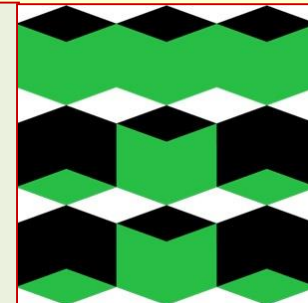




Военный учебный центр при Томском политехническом университете



**Цикл
№2**

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

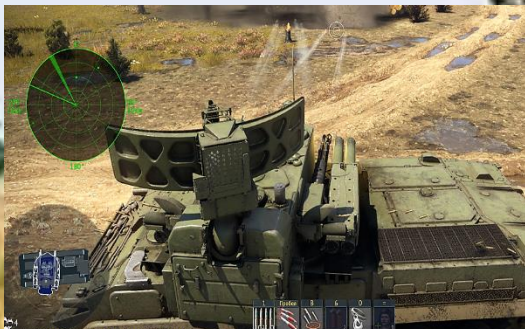


КУРС ЛЕКЦИЙ

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



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



Тема №2
Основы радиолокации

Контрольные вопросы



Занятие №9
Индикаторные устройства
РЛС

Цели занятия:

Изучить:

- индикаторные устройства, виды развёрток, устройство индикатора дальности и кругового обзора.

Актуальность занятия:

Обусловлено:

- необходимостью иметь глубокие и твердые знания по индикаторным устройствам, индикатору дальности и кругового обзора.

ВИД ЗАНЯТИЯ: - ГРУППОВОЕ, 2 часа.

Вопросы занятия:

1. Индикаторные устройства. Виды развёрток.
2. Устройство индикатора дальности.
3. Устройство индикатора кругового обзора.
4. Рубежный контроль.

В.А. Подгорный



ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ
ЗЕНИТНЫХ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ
КОМПЛЕКСОВ



Литература:

1. Учебное пособие
«Основы построения ЗАК»-2013 г.,
стр. 115-124
2. Учебное пособие
«Основы построения РЛС
обнаружения и РЭБ» ТУСУР - 2003
г., стр. 68-75.

И.Л. Богатырёв, В.В. Туханен, А.Н. Покладов

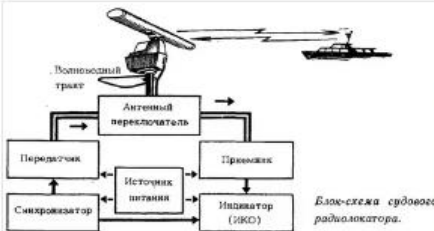
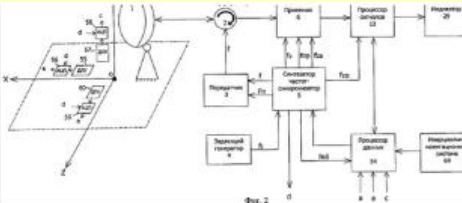
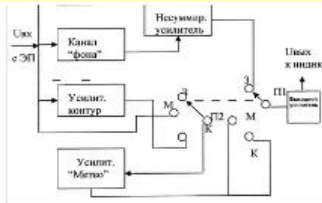
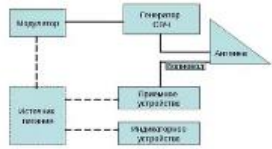
ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ
РАДИОЛОКАЦИОННЫХ
СТАНЦИЙ ОБНАРУЖЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ БОРЬБА

Дополнительные материалы

№	Название	Ссылка
1	Су-27 Радиолокационная станция (РЛС-1)	https://www.podbor.com/search/3016710748
2	Су 27 Радиолокационная станция (РЛС-2)	https://www.podbor.com/search/3016710748
3	РЛС "Рубль-2" в работе (Су-35)	https://www.podbor.com/search/3016710748
4	Возможности РЛС "Рубль-2"	https://www.podbor.com/search/3016710748
5	Компьютерная симуляция работы РЛС (ИИИ СВ)	https://www.podbor.com/search/3016710748
6	ЖУ "Салют"	https://www.podbor.com/search/3016710748

Вопрос 1

Индикаторные устройства. Виды разверток.

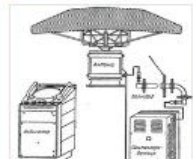
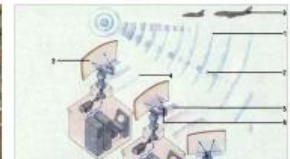
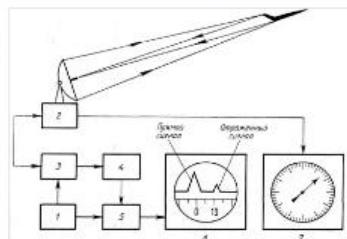
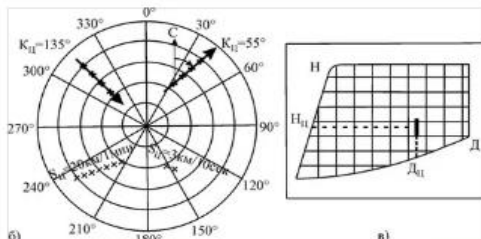
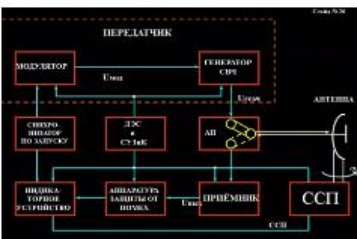
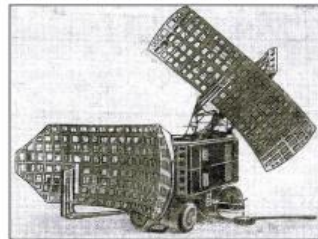
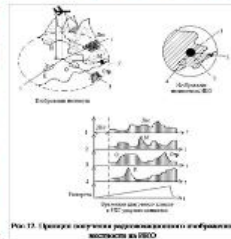


Размещение приборов импульсной радиолокационной станции на судне

4) Увеличить время и площадь обзора, выходя за пределы горизонтов, можно, установив антенны на высоте, обеспечивая возможность излучения и приема радиоволн в направлении, устанавливаемом антенно-фидерным устройством.

5) Радиолокаторы на судах, являясь радиолокационными станциями, должны иметь возможность излучения и приема радиоволн в направлении, устанавливаемом антенно-фидерным устройством, обеспечивая возможность излучения и приема радиоволн в направлении, устанавливаемом антенно-фидерным устройством.

6) Место, где устанавливаются радиолокаторы, должно обеспечивать возможность излучения и приема радиоволн в направлении, устанавливаемом антенно-фидерным устройством, обеспечивая возможность излучения и приема радиоволн в направлении, устанавливаемом антенно-фидерным устройством.



Индикаторное устройство

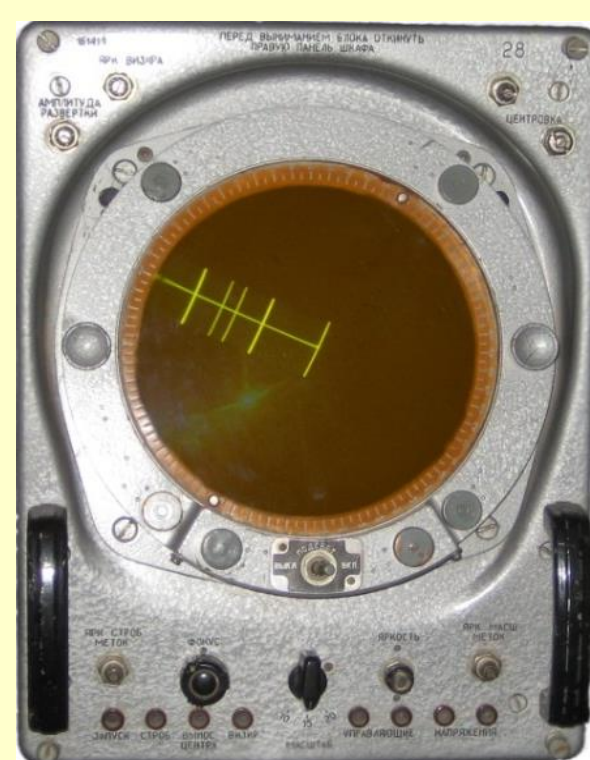
Индикаторное устройство - это радиотехническая аппаратура, позволяющая по визуальному наблюдению показаний приборов определять наличие и положение цели в пространстве.

В **РЛС** это определение текущих координат цели:

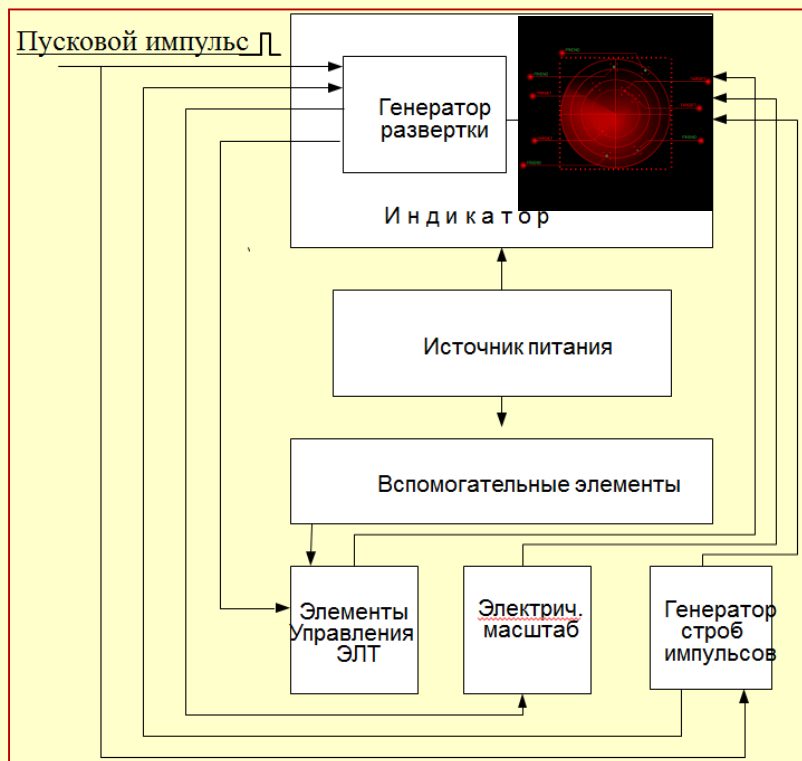
- наклонной дальности, азимута и угла места.

Состав:

- **индикатор** (электроннолучевая трубка, ЭЛТ);
- **вспомогательные** элементы для:
 - выбора цели,
 - определения расстояния до нее,
 - создающие интенсивность свечения изображения цели на экране;
- **источники питания** ИУ.



Структурная схема индикаторного устройства



Все элементы индикаторного устройства (**ИУ**) приводятся в действие *пусковым импульсом (ПИ)*.

ПИ запускает *генератор развертки*, который начинает вырабатывать в течение $\tau_{\text{ПИ}}$ напряжение развертки. Под воздействием этого напряжения и развертывающей системы электронный луч начинает перемещаться по экрану.

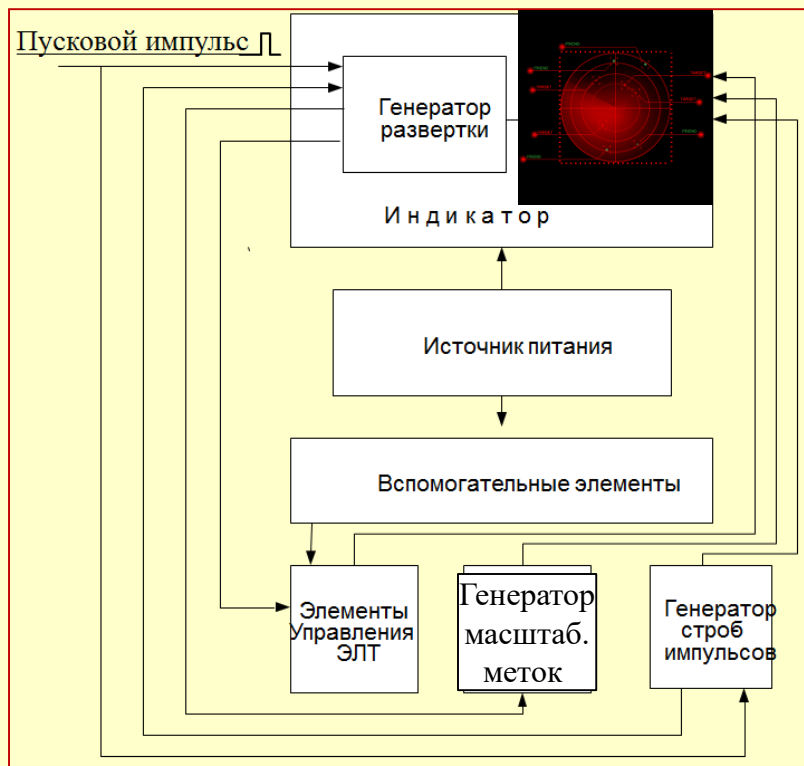
В *элементах управления ЭЛТ* (фокусировка, яркость, положение начала движения электронного луча и подсветка) **запускается**:

- *генератор подсветки* (длительность подсветки луча должна строго соответствовать необходимой длительности перемещения по экрану электронного луча).

Одновременно с началом движения электронного луча запускается - *генератор масштабных меток*.

ГММ создает на экране ряд видимых, расположенных строго на одном расстоянии яркостных меток, называемых *масштабными*.

Структурная схема индикаторного устройства

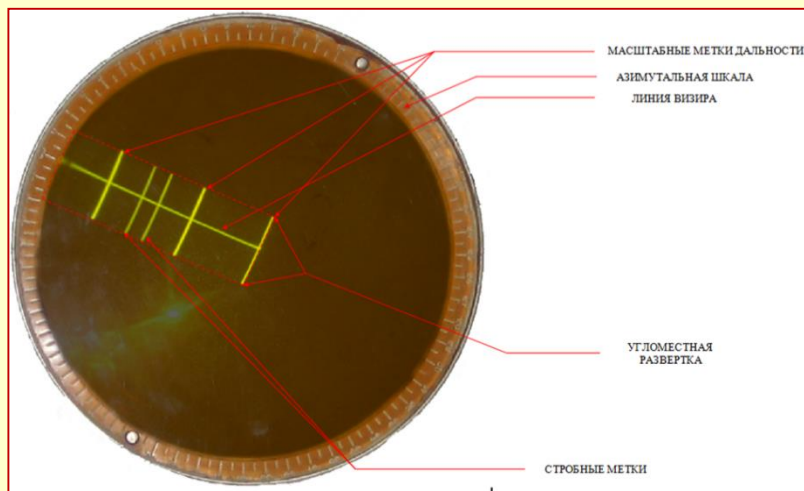


При помощи *масштабных меток* можно грубо определять дальность до цели.

Генератор строб-импульсов создает под воздействием пускового импульса селекторный импульс.

Селекторные импульсы используются в целях подсвечивания ЭЛТ в определенном участке развертки.

Источник питания обеспечивает необходимое для работы всех элементов **ИУ** напряжение.



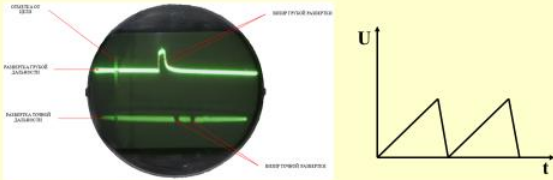
Развертка

Развертка - это светящаяся линия на экране ЭЛТ, прочерчиваемая электронным пучком под воздействием электрического или магнитного поля.

1. Прямолинейная развертка

Прямолинейная развертка представляет собой прямую светящуюся линию, идущую от одного края экрана к другому.

Такая развертка создается при помощи пилообразного напряжения, приложенного к отклоняющим пластинам электроннолучевой трубки.



8

Виды разверток:

- прямолинейные;
- круговые;
- радиально-круговые;
- строчные;
- спиральные.

2. Круговая развертка

Круговая развертка представляет собой светящуюся линию окружности, прочерчиваемую на экране ЭЛТ, движущимся по кругу электронным лучом.



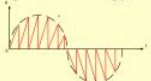
Применяется в РЛ35 в качестве индикатора курса цели (РПК-1)

9

3. Радиально-круговая развертка

РКР развертка при *электромагнитной* отклоняющей системе может быть создана двумя способами:

1. РКР развертка образуется *пилообразным* током, питающим отклоняющую систему ЭЛТ при условии, что сама отклоняющая система вращается вокруг горловины трубки.



2. Если отклоняющая система неподвижна, то РКР образуется при питании ее двумя *пилообразными* токами сдвинутыми по фазе на угол 90° и при условии, что огибающая амплитуд *пилообразных* токов меняется по синусоидальному закону.



12

4. Строчная развертка

Строчная развертка представляет собой ряд последовательных светящихся линий, прочерчиваемых электронным пучком на экране электроннолучевой трубки в виде строк, идущих снизу вверх и медленно справа налево.



13

5. Спиральная развертка

Спиральная развертка представляет собой светящуюся спираль Архимеда, прочерчиваемую лучом на экране ЭЛТ.

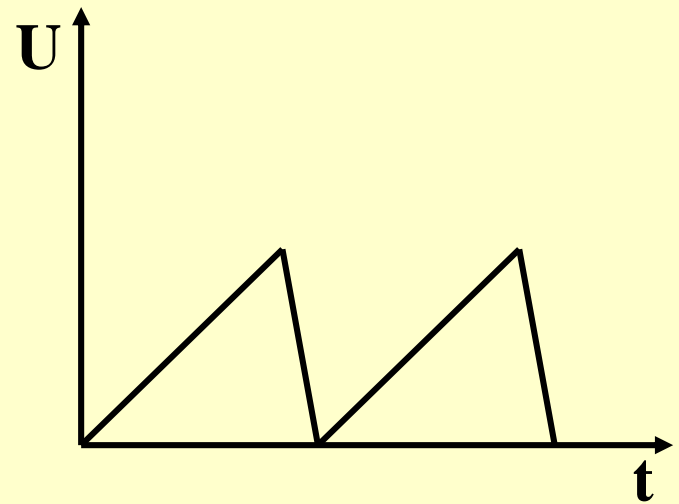
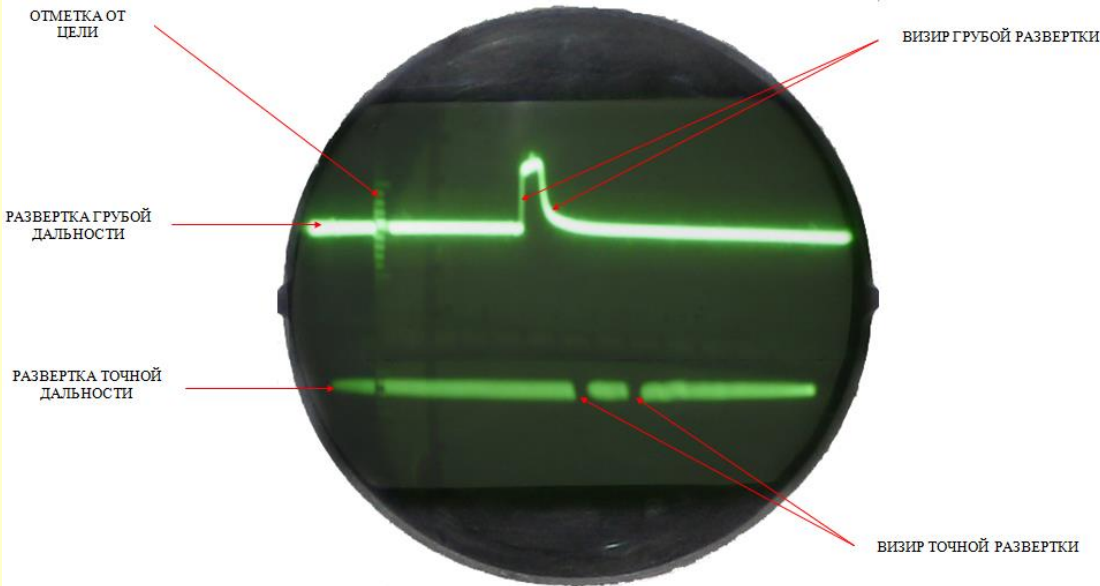


15

1. Прямолинейная развертка

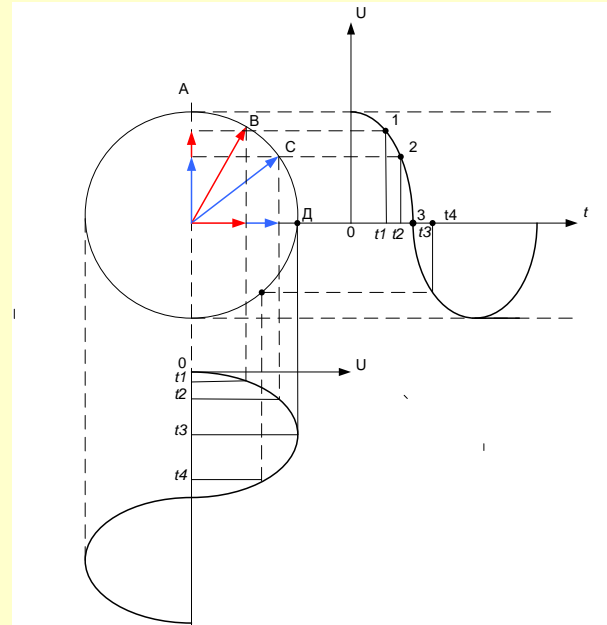
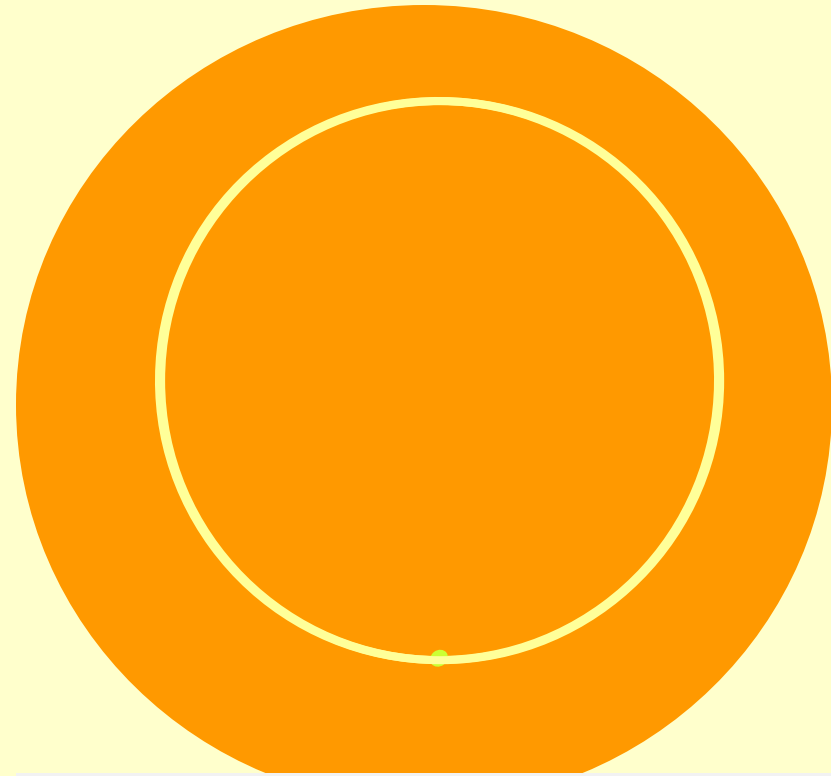
Прямолинейная развертка - представляет собой прямую светящуюся линию, идущую от одного края экрана к другому.

ПР - создается при помощи пилообразного напряжения, приложенного к отклоняющим пластинам ЭЛТ.



2. Круговая развертка

Круговая развертка - представляет собой светящуюся линию окружности, прочерчиваемую на экране ЭЛТ, движущимся по кругу электронным лучом.

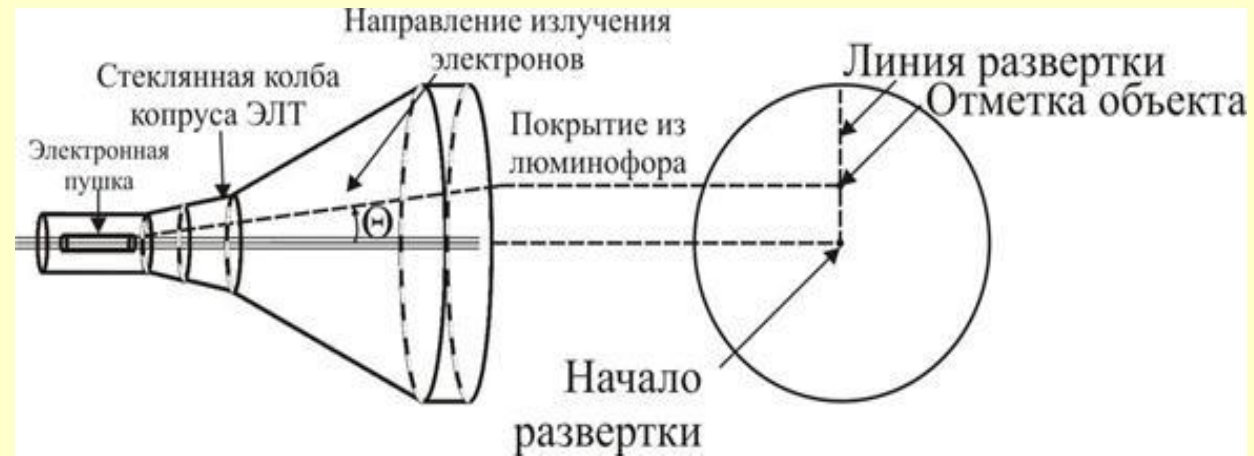
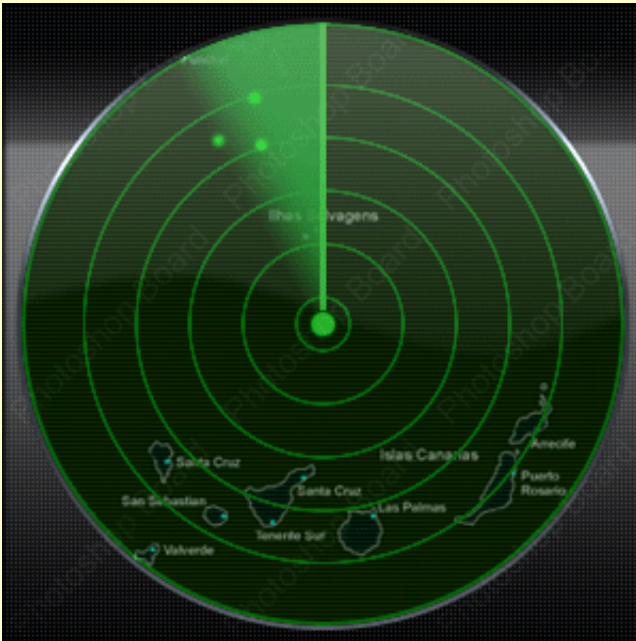


Применяется в РЛС 1РЛ35 в качестве индикатора курса цели (РПК-1).

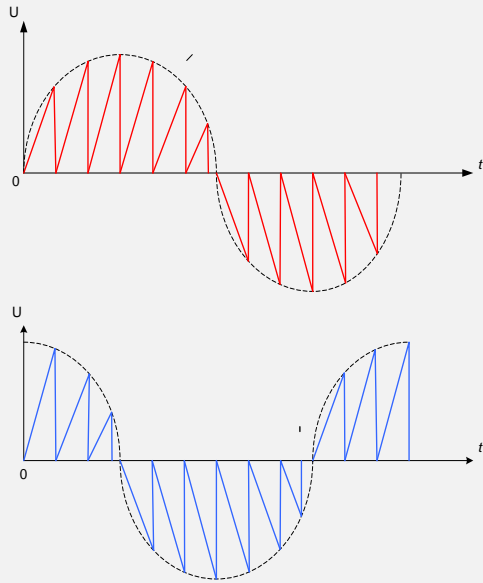
Круговая развертка образуется при помощи 2-х синусоидальных напряжений одинаковой амплитуды, имеющих между собой сдвиг по фазе на 90° и соответственно приложенных к горизонтальным и вертикальным отклоняющим пластинам.

3. Радиально-круговая развертка

Радиально круговая развертка (РКР) - представляет собой прямолинейную развертку от центра к краю экрана и вращающуюся по часовой стрелке.



3. Радиально-круговая развертка



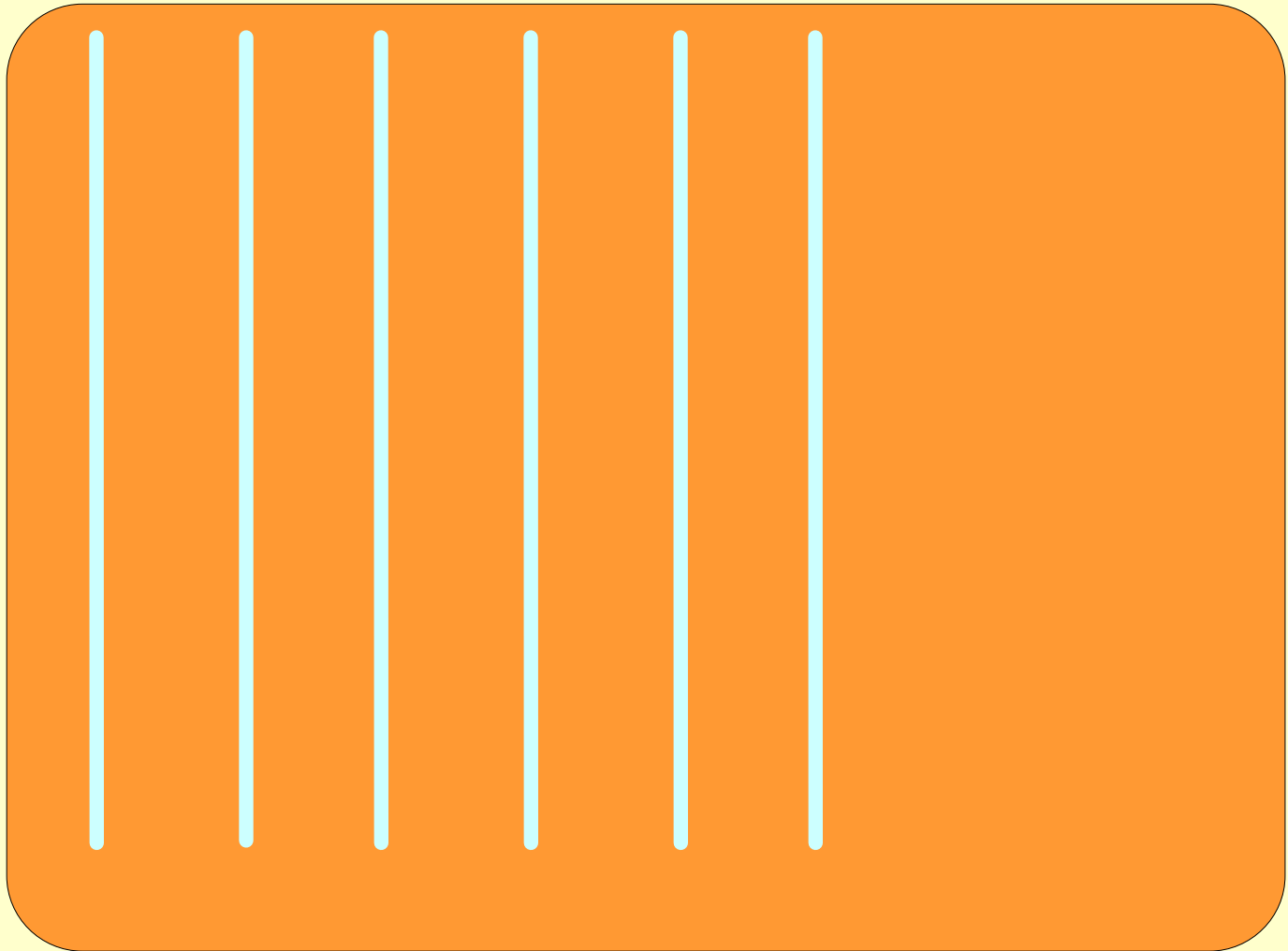
РКР (при электромагнитной отклоняющей системе) может быть создана двумя способами:

1. РКР развертка образуется **пилообразным током**, питающим отклоняющую систему ЭЛТ при условии, что сама отклоняющая система вращается вокруг горловины трубки.

2. Если отклоняющая система неподвижна, то **РКР** образуется при питании ее двумя пилообразными токами сдвинутыми по фазе на угол 90° и при условии, что огибающая амплитуд пилообразных токов меняется по синусоидальному закону.

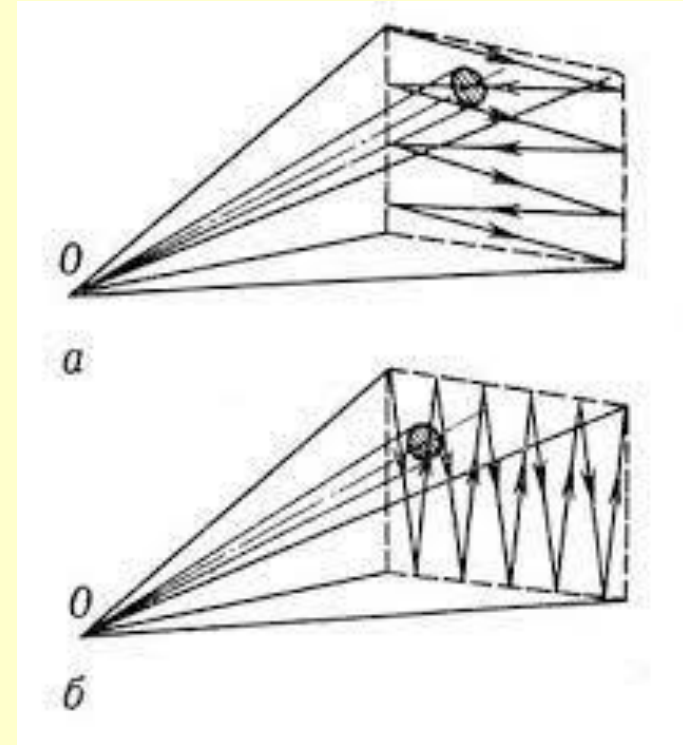
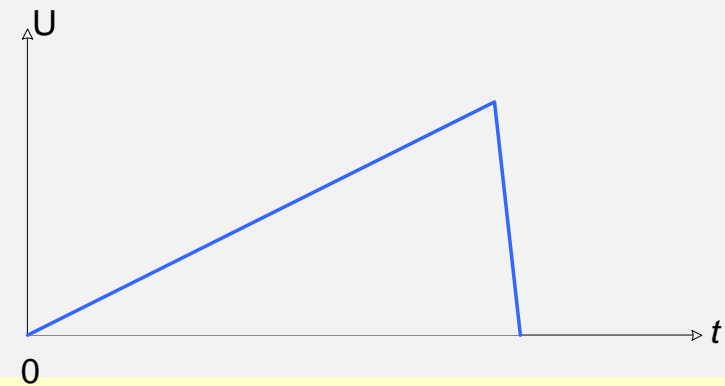
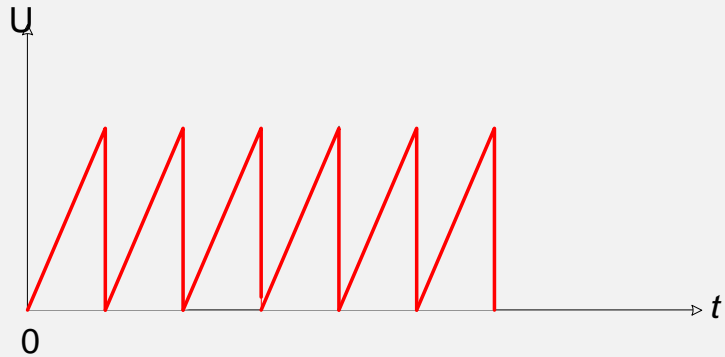
4. Строчная развертка

Строчная развертка - представляет собой ряд последовательных светящихся линий, прочерчиваемых электронным пучком на экране электроннолучевой трубки в виде строк, идущих снизу вверх и медленно справа налево.



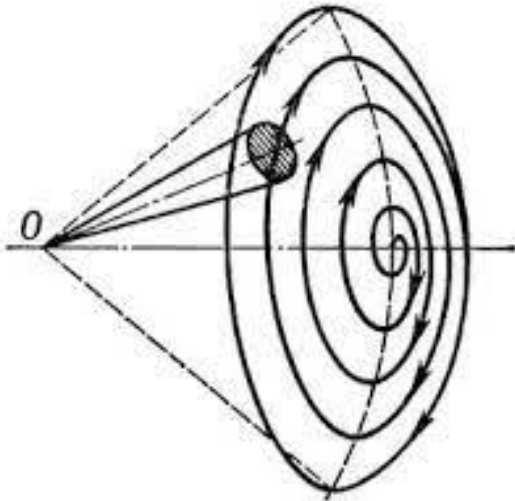
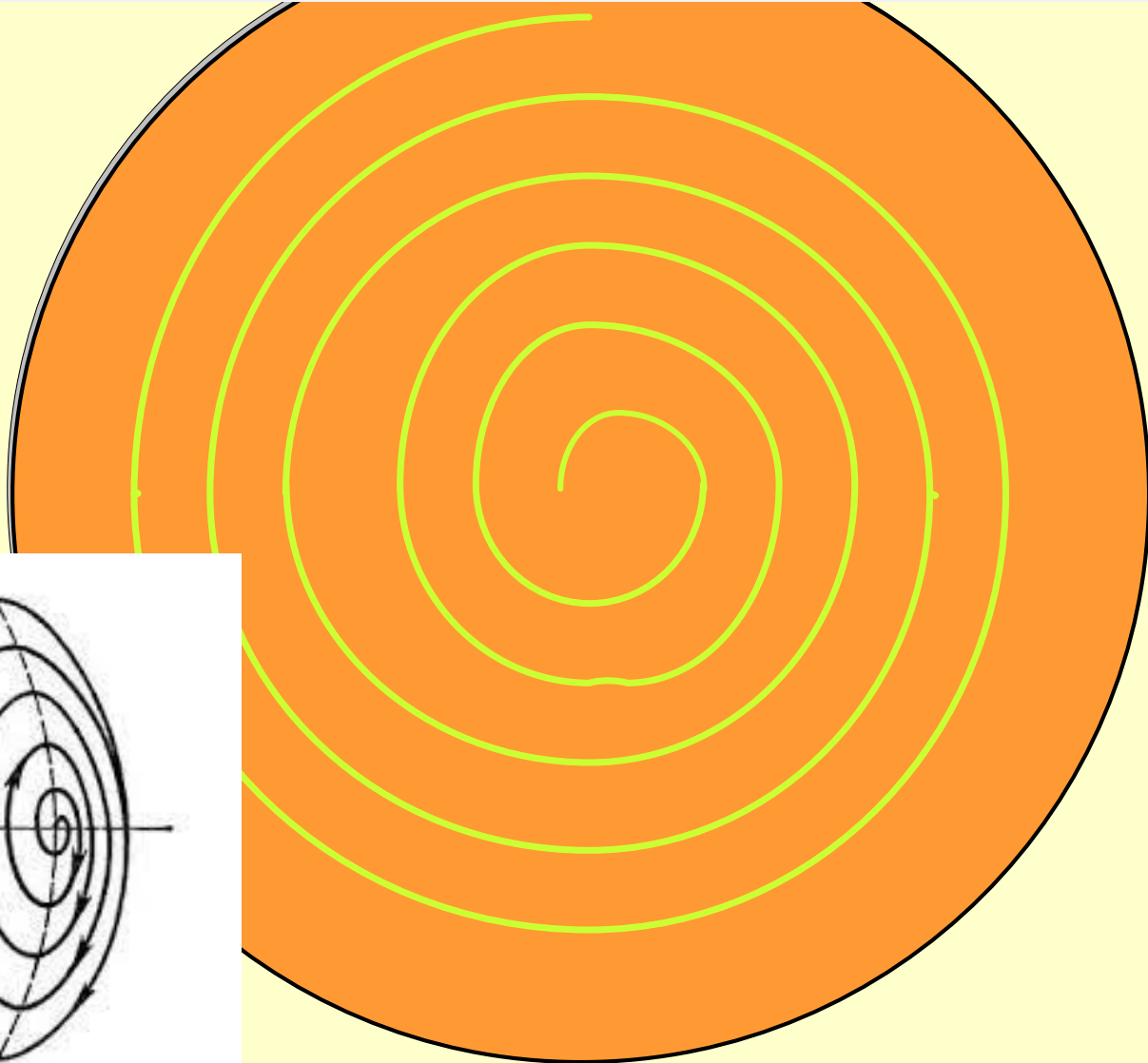
4. Строчная развертка

Строчная развертка - создается пилообразным напряжением строк, а движение ее по горизонтали осуществляется за счет пилообразного напряжения кадра.



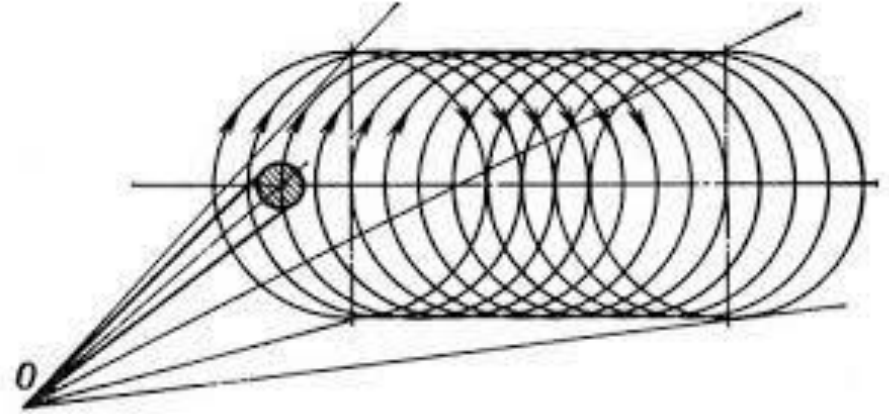
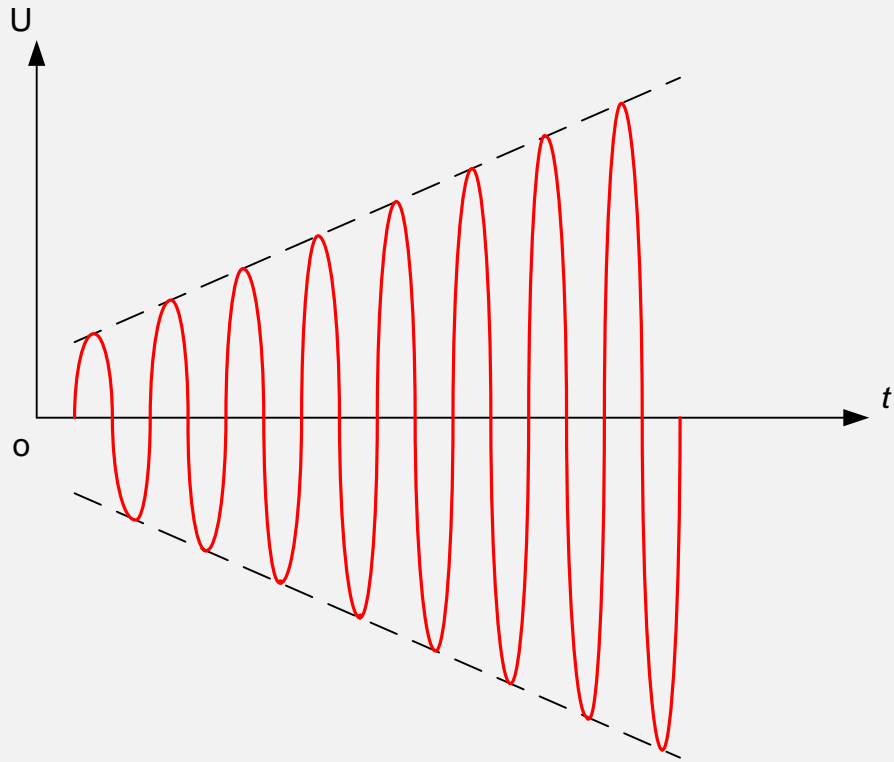
5. Спиральная развертка

Спиральная развертка - представляет собой светящуюся спираль Архимеда, прочерчиваемую лучом на экране ЭЛТ.



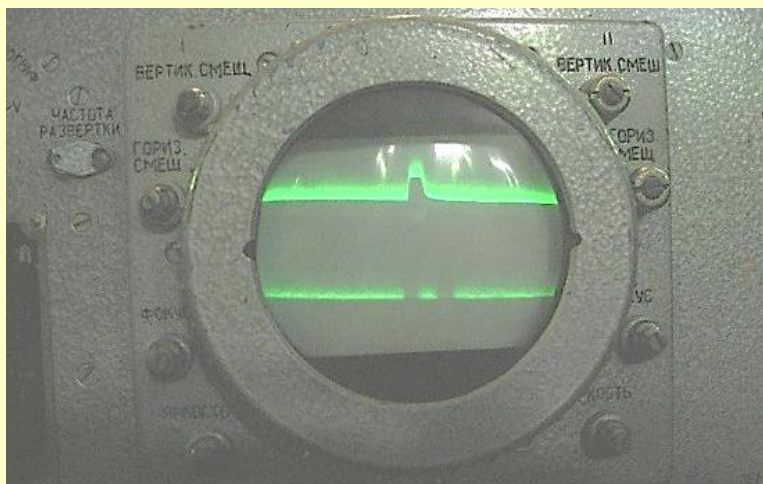
5. Спиральная развертка

Спираль формируется, если запитать отклоняющие пластины ЭЛТ изменяющимся по амплитуде переменным напряжением.



Вопрос 2

Устройство индикатора дальности



Функциональная схема индикатора дальности



В данном индикаторе применена ЭПТ с электростатическим управлением.

Индикатор синхронизируется от передатчика.

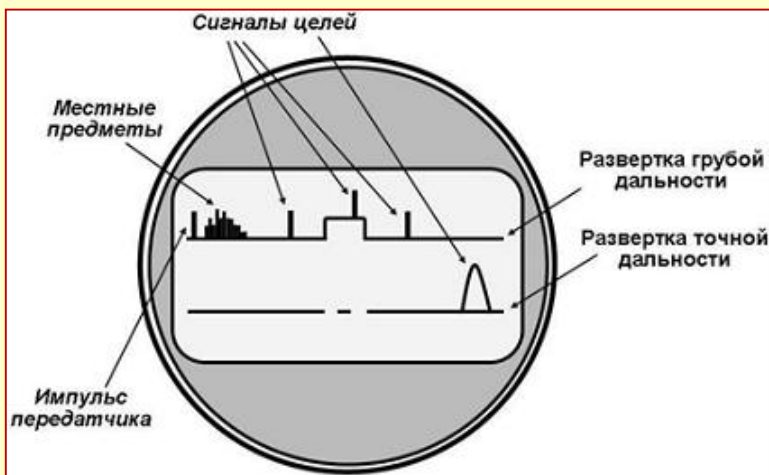
Пусковые импульсы передатчика синхронизируют работу:

- канала развертки дальности,
- канала формирования масштабных импульсов,
- схемы формирования импульсов подсвета.

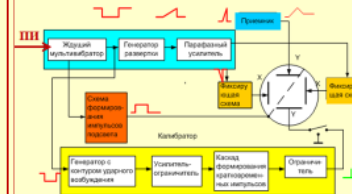
Под действием **III** *жуذية мультвибратор* генерирует отрицательный прямоугольный импульс (с лампы Л1), длительность которого соответствует максимальной дальности действия РЛС и определяет длительность прямого хода *развертки индикатора*.

Этот импульс поступает на вход *генератора пилообразного напряжения* развертки, выходное напряжение которого усиливается *парафазным усилителем*.

19



Функциональная схема индикатора дальности



Эта схема формирует положительный импульс необходимой амплитуды, который отпирает трубку только на время прямого хода развертки.

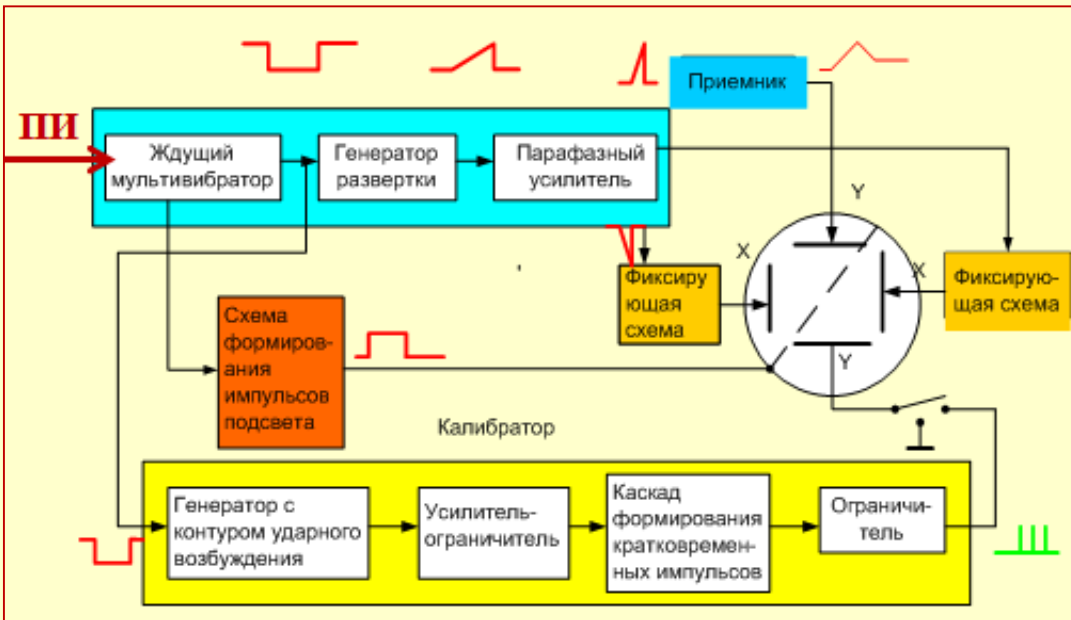
Канал формирования масштабных импульсов дальности собран по схеме **калибратора** с контуром ударного возбуждения и запускается отрицательным прямоугольным импульсом, поступающим от жуذية мультвибратора канала развертки.

Выходное напряжение *калибратора* представляет собой серию кратковременных масштабных импульсов, следующих через равные промежутки времени.

Длительность серии импульсов определяется длительностью входного отрицательного импульса.



Функциональная схема индикатора дальности



В данном индикаторе применена ЭЛТ с электростатическим управлением.

Индикатор синхронизируется от передатчика.

Пусковые импульсы передатчика синхронизируют работу:

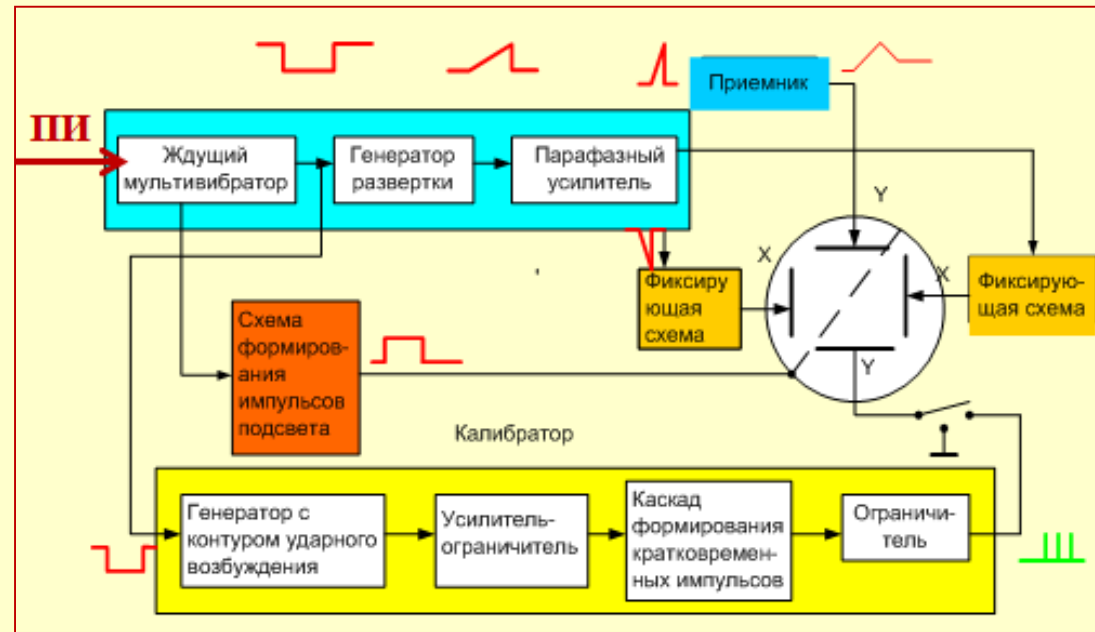
- канала развертки дальности,
- канала формирования масштабных импульсов,
- схемы формирования импульсов подсвета.

Под действием **ПИ** *ждущий мультивибратор* генерирует:

- отрицательный прямоугольный **импульс** (с Л1), длительность которого соответствует максимальной дальности действия РЛС и определяет длительность прямого хода *развертки индикатора*.

Импульс с **МВ** поступает на вход *генератора развертки (ГПН)*, выходное напряжение которого усиливается *парафазным усилителем*.

Функциональная схема индикатора дальности



На выходе *парафазного усилителя* появляются:
- два пилообразных напряжения противоположных полярностей, используемых для создания «симметричной» *линейной развертки* на экране ЭЛТ.

При симметричной развертке луч более равномерно фокусируется вдоль линии развертки, благодаря чему повышается разрешающая способность индикатора. В индикаторе предусмотрено *диодное фиксирование* развертывающих напряжений.

Фиксирующая схема обеспечивает постоянство положения начала линейной развертки на экране индикатора при переключении диапазонов и случайных изменениях амплитуды напряжения развертки.

Положительный импульс, снимаемый с анода лампы **Л2 ждущего мультивибратора**, подается на схему формирования импульсов подсвета прямого хода развертки.

Функциональная схема индикатора дальности

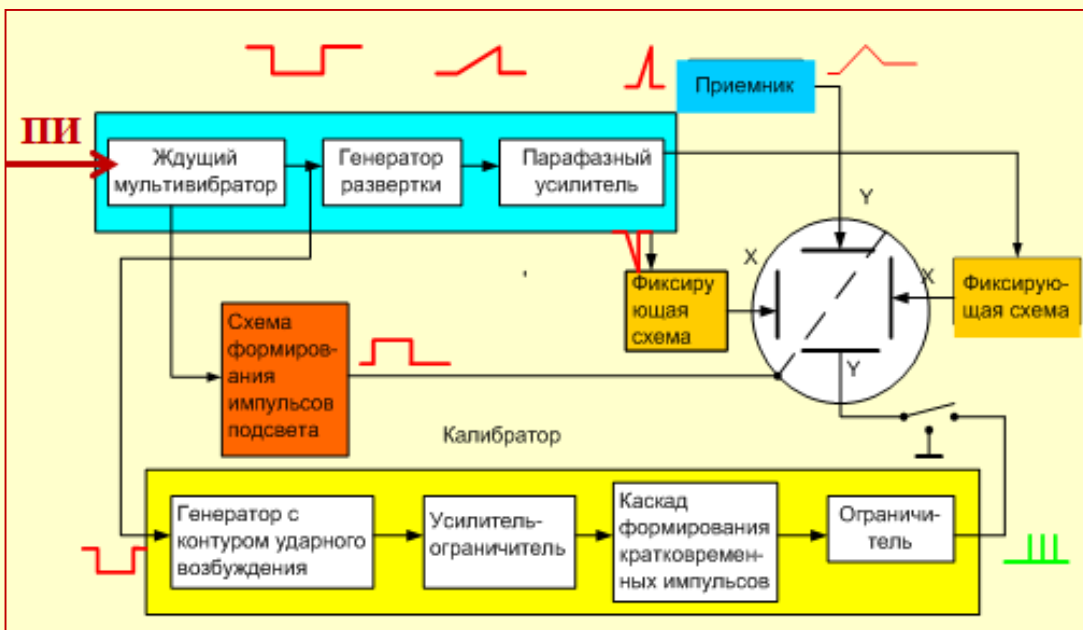


Схема ФИП формирует:
- положительный импульс необходимой амплитуды, который отпирает трубку только на время прямого хода развертки.

Канал формирования масштабных импульсов дальности собран по схеме **калибратора** с контуром ударного возбуждения.

Калибратор - запускается отрицательным прямоугольным импульсом, поступающим от ждущего мультивибратора канала развертки.

Выходное напряжение **калибратора** представляет собой:

- серию кратковременных масштабных импульсов, следующих через равные промежутки времени.

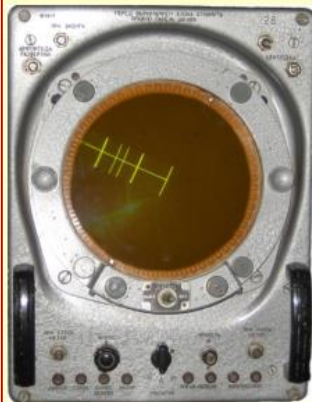
Длительность серии импульсов определяется длительностью входного отрицательного импульса.



Вопрос 3

Устройство индикатора кругового обзора

Индикатор кругового обзора 1РА33



Структурная схема ИКО.



На вход индикатора подаются кратковременные положительные пусковые импульсы. Ждущий мультивибратор запускается и генерирует отрицательные прямоугольные импульсы, длительность которых определяет длительность прямого хода развертки. Усиленные по мощности импульсы генератора пилообразного напряжения поступают на

Модулятор амплитуды преобразует пилообразное напряжение по амплитуде в два пилообразных напряжения, амплитуды которых промодулированы по синусоидальному закону с частотой модуляции, частоте вращения антенны.

После модулятора канал создания развертки разделяется на два тракта. Каждый тракт создает ток развертки в паре отклоняющих катушек. Каждое из двух выходных напряжений модулятора амплитуды подается на парафазный усилитель соответствующего тракта.



Структурная схема ИКО.



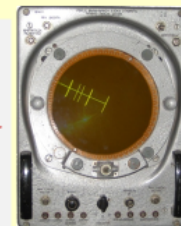
Парафазные усилители создают по два противофазных напряжения, которые затем через центрирующие схемы подаются на двухтактные усилители тока.

Двухтактные усилители тока создают в отклоняющих катушках тока, а следовательно, и магнитные потоки той же формы, что и выходные напряжения модулятора амплитуды.

Канал создания масштабных меток создает на экране ряд видимых, расположенных строго на одном расстоянии ярких меток, называемых масштабными.

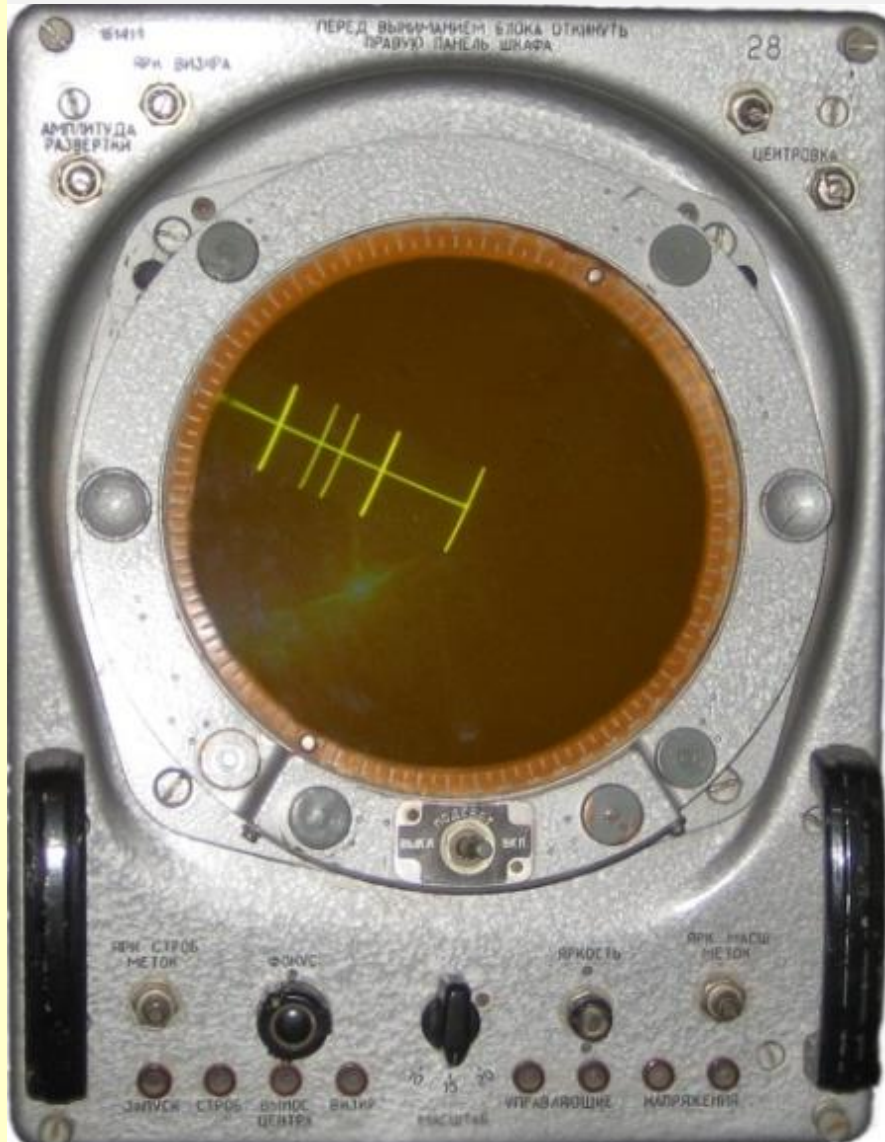
В результате на экране трубки создается радиально-круговая развертка.

В радиолокационной станции 1РЛ33 для поиска целей используется индикатор кругового обзора с неподвижными отклоняющими катушками.



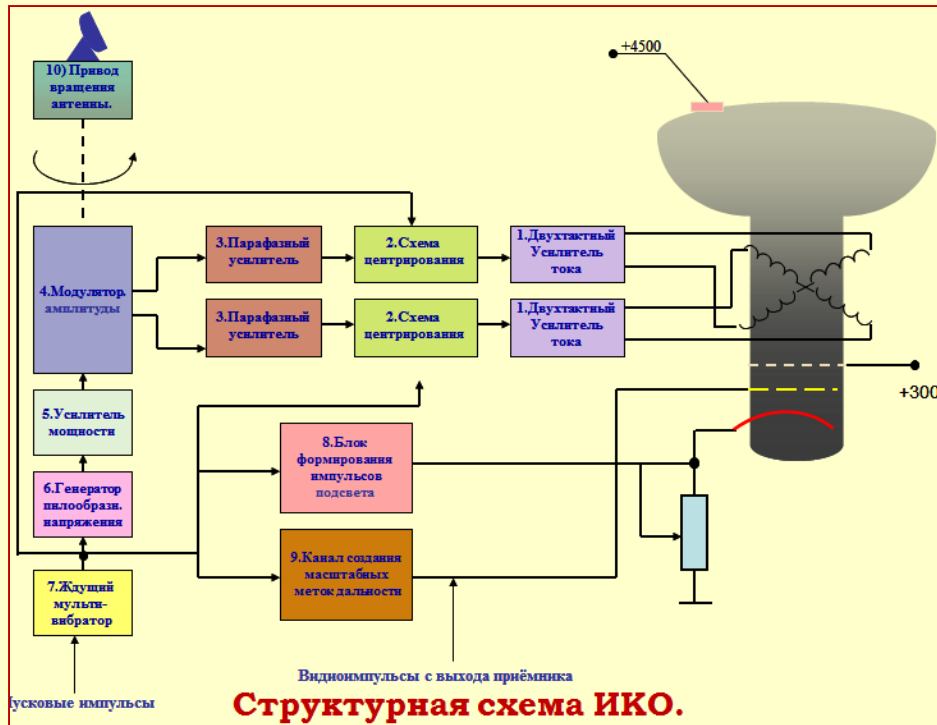
Индикатор кругового обзора

Индикатор кругового обзора - входит в состав системы поиска РЛС 1РЛЗЗ (ЗСУ-23-4 «Шилка»).



РКР развертка - на экране ЭЛТ.

Структурная схема ИКО



На вход индикатора подаются кратковременные положительные пусковые импульсы. *Ждущий мультивибратор* запускается и генерирует отрицательные прямоугольные импульсы, длительность которых определяет длительность прямого хода развертки. Усиленные по мощности импульсы *генератора пилообразного напряжения* поступают на модулятор.

Модулятор амплитуды преобразует пилообразное напряжение постоянной амплитуды в два пилообразных напряжения, амплитуды которых промодулированы по синусоидальному закону с частотой модуляции, равной частоте вращения антенны.

После *модулятора* канал создания развертки разделяется на два идентичных тракта. Каждый тракт создает ток развертки в паре отклоняющих катушек.

Каждое из двух выходных напряжений *модулятора амплитуды* поступает на *парафазный усилитель* соответствующего тракта.

Структурная схема ИКО

Парафазные усилители создают по два противофазных напряжения, которые затем через центрирующие схемы подаются на двухтактные усилители тока.

Двухтактные усилители тока создают в отклоняющих катушках токи, а следовательно, и магнитные потоки той же формы, что и выходные напряжения модулятора амплитуды.



Структурная схема ИКО.

Канал создания масштабных меток создает на экране ряд видимых, расположенных строго на одном расстоянии яркостных меток, называемых *масштабными*.

В результате на экране трубки создается *радиально-круговая развертка*.

В радиолокационной станции 1РЛ33 для поиска целей используется *индикатор кругового обзора* с неподвижными отклоняющими катушками.



Вопрос 4

Рубежный контроль

Вопросы рубежного контроля:

1. Импульсный метод радиолокации. Импульсные РЛС.
2. Виды электрических импульсов и их параметры.
3. Структурная схема радиопередающего устройства.
4. Структурные схемы приемных устройств.
5. Назначение и состав индикаторных устройств.

Вопрос 1

Импульсный метод радиолокации. Импульсные РЛС

История развития импульсных РЛС

История развития импульсных РЛС

Виды импульсных РЛС

Преимущества импульсных РЛС

Недостатки импульсных РЛС

Виды импульсных РЛС

Преимущества импульсных РЛС

Недостатки импульсных РЛС

Вопрос 1

Виды электрических импульсов и их параметры

Импульсы

Основные параметры импульсов

Модуляция

Модуляция

Модуляция

Модуляция

Модуляция

Модуляция

Вопрос 1

Структурная схема радиопередающего устройства РЛС

Параметры

Параметры

Параметры

Параметры

Параметры

Параметры

Вопрос 1

Структурные схемы приёмных устройств РЛС

Радиоприёмное устройство

Радиоприёмное устройство

Радиоприёмное устройство

Радиоприёмное устройство

Радиоприёмное устройство

Радиоприёмное устройство

Вопрос 1

Индикаторные устройства. Виды развёрток

Индикаторные устройства

Индикаторные устройства

Индикаторные устройства

Индикаторные устройства

Индикаторные устройства

Индикаторные устройства



Задание на самоподготовку:

Изучить материал занятия
по конспекту и учебному пособию.

Вопросы занятия:

1. Индикаторные устройства. Виды развёрток.
2. Устройство индикатора дальности.
3. Устройство индикатора кругового обзора.
4. Рубежный контроль.



- Литература:**
1. Учебное пособие
«Основы построения ЗАК»-2013 г.,
стр. 115-124
 2. Учебное пособие
«Основы построения РАС
обнаружения и РЭБ» ТУСУР - 2003
г., стр. 68-75.



Конец занятия

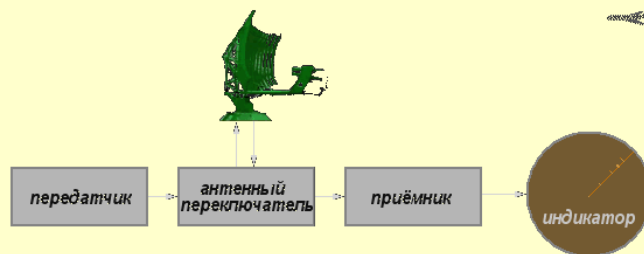
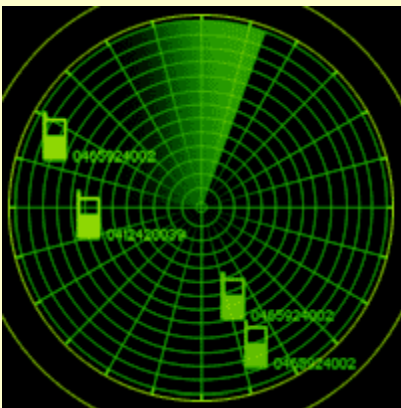
Контрольные вопросы

1. Двухэлектродная лампа.
2. Трехэлектродная лампа, многоэлектродные лампы.
3. Усилитель низкой (звуковой) частоты.
4. Усилители высокой частоты и промежуточной частоты.
5. Назначение, состав и работа мультивибратора.
6. Назначение, состав и работа блокинг-генератора.
7. Ограничители импульсов.
8. Тиратрон.
9. Линии передачи электромагнитной энергии.
10. Антенные устройства.
11. Структурная схема радиопередающего устройства.
12. Магнетронный генератор.
13. Клистронный генератор.
- 14. Структурные схемы приемных устройств РЛС.**
- 15. Технические характеристики приемной системы.**
- 16. Преобразователи частоты.**
- 17. Детекторы.**



Дополнительные материалы

№	Название	Ссылка	
1	Су-27: Радиолокационная станция (Часть 1)	https://www.youtube.com/watch?v=OzEy7rtF4Yo	
2	Су 27 Радиолокационная станция Часть 2	https://www.youtube.com/watch?v=wpZ3ZM2heil	
3	РЛС "Ирбис-Э" в работе (Су-35)	https://www.youtube.com/watch?v=yRcPvc37ly4	
4	Возможности РЛС "Ирбис-Э"	https://www.youtube.com/watch?v=Ztn0whAZE7k	
5	Командир отделения - старший оператор РЛС (ПВО СВ)	https://www.youtube.com/watch?v=Joc1uhq1Qzs	
6	ЗСУ "Шилка"	https://www.youtube.com/watch?v=cpW0lsjMkDQ	
7			



© 2011 www.radartutorial.eu



