**Практическое занятие 2**

**ПЕРЕНОСЫ ТОЧЕК РАЗВЕТВЛЕНИЯИ СУММАТОРОВ МНОГОКОНТУРНЫХ СИСТЕМАХ САУ И САР**

1. **Основные теоретические сведения.**

**Соединения динамических звеньев**

В структурных схемах различают **три вида простых соединений** звеньев.

***Последовательное соединение***, структурная схема которого имеет вид (рис.1).

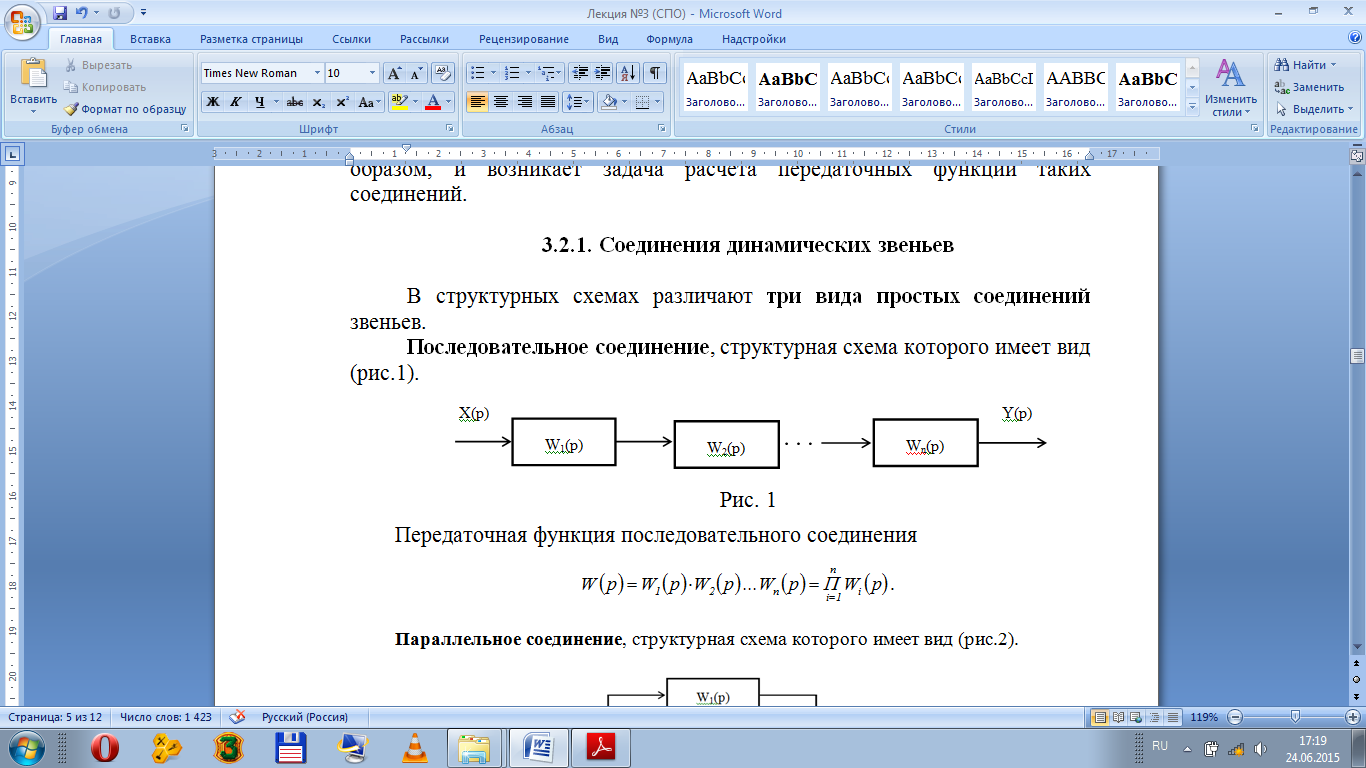


Рис. 1

Передаточная функция последовательного соединения

**.

***Параллельное соединение***, структурная схема которого имеет вид (рис.2).

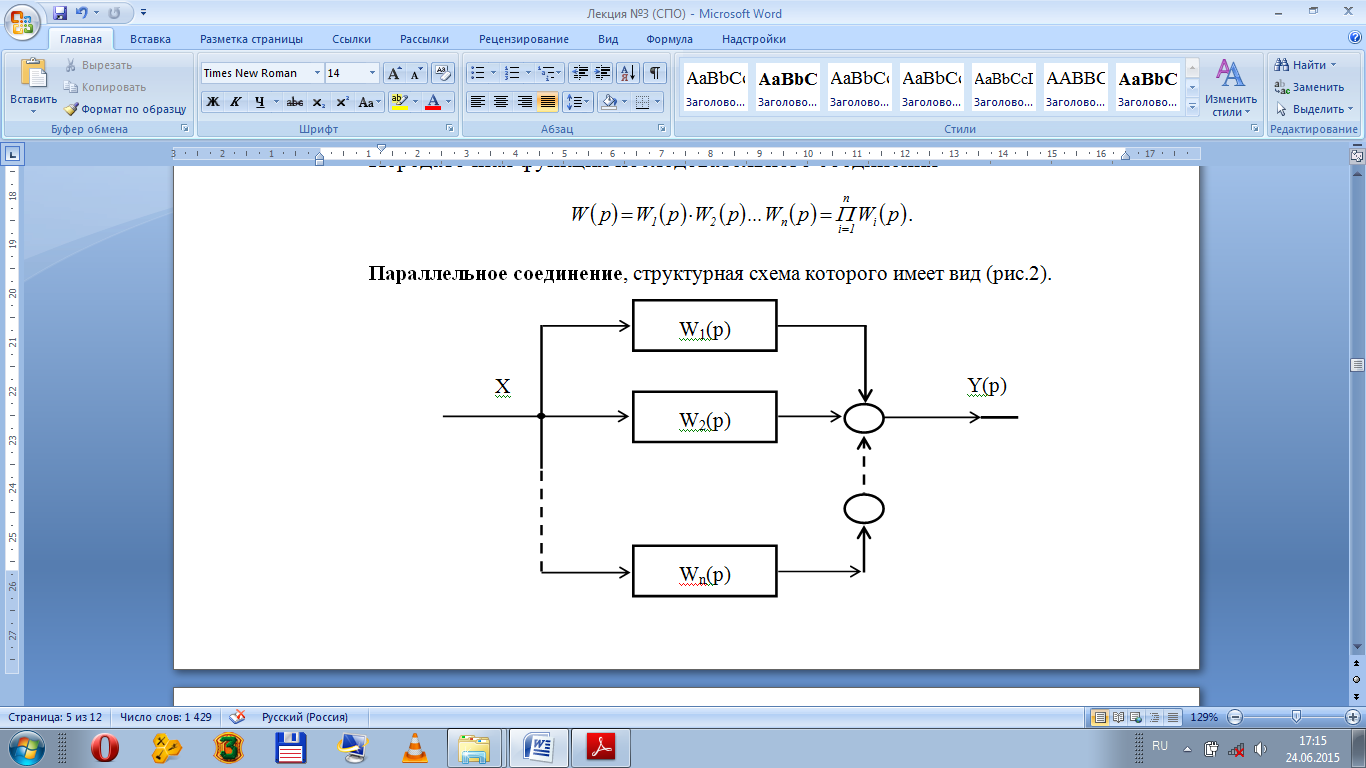


Рис. 2

Передаточная функция параллельного соединения

.

***Встречно-параллельное соединение*** (соединение с обратной связью) - такое соединение звеньев, при котором образуется замкнутый контур для прохождения сигнала. Структурная схема такого соединения для двух звеньев имеет вид (рис.3).

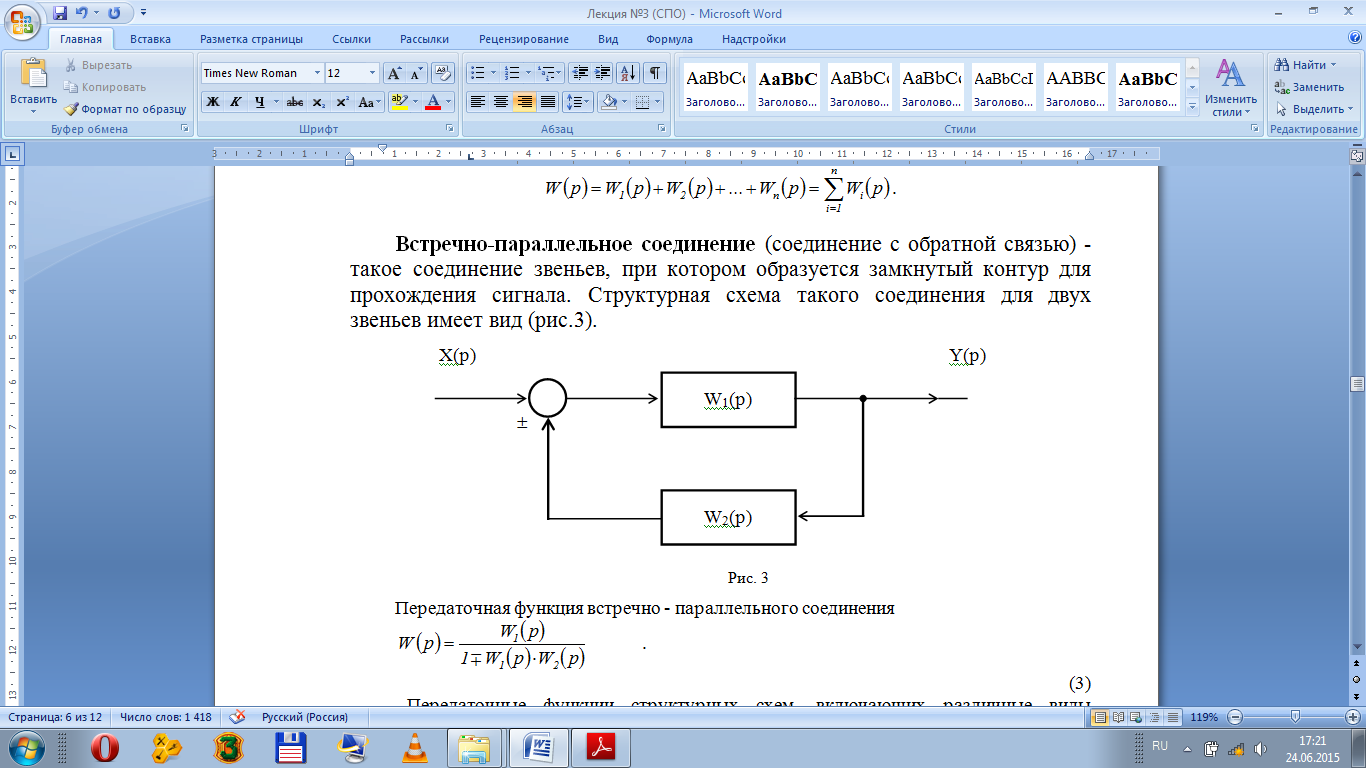


Рис. 3

Передаточная функция встречно - параллельного соединения



Существуют и структурные схемы, которые не допускают последовательное применение указанных выше формул, т.к. содержат перекрестные связи (сложные САУ и САР). Для расчета передаточных функций таких структурных схем существуют специальные методы.

***Передаточные функции разомкнутых и замкнутых систем***

Для описания и анализа САУ и САР широко применяются ***понятия передаточных функций разомкнутой и замкнутой системы.***

*Передаточная функция разомкнутой системы* - изображение сигнала на выходе главной обратной связи к изображению входного сигнала при нулевых начальных условиях. Например, для структурной схемы, представленной на рисунке.



Передаточная функция разомкнутой АС

.

Передаточная функция замкнутой системы - ПФ, полученная при замыкании главной ОС**.**

Главная ОС (внешняя) - ОС, передающая выходной сигнал на вход САУ.

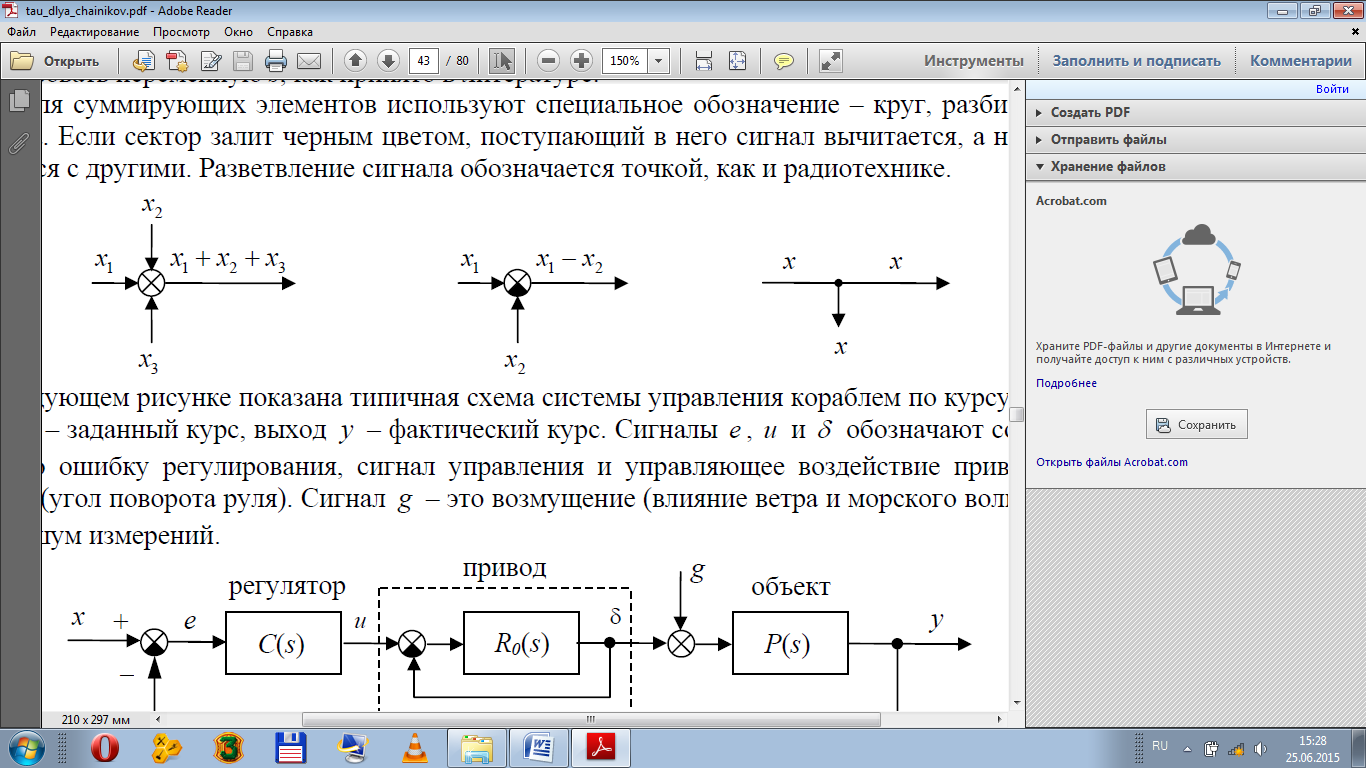


**Правило переноса точек разветвления и сумматоров**

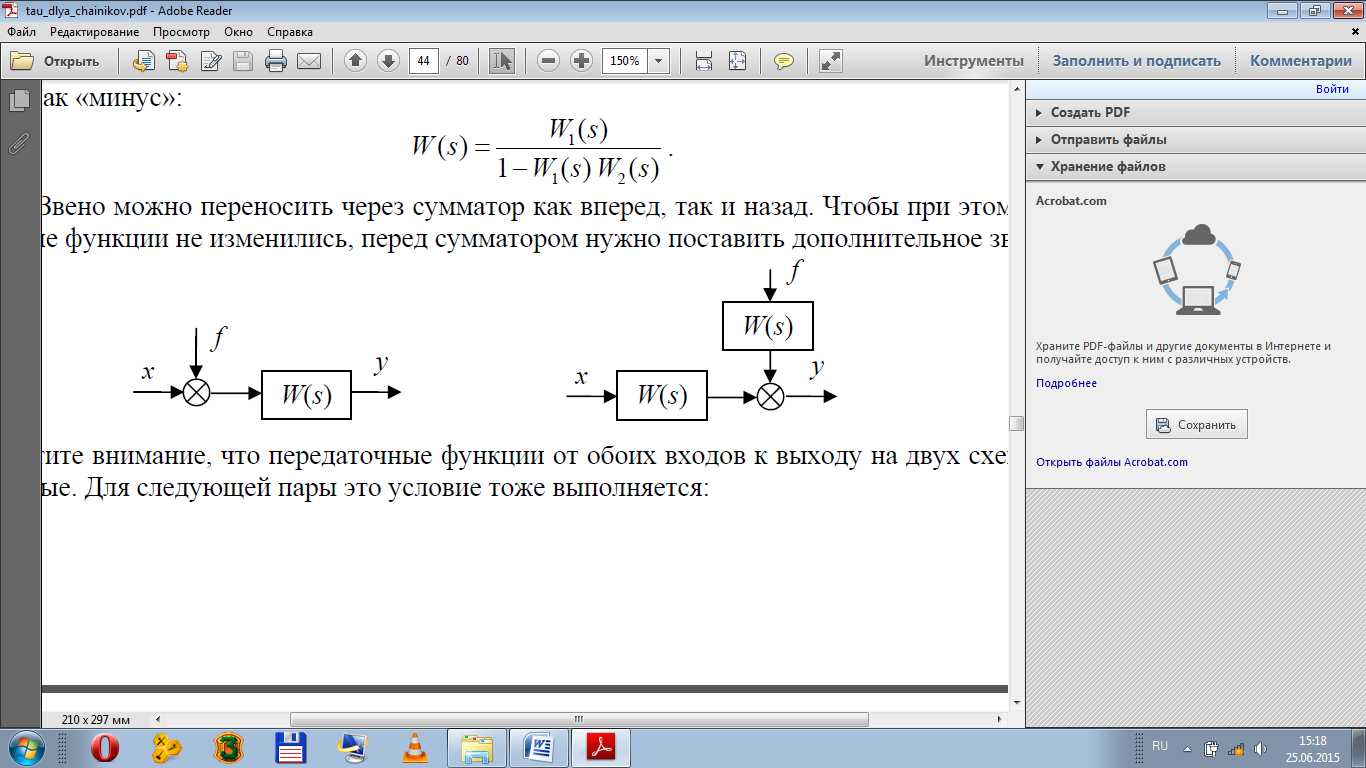
Рассматривая любую структурную схему, заметим, что она включает в свой состав три типа элементов: динамические звенья, узлы и сумматоры, соединенные между собой связями.

Если в структурной схеме исследуемой системы имеется участок, содержащий сложные перекрестные связи, то этот участок выделяют и подвергают структурным преобразованиям с целью приведения всех его соединений к простейшим типовым. Структурные преобразования состоят в изменении взаимного расположения элементов структурной схемы (звеньев, узлов, сумматоров) таким образом, чтобы, не изменяя входных и выходных величин преобразуемого участка схемы, изменить (упростить) характер соединений его звеньев.

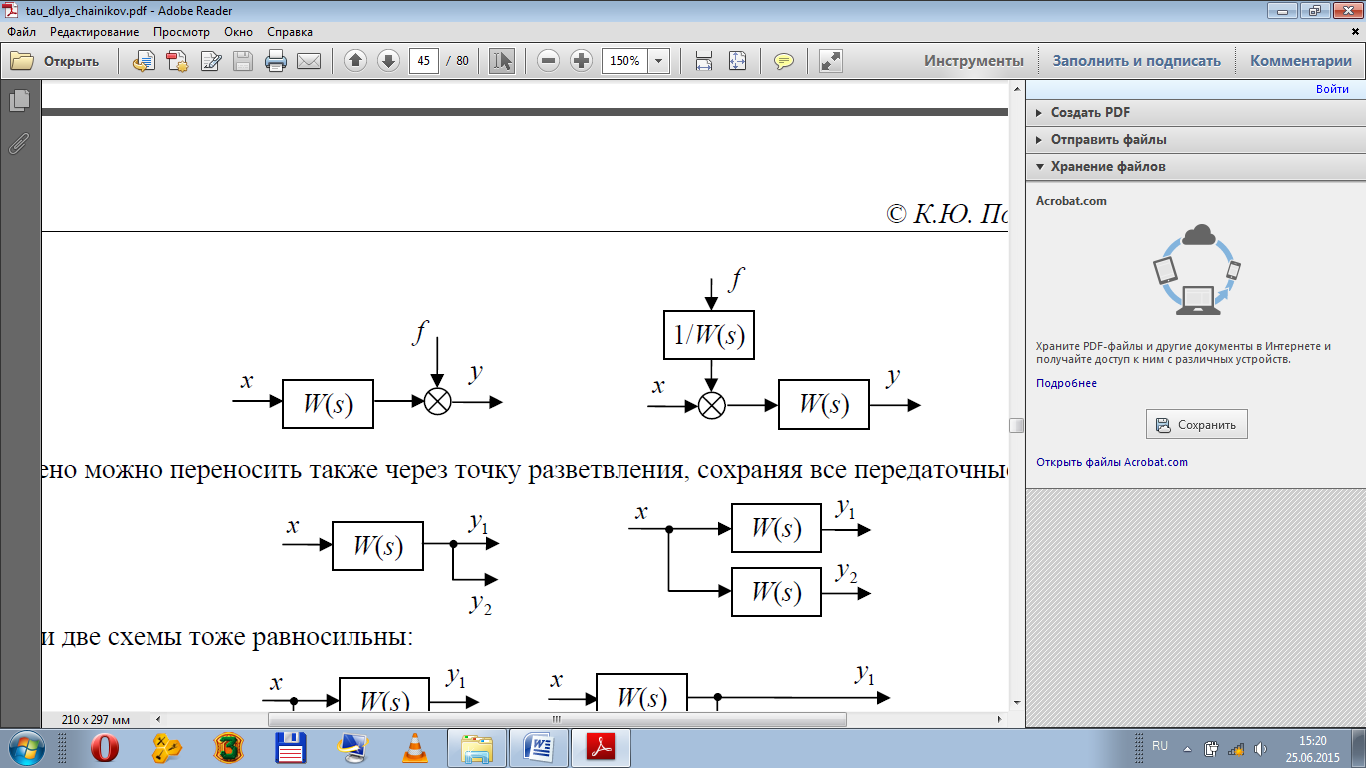
Для суммирующих элементов используют специальное обозначение – круг, разбитый на сектора. Если сектор залит черным цветом, поступающий в него сигнал вычитается, а не складывается с другими. Разветвление сигнала обозначается точкой, как и радиотехнике.



Звено можно переносить через сумматор как вперед, так и назад. Чтобы при этом передаточные функции не изменились, перед сумматором нужно поставить дополнительное звено:



Следует обратить внимание, что передаточные функции от обоих входов к выходу на двух схемах одинаковые. Для следующей пары это условие тоже выполняется:



Звено можно переносить также через точку разветвления, сохраняя все передаточные функции:



Эти две схемы тоже равносильны:

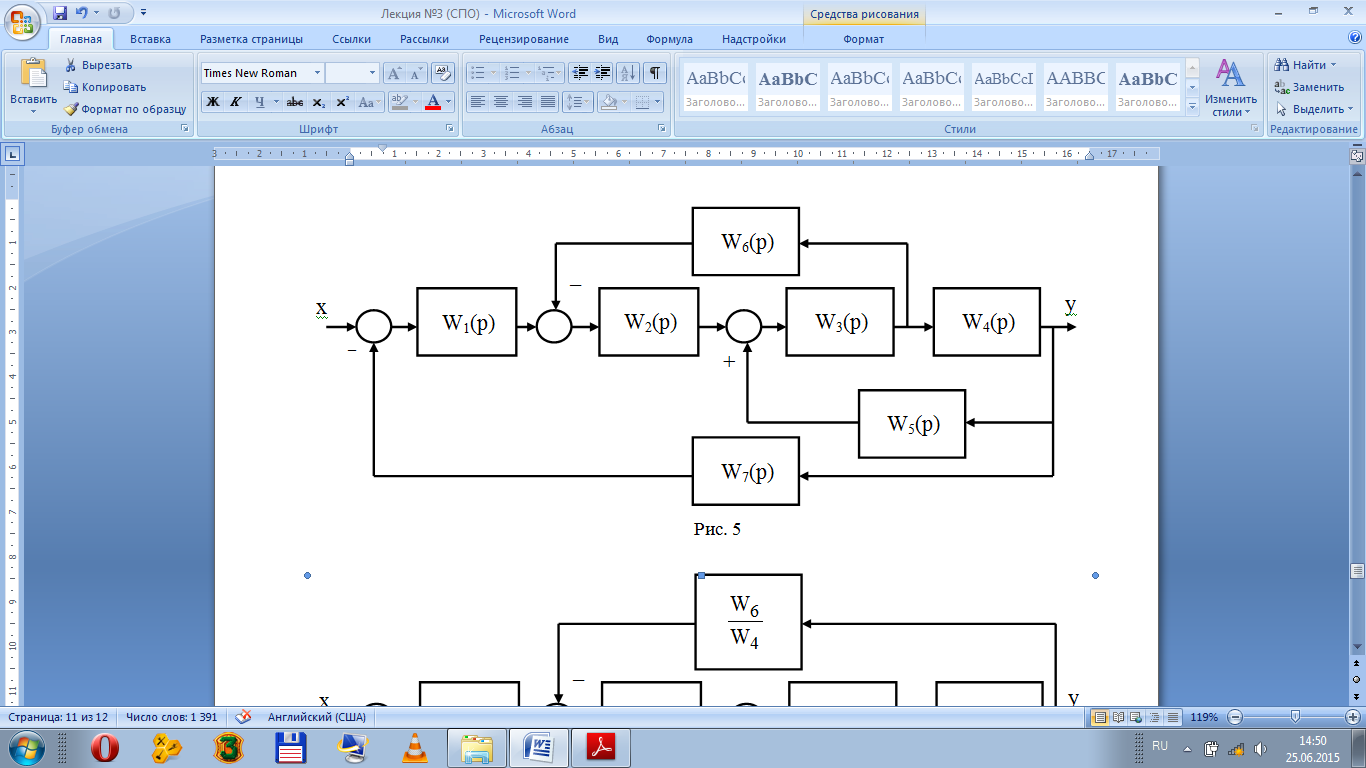


Применим показанные выше приемы для вычисления передаточной функции автоматической системы.

1. **Решение задач по переносу точек разветвления и сумматоров в многоконтурных схемах САУ и САР.**

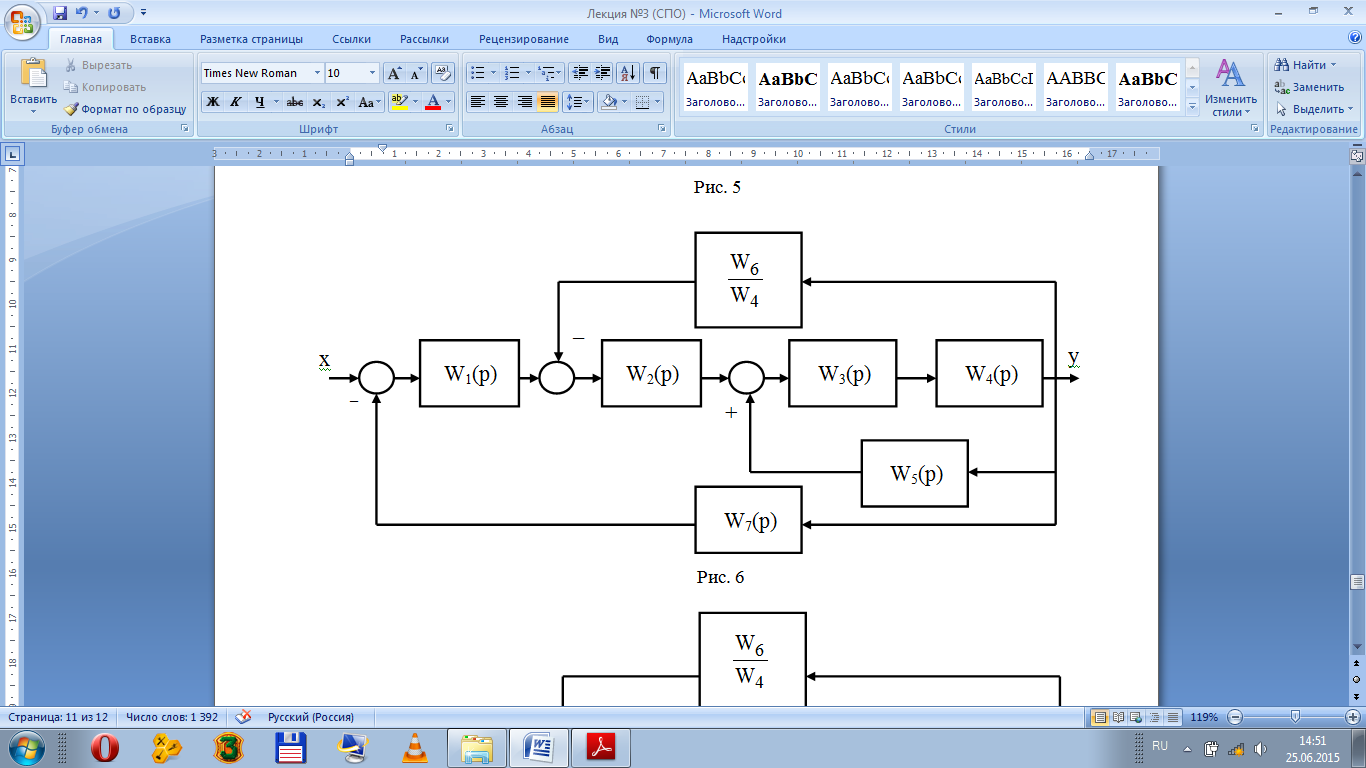
**Задача № 1**

Определить передаточную функцию W(p) соединений звеньев в представленной структурной схеме.

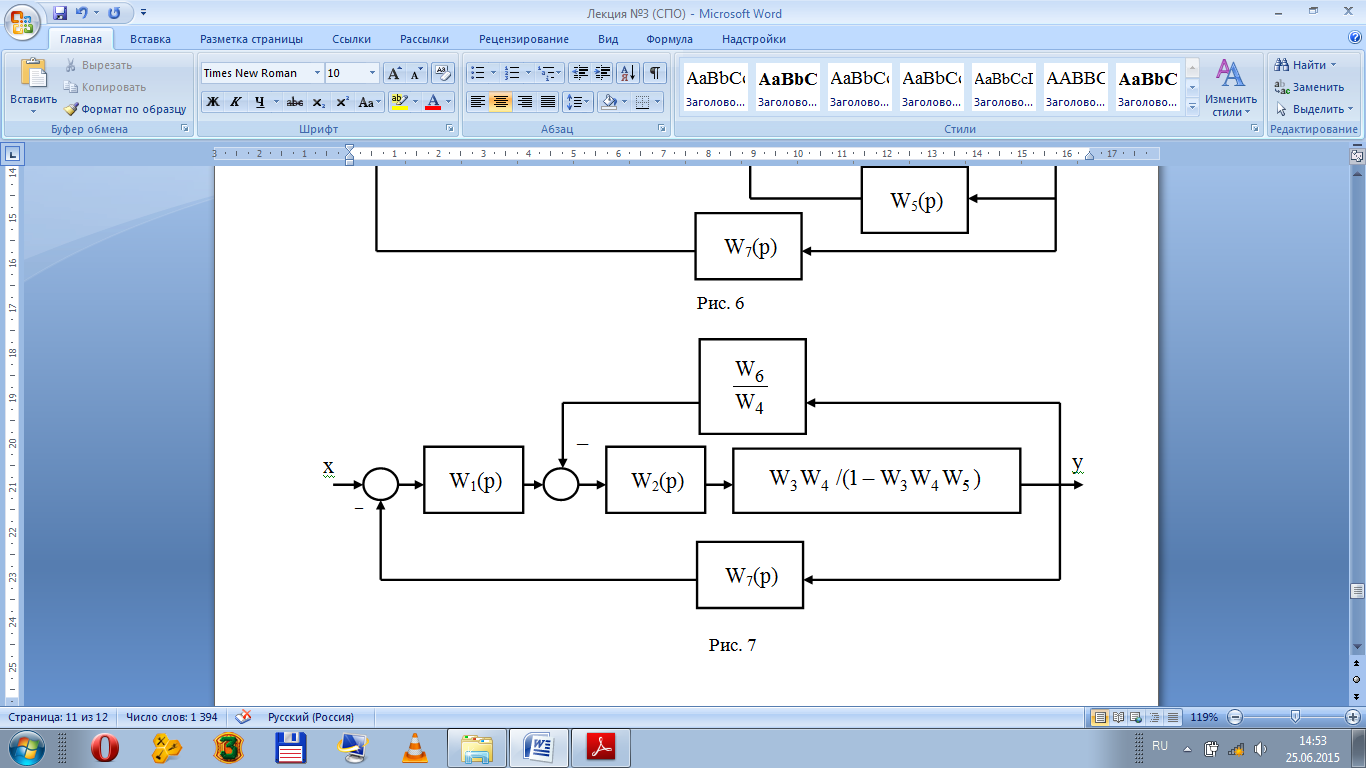


**Решение:**

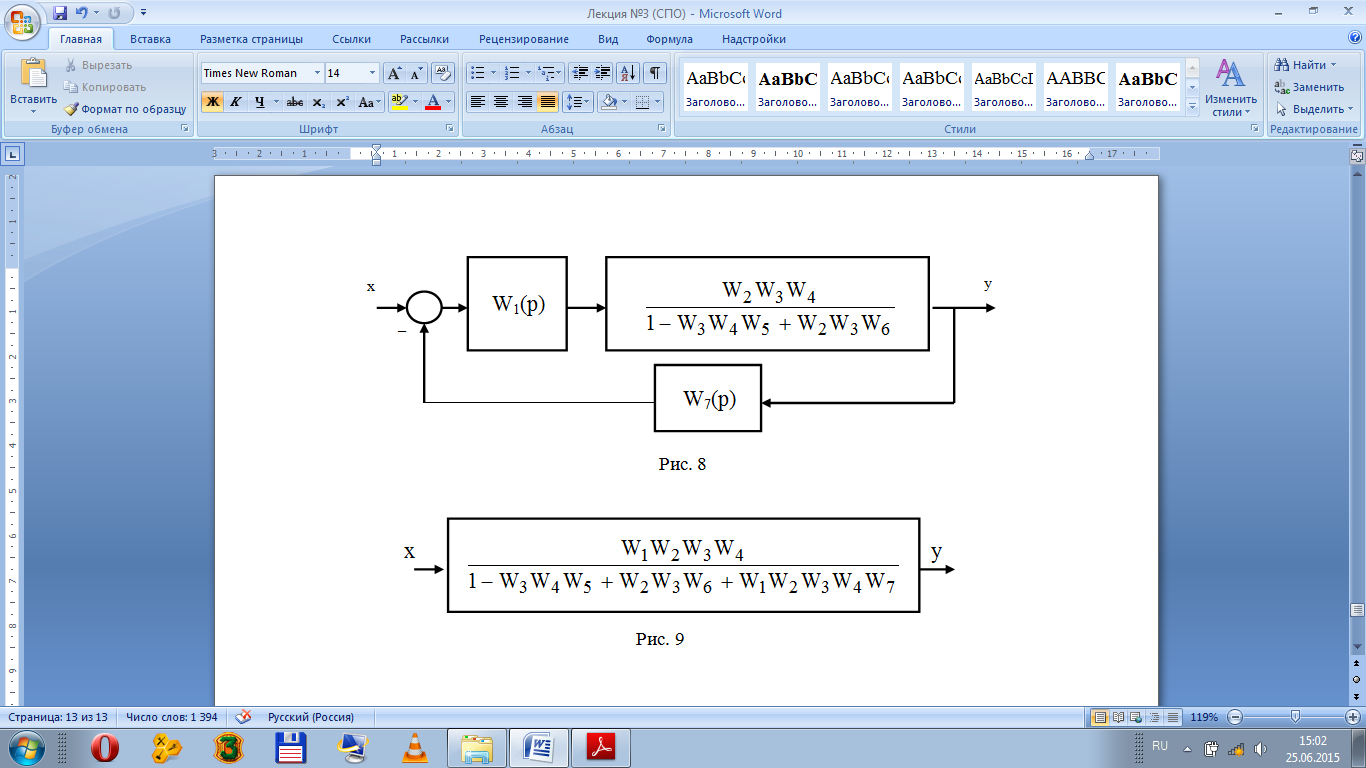
1.Перемещение звена  через узел против направления ветвления



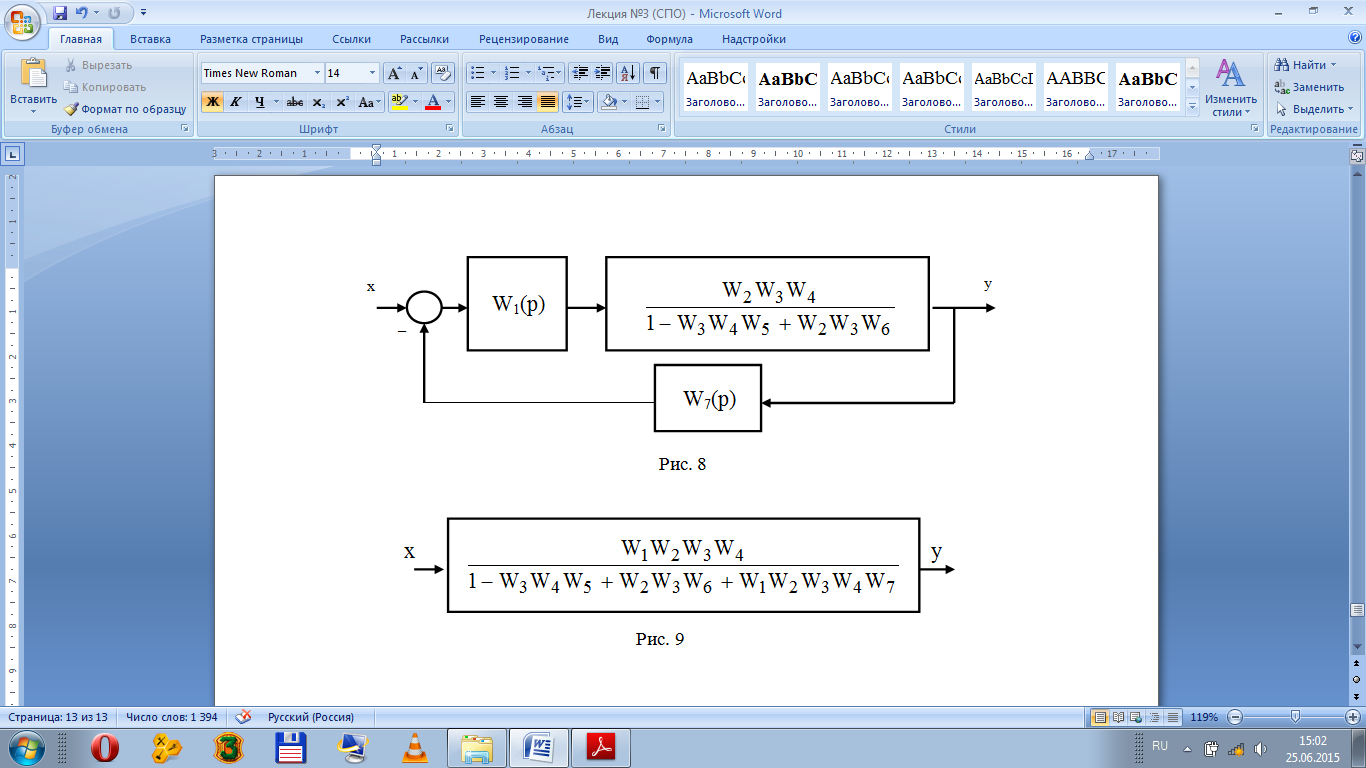
2.Преобразование совокупности звеньев   , соединенных по схеме с обратной положительной связью (встречно-параллельного соединения)



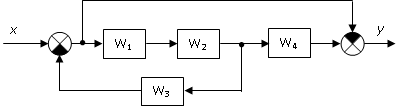
3.Преобразование совокупности звеньев , , , соединенных по схеме с обратной отрицательной связью (встречно-параллельного соединения)



1. Преобразование встречно-параллельного соединения совокупности звеньев , , 



**Задача №2** Задана структурная схема:

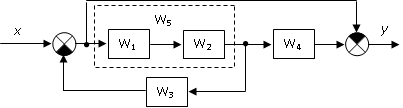


Требуется получить эквивалентную передаточную функцию **Wxy.**

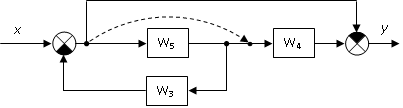
**Решение:**

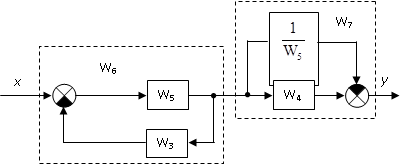
1. Объединяем в одно два последовательно соединенных звена:

**W5 = W1\*W2.**

****

1. Для дальнейшего упрощения структурной схемы необходимо из контура с обратной связью (**W5 , W3 , сумматор**) удалить точку съема (разветвления) сигнала, иначе к данному контуру нельзя применить правило охвата звена обратной связью. Для того чтобы, после переноса точки съема сигнал на входе второго сумматора остался неизменным, в цепь этого сигнала добавляем звено с передаточной функцией обратной **W5**.

****

****

1. Долее по правилам преобразования звена охваченного обратной отрицательной связью получаем: 

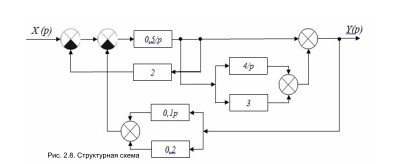
и для параллельного соединения **.**

1. В итоге имеем: .

После подстановки в полученное выражение обозначений передаточных функций звеньев исходной схемы и упрощения выражения получим:



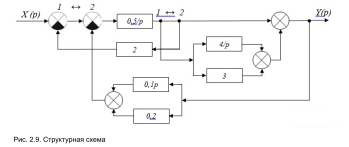
**Задача №3** Упростив схему, представленную на рис. 2.8, определить какому элементарному динамическому звену соответствует передаточная функция системы.



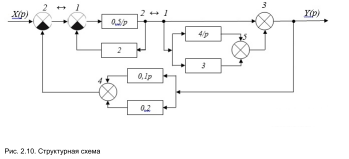
**Решение:**

На данной структурной схеме изображена многоконтурная замкнутая автоматическая система с перекрестными связями. Для определения передаточной функции необходимо преобразовать структурную схему, представленную на рис. 2.8, используя правила преобразования схем.

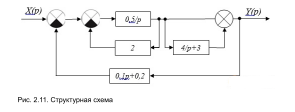
1. Избавляемся от перекрестных связей, поменяв местами сумматоры и узлы (рис. 2.9)



Получаем структурную схему, представленную на рис. 2.10:



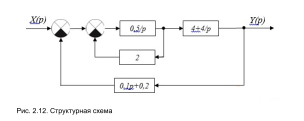
1. Сложив два сигнала, идущих в сумматор 4, и два сигнала, идущих в сумматор 5 (рис. 2.10), получаем следующую структурную схему (рис. 2.11):



Параллельное соединение звеньев с передаточными функциями w(p)=4/p и w(p)=3 дает нам звено с передаточной функцией w(p)=4/p+3.

Параллельное соединение звеньев с передаточными функциями w(p)=0,1p и w(p)=0,2 дает нам звено с передаточной функцией w(p)=0,1p+0,2.

3. Параллельное соединение звеньев в сумматор 3 будет равно w(p)=4+4p (рис.2.12.)



Передаточную функцию двух звеньев, соединенных встречно-параллельно с отрицательной обратной связь можно представить в виде следующего выражения:

**W(p)=**

Запишем передаточную функцию всей системы, представленной на рис.2.12

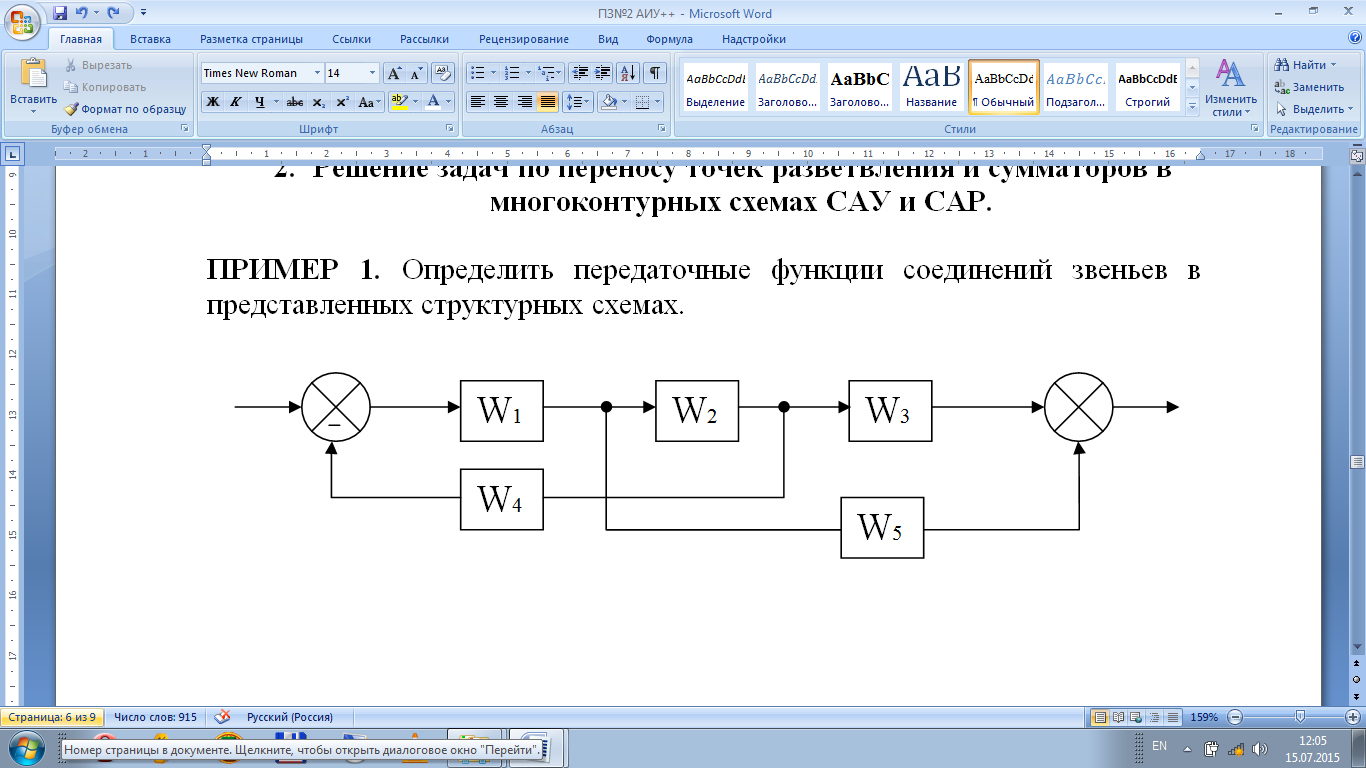
Данная передаточная функция соответствует апериодическому звену

c параметрами **k=5, Т=3с**

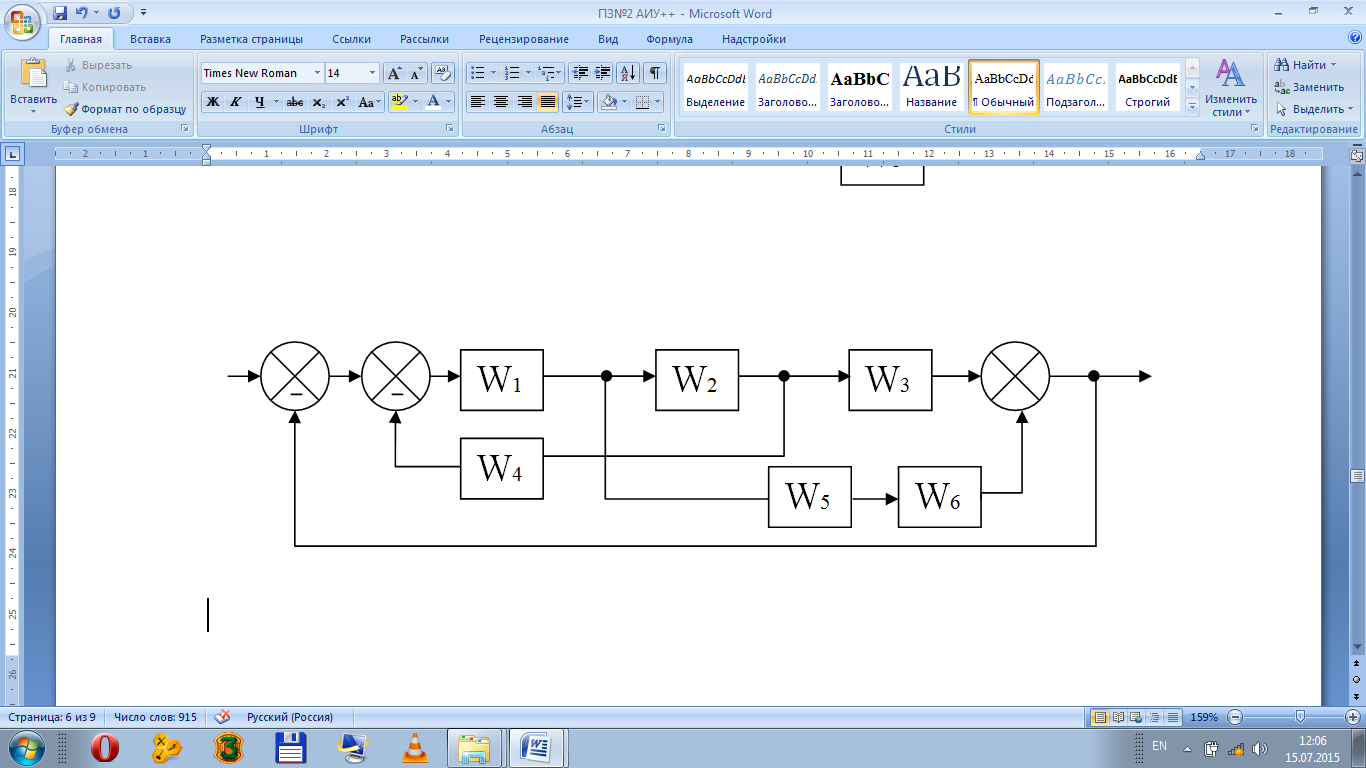
1. **Задачи для самостоятельного решения:**

Определить передаточные функции *W(p)* соединений звеньев в представленных структурных схемах? где *x(t)* - входное сигнал; *y(t)* - выходной сигнал. Решение задач осуществляется в соответствии с изученными правилами переноса узлов и объединения элементарных звеньев.

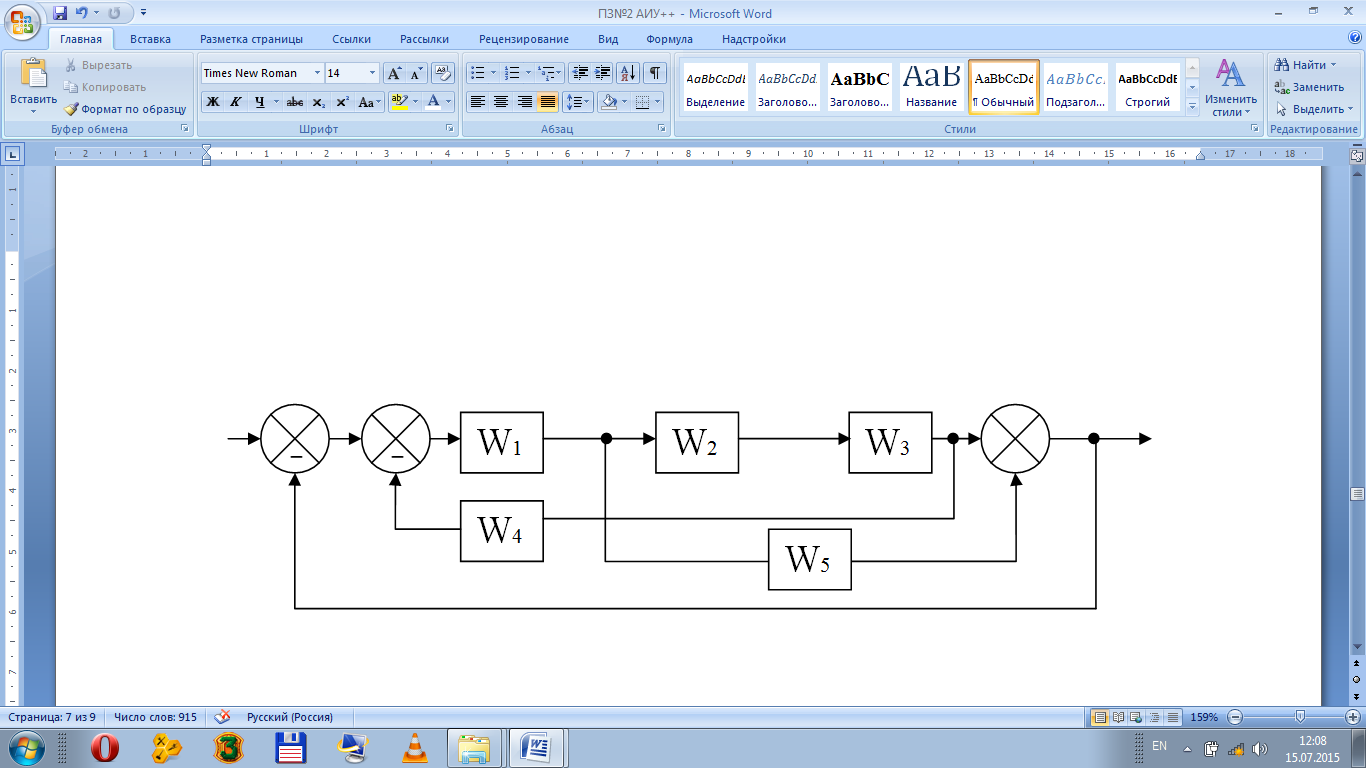
Вариант 1



Вариант 2



Вариант 3



Вариант 4







10

**X**

**Y**

Вариант 5







5

**X**

**Y**



**\_**

Вариант 6



**X**

**Y**

**\_**



**\_**

Вариант 7

**X**

**\_**

**\_**





10

**Y**

Вариант 8

**X**

**Y**

**\_**

**\_**







Вариант 9

**X**

**Y**

**\_**

**\_**







Autogenerated

|  |  |
| --- | --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ | |
|  |
| **ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  **УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  **«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  **(ДГТУ)** | |

Кафедра: **Техническая эксплуатация летательных аппаратов и наземного оборудования**

Практические занятия

(зачтено / не зачтено)

(руководитель: уч. степень, звание, Ф.И.О)

«\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г.

(подпись) (дата)

**ОТЧЕТ**

по практическим занятиям

Тема ПЗ - **Переносы точек разветвленияи сумматоров многоконтурных системах САУ и САР**

Отчет подготовил студент группы

(номер группы)

(Ф.И.О.)

Вариант № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г.

Ростов-на-Дону

20\_\_\_\_г