

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)

Кафедра радиотехнических систем (РТС)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛИКА СТАНЦИИ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы
по курсу «Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы»
для студентов специальности 11.05.01
«Радиоэлектронные системы и комплексы»

Разработчики:
профессор каф. РТС, д.т.н.
_____ В.П. Денисов

доцент каф. РТС, к.т.н.
_____ Ф.Н. Захаров

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	Задание на проектирование	3
1.1	Наименование, шифр ОКР, основание и сроки выполнения ОКР.....	3
1.2	Цель выполнения ОКР, наименование и индекс изделия.....	3
1.3	Тактико-технические требования к изделию.....	3
2	Выполнение задания.....	5
2.1	Определение необходимости летно-подъемных средств	5
2.2	Определить ширину диаграммы направленности приемной антенны в горизонтальной плоскости.....	5
2.3	Определить ширину ДНА в вертикальной плоскости	8
2.4	Рассчитать эффективную приемную площадь антенны.....	8
2.5	Рассчитать мощность сигнала на выходе приемной антенны станции РТР, необходимую для выполнения ТЗ	8
2.6	Рассчитать дальность действия станции РТР	10
2.7	Выбрать метод определения координат источников радиоизлучения.....	11
2.8	Расчет точности местоопределения	12
2.9	Структурные схемы станций радиотехнической разведки	15
	Литература.....	19

1. ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Студентам предлагается определить облик станции радиотехнической разведки (РТР), спроектированной по заданным техническим требованиям. Облик – то есть структурную схему и возможные варианты исполнения ее элементов. Полное техническое задание (ТЗ) на проектирование станции РТР приведено ниже. Оно составлено в форме ТЗ на опытно-конструкторскую работу, из которой опущены разделы, не имеющие отношения к обучению студентов в вузе. На его основе группе студентов из двух-трех человек выдается задание, в котором указывается, в каком частотном диапазоне должна работать проектируемая станция, и какую дальность разведки она должна обеспечивать. Остальные параметры станции следует брать из приведенного ТЗ.

1.1 НАИМЕНОВАНИЕ, ШИФР ОКР, ОСНОВАНИЕ, ИСПОЛНИТЕЛЬ И СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОКР

1.1.1 Разработка комплекса РТР нового поколения.

1.1.2 Шифр «РТС-РЭБ».

1.2 ЦЕЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ОКР, НАИМЕНОВАНИЕ И ИНДЕКС ИЗДЕЛИЯ

1.2.1 Целью работы является создание комплекса радиотехнической разведки, обеспечивающего ведение радиоэлектронной разведки наземных радиоэлектронных средств (РЭС) противника с определением их координат, обеспечивающих подавление.

1.2.2 Наименование - «Комплекс РТР».

1.2.3 Комплекс РТР предназначен для повышения эффективности радиотехнической разведки, путем обнаружения и определения координат наземных излучающих РЭС противника, в том числе с использованием воздушных носителей.

1.3 ТАКТИКО–ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ИЗДЕЛИЮ

1.3.1 Состав комплекса РТР.

1.3.1.1 Комплекс должен состоять из трех постов, каждый из которых может быть командным.

В состав каждого поста комплекса могут входить модули двух типов:

- наземный перевозимый (встраиваемый) модуль;
- подъемный модуль;

Примечание: Необходимость и тип носителя подъемного модуля определяются в процессе проектирования.

1.3.1.2 Три поста должны обеспечивать определение местоположения наземных целей в двумерных координатах.

1.3.1.3 В состав наземного модуля должны входить:

- антенно-фидерная система;
- радиоприемное устройство;
- система измерения параметров сигнала;
- аппаратура обработки информации;
- аппаратура синхронизации объектов и определения координат;
- навигационная аппаратура потребителя космической навигационной системы (НАП КНС) ГЛОНАСС;
- аппаратура сопряжения с воздушным модулем;
- средства связи и передачи данных между постами и машиной управления комплекса РЭР;
- автоматизированное рабочее место (АРМ);
- аппаратура электропитания;

1.3.1.4 В состав подъемного модуля (если он окажется необходимым) должны входить:

- антенно-фидерная система;
- радиоприемное устройство;
- аппаратура обработки информации и измерения параметров сигналов;
- навигационная аппаратура;
- аппаратура сопряжения с наземным модулем;
- встроенная система контроля функционирования.

Примечание: Состав аппаратуры наземного и подъемного модулей уточняется по результатам проектирования.

1.3.2 Требования назначения

1.3.2.1 Аппаратура комплекса должна обеспечивать обнаружение, определение типа и координат излучающих РЭС в рабочем диапазоне частот с простыми импульсными сигналами в пределах:

- длительность импульсов - 0,1 до 200 мкс (в том числе от 0,1...2,0 мкс только для разностно-дальномерного метода определения координат);
 - период следования импульсов – 20...12000 мкс;
- а также РЭС с сигналами сложной структуры.

1.3.2.2 Комплекс должен работать с использованием нескольких методов определения координат целей.

1.3.2.3 Диапазон рабочих частот комплекса 1-40 ГГц.

1.3.2.4 Среднее время анализа и обработки одной цели комплексом с момента ее обнаружения не более 0,5 мин.

1.3.2.5 Срединная круговая ошибка определения координат стационарных РЭС на равнинной и среднепересеченной местности при работе комплекса тремя постами со срединной ошибкой их топопривязки не более 10 м, при максимальной базе между позициями постов 15 км в полосе до 40 км в зависимости от дальности должна составлять:

- не более 20 м на дальности до 15 км;
- не более 50 м на дальности от 15 до 30 км;
- не более 100 м на дальности от 30 до 70 км;
- не более 150 м на дальности от 70 до 120 км.

1.3.2.6 Комплекс должен обеспечивать обнаружение работающих РЭС с вероятностью не менее 0,9 при работе по РЭС с эквивалентной мощностью не менее 10^9 Вт:

- до 120 км в диапазоне частот 1...2 ГГц;
- до 100 км в диапазоне частот 2...4 ГГц;
- до 50 км в диапазоне частот 4...8 ГГц;
- до 30 км в диапазоне частот 8...12 ГГц и 12...40 ГГц.

1.3.2.7 Антенные устройства модулей постов комплекса должны обеспечивать прием сигналов любой поляризации.

Примечание:

1.3.2.8 Комплекс в составе 3-х мобильных постов должен обеспечивать обнаружение сигналов в зоне до 40 км по фронту.

2. Выполнение задания

2.1. Определение необходимости летно-подъемных средств

Следует определить, можно ли для выполнения технических требований, предъявленных к аппаратуре разведки, ограничиться наземными средствами, надо ли использовать подъемные средства для приемных антенн или надо использовать летательные аппараты. Для этого надо выполнить ряд расчетов.

2.2. Определить ширину диаграммы направленности приемной антенны в горизонтальной плоскости

Считать, что станция разведки должна быть беспойсковой по углу.

Ширину диаграммы следует определять, исходя из следующих расчетов. Она должна обеспечивать прием сигналов в заданной полосе разведки. Подход к расчету

иллюстрируется рис. 1, где показана область, подлежащая разведке, а также рис. 2, где показана станция разведки и два источника радиоизлучения, расположенные на максимальной и минимальной дальности от станции РТР в зоне обзора последней.

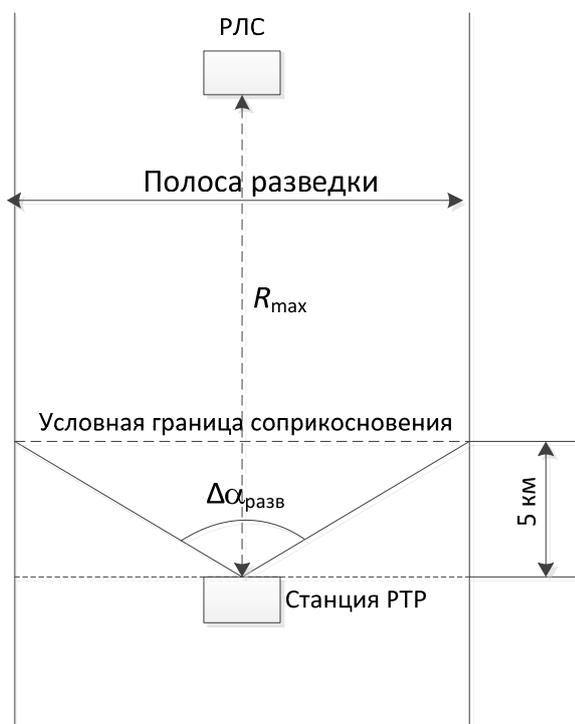


Рисунок 1 – Область обзора станции РТР

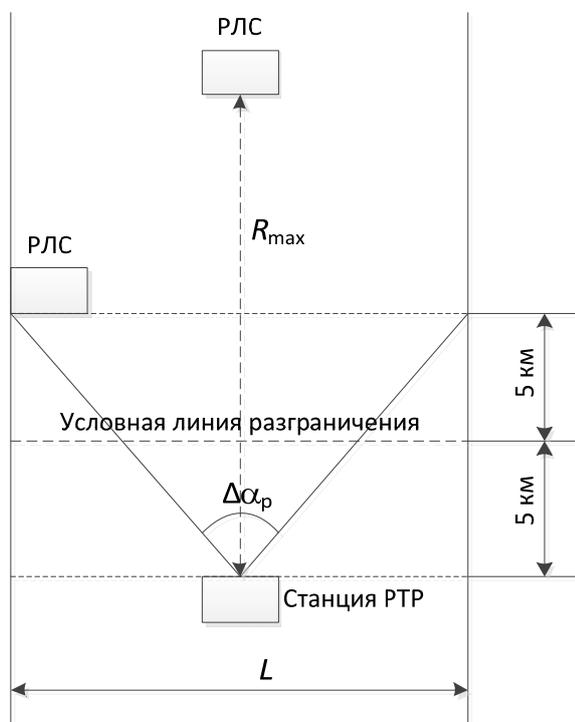


Рисунок 2 – Пояснения к расчету ДНА станции РТР в горизонтальной плоскости

Диаграмма направленности антенн станции разведки должна обеспечивать прием сигналов всех источников, находящихся в зоне обзора.

Допустим, энергетический потенциал станций, подлежащих разведке и находящихся на максимальной и минимальной дальности одинаков.

Допустим, разведываемая РЛС расположена на границе заданной области разведки на расстоянии 5 км от условной линии соприкосновения соперников, как показано на рис. 2. Цифра 5 км условная. Проектировщики могут взять иную, обосновав ее соответствующим образом.

Мощность сигнала на выходе антенны станции РТР, принятого от РЛС, находящейся на максимальной дальности

$$P_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{и}} G_{\text{и}}}{4\pi R_{\text{max}}^2} \cdot S_{\text{А}}, \quad (1)$$

где $S_{\text{А}}$ – эффективная приемная площадь антенны станции РТР.

Мощность сигнала, принятого от РЛС, находящейся на дистанции R_1 ,

$$P_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{и}} G_{\text{и}}}{4\pi R_1^2} \cdot S_{\text{А}} \cdot F_E^2 \left(\frac{\Delta\alpha_P}{2} \right), \quad (2)$$

где $F_E(\alpha)$ – ДНА станции РТР по напряженности поля.

Из рис. 2 следует, что

$$P_1 = \frac{L}{2} \sin \left(\frac{\Delta\alpha_P}{2} \right),$$

где L – полоса разведки.

Приравнивая мощности сигналов, принятых первой и второй РЛС, получаем

$$F_E(\Delta\alpha_P/2) = \frac{L}{2R_{\text{max}}} \sin \left(\frac{\Delta\alpha_P}{2} \right), \quad (3)$$

где $F_E(\Delta\alpha_P/2)$ – значение ДНА при $\alpha = \Delta\alpha_P/2$.

Для ориентировочных расчетов можно аппроксимировать нормированную ДНА в пределах главного лепестка гауссоидой [1]

$$F_E(\alpha) = e^{-0,35 \left(\frac{2\sin\alpha}{\theta_\alpha} \right)^2} \quad (4)$$

где $\theta_{0,5}$ – ширина ДНА по половинной мощности.

Из уравнения

$$\frac{L}{2R_{\text{max}}} \sin \left(\frac{\Delta\alpha_P}{2} \right) = e^{-0,35 \left(\frac{2\sin \frac{\Delta\alpha_P/2}{\theta_\alpha} \right)^2}$$

находим ширину ДНА по уровню 0,5 в горизонтальной плоскости. Обычно в беспойсковых по углу станциях РТФ это десятки градусов.

2.3. Определить ширину ДНА в вертикальной плоскости

Ширина ДНА в вертикальной плоскости определяется конструктивными особенностями станции РТР: чем уже диаграмма, тем больше эффективная приемная площадь антенны.

Ширина диаграммы θ_β определяется размером антенны в вертикальной плоскости (обозначим его символом b): чем больше b , тем уже диаграмма

$$\theta_\beta \approx \frac{\lambda}{b} \text{ (рад).}$$

Увеличение b ограничивается конструктивными возможностями. Обычно величина b составляет десятки сантиметров.

2.4. Рассчитать эффективную приемную площадь антенны

$$S_A = \frac{\lambda^2}{\theta_\tau}, \quad (5)$$

где θ_τ – телесный угол диаграммы,

$$\theta_\tau \approx \theta_\alpha \cdot \theta_\beta \text{ (стерадиан).}$$

2.5. Рассчитать мощность сигнала на выходе приемной антенны станции РТР, необходимую для выполнения ТЗ

Таким требованием является вероятность правильного обнаружения разведываемых сигналов.

По заданным вероятности правильного обнаружения D и вероятности ложной тревоги F можно найти необходимое отношение сигнал/шум на выходе разведывательного приемника. Для расчетов можно воспользоваться графиками, получившими название «характеристики обнаружения» [2, 3]. Характеристики обнаружения связывают D , F и отношение сигнал/шум на выходе приемной антенны

$q = \sqrt{\frac{2E}{N_0}}$ (в некоторых книгах q^2). В приведенной формуле E – энергия сигнала,

N_0 – спектральная плотность мощности белого шума (односторонняя). Кривые рассчитаны для определенной модели полезного сигнала. Для радиотехнической разведки наиболее приемлема модель сигнала со случайными амплитудой и начальной фазой.

Кривые обнаружения рассчитаны для активной локации, когда форма принимаемого сигнала известна, и можно использовать всю его энергию E путем корреляционной обработки или согласованной фильтрации. В разведке форма принимаемого сигнала априорно не известна. Приходится ориентироваться на простые

импульсные сигналы и использование в приемниках фильтров, согласованных с сигналом «по полосе», то есть имеющих полосу пропускания

$$\Delta f = \frac{1}{\tau_{и}},$$

где $\tau_{и}$ – длительность принимаемых импульсов.

В этом случае $E = P_{пр} \cdot \tau_{и}$, $N_0 = \frac{P_{ш}}{\Delta f}$ и

$$\frac{E}{N_0} = \frac{P_{пр}}{P_{ш}} = \frac{q^2}{2}. \quad (6)$$

Для использования характеристик обнаружения необходимо задаться вероятностью ложной тревоги F . Следует учесть, что в графиках F – вероятность ложной тревоги в любой момент времени, и что выбросы шума, приводящие к ложной тревоге могут следовать с временным интервалом порядка $1/\Delta f$, где Δf – полоса пропускания приемника.

Для расчетов следует задать допустимую вероятность ложной тревоги F_T за разумный интервал времени. Например, $F_T=0,1$, $T=3 \div 5$ минут. Тогда F можно вычислить из примерной формулы

$$F = F_T \cdot \frac{\tau_{и}}{T}. \quad (7)$$

Найдем далее мощность собственного шума приемника, приведенную к его входу

$$P_{ш} = k_{ш} k \cdot T \cdot \Delta f, \quad (8)$$

где $k_{ш}$ – коэффициент шума,

k – постоянная Больцмана,

T – температура входных цепей в градусах Кельвина,

Δf – полоса пропускания приемника.

Коэффициент шума можно взять из рекламных проспектов НПФ «Микран» для заданного диапазона волн. Не следует для этой цели пользоваться старыми справочниками, например, [3]. Там данные устаревшие.

Найдя мощность шума на входе приемника, рассчитаем

$$P_{пр} = P_{пр \min},$$

воспользовавшись формулой (6).

2.6. Рассчитать дальности действия станции РТР

Дальность действия по разному рассчитывается для зон прямой радиовидимости, дифракции и дальнего тропосферного распространения.

Прежде всего посмотрим, укладывается ли заданная по ТЗ дальность действия в пределы прямой радиовидимости (радиогоризонта). Для условий нормальной рефракции дальность радиогоризонта рассчитывается по формуле

$$R_{п.в} = 4,12(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}), \quad (9)$$

где h_1 и h_2 – высота над землей антенны РЛС и станции РТР в метрах, дальность прямой радиовидимости $R_{п.в}$ в километрах.

Высоту подъема над землей антенны РЛС заданного по ТЗ диапазона волн можно оценить, воспользовавшись книгой «История отечественной радиолокации» [4] либо ресурсами интернет.

Высоту подъема над землей антенной системы станции РТР проектировщик выбирает сам. Для увеличения дальности прямой радиовидимости можно воспользоваться мачтовыми подъемными средствами, обеспечивающими подъем антенн, по крайней мере, до высоты 20 м.

Дальность действия станции РТР находится из соотношения

$$P_{пр}(R) = P_{пр\ min},$$

где $P_{пр\ min}$ – минимально необходимая мощность сигнала на входе приемника, найденная проектировщиком в п. 2.5.

Мощность принимаемого сигнала в зоне прямой радиовидимости рассчитывается вначале по формуле (1) как для свободного пространства. Затем учитывается влияние отражений от земли. В связи с разнообразием рельефа местности влияние отражений на уровень сигнала носит случайный характер. В среднем его можно учесть интерференционным множителем F_0

$$P_{пр} = P_{пр0} \cdot F_0, \quad (10)$$

где $P_{пр0}$ – мощность, рассчитанная для свободного пространства,

F_0 – среднее значение интерференционного множителя для наземных трасс. По данным книги [5] его можно принять равным -13 дБ [5].

В зоне дифракции поле резко уменьшается. Расчет можно провести следующим образом.

Находится протяженность загоризонтного участка трассы.

$$R_{зг} = R - R_{п.в}.$$

Расчет проводится по формуле

$$P_{\text{пр}} = P_{\text{пр}0} \cdot F,$$

где $F = F_0 + \Delta F(R - R_{\text{п.в}})$,

где ΔF – погонное ослабление [5]

$$\Delta F = \frac{17\sqrt[3]{\pi}}{\sqrt[3]{a_3^2 \lambda}}, \text{ [дБ]}, \quad (11)$$

где a_3 – эквивалентный радиус Земли, такой что

$$\frac{1}{a_3} = \frac{1}{R_3} + \frac{dn}{dh}.$$

В нормальных атмосферных условиях градиент показателя преломления

$$\frac{dn}{dh} = -4 \cdot 10^{-8} \text{ 1/м}.$$

Учет затухания радиоволн в атмосфере производится по методике, изложенной в [3].

2.7. Выбрать метод определения координат источника радиоизлучения

а) Если при принятой широкой в горизонтальной плоскости ДНА и заданном энергетическом потенциале разведываемых средств мощность сигналов на выходе приемной антенны окажется достаточной для его обнаружения с заданными характеристиками, можно применить пеленгационный метод местоопределения с беспойсковыми по углу пеленгаторами.

б) Для реализации при этих же условиях разностно-дальномерного метода местоопределения надо чтобы, по крайней мере, два наземных измерительных пункта принимали сигналы источника радиоизлучения одновременно. Если при этом один из измерительных пунктов будет облучаться главным лепестком ДНА источника излучения, другой с высокой степенью вероятности будет облучаться одним из боковых. Уровень сигнала в последнем случае будет значительно меньше, можно считать, что на 20 дБ. Если мощности сигнала не будет хватать для его обнаружения, разностно-дальномерный метод местоопределения с наземными пунктами приема не применим.

в) Если при расчетах по пункту а) мощность сигнала на выходе приемной антенны окажется не достаточно большой для его обнаружения с заданными характеристиками, можно обузть диаграмму направленности в горизонтальной плоскости, сделав пеленгатор поисковым по направлению. Или применив многолучевую антенну.

г) Если при расчетах по пункту б) уровень сигнала окажется не достаточным для его обнаружения, можно реализовать разностно-дальномерный метод местоопределения наземных источников радиоизлучения, разместив приемную аппаратуру на летно-подъемных средствах. Можно рассмотреть для этой цели российские беспилотники «Орлан-10», имеющие высоту полета до 5 км над землей и грузоподъемность 5 кг.

2.8. Расчет точности местоопределения

В техническом задании указаны допустимые срединные ошибки места E источника радиоизлучения. По определению срединные ошибки это такие, которые не превосходятся в 50% случаев. Можно считать, что в условиях радиотехнической разведки погрешности местоопределения – случайные величины, подчиненные нормальному закону распределения. Для нормального закона срединные E и среднеквадратические погрешности σ связаны соотношением

$$E = 0,675\sigma.$$

Задача заключается в том, чтобы в зависимости от выбранного способа местоопределения найти необходимую точность пеленгования или точность измерения разности времени прихода сигналов для выполнения требований ТЗ по точности местоопределения.

а) Пеленгационный (угломерный) метод. Геометрические построения, необходимые для решения задачи, приведены на рис. 3. По условиям задачи станция разведки содержит три поста. Для оценки точности достаточно использовать два крайних, так как точность местоопределения зависит, в основном, от них.

Основное уравнение пеленгационного метода

$$R = L \cdot \frac{\sin \alpha_2}{\sin(\alpha_1 - \alpha_2)}. \quad (12)$$

Предположим, что $R/L \gg 1$ (практически более трех). Тогда погрешность местоопределения по существу есть погрешность измерения дальности ($\sigma_M = \sigma_R$), зависящая от погрешностей измерения углов α_1 и α_2 . Предположим, что погрешности измерения углов α_1 и α_2 – независимые случайные величины с нулевыми средними значениями и дисперсиями σ_α^2 . Тогда [6],

$$\frac{\sigma_R}{R} \approx \sqrt{2}\sigma_\alpha \frac{R}{L \cos \alpha_2}, \quad (13)$$

где σ_α выражается в радианах.

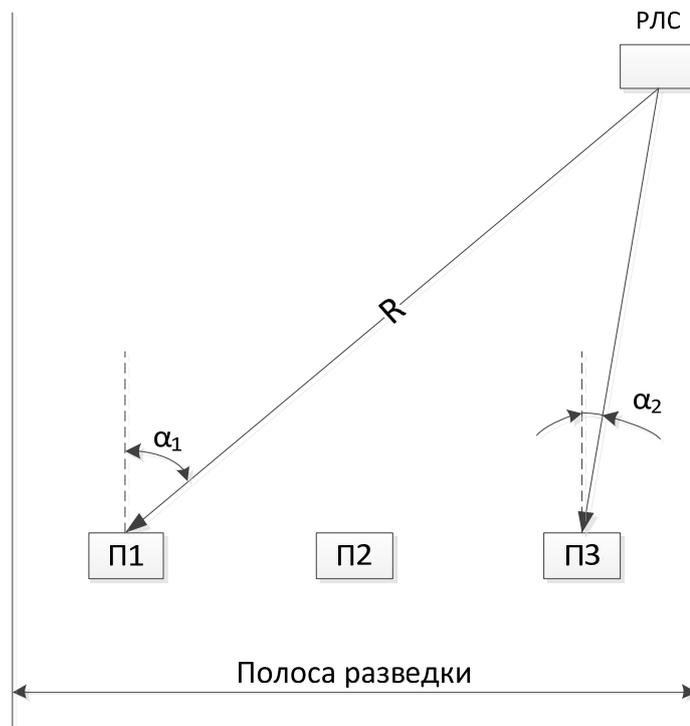


Рис. 3. Геометрия пеленгационного метода местоопределения

Из формулы (13) находим допустимую среднеквадратическую погрешность измерения пеленгов σ_α .

Соотношение $R/L \gg 1$ выполняется далеко не всегда. В противном случае можно воспользоваться соотношением, приведенным в книге [7].

Утверждается, что наилучшая точность достигается, если выполняются геометрические соотношения, приведенные на рис. 4.

$$S = 6,2R^2 \operatorname{tg}^2 \sigma_\alpha \quad (14)$$

Среднеквадратическую ошибку места σ_m оценим, положив

$$\pi \sigma_m^2 = S.$$

б) Разностно-дальномерный метод

Основные геометрические соотношения показаны на рис. 5.

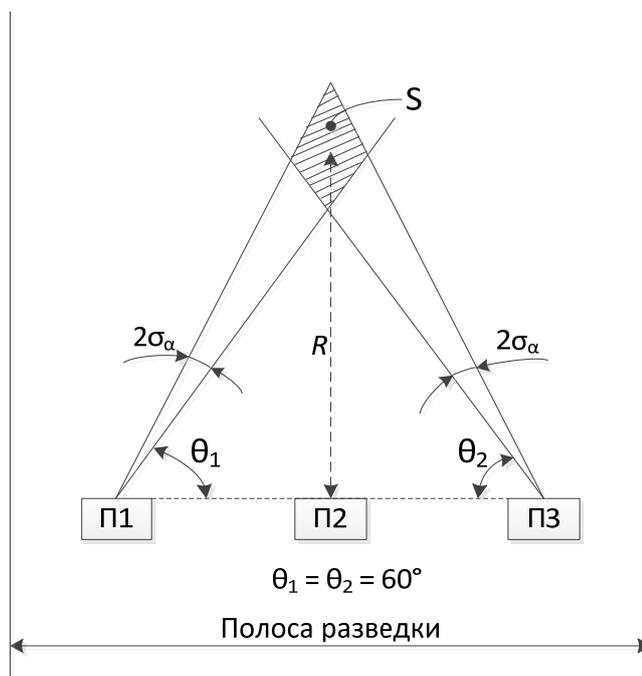


Рис. 4. Наилучшие геометрические соотношения для пеленгационного метода местоопределения

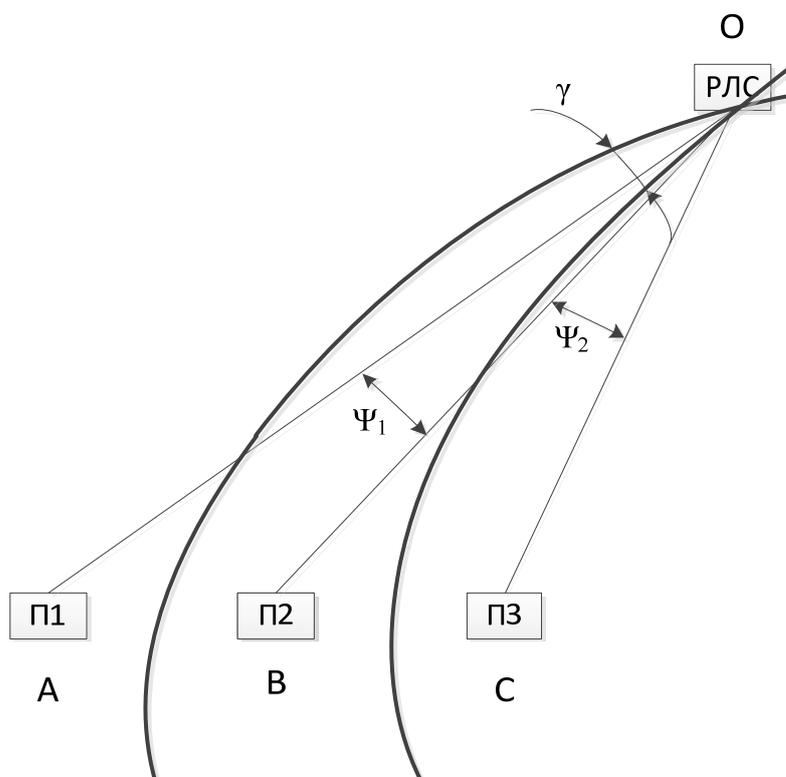


Рис. 5. Геометрия разностно-дальномерного метода местоопределения

На рисунке О – точка излучения (разведываемая РЛС), А, В, С – пункты приема. Линии связи между ними на рисунке не показаны. Допустимую погрешность измерения разности моментов прихода сигналов в пункты А и В, В и С найдем по заданной погрешности σ_m , используя формулу

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\Delta R}}{\sin \gamma} \sqrt{\operatorname{cosec}^2 \frac{\psi_1}{2} + \operatorname{cosec}^2 \frac{\psi_2}{2} + 2r_{\Delta R} \cos \gamma \operatorname{cosec} \frac{\psi_1}{2} \operatorname{cosec} \frac{\psi_2}{2}}, \quad (15)$$

где $\sigma_{\Delta R}$ – среднеквадратичная погрешность измерения разности дальностей,

$$\sigma_{\Delta R} = c\sigma_{\Delta t},$$

$\sigma_{\Delta t}$ – среднеквадратичная погрешность измерения разности времени прихода,

$r_{\Delta R}$ – коэффициент корреляции разностей моментов прихода сигналов в пункты А и В, В и С.

Наиболее благоприятный случай расположения разведываемой РЛС и пунктов приема, когда $\gamma = \pi/2$. Тогда

$$\sigma_m = \sigma_{\Delta R} \sqrt{\operatorname{cosec}^2 \frac{\psi_1}{2} + \operatorname{cosec}^2 \frac{\psi_2}{2}},$$

$$\text{Откуда } \sigma_m \geq \sqrt{2}\sigma_{\Delta R}. \quad (16)$$

Последнее соотношение можно использовать для грубой оценки необходимой точности разностно-временных измерений.

2.9. Структурные схемы станций радиотехнической разведки

По ТЗ станция разведки состоит из трех постов и линий радиоволн между ними, причем каждый из постов может быть командным. Следовательно, структурные схемы постов должны быть одинаковыми. Ниже приведены возможные структурные схемы приемных постов, отражающие основные функции, которые посты должны выполнять. Студенты могут предложить иные схемы, отражающие особенности их проектов. При этом должно быть указано, для чего нужны те или иные элементы схемы, и как они взаимодействуют между собой.

На рис. 6 приведена укрупненная структурная схема приемного поста станции радиотехнической разведки, в которой используется пеленгационный способ определения координат источников радиоизлучения.

На рисунке обозначено:

П – пеленгатор;

СУА – система управления антеннами;

САС – система анализа сигналов;

АИС – аппаратура идентификации сигналов;
 АС – аппаратура связи с другими постами станции;
 АРМ – автоматизированное рабочее место оператора.

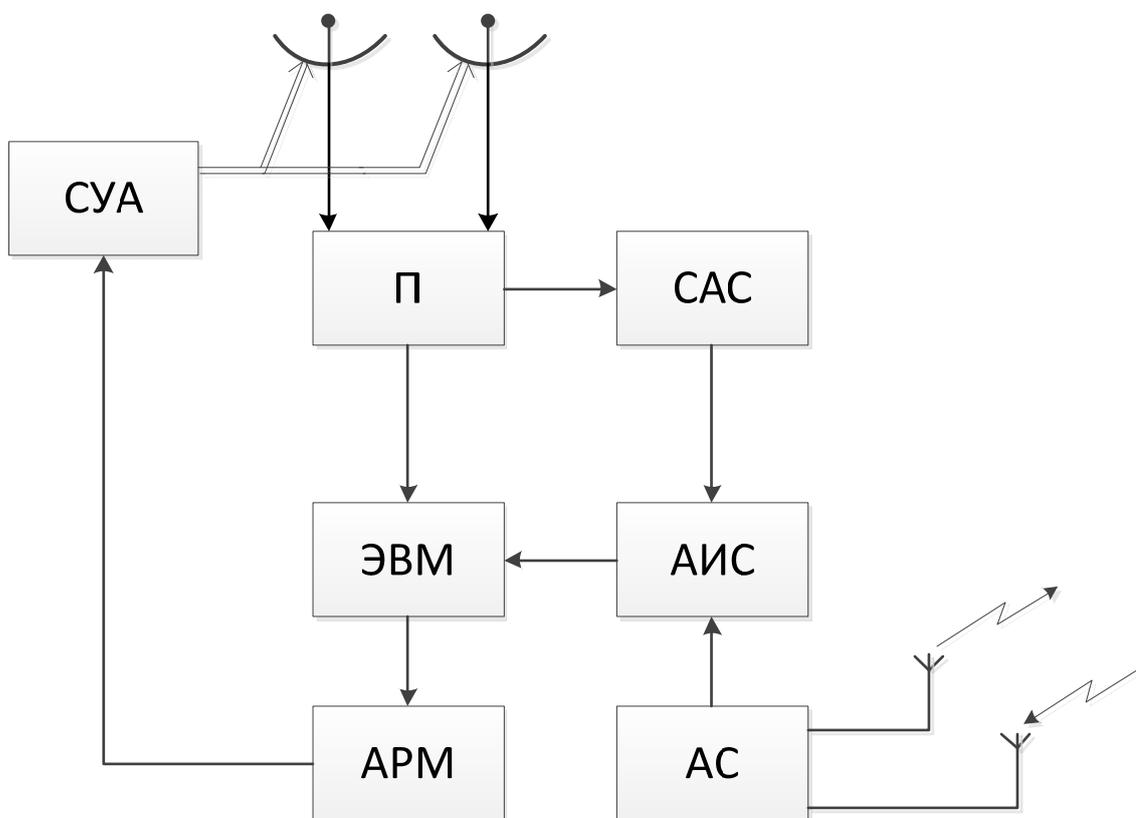


Рис. 6. Структурная схема пеленгационного поста станции разведки

Системы управления антеннами может и не быть, если антенны одновременно «осматривают» весь сектор разведки.

Система анализа сигналов (САС) служит для определения типа РЛС по измеренным параметрам.

Аппаратура идентификации сигналов (АИС) служит для выяснения принадлежности сигналов, принятых разнесенными приемными пунктами одному и тому же источнику излучения (ИРИ).

Координаты ИРИ вычисляются в ЭВМ после идентификации сигналов. АЦП включены в соответствующие функциональные блоки.

На рис. 7 приведена укрупненная структурная схема приемного поста станции радиотехнической разведки, в которой используется разностно-дальномерный метод определения координат источников радиоизлучения. Особенность построения станции заключается в том, что в каждом из пунктов моменты прихода сигналов разведываемых источников фиксируются в шкале времени спутниковой навигационной системы

«ГЛОНАСС». Затем они в цифровом виде передаются из одного приемного пункта на другие для вычисления координат источника радиоизлучения.

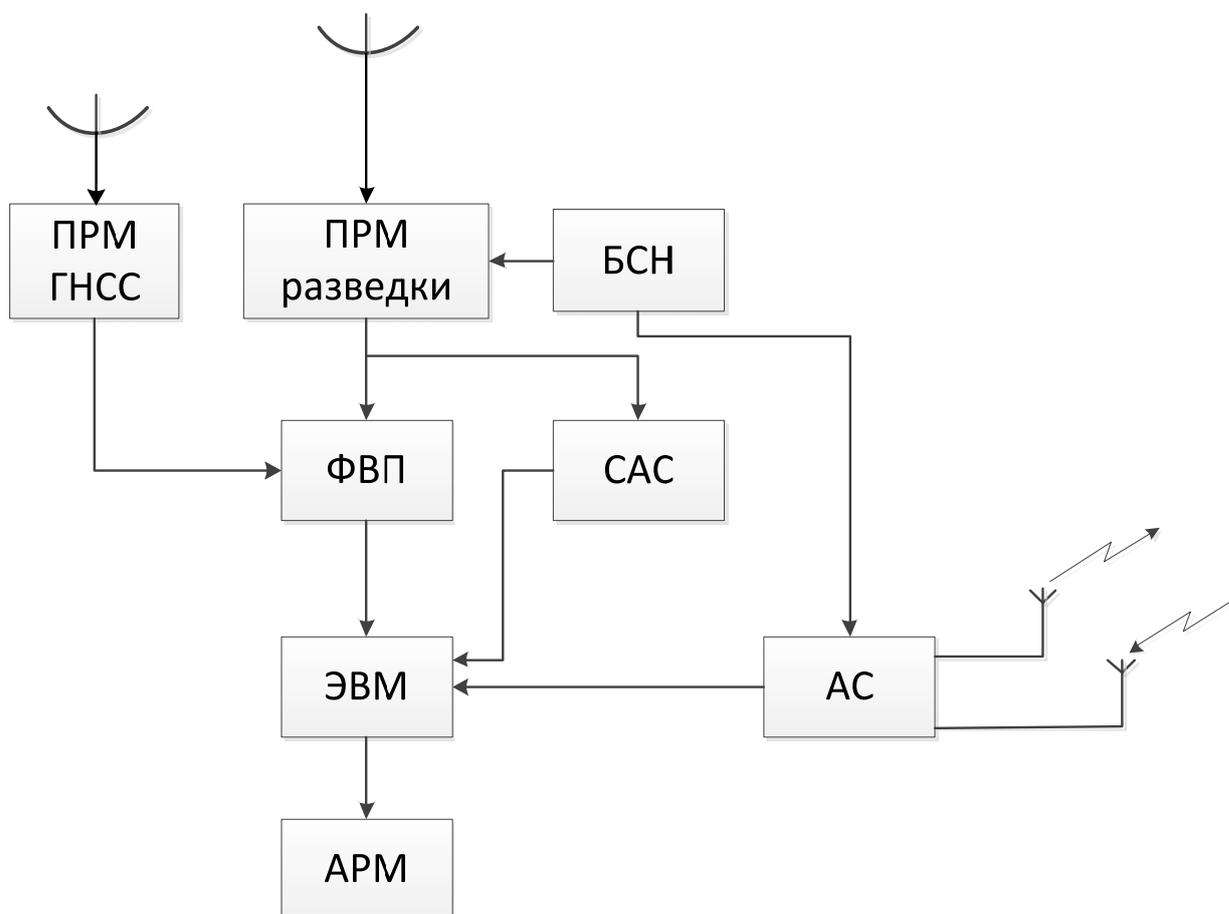


Рис. 7 Увеличенная структурная схема приемного поста станции разведки, реализующей разностно-дальномерный метод измерения координат ИРИ. Моменты прихода сигналов фиксируются в шкале времени ГСНС «ГЛОНАСС»

На рис. 7 обозначено:

БСН – блок синхронной настройки разведывательных приемников разнесенных постов;

ФВП – фиксатор времени прихода сигналов разведываемых источников;

САС – система анализа сигналов;

АС – аппаратура радиосвязи приемного поста с другими;

АРМ – автоматизированное рабочее место оператора.

Для измерения разности времени прихода сигналов, принятых в разнесенных пунктах, разведывательные приемники должны быть всегда настроены на одну и ту же частоту. Для этой цели служит блок синхронной настройки БСН. Гетеродины разведывательных приемников могут быть выполнены на основе цифровых синтезаторов частоты, управляемых цифровым кодом. Тогда БСН – генератор кодов, которые по линиям связи передаются в удаленные пункты приема.

Другой вариант построения станции разведки, реализующей разностно-дальномерный метод приведен на рисунке 8. Этот вариант отличается тем, что сигналы принятые в одном пункте транслируются в другой, где и производится измерение разности времени прихода. При этом, естественно, учитывается время распространения сигналов из одного приемного пункта в другой. Измерение временной задержки может быть выполнено разными способами, в частности, корреляционным.

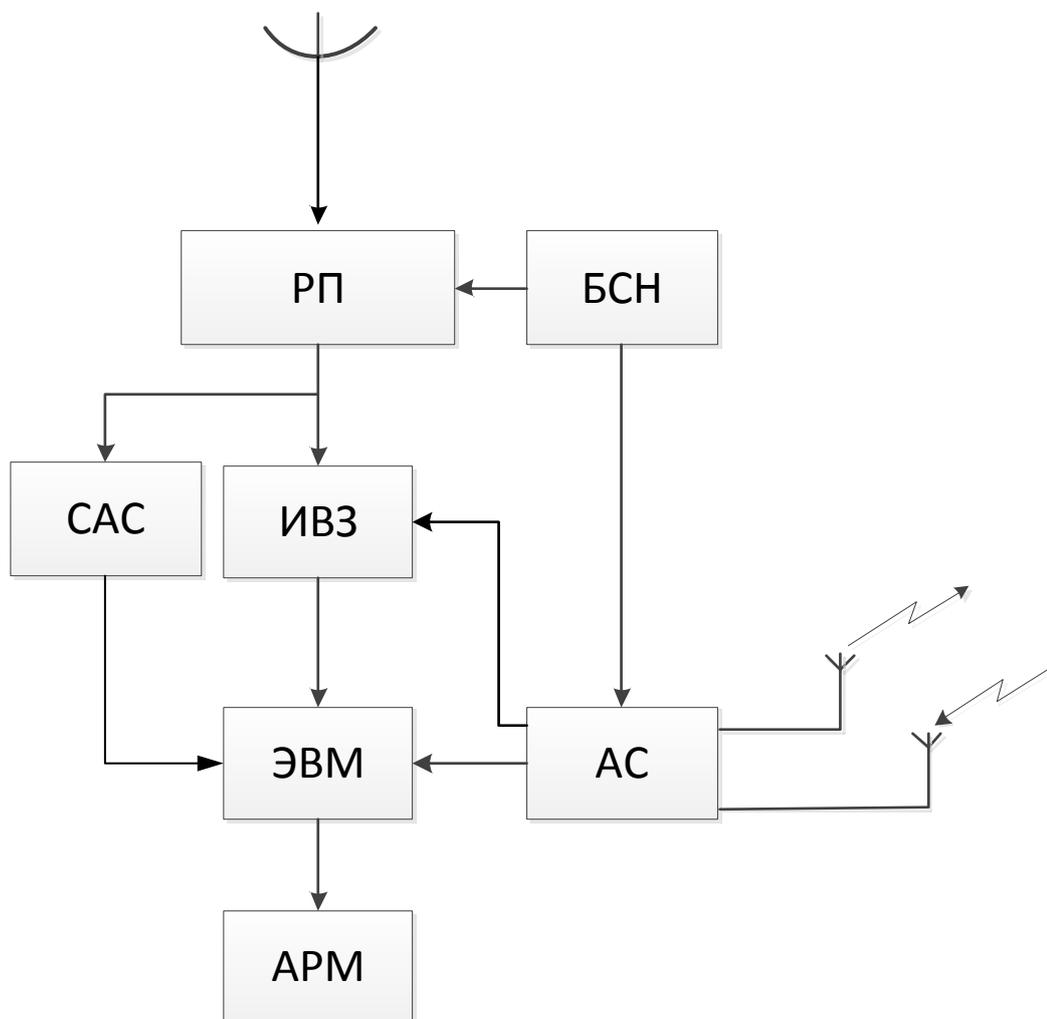


Рис. 8. Укрупненная структурная схема приемного поста станции разведки, реализующей разностно-дальномерный метод измерения координат ИРИ. Принятые сигналы транслируются из одного приемного пункта в другой

На рисунке 8 обозначено:

РП – разведывательный приемник;

БСН – блок синхронной настройки;

АС – аппаратура связи между постами;

САС – система анализа сигналов;

ИВЗ – измеритель временной задержки;

АРМ – автоматизированное рабочее место оператора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонов А.И., Фомичев К.И. Моноимпульсная радиолокация. – М.: Сов. Радио, 1970. – 391 с.
2. Денисов В.П., Дудко Б.П. Радиотехнические системы. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2006, 250 с.
3. Васин В.В., Степанов Б.М. Справочник-задачник по радиолокации. – М.: Сов. радио, 1977.
4. История отечественной радиолокации / под ред. А.С. Якунина. – М.: Столичная энциклопедия, 2011. – 767 с.
5. Пространственно-временные искажения сантиметровых радиоволн на наземных трассах и их влияние на точность пассивных систем местоопределения. Томск, ТУСУР, 2014, под ред. Денисова В.П.
6. Конспект лекций по курсу «Основы теории систем и комплексов РЭБ», Томск, ТУСУР, 2018.
7. Вакин С.А. Шустов Л.Н. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки. – М.: Сов. Радио, 1968, 448 с.