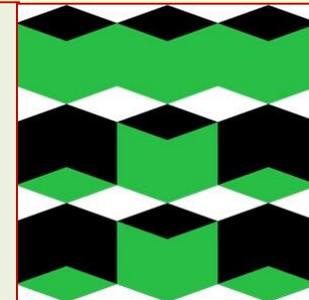




# **Военный учебный центр**

**при Томском политехническом  
университете**



**Цикл  
№2**

**«Боевое применение подразделений,  
вооружённых зенитными артиллерийскими  
самоходными установками с радиоприборными  
комплексами»**



## **КУРС ЛЕКЦИЙ**

**Автор: преподаватель 2 цикла  
*подполковник запаса Гаврилов А. А.***



**Дисциплина:**  
**«Устройство и эксплуатация ЗСУ»**  
**Раздел 1:**  
**«Основы построения ЗАК»**



**Тема №4**  
**Основы автоматики**

**Контрольные вопросы**



**Занятие №2**  
**Принципы работы**  
**автоматических систем РЛС**

# **Цели занятия:**

## **Изучить:**

- принцип автоматического сопровождения цели по дальности и угловым координатам,
- следящий привод управления антенной.

# **Актуальность занятия:**

## **Обусловлено:**

- необходимостью иметь глубокие и твердые знания по принципу автоматического сопровождения цели по дальности и угловым координатам, работе следящего привода управления антенной.

**ВИД ЗАНЯТИЯ: - ГРУППОВОЕ, 2 часа.**



# Вопрос 1

# Принцип автоматического сопровождения цели по дальности

## Сопровождение по дальности

Сопровождение цели по какой-либо координате *заключается* в непрерывном определении ее положения.

### При сопровождении

- непрерывно вводить оптические данные и отсюда

### Дальность

- поворотом
- изменением величины



## Способы сопровождения по дальности

Способы сопровождения:

- 1) ручное (РУ),
- 2) полуавтоматическое (ПУАС)
- 3) автоматическое (АУАС)

1. При ручном сопровождении - дальность определяется механическим или электрическим сигналом на экране ЭД.



## Способы сопровождения по дальности

2. При полуавтоматическом сопровождении:

- визир перемещается по экрану с помощью специальных устройств, а оператор регулирует скорость движения визира, добиваясь совмещения

3. При автоматическом

- процесс сопровождения

### Преимущества

- ❖ высокая точность определения дальности, что особенно важно при сопровождении маневренных целей
- ❖ исключаются субъективные ошибки оператора
- ❖ в ряде случаев отпадает необходимость в схеме, поскольку по дальности и вводить

## Принцип работы системы автоматического сопровождения по дальности

Система автоматического сопровождения по дальности является замкнутой системой.

- временной дискриминатор
- усилитель
- генератор временной задержки

### Входные сигналы

Сигналы (видеоимпульсы),



## Принцип работы системы автоматического сопровождения по дальности

### Выходные импульсы

характеризуются временем задержки с выхода системы на индикаторе.

а также через систему передачи. Кроме того, по цепи обратной связи измерительное устройство в **дискриминаторе** время  $t_2$  временем  $t_1$  запаздывает.

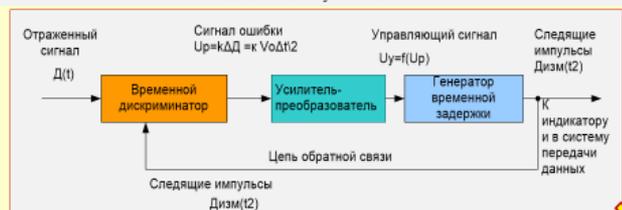


## Принцип работы системы автоматического сопровождения по дальности

**Сигнал ошибки**, выработанный дискриминатором, попадает на усилитель преобразователь.

Усиленный и преобразованный сигнал ошибки представляет собой управляющий сигнал  $u = f(u_p)$ .

**СО** вынуждает генератор временной задержки изменить временную задержку следящих импульсов таким образом, чтобы приблизить измеренное значение дальности **Дизм** к истинному значению дальности **Д**. Благодаря этому в процессе сопровождения ошибка уменьшается, стремясь к минимальному значению.



# Сопровождение цели по дальности

Сопровождение цели по какой-либо координате **заключается:**

- в непрерывном определении данной координаты выбранной цели.



**При сопровождении цели по дальности** необходимо:

- непрерывно определять дальность,
- непрерывно вводить определяемую величину в систему передачи данных и оттуда в счётно-решающий прибор (СРП).

**Дальность можно вводить:**

- поворотом ротора сельсин-датчика,
- изменением величины или фазы эталонного напряжения с помощью потенциометра или фазовращателя.

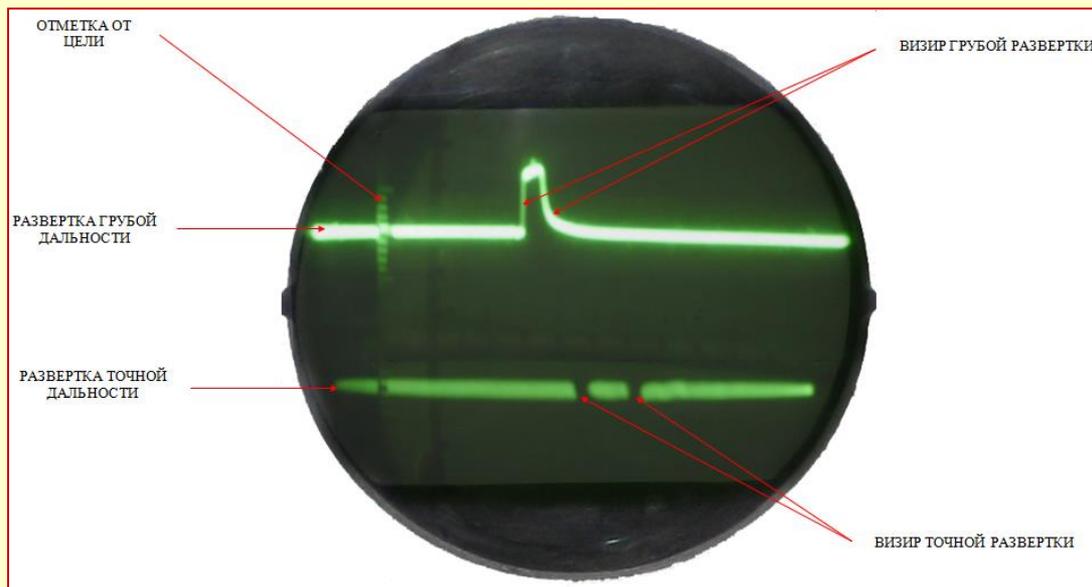
# Способы сопровождения по дальности

## Способы сопровождения:

- 1) ручное (РУ),
- 2) полуавтоматическое (П/АС),
- 3) автоматическое (АС).

### 1. При ручном сопровождении цели:

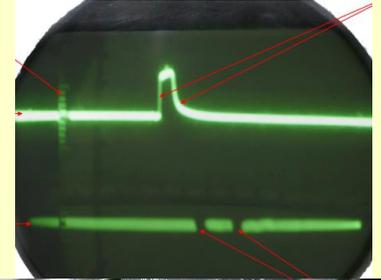
- дальность определяется путем непрерывного совмещения механического или электронного визира с отраженным сигналом на экране ЭЛТ.



# Способы сопровождения по дальности

## 2. При полуавтоматическом сопровождении:

- визир перемещается по экрану оператором, который добивается совмещения визира с отраженным сигналом.



## 3. При автоматическом сопровождении:

- процесс сопровождения цели полностью автоматизирован.



## Преимущества метода **автосопровождения**:

- ❖ высокая точность определения и скорость отработки дальности, что особенно важно при высоких скоростях цели;
- ❖ исключаются субъективные ошибки оператора;
- ❖ в ряде случаев отпадает необходимость в ЭЛТ с ее громоздкой схемой, поскольку появляется возможность определять дальность и вводить ее в СРП без индикации цели на экране.

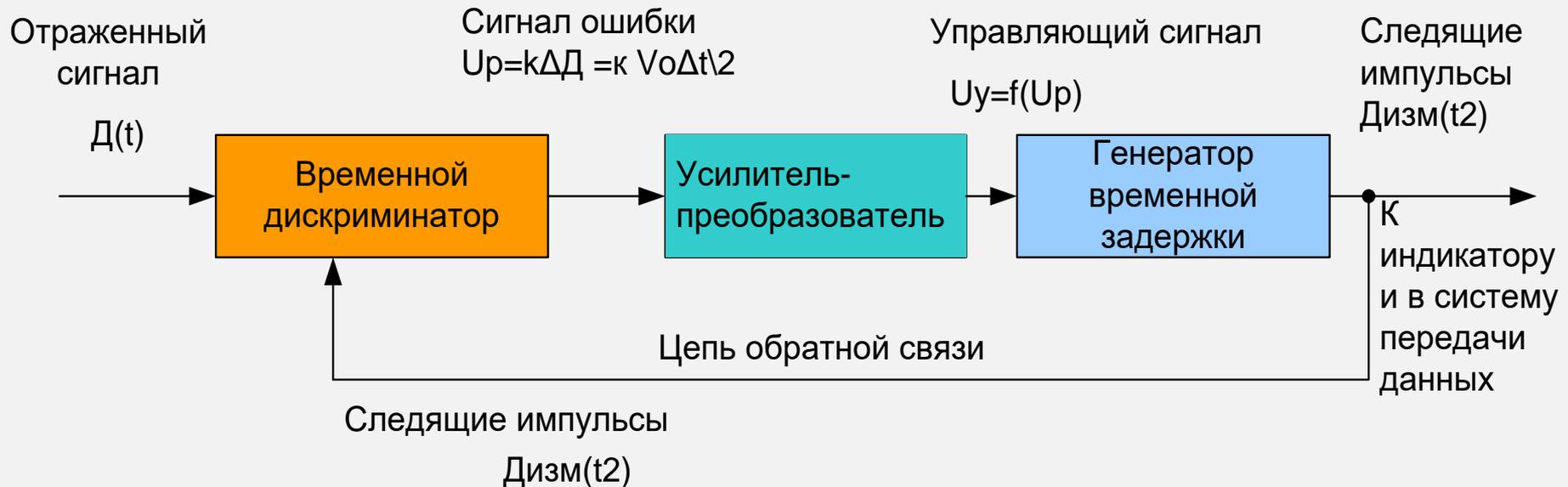
# Принцип работы системы автоматического сопровождения по дальности (АСД)

Система АСД является замкнутой системой и содержит 3-и основных элемента:

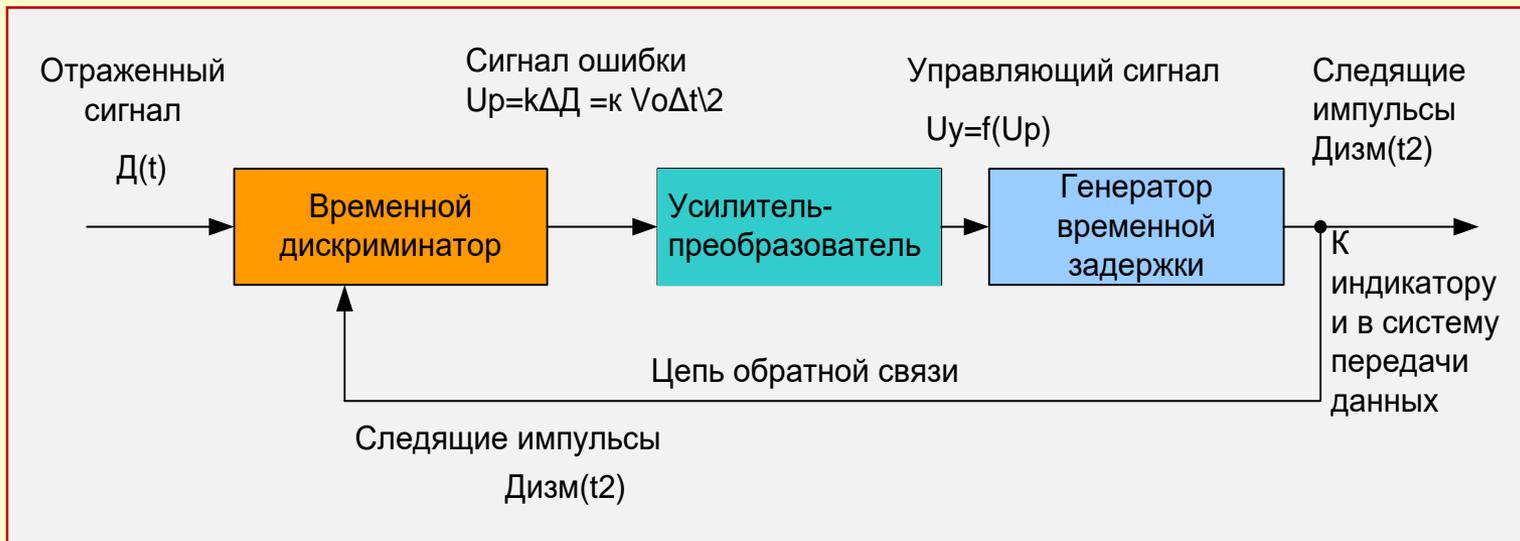
- временной дискриминатор (*измерительное устройство*);
- усилитель-преобразователь (*усилительно-преобразовательное устройство*);
- генератор временной задержки (*исполнительное устройство*).

**Входным сигналом** являются:

- **отраженные** от выбранной цели сигналы (видеоимпульсы), поступающие в систему АСД с выхода приемника.



# Принцип работы системы АСД



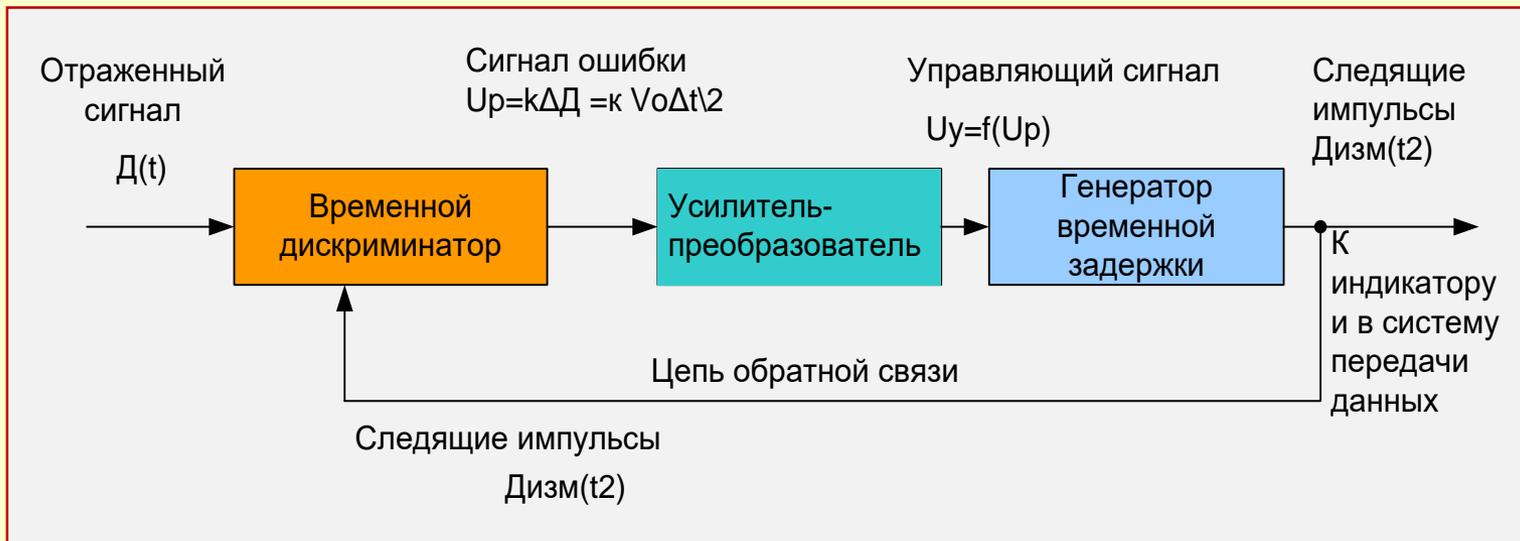
**Время запаздывания**  $t_1$  этих сигналов относительно момента запуска передатчика характеризует определяемую системой дальность до цели  $D$ .

**Выходным сигналом** АСД являются кратковременные следящие видеоимпульсы (стробы), которые вырабатываются исполнительным устройством системы, т.е. генератором временной задержки.

**Время задержки**  $t_2$  выходного сигнала системы АСД (следящих импульсов) относительно прямого импульса станции соответствует измеренному системой значению дальности цели  $D_{izm}$ .

$$D_{izm}[\text{км}] = 0.15t_2[\text{мкс}]$$

# Принцип работы системы АСД

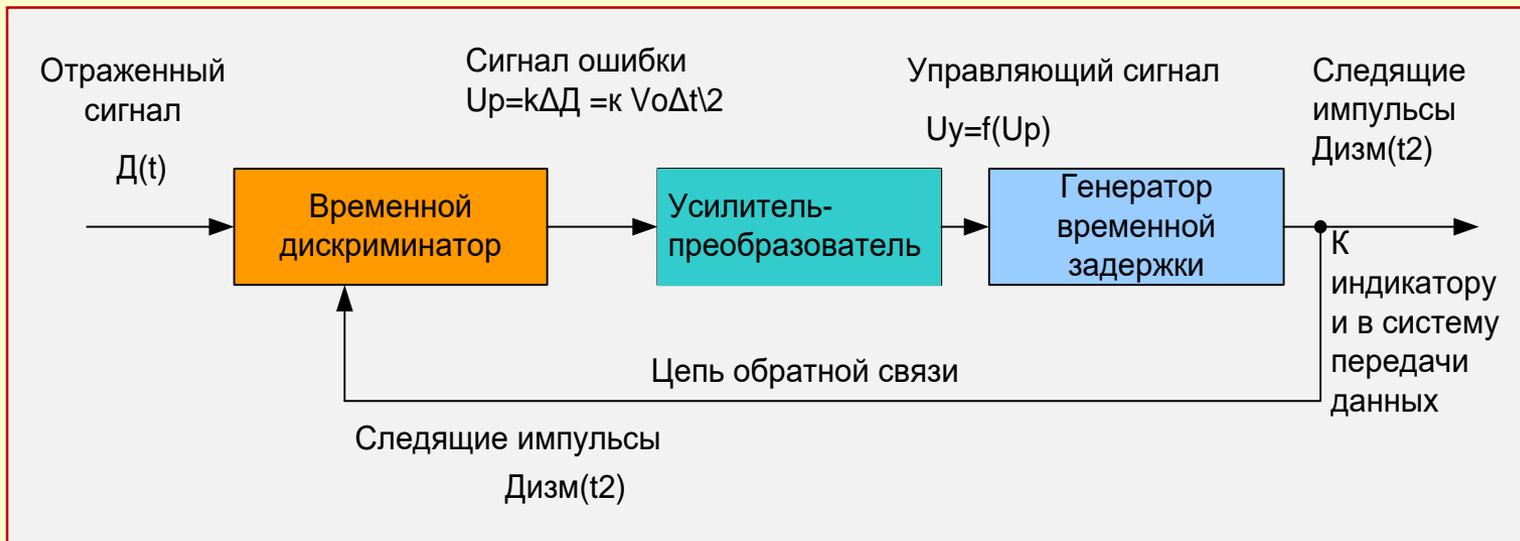


**Выходные импульсы**, характеризующие измеренную дальность цели, подаются с выхода системы на индикаторное устройство РЛС для создания электронного визира дальности, а также через систему передачи данных вводятся в (СРП).

Кроме того, по цепи обратной связи следящие импульсы поступают на измерительное устройство системы - **временной дискриминатор**.

В **дискриминаторе** время  $t_2$  задержки следящих импульсов сравнивается со временем  $t_1$  запаздывания сигнала, отраженного от цели.

# Принцип работы системы АСД



Другими словами, в *дискриминаторе* измеренная дальность **Дизм** «вырабатываемая» системой, сравнивается с истинной дальностью **Д**.

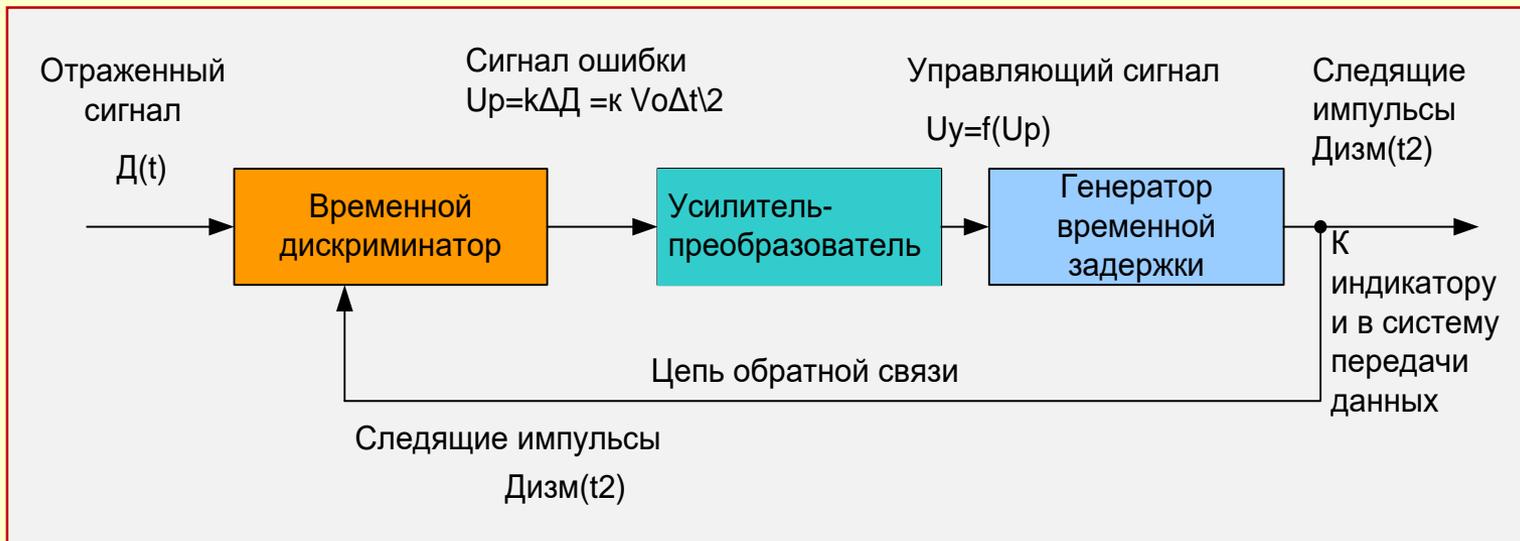
В результате определяется их разность  $\Delta D = D - Дизм$ .

т.е. ошибка определения дальности (ошибка сопровождения), и вырабатывает *сигнал ошибки* (сигнал рассогласования)  $U_p$ ,

пропорциональный ошибке сопровождения  $\sigma_d$  :

$$U_p = k\sigma_d = kV_o(t_1 - t_2) \sqrt{2} = kV_o \Delta t / 2$$

# Принцип работы системы АСД



**Сигнал ошибки**, выработанный дискриминатором, поступает на усилитель-преобразователь.

Усиленный и преобразованный **СО** представляет собой управляющий сигнал  $u = f(u_p)$ ,

**СО** вынуждает генератор **ГВЗ** изменить временную задержку следящих импульсов таким образом, чтобы приблизить измеренное значение дальности **Дизм** к истинному значению дальности, **Д**.

Благодаря этому в процессе сопровождения ошибка уменьшается, стремясь к минимальному значению.



# Вопрос 2

# Принцип автоматического сопровождения цели по угловым координатам

## Принципы работы Систем АС

Сопровождение цели по угловым координатам (по направлению, СН) - это процесс непрерывного определения текущих угловых координат выбранной цели.

Сущность СН заключается:

- в непрерывном совмещении направл. направлением на цель *ручным, полуавто* *автоматическим* способом.

### Система управления антенной (упрощенная схема)



Функциональный состав СУА:  
- канал сопровождения по азимуту;  
- канал сопровождения по углу;  
- устройство выдачи сигнала ошибки;  
- блок управления антенной СУА;  
- приводные двигатели по азимуту и углу;  
- контрольно-измерительные приборы (КИП) по азимуту и углу.

Направл. сопровождение ИКО и пер. прибор (С) В РЛС полностью осуществ. системы а цели по н. В РЛС управлен

## Системы АСН

Существуют *одноканальные и двухканальные системы СН*. В *одноканальных системах* сигнал ошибки, возникающий при несовпадении электрической или геометрической оси антенны с направлением на цель, усиливается и детектируется в общих каскадах *канала азимута* и

Затем *СО* преобразуется в два напряжения

характеризует ошибку сопровождения цели и подается на соответствующие

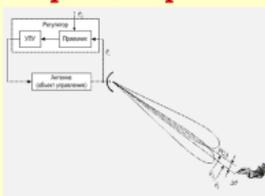
В *двухканальных системах* азимутальные разделяются уже в антенно-фидерных

двухканальные системы состоят из двух *каналов*, каждый из которых

автоматическое сопровождение в одной по одной угловой коор

В РЛС 1РЛЗЗ(ЗСУ Шилка) применяется

## Принцип работы одноканальной системы

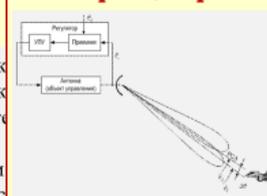


При несовпадении оси антенны с направлением на цель на выходе приемника возникает *сигнал ошибки*.

*СО* подается на вход системы *АСН*, в которой преобразуется в два напряжения, каждое из которых характеризует ошибку сопровождения цели в одной из плоскостей (горизонтальной и вертикальной).

Эти напряжения управляют поворотом соответствующей плоскости. Под воздействием этих напряжений приводные двигатели азимут поворачивают антенну так, чтобы ошибка сопровождения цели уменьшилась, и *сигнал ошибки* уменьшился.

## Принцип работы одноканальной системы



При сопровождении движущейся цели ошибка сопровождения не обращается в нуль, потому что угловые координаты цели непрерывно меняются. Ось антенны перемещается вслед за целью с некоторым отставанием.

Это отставание определяет точность сопровождения цели и называется *динамической ошибкой сопровождения*.

Использование одноканальных систем АСН характерно для РЛС, в которых угловые координаты цели определяются *методом конического сканирования* луча антенны.

При коническом сканировании сопровождение цели сводится к тому, что автоматическая система непрерывно поворачивает ось антенны так, чтобы отраженные сигналы сохраняли постоянную амплитуду, т.е. сигнал ошибки равнялся нулю.



# Принципы работы Систем АС

Сопровождение цели по угловым координатам (по направлению, СН) - это процесс непрерывного определения текущих угловых координат выбранной цели.

Сущность СН заключается:

- в непрерывном совмещении направления оси антенны с направлением на цель *ручным, полуавтоматическим или автоматическим* способом.

Система управления антенной  
(упрощенная схема)



**Функциональный состав СУА:**

- канал сопровождения по азимуту;
- канал сопровождения по углу места;
- устройство выделения сигнала ошибки;
- блок управления антенной Т-55;
- приводные двигатели по азимуту и углу места;
- электромагнитные порошковые муфты (ЭМПМ) по азимуту и углу места.

Направление оси антенны при сопровождении индицируется на экране ИКО и передается в счетно-решающий прибор (СРП).

В **РЛС** сопровождение цели обычно полностью автоматизировано и осуществляется с помощью специальной системы автоматического сопровождения цели по направлению (**система АСН**).

В РЛС ЗСУ Шилка – это система управления антенной (**СУА**).

# Системы АСН

Существуют: *одноканальные и двухканальные системы СН.*

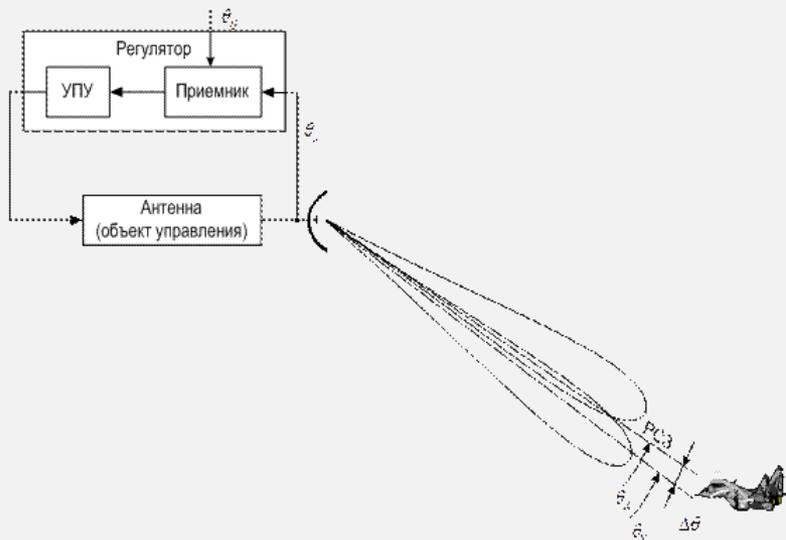
1) В **одноканальных системах** сигнал ошибки, возникающий при несовпадении электрической или геометрической оси антенны с направлением на цель, усиливается и детектируется в общих каскадах **канала азимута и угла места.**

Затем **СО** преобразуется в два напряжения, каждое из которых характеризует ошибку сопровождения цели в одной из плоскостей и подается на соответствующий канал.

**Одноканальный** метод применяется в РЛС 1РЛЗЗ(ЗСУ «Шилка»).

2) В **двухканальных системах** азимутальный и угломестный каналы разделяются уже в антенно-фидерном устройстве, т.е. *двухканальные системы состоят из 2-х **независимых каналов**, каждый из которых обеспечивает автоматическое сопровождение в одной плоскости, т. е. по одной угловой координате.*

# Принцип работы одноканальной системы



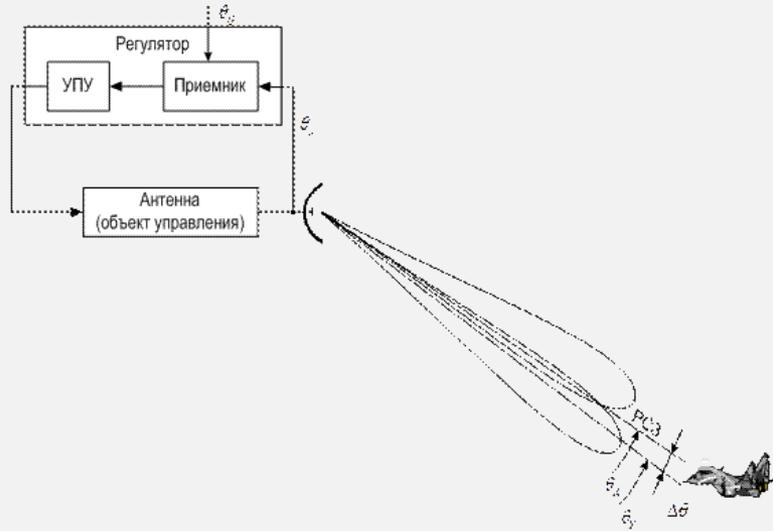
1. При несовпадении оси антенны с направлением на цель на выходе приемника возникает **сигнал ошибки (СО)**.  
**СО** подается на вход системы **АСН**.

2. В АСН **сигнал ошибки** преобразуется в два напряжения, каждое из которых характеризует ошибку сопровождения цели в одной из плоскостей (**АЗ** или **УМ**).

Эти напряжения управляют поворотом антенны в верт./гор. плоскости.

Под воздействием этих управляющих напряжений приводные двигатели **АЗ** и **УМ** поворачивают антенну так, чтобы **сигнал ошибки** уменьшился.

# Принцип работы одноканальной системы



3. При сопровождении движущейся цели ошибка сопровождения не обращается в нуль, потому что угловые координаты цели непрерывно меняются.

Ось антенны перемещается вслед за целью с некоторым отставанием.

Это отставание определяет точность сопровождения цели и называется

*динамической ошибкой сопровождения.*

4. Использование одноканальных систем АСН характерно для РЛС, в которых угловые координаты цели определяются *методом конического сканирования* луча антенны.

При коническом сканировании сопровождение цели сводится к тому, что автоматическая система непрерывно поворачивает ось антенны так, чтобы отраженные сигналы сохраняли постоянную амплитуду, т.е.

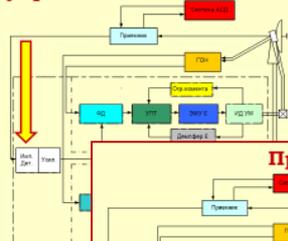
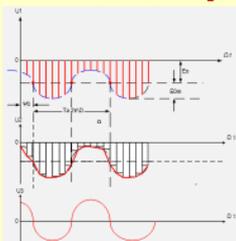
**сигнал ошибки** равнялся нулю.



# Вопрос 3

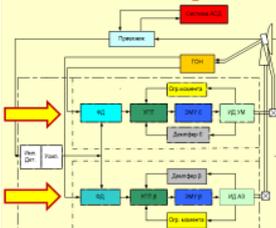
# Следящий привод управления антенной

## Принцип работы следящего привода управления антенной.



1. Из приемника видеоимпульсы поступают на фазовый детектор (ФД), который состоит из импульсного детектора (ИД) и импульсного усилителя (ИУ). Импульсный детектор - детектирует поступающие отрицательные видеоимпульсы. На его выходе выпрямленное напряжение, переменная составляющая которого усиливается в двухкаскадном усилителе с симметричной связью.

## Принцип работы СПУА

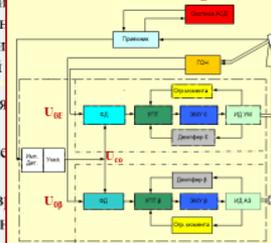


2. С выхода преобразователя сигнал поступает на фазовый детектор (ФД) каналов азимута и угла места. Каждый канал управляет антенной в соответствующей плоскости.

Фазовый детектор выделяет сигнал ошибки, пропорциональный смещению цели относительно горизонтальной линии.

На фазовые детекторы (ФД) поступают напряжения ошибки; - и опорные напряжения, вырабатываемые генератором опорных напряжений (ГОН). ГОН установлен на одном валу с двигателем вращающей антенны и представляет собой: двухфазный генератор синусоидальных напряжений.

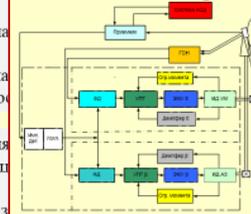
## Принцип работы СПУА



ГОН вырабатывает: два опорных напряжения синусоидальной формы, сдвинутых по фазе на 90°. Напряжение  $U_{ог}$  является опорным для канала азимута, а напряжение  $U_{оп}$  - для канала места. Их частота равна частоте сканирования  $\Omega$ , а фаза жестко связана с углом поворота антенны в плоскости сканирования.

3. В результате детектирования на нагрузке ФД выделяется напряжение, пропорциональное угловому смещению цели относительно горизонтальной линии в соответствующей плоскости. Это напряжение называется **управляющим**, так как в зависимости от величины и знака антенна поворачивается в ту или другую сторону.

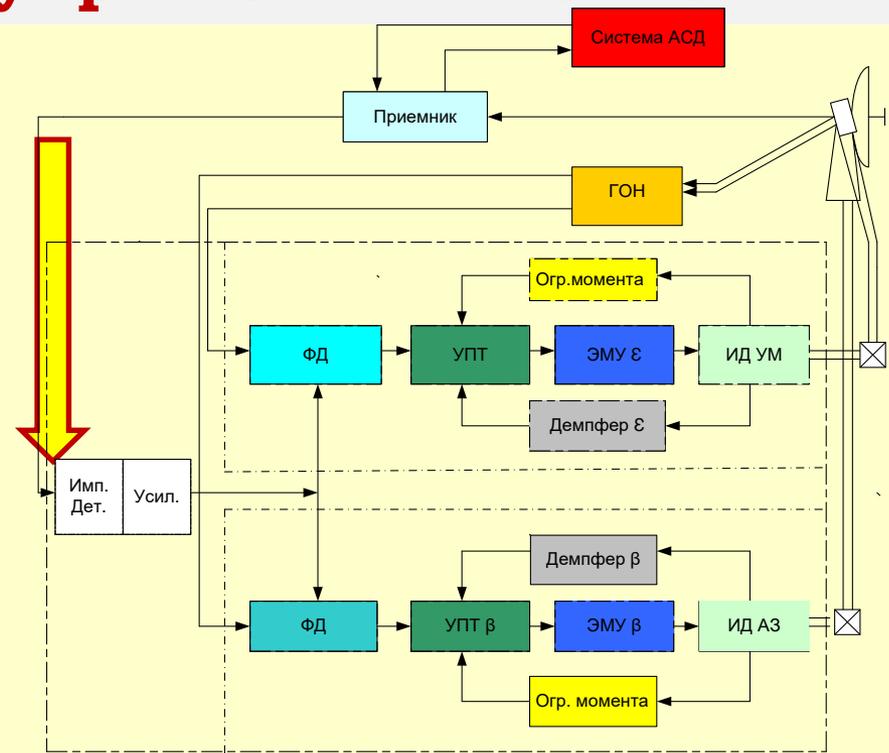
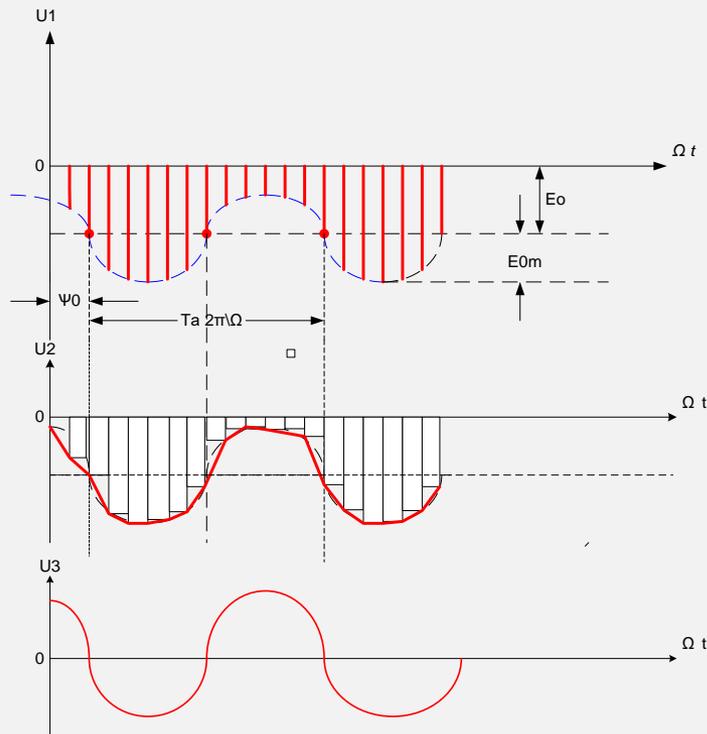
## Принцип работы СПУА



Напряжение управления положением антенны, снимаемое с ФД, усиливается в двухкаскадном усилителе мощности, состоящем из УПТ и электромашиного усилителя (ЭМУ). Выходное напряжение питает якорную обмотку ИД антенны, изменяя движение антенны в соответствии с величиной и знаком управляющих напряжений.

4. Для обеспечения плавности перемещения оси антенны в процессе сопровождения цели имеются стабилизирующие устройства. Их действие основано на использовании отрицательной обратной связи. Эту роль выполняют два каскада: ограничитель моментов и демпфер. Огр. моментов - устраняет сильные рывки антенны и предохраняет цепи приводного двигателя от перегрузок, при больших амплитудах сигнала ошибки. Демпфер - устраняет колебания антенны. ❌

# Принцип работы следящего привода управления антенной.



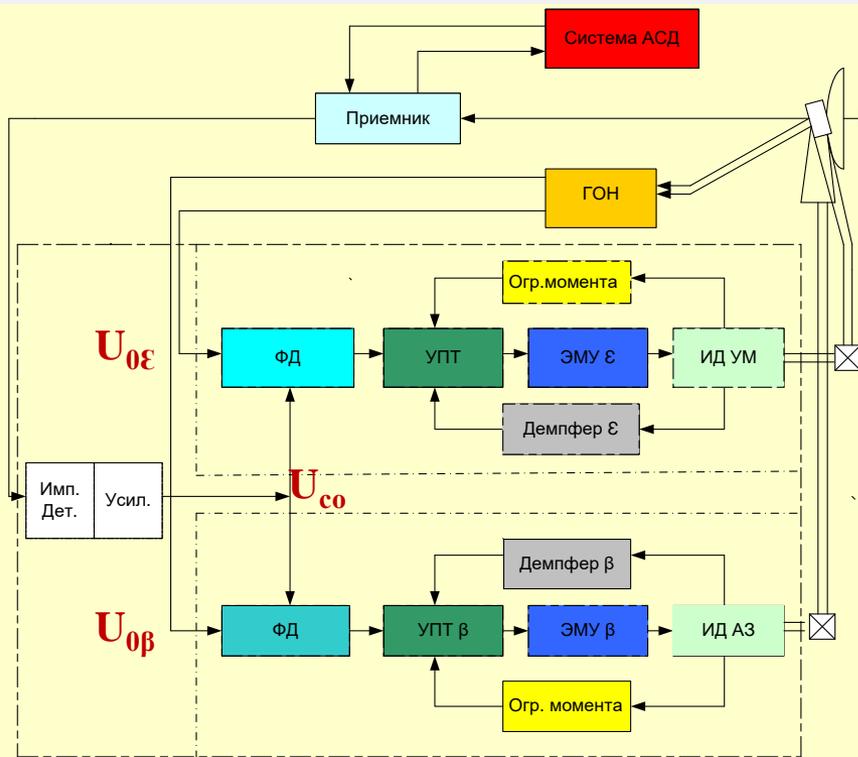
**1. Из приемника** видеоимпульсы поступают на **преобразователь сигнала ошибки**, состоящий из **импульсного детектора** и **усилителя**.

**Импульсный детектор** - детектирует поступающие от приемника отрицательные видеоимпульсы.

На выходе **ИД** образуется пульсирующее выпрямленное напряжение, переменная составляющая которого усиливается в **усилителе** с симметричным выходом.



# Принцип работы СПУА



**ГОН** вырабатывает: два опорных напряжения синусоидальной формы, сдвинутых по фазе на  $90^\circ$ .

-  $U_{0\beta}$ , является опорным для *канала азимута*,

-  $U_{0\varepsilon}$  – для *канала угла места*;

- их частота равна частоте конического сканирования  $\Omega$ ,

- фаза жестко связана с положением луча антенны в пространстве.

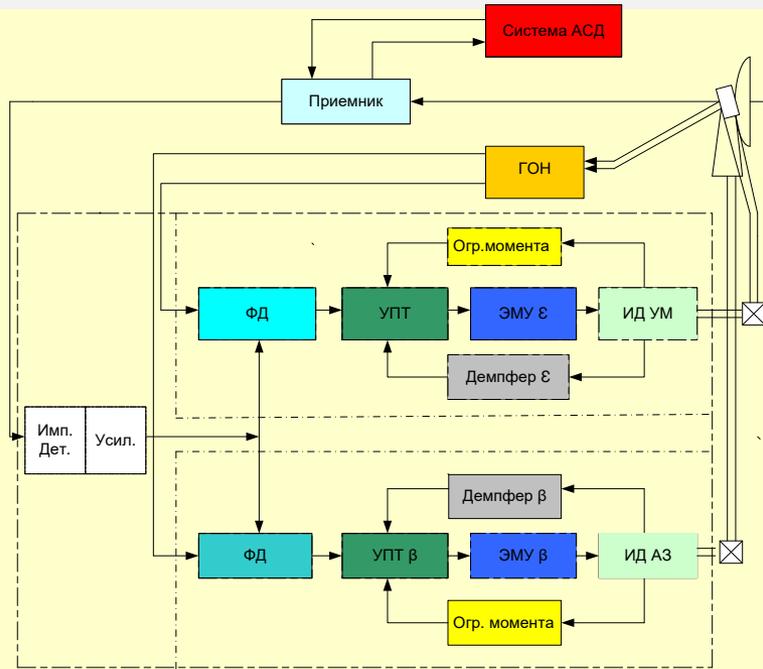
**3.** В результате детектирования на нагрузке **ФД** выделяется:

- постоянное напряжение, пропорциональное угловому смещению цели в соответствующей плоскости.

Это напряжение называется *управляющим*.

В зависимости от его величины и знака **антенна** поворачивается в ту или другую сторону.

# Принцип работы СПУА



**Напряжение управления** положением антенны, снимаемое с **ФД**, усиливается в двухкаскадном усилителе мощности из:

- УПТ (усилитель пост. тока);
- ЭМУ (электромашинного усилителя).

Выходное напряжение питает:

- якорную обмотку исполнительного двигателя (**ИД**) антенны, изменяя ее движение в соответствии с величиной и знаком управляющих напряжений.

**4.** Для обеспечения плавности перемещения оси антенны в процессе сопровождения цели имеются стабилизирующие устройства.

Их действие основано на использовании отрицательной обратной связи. Эту роль выполняют два каскада: - *ограничитель моментов и демпфер*.

**Огр. моментов** - устраняет сильные рывки антенны и предохраняет цепи приводного двигателя от перегрузок, при больших амплитудах **СО**.

**Демпфер** - устраняет *колебания* антенны. Демпфер (нем. Dämpfer «глушитель, амортизатор») — устройство для гашения (демпфирования) или предотвращения колебаний, возникающих в машинах, приборах и системах при их работе. ❌

# Принцип работы СПУА

Причина возникновения колебаний – **инерционность** механической части антенной системы.

Приводной двигатель, стремящийся повернуть антенну в положение точного пеленга, при котором сигнал ошибки равен нулю, не может мгновенно остановить антенну, и она по инерции проскакивает это положение.

По другую сторону положения точного пеленга сигнал ошибки меняет знак, вследствие чего антенна начинает двигаться в обратном направлении, вновь проскакивая нулевое положение и т.д.

Для устранения подобных колебаний используется отрицательная обратная связь. Напряжением обратной связи, подаваемым на усилитель постоянного тока для подавления колебаний, является переменное напряжение, индуктируемое при колебаниях антенны в якоре приводного двигателя.

Автоматическое сопровождение цели осуществимо лишь в том случае, когда на систему АСН поступает импульс, отраженный от одной цели.

В пределах луча антенны, помимо выбранной цели, могут оказаться и другие. В этом случае за период повторения импульсов в приемник поступает несколько отраженных сигналов.

В результате форма огибающей видеоимпульсов на выходе приемника искажается. Система АСН при этом вырабатывает ложный сигнал ошибки, и автоматическое сопровождение заданной цели становится невозможным.

# Принцип работы СПУА

*Для нормальной работы системы АСН на ее вход должны поступать отраженные импульсы не от всех целей, а только от одной выбранной цели. Поэтому тот канал приемника, с которого поступают видеоимпульсы на вход системы АСН (канал автосопровождения), должен отпираться лишь при приеме сигнала, отраженного от выбранной цели.*

*Процесс, при котором из суммы импульсов, приходящих в различное время, выбираются лишь импульсы, соответствующие определенному времени (в данном случае времени запаздывания импульса от заданной цели) называется временной селекцией.*

*Для временной селекции в данной схеме используются селекторные импульсы. Канал автосопровождения приемника постоянно заперт и отпирается лишь на время действия селекторного импульса. Поэтому в этом канале усиливаются только те отраженные импульсы, время запаздывания которых относительно прямого импульса равно времени задержки селекторного импульса.*

*Для непрерывной временной селекции при перемещении цели необходимо согласовать момент генерирования селекторного импульса, т.е. время задержки, с дальностью цели, т.е. с временем запаздывания отраженного сигнала.*

*Следовательно, система АСН в процессе работы должна быть связана с системой измерения дальности. В рассматриваемой системе АСН временная селекция цели осуществляется селекторными импульсами, поступающими из системы автосопровождения по дальности.*



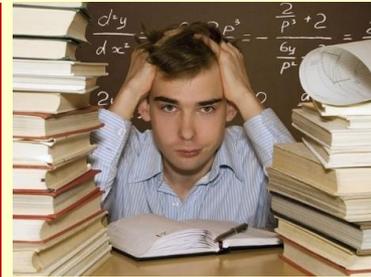
# ЗАДАНИЕ НА САМОПОДГОТОВКУ:

Изучить:

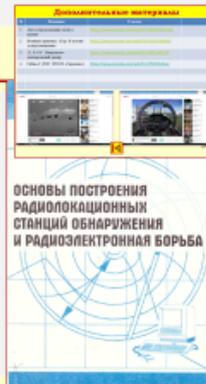
- материал занятия по конспекту, презентации и указанной литературе.

## Вопросы занятия:

1. Принцип автоматического сопровождения цели по дальности.
2. Принцип автоматического сопровождения цели по угловым координатам.
3. Следящий привод управления антенной.



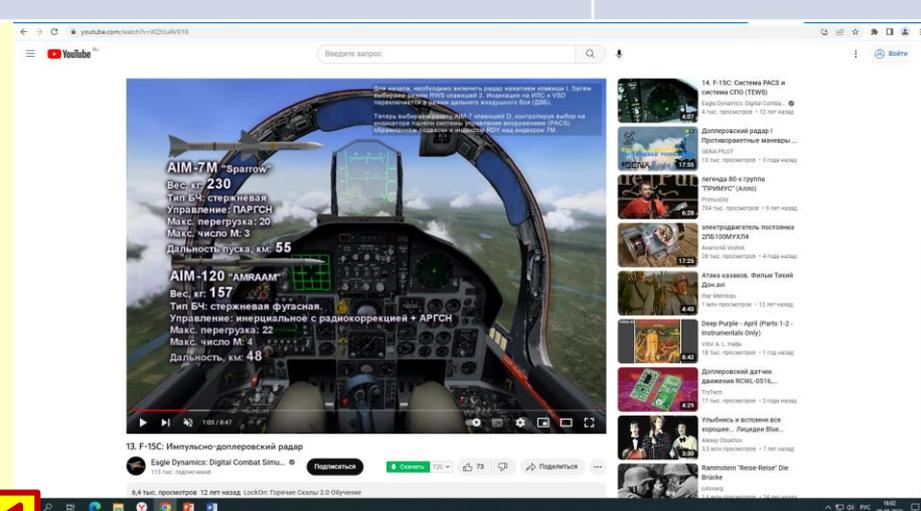
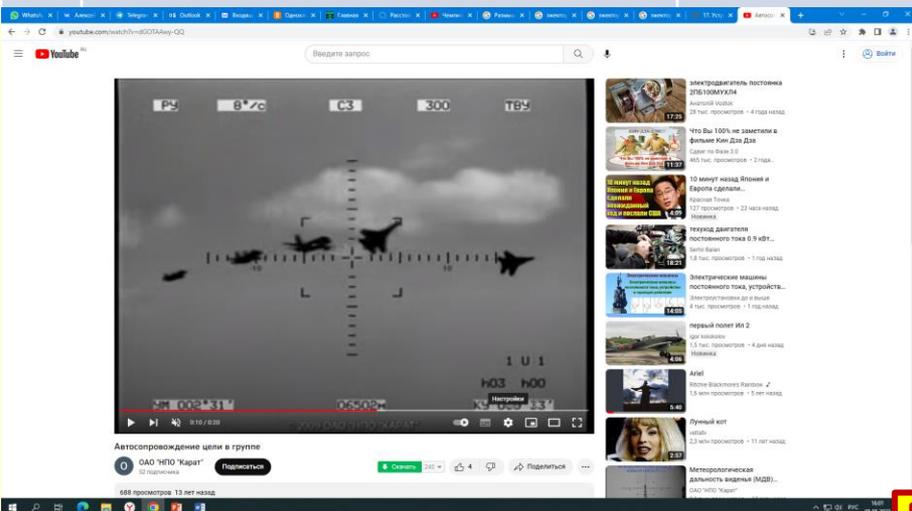
- Литература:**
1. Учебное пособие «Основы построения ЗАК»-2013 г., стр. 152-159
  2. Учебное пособие «Основы построения РАС обнаружения и РЭБ» ТУСУР - 2003 г., стр. 75-82.



Конец занятия

# Дополнительные материалы

№	Название	Ссылка
1	Автосопровождение цели в группе	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=dGOTAAwy-QQ">https://www.youtube.com/watch?v=dGOTAAwy-QQ</a>
2	Военная приемка. «Тор. В погоне за неуловимыми»	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=xh1F1ey-VAQ">https://www.youtube.com/watch?v=xh1F1ey-VAQ</a>
3	13. F-15C: Импульсно-доплеровский радар	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=XQYJu4VfJ18">https://www.youtube.com/watch?v=XQYJu4VfJ18</a>
4	Гибка-С (РЛС 1РЛ122 «Гармонь»)	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=e3fzjDn6HaQ">https://www.youtube.com/watch?v=e3fzjDn6HaQ</a>
5	Госиспытания комплекса ПВО "Гибка-С"	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ZwBtswyHdPg">https://www.youtube.com/watch?v=ZwBtswyHdPg</a>



# Контрольные вопросы:

1. Принцип работы автоматической следящей системы.

2. Индикаторные синхронные передачи.

3. Принцип работы вращающихся трансформаторов.

### Вопрос 1

#### Принцип работы автоматической следящей системы

**Автоматизация**  
Автоматизация - это процесс замены и функций, выполняемых человеком в процессе управления системой управления, автоматизированной системой.

**Виды САУ:**  
1. **Регулирующая САУ**  
2. **Следящая САУ**  
3. **Система АЧ (САУ)**

**Следящие системы:**  
Следящие системы - системы автоматического регулирования, в которых заданные величины изменяются по известному закону времени для системы внешнего воздействия.

**Принцип работы следящей системы:**  
Следящая система - это система автоматического регулирования, в которой заданные величины изменяются по известному закону времени для системы внешнего воздействия.

**Принцип работы следящей системы:**  
Следящая система - это система автоматического регулирования, в которой заданные величины изменяются по известному закону времени для системы внешнего воздействия.



### Вопрос 2

#### Индикаторные синхронные передачи

**Виды передач кулишного момента**  
1. **Синхронная передача**  
2. **Синхронная передача с обжимом**  
3. **Синхронная передача с обжимом и фиксацией**

**Синхронная передача:**  
Синхронная передача - это передача, в которой угловая скорость ведомого вала равна угловой скорости ведущего вала.

**Синхронная передача с обжимом:**  
Синхронная передача с обжимом - это передача, в которой угловая скорость ведомого вала равна угловой скорости ведущего вала, а ведомый вал имеет обжим.

**Синхронная передача с обжимом и фиксацией:**  
Синхронная передача с обжимом и фиксацией - это передача, в которой угловая скорость ведомого вала равна угловой скорости ведущего вала, а ведомый вал имеет обжим и фиксацию.



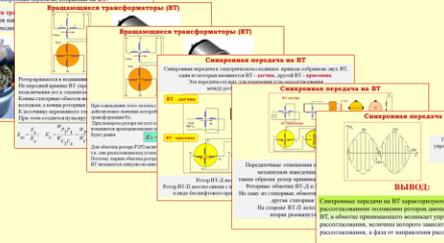
### Вопрос 3

#### Принцип работы вращающихся трансформаторов. Синхронная передача на ВТ.

**Вращающиеся трансформаторы (ВТ)**  
Вращающиеся трансформаторы (ВТ) - это трансформаторы, в которых первичная обмотка неподвижна, а вторичная обмотка вращается.

**Синхронная передача на ВТ:**  
Синхронная передача на ВТ - это передача, в которой угловая скорость ведомого вала равна угловой скорости ведущего вала, а ведомый вал имеет обжим и фиксацию.

**Синхронная передача на ВТ:**  
Синхронная передача на ВТ - это передача, в которой угловая скорость ведомого вала равна угловой скорости ведущего вала, а ведомый вал имеет обжим и фиксацию.



# T-4.2. Принципы работы автоматических систем

**Военный учебный центр** при Тюменском государственном университете

Цель №2: «Общие принципы построения, назначения, назначения устройств управления с радиотехническими каналами связи»

КУРС: ПЛАНОВЫЙ  
Автор: преподаватель 2 курса добровольные резервы Гайдарев А. А.

1 ★

Дисциплина: «Устройства и эксплуатация ЭСУ»  
Раздел 1: «Основы построения ЗАБ»

Тема №4  
Основы автоматики

Контрольные вопросы №1

Занятие №2  
Принципы работы автоматических систем ЭСУ

2 ★

**Цели занятия:**  
Изучить: - принципы автоматического регулирования при помощи датчиков и устройств управления, специфику работы устройств автоматики.

**Актуальность занятия:**  
Обуладать: - способностями читать и интерпретировать данные при проектировании автоматических систем управления при помощи датчиков и устройств управления, работе с данными и устройствами управления, работе с данными при проектировании устройств.

ИДЗ ЗАКЛЮЧ. - ГРИГОРЬЕВ, Т. Ю.

3 ★

**Вопросы занятия:**

1. Цели работы автоматического регулирования при помощи датчиков.
2. Цели работы автоматического регулирования при помощи датчиков.
3. Структурная схема управления двигателями.

Литература:  
1. Учебное пособие  
Специальность: ЭСУ, 2013 г., стр. 133-139  
2. Учебное пособие  
Специальность: ЭСУ, 2013 г., стр. 133-139  
3. Учебное пособие  
Специальность: ЭСУ, 2013 г., стр. 133-139

4 ★

**Принцип автоматического регулирования при помощи датчиков**

Вопрос 1

5 ★

**Сопровождение при помощи датчиков**

Сопровождение: - это процесс управления движением выбранной цели. При сопровождении цели по дальности используются:

- измерительные приборы, обеспечивающие измерение дальности;
- измерительные приборы, обеспечивающие измерение скорости движения цели и угла в обход-различий прибор (ИДР).

**Дальность цели по дальности:**

- измерительные приборы, обеспечивающие измерение дальности;
- измерительные приборы, обеспечивающие измерение скорости движения цели и угла в обход-различий прибор (ИДР).

6 ★

**Способы сопровождения по дальности**

Способы сопровождения:

- 1) лучевые (РЛ);
- 2) радиолокационные (РЛС);
- 3) радиотехнические (РТ).

1. При лучевом сопровождении цели:

- дальность определяется путем непрерывного измерения дальности цели измерительными приборами, обеспечивающими измерение дальности на экране ЭЛТ.

7 ★

**Способы сопровождения по дальности**

2. При радиолокационном сопровождении:

- метод заключается в непрерывном измерении дальности, скорости и азимута цели с помощью радиолокационных устройств, в которых регулируется скорость вращения антенны, угловая скорость вращения и отклонения антенны.

3. При радиотехническом сопровождении:

- процесс сопровождения цели по дальности осуществляется с помощью РЛС.

**Преимущества метода радиолокационного:**

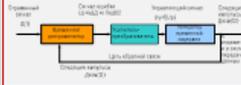
- высокая точность измерения скорости движения цели, что особенно важно при высокой скорости цели;
- исключается субъективная оценка информации;
- в ряде случаев удается наблюдать на ЭЛТ с помощью радиолокационных устройств, обеспечивающих измерение дальности, цель, которую невозможно наблюдать на экране ЭЛТ без радиолокационных устройств.

8 ★

**Принцип работы системы автоматического сопровождения по дальности (АСД)**

Система АСД имеет основной канал и каналы для измерения дальности (каналы измерения дальности), каналы измерения скорости (каналы измерения скорости), каналы измерения азимута (каналы измерения азимута), каналы измерения угла в обход-различий (каналы измерения угла в обход-различий).

Дальность измерения дальности (дальность измерения дальности) осуществляется с помощью РЛС.



9 ★

**Принцип работы системы АСД**

**Дальность измерения дальности:** - это процесс измерения дальности цели с помощью радиолокационных устройств, обеспечивающих измерение дальности на экране ЭЛТ.

**Скорость измерения скорости:** - это процесс измерения скорости движения цели с помощью радиолокационных устройств, обеспечивающих измерение скорости на экране ЭЛТ.

**Азимут измерения азимута:** - это процесс измерения азимута цели с помощью радиолокационных устройств, обеспечивающих измерение азимута на экране ЭЛТ.

**Угол в обход-различий измерения угла в обход-различий:** - это процесс измерения угла в обход-различий цели с помощью радиолокационных устройств, обеспечивающих измерение угла в обход-различий на экране ЭЛТ.



10 ★

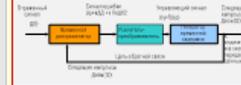
**Принцип работы системы АСД**

**Дальность измерения дальности:** - это процесс измерения дальности цели с помощью радиолокационных устройств, обеспечивающих измерение дальности на экране ЭЛТ.

**Скорость измерения скорости:** - это процесс измерения скорости движения цели с помощью радиолокационных устройств, обеспечивающих измерение скорости на экране ЭЛТ.

**Азимут измерения азимута:** - это процесс измерения азимута цели с помощью радиолокационных устройств, обеспечивающих измерение азимута на экране ЭЛТ.

**Угол в обход-различий измерения угла в обход-различий:** - это процесс измерения угла в обход-различий цели с помощью радиолокационных устройств, обеспечивающих измерение угла в обход-различий на экране ЭЛТ.



11 ★

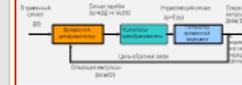
**Принцип работы системы АСД**

**Дальность измерения дальности:** - это процесс измерения дальности цели с помощью радиолокационных устройств, обеспечивающих измерение дальности на экране ЭЛТ.

**Скорость измерения скорости:** - это процесс измерения скорости движения цели с помощью радиолокационных устройств, обеспечивающих измерение скорости на экране ЭЛТ.

**Азимут измерения азимута:** - это процесс измерения азимута цели с помощью радиолокационных устройств, обеспечивающих измерение азимута на экране ЭЛТ.

**Угол в обход-различий измерения угла в обход-различий:** - это процесс измерения угла в обход-различий цели с помощью радиолокационных устройств, обеспечивающих измерение угла в обход-различий на экране ЭЛТ.



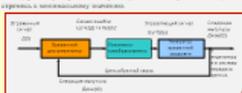
12 ★

**Принцип работы системы АСД**

**Система АСД:** - это система автоматического сопровождения цели по дальности, скорости, азимуту и углу в обход-различий.

**Цели работы системы АСД:**

- измерение дальности цели;
- измерение скорости движения цели;
- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.



13 ★

**Вопрос 2**

**Принцип автоматического сопровождения цели по угловым координатам**

Цели работы системы АСД:

- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.

14 ★

**Принцип работы системы АСД**

**Система АСД:** - это система автоматического сопровождения цели по дальности, скорости, азимуту и углу в обход-различий.

**Цели работы системы АСД:**

- измерение дальности цели;
- измерение скорости движения цели;
- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.



15 ★

**Система АСД**

**Система АСД:** - это система автоматического сопровождения цели по дальности, скорости, азимуту и углу в обход-различий.

**Цели работы системы АСД:**

- измерение дальности цели;
- измерение скорости движения цели;
- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.



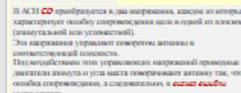
16 ★

**Принцип работы автоматической системы**

**Система АСД:** - это система автоматического сопровождения цели по дальности, скорости, азимуту и углу в обход-различий.

**Цели работы системы АСД:**

- измерение дальности цели;
- измерение скорости движения цели;
- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.



17 ★

**Принцип работы автоматической системы**

**Система АСД:** - это система автоматического сопровождения цели по дальности, скорости, азимуту и углу в обход-различий.

**Цели работы системы АСД:**

- измерение дальности цели;
- измерение скорости движения цели;
- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.



18 ★

**Вопрос 3**

**Системный подход к управлению двигателями**

Цели работы системы АСД:

- измерение дальности цели;
- измерение скорости движения цели;
- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.

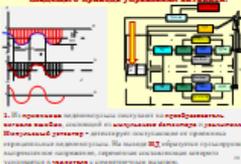
19 ★

**Принцип работы системы АСД**

**Система АСД:** - это система автоматического сопровождения цели по дальности, скорости, азимуту и углу в обход-различий.

**Цели работы системы АСД:**

- измерение дальности цели;
- измерение скорости движения цели;
- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.



20 ★

**Принцип работы СПУА**

**Система СПУА:** - это система автоматического сопровождения цели по дальности, скорости, азимуту и углу в обход-различий.

**Цели работы системы СПУА:**

- измерение дальности цели;
- измерение скорости движения цели;
- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.



21 ★

**Принцип работы СПУА**

**Система СПУА:** - это система автоматического сопровождения цели по дальности, скорости, азимуту и углу в обход-различий.

**Цели работы системы СПУА:**

- измерение дальности цели;
- измерение скорости движения цели;
- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.



22 ★

**Принцип работы СПУА**

**Система СПУА:** - это система автоматического сопровождения цели по дальности, скорости, азимуту и углу в обход-различий.

**Цели работы системы СПУА:**

- измерение дальности цели;
- измерение скорости движения цели;
- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.



23 ★

**Принцип работы СПУА**

**Система СПУА:** - это система автоматического сопровождения цели по дальности, скорости, азимуту и углу в обход-различий.

**Цели работы системы СПУА:**

- измерение дальности цели;
- измерение скорости движения цели;
- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.



24 ★

**Принцип работы СПУА**

**Система СПУА:** - это система автоматического сопровождения цели по дальности, скорости, азимуту и углу в обход-различий.

**Цели работы системы СПУА:**

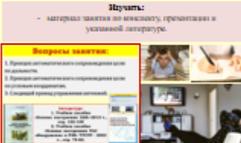
- измерение дальности цели;
- измерение скорости движения цели;
- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.



**Задачи по сопровождению:**

Цели работы системы АСД:

- измерение дальности цели;
- измерение скорости движения цели;
- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.



**Дополнительная информация**

Цели работы системы АСД:

- измерение дальности цели;
- измерение скорости движения цели;
- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.



**Контрольные вопросы**

1. Цели работы автоматического сопровождения цели по дальности.

2. Цели работы автоматического сопровождения цели по дальности.

3. Цели работы автоматического сопровождения цели по дальности.

**T-4.2. Принципы работы автоматических систем**

Цели работы системы АСД:

- измерение дальности цели;
- измерение скорости движения цели;
- измерение азимута цели;
- измерение угла в обход-различий цели.

