

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

Кафедра радиотехнических систем

***ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК  
ПРИЕМНИКА РЛС НАЗЕМНОЙ РАЗВЕДКИ***

Методические указания к лабораторной работе  
по курсу «Приемопередающие устройства»  
для студентов специальности «Техническое обеспечение безопасности»  
всех форм обучения

Минск 2006

УДК 621.396.62 (075.8)  
ББК 32.849 я 73  
И 85

С о с т а в и т е л и:  
А.М. Бригидин, В.В. Ползунов, Ю.А. Шашков

И 85 **Исследование** характеристик приемника РЛС наземной разведки:  
Метод. указания к лаб. работе по курсу «Приемопередающие устройства»  
для студ. спец. «Техническое обеспечение безопасности» всех форм  
обуч. / Сост. А.М. Бригидин, В.В. Ползунов, Ю.А. Шашков. – Мн.:  
БГУИР, 2006 – 14 с.: ил.

В работе рассматриваются особенности отраженных радиолокационных сигналов,  
методы уменьшения вредного воздействия помех на работу РЛС, а также  
оптимальные и квазиоптимальные структуры приемных устройств радиолокационных  
сигналов.

УДК 621.396.62 (075.8)  
ББК 32.849 я 73

© Бригидин А.М., Ползунов В.В.,  
Шашков Ю.А., составление, 2006  
© БГУИР, 2006

## Содержание

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ
  2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ
  3. ОПТИМИЗАЦИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ
  4. ОСОБЕННОСТИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ОТРАЖЕННЫХ СИГНАЛОВ
  5. ОСОБЕННОСТИ ПРИЕМНИКОВ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ
  6. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА РАДИОПРИЕМНИКА ИЗДЕЛИЯ 1РЛ133
  7. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ
  8. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ
  9. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА
  10. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
- ЛИТЕРАТУРА

Библиотека БГУИР

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение основных особенностей построения радиоприемных устройств (РПрУ) радиолокационных станций (РЛС) и исследование их основных характеристик на примере изделия 1РЛ133.

## 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Радиолокацией называется совокупность методов и технических средств, предназначенных для обнаружения различных объектов в пространстве, измерения их координат и параметров движения посредством приема и анализа электромагнитных волн, излучаемых или переизлучаемых объектами.

Технические средства, с помощью которых ведется радиолокационное наблюдение, называются радиолокационными станциями (РЛС), или радиолокаторами, а наблюдаемые объекты – радиолокационными целями. Типичными целями являются самолеты, ракеты, корабли, различные наземные инженерные сооружения и т.д.

В радиолокации наиболее часто измеряются дальность между целью и РЛС, угловые координаты (азимут, угол места) и радиальная относительно РЛС составляющая скорости движения объекта наблюдения. (Азимут – это угол между направлением на цель и северным направлением, измеренный в горизонтальной плоскости. Угол места измеряется между вектором наклонной дальности и его проекцией на горизонтальную плоскость).

Основными составляющими частями РЛС являются:

- радиопередатчик, предназначенный для формирования зондирующих сигналов, излучаемых в пространство;
- антенное устройство, предназначенное для излучения и приема радиоволн;
- радиоприемник, предназначенный для селекции, усиления и необходимого преобразования сигналов, несущих информацию о целях;
- выходное устройство, позволяющее представить имеющуюся информацию о целях в виде, удобном для получателя;
- управляющее устройство, предназначенное для создания управляющих сигналов, определяющих вид излучаемых колебаний и их периодичность, а также характер обработки принятых сигналов в приемнике и выходном устройстве.

В радиолокации используются импульсные и непрерывные зондирующие сигналы. Главными достоинствами импульсных РЛС являются простота измерения дальности до цели, в том числе и при наличии многих целей, и несложность использования одной антенны для приема отраженных и излучения зондирующих сигналов. К недостаткам импульсных РЛС относятся необходимость применения больших импульсных мощностей излучаемых

колебаний и сложность измерения скорости целей, особенно с высокой точностью.

РЛС с непрерывным излучением позволяют различать цели путем селекции их по скорости, однозначно измерять скорость в широком диапазоне ее возможных изменений и работать при относительно малой мощности излучения. К недостаткам РЛС с непрерывным излучением следует отнести сложность развязки приемного и передающего трактов, а также сложность выходных устройств, особенно при необходимости вести наблюдение за многими целями по нескольким параметрам.

В обзорных РЛС, предназначенных для поиска, обнаружения целей и измерения их координат, используются в основном импульсные зондирующие сигналы с различной структурой: когерентные и некогерентные, с малой или большой частотой следования. Соответственно разнятся и способы извлечения информации из принимаемых сигналов.

### 3. ОПТИМИЗАЦИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ

Функционирование РЛС всегда сопровождается наличием различного рода помех. Помехи приводят к искажению информации, снижают эффективность действия РЛС и делают задачу обнаружения целей статистической, имеющей вероятностный характер. Значительное действие помех на работу РЛС определяется тем, что принимаемый антенный отраженный сигнал, как правило, очень слабый, причем одновременно с сигналом на антенну воздействует и множество различных помех, также распространяющихся в свободном пространстве. Теория и опыт показывают, что искажения информации в основном определяются воздействием помех, случайными изменениями условий распространения электромагнитных колебаний и неидеальностью радиоаппаратуры.

Для повышения энергетической эффективности РЛС используются оптимальные структуры приемных устройств, которые наилучшим образом осуществляют выделение (селекцию) полезного сигнала на фоне различного рода помех. Состав и конкретные схемы оптимальных структур приемных устройств зависят от вида зондирующего сигнала и структуры помехи. Оптимальные структуры приема позволяют снизить требования к мощности передатчика и уменьшить затраты на создание и эксплуатацию РЛС. Оптимальные приемники осуществляют вычисление корреляционной функции и обеспечивают максимальное отношение сигнал/помеха на выходе обнаружителя. В качестве оптимальных структур используются схемы с корреляторами или с согласованными фильтрами.

### 4. ОСОБЕННОСТИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ОТРАЖЕННЫХ СИГНАЛОВ

При импульсном режиме работы РЛС принимаемый отраженный сигнал практически всегда представляет собой не одиночный импульс, а некоторую

последовательность импульсов, которая называется пачкой импульсов. Принцип образования пачки импульсов в РЛС обзорного типа показан на рис. 1.

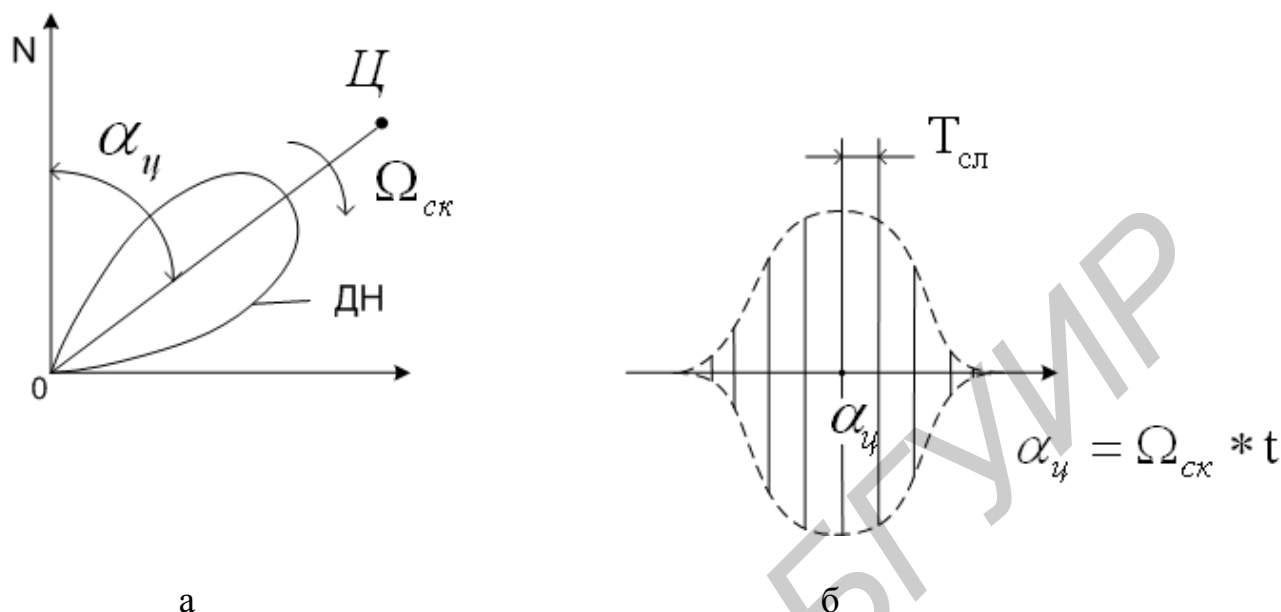


Рис. 1. Образование пачки импульсов:

$\alpha_{ц}$  – азимут цели; ДН – диаграмма направленности антенны в азимутальной плоскости;  $\Omega_{ск}$  – частоты вращения ДН антенны (частота сканирования);  $T_{сл}$  – период следования зондирующих сигналов

Передатчик РЛС излучает неограниченную последовательность зондирующих импульсов. Однако некоторая точечная цель (Ц, рис. 1,а) будет облучаться и отражать сигналы только в течение времени, пока эта цель будет находиться в пределах ДН сканирующей антенны РЛС. Поэтому принимаемый отраженный сигнал будет представлять собой пачку радиоимпульсов, огибающая которой определяется формой ДН антенны РЛС (рис. 1,б).

Отдельные импульсы последовательности могут быть простыми радиоимпульсами (с гармоническим внутриимпульсным заполнением) или сложными, модулированными по частоте или фазе. Таким образом, принимаемый отраженный сигнал представляет собой не одиночный радиоимпульс, а некоторую последовательность (пачку) радиоимпульсов.

## 5. ОСОБЕННОСТИ ПРИЕМНИКОВ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ

В назначении радиолокационных приемников обнаружения сигналов имеются особенности, отличающие их от приемников других радиотехнических систем (РТС). Эти особенности обусловлены структурой отраженного радиолокационного сигнала, который имеет вид пачки радиоимпульсов. Естественно, что прием таких многоэлементных сигналов распадается на различные операции:

– поэлементное выделение из помехи каждого импульса сигнала в отдельности;

– накопление энергии всей пачки отраженных импульсов.

Первая из этих операций выполняется с помощью коррелятора или оптимального фильтра, согласованного с одиночным импульсом пачки. На практике чаще используются согласованные фильтры (СФ). Существо второй операции состоит в суммировании откликов фильтра на каждый импульс пачки.

Согласованный с сигналом фильтр, выделяющий одиночный импульс отраженного сигнала, должен иметь частотную характеристику, «согласованную» со спектром сигнала, т.е. иметь следующий вид:

$$K_{\text{СФ}}(j\omega) = F_S(\omega) \exp(-j\Psi_S(\omega) \exp(-j\omega T_0)) = K_{\text{СФ}}(\omega) \exp(j\Psi_{\text{СФ}}(\omega)),$$

где  $F_S(\omega)$  – амплитудно-частотный спектр сигнала;

$\Psi_S(\omega)$  – фазочастотный спектр сигнала;

$$K_{\text{СФ}}(\omega) = F_S(\omega), \quad \Psi_{\text{СФ}}(\omega) = -\Psi_S(\omega) - \omega T_0;$$

$T_0$  – момент окончания действия сигнала.

В момент окончания действия сигнала ( $t = T_0$ ) СФ обеспечивает максимальное отношение сигнал-помеха. Физически это объясняется тем, что СФ больше ослабляет те составляющие спектра сигнала, которые менее интенсивны и в меньшей степени влияют на отклик фильтра, но однако это ослабление существенно уменьшает помеху. Кроме того, фазовая характеристика СФ выбрана так, что в момент окончания действия сигнала  $t = T_0$  все составляющие спектра сигнала оказываются синфазными и поэтому будут суммироваться. Именно поэтому отношение сигнал-помеха на выходе фильтра будет лучше, чем на входе.

Необходимо отметить, что практическая реализация СФ обычно вызывает значительные трудности. Поэтому на практике чаще применяют квазиоптимальные фильтры, которые несколько проигрывают оптимальным по эффективности, но значительно проще в реализации. Так, для простого радиоимпульса квазиоптимальным фильтром будет являться полосовой фильтр с частотной характеристикой, соответствующей амплитудно-частотному спектру сигнала, и с приблизительно линейной фазовой характеристикой.

Существенно то, что при оптимальном обнаружении форма сигнала на выходе фильтра искажается, поскольку сигнал как функция времени на выходе СФ переходит в корреляционную функцию. Однако в задаче обнаружения форма сигнала не имеет значения. Важно обеспечить максимальную вероятность правильного обнаружения и минимальную вероятность ошибки.

Для накопления (суммирования) энергии всей пачки импульсов также используются оптимальные и квазиоптимальные устройства. Оптимальные устройства содержат многоотводные линии задержки (ЛЗ) и сумматоры. Количество отводов в ЛЗ равно числу импульсов в пачке  $N$ , а задержка между отводами выбирается так, чтобы импульсы, следующие с периодом  $T_{\text{СЛ}}$ ,

суммировались синфазно. Однако при практической реализации оптимальных накопителей возможны существенные затруднения. Эти трудности связаны с тем, что требования к точности и стабильности параметров ЛЗ оказываются очень жесткими, а задержка во многих случаях оказывается весьма большой. Поэтому наряду с оптимальными накопителями энергии пачки импульсов на практике широкое применение находят и более простые квазиоптимальные системы.

При визуальном съеме информации простейшим последетекторным накопителем энергии импульсов будет являться электронно-лучевая трубка (ЭЛТ) с достаточно длительным послесвечением. При многократном возбуждении люминофора экрана ЭЛТ возникает эффект интегрирования и яркость отметок целей возрастает. Помехи, имеющие нерегулярную структуру, заметных отметок на экране ЭЛТ оставлять не будут. Такое накопление энергии пачки импульсов широко используется в РЛС обзорного типа.

В устройствах с автоматическим съемом информации применяются квазиоптимальные накопители с динамической памятью – рециркуляторы. Эффект накопления в таких устройствах достигается за счет использования задержанной на период следования  $T_{сл}$  положительной обратной связи. Основными элементами рециркулятора (рис. 2) являются линия задержки на период следования импульсов ( $t_3 = T_{сл}$ ) и суммирующее устройство  $\Sigma$ .

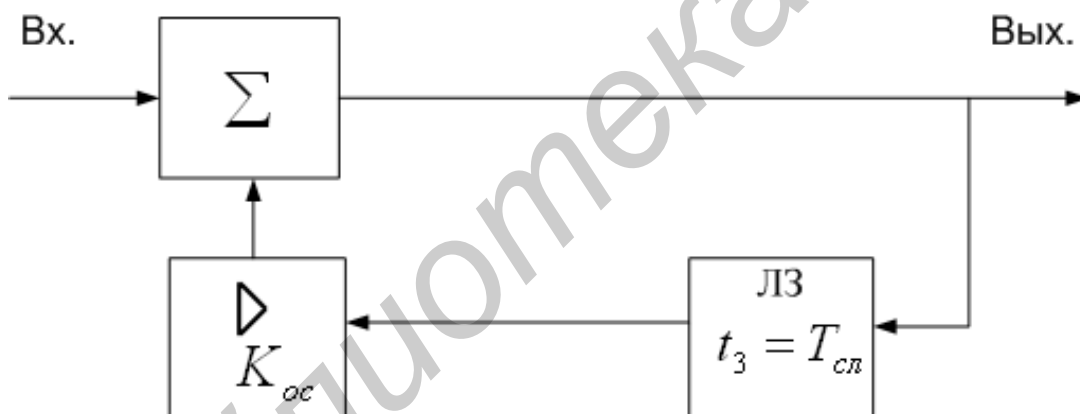


Рис. 2. Структурная схема рециркулятора

Эффект накопления в рециркуляторе образуется в результате суммирования поступающего очередного импульса пачки с возвратившейся на вход по цепи обратной связи частичной суммой, полученной на предшествующих этапах работы устройства. Для предотвращения самовозбуждения коэффициент обратной связи выбирается равным  $K_{ос} = 0,9...0,95$ . Отметим, что при соответствующем выборе параметров и обеспечении их стабильности потери в рециркуляторе по сравнению с оптимальным накопителем не превышают 1 дБ.



В соответствии с вышеуказанным, структурная схема оптимального радиолокационного приемника для некогерентной пачки радиоимпульсов будет иметь вид, показанный на рис. 3.

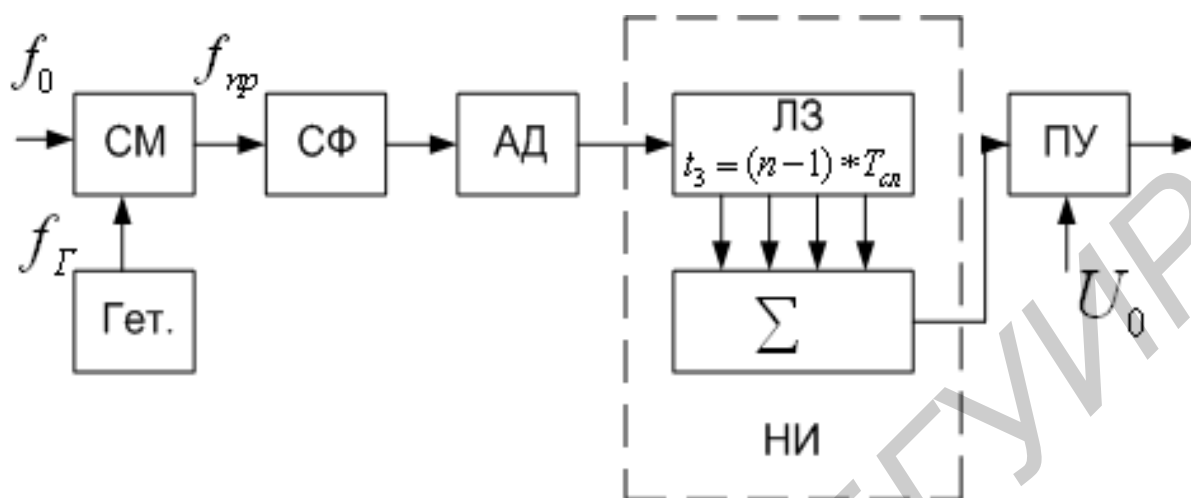


Рис. 3. Структурная схема приемника РЛС:

СМ – смеситель; Гет – гетеродин; СФ – согласованный фильтр для выделения одиночного импульса пачки; АД – амплитудный детектор; НИ – накопитель энергии всей пачки отраженных импульсов; ПУ – пороговое устройство;  
 $f_{\text{нр}} = f_0 - f_{\text{Г}}$ .

В некогерентной пачке радиоимпульсов начальные фазы колебаний каждого импульса случайны и независимы. Согласованный фильтр осуществляет оптимальное выделение одиночного радиоимпульса из помехи. Вследствие случайности начальной фазы каждого из импульсов пачки осуществить непосредственное суммирование радиоимпульсов не представляется возможным. Поэтому операции накопления предшествует детектирование сигнала. Нечувствительный к фазе амплитудный детектор (АД) выделяет огибающую радиоимпульса. Полученные таким образом видеоимпульсы синхронно суммируются в накопителе импульсов (НИ). С выхода сумматора НИ сигнал подается на пороговое устройство.

## 6. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА РАДИОПРИЕМНИКА ИЗДЕЛИЯ 1РЛ133

Изделие 1РЛ133 предназначено для поиска, обнаружения, сопровождения и измерения координат движущихся наземных целей (человека, автомобиля, группы людей или автомобилей и т.д.). Структурная схема приемника приведена на рис. 4.

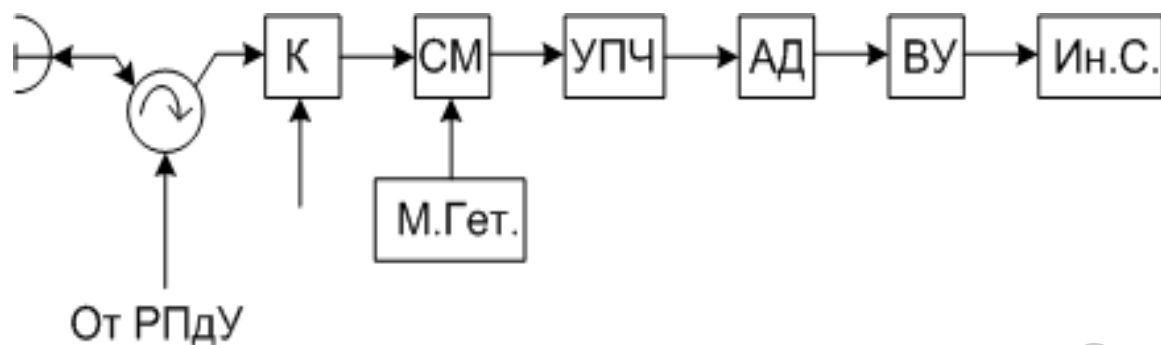


Рис 4. Структурная схема радиоприемника изделия 1РЛ133:

К – коммутатор; УПЧ – усилитель промежуточной частоты; ВУ – видеоусилитель; Ин. С – индикаторная система; М. Гет. – местный гетеродин

Принятые антенной отраженные СВЧ-импульсы и непрерывные колебания местного гетеродина (М.Гет.) поступают на смеситель (СМ). Частота сигнала М.Гет  $f_{Г}$  отличается от частоты отраженных импульсов  $f_{С}$  на величину промежуточной частоты приемника  $f_{пр}$ . В результате преобразования на выходе смесителя образуется сигнал разностной (промежуточной) частоты, равный  $f_{пр} = f_{С} - f_{Г} = 30 \text{ МГц}$ , который поступает на вход семикаскадного транзисторного усилителя промежуточной частоты (УПЧ). С выхода УПЧ усиленный сигнал подается на вход амплитудного детектора (АД). Продетектированный сигнал через согласующее устройство поступает на видеоусилитель (ВУ). Усиленные видеоимпульсы отраженных сигналов подаются на индикаторную систему (Ин. С.) устройства.

В усилителе промежуточной частоты формируется логарифмическая амплитудная характеристика. УПЧ с логарифмической амплитудной характеристикой обеспечивает усиление входных сигналов в большом динамическом диапазоне без применения системы автоматического регулирования усиления (АРУ). Приемная система с таким УПЧ не перегружается сигналами, отраженными даже от близко расположенных объектов.

Коллекторной нагрузкой каждого каскада УПЧ является одиночный LC контур. Контуров первого, шестого и седьмого каскадов настроены на промежуточную частоту. Контуров второго и четвертого каскадов настроены на частоту выше, а третьего и пятого – на частоту ниже промежуточной. Такая настройка контуров УПЧ обеспечивает необходимую полосу пропускания, а амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики УПЧ оказываются согласованными по спектрам усиливаемого импульсного сигнала. Таким образом, усилитель промежуточной частоты выполняет роль

квазиоптимального согласованного фильтра одиночного импульса пачки, что повышает помехозащищенность изделия.

Индикаторная система предназначена для обеспечения визуального поиска целей, наблюдения за ними в процессе сопровождения и определения их координат. В индикаторной системе применяется электронно-лучевая трубка с достаточно длительным послесвечением. Таким образом, ЭЛТ индикатора будет являться квазиоптимальным накопителем энергии пачки отраженных импульсов, что также способствует повышению помехозащищенности изделия.

## 7. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Лабораторная установка выполнена на базе изделия 1РЛ133. Данное изделие представляет собой переносную когерентно-импульсную РЛС, предназначенную для поиска, обнаружения, сопровождения и измерения координат подвижных наземных целей на дальностях до 15 км. РЛС состоит из следующих систем: антенно-волноводной, приемопередающей, селекции движущихся целей (СДЦ), индикаторной, управления антенной и питания. Конструктивно РЛС выполнена в виде двух блоков: приемопередатчика – блок П-01 – и блока управления и индикации – блок П-02. В крышку блока П-01 вмонтирована параболическая антенна, а сам блок устанавливается на треногу, что позволяет осуществлять вращение антенны в угломестной и азимутальной плоскостях вместе с блоком. Питание станции осуществляется от аккумуляторной батареи напряжением 24...28 В.

Структурная схема лабораторной установки показана на рис. 5. Установка содержит изделие 1РЛ133 (блоки П-01 и П-02), генератор высокой частоты (ГВЧ) типа ГЧ-93, генератор импульсов (ГИ) типа Г5-15, двухканальный осциллограф типа С-114 и отдельный блок питания. ГВЧ работает в режиме внешней импульсной модуляции, которая осуществляется от ГИ. Внешняя синхронизация осциллографа также производится от генератора импульсов.

На вход усилителя промежуточной частоты блока П-01 от высокочастотного генератора подается радиоимпульс с частотой заполнения, равной промежуточной частоте УПЧ изделия (30 МГц). Уровень входного сигнала УПЧ может регулироваться в широких пределах выходными аттенуаторами ГВЧ. Коэффициент усиления УПЧ регулируется потенциометром УПЧ, расположенным на передней панели блока П-02. Длительность модулирующего импульса (выходного сигнала ГИ) равна  $t_u = 7...8$  мкс, а частота повторения  $F_{\Pi} = 7...8$  кГц.

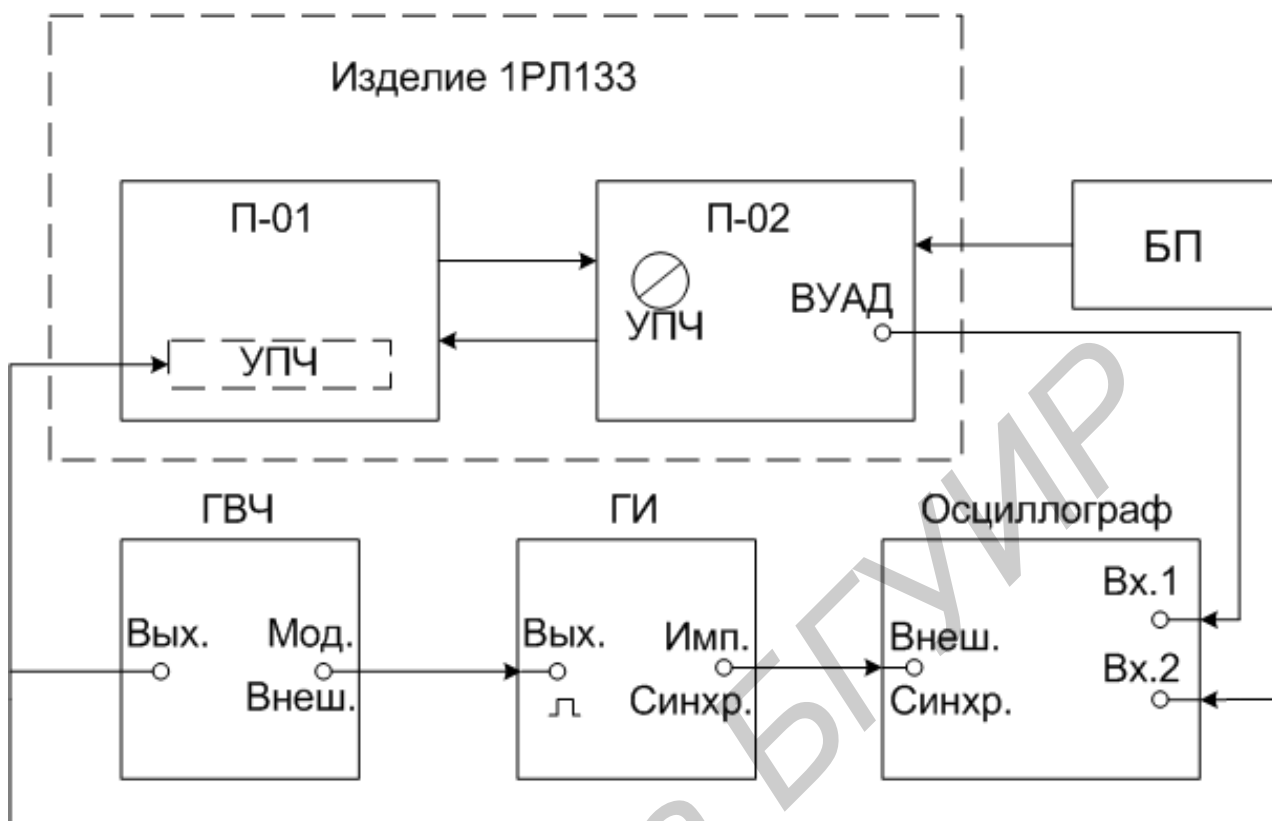


Рис.5. Схема лабораторной установки :  
 ГВЧ – генератор высокой частоты; ГИ – генератор импульсов;  
 БП – блок питания

На первый вход осциллографа (Вх.1) подается сигнал с выхода видеосуслителя амплитудного детектора (гнездо ВУАД блока блока П-02), а на второй вход (Вх.2) – радиоимпульс от генератора высокой частоты. Гнездо ВУАД расположено внизу на правой боковой панели блока П-02. По осциллографу контролируется наличие и вид входного сигнала УПЧ, а также измеряются параметры выходного сигнала усилителя промежуточной частоты после амплитудного детектирования.

## 8. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Прежде чем приступить к выполнению работы, необходимо ознакомиться со схемой установки и органами управления контрольно-измерительных приборов.

### 8.1. Включение лабораторной установки

Для включения изделия 1РЛ133 необходимо:

- поставить переключатель «Контроль» блока П-02 в положение «24»;
- включить оба сетевых источника питания изделия. При этом стрелка прибора «Контроль» блока П-02 должна находиться в пределах от 0 до 3 делений;

- переключатель «Работа» блока П-02 установить в верхнее положение;
- переключатель «Контроль» поставить в положение «б». При этом стрелка прибора «Контроль» должна находиться в пределах красного сектора шкалы.

Установить на ГВЧ частоту 30 МГц и выходной аттенуатор – 60 дБ, а амплитуду выходного сигнала ГИ – 0. Включить приборы (ГВЧ, ГИ, осциллограф).

Амплитуду выходного сигнала ГИ установить в пределах 25...35 В, а уровень сигнала на выходе ГВЧ – 30 дБ. По осциллографу убедиться в наличии радиоимпульсов на входе УПЧ и однополярных видеоимпульсов с шумами на выходе амплитудного детектора. При необходимости изменить усиление УПЧ.

### 8.2. Измерение амплитудной характеристики УПЧ

Амплитудная характеристика представляет зависимость напряжения на выходе усилителя от напряжения на входе его, т.е. зависимость вида  $U_{\text{ВЫХ}} = \varphi(U_{\text{ВХ}})$ .

Для снятия амплитудной характеристики установить малое усиление усилителя промежуточной частоты (потенциометр УПЧ почти в крайнее левое положение). Уровень входного радиоимпульса УПЧ поставить в положение -30 дБ. По осциллографу измерить амплитуду импульса на выходе видеоусилителя (гнездо ВУАД блока П-02). Изменяя уровень входного сигнала ступенями через 3 дБ в сторону увеличения, снять амплитудную характеристику УПЧ.

Повторить измерения для среднего и высокого коэффициента усиления УПЧ (коэффициент усиления изменять потенциометром УПЧ на передней панели блока П-02).

По полученным результатам построить графики зависимостей  $U_{\text{ВЫХ}} = \varphi(U_{\text{ВХ}})$  для различных коэффициентов усиления усилителя промежуточной частоты.

## 9. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет оформляется в соответствии с общепринятыми требованиями и должен содержать:

- цель работы;
- структурную схему радиоприемника изделия 1РЛ133;
- таблицы результатов экспериментальных измерений;
- графики полученных зависимостей;
- выводы по работе.

## 10. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и определение РЛС.
2. Виды зондирующих сигналов, применяемых в РЛС.

3. Причины искажения информации при работе РЛС.
4. Что используется для уменьшения вредного воздействия помех?
5. Особенности отраженных радиолокационных сигналов.
6. Какие устройства используются для поэлементного выделения каждого импульса пачки?
7. Какие устройства используются для накопления энергии всей пачки импульсов?
8. Структурная схема оптимального радиолокационного приемника для некогерентных импульсных сигналов.
9. Структурная схема приемника изделия 1РЛ133.
10. Какие функции выполняет УПЧ приемника изделия 1РЛ133.
11. С какой целью применяются автоматическое регулирование усиления (АРУ) или логарифмическая амплитудная характеристика УПЧ?

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Радиоприемные устройства /Под ред. М.Н. Фомина. – М.: Радио-связь, 1996.
2. Головин О.В. Радиоприемные устройства: Учебник для техникумов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002.
3. Пестряков В.Б., Кузенков В.Д. Радиотехнические системы. – М.: Радио и связь, 1985.
4. Радиотехнические системы /Под ред. Ю.М. Казаринова. – М: Высш. шк., 1990.

Учебное издание

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИЕМНИКА РЛС НАЗЕМНОЙ РАЗВЕДКИ**

Методические указания  
к лабораторной работе  
по курсу «Приемопередающие устройства»  
для студентов специальности  
«Техническое обеспечение безопасности»  
всех форм обучения

Составители:

**Бригидин** Анатолий Михайлович  
**Ползунов** Владимир Васильевич,  
**Шашков** Юрий Алексеевич

Редактор Т.Н. Крюкова  
Корректор Н.В. Гриневич

---

Подписано в печать 24.05.06.  
Гарнитура «Таймс».  
Уч.-изд. л. 0,8.

Формат 60x84 1/16.  
Печать ризографическая.  
Тираж 150 экз.

Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 1,05.  
Заказ № 674.

---

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
ЛИ №02330/0056964 от 01.04.2004. ЛП №02330/0131518 от 30.04.2004.  
220013, Минск, П. Бровки, 6