

Обозначения:

- Датчик (давление, температура, влажность, ...)
- Информационно-управляющая линия (Ethernet)
- Линия обмена данными "Рабочая станция - SigmaUSB" (USB 2.0)
- Сигнальная линия "Датчик - SigmaUSB" (± 10 В)
- Сигналы управления (ТТЛ, 0...5 В)

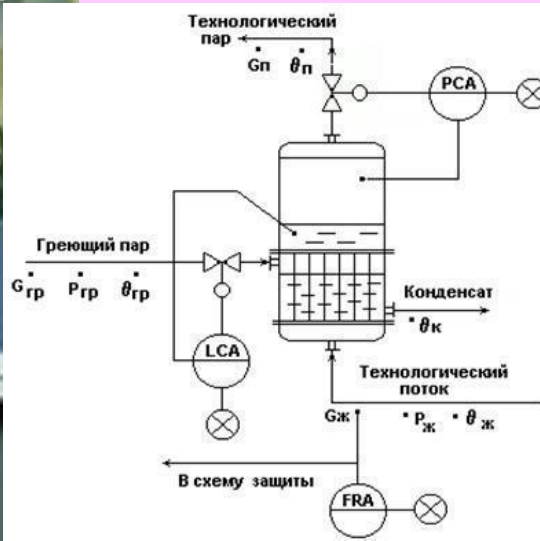
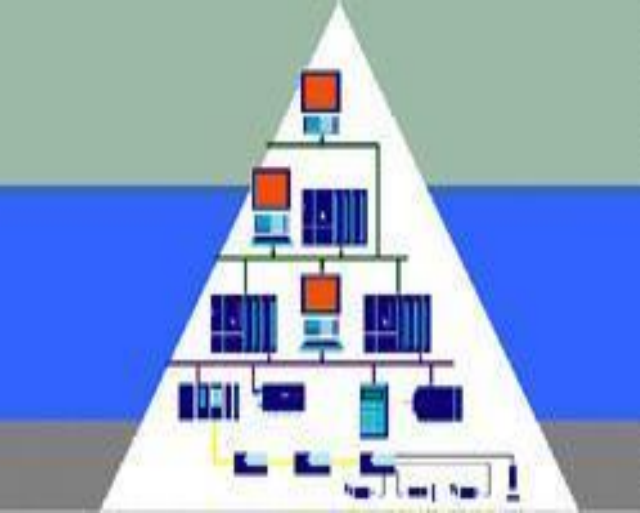
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ И ОТДЕЛЬНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ



ПЛАН ЛЕКЦИИ

Введение.

1. Терминология, применяемая при разработке систем автоматизированного управления технологическими процессами и оборудованием.
2. Структурная схема ручной системы управления объектом.
3. Современные САУ.
4. Понятие об устойчивости САУ.





ТЕРМИНОЛОГИЯ, ПРИМЕНЯЕМАЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ОБОРУДОВАНИЕМ

Для описания автоматизированных систем используют специальную терминологию.

ТАУ – теория автоматического управления – это совокупность методов и специального математического аппарата, позволяющих спроектировать работоспособную промышленную систему автоматического управления (САУ).

САУ – система автоматического управления – совокупность технических средств по управлению значением регулируемого параметра, в которой вычислительные и логические операции осуществляются с помощью специального технического устройства – автоматического регулятора, программируемого контроллера или компьютера. Основной частью (узлом, элементом) САУ является объект управления.

Объект управления – это техническая установка, оборудование или технологическая цепь установок, физико-химические процессы, которыми управляют с помощью специальных технических средств.



Технологические параметры – это физико-химические величины, характеризующие состояние технологического процесса в объекте управления (температура, давление и т.п.).

Регулируемый параметр – это технологический параметр, значением которого управляют с помощью специальных технических средств.

Параметры состояния объекта – выходные величины, объективные показатели объекта в заданный момент времени, измеряемые в определённых физических (градусы, килограммы и др.) или относительных (доли, проценты, баллы и др.) единицах.

Управление объектом – это процесс воздействия на объект с целью достижения показателей состояния заданных значений в определённый момент времени.

Цель управления – достижение необходимого состояния объекта, заданного значениями его параметров.

Система ручного регулирования (СРР) – это совокупность технических средств по управлению значением регулируемого параметра, в которой вычислительные и логические операции осуществляет человек-оператор.

Воздействия – факторы, изменяющие течение технологического процесса в объекте управления.



Управляющие воздействия – это воздействия на объект управления, организуемые техническим устройством или человеком-оператором с целью компенсации влияния возмущающих воздействий.

Сигналы – совокупность потоков энергии или вещества, поступающих или выходящих из объекта управления, возмущающие и управляющие воздействия, а также регулируемый параметр. По направлению различают входные и выходные сигналы объекта управления.

Основой управления является переработка информации о состоянии объекта в соответствии с целью управления.

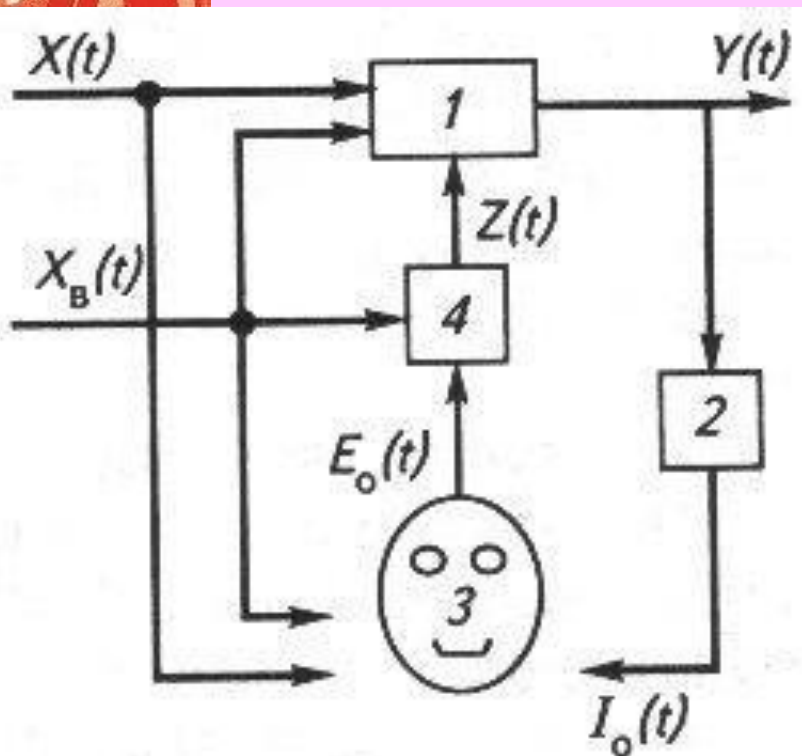
Управление может осуществляться человеком (**автоматизированное**) или специальными техническими устройствами (**автоматическое**).

Техническое устройство, с помощью которого осуществляют автоматическое управление объектом, называется **управляющим устройством**.





СТРУКТУРНАЯ СХЕМА РУЧНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОМ



1 – объект управления; 2 – измерительные приборы; 3 – оператор; 4 – регулирующий орган; показатели технологического процесса: $X(t)$ – входные; $Y(t)$ – выходные; $X_B(t)$ – возмущающие; $I(t)$ – измеряемые; $E_o(t)$ – решение оператора; $Z(t)$ – регулирующее воздействие

На объект управления 1 поступает исходная информация, например о качестве сырья $X(t)$, изменяющемся во времени.

Вместе с тем имеется информация $X_B(t)$, которая определяет возмущающие, противодействующие ходу нормального технологического процесса показатели (засорённость сырья или другие).

Объект управления 1 имеет регулятор 4 для изменения входных показателей $X(t)$, на который в какой-либо форме подаются возмущающие показатели технологического процесса. Выход $Y(t)$ может определяться множеством параметров, в том числе и показателями качества и количества готового продукта, а также условиями протекания процесса (температура, влажность).



Показатели процесса $Y(t)$ контролируют прибором 2 (в лаборатории или с использованием экономического анализа). В результате человек-оператор 3 располагает текущей оперативной информацией $I(t)$ о ходе протекания процесса.

Регулирующий орган 4 подаёт на объект управления 1 необходимое число компонентов для осуществления технологического процесса. Однако **принимать решения** о том, какое количество, когда и какого качества подавать тот или иной компонент технологического процесса **регулирующий орган не может. Это делает человек-оператор.**

Оператор, анализируя выходную информацию $I(t)$, входные $X(t)$ и возмущающие $X_d(t)$ воздействия и на основании инструкций о необходимом режиме протекания технологического процесса, принимает решение о необходимых параметрах работы объекта $E_o(t)$ – даёт команду $Z(t)$ на открытие соответствующих заслонок, приводов, увеличивает или отключает подачу тепла, холода и т.п.

Оператор – человек, который обладает большими аналитическими возможностями обобщения информации и принятия решений. Однако для этого необходим большой объём знаний и опыт работы.

В настоящее время происходит замена ручной системы управления на автоматические устройства управления.



СТРУКТУРНАЯ СХЕМА САУ

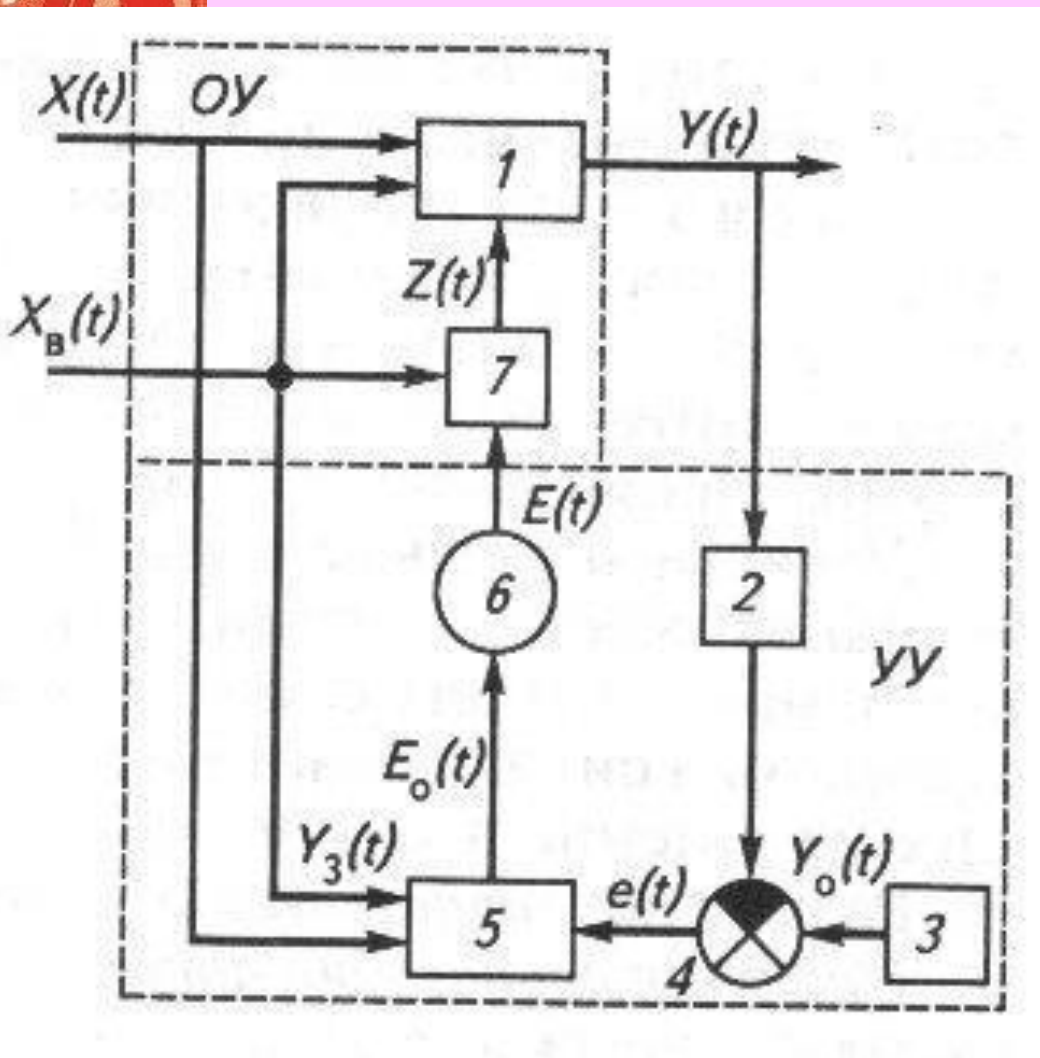
САУ состоит из отдельных узлов-элементов, соединённых друг с другом определённым образом. Структурные схемы САУ представляют в виде цепочки элементов, каждый из которых подвержен действию одного или нескольких входных воздействий, в результате чего изменяются выходные показатели, характеризующие состояние этого элемента.

Структурная схема САУ включает в себя два элемента – объект управления ОУ и устройство управления УУ. В схему УУ входят: датчики показателей технологического процесса; задающее устройство, хранящее нормативные показатели технологического процесса; сравнивающее устройство, на вход которого подаются заданные показатели и действительные показатели процесса, а на выходе считывают результат сравнения заданных и действительных условий процесса; схема управления, выдающая решение $E(t)$, а также исполнительное устройство, преобразующее сигналы схемы управления в конкретные управляющие воздействия для регулирующего органа, который изменяет воздействие на входе объекта управления.

Рабочие органы изменяют показатель процесса $Y(t)$ до тех пор, пока последний не сравняется с заданным $Y_3(t)$ и на выходе сравнивающего устройства не появится сигнал рассогласования $e(t)$, равный (или близкий) нулю – **САУ достигла цели управления.**



СТРУКТУРНАЯ СХЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ



- 1 – объект управления; 2 – датчики показателей технологического процесса; 3 – задающее устройство протекания технологического процесса;
- 4 – сравнивающее устройство;
- устройство управления; 6
- исполнительное устройство; 7
- регулирующий орган

$X(t)$ – входные показатели (воздействия);

$X_B(t)$ – входные возмущающие воздействия;

$Y(t)$ – выходные показатели;

$E_0(t)$ – решение управляющего устройства;

$E(t)$ – исполнение решения;

$Z(t)$ – регулирующее воздействие;

$Y_3(t)$ – заданные условия протекания технологического процесса;

$e(y) = Y_3(t) - Y(t)$ – результат сравнения



Работает система следующим образом. В задающем устройстве 3 заданы необходимые параметры протекания технологического процесса – температура, влажность и т.д.

В начале работы известны входные показатели процесса $X(t)$ и $X_g(t)$ возмущающие воздействия. Если технологический процесс не отлажен, то значение показателя $Y(t)$ отличается от заданного $Y_3(t)$, поэтому на выходе задающего устройства 3 сигнал $e(t)$ отличается от нуля. Этот сигнал подаётся на схему управления 5, в которой заложены алгоритмы выработки управляющего решения в зависимости от величины рассогласования $e(t)$ для каждого контролируемого показателя и их соотношений. Устройство управления 5 выдаёт управляющее воздействие $E_0(t)$ в виде набора сигналов на входы исполнительного устройства 6, которое в каждый момент времени преобразует управляющие сигналы в мощный сигнал $E(t)$, включающий рабочий орган 7, например нагревательное устройство или др., которые и изменяют входные параметры $Z(t)$.

Такое состояние САУ будет сохраняться до тех пор, пока не изменятся входные показатели процесса $X(t)$ или внешние возмущающие воздействия $X_g(t)$. Тогда вновь появится сигнал рассогласования $e(t)$, отличный от нуля, и схема управления 5 изменит своё управляющее воздействие и т.д.



СОВРЕМЕННЫЕ САУ

Современные САУ включают в свой состав компьютер для переработки информации, поступающей от ОУ (объекта управления).

Если в задачу управления входит стабилизация выходных показателей, процесс управления называют **регулированием**, объект управления – **объектом регулирования**, управляющие устройства – **автоматическими регуляторами**, а системы автоматического управления – **системами автоматического регулирования**.

В САУ под **обратной связью** понимают такую жёстко организованную связь выходного сигнала системы с входным, при которой отклонение выходного сигнала системы, т.е. объекта, вызывает соответствующее изменение входного сигнала. Различают **отрицательную и положительную обратную связь** (при **отрицательной** – отклонение выходного сигнала одного знака вызывает изменение входного сигнала противоположного знака; при **положительной** – отклонение выходного сигнала одного знака вызывает изменение входного сигнала того же знака). В промышленных САУ регулятор всегда включён в отрицательную обратную связь.

Системы автоматического управления можно классифицировать по нескольким признакам.



КЛАССИФИКАЦИЯ САУ

Признаки
классифи-
кации
САУ

По принципу
действия

По закону
изменения
во времени
выходного
сигнала

По закону
изменения
во времени
выходного
сигнала
регулятора
САУ

По количеству
регулируемых
параметров
САУ

По
самоприспо-
собляемости
к изменению
внешних
условий



**Классификация
САУ
по
принципу
действия**

**САУ
по
отклонению**

**САУ
по
возмущению**

**САУ
комбинированная**



**Классификация
САУ по закону
изменения во
времени
выходного
сигнала
здатчика**

**САУ
автоматической
стабилизации**

(поддерживается постоянная во времени величина выходного сигнала задатчика)

**САУ
программные**

(выходной сигнал задатчика изменяется по заранее известной функции времени /программе/)

**САУ
Следящие**

(выходной сигнал задатчика ранее неизвестен, он может быть случайной величиной)



**Классификация САУ
по
закону изменения во
времени выходного
сигнала регулятора**

Дискретные

Непрерывные



По количеству регулируемых параметров САР

Одномерные

Многомерные



**По самоприспособ-
ляемости к
изменению
внешних условий**

Адаптивные
(самообучающиеся,
способны изменять свои
параметры, исходя из
изменяющихся внешних
условий и цели работы)

Неадаптивные
(обучение с учителем,
настройка параметров у
них
Постоянна, перенастройку
производит оператор)



ПОНЯТИЕ ОБ УСТОЙЧИВОСТИ САУ

В САУ, работающей по отклонению, регулятор изменяет управляющий сигнал после того, как регулируемый параметр отклонился от заданного значения. Следовательно, он должен не только компенсировать возмущающее воздействие, но и свести к нулю отклонение регулируемого параметра от заданного значения.

При этом могут быть следующие случаи.

1. **Регулятор вырабатывает управляющий сигнал недостаточной мощности.** При этом скорость нарастания отклонения регулируемого параметра от заданного значения уменьшается, но само отклонение продолжает расти. График процесса регулирования – изменение во времени выходного сигнала Y системы после нанесения на неё возмущающего воздействия будет **расходящийся**, а работа САУ – **неустойчивой**.

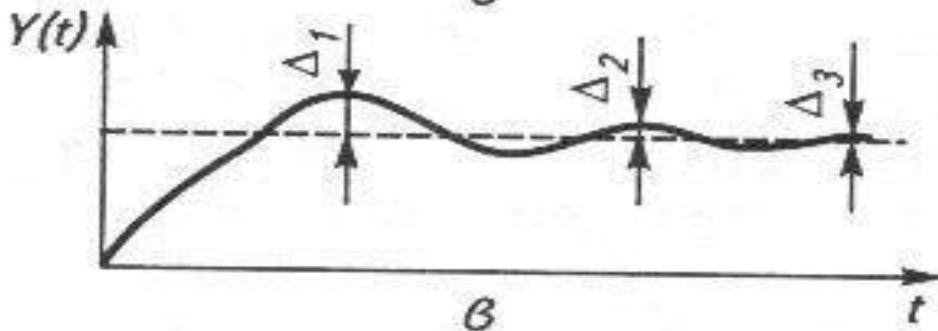
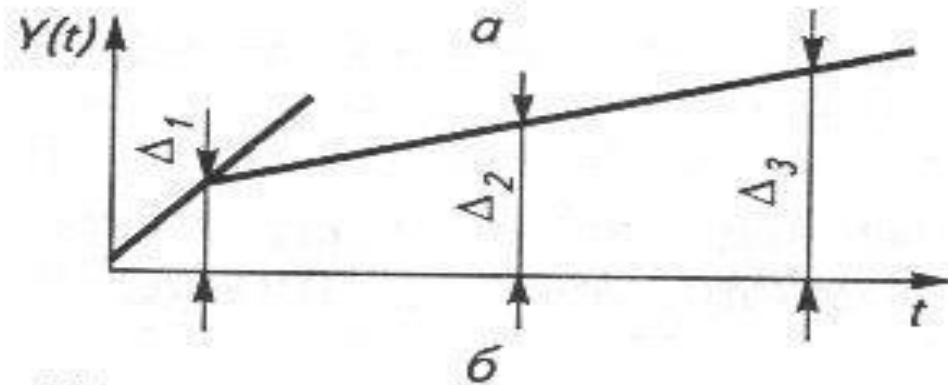
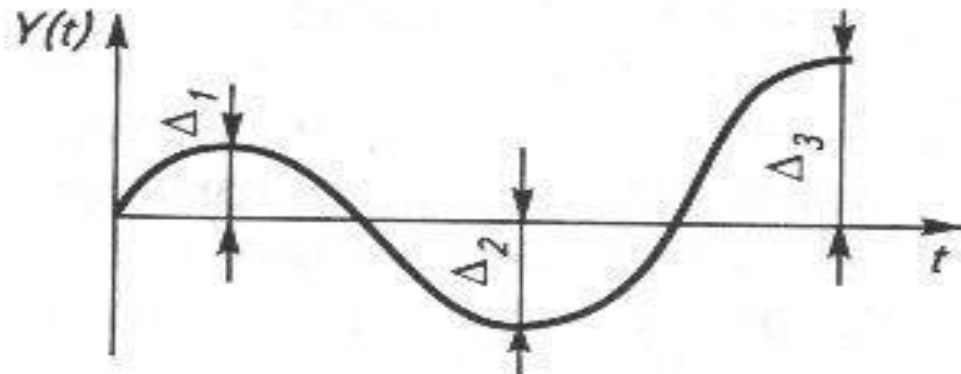
Отклонение выходной величины

$$\Delta i = Y_i - X_0$$

увеличивается с течением времени, $i = 1, 2, 3, \dots$; X_0 - заданная величина.



ГРАФИКИ ПРОЦЕССОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ В САУ:



а – процесс регулирования с выходным сигналом регулятора недостаточной мощности;

б – процесс регулирования с входным сигналом регулятора избыточной мощности;

в – процесс регулирования с выходным сигналом регулятора небольшой мощности



2. **Регулятор вырабатывает управляющий сигнал избыточной мощности**, который не только компенсирует возмущающее воздействие и сводит к нулю отклонение регулируемого параметра от заданного значения, но и вызывает новое отклонение Δ_i , противоположное по знаку и большей амплитуды. График процесса регулирования в такой САУ также будет **расходящийся** (расходится с заданием), а работа САУ – **неустойчивой**.

3. **Регулятор вырабатывает управляющий сигнал необходимой мощности**. При этом регулируемый параметр либо плавно возвращается к заданному значению (апериодический процесс регулирования), либо возвращается к нему через колебания уменьшающейся амплитуды (колебательный процесс регулирования). Такие графики процессов регулирования называются **сходящимися**, а работа САУ будет **устойчивой**.

Неустойчивые системы неработоспособны.

Но кроме устойчивости САУ должна отвечать требованиям по качеству своей работы, которое оценивают по значениям **статической** и **динамической** ошибок. По этим характеристикам автоматические системы бывают **статические** и **астатические**.



Статическая ошибка – это разность величин регулируемого параметра в исходном и конечном (после окончания регулирования) состояниях равновесия системы.

В **астатической системе** статическая ошибка равна нулю, т.е. система после процесса регулирования возвращается в исходное состояние равновесия.

В **статической системе в установившемся состоянии** – через достаточно долгое время после начала регулирования всегда имеется статическая ошибка регулирования.

Динамическая ошибка $\Delta_{дин}$ – это максимальное в процессе регулирования отклонение регулируемого параметра от конечного состояния равновесия.

Время регулирования – это отрезок времени с момента нанесения на замкнутую САУ возмущающего воздействия, по истечении которого отличие регулируемого параметра от конечного состояния равновесия становится равным и меньше $\pm 5\%$ от заданной величины.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!