

1.1.1 Способы и средства наблюдения в радиодиапазоне

Радиолокационное и радиотеплолокационное наблюдение осуществляется в диапазоне радиочастот средствами радио- и радиотеплолокационного наблюдения.

Для получения радиолокационного изображения наблюдаемой области пространства антенной радиолокатора формируется узкий зондирующий луч электромагнитных волн, которым осуществляется сканирование требуемой области пространства. Для сканирования используются короткие мощные высокочастотные сигналы – зондирующие импульсы. Отраженный от поверхности объекта радиосигнал принимается радиолокатором и отображается на двухкоординатном индикаторе (мониторе). Развертка индикатора синхронизируется с положением антенны в пространстве и моментами излучения зондирующих импульсов, вследствие чего на индикаторе формируется радиолокационное изображение наблюдаемой области пространства. Принцип радиолокационного наблюдения иллюстрируется рис.2.6.

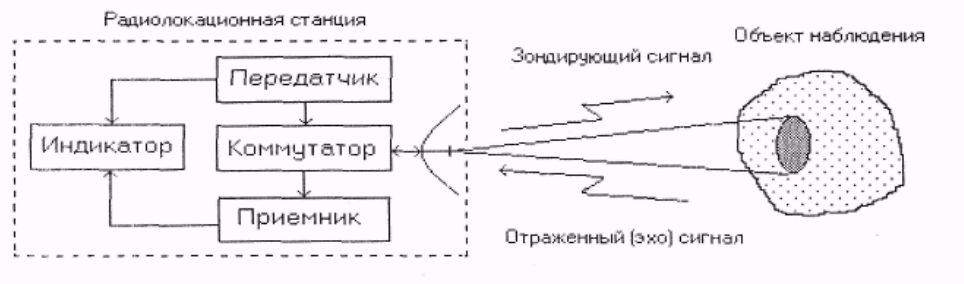


Рис.2.6. Принцип радиолокационного наблюдения

Радиолокационное изображение существенно отличается от изображения в оптическом диапазоне. Качество радиолокационного изображения определяется характеристиками радиолокатора: разрешающей способностью по дальности и угловым координатам, длиной волны электромагнитного излучения. Дальность радиолокационного наблюдения зависит от целого ряда факторов, наиболее существенными из которых являются отражающие свойства и энергетический потенциал радиолокатора и степень затухания электромагнитных волн в среде распространения.. Отражающие свойства объекта или его элементов характеризуются его эффективной площадью рассеяния ЭПР. Энергетический потенциал – произведение мощности зондирующего импульса на коэффициент направленного действия антенны. Чем короче длина волны, тем больше степень ее затухания в атмосфере. Разрешающая способность по угловым координатам определяется шириной диаграммы направленности антенны, разрешающая способность по дальности – длительностью зондирующего импульса.

Ширина диаграммы направленности антенны определяется соотношением геометрических размеров антенны и длины волны. Эффективное отражение электромагнитной волны от объекта или его деталей возможно, если их размеры превышают длину волны. Если эти размеры значительно меньше длины волны, то она огибает такие объекты. Поэтому в радиолокации наиболее широко используется сантиметровый и мм-диапазон диапазоны волн.

Наземные радиолокаторы малой дальности применяют для обнаружения людей и транспортных средств на расстоянии в сотни метров, движущихся объектов на расстояниях единицы - десятки км. Точность определения координат наземных РЛС составляет по дальности 10-20% и около градуса по азимуту.

Сверхдальние (загоризонтные) РЛС используют эффект, открытый в 60-е годы Н. И. Кабановым: отражение от ионосферы радиоволн дециметрового диапазона не только в прямом, но и обратном направлениях. Отражаясь от объектов на земной поверхности на удалении 800-4000 и более км от РЛС, электромагнитные волны, несущие информацию о демаскирующих признаках объектов, принимаются и регистрируются приемником радиолокатора. Из-за нестабильности ионосферы разрешение таких РЛС значительно хуже, чем у надгоризонтных радиолокаторов.

Для повышения разрешающей способности радиолокаторов воздушного и космического базирования используют в радиолокационные станции бокового обзора (РЛС БО). Они размещаются на разведывательных самолетах и космических аппаратах. РЛС БО используют два вида антенн: радиолокационные вдольфюзеляжные (РФА) и с синтезированной (искусственной) апертурой (РСА).

Элементы антенны первого вида размещают на фюзеляже самолета с обеих его сторон или в подвесном контейнере-обтекателе. Благодаря такому расположению длина антенны может достигать 10-15 м. Такая антенна создает узкую (в доли градусов) диаграмму направленности в горизонтальной плоскости и широкую - в вертикальной. Антенна формирует один или два (при обзоре двух сторон) луча, направленных перпендикулярно линии полета самолета V_c (см. рис. 2.7).

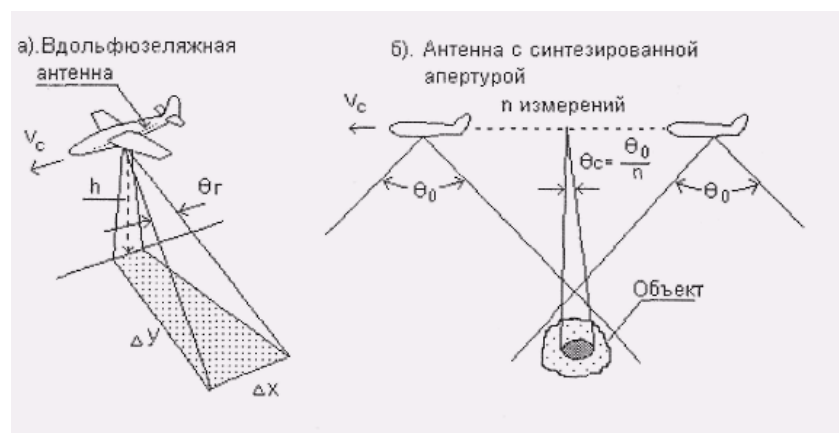


Рис.2.7. Принципы работы радиолокатора бокового обзора

Излученный антенной РЛС БО радиоимпульс облучает участок местности шириной Δx и длиной Δy . При полете самолета по прямолинейной траектории луч РЛС перемещается вместе с самолетом, а на индикаторе РЛС формируется изображение полосы местности, параллельной траектории полета самолета.

Особенностью бокового обзора является невозможность просмотра полосы местности под самолетом и ухудшение линейного разрешения пропорционально увеличению боковой дальности от самолета.

Повышение угловой разрешающей способности РЛС с синтезированной апертурой антенны основано на формировании узкой диаграммы направленности по азимуту с помощью искусственно создаваемой антенной решетки. В РЛС применяется небольшая антенна, широкая диаграмма направленности которой неподвижна относительно самолета и направлена перпендикулярно линии полета. При полете самолета антенна РЛС последовательно занимает в пространстве положения на прямой траектории полета самолета, эквивалентные положениям элементов гипотетической антенной решетки. РЛС СА запоминает отраженные сигналы в n последовательных точках траектории полета самолета. В результате запоминания сигналов и их когерентного суммирования достигается эффект, аналогичный приему n элементами физической антенной решетки. Размер синтезированной апертуры антенны соответствует длине участка траектории, на котором осуществляется запоминание и когерентное суммирование сигналов. Ширина диаграммы направленности в горизонтальной плоскости синтезированной антенны РЛС в n раз меньше ширины диаграммы физической антенны, установленной на самолете или КА. Используя этот метод, можно увеличить разрешающую способность РЛС по азимуту в 100 и более раз.

РЛС дециметрового и метрового диапазона волн используют существенное увеличение проникающей способности электромагнитных волн внутрь наблюдаемых объектов с уменьшением длины волны. Для сухой почвы такое проникновение может достигать нескольких метров. Это позволяет наблюдать сигналы, отраженные не только от поверхности Земли или объекта, но и различными неоднородностями в глубине. Появляются дополнительные демаскирующие признаки объектов и возможность их наблюдения при маскировке, например, естественной растительностью.

Прием слабых тепловых радиоизлучений материальных тел (объектов) обеспечивает пассивная радиолокация или радиотеплолокация. Мощность излучения объектов в радиодиапазоне с приемлемой погрешностью определяется законом Релея-Джипса, в соответствии с которым энергетическая плотность (мощность в Вт на m^2) излучения пропорциональна температуре (в $^{\circ}K$) и обратно пропорциональна квадрату длины волны.

Радиотеплолокационное наблюдение объектов осуществляется с помощью специальных радиоприемных устройств, называемых радиометрами. В радиометре производится суммирование по мощности тепловых радиоизлучений поверхности объекта наблюдения, детектирование сигнала, усиление видеосигнала и формирование радиотеплолокационного изображения на индикаторе (экране) аналогично формированию изображения на индикаторе радиолокационной станции. В связи с тем, что параметры антенны радиометра оказывают более существенное влияние на его дальность и разрешение, к антенне радиометра предъявляются более жесткие требования к максимуму коэффициента усиления и минимуму уровня боковых лепестков. Применяются зеркальные параболические, линзовые и многоэлементные антенны.

Для снижения собственных тепловых шумов во входных каскадах радиометра используются слабошумящие квантомеханические и параметрические усилители, различные способы компенсации помех в цепях радиометра и др.

Возможности радиотеплолокации по видовым демаскирующим признакам весьма ограничены вследствие невысоких дальности и разрешения радиометров.

1.2 Способы и средства перехвата сигналов

Перехват носителей в виде электромагнитного, магнитного и электрического полей, а также электрических сигналов с информацией осуществляют органы добывания радио и радиотехнической разведки. При перехвате решаются следующие основные задачи:

- поиск, обнаружение и выделение искомых сигналов;
- анализ их технических характеристик;
- определение местоположения (координат) источников сигналов;

- обработка полученных данных и выделение первичных признаков источников излучения или текста перехваченного сообщения.

Упрощенная структура комплекса средств перехвата приведена на рис. 3.8.

Типовой комплекс включает:

- приемные антенны;
- радиоприемник;
- анализатор технических характеристик сигналов;
- радиопеленгатор;
- регистрирующее устройство.

Антенна предназначена для преобразования электромагнитной волны в электрические сигналы, амплитуда, частота и фаза которых соответствует аналогичным характеристикам электромагнитной волны.

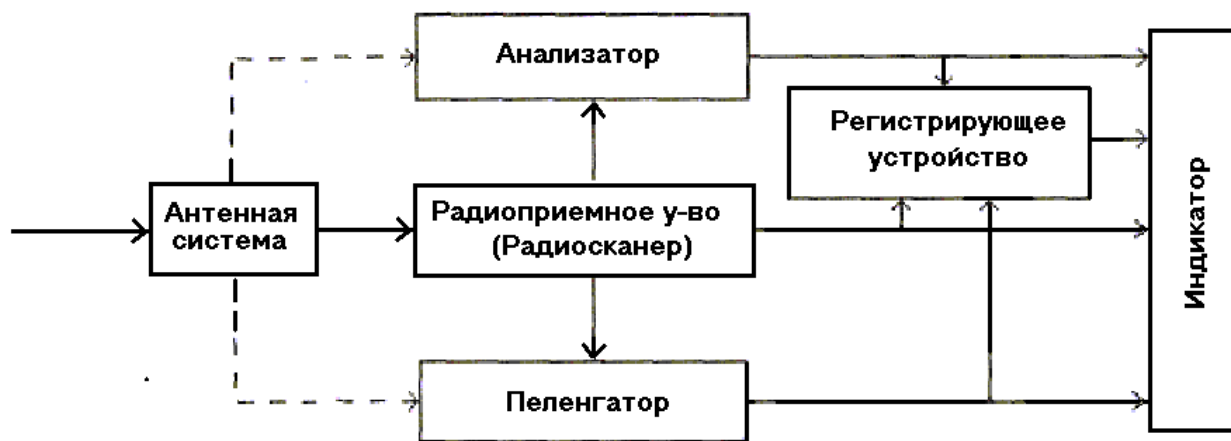


Рис. 3.8. Структура комплекса средств перехвата

Радиоприемное устройство (радиосканер) осуществляет поиск и селекцию радиосигналов по частоте, их усиление, демодуляцию (детектирование) и обработку принятых (выделенных) сигналов: речевых, цифровых данных, видеосигналов и т. д.

После селекции и усиления эти сигналы подаются на входы измерительной аппаратуры анализатора, определяющей параметры сигналов: частотные, временные, энергетические, виды модуляции, структуру кодов и др.

Радиопеленгатор предназначен для определения направления на источник излучения (пеленг) и его координат.

Анализатор и пеленгатор могут иметь собственные радиоприемники (или их элементы) и антенны (на рис. 3.8 эти варианты условно показаны пунктирными линиями).

Регистрирующее устройство обеспечивает запись сигналов для документирования и последующей обработки.

а) Антенная система

Антенная система предназначена для преобразования энергии радиоволн в колебания электрического тока или напряжения. Помимо этого с ее помощью осуществляется пространственная селекция принимаемых сигналов. Антенная система может состоять из одной или нескольких антенн.

Эффективность антенн зависит от соотношения размеров элементов антенны и длины волны принимаемых электромагнитных колебаний. Минимальная длина согласованной с длиной волны электромагнитного колебания штыревой антенны близка к $\lambda/4$, где λ - длина рабочей волны. Размеры и конструкция антенн отличаются как для различных диапазонов частот, так и внутри диапазонов. По конструкции антенны разделяются на проволочные (вибраторные), рупорные, параболические, рамочные, спиральные, антенные решетки и различные их комбинации.

Для стационарных антенн коротких и ультракоротких волн требуемые геометрические размеры антенны вполне приемлемы, однако для антенн, устанавливаемых на мобильных средствах, они часто превышают разумные границы. Например, рациональная длина антенны для обеспечения связи на частоте 30 МГц составляет 2.5 м, что неудобно для пользователя. Поэтому применяют укороченные антенны, но при этом уменьшается их эффективность. Поданным [16] укорочение антенны в 2 раза уменьшает эффективность до 60%, в 5 раз (до 50 см) - до 10%, а эффективность антенны, укороченной в 10 раз, составляет всего около 3% от рационального варианта.

Основными характеристиками антенн являются:

- форма и ширина главного лепестка диаграмма направленности;
- коэффициент направленного действия (коэффициент усиления);
- полоса принимаемых частот;
- уровень боковых лепестков.

Диаграмма направленности антенны характеризует ее направленные свойства и отображает зависимость уровня излучаемого или принимаемого сигнала от углов поворота антенны в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Диаграммы направленности изображают в прямоугольных или полярных координатах (см. рис. 3.10).

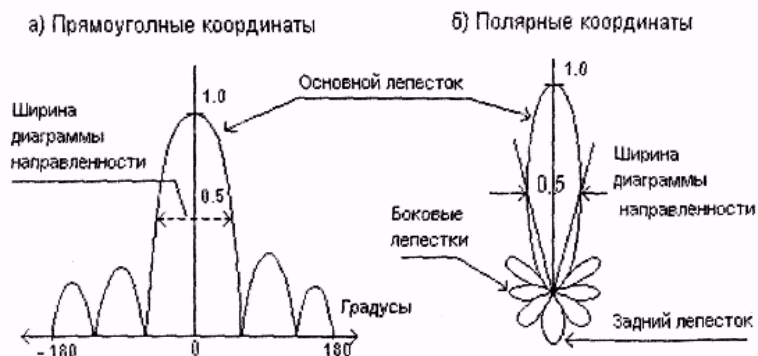


Рис. 3.10. Диаграмма направленности антенн

Диаграммы направленности, как правило, является многолепестковой. Ее вид определяется механической конструкцией и электрическими параметрами антенной системы. Лепесток диаграммы направленности с максимумом мощности излучаемого или принимаемого электромагнитного поля называется главным или основным лепестком, остальные боковыми и задними. Ширина главного лепестка диаграммы – это угол, в пределах которого уровень мощности принимаемого сигнала составляет не менее 0,5 уровня мощности в направлении максимума диаграммы направленности.

Коэффициент направленного действия (КНД) представляет собой отношение полного пространственного угла (4π стерadian) к величине пространственного угла, в котором канализируется излучение (прием) электромагнитных колебаний:

$$КНД = \frac{4\pi}{\Delta\theta \cdot \Delta\varphi},$$

где $\Delta\theta$ и $\Delta\varphi$ – ширина диаграммы направленности в вертикальной и горизонтальной плоскостях, рад.

Умножив КНД на коэффициент полезного действия антенны можно найти её коэффициент усиления КУ, который определяет величину энергетического выигрыша направленной антенны по сравнению с ненаправленной.

Для параболической антенны коэффициент усиления антенны можно рассчитать по формуле:

$$КУ = 4\pi S_{эф} / \lambda^2,$$

где $S_{эф}$ – эффективная площадь зеркала антенны;

λ – длина электромагнитной волны.

Для линейных антенн (например, вибраторов) КУ характеризуется действующей высотой или длиной $h = E_a / E$,

где E_a — максимальное значение наводимой в антенне электродвижущей силы, E — напряженность электромагнитного поля в точке приема.

Уровень боковых лепестков антенны определяют либо по соотношению уровней сигналов, принимаемых по главному и наибольшему либо по среднему уровню боковых лепестков диаграммы направленности. Этот параметр в большой степени определяет помехоустойчивость систем, в состав которых входит антенная система.

Полоса частот, в пределах которых сохраняются заданные технические характеристики антенны, называется полосой ее пропускания. Узкополосные антенны обеспечивают прием сигналов в диапазоне 10% от основной частоты. У широкополосных антенн эта величина увеличивается до (10-50)%, у диапазонных антенн коэффициент перекрытия (отношение верхней частоты полосы пропускания антенны к нижней) составляет 1.5-4, а у широкодиапазонных антенн это отношение достигает значений в интервале 4-20 и более.

Система однотипных антенн, расположенных определенным образом в пространстве, образует антенную решетку. Сигнал антенной решетки равен сумме сигналов отдельных антенн. Различают линейные (одномерные) и плоские (двухмерные) антенные решетки. Антенные решетки, у которых можно регулировать фазы сигналов отдельных антенн, называют фазированными антенными решетками. Путем изменения фаз суммируемых сигналов можно управлять диаграммой направленности антенны, осуществлять быстрый поиск сигнала в пространстве и ориентировать антенны на источник излучения.

б) Радиоприемное устройство (радиосканер) – основное техническое средство комплекса перехвата, выполняющее поиск, селекцию, прием и обработку радиосигналов. Возможности радиоприемника определяются следующими техническими характеристиками:

- диапазоном принимаемых частот;
- чувствительностью;
- избирательностью;
- скоростью перестройки (сканирования) по частоте;
- динамическим диапазоном принимаемых сигналов;
- качеством воспроизведения принимаемого сигнала;
- эксплуатационными параметрами.

Диапазон принимаемых частот обеспечивается шириной полосы пропускания селективных элементов входных фильтров и интервалом частот гетеродина. В современных профессиональных радиоприемниках в качестве гетеродина обычно используется синтезатор частот – устройство, создающее множество (сетку) гармонических колебаний на стабилизированных фиксированных частотах с интервалом, соответствующих шагу настройки частоты приемника.

Чувствительность радиоприемника оценивается минимальной мощностью или напряжением сигнала на его входе, при которой уровень сигнала и отношение сигнал/шум на выходе приемника обеспечивают нормальную работу оконечных устройств (индикации и регистрации). Такую чувствительность называют реальной. Предельная чувствительность соответствует мощности (напряжения) входного сигнала, равного мощности (напряжению) шумов входных цепей радиоприемника. В диапазонах дециметровых и более коротких волн чувствительность измеряют в ваттах или децибелах по отношению к уровню в 1 мВт (дБм), в спектральной плотности в Вт/Гц или децибелах (по отношению к Вт/Гц), на метровых и более длинных - в микровольтах (мкВ). Реальная чувствительность современных профессиональных супергетеродинных приемников дециметровых и сантиметровых волн составляет 10^{-12} - 10^{-15} Вт или -180...-200 дБ по отношению к Вт/Гц, приемников метровых и более длинных волн - 0.1-10 мкВ.

Избирательность приемника показывает возможность его работы в условиях помех. Она оценивается величиной минимальной расстройки от помехи, при которой обеспечивается нормальная работа приемника. Избирательность определяется параметрами частотно-избирательного тракта приемника: шириной полосы пропускания и коэффициентом прямоугольности АЧХ. Ширина полосы пропускания измеряется на уровне 0.7 по напряжению, а коэффициент прямоугольности - отношением полосы пропускания на уровне 0.1 к полосе пропускания на уровне 0.7. Чем ближе коэффициент прямоугольности АЧХ к 1, тем круче ее скаты, однако при этом на работу приемника все в большей мере сказывается влияние переходных процессов, которые могут вызываться мощными сигналами. Ширину полосы пропускания приемника согласуют с шириной спектра принимаемого сигнала. Для приема сигналов, существенно отличающихся по ширине, например, речи и телеграфа, ширину полос пропускания селективных цепей изменяют путем коммутации соответствующих элементов.

Динамический диапазон характеризует способность приемника принимать радиосигналы различной мощности. Величина динамического диапазона оценивается отношением в децибелах максимального уровня к минимальному уровню принимаемого сигнала.

Несоответствие амплитудно-частотной и фазовой характеристик, динамического диапазона радиоприемника характеристикам принимаемого сигнала приводят к его частотным, фазовым и нелинейным искажениям и потере информации.

Частотные искажения вызываются подавлением или изменениями составляющих спектра входного сигнала. Из-за частотных искажений сигнал на входе демодулятора приобретает форму, отличающуюся от входной.

Фазовые искажения сигнала возникают из-за нарушений фазовых соотношений между отдельными спектральными составляющими сигнала при прохождении его цепям тракта приемника.

Искажения, проявляющиеся в появлении в частотном спектре выходного сигнала дополнительных составляющих, отсутствующих во входном сигнале, называются нелинейные. Нелинейные искажения вызывают элементы радиоприемника, имеющие нелинейную зависимость между выходом и входом. Они возникают при превышении отношения значений максимального и минимального напряжений сигнала на входе приемника его динамическому диапазону. Эти виды искажений приводят к изменению информационных параметров сигнала на входе демодулятора и, как следствие, к искажению информации после демодуляции.

Скорость перестройки (сканирования) приемника по частоте определяет возможности оперативного выявления новых источников излучения, потому ее следует отнести к одной из основных характеристик комплекса радиоперехвата. Перестройка по частоте в современных приемниках комплексов радиоперехвата выполняется автоматически по заданным программам. Такие приемники часто называют сканерами (сканирующими приемниками). Характеристики некоторых типов сканеров приведены в табл. 3.6

На основе сканирующих приемников и ПЭВМ созданы **автоматизированные комплексы радиоконтроля**. Примером такого комплекса может служить программно-аппаратный комплекс АРК-ПА2 (Авангард) для быстрого панорамного анализа радиочастотного спектра в диапазоне частот 25-2000 МГц]. Комплекс работает под управлением ПЭВМ, в реальном масштабе времени обеспечивает отображение на экране монитора амплитудно-частотных характеристик сигналов, их регистрацию на жесткий диск с возможностью последующей обработки. С помощью специального блока быстрого панорамного анализа (на основе быстрого преобразования Фурье) скорость анализа в интервале 3-30 МГц и точность результатов увеличена примерно в 100 раз. Управление работой комплекса осуществляется программами Sedif Plus Turbo или Sedif Pro Turbo. Программа позволяет воспроизвести в динамике радиоэлектронную обстановку за контролируемый период и выполнить практически любые измерения и статистическую обработку по каждому обнаруженному сигналу.

Таблица 3.6.

Тип приемника, фирма	Параметры				
	Диап-азон частот, МГц	Чувст-вительность, дБ	Кол-во кана-лов, шт	Разме-ры, мм	М-асса, кг
AR-1500, AOR	0.5-	0.26-	100	55x15	0.
AR-2700	0.5-	1.0-	500	69x15	0.
AR-3000A	0.1-	0.25-	400	138x8	1.
AR-5000	0.01-	0.14-	100	204x7	3.
AR-8000	0.5-	0.26-	100	69x15	0.3
IC-R1, ICOM	0.01-	0.4-	100	49x10	0.2
IC-R100	0.1-	0.2-	121	150x5	1.
IC-R7100	25-	0.2-	900	241x9	6
IC-R8500	0.1-	0.25-	100	287x1	7
IC-R9000	0.03-	0.16-	100	424x1	20

TRM-2309	20-	1	30	188x7	3
TRM-2310	20-	0.5	100	433x1	1.
EEB-100,	20-	1-5	30	188x7	3
MVT-7100,	0.5-	0.5-	100	84x15	0.3
MVT-8000	0.1-	0.5-	200	160x4	0.6

Примечание. Чувствительность приемников указана для отношения сигнал/шум примерно 10 дБ. максимальная - для узкополосных сигналов (NFM. USB. LSB). минимальная - для широкополосных (WFM)

Для перехвата радиосигналов со сложной структурой, применяемых в сотовой, пейджинговой и других видах мобильной связи, создаются **специальные приемные комплексы**. Например, система контроля использования служебных радиотелефонов сотовой связи стандарта NMT-450 TTC-1 (фирма «Нелк») позволяет обнаруживать и сопровождать по частоте входящие и исходящие звонки абонентов сотовой связи, осуществлять слежение по частоте за каналом во время телефонного разговора, вести одновременно автоматическую запись разговора на диктофон и т. д. Комплекс реализован на ПЭВМ с встраиваемой в нее платой обработки сигналов и двух приемников AR-3000A. Специальное программное обеспечение позволяет контролировать до 100 телефонных номеров двух базовых станций [94]. Для стандартов AMPS и DAMPS разработаны комплексы TTC-2 и TCC-3 соответственно.

Система 4630-PAG-INT контролирует в диапазоне частот 25 МГц-2 ГГц сотни абонентов пейджинговой связи с выводом параметров пейджера на экран монитора и с записью информации в память ПЭВМ [89].

Для перехвата факсимильных передач применяются специальные комплексы типа 4600-FAX-INT, 4605-FAX-INT, ФАКС-02, FAX MANAGER II и др. Например, система 4600-FAX-INT обеспечивает автоматический перехват в реальном масштабе времени любого числа страниц, передаваемых по факсу со скоростью от 300 до 9600 бит/с, запись факсимильного сообщения и служебной информации, вывод их на печать [89].

Перехват наиболее информативных радиоизлучений усилителя и экрана монитора ПЭВМ возможен с помощью телевизионного приемника широкого применения с переделанными блоками строчной и кадровой синхронизации. Примером специального средства перехвата побочных излучений ПЭВМ в диапазоне частот 25-2000 МГц может служить комплекс 4625-COM-INT, который имеет 100 каналов памяти для накопления перехваченной информации. После обработки информация восстанавливается в виде, отображаемом на экране монитора ПЭВМ. Комплекс обладает высокой чувствительностью (0.15 мкВ), имеет размеры 25х53х35 см и вес 18 кг]. Следует отметить, что перехват радиоизлучений от иных источников побочных радиоизлучений ПЭВМ (системного блока, дисководов, принтера) серьезных проблем не возникают, возможность добывания информации из перехваченных сигналов этих источников преувеличена. Достоверные факты о реализации такой потенциальной возможности отсутствуют.

Технические **средства измерения признаков сигнала** включают большой набор различных программно-аппаратных устройств и приборов, в том числе устройства панорамного обзора и анализа спектра, селективные вольтметры, измерители временных параметров дискретных сигналов, определители видов модуляции и кода и др.

Портативные анализаторы спектра при сравнительно небольших габаритах и весе (9.5-20 кг) позволяют принимать сигналы всех диапазонов частот (30 Гц-40 ГГц) и анализировать их тонкую структуру с высокой точностью. Погрешность измерения частоты сигнала составляет 15-210 Гц для частоты 1 Гц и 1-1.2 кГц - для частоты 10 ГГц, а погрешность измерения амплитуды сигнала - 1-3 дБ. Например, цифровые анализаторы спектра HP8561E фирмы «Hewlett Packard» измеряют параметры сигнала в диапазоне частот 30 Гц-6.5 ГГц, а анализаторы спектра 2784 фирмы «Tektonix» - в диапазоне 9 кГц-40 ГГц [89].

Селективные микровольтметры позволяют измерять амплитуду с погрешностью 1 дБ и частоту с погрешностью 10-100 Гц в диапазоне частот до 1-2 ГГц. Характеристики некоторых из них приведены в табл. 3.7.

Высокоэффективными и компактными средствами технического анализа являются специальные приборы контроля радиосвязи (радиотестеры). К ним относятся «Stabilock 4015» (1.45-1000 МГц), «Stabilock 4032» (2-1000 МГц), HP 8920 A/D (0.4-1000 МГц) и др. Чувствительность указанных приборов не более 2 мкВ, а вес 13, 18.5 и 20 кг соответственно [89].

Таблица 3.7.

Тип прибора	Диапазон частот,	Чувствительность
SMV-8	26-1000	1 мкВ
SMV-11	0.01-30	0.1 мкВ
STV-401	26-300	2 мкВ
ESH2	0.009-30	-30 дБ/мкВ
ESV	20-1300	-10 дБ/мкВ

В составе радиотестера конструктивно объединены различные устройства приема и анализа сигналов: анализатор спектра, генератор сигналов, запоминающий осциллограф, устройства демодуляции и декодирования служебных сигналов, измеритель мощности сигналов, микропроцессор и др. Приборы имеют стандартные интерфейсы сопряжения с ПЭВМ и с принтером для регистрации результатов измерений.

Информативными признаками источника радиосигналов являются его координаты. Для определения координат применяется радиоприемник с поворачиваемой антенной, диаграмма направленности которой имеет острый максимум или минимум. Поворачивая антенну в направлении достижения максимума (минимума) сигнала на выходе антенны, определяют направление на источник радиосигнала. Этот процесс называют **пеленгованием**, значения углов между направлениями на север и источник - пеленгами, а средство для пеленгования - радиопеленгатором или пеленгатором.

Координаты источника радиоизлучений на местности рассчитываются по двум или более пеленгам из разных точек или по одному пеленгу и дальности от пеленгатора до источника. Для расчета необходимы также координаты пеленгаторов.

Принципы пеленгования источника радиосигналов двумя пеленгаторами или одним подвижным из двух точек А и В иллюстрируются схемой на рис. 3.12.

Расстояние между двумя точками, из которых определяются пеленги, называется базой пеленгования. Координаты источника соответствуют точке пересечения пеленгов на топографической карте или рассчитываются в результате решения триангуляционной задачи.

Инструментальные ошибки пеленгаторов, изменения условий распространения радиоволн, влияние объектов вблизи источников радиосигналов, отражения от которых искажают электромагнитное поле у антенн пеленгаторов, погрешности считывания пеленгов вызывают систематические и случайные ошибки пеленгования. Угловые ошибки пеленгования образуют эллипс ошибок (см. рис. 3.12), очерчивающий границы площади на местности, внутри которых находится источник радиоизлучений.

Для повышения точности координат применяют антенны пеленгаторов с большей крутизной изменения диаграммы направленности от угла поворота антенны, уменьшают систематические ошибки пеленгаторов и погрешности измерений, при расчетах учитывают условия распространения радиоволн от источника до пеленгаторов, увеличивают количество пеленгов. Более высокую точность пеленгования обеспечивают фазовые методы пеленгования на основе сравнения фаз приходящихся от источника радиоволн на разнесенные в пространстве антенны пеленгаторов. Ошибки пеленгования измеряют в градусах, точность пеленгования - в процентах от дальности. Точность пеленгования в УКВ диапазонах на открытой местности составляет доли градусов ($0.1-0.2^\circ$), точность определения координат в этих диапазонах - доли процентов, в КВ-диапазоне - (3-5)% от дальности. В городских условиях точность пеленгования ниже из-за влияния радиоволн, отраженных от зданий и автомобилей.

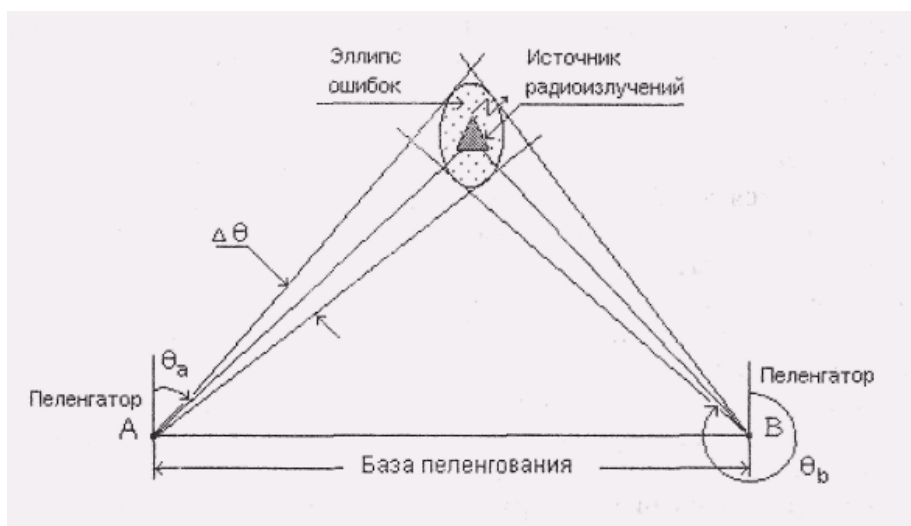


Рис. 3.12. Принцип пеленгования

Процессы перехвата включают также регистрацию (запись, запоминание) сигналов с добытой информацией. Регистрация сигналов производится путем аудио- и видеозаписи, записи на магнитные и оптические диски, на обычной, электрохимической, термочувствительной и светочувствительной бумаге, запоминания в устройствах полупроводниковой и других видов памяти, фотографирования изображений на экранах мониторов ПЭВМ, телевизионных приемников, осциллографов, спектроанализаторов.