 10^{-2}}{(0,76 \cdot 10^{-2} - 0,43 \cdot 10^{-2}) \cdot 30} = 44,2; [K_{Д}] = \frac{\frac{1}{c} \cdot \text{Н} \cdot \text{м}}{(\text{Нм} - \text{Нм})\text{В}} = \frac{1}{\text{В} \cdot c}; K_{Д} = 44,2 \frac{1}{\text{В} \cdot c}.$$

Коэффициент передачи электродвигателя по моменту сопротивления:

$$K_{ДВ} = \frac{576}{0,76 \cdot 10^{-2} - 0,43 \cdot 10^{-2}} = 17,5 \cdot 10^4; [K_{ДВ}] = \frac{\frac{1}{c}}{\text{Н} \cdot \text{м} - \text{Н} \cdot \text{м}} = \frac{1}{\text{Н} \cdot \text{м} \cdot c};$$

$$K_{ДВ} = 17,5 \cdot 10^4 \frac{1}{\text{Н} \cdot \text{м} \cdot c}.$$

Для расчета электромеханической постоянной времени вычислим суммарный момент инерции:

$$J = J_{Д} + J_{Р} + \frac{J_{Н}}{i^2} = 2,35 \cdot 10^{-7} + 2,35 \cdot 10^{-7} + \frac{0,1}{360^2} = 12,4 \cdot 10^{-7} \text{ кгм}^2.$$

Следовательно,

$$T_{ЭМ} = \frac{12,4 \cdot 10^{-7} \cdot 576}{0,76 \cdot 10^{-2} \cdot 0,43 \cdot 10^{-2}} = 0,2; [T_{ЭМ}] = \frac{\text{кгм}^2 \frac{1}{c}}{\text{Нм}} = \frac{\text{кгм}^2 \frac{1}{c} c^2}{\text{кгм}^2} = c; T_{ЭМ} = 0,2c.$$

Передаточные функции электродвигателя с учетом вычисленных значений будут иметь такой вид:

$$W(s) = \frac{\Omega(s)}{U_y(s)} = \frac{44,2}{0,2s+1}; \quad W(s) = \frac{\Omega(s)}{M(s)} = \frac{17,5 \cdot 10^4}{0,2s+1}.$$

Если в качестве управляющего воздействия используется не управляющее напряжение U_y , а управляющий ток I_y , то величина $K_{Д}$ будет отличаться от вычисленной, и её необходимо определять по другой формуле.

ТЕМА №4: ПОСТРОЕНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ САС.

**УБЕЖДЕНИЕ
ОВИДИЯ**

:

Опыт – самый лучший наставник

В общем виде изображение выходного сигнала САС можно представить с помощью такого операторного уравнения

$$Y(s) = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_0} U(s) + \frac{r_q s^q + r_{q-1} s^{q-1} + \dots + r_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_0} F(s);$$

$$y(t) = L^{-1}\{Y(s)\}$$

?

$m \leq n, q \leq n, s$ – комплексная переменная преобразований Лапласа

$U(s)$ и $F(s)$ – дробно-рациональные функции, поэтому $Y(s) = \frac{N(s)}{P(s)} + \frac{Q(s)}{P(s)}$;



Таблица актуальных преобразований Лапласа

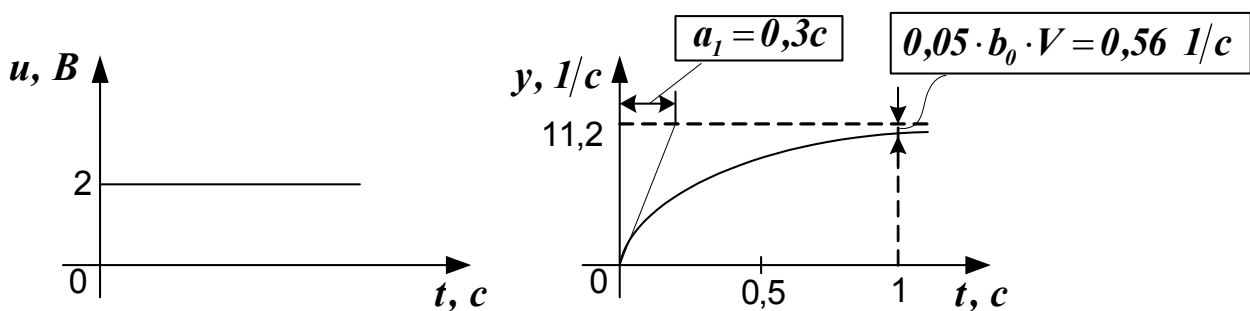
№	ОРИГИНАЛ	ИЗОБРАЖЕНИЕ
1.	$V \cdot l(t)$	$\frac{V}{s}$
2.	$e^{-\alpha t}$	$\frac{1}{s + \alpha}$
3.	$\frac{1}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t})$	$\frac{1}{s(s + \alpha)}$
4.	$\frac{1}{\lambda} e^{-\gamma t} \sin \lambda t$	$\frac{1}{(s + \gamma)^2 + \lambda^2}$
5.	$\frac{1}{\lambda} \sqrt{(\delta - \gamma)^2 + \lambda^2} \cdot e^{-\gamma t} \sin(\lambda t + \psi)$ $\psi = \text{arctg} \frac{\lambda}{\delta - \gamma}$	$\frac{s + \delta}{(s + \gamma)^2 + \lambda^2}$

$$y(t) = L^{-1}\{Y(s)\} = L^{-1}\left\{\frac{b_0 \cdot V}{s}\right\} - L^{-1}\left\{\frac{b_0 \cdot V}{s + \frac{1}{a_1}}\right\};$$

$$\cdot \quad \cdot$$

$$b_0 \cdot V \cdot l(t) \quad b_0 \cdot V \cdot e^{-\frac{1}{a_1} t}$$

$$y(t) = b_0 \cdot V \cdot l(t) - b_0 \cdot V \cdot e^{-\frac{1}{a_1} t} = b_0 \cdot V \cdot \left(1 - e^{-\frac{1}{a_1} t}\right) = 11,2 \left(1 - e^{-3,3t}\right).$$



СОВЕТ ОВИДИЯ

Сказано – сделано!