

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра радиотехнических систем

***ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОКОМПЕНСАТОРА
АКТИВНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ***

Методические указания

к лабораторной работе
по дисциплине «Системы радиолокации»
для студентов специальностей «Радиотехника»
и «Радиотехнические системы» дневной формы обучения

Минск 2003

УДК 621.396.96 (075.8)

ББК 32.95 я 73

И 85

Составители:

В.А. Мельситов, Г.Ф. Плугатарь

Исследование автокомпенсатора активных шумовых помех: Метод. И 85 указания к лаб. работе по дисциплине «Системы радиолокации» для студ. спец. «Радиотехника» и «Радиотехнические системы» дневной формы обучения / Сост. В.А. Мельситов, Г.Ф. Плугатарь. – Мн.: БГУИР, 2003. – 19 с.: ил.

В методических указаниях рассмотрены принципы, лежащие в основе когерентной корреляционной компенсации мешающих отражений. Даны описания двухканального гетеродинного автокомпенсатора мешающих отражений, а также лабораторной установки. Приводятся методические рекомендации по выполнению лабораторной работы, требования к содержанию отчета, контрольные вопросы и список литературы.

УДК 621.396.96 (075.8)

ББК 32.95 я 73

© Мельситов В.А., Плугатарь Г.Ф., составление, 2003

© БГУИР, 2003

Содержание

1. Цель работы
 2. Краткие теоретические сведения
 3. Описание лабораторной установки
 4. Порядок выполнения работы
 - 4.1. Подготовка к включению и включение установки
 - 4.2. Проверка и регулировка автокомпенсатора
 - 4.2.1. Настройка и оценка взаимодействия основного канала с каналом АКП автокомпенсатора
 - 4.2.2. Настройка и оценка взаимодействия основного канала с каналом ПБО
 - 4.2.3. Проверка и оценка взаимодействия основного канала с обоими вспомогательными каналами автокомпенсатора
 - 4.2.4. Проверка прохождения имитированного сигнала цели через автокомпенсатор при воздействии имитированной АШП
 - 4.2.5. Оценка эффективности схемы ШАРУ РП-12 при воздействии сильной АШП
 5. Выключение лабораторной установки
 6. Содержание отчета
 7. Контрольные вопросы
- Литература

1. Цель работы

1.1. Изучение физических принципов, лежащих в основе когерентной корреляционной компенсации сигналов активных шумовых помех (АШП).

1.2. Ознакомление с технической реализацией корреляционного автокомпенсатора АШП.

1.3. Экспериментальное определение эффективности когерентной компенсации АШП.

2. Краткие теоретические сведения

В радиотехнических системах (РТС) решаются следующие основные задачи:

- обнаружение сигнала;
- распознавание-различение сигналов;
- измерение параметров сигналов.

Обнаружение сигнала в РТС, как правило, осуществляется на фоне шумов и помех. Помехи по своей природе классифицируются как мешающие отражения или как мешающие излучения. По происхождению они могут быть как естественными, так и искусственными, создаваемыми преднамеренно. Помехи нарушают нормальное функционирование РТС или могут полностью подавить их.

Выделение полезного сигнала из помех осуществляется на основе их различий. Эти различия могут быть: энергетическими, частотными, временными, спектральными, пространственными, поляризационными и статистическими.

В данной лабораторной работе рассматривается автокомпенсатор АШП, воздействующей на РЛС по боковым лепесткам диаграммы направленности (ДН). В основе компенсации АШП лежат пространственные различия полезного сигнала и помехи. Действительно, полезный эхо-сигнал принимается по основному лепестку диаграммы направленности антенны, а помеховый сигнал воздействует по боковым лепесткам этой же антенны.

Рассмотрим принцип работы автокомпенсатора.

Вследствие узкой диаграммы направленности антенн РЛС в горизонтальной плоскости постановщик активной шумовой помехи эффективно подавляет приемные каналы РЛС в сравнительно узком секторе, обычно *именуемом сектором эффективного подавления*, размер которого зависит от спектральной плотности мощности помехи, дальности от постановщика помех и ширины диаграммы направленности в горизонтальной плоскости. Учитывая, что в радиолокационной системе используется информация от нескольких РЛС, разнесенных на местности, активной помехой поражается небольшая область пространства, в которой расположен сам постановщик помех.

Более эффективным является воздействие активных шумовых помех по боковым лепесткам основной антенны, обеспечивающих прием помех почти вкруговую. Активные помехи, принятые по боковым лепесткам, ухудшают соотношение сигнала и шума и тем самым резко сокращают зону обнаружения РЛС по дальности и высоте. Эти причины приводят к появлению в радиолокационном поле непросматриваемых участков и уменьшению вероятности обнаружения цели.

Технически задача защиты РЛС от АШП, действующих по боковым лепесткам диаграммы направленности антенны, решается устройством, получившем название *автокомпенсатор АШП*, а комплект аппаратуры защиты РЛС от активных шумовых помех - *АЗАШП*.

Основными элементами автокомпенсатора являются: сумматор, управляемый усилитель и коррелятор (рис. 1).

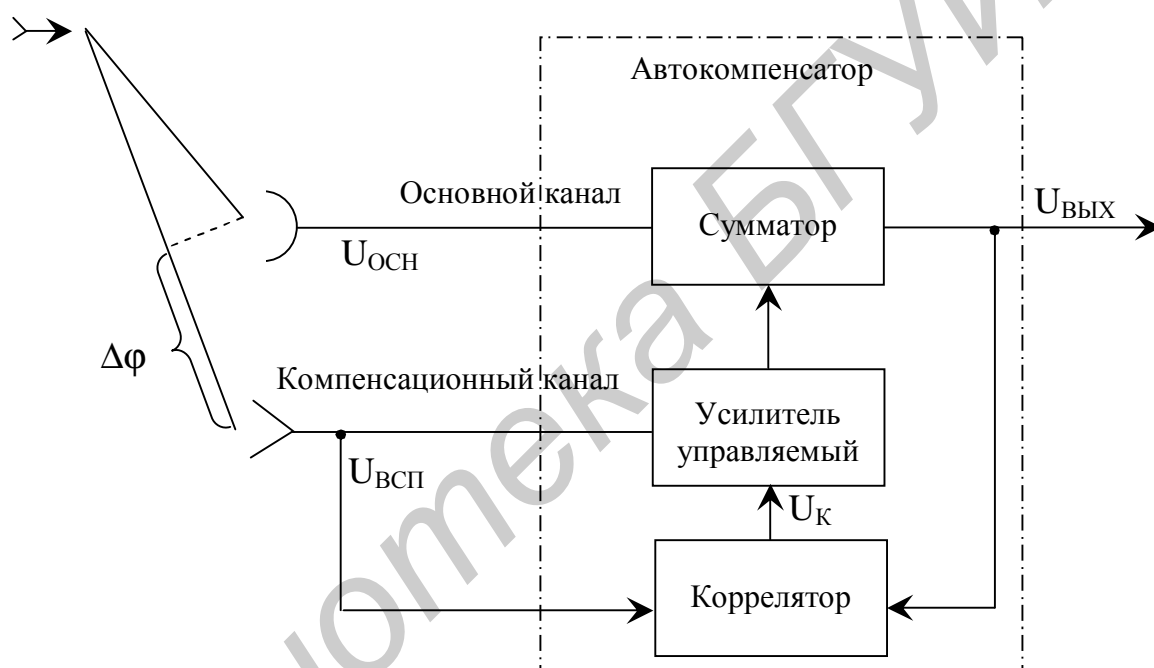


Рис. 1. Структурная схема автокомпенсатора

Рассмотрим принцип работы автокомпенсатора. Сигналы АШП принимаются одновременно основной и вспомогательной антеннами и обрабатываются в основном и компенсационном каналах соответственно. С этих каналов сигналы поступают на входы сумматора, причем в цепь компенсационного канала включен управляемый усилитель с комплексным коэффициентом передачи.

Сигналы АШП принимаются от одного источника одновременно двумя антеннами, поэтому характер изменения помехи в основном и компенсационном каналах будет одинаковым и напряжения помехи $U_{осн}$ и $U_{всп}$ на выходах антенн отличаются только амплитудой и сдвигом по фазе, определяемыми диаграммами направленности антенн и разностью хода сигналов $\Delta\phi$ в основном и

компенсационном каналах. Таким образом, сигналы АШП в основном и вспомогательном каналах подобны, т.е. коррелированы.

Задачей управляемого усилителя является изменение амплитуды и фазы помехи по компенсационному каналу на входе сумматора так, чтобы она была равной по амплитуде и противоположной по фазе помехе на основном входе независимо от азимута постановщика помех. В этом случае на направлении постановщика помех в результирующей ДН формируется нуль приема сигнала, т.е. осуществляется пространственная режекция.

Изменение коэффициента передачи управляемого усилителя происходит под воздействием управляющего напряжения U_k , вырабатываемого коррелятором. Для этого на вход коррелятора поступают напряжения помехи с выхода сумматора и с антенны компенсационного канала. Коррелятор производит перемножение этих напряжений и усреднение их во времени, в результате чего амплитуда и полярность его выходного напряжения U_k определяются величиной остатка помехи на выходе сумматора автокомпенсатора и сдвигом по фазе сигналов помехи в основном и компенсационном каналах. Ввиду отрицательного знака обратной связи управляющее напряжение устанавливает минимальное значение остатка помехи на выходе сумматора. Несмотря на то что в состав шумовых сигналов основного и компенсационного каналов, кроме напряжения шумов постановщика помех, входят независимые собственные шумы приемных каналов, в процессе перемножения и усреднения напряжений коррелятором управляющее напряжение вырабатывается только из их общей (коррелированной) части. Вот почему обратная связь называется *корреляционной*.

В направлении главного лепестка основной антенны шумовые помехи в основном канале значительно превосходят помехи в компенсационном, поэтому на выходе автокомпенсатора они действуют без ослабления. На склонах диаграммы направленности, где напряжение помех в обоих каналах сравнимо по амплитуде, автокомпенсатор ослабляет помеху в основном канале и тем самым сужает сектор приема помехи по главному лепестку (сужает сектор эффективного подавления).

Итак, автокомпенсатор не только сужает сектор приема помех по главному лепестку диаграммы направленности, но и формирует нулевой прием (компенсацию приема помехи) по боковым лепесткам диаграммы направленности в направлении источника АШП.

Изменение амплитуды и фазы сигналов в управляемом усилителе и перемножение напряжений в корреляторе технически проще реализовать на промежуточной частоте смесителей. Поэтому автокомпенсатор работает на промежуточной частоте 30 МГц и называется *гетеродинным*.

Структурная схема одноканального автокомпенсатора с управлением по гетеродинному напряжению приведена на рис.2. В этой схеме управляемый смеситель играет, по существу, ту же роль, что и управляемый усилитель в схеме на рис.1. Параметры управляемого смесителя определяются изменением гетеродинного напряжения на выходе узкополосного фильтра, представляющего собой интегратор с высокой добротностью.

Взаимная компенсация коррелированных помех основного и компенсационного каналов в сумматоре достигается тем, что помеха компенсационного канала на выходе управляемого смесителя оказывается равной по амплитуде и противоположной по фазе помехе основного канала на входе сумматора. В тракте компенсационного канала введен вспомогательный УПЧ (ВУПЧ), который обеспечивает компенсацию запаздывания сигнала основного канала в цепи обратной связи (в сумматоре, УОС), так как сигналы основного и компенсационного каналов должны приходить на входы коррелятора одновременно. Кроме того, нечетное количество каскадов в ВУПЧ обеспечивает сдвиг фазы помехи в компенсационном канале на 180° , тем самым определяется характер корреляционной обратной связи - она становится отрицательной, минимизирующей сигнал помехи на выходе сумматора. Частотные и фазовые соотношения между напряжениями указаны на рис.2.

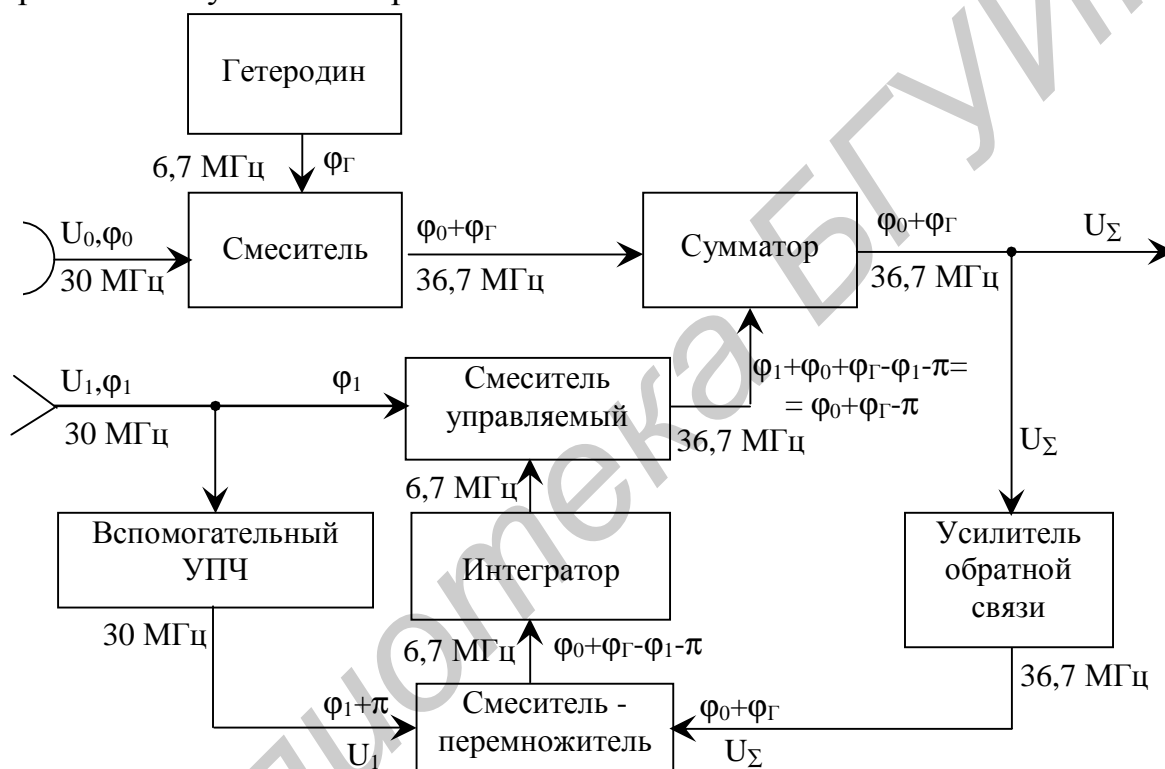


Рис. 2. Структурная схема гетеродинного автокомпенсатора

В смесителе-перемножителе происходит выделение разностной частоты 6,7 МГц, что сопровождается вычитанием фаз перемножаемых напряжений U_Σ и U_1 . Поэтому фаза гетеродинного напряжения на выходе узкополосного фильтра будет равна

$$\Phi_0 + \Phi_G - (\Phi_1 + \pi),$$

где Φ_0 - фаза помехи на входе основного канала;

Φ_G - фаза напряжения гетеродина основного канала;

φ_1 - фаза помехи на входе компенсационного канала.

В управляемом смесителе, наоборот, происходит выделение суммарной частоты, что сопровождается сложением фаз входных напряжений смесителя. Таким образом, фаза помехи на входе управляемого смесителя компенсационного канала равна

$$\varphi_1 + \varphi_0 + \varphi_{\Gamma} - \varphi_1 - \pi = \varphi_0 + \varphi_{\Gamma} - \pi ,$$

т.е. помеха на выходе компенсационного канала когерентна с помехой на выходе основного канала независимо от величины φ_1 .

Для выравнивания амплитуд коррелированных помех на входах сумматора используется цепь отрицательной корреляционной обратной связи в компенсационном канале: УОС, смеситель–перемножитель, интегратор. На выходе коррелятора этой цепи формируется управляющее напряжение, пропорционально взаимной корреляционной функции напряжений помехи на входах смесителя-перемножителя компенсационного канала. От величины этого напряжения зависит амплитуда напряжения на выходе управляемого смесителя.

Гетеродинное напряжение вырабатывается на выходе узкополосного фильтра (интегратора) только при наличии взаимной корреляции сигналов помехи основного и компенсационного каналов. Для некоррелированных сигналов (внутренние шумы и т.п.) их функция равна нулю, что эквивалентно автоматическому отключению компенсационного канала от входа сумматора.

Интегратор, выполненный в виде узкополосного кварцевого фильтра, обеспечивает выделение из спектра частот коррелятора составляющей частоты гетеродина. Вместе с тем, являясь контуром высокой добротности, он имеет большое время установления колебаний, поэтому управляющее гетеродинное напряжение нарастает по амплитуде и сдвигается по фазе постепенно в течение 20 мкс. Это время определяет инерционность автокомпенсатора (АКП).

Конечное время раскачки колебаний в узкополосном фильтре определяет инерционность работы АКП. Инерционность работы АКП, с одной стороны, должна обеспечить прохождение через сумматор полезных кратковременных эхо-сигналов основного канала, т.е. исключить их подавление из-за раскачки узкополосного фильтра. С другой стороны, раскачка не должна быть значительной, чтобы не было остатков нескомпенсированных помех в начале их действия и чтобы схема АКП своевременно реагировала на изменение амплитуды и фазы помех основного и компенсационного каналов в процессе вращения антенны и перемещения помехоносителя.

По мере вращения антенны РЛС изменяются амплитуда и сдвиг фаз сигналов помехи на входах основного и компенсационного каналов в соответствии с диаграммами направленности антенн. Однако ввиду наличия корреляционной обратной связи система саморегулируется так, что U_{Σ} всегда остается минимальным.

Действительно, при возрастании амплитуды помехи в основном канале U_0 и уменьшении сдвига его по фазе относительно сигнала помехи в компенсационном канале U_1 нескомпенсированный остаток на выходе сумматора возрастет от минимального первоначального значения и получит измененную фазу. По цепи корреляционной обратной связи он изменит амплитуду и фазу управляющего гетеродинного напряжения, что приведет к изменению амплитуды и фазы сигнала помехи компенсационного канала на входе сумматора. Этот процесс будет продолжаться, пока амплитуда и фаза сигнала помехи компенсационного канала не изменятся на ту же величину, что и в основном канале, и результирующее напряжение сумматора не вернется к минимальному исходному U_{Σ} .

Таким образом, при работе автокомпенсатора в результирующей диаграмме направленности антенной системы в направлении на постановщик помех создается минимум приема, причем при вращении антенны направление минимума приема сохраняется для всех положений, кроме направления на постановщик помех главным лепестком. Эффект воздействия автокомпенсатора в последнем случае проявляется в сжатии сектора эффективного подавления, так как на срезах главного лепестка, где амплитуда помехи по основному каналу сравнима с сигналами помехи компенсационного канала, возможны ее компенсация или ослабление. Таким образом, в схеме АКП осуществляется автоматическая настройка на минимум помехи на выходе сумматора.

Поскольку коэффициент передачи управляемого усилителя регулируется цепью корреляционной обратной связи по выходному эффекту, т.е. по остатку помехи, то коэффициент передачи цепи будет несколько отличаться от оптимального. Вследствие этого на выходе автокомпенсатора всегда будет какая-то ошибка - нескомпенсированный остаток помехи. Она может быть уменьшена за счет увеличения коэффициента усиления цепи корреляционной обратной связи. Однако чрезмерное увеличение неизбежно приведет к самовозбуждению АКП, что и наблюдается в процессе настройки автокомпенсатора при выполнении лабораторной работы.

Наиболее эффективное подавление активных шумовых помех автокомпенсатором обеспечивается в том случае, когда число компенсационных каналов равно числу одновременно действующих групп постановщиков помех. Исследуемый автокомпенсатор РЛС содержит два компенсационных канала и обеспечивает уверенное подавление помех двух групп постановщиков, действующих одновременно с разных направлений.

3. Описание лабораторной установки

Лабораторная установка выполнена на базе аппаратуры РЛС. В состав установки входят (рис. 3):

шкаф приемника Р-1 с блоками ЗА-01, РП-12 и БПУ-06;

шкаф индикатора И-4У с блоками ИВУ-03, ПДУ, УП-04, ИП-06, ЛИ-04;

генератор прямоугольных видеоимпульсов Г5-15;
осциллограф С1-65.

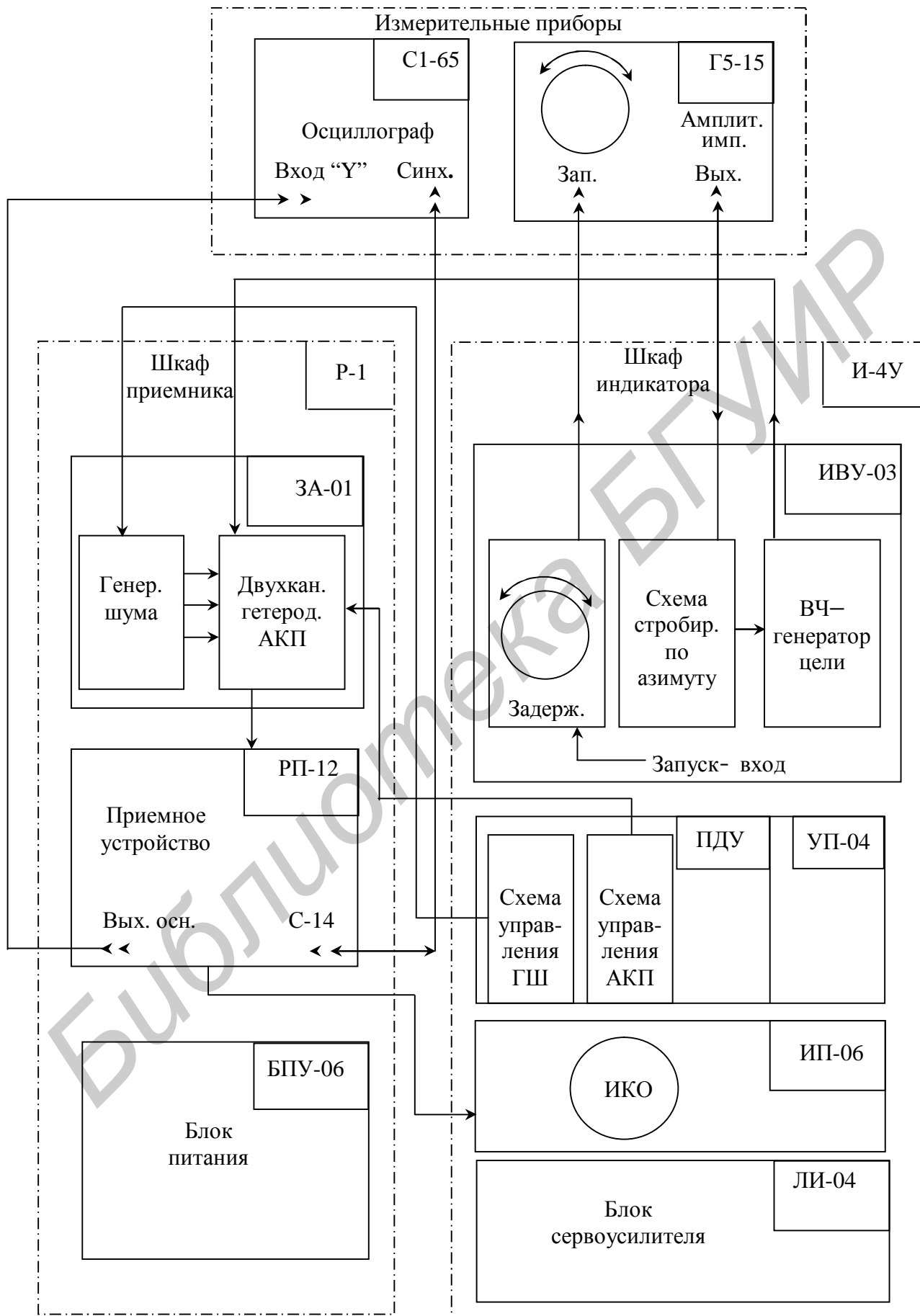


Рис. 3. Структурная схема лабораторной установки

Блок ЗА-01 включает в себя два двухканальных гетеродинных автокомпенсатора. Наличие двух автокомпенсаторов в одном блоке определяется тем, что в РЛС для борьбы со слепыми скоростями и для улучшения качественных показателей обнаружения реализован двухчастотный метод зондирования воздушного пространства. Поэтому в каждом канале имеется два независимых частотных подканала (первый и второй) с самостоятельной обработкой сигналов и с последующим их линейным суммированием в приемнике РП-12.

На рис. 3 показан один комплект АКШП.

В РЛС основной вход автокомпенсатора подключен к радиолокационному каналу, а компенсационные - к каналам подавления боковых ответов (ПБО) и АКП. Канал ПБО в РЛС используется для подавления ответно-импульсных помех в АЗАШП. Канал АКП (автокомпенсатора) используется только в АЗАШП. Диаграмма направленности (ДН) антенны канала ПБО охватывает задние, а канала АКП - передние боковые лепестки ДН радиолокационного канала (рис. 4).

Помимо двух автокомпенсаторов в состав блока ЗА-01 входит встроенный контрольный шумовой генератор (ШГ), по сигналам которого осуществляются настройка, оценка, а также дистанционный контроль работоспособности автокомпенсаторов. Кроме того, в лабораторной установке при дистанционном управлении ШГ имитирует АШП.

Органы управления и индикации блока ЗА-01 включают:

многопозиционный переключатель со стрелочным прибором для контроля питающих напряжений и других параметров;

ручки регулировки коэффициентов усиления корреляционных обратных связей автокомпенсаторов подканалов (РРУ ПБО-1; АКП-1 и РРУ ПБО-2, АКП-2) соответственно.

Тумблер "*Компенсация*" замыкает корреляционные обратные связи автокомпенсаторов, т.е. включает в работу автокомпенсаторы.

Ручка "*Регулировка уровня ШГ*" позволяет устанавливать нужный выходной уровень сигнала ШГ.

Тумблер "*Контроль АКП-ПБО*" трехпозиционный, включает в работу встроенный ШГ (положения "*Контроль АКП*" или "*Контроль ПБО*") и обеспечивает поступление сигнала генератора на вход основного и контролируемого АКП- или ПБО- каналов. Этот режим ШГ используется при местной настройке и оценке эффективности компенсации. ШГ может включаться и с рабочего места оператора - пульта дистанционного управления (ПДУ) тумблером "*Шумовой генератор*". В этом режиме сигнал ШГ поступает на все три входа автокомпенсатора одновременно, т.е. на входы основного, ПБО- и АКП- каналов. Режим генератора устанавливается тумблером "*Круговой-Секторный*". В режиме "*Круговой*" генератор имитирует АШП, действующую вкруговую, т. е. по всем лепесткам ДН основной антенны, что эквивалентно близкому размещению от РЛС постановщика помех. В режиме "*Секторный*" генератор имитиру-

ет АШП, действующую по основному и боковым лепесткам ДН основной антенны, что эквивалентно значительному удалению от РЛС постановщика помех.

Блок РП-12 - приемник основного канала. На его вход поступают сигналы с выхода ЗА-01. В приемнике осуществляются основное усиление сигналов подканалов, квазиоптимальная фильтрация, детектирование, линейное суммирование и усиление на видеочастоте. С выхода РП-12 сигналы поступают на индикатор.

Органы управления и индикации включают:

стрелочный прибор с многопозиционным переключателем для контроля питающих напряжений, измерения коэффициента шума приемных подканалов и других параметров;

тумблеры “ОСН. ШАРУ-РРУ” и “ПБО ШАРУ-РРУ” для выбора режима управления УПЧ приемника в подканалах. В положении РРУ ручками ОСН-1, ОСН-2 по стрелочному прибору или осциллографу устанавливается рабочий уровень шумов в подканалах приемника. В положении “ШАРУ” (шумовая автоматическая регулировка усиления) рабочий уровень шумов в подканалах задается ручками “ШАРУ-ОСН-1”, “ШАРУ-ОСН-2”. В данном режиме схема обеспечивает автоматическое поддержание установленного уровня шумов в подканалах независимо от уровня входных сигналов, путем изменения коэффициента усиления УПЧ.

Шкаф индикатора И-4У в лабораторной установке используется для визуальной оценки работы автокомпенсатора, дистанционного управления ШГ и режимами блока ЗА-01, а также для формирования имитированного эхосигнала цели.

Индикатор кругового обзора (ИКО) блок ИП-06 имеет диаметрально развертку с яркостной отметкой индикации. Обстановка на экране ИКО отображается в полярной системе координат азимут–дальность. Выбор режима работы ИКО осуществляется переключателем “Каналы”. Масштаб индикатора устанавливается переключателем “Масштаб” (100, 200, 300, 400 и 600 км). Переключатель “Задержка” обеспечивает кольцевой режим ИКО. Предусмотрена задержка начала развертки на 0, 50, 100, 150, 200 и 250 км относительно зондирующего импульса. Тумблеры “Эхо-Н” и “Эхо-В” обеспечивают подключение выходов РП-12 к индикатору. Тумблер “Масштабные отметки” включает отметки азимута и дальности. Ручка “Эхо” позволяет регулировать амплитуду эхо-сигналов. Назначение ручек “Яркость” и “Фокус” - обычное.

Блок ЛИ-04 шкафа И-4У содержит сервоусилитель привода вращения развертки ИКО и источники высоковольтного питания ЭЛТ индикатора.

Блок УП-04 обеспечивает секторный режим работы ИКО. В лабораторной установке данный режим не используется.

Блок ИВУ-03 содержит имитатор сигнала цели с устройством стробирования по азимуту. Сигнал цели формируется следующим образом.

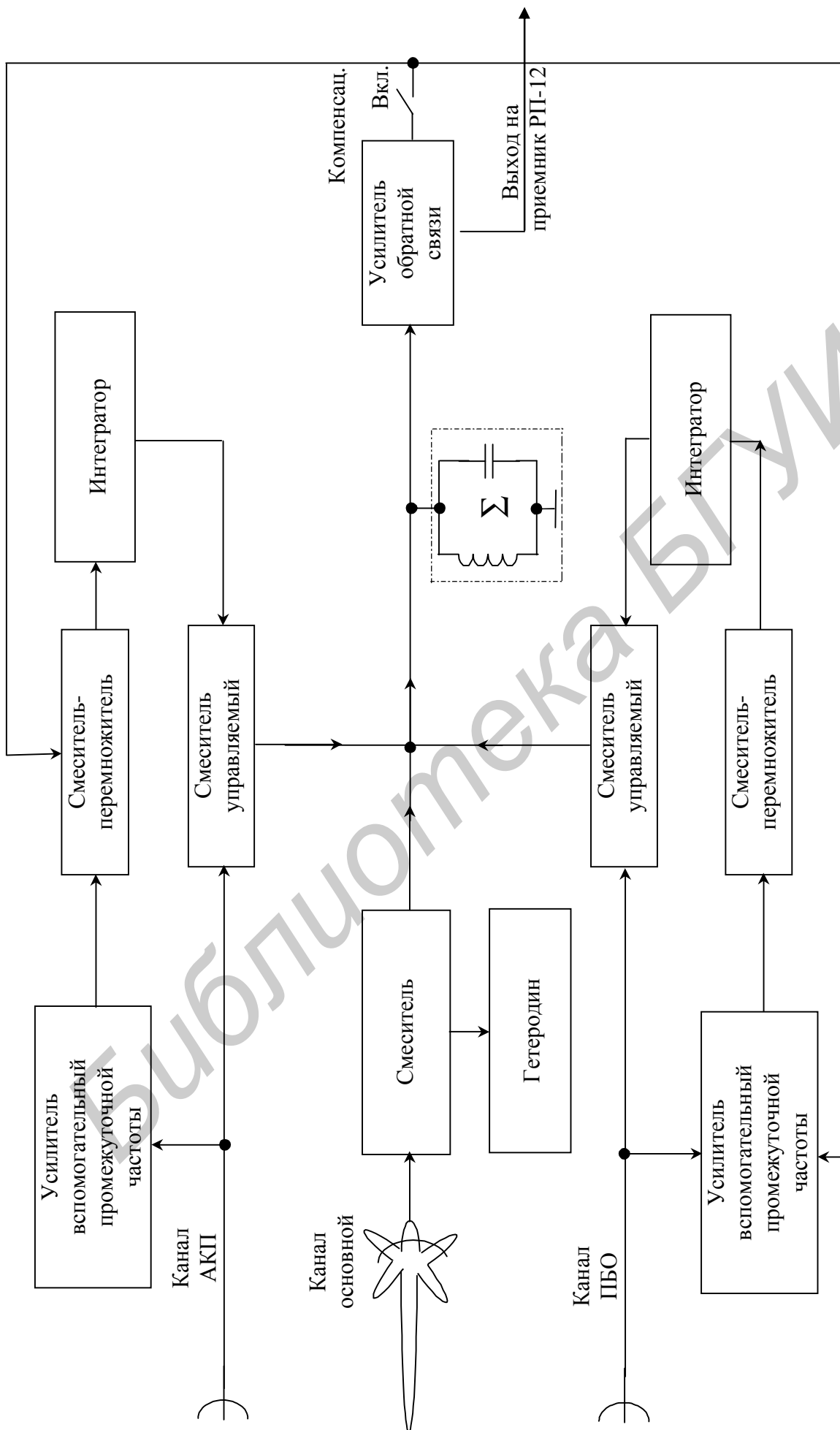


Рис. 4. Структурная схема АЗАШП РЛС

Импульс запуска с системы синхронизации РЛС поступает на схему временной задержки блока ИВУ-03. Задержка необходима для удобства наблюдения сигнала цели на ИКО и осциллографе. Величина задержки (дистанция до имитируемой цели) устанавливается ручкой “Задержка”. Задержанный импульс поступает на запуск генератора прямоугольных импульсов Г5-15, который в установке выполняет роль модулятора высокочастотного генератора сигнала цели. Выходной уровень радиоимпульса регулируется посредством изменения амплитуды модулирующего ручкой “Амплитуда импульса” Г5-15. Модулирующие импульсы перед поступлением на генератор проходят схему стробирования по азимуту. Выбор режима осуществляется тумблером “Режим имитатора цели”. В режиме “Круговой” имитируемый сигнал цели на ИКО отображается в виде яркостного кольца (вкруговую) на дистанции, определяемой ручкой “Задержка” ИВУ-03. В режиме “Секторный” имитируемый сигнал на ИКО отображается как от реальной цели.

С выхода имитатора высокочастотный сигнал с регулируемой амплитудой и задержкой поступает на основной вход автокомпенсатора.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Подготовка к включению и включение установки

Для успешного выполнения задания необходимо перед включением аппаратуры установить органы управления в исходное положение, а в процессе работы строго соблюдать последовательность операций.

Исходное положение органов управления установки

На блоке ЗА-01

Переключатели “В-1”, “В-2” - в любом положении, ручки “РРУ АКП-1”, “РРУ ПБО-1”, “РРУ АКП-2”, “РРУ ПБО-2”, “Регул. уровня ШГ” – влево до упора. Тумблеры “Контр. АКП-ПБО”, “Компенсация” и “ШАРУ” выключены.

На блоке РП-12

Переключатель “В-6” – в положении “Детектор ОСН-1”, ручки “ШАРУ ОСН-1”, “ОСН-2” и “РРУ ОСН-1”, “ОСН-2” - влево до упора. Тумблер “Контроль-работа” выключен, “ШАРУ-РРУ” (ОСН и ПБО) – “ШАРУ”.

На блоке ИВУ-03

Левый переключатель – в положении “Эхо-Л”, а правый – в “Эхо-П” ; ручка “Задержка” – в среднем положении; тумблер “Задержка” включен, тумблер “Режим имитатора цели” – “Круговой”.

На ПДУ

Тумблеры “Автокомпенсатор” и “Шумовой генератор” выключены, “Режим шумового генератора” – “Круговой”.

На ИП-06

Переключатель “Каналы” – В и Н, “Задержка” – 0.0, “Масштаб” – 2, ручки “Эхо”, “Яркость” и “Фокус” – в среднем положении. Тумблеры “Эхо Н”, “Эхо В”, “Масштабные отметки” включены, все остальные выключены.

На генераторе Г5-15

Переключатели: “Диапазон частот” – “Внешний”, “Задержка” – “0”, “Длительность” – 9 мкс, выбор полярности выхода – положительный. Тумблер “Сеть” выключен, “Внешний запуск” – положительный, “Измерение амплитуды” включен.

Ручка “Измерение амплитуды” – 30В, “Амплитуда запуска” – вправо, а “Амплитуда импульса” – влево до упора.

На осциллографе

“Питание” выключено, “Длительность развертки” – 0,2 мс/дел., “Режим синхронизации” – внешний, “Чувствительность Y-входа” – 1 В/дел.

Соединить сигнальными проводниками гнездо “Вых. синхр” ИВУ–03 с гнездом внешнего запуска Г5–15; Y-вход синхронизации с гнездом С–14 РП–12. Лабораторная установка готова к включению.

Аппаратуру включает и выключает преподаватель, а Г5–15 и осциллограф – студенты. При правильно включенной аппаратуре на ИКО появляется вращающаяся развертка. Ручками “Яркость” и “Фокус” на ИП–06 добиться оптимального отображения масштабной сетки на экране.

4.2. Проверка и регулировка автокомпенсатора

Осуществляется по минимальному некомпенсированному остатку сигнала ШГ путем последовательной регулировки и оценки взаимодействия ос-

новного канала с каналом АКП, основного с ПБО, а затем основного совместно с АКП и ПБО. Работа выполняется на первом частотном подканале ЗА-01 и РП-12.

4.2.1. Настройка и оценка взаимодействия основного канала с каналом АКП автокомпенсатора

На РП-12 необходимо ручкой “ШАРУ ОСН-1” установить рабочий уровень шумов приемника $U_0 = 0,5$ В по стрелочному прибору (шкала 5 В). Затем перевести тумблер “ШАРУ-РРУ1 ОСН-1” в “РРУ” и ручкой “РРУ ОСН-1” установить такой же уровень шумов. До конца работы данные ручки не трогать.

На блоке ЗА-01

Тумблер “Контроль-АКП-ПБО” установить в положение “Контроль АКП” и ручкой “Рег. уровня ШГ” установить $U_{\text{вых}} = 5$ В по прибору приемника РП-12 .

Включить тумблер “Компенсация” и плавным вращением ручки “РРУ АКП-1” добиться по прибору РП-12 минимального нескомпенсированного остатка сигнала шумового генератора $U_{\text{ост}} = U_{\text{вых}} - U_0$. Его величина не должна превышать 0,2 В. Значение остатка внести в отчет. Ручку “РРУ АКП-1” до конца работы не трогать.

Выключить тумблеры “Контроль АКП-ПБО” и “Компенсация”, ручку “Рег. уровня ШГ” вывести влево до упора.

4.2.2. Настройка и оценка взаимодействия основного канала с каналом ПБО

На блоке ЗА-01 необходимо:

тумблер “Контроль АКП-ПБО” установить в положение “контроль ПБО” и ручкой “Рег. уровня ШГ” установить по прибору приемника РП-12 $U_{\text{вых}} = 5$ В;

включить тумблер “Компенсация” и ручкой “РРУ ПБО-1” добиться по прибору РП-12 минимального остатка сигнала шумового генератора $U_{\text{ост}} = U_{\text{вых}} - U_0$. Его величина не должна превышать 0,2 В. Значение остатка внести в отчет. Ручку “РРУ ПБО-1” до конца работы не трогать;

выключить тумблеры “Контроль АКП-ПБО” и “Компенсация”, ручку “Рег. уровня ШГ” вывести влево до упора.

4.2.3. Проверка и оценка взаимодействия основного канала с обоими вспомогательными каналами автокомпенсатора

На блоке ПДУ необходимо:

включить тумблер “Шумовой генератор” и ручкой “Рег. уровня ШГ” блока ЗА–01 установить по прибору РП–12 значение шумового сигнала 5 В;

включить тумблер “Автокомпенсатор”, измерить нескомпенсированный остаток шума по методике, изложенной в 4.2.2, и его значение внести в отчет. Его величина не должна превышать 0,3 В. Сравнить со значением остатков, полученных в п. 4.2.1, 4.2.2, и сделать вывод. Если величины остатков помех не превышают величин, указанных в п. 4.2.1, 4.2.2 и 4.2.3, то блок ЗА–01 считается технически исправным и подготовленным к работе в условиях АШП; выключить тумблеры “Шумовой генератор” и “Автокомпенсатор”.

4.2.4. Проверка прохождения имитированного сигнала цели через автокомпенсатор при воздействии имитированной АШП

Для этого необходимо следующее.

Ручкой “Амплитуда импульса” Г5–15 установить по осциллографу амплитуду импульса цели 1,2 В. На ИКО сигнал будет отображаться яркостной круговой отметкой. Вращая ручку “Задержка” ИВУ–03, убедиться в изменении ее дальности. Осциллограмму зарисовать в отчет.

Установить тумблер “Режим имитатора цели” на ИВУ–03 в положение “Секторный”. При этом сигнал цели на ИКО будет наблюдаться на азимуте ноль градусов в виде дужки, т.е. соответствовать отметке реальной цели.

Включить на ПДУ тумблер “Шумовой генератор”. На осциллографе и ИКО будет наблюдаться имитированная шумовая помеха, действующая в круговую. Отметка от цели наблюдаться не будет. Осциллограмму зарисовать в отчет. Включить на ПДУ тумблер “Автокомпенсатор”. При этом на экранах ИКО и осциллографа будет наблюдаться нескомпенсированный остаток АШП, а на его фоне – цель. Осциллограмму зарисовать в отчет.

На ПДУ выключить тумблер “Автокомпенсатор” и включить секторный режим ШГ. На экране имитированная АШП будет наблюдаться в нескольких секторах. Включить тумблер “Автокомпенсатор” и ручкой “Амплитуда импульса” Г5–15 за несколько оборотов антенны установить по ИКО такую минимальную яркость отметки от цели, при которой оператор однозначно мог ее идентифицировать, т.е. принять решение “цель есть”, после чего ручку “Амплитуда помехи” не трогать.

4.2.5. Оценка эффективности схемы ШАРУ РП-12 при воздействии сильной АШП

Выключить тумблер “Автокомпенсатор” на ПДУ. На экране ИКО будет наблюдаться АШП. Перевести на РП–12 тумблер “ШАРУ-РРУ ОСН” в положение “ШАРУ”. При этом мешающее засвечивание АШП на ИКО будет отсутствовать, но будет отсутствовать и сигнал цели. Дать этому результату теорети-

ческое обоснование. Установить тумблер “ШАРУ-РРУ ОСН-1” в положение “РРУ”.

Не изменяя уровня цели, с ПДУ перевести режим имитатора цели и помехи в круговой и зарисовать осциллограммы при включенном и выключенном тумблере “Автокомпенсатор”.

5. Выключение лабораторной установки

Перед выключением установки необходимо органы управления и контроля на аппаратуре установить в исходное положение в соответствии с подразделом 4.1.

Выключает аппаратуру преподаватель, а осциллограф и Г5–15 – студенты.

6. Содержание отчета

6.1. Структурная схема двухканального гетеродинного автокомпенсатора и лабораторной установки.

6.2. Осциллограммы напряжений.

6.3. Выводы.

7. Контрольные вопросы

7.1. Какие различия АШП и эхо-сигнала лежат в основе когерентной компенсации помех, действующих по боковым лепесткам ДН антенны РЛС?

7.2. Пояснить работу двухканального гетеродинного автокомпенсатора по структурной схеме.

7.3. Пояснить работу лабораторной установки по структурной схеме.

7.4. Почему АКП не подавляет АШП по основному лепестку ДН антенны?

7.5. Исходя из каких соображений выбирается время раскочки фильтра-интегратора?

7.6. В чем различие прохождения сигнала цели через автокомпенсатор при одновременном приеме АШП и при ее отсутствии?

7.7. Каким образом обеспечивается противофазность сигналов АШП на сумматоре при вращении антенны?

7.8. Какие факторы влияют на величину нескомпенсированного остатка АШП? Каковы пути его уменьшения?

7.9. Почему схема ШАРУ не защищает РЛС от АШП?

Литература

1. Охрименко А.Е. Основы извлечения, обработки и передачи информации. – Мн.: БГУИР, 1994.
2. Охрименко А.Е. Основы радиолокации и радиоэлектронная борьба. – М.: Воениздат, 1983.

Библиотека БГУИР

Учебное издание

***ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОКОМПЕНСАТОРА
АКТИВНЫХ ШУМОВЫХ ПОМЕХ***

Методические указания к лабораторной работе
по дисциплине «Системы радиолокации»
для студентов специальностей «Радиотехника»
и «Радиотехнические системы»
дневной формы обучения

Составители:

**Мельситов Владимир Александрович,
Плугатарь Геннадий Фёдорович**

Редактор Т.А. Лейко
Корректор Е.Н. Батурчик
Компьютерная верстка Т.В. Шестакова

Подписано в печать 30.04.2003.
Печать ризографическая.
Уч.-изд. л. 1,1.

Формат 60x84 1/16.
Гарнитура «Таймс».
Тираж 150 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 1,28.
Заказ 757.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
Лицензия ЛП № 156 от 30.12.2002.
Лицензия ЛВ № 509 от 03.08.2001.
220013, Минск, П. Бровки, 6