**ХАРАКТЕРИСТИКИ ОКОНЕЧНОГО УСТРОЙСТВА**

Оконечное устройство, являясь связующим звеном между РЛС и оператором, служит для преобразования сигналов с выхода приемника РЛС в форму, удобную для их обнаружения, наблюдения и измерения основных информационных параметров. Выбор типа оконечного устройства, режима его работы и основных технических характеристик следует производить с особой тщательностью, так как оно оказывает большое влияние на основные характеристики РЛС в целом.

В РЛС очень часто в качестве оконечных устройств используются электронно-лучевые индикаторы. В зависимости от типа развертки различают индикаторы:

- однокоординатные с линейной или круговой разверткой и амплитудной отметкой;

- двухкоординатные с яркостной отметкой, радиально-круговой или строчно-растровой разверткой.

В техническом задании на проектирование РЛС, как правило, задаются требования к полной точности измерения координат и их производных, а также к разрешающей способности по этим параметрам. Одной из задач разработчика является правильное распределение этих показателей между потенциальными значениями и значениями, определяемыми оконечным устройством.

Реальные разрешающие способности по дальности, азимуту и углу места определяются выражениями

; (1)

; (2)

; (3)

где , ,  - потенциальные разрешающие способности;

, ,  - разрешающие способности оконечного устройства (индикатора);

,  - коэффициенты ухудшения потенциальной разрешающей способности, принятые в лекции 3;

; ; . (4)

, (5)

где  - предельное значение шкалы дальности;

 - качество фокусировки электронно-лучевой трубки (ЭЛТ);

 - диаметр экрана;

 - диаметр рисующего пятна на экране;

 - коэффициент использования экрана, равный отношению рабочей длины развертки к диаметру экрана.

Если равенство  не обеспечивает приемлемого значения , то вся дальность разбивается на поддиапазоны, на которых .

Число поддиапазонов зависит от  и тактических соображений. Качество фокусировки  современных ЭЛТ, применяемых в РЛС, имеет значения 300...600;  зависит от типа развертки.

В однокоординатных индикаторах с линейной разверткой ; с круговой разверткой .

В двухкоординатных индикаторах:

 - индикатор кругового обзора (ИКО) и секторного обзора;

 - индикатор секторного обзора со смещенным центром;

 - индикатор со строчно-растровой (телевизионной) разверткой.

Разрешающая способность индикатора по угловой координате  зависит от типа развертки. Так у индикаторов кругового обзора и секторных индикаторов

, (6)

где  - расстояние до цели.

У индикаторов со строчно-растровой или линейной разверткой

, (7)

где  - предельное значение шкалы азимута .

Если в качестве оконечного устройства используется цифровой измеритель временных интервалов, пропорциональных измеряемым величинам *r*, α и β, то разрешающая способность такого оконечного устройства определяется ценой одного эталонного интервала:

; ; , (8)

где  - период эталонной последовательности импульсов измерителя;

 - частота эталонной последовательности импульсов;

 и  - угловые скорости сканирования ДН антенны в плоскости азимута и угла места соответственно.

Оконечное устройство вносит также существенный вклад в погрешность измерения координат. Реальная погрешность измерения дальности

, (9)

где

 - (10)

потенциальная погрешность;

 - (11)

погрешность индикации;

 - прочие погрешности;

 м - погрешность совмещения временного положения зондирующего импульса с началом развертки индикатора;

 - погрешность совмещения электронного визира дальности с отметкой цели;

 - погрешность интерполяции при измерении дальности по «механической шкале» или при использовании только неподвижных электронных меток дальности ( - цена интервала между метками дальности);

 - погрешность из-за нестабильности частоты эталонного кварцевого генератора, формирующего метки дальности;

 - погрешность дискретности отсчета при инструментальном съеме данных;

 - погрешность, связанная с условиями распространения радиоволн;

 м - погрешность согласования временных задержек в отдельных каналах РЛС;

 - погрешность, связанная с флуктуациями радиолокационного центра цели   
( - размер цели по дальности);

 - коэффициент ухудшения, принятый в лекции 3.

Перечень составляющих погрешностей измерения дальности не претендует на исчерпывающую полноту и при необходимости может быть дополнен в зависимости от конкретной ситуации.

Формула (11) имеет общий характер. При ее использовании следует учитывать только те составляющие погрешности, которые характерны для данного типа индикатора.

Реальная погрешность измерения азимута

, (12)

где

 - (13)

потенциальная погрешность;

 - (14)

погрешность индикации;

 - (15)

прочие погрешности;

 - (16)

погрешность определения центра отметки цели на экране индикатора;

 - (17)

погрешность дискретности отсчета угловой координаты при инструментальном съеме данных;

 - погрешность интерполяции при использовании только неподвижных меток азимута или механической шкалы,  - цена интервала между метками азимута;

 - ошибка параллакса при использовании механического визира углового положения,  - расстояние визира от плоскости экрана,  - диаметр рисующего пятна на экране;

 - погрешность неточности ориентирования станции на местности;

 - погрешность совмещения электрической и оптической осей антенных устройств;

 - погрешность, связанная с неточностью установки датчика отметки опорного направления и погрешности люфтов в устройствах согласования положения антенны и развертки по азимуту.

 - погрешность, связанная с конечным числом импульсов в пачке (*T* – период повторения зондирующих импульсов);

 - коэффициент ухудшения потенциальной точности измерения азимута, принятый в лекции 3.

Перечень составляющих погрешностей угловых измерений не претендует неисчерпывающую полноту и может быть дополнен в зависимости от принципа построения оконечного устройства. Формула (14) имеет общий характер. При ее использовании следует учитывать только те составляющие погрешности, которые характерны для данного типа индикатора. По формулам, аналогичным (12) - (17), производится расчет реальной погрешности измерения угла места.

Определяя основные требования к оконечному устройству, такие как диаметр экрана, качество фокусировки, число шкал измерения и соответствующие масштабы, частота эталонных импульсов, тип развертки и т.д., следует сверять полученные из формул (1) - (3), (9), (12) коэффициенты ухудшения  с принятыми ранее в формулах лекции 3. Если какое-либо из полученных значений  превышает ранее принятое, то следует пересмотреть требования к индикаторному устройству с целью снижения больших коэффициентов ухудшения. Если же значения  окажутся меньше ранее принятых, можно ухудшить характеристики индикатора, но целесообразнее пересчитать значения основных технических характеристик, зависящих от , с целью улучшения тактических характеристик РЛС.

В любом случае целесообразно так строить оконечное устройство, чтобы коэффициенты  имели минимально возможные значения при ограничениях, наложенных на сложность, стоимость, весогабаритные характеристики, удобство использования, условия эксплуатации др.