

Занятие 7. Введение в радиолокацию.

Введение

Сегодня мы начинаем курс лекций по дисциплине «Военно-специальная подготовка», посвященных радиолокационным системам. Меня зовут Егоров Сергей Алексеевич, я кандидат технических наук, доцент, занимаюсь педагогической деятельностью с 1998 года.

Решение огромного количества боевых задач с заданной эффективностью невозможно без использования радиолокационной техники, физические принципы действия которой основаны на рассеянии радиоволн объектами, метеообразованиями и другими неоднородностями (далее объектами), отличающимися своими электрическими характеристиками (электрической проницаемостью ϵ , диэлектрической проницаемостью μ и электропроводностью σ). Интенсивность и другие неэнергетические характеристики рассеяния или отражения радиоволн (интенсивность вторичного поля) зависят от степени отличия характеристик облучаемых объектов и среды распространения радиоволн (РРВ), от формы объектов, соотношения их размеров l и длины волны λ и от поляризации радиоволн. Именно эти характеристики интересны с военной точки зрения.

Поэтому рассмотрение основных понятий, используемых в радиолокации, является весьма актуальным.

Для достижения поставленных целей рассмотрим следующие вопросы:

1. Физические основы радиолокации.
2. Системы координат, используемые в радиолокации.
3. Основные методы радиолокации.

Данный учебный материал можно найти в следующих **источниках**:

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: Учебник для вузов. – М.: Радиотехника, 2004.
2. Белоцерковский Г.Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства. – М.: Советское радио, 1975.

Всего по радиолокации будет прочитано 5 лекций и проведена контрольная работа.

1. Физические основы радиолокации.

Радиолокация – это область радиоэлектроники, занимающаяся обнаружением объектов (целей), определением их пространственных координат, параметров движения и физических размеров с помощью радиотехнических средств и методов.

Перечисленные задачи решаются в процессе **радиолокационного наблюдения**, а устройства, предназначенные для этого, называются **радиолокационными станциями (РЛС)** или **радиолокаторами**.

К радиолокационным целям (или просто целям) относятся: пилотируемые и беспилотные летательные аппараты (ЛА), естественные и искусственные космические тела, атмосферные образования, морские и речные корабли, различные наземные и подземные, надводные и подводные объекты и т.д.

Информация о целях содержится в радиолокационных сигналах.

В случае радиолокационного зондирования ЛА, прежде всего, необходимо получить информацию об их пространственных координатах (дальность до цели и ее угловые координаты).

Радиотехнические измерения дальности называются *радиодальнометрией*, а угловых координат — *радиопеленгацией*.

Измерению координат и скорости целей предшествует их обнаружение, разрешение и опознавание. Под *разрешением целей* понимают определение количества целей в группе, их протяженности, класса и т. д. *Опознавание цели* означает установление ее существенных признаков, в частности, государственной принадлежности. Определение типа (класса) цели производится в процессе ее распознавания, что предполагает сложную обработку радиолокационных сигналов.

Совокупность сведений, получаемых радиолокационными средствами, называется *радиолокационной информацией*. Последняя передается на командные пункты, счетно-решающие приборы и исполнительные устройства.

Из всех перечисленных функций радиолокации основной является радиолокационное наблюдение (обнаружение целей, измерение координат и параметров движения), а различение объектов, опознавание их и передача полученной радиолокационной информации по назначению относятся к дополнительным функциям РЛС.

Получение радиолокационной информации основывается на физических свойствах электромагнитных волн (ЭМВ), используемых в качестве носителей радиолокационного сигнала. Как известно, ЭМВ распространяются в однородной среде прямолинейно с постоянной скоростью

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_a \mu_a}}, \quad (1.1)$$

где ϵ_a , μ_a — абсолютные диэлектрическая и магнитная проницаемости среды РРВ (для свободного пространства $\epsilon_a = \epsilon_0 = 1/36\pi \cdot 10^9$ Ф/м; $\mu_a = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Г/м и соответственно $v = c = 3 \cdot 10^8$ м/с).

Постоянство вектора скорости распространения ЭМВ в однородной среде, т. е. его модуля и направления, служит физической основой радиолокационных измерений.

Действительно, благодаря этому дальность D и время распространения радиоволны (РВ) связаны прямой пропорциональностью, и если измерено время прохождения волны t_∂ между целью и РЛС, то становится известным и расстояние между ними:

$$D = ct_\partial. \quad (1.2)$$

Цель вносит неоднородность в свободное пространство, так как ее параметры ϵ_a и μ_a отличаются соответственно от ϵ_0 и μ_0 , чем нарушается постоянство вектора скорости РРВ. В результате объект преобразует радиоизлучение: часть энергии переотражается, часть — поглощается объектом, переходя в тепло, а другая часть при радиопрозрачности объекта — преломляется, изменяя направление РРВ. С точки зрения радиолокации интересен первый случай, когда цель становится источником вторичного излучения. По времени запаздывания отраженного сигнала относительно излученного

$$t_{\partial} = 2D/c \quad (1.3)$$

определяем наклонную дальность цели

$$D = ct_{\partial}/2. \quad (1.4)$$

Возможно и такое решение: на цели, если она «своя», а не противника, устанавливается приемопередатчик, называемый *ответчиком*, или *ретранслятором*, который принимает зондирующий сигнал от РЛС и усиливает его для запуска передатчика. Ответный сигнал принимается на РЛС, и дальность цели определяется по формуле

$$D = c(t_{\partial} - t_{\text{омв}})/2, \quad (1.5)$$

где t_{∂} — запаздывание ответного сигнала относительно зондирующего; $t_{\text{омв}}$ — заранее известное время задержки сигнала в цепях ответчика.

Величина t_{∂} должна измеряться безынерционными электронными часами, так как время запаздывания радиолокационных сигналов очень мало (от микро- до миллисекунд).

Например, РВ, отраженные от цели, расположенной на дальности $D=150$ м от радиолокатора, запаздывают на 1 мкс, и каждому километру дальности до цели соответствует задержка РВ на время $1000/150 = 6,7$ мкс.

Допустим, радиолокационная антенна имеет вид прямолинейной решетки из p вибраторов, отстоящих один от другого на расстоянии d (рис. 1.1, а). Значительная удаленность цели от РЛС позволяет считать, что лучи, идущие от цели к вибраторам, направлены параллельно под углом φ к антенной решетке, а амплитуды электрических движущих сил (ЭДС), наводимых в отдельных вибраторах, равны между собой: $\square_{1m} = \square_{2m} = \square_{3m} = \dots = \square_{pm}$.

В этих условиях ЭДС соседних вибраторов отличаются только сдвигом по фазе ψ , вызванным разностью хода волн $d\cos\varphi$. Так как на каждую единицу длины данная бегущая волна отстает по фазе на угол $2\pi/\lambda$, то

$$\psi = 2\pi(d\cos\varphi)/\lambda. \quad (1.6)$$

Сложение векторов ЭДС вибраторов $\square_{1m}, \square_{2m}, \square_{3m}, \dots, \square_{pm}$ при различных углах $\psi = \psi'$ (рис. 1.1, б) и $\psi = \psi''$ (рис. 1.1, в) дает различную результирующую ЭДС \square_m . Как видно из рисунка 1.1 и формулы (1.6), с изменением

φ изменяется фаза ψ, а следовательно, и амплитуда результирующей ЭДС в приемной антенне. Отсюда вытекает возможность пеленгации цели по амплитудным и фазовым характеристикам направленности антенны.

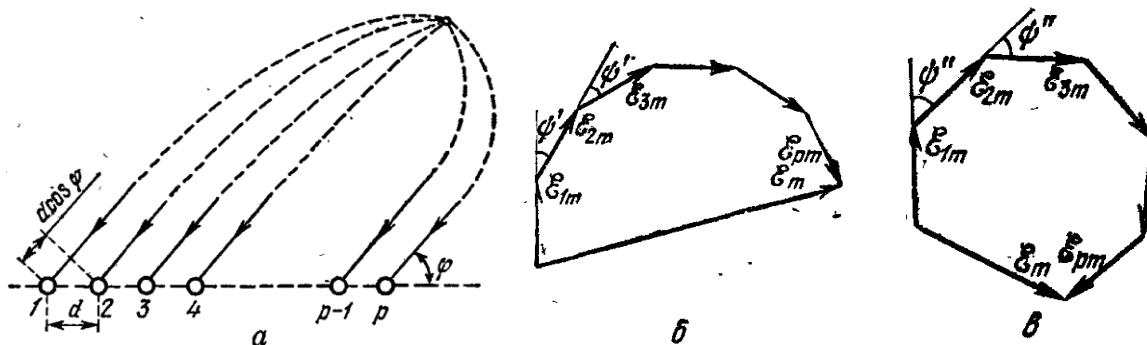


Рис. 1.1. Прием РВ линейной вибраторной антенной решеткой (а) и векторные диаграммы ЭДС решетки при различных направлениях облучения (б, в)

Как уже говорилось, первопричиной образования таких характеристик явилось различие в запаздывании волн, принимаемых отдельными элементами антенной решетки. Поэтому не только радиодальнометрия, но и радиопеленгация основана на постоянстве скорости и направления РРВ.

Радиальную и угловую скорости цели можно найти вычислением скорости приращения дальности и углов во времени. Обычно предпочитают более простую и точную операцию — непосредственное измерение так называемого доплеровского сдвига несущей частоты сигнала f_0 , вызванного движением цели. Доплеровский сдвиг частоты F_d связан с радиальной скоростью движения объекта V_r соотношением

$$F_d = -\left(\frac{2V_r}{c}\right)f_0 = -\frac{2V_r}{\lambda_0}, \quad (1.7)$$

где λ_0 — длина волны излучаемого сигнала; V_r — радиальная скорость относительного движения цели.

Если цель приближается к РЛС или удаляется от нее, то отраженный сигнал появляется в РЛС соответственно раньше или позже, чем при непод-

вижной цели. За счет этого фаза принимаемой волны имеет другие значения, что равнозначно приращению частоты радиосигнала. Измерив полученное (доплеровское) приращение частоты, можно (опять же благодаря постоянству скорости РРВ) определить радиальную скорость цели.

Подобно тому, как разность времени запаздывания сигнала в элементах антенны определяется угловыми координатами цели, разность доплеровских сдвигов частот в тех же (обычно крайних) элементах антенной решетки определяется скоростью изменения углового положения цели.

Другими физическими свойствами ЭМВ являются:

прямолинейность распространения в однородной среде, что важно при точном измерении угловых координат и параметров движения;

способность формироваться в узкий пучок, повышая тем самым точность, разрешающую способность и помехоустойчивость РЛС;

способность отражаться от объектов;

способность изменять свою частоту при наличии относительного движения цели и РЛС.

Таким образом, в отраженных от целей радиолокационных сигналах заложена вся информация о них, так как при отражении изменяются все параметры сигнала (амплитуда, частота, начальная фаза, длительность, спектр, поляризация и т.д.).

2. Системы координат, используемые в радиолокации.

Местоположение объекта (цели) характеризуется положением центра объекта (его центра масс) в некоторой опорной системе координат (СК). При радиолокационном определении местоположения наиболее часто применяют местную горизонтальную сферическую СК, начало которой находится в точке размещения антенны РЛС. Если цель точечная, то ее положение в пространстве полностью определяется тремя координатами (рис. 1.2).

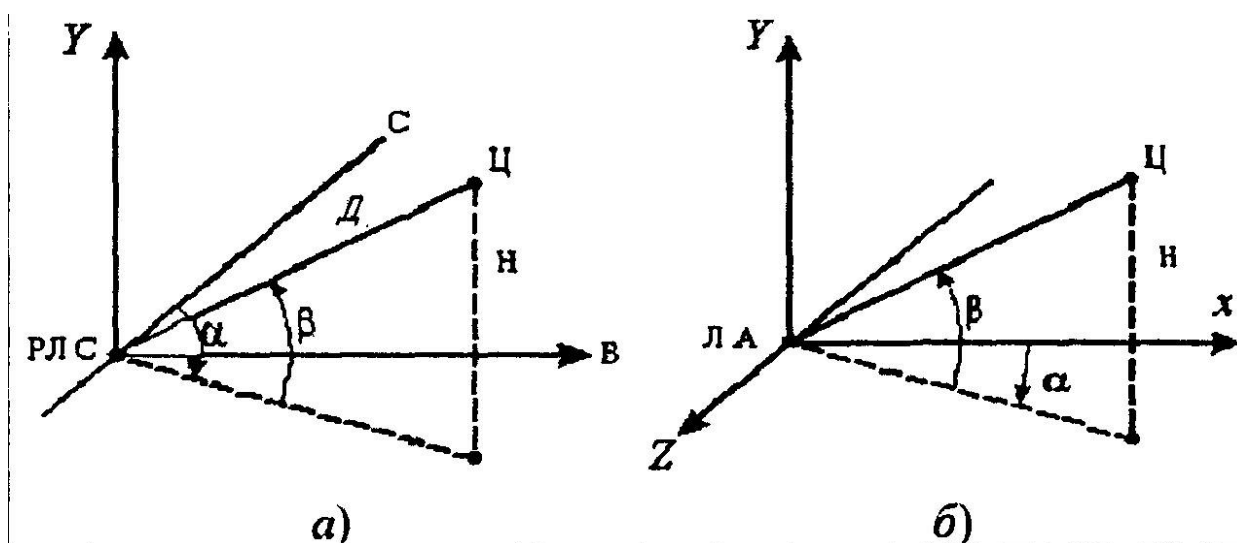


Рис. 1.2. Местные сферические СК:

а – при расположении РЛС на поверхности Земли; б – при расположении РЛС на борту ЛА

В наземной РЛС одна из осей координатной системы совпадает с северным направлением меридиана, проходящего через позицию антенны РЛС, поэтому местоположение цели (Ц) находится по результатам измерения наклонной дальности D , азимута α и угла места β (рис. 1.2, а). При этом СК неподвижна относительно земной поверхности.

Наклонной дальностью D называется расстояние по прямой от РЛС до цели..

Азимут цели α — это угол между вертикальной плоскостью, проходящей через цель, и исходным направлением отсчета. Азимут называют *истинным пеленгом цели*, если отсчет производится от северного меридиана, или *курсовым углом* (КУ), если направлением отсчета служит продольная ось самолета или диаметрральная плоскость корабля.

Угол места β — угол между направлением на цель и его проекцией на горизонтальную плоскость.

Если РЛС располагается на ЛА и ось X координатной системы совмещается с продольной осью ЛА, а ось Z — с направлением правого крыла (рис. 1.2, б), то для определения местоположения цели измеряют наклонную дальность D , курсовой угол — азимут цели α и угла места β . Такая связанная с ЛА система координат перемещается относительно земной поверхности со скоростью, равной скорости полета ЛА, и поворачивается относительно Земли при его эволюциях.

Наряду со сферической СК в радиолокации применяют цилиндрическую систему с координатами: горизонтальная дальность D_c , азимут α и высота H (рис. 1.3).

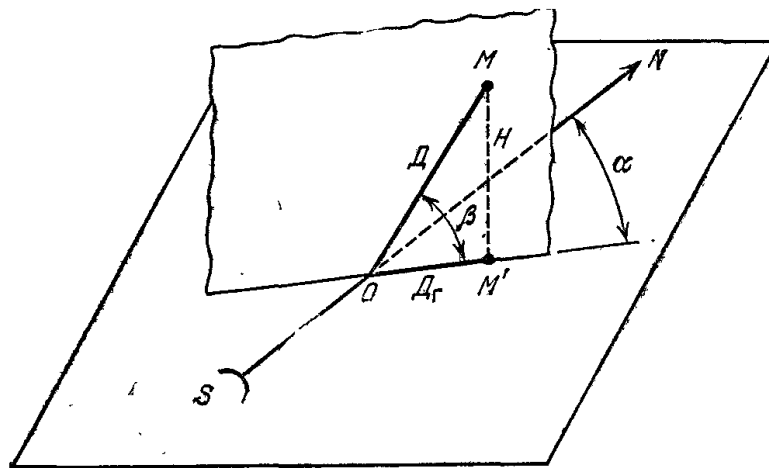


Рис. 1.3. Цилиндрическая СК

Горизонтальная дальность $D_{\Gamma} = OM'$ является проекцией линии наклонной дальности OM на горизонтальную плоскость. Высота цели H равна длине перпендикуляра, опущенного из M на горизонтальную плоскость, т. е. $H = MM'$. Очевидно, что

$$D_{\Gamma} = D \cos \beta; \quad H = D \sin \beta; \quad D = \sqrt{D_{\Gamma}^2 + H^2}. \quad (1.8)$$

При определении местоположения применяют как местные СК (рис. 1.2, 1.3), так и глобальные системы. Местные СК используют при дальностях D , не превышающих несколько сотен километров (в зоне прямой видимости), а глобальные — при большей дальности. Глобальные СК жестко связаны с Землей и охватывают всю или значительную часть земной поверхности. Наиболее распространенными глобальными СК являются географическая (геодезическая) и геоцентрическая (геосферическая) СК.

В географической (геодезической) СК $O_{\Gamma}X_{\Gamma}Y_{\Gamma}$ (рис. 1.4) за поверхность Земли принимают поверхность эллипсоида вращения. В качестве такого эллипсоида в нашей стране Постановлением Совета Министров СССР от 7 апреля 1946 г. принят эллипсоид Красовского (по имени члена-корреспондента Академии наук СССР Ф.Н. Красовского), малая полуось которого составляет 6 356 863 м, а большая (экваториальный радиус Земли) — 6 378 245 м. В ряде других стран мира за модель Земли принят эллипсоид Хейфорда-Кларка, отличие размеров которого от эллипсоида Красовского не превышает сотен метров.

Положение точки C на поверхности эллипсоида вращения определяется геодезическими координатами — геодезической широтой φ_{Γ} и геодезической долготой λ_{Γ} .

Геодезической широтой точки называется угол между плоскостью экватора и нормалью к поверхности эллипсоида в этой точке. Следует заметить, что нормаль пересекает плоскость экватора в общем случае не в центре. Широта отсчитывается от плоскости экватора к северному (P_N) и южному (P_S) полюсам от 0 до $\pm 90^{\circ}$ соответственно. На рис. 1.4 буквами O, x, y, z обо-

значена основная система координат, связанная с центром Земли и вращающаяся вместе с ней.

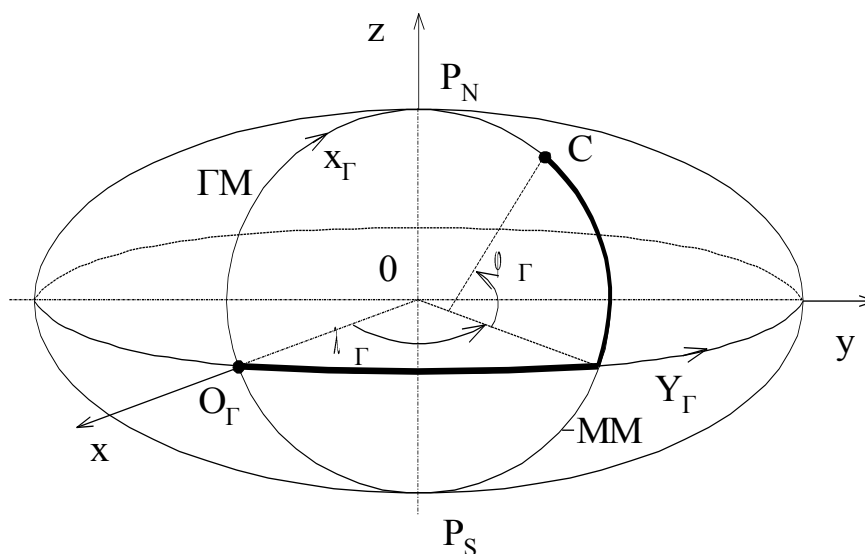


Рис. 1.4. Географическая (геодезическая) система координат

Геодезической долготой называют двугранный угол, заключенный между плоскостями Гринвичского (начального) меридиана (ГМ) и местного меридиана (ММ) точки С, проходящего через проекцию объекта на земную поверхность. Долгота измеряется либо центральным углом в плоскости экватора, либо дугой экватора в пределах от 0 до 360⁰. Долгота, отсчитываемая в восточном направлении, имеет знак плюс, а в западном – минус.

Хотя поверхность эллипсоида имеет строгое математическое описание, но формулы, описывающие решение задач радиолокации, оказываются столь сложными, что практически могут быть реализованы лишь с помощью высокоскоростных цифровых вычислительных машин (ЦВМ), обладающих большим объемом памяти. Поэтому модель Земли упрощают, представляя ее в виде шара радиусом 6 371 110 м.

СК $O_{гц}X_{гц}Y_{гц}$, в которой Земля представляется в виде шара, называется геоцентрической (геосферической) (рис. 1.5). Отсчет геоцентрической широты $\varphi_{гц}$ производится между плоскостью экватора и направлением радиуса-

вектора (направлением от объекта к центру Земли). Способ отсчета геоцентрической долготы (λ) совпадает со способом отсчета географической долготы.

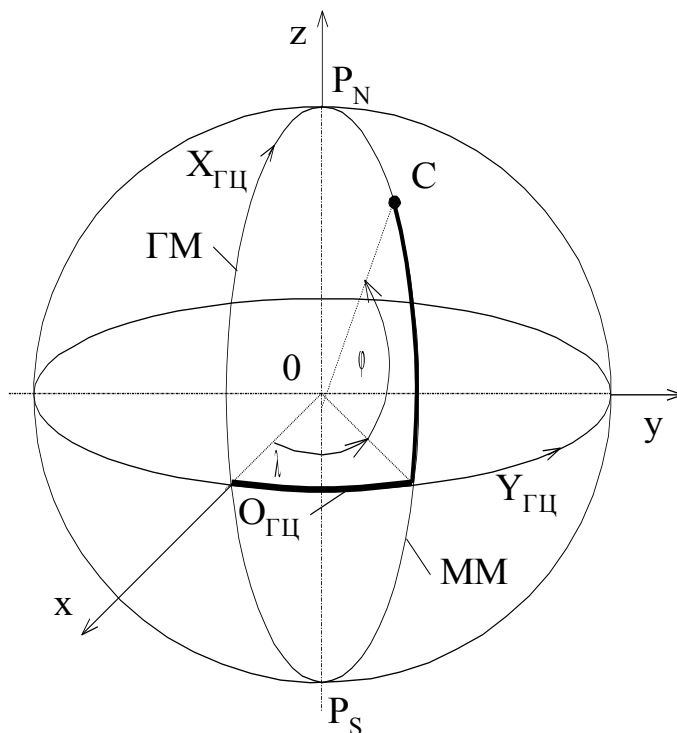


Рис. 1.5. Геоцентрическая (геосферическая) система координат

Таким образом, в современной радиолокации используются местные и глобальные СК. Местные СК подразделяются на цилиндрические и сферические СК, глобальные СК – на географические и геосферические.

3. Основные методы радиолокации.

3.1. Методы формирования радиолокационных сигналов.

Зондирующее излучение не является сигналом, так как ЭМВ становятся носителем информации о цели, т. е. *радиолокационным сигналом*, лишь после взаимодействия с целью. При этом цель играет активную или пассивную роль. Отсюда происходит следующая классификация методов радиолокации по способу образования радиолокационных сигналов.

При *активной радиолокации* (рис. 1.6, а) РВ, излучаемые антенной передающего устройства РЛС, фокусируются и направляются на цель. Приемное устройство той же РЛС принимает отраженные волны и преобразует их так, что выходное устройство с помощью опорных сигналов (см. пунктирную стрелку) извлекает содержащуюся в отраженном сигнале информацию: наличие цели, ее дальность, направление, скорость и др. Этот метод радиолокации называется *активным* потому, что предусматривает облучение цели антенной РЛС. Опорные сигналы являются необходимым элементом, обеспечивающим радиолокационные измерения, задаются прямой излучаемой волной и несут информацию о зондирующем излучении (несущей частоте, фазе, времени появления, об исходном направлении луча антенны и др.).

При *активной радиолокации с активным ответом* (рис. 1.6, б) предполагается наличие на объекте ответчика (ретранслятора), который состоит из приемного устройства, предназначенного для приема и усиления прямого сигнала, поступающего от РЛС – запросчика, и передающего устройства — для создания ответного сигнала (переизлучения).

При *пассивной радиолокации* сама цель является источником электромагнитного излучения, а РЛС выполняет функции приемного устройства, предназначенного для определения направления на этот источник (рис. 1.6, в). Собственное излучение создается нагретыми частями объекта, ионизированной атмосферой, окружающей объект, и, наконец, радиопередающим устройством, которое может оказаться на данном объекте.

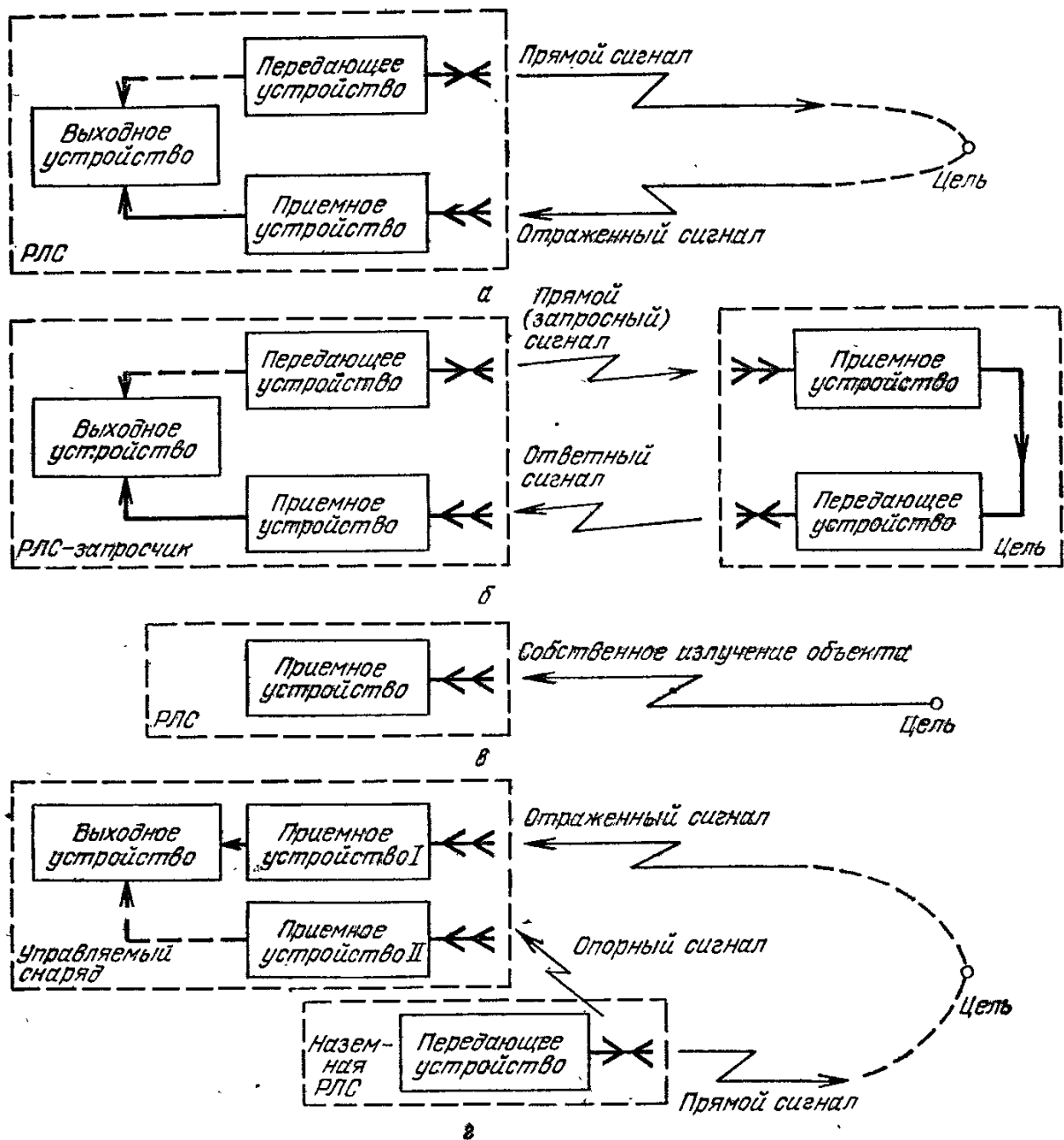


Рис. 1.6. Упрощенные схемы формирования радиолокационных сигналов:
 а – при активной локации с пассивным ответом; б – при активной локации с активным ответом; в – при пассивной локации; г – при полуактивной локации

Разнесенная радиолокационная система — разновидность радиолокации по пассивным целям. Ее характерная черта: передающее и приемное устройства разнесены на значительное расстояние. На рис. 1.6, г показана функциональная схема *разнесенной системы активной радиолокации*, в которой передающее устройство принадлежит наземной станции, а приемные

устройства — управляемому снаряду. Одно из них (I) предназначено для приема отраженных от цели сигналов, а другое (II) — для приема от передатчика опорных сигналов. Выходное устройство, используя эти сигналы, вырабатывает команды наведения снаряда на цель.

Возможна *разнесенная система пассивной радиолокации*, где цель не облучается со стороны РЛС, а наоборот, сама излучает волны с помощью имеющегося на ней специального передатчика — маяка. РЛС при этом только принимает и обрабатывает эти сигналы. Как видно, в обоих вариантах системы та ее часть, где производятся радиолокационные измерения, в облучении цели не участвует. Поэтому разнесенную систему относят к *полуактивной радиолокации*.

Активная радиолокация в отличие от пассивной позволяет определять все координаты цели (не только направление на нее). Преимущество пассивной системы — скрытый характер локации (со стороны РЛС нет излучения).

Полуактивную радиолокацию целесообразно применять в РЛС управления ЛА, где возможность уменьшить вес и габариты бортовой аппаратуры за счет исключения из нее передающей части РЛС особенно важна. Передатчик вместо этого устанавливают на пункте управления.

При активной радиолокации с активным ответом запросный и ответный сигналы кодируются, чтобы по коду можно было определить государственную принадлежность цели («свой — чужой») и получить дополнительную информацию. Такой метод радиолокации весьма эффективен и как средство навигации. Например, если запросный сигнал посылается с самолета или морского корабля, а ответчиком служит наземный передатчик — радиомаяк, то последний служит хорошим навигационным ориентиром для штурмана корабля или самолета. Третье важное преимущество систем с активным ответом — выигрыш в дальности действия, обусловленный значительно большей мощностью ответного сигнала по сравнению с отраженным от цели. Однако ответную аппаратуру можно установить только на «своем» объекте. Поэтому наибольшее применение

получила активная радиолокация по пассивным целям (рис. 1.6, а), которую для краткости будем называть активной.

Таким образом, по принципам образования радиолокационных сигналов методы радиолокации разделяются на активные, полуактивные и пассивные. На практике часто их совмещают при проектировании радиолокационных систем.

3.2. Методы определения местоположения объектов.

Существуют три основных метода определения пространственных координат объектов:

- линий и поверхностей положения;
- корреляционно-экстремальный;
- счисления пути.

Но последние два в настоящее время применимы только для автономных навигационных систем, т.е. при определении местоположения на самом ЛА. Определение координат целей в настоящее время основывается на применении метода линий и поверхностей положения.

Общность физических основ радиодальнометрии и радиопеленгации находит выражение еще в том, что местоположение цели можно установить не только по ее дальности и углам, измеренным из одной точки O (рис. 1.3), но и путем измерения дальности или углов из разнесенных опорных точек O_1 и O_2 , O_3 (рис. 1.7). Наибольшее применение получили дальномерный, разностно-дальномерный, угломерный (пеленгационный) и дальномерно-угломерный (комбинированный) методы определения местоположения целей.

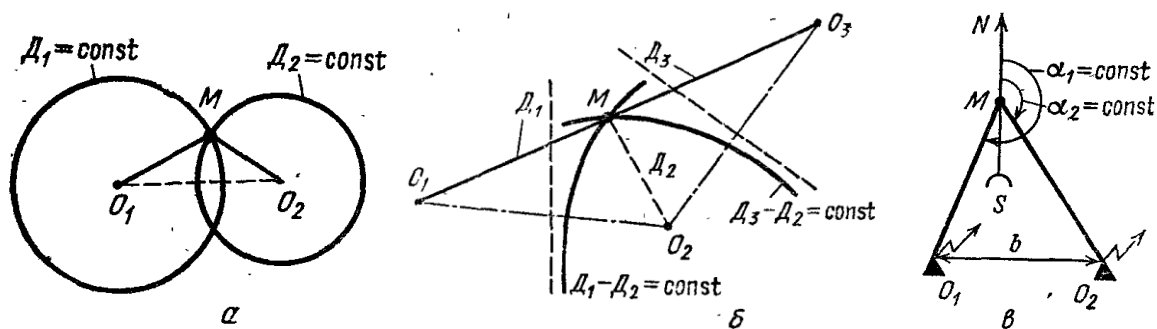


Рис. 1.7. Методы определения местоположения объектов:

а – дальномерный; б – разностно-дальномерный; в – пеленгационный (угломерный)

В радиолокации для определения местоположения цели (объекта) чаще всего применяют позиционный метод, основанный на использовании поверхностей или линий положения для определения места объекта в пространстве или на поверхности Земли. Поверхность положения представляет собой геометрическое место точек в пространстве, отвечающих условию постоянства параметра (измеряемой координаты относительно опорного пункта (дальности, угла и т.п.)). Местоположение ЛА в пространстве находится как точка пересечения трех поверхностей положения (ПП). Пересечение двух поверхностей положения дает линию положения (ЛП), которая является геометрическим местом точек с постоянными значениями двух параметров. Чтобы определить точку в пространстве, требуется пересечение трех поверхностей положения или линии и поверхности положения. В случае нахождения цели и опорных пунктов в одной плоскости достаточно двух ЛП (определения двух координат цели, которые измеряются двумя РЛУ) (рис. 1.7).

Дальномерный метод заключается в определении местоположения цели M (рис. 1.7, а) измерением расстояний между целью и опорными пунктами O_1, O_2 . Каждая поверхность положения представляет собой сферу с центром в опорном пункте и радиусом, равным дальности. Так как точки M, O_1, O_2 находятся в одной плоскости, то поверхности положения переходят в окружности радиу-

сами $O_1M = D_1$ и $O_2M = D_2$ с точкой пересечения на цели M . Имеется еще одна точка пересечения окружностей, но неоднозначность измерений можно исключить.

Разностно-дальномерный метод (рис. 1.7, б) требует наличия на плоскости двух пар опорных пунктов O_1, O_2 и O_2, O_3 . Один из них обычно общий (O_2). Каждая пара станций используется для получения ЛП в виде гипербол с фокусами в опорных пунктах. Эти линии строятся как геометрические места точек с постоянной разностью расстояний: $D_1 - D_2 = \text{const}$ от O_1 и O_2 ; $D_3 - D_2 = \text{const}$ от O_2 и O_3 . Точка пересечения гипербол совпадает с целью M .

Угломерный (пеленгационный) метод основан на использовании направленных свойств антенн. Этот метод реализуется посредством радиопеленгатора, установленного на объекте M , и двух радиомаяков, расположенных в опорных пунктах O_1 и O_2 (рис. 1.7, в) с базой b .

Радиопеленгатор представляет собой радиоприемное устройство с направленной антенной, а радиомаяк — передающее устройство с ненаправленной антенной. Пеленгатор измеряет азимуты α_1 маяка O_1 и α_2 маяка O_2 , и так как ЛП с постоянными пеленгами ($\alpha_1 = \text{const}$, $\alpha_2 = \text{const}$) представляют собой прямые, проходящие под углами α_1, α_2 к направлению юг — север, то они имеют одну точку пересечения, которая является искомой, т. е. совпадает с целью M .

Дальномерно-угломерный метод (рис. 1.2, 1.3, 1.8) требует применения только одной станции, содержащей радиодальномер и радиопеленгатор. Из точки стояния станции O дальномер определяет наклонную дальность цели $OM = D$, а пеленгатор устанавливает направление на цель, т. е. ее азимут α и угол места β . Цель M находится на пересечении поверхности положения дальномера в виде шара радиуса $OM = D$ и ЛП пеленгатора — в виде прямой с угловыми координатами α и β , проходящей через точку O . Этот метод наиболее характерен для радиолокации, а остальные методы — для радионавигации. Однако и в радиолокации местоположение цели определяют иногда из двух и более точек. Например, если обычная РЛС производит пеленгацию с большими ошибками, то прибегают к дальномерному методу, а если даль-

мерную часть РЛС нельзя использовать из-за сильных помех или вследствие применения пассивной радиолокации, то прибегают к пеленгационному методу.

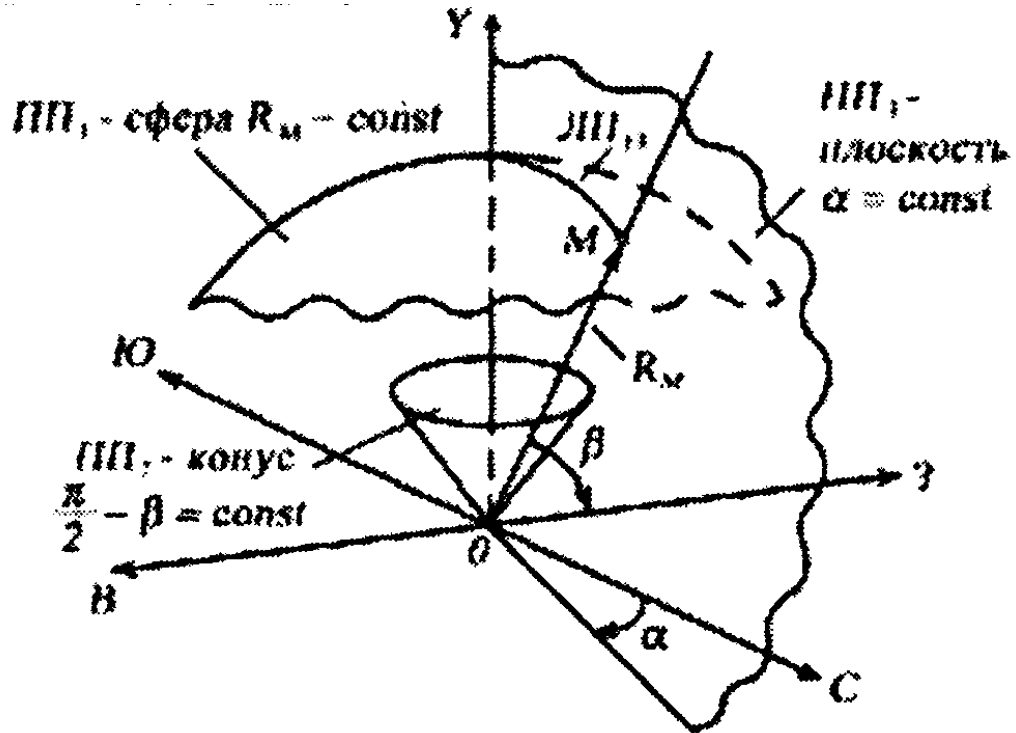


Рис. 1.8. ПП при определении местоположения объекта позиционным (дальнономерно-пеленгационным) методом

Таким образом, в радиолокации для определения местоположения объекта применяют позиционные методы, основанные на использовании ПП или ЛП. Выбор метода определяет количество РЛУ, входящих в систему.

Заключение

1. В отраженных от целей радиолокационных сигналах заложена вся информация о них, так как при отражении изменяются все параметры сигнала (амплитуда, частота, начальная фаза, длительность, спектр, поляризация и т.д.).

2. В современной радиолокации используются местные и глобальные СК. Местные СК подразделяются на цилиндрические и сферические СК, глобальные СК – на географические и геосферические.

3. По принципам образования радиолокационных сигналов методы радиолокации разделяются на активные, полуактивные и пассивные. На практике часто их совмещают при проектировании радиолокационных систем.

4. В радиолокации для определения местоположения объекта применяют позиционные методы, основанные на использовании ПП или ЛП. Выбор метода определяет количество РЛУ, входящих в систему.

Контрольные вопросы:

1. Принцип измерения дальности в радиолокации.
2. Принцип пеленгации в радиолокации.
3. Принцип измерения скорости в радиолокации.
4. Основные элементы сферической СК, используемой в радиолокации.
5. Основные элементы цилиндрической СК, используемой в радиолокации.
6. Основные элементы географической СК.
7. Основные элементы геоцентрической СК.
8. Сущность активных методов формирования радиолокационного сигнала.
9. Сущность полуактивного и пассивного методов формирования радиолокационного сигнала.
10. Сущность дальномерного и разностно-дальномерного методов определения местоположения объекта.

11. Сущность угломерного и дальномерно-угломерного методов определения местоположения объекта.

Задание на самостоятельную подготовку:

1. Изучить материалы лекции.
2. Подготовиться к контрольной работе по контрольным вопросам.

Литература:

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: Учебник для вузов. – М.: Радиотехника, 2004.
2. Белоцерковский Г.Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства. – М.: Советское радио, 1975.