

«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 зашты 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.

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.**