

# «УСТРОЙСТВО РЛК (РЛС) РТВ»

## Тема № 5 «Система обработки сигналов РЛС 35Н6»

Занятие № 2 «Подсистема аналоговой обработки сигналов (АОС) РЛС 35Н6»

### Учебные цели

1. Изучить с курсантами подсистему аналоговой обработки сигналов (АОС) РЛС 35Н6.
2. Изучить устройство, особенности построения аналоговой обработки сигналов (АОС) РЛС 35Н6 по структурной схеме.
3. Воспитывать у курсантов чувство гордости и ответственности за принадлежность к радиотехническим войскам ВКС

## **УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:**

Вопрос 1. Назначение, состав, общие принципы построения и технические характеристики подсистемы аналоговой обработки сигналов (АОС).

Вопрос 2. Работа подсистемы аналоговой обработки сигналов (АОС) РЛС 35Н6 в амплитудном и когерентном каналах по структурной схеме.

## ЛИТЕРАТУРА

Изделие 35Н6. Техническое описание. Часть 2. ;УВАИ.461.311.002 ТО1

Изделие 35Н6. Техническое описание. Часть 3. УВАИ.461.311.002 ТО2;

Изделие 35Н6. Техническое описание. Часть 4. УВАИ.461.311 002 ТО3;

Изделие 35Н6. Техническое описание. Часть 5. УВАИ.461.311 002 ТО4;

Изделие 35Н6. Техническое описание. Часть 6. УВАИ.461.311 002 ТО5;

Изделие 35Н6. Техническое описание. Часть 7. УВАИ.461.311 002 ТО6;

Изделие 35Н6. Инструкция по эксплуатации. Часть 2. УВАИ.461 311.002 ИЭ1;

Изделие 35Н6. Инструкция по эксплуатации. Часть 3. УВАИ.461 311 002 ИЭ2;

Радиоэлектронная техника. РЛС 35Н6. Конспект лекций, часть 1./ МО РФ; -

Владимир, 1998.- 85с.;

Радиоэлектронная техника. РЛС 35Н6. Конспект лекций, часть 2./ МО РФ; -

Владимир, 1998.- 149с.;

Радиоэлектронная техника. РЛС 35Н6. Альбом схем./ МО РФ; - Владимир,

1998.- 94с.;

Радиоэлектронная техника. РЛС 35Н6. Альбом мнемонических схем./ МО РФ;

- Владимир, 1998.- 86с.;

Устройство, эксплуатация и ремонт изделия 35Н6 Часть I МО РФ КВКУРЭ

ПВО, 1998.-183 с.

# Вопрос № 1 «Назначение, состав, общие принципы построения и технические характеристики подсистемы аналоговой обработки сигналов (АОС)»

## Технические характеристики:

- 1) динамический диапазон сигналов ПЧ на входе системы относительно шумов в полосе 1,2 МГц  $> 48$  дБ;
- 2) полоса пропускания фильтра сосредоточенной селекции по уровню 0,7 - 2,3 + 0,15 МГц;
- 3) длительность обрабатываемого дискрета - 0,83 + 0,08 мкс;
- 4) максимальное число обрабатываемых дискрет:  
когерентного канала - 1024;  
амплитудного канала - 1200;
- 5) коэффициент подавления нефлюктуирующего сигнала  $> 55$  дБ;
- 6) вероятность ложных тревог по выходу на систему отображения в амплитудном и когерентном каналах  $< 10^{-5}$  ;

# Вопрос 1.

## Технические характеристики:

- 1) динамический диапазон сигналов ПЧ на входе системы относительно шумов в полосе 1,2 МГц  $> 48$  дБ;
- 2) полоса пропускания фильтра сосредоточенной селекции по уровню 0,7 - 2,3 + 0,15 МГц;
- 3) длительность обрабатываемого дискрета - 0,83 + 0,08 мкс;
- 4) максимальное число обрабатываемых дискрет:  
когерентного канала - 1024;  
амплитудного канала - 1200;
- 5) коэффициент подавления нефлюктуирующего сигнала  $> 55$  дБ;
- 6) вероятность ложных тревог по выходу на систему отображения в амплитудном и когерентном каналах  $< 10^{-5}$  ;

# Вопрос 1.

## 1.2. Принцип построения аппаратуры аналоговой обработки

### СИГНАЛОВ

Подсистема аналоговой обработки сигналов (АОС) обеспечивает частотную избирательность тракта по промежуточной частоте, постоянство уровня шумов основного (когерентного) канала, фазовое детектирование квадратурных составляющих сигналов и преобразование сигналов амплитудного и когерентного каналов в цифровую форму .

Сигналы на промежуточной частоте с выхода системы 35ВВ поступают на модуль В2ФЕЗ - фильтр-усилитель сигналов ПЧ. В последнем осуществляется полосовая частотная селекция, усиление сигналов на промежуточной частоте, ввод в тракт сигналов имитатора, регистрация пилот-сигнала на входе модуля и функциональный контроль его исправности, выдача сигнала по двум каналам - амплитудному и когерентному.

Фильтр сосредоточенной селекции (ФСС) имеет полосу пропускания по уровню 0,7, равную  $2,3 + 0,15$  МГц. ФСС определяет полосу пропускания тракта промежуточной частоты и настроен на частоту 72 МГц.

Коэффициент передачи модуля в амплитудном канале равен 6. В когерентном канале в момент действия строба "оценка" электронным ключом подключается усилитель с коэффициентом передачи, равным 12 дБ.

# Вопрос 1.

При отсутствии строба коэффициент передачи модуля в когерентном канале равен 1. Строб "оценка" обеспечивает работу подсистемы в режиме формирования управляющего напряжения ШАРУ. Строб вырабатывается один раз за период обзора в течение  $8 T_{п}$ , что исключает флюктуацию коэффициента передачи тракта из-за изменения управляющего напряжения ШАРУ.

Схема регистрации пилот-сигнала контролирует наличие импульса ПС на входе модуля и на его выходе. Контроль осуществляется в момент действия строба ПС. При отсутствии импульса ПС на входе модуля загорается светодиод "Вход ПС", а при неисправности модуля загорается светодиод "неисправность 2ФЕЗ". Сформированный сигнал неисправности с модуля поступает на устройство управления В2АП67. Тумблер СР на лицевой панели второго ряда стойки 354ПА01 разрешает прохождение на вход модуля В2ФЕЗ имитированного сигнала (от имитатора типа "Утро-3").

# Вопрос 1.

## Амплитудный канал подсистемы АОС.

С выхода субблока В2ФЕЗ эхо-сигналы и пилот-сигнал на промежуточной частоте поступают в модуль ВЗКА02, который предназначен для двустороннего ограничения и фазового детектирования сигналов. Ограничитель осуществляет ограничение входных сигналов по уровню внутренних шумов, что обеспечивает стабилизацию уровня ложных тревог и подавление мощных импульсных помех, закон внутренней импульсной модуляции которых не совпадает с законом модуляции зондирующего сигнала. Уменьшение же энергии полезного сигнала вследствие ограничения, существенного значения не имеет, так как в этом канале защита от помех не осуществляется, а принятие решения о наличии полезного сигнала происходит после его сжатия в ЗЦК. В преобразователе ЗНАК-КОД (субблока В2ПВ14) происходит бинарное квантование двух квадратурных составляющих сигналов амплитудного канала. Сущность такого квантования заключается в преобразовании амплитуды сигнала в каждом анализируемом дискрете в некоторый условный знак, несущий в себе информацию о совпадении или несовпадении фазы сигнала с опорным напряжением в фазовых детекторах. В результате, на выходе бинарного квантователя получается последовательность нулей и единиц. Причем, закон их изменения для отраженного эхо-сигнала совпадает со структурой "копией" зондирующего сигнала.



# Вопрос 1.

Конструктивно субблок содержит компаратор, формирователь выходных сигналов, схему автоматической подстройки постоянной составляющей (АППС) и схему контроля.

В качестве порогового сигнала компаратора используется выходной сигнал схемы АППС, которая вычисляет средний уровень постоянной составляющей.

Формирователь выходных сигналов состоит из триггера, синхронизируемого тактовыми импульсами частотой 2,4 МГц, и выходного усилителя, обеспечивающего согласование преобразователя ЗНАК - КОД со входными устройствами подсистемы цифровой обработки сигналов.

Контроль работоспособности фазовых детекторов и преобразователя ЗНАК-КОД осуществляется с помощью пилот - сигнала. В случае его отсутствия на выходе загорается светодиод В2ПВ14.

С выхода преобразователя ЗНАК - КОД квадратурные составляющие сигналов поступают на дальнейшую обработку в знако-цифровой коррелятор подсистемы цифровой обработки сигналов.

## **Вопрос № 2 «Работа подсистемы аналоговой обработки сигналов (АОС) РЛС 35Н6 в амплитудном и когерентном каналах по структурной схеме»**

**Подсистема когерентной обработки сигналов (КОС) предназначена для выделения полезных сигналов на фоне отражений от подстилающей поверхности, гидрометеообразований, дипольных отражателей и подвижных дискретных образований типа "ангел-эхо".**

**Устройства подсистемы КОС обеспечивают:**

- 1) подавление отражений от местных предметов однократной схемой череспериодного вычитания;
- 2) дополнительное подавление пассивных помех в цифровом фильтре-накопителе;
- 3) подавление отражений от дискретных помех с помощью устройства логической обработки выходных сигналов фильтра-накопителя
- 4) стабилизацию уровня ложных тревог.

**Подсистема имеет следующие технические характеристики:**

- число одновременно обрабатываемых периодов повторения - 8;
- число обрабатываемых элементов дистанции - 1024.

## Вопрос 2.

В РЛС подсистема когерентной обработки сигналов конструктивно выполнена в виде блока 354ПК01. Квадратурные составляющие сигналов X и Y поступают на вход формирователя сигналов проверки работоспособности блока (модуль В2ХЛ134), обеспечивающего в режиме контроля проверку работоспособности подсистемы. Схема череспериодного вычитания (ЧПВ) обеспечивает подавление наиболее мощных сигналов, отраженных от местных предметов, и имеющих, как правило, узкий спектр флюктуаций и нулевое доплеровское смещение. В схеме ЧПВ подавление отражений от местных предметов осуществляется путем вычитания задержанного на период повторения  $T_{\text{п}}$  входного сигнала из незадержанного. АЧХ такого устройства описывается выражением

$$K(F_{\text{д}}) = 2|\sin pF_{\text{д}}T_{\text{п}}|,$$

где  $F_{\text{д}}$  - доплеровская добавка частоты.

Из выражения следует, что амплитуда сигнала на выходе схемы ЧПВ может в два раза превышать амплитуду входного сигнала (при оптимальной скорости полета цели). Поэтому, выходной сигнал представляется в виде 12 разрядного двоичного кода. С выхода схемы ЧПВ сигналы поступают на ограничитель.

## Вопрос 2.

В дальнейшем при обработке сигналов в фильтре-накопителе возможно увеличение амплитуды сигнала, что потребует наличия устройств с еще большей разрядностью. Все это снижает быстродействие фильтра-накопителя.

Если же ограничение сигнала произойдет в фильтре (недостаточная разрядность устройств), то это приведет к искажению соотношения амплитуд квадратурных составляющих сигнала (т.е. искажение фазы сигнала). С целью предотвращения ограничения сигналов при их обработке необходимо до обработки ограничить сигналы до требуемой (разумной) разрядности с сохранением соотношения амплитуд квадратурных составляющих сигнала. Выходные сигналы ограничителя представляются 9-разрядным кодом (8 разрядов значащих и один знаковый). Причем, если амплитуда входного сигнала меньше установленной величины, то квадратурные составляющие без изменения проходят на выход устройства, если же больше, то осуществляется их ограничение с сохранением соотношения амплитуд.

## Вопрос 2.

Фильтр-накопитель представляет собой цифровой режекторный фильтр 8 порядка без обратных связей и осуществляет в каждом дискрете дальности весовое накопление эхо-сигналов в 8 периодах повторения. Весовые коэффициенты защиты в ПЗУ, их выбор производится оператором с пульта управления путем нажатия одной из клавиш У, СР, Ш. В результате изменяется зона режекции цифрового фильтра.

Накопление сигналов осуществляется тремя каналами фильтра-накопителя. Основными: первым и вторым и дополнительным - нулевым.

Каналы фильтра-накопителя выполнены по одинаковой схеме и содержат перемножитель и сумматор-накопитель.

Перемножитель обеспечивает перемножение двух комплексных чисел входного сигнала  $(x+jy)$  и весового коэффициента  $(A+jB)$  Весовые коэффициенты определяют АЧХ каналов. Они рассчитываются заранее и записываются в ПЗУ, которые являются основными элементами датчика весовых коэффициентов В2РЕ16.

## Вопрос 2.

Переменная зона режекции обеспечивается различными весовыми коэффициентами, которые подобраны вариационным методом. Выбор их из ПЗУ осуществляется по сигналу ВЗР, передаваемого двоичным кодом либо с пульта управления в соответствии с командами "УЗК", "СР", "ШИР", либо с блока 354ПК01 в соответствии с положениями тумблеров "1Р", "2Р".

Результат перемножения чисел  $(x+jy)$  и  $(A+jB)$  поступает на сумматор, где осуществляется их накопление на интервале когерентной обработки пачки (восемь периодов зондирования с постоянной частотой повторения).

Смена частот повторения осуществляется через 9 периодов и синхронизируется импульсом ПКП9. При наличии мощных отражений от пассивных помех с "запредельных" дальностей возможно их прохождение на выход подсистемы когерентной обработки. Такой сигнал не будет коррелирован с сигналами других тактов зондирования (вследствие изменения частоты зондирования) и устройством ЧПВ не будет подавлен. Для исключения этого явления по команде "БЛАНК" с пульта управления бланкируется первый импульс из пачки эхо-сигналов после смены частоты повторения.

## Вопрос 2.

Для уменьшения потока ложных тревог, вызываемых нескомпенсированными остатками пассивных помех, в РЛС применен режим временной автоматической регулировки уровня шумов (ВАРУШ). После обработки в фильтре-накопителе знаковые разряды квадратурных составляющих поступают на устройство уплотнения, которое обеспечивает их последовательную выдачу на ЗЦК в подсистему З5ПИ. Выдача сигналов синхронизируется импульсом ПКП-9 и происходит в следующем порядке. В периоде, совпадающем с импульсом ПКП-9, выдается  $X_{zn}$  и  $U_{zn}$  результата накопления квадратурных составляющих сигнала в первом канале, в следующем периоде - знаковые разряды квадратурных составляющих сигналов второго канала и далее знаковые разряды квадратурных составляющих сигнала нулевого канала

## Вопрос 2.

После коммутации сигналы поступают на устройство деуплотнения и выравнивания по времени затем выдаются на устройство логической обработки. Устройство логической обработки содержит: устройство отбора сигналов по максимуму; устройство сравнения с порогом и логической обработки; клапан. Устройство обеспечивает подавление сигналов, спектр которых сосредоточен на границе зон прозрачности и режекции, создаваемых первым и вторым каналами совместно.

Сигналы первого и второго каналов поступают на устройство отбора максимального сигнала. Максимальный сигнал ( $Z_{\text{макс}}$ ) первого или второго канала поступает на клапан и на устройство сравнения с порогом и логической обработки. На второй вход устройства поступают сигналы нулевого канала  $Z_0$ . В устройстве выполняется операция сравнения  $Z_0$  и  $Z_{\text{макс}}$  с порогом и друг с другом.



Контроль работоспособности блока выполняется с помощью устройства контроля (модуль В2ХЛ134). Генератор тестового контроля, находящийся в модуле, формирует контрольные сигналы, которые подаются на вход схемы ЧПВ и устройство деуплотнения. По результатам прохождения контрольных сигналов в каждом модуле формируется свертка по модулю 2. выходных сигналов и полученные свертки от всех модулей подаются на устройство контроля. Здесь формируется обобщенная свертка.

После анализа сигнатур в системе контроля принимается решение об исправности или неисправности блока и при обнаружении неисправности по определенной логике определяется неисправный модуль с отображением его позиционного обозначения на специальном табло.

# **ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ ПОДГОТОВКУ:**

- **Закрепить материал группового занятия, изучить общие сведения и принцип построения аналоговой обработки сигналов РЛС 35Н6.**
- **Быть готовым к тактической «летучке» по пройденному материалу.**