



Теоретические основы радиолокации

СИСТЕМЫ СЕЛЕКЦИИ ДВИЖУЩИХСЯ ЦЕЛЕЙ

Когерентность (от лат. *cohaerens* — «находящийся в связи»):

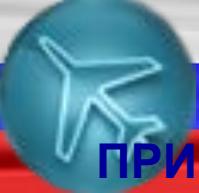
Когерентность нескольких колебательных или волновых процессов (в физике) — согласованность (скоррелированность) этих процессов во времени, проявляющаяся при их сложении.

Применительно к радиолокации под когерентностью понимают степень взаимосвязи параметров пространственно-временных сигналов.

В когерентных радиолокационных системах в отличие от некогерентных используется информация об изменении не только параметров амплитуды, но и фазы отраженного от цели сигнала.

Фаза является наиболее чувствительным параметром сигнала. Так, например, изменение расстояния до цели всего на один сантиметр приводит к изменению фазы сигнала на 180° (в сантиметровом диапазоне волн), в то время как амплитуда сигнала и задержка огибающей сигнала остаются практически неизменными.

Когерентный приемопередающий тракт РЛС включает в себя устройства формирования зондирующего сигнала, усиления и преобразования на промежуточную частоту принимаемого сигнала, фазовые детекторы, АЦП.



Теоретические основы радиолокации

СИСТЕМЫ СЕЛЕКЦИИ ДВИЖУЩИХСЯ ЦЕЛЕЙ

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ СЕЛЕКЦИИ ДВИЖУЩИХСЯ ЦЕЛЕЙ

Аппаратура для борьбы с пассивными помехами основана на априорном знании отличий свойств помех от свойств полезных сигналов. Основным признаком, по которому отличаются движущиеся и неподвижные объекты, является различная **величина доплеровского сдвига частоты высокочастотного заполнения отраженного сигнала**.

Сигналы неподвижных целей, имея малую величину доплеровского сдвига частоты и достаточно узкий частотный спектр амплитудных и фазовых флуктуаций, относятся к сильно коррелированным от периода к периоду зондирования сигналам.

Сигналы, отраженные от движущихся целей, имеют большой доплеровский сдвиг частоты несущего колебания.

Эту разницу в частотах Доплера в импульсных РЛС используют для селекции движущихся целей путем сравнения изменений фазовых соотношений зондирующего и отраженного сигналов.

Для того чтобы сравнить фазы отраженного и зондирующего сигналов, необходимо сформировать **опорное или когерентное колебание**, позволяющее запомнить фазу зондирующего сигнала по крайней мере на тот интервал дальности, где имеются пассивные помехи. Опорное колебание обычно формируют на промежуточной частоте, на которой происходит основное усиление сигналов.



Теоретические основы радиолокации

СИСТЕМЫ СЕЛЕКЦИИ ДВИЖУЩИХСЯ ЦЕЛЕЙ

Когерентно-импульсный метод СДЦ основан на различии в характеристиках сигналов, отраженных от пассивной помехи, которая неподвижна или малоподвижна, и от быстролетающих целей. Фаза сигналов, отраженных от подвижных целей, меняется от одного периода повторения к другому. За время между двумя излученными импульсами цель переместится на расстояние:

$$\Delta D = V_r T$$

где: V_r - радиальная составляющая скорости,
 T - период повторения зондирующих сигналов.

Запаздывание последующего сигнала относительно предыдущего будет:

$$\Delta t = \frac{2\Delta D}{c}$$

где: c - скорость распространения радиоволн.

В соответствии с этим будет меняться и разность фаз между эхо-сигналами смежных периодов повторения и опорным колебанием по закону:

$$\Delta \varphi = 2\pi f_0 \Delta t$$

где: f_0 - несущая частота излучения

Если рассмотреть в нескольких периодах повторения начальные фазы импульсов, отраженных от движущейся цели, то их значение будет изменяться по определенному закону в виде синусоиды, частота которой называется частотой Доплера и определяется выражением:

$$F_d = \frac{2V_r}{c} f_0$$



Теоретические основы радиолокации

СИСТЕМЫ СЕЛЕКЦИИ ДВИЖУЩИХСЯ ЦЕЛЕЙ

Сигналы, отраженные от неподвижного образования, изменения фаз не имеют, так как $V_r = 0$. Таким образом, при отражении сигналов от неподвижных объектов фаза принимаемых сигналов неизменна от периода к периоду повторения зондирующих импульсов, а при отражении сигналов от подвижных объектов фаза принимаемых сигналов будет меняться от периода к периоду.

Анализ начальных фаз принятых сигналов производится методом сравнения этих сигналов с опорным гетеродинным напряжением на фазовом детекторе.

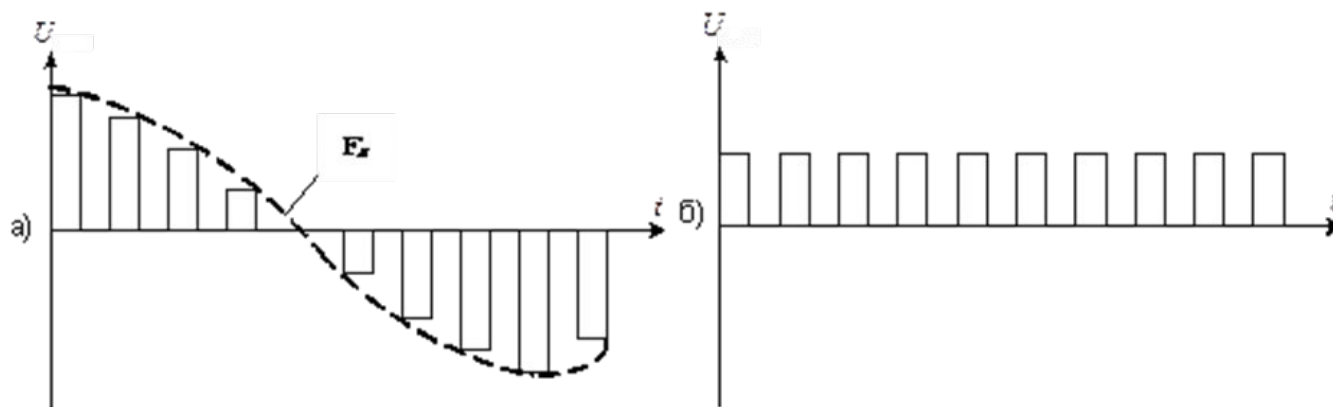


Рис. 6.1. Сигналы на выходе фазового детектора:

а) сигналы от подвижного объекта;

б) сигналы от неподвижного объекта.

В результате детектирования сигналов на выходе фазового детектора появляются видеоимпульсы, величина которых для подвижных объектов изменяется от периода к периоду по закону Доплера (рис. а) и постоянна по величине и знаку для неподвижных целей и пассивных помех (рис. б).

В когерентно-импульсных РЛС различают несколько видов фазовой когерентности опорного и зондирующего сигналов.

Истинная внутренняя когерентность достигается тем, что опорное колебание на промежуточной частоте и колебание гетеродина на СВЧ создаются с помощью стабильных задающих генераторов, а зондирующий сигнал получается смешиванием этих сигналов, выделением сигнала на разностной (или суммарной) частоте с последующей импульсной модуляцией и усилением мощности с помощью СВЧ усилителя со стабильной фазовой характеристикой. Формирование всех указанных сигналов осуществляется в передающем устройстве РЛС.

Псевдокогерентность достигается тем, что генератор передатчика РЛС с самовозбуждением (например, магнетрон) вырабатывает некогерентную последовательность радиоимпульсов с постоянной несущей частотой и со случайными начальными фазами. В каждом периоде повторения начальная фаза высокочастотного заполнения зондирующего импульса запоминается на промежуточной частоте с помощью специального генератора, называемого когерентным гетеродином, на время приема отраженных сигналов до следующего зондирования. Когерентный гетеродин обычно составляет часть приемного устройства РЛС и фазировается каждым зондирующим импульсом, поступающим из УПЧ АПЧ.

Внешняя когерентность достигается тем, что в качестве опорного колебания используется колебание когерентного гетеродина, фазированного принимаемым сигналом, отраженным неподвижными и малоподвижными объектами. Передатчик РЛС с внешней когерентностью может быть построен по любому из указанных способов.

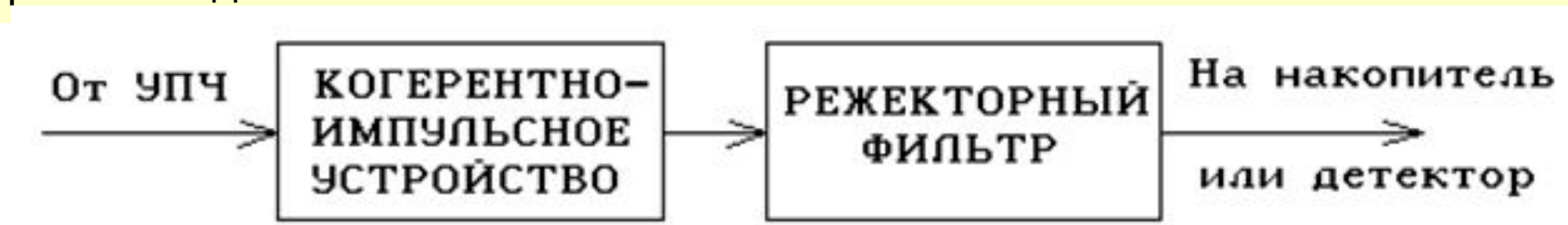


Теоретические основы радиолокации

СИСТЕМЫ СЕЛЕКЦИИ ДВИЖУЩИХСЯ ЦЕЛЕЙ

При использовании в РЛС истинной внутренней когерентности, когда излучается когерентная пачка, необходимость в применении специальных устройств, обеспечивающих когерентность сигналов при приеме, отпадает.

Система СДЦ в этом случае состоит из режекторного фильтра (РФ) и устройства переноса спектра сигнала в область его рабочих частот. При других способах обеспечения когерентности в состав системы СДЦ кроме режекторного фильтра должно входить и так называемое когерентно-импульсное устройство (КИУ), которое обеспечивает когерентность импульсов в пачке и перенос их спектра в область рабочих частот РФ. Поэтому в общем случае структурная схема системы СДЦ имеет вид:



Упрощенная структурная схема системы СДЦ

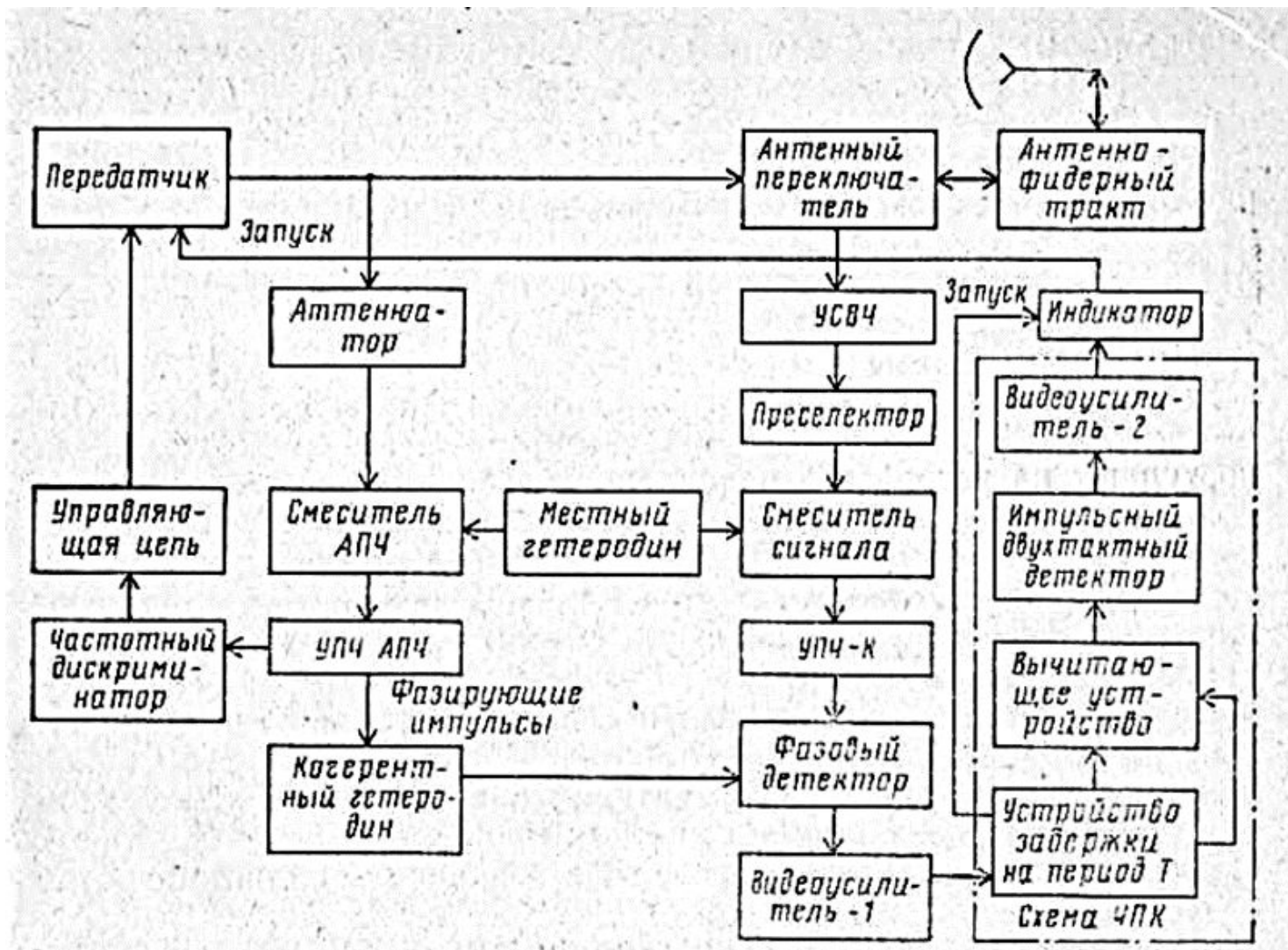
Истинно — когерентные РЛС обычно сложнее по построению, чем псевдокогерентные, в них обеспечивается более высокая стабильность частоты опорного колебания и зондирующего сигнала, что позволяет получить более высокую степень компенсации пассивных помех. Большинство из вновь разрабатываемых трассовых и аэроузловых РЛС является истинно-когерентными. Эксплуатируемые в настоящее время посадочные, аэродромные и частично трассовые РЛС являются псевдокогерентными с внутренней когерентностью.



Теоретические основы радиолокации

СИСТЕМЫ СЕЛЕКЦИИ ДВИЖУЩИХСЯ ЦЕЛЕЙ

Селекция движущихся целей в псевдокогерентных РЛС с внутренней когерентностью



Селекция движущихся целей в псевдокогерентных РЛС с внутренней когерентностью

Передатчик РЛС магнетронного типа излучает некогерентную последовательность коротких зондирующих радиоимпульсов со случайной начальной фазой. Для поддержания постоянства промежуточной частоты используется электромеханическая система АПЧ с подстройкой частоты передатчика и стабильным местным гетеродином.

Небольшая часть мощности при излучении отводится через аттенюатор на вход систем АПЧ. Импульсный СВЧ радиосигнал преобразуется в сигнал промежуточной частоты и после усиления в УПЧ АПЧ подается на когерентный гетеродин для фазирования его в начале каждого периода зондирования. Отраженные сигналы принимаются антенной, усиливаются в УПЧ когерентного канала и подаются на фазовый детектор. Видеоимпульсы с выхода фазового детектора через видеоусилитель поступают на устройство подавления пассивных помех, выполненное в данном случае в виде простейшей системы однократной черес-периодной компенсации (ЧПК). В системе ЧПК осуществляются задержка видеосигналов строго на период повторения зондирующих импульсов и сравнение их по амплитуде в двух соседних периодах с помощью вычитающего устройства. На выходе вычитающего устройства видеосигналы могут иметь различную полярность, а на индикаторное устройство требуется подавать импульсы одной полярности, поэтому после вычитания видеоимпульсы целей приводятся к одной полярности импульсным двухтактным детектором. С выхода видеоусилителя видеосигнал транслируется на индикатор для отображения.