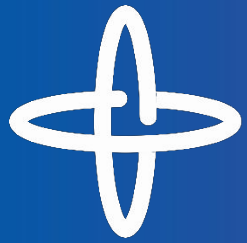


ГУАН



ГУАП

guap.ru

РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ

ЛЕКЦИЯ
5

Санкт-
Петербург
2022

ЛЕКЦИЯ 5

3

Тема : Дальность действия многопозиционных РНС (МРНС)

0. Повторение пройденного материала: Точность позиционирования в многопозиционных РНС
1. Дальность действия и Рабочие Зоны многопозиционных РНС – РЗ дальномерной РНС.
 2. Рабочие зоны угломерных многопозиционных РНС.
 3. Рабочие зоны разностно-дальномерных многопозиционных РНС
 4. Формирование рабочей зоны разностно-дальномерной системы РНС
 5. Задание на самостоятельную работу

УДК 629.123.053
ББК 39.471

Баженов, А.В. РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ/
Учебное пособие. [Текст]/ А.В. Баженов, Г.И. Захаренко, А.Н.
Бережнов, К.Ю. Савченко./ Под ред. А.В. Баженова – Ставрополь:
СВВАИУ(ВИ), 2007. – 202с.

Учебное пособие написано в соответствии с учебным планом дисциплины «Радионавигационные системы» специальностей 201300 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования». В нем изложены теоретические основы построения и функционирования авиационных радионавигационных устройств и систем. Приведены примеры реализации теоретических положений в бортовом навигационном оборудовании современных воздушных судов.

Труд по написанию учебного пособия распределен следующим образом. Баженовым А.В. написаны введение и первый раздел. Савченко К.Ю. написан второй раздел учебного пособия. Бережновым А.Н. написаны главы 3.1-3.4. Захаренко Г.И. написан четвертый раздел и главы 3.5-3.7. Общая редакция учебного пособия выполнена Баженовым А.В.

1. Баженов, А.В.
РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ/
Учебное пособие. [Текст]/ А.В.
Баженов, Г.И. Захаренко, А.Н.
Бережнов, К.Ю. Савченко./ Под ред.
А.В. Баженова – Ставрополь:
СВВАИУ(ВИ), 2007. – 202с.

Изучив теоретический
материал, представленный на стр. 103
– 129. законспектировать определения
рабочих зон и дальности действия
многопозиционных РНС

Билет 11

1. Показать ЛП дальномерного-дальномерного метода, оценить точность их определения по соотношению сигнал/шум на заданной дальности, длительности импульса ($\tau_{\text{и}}=5$ мкс, $q=30$ дБ)

Билет 12

1. Показать ЛП угломерного-угломерного метода, оценить их точность по СКО измерения угла на заданной дальности (РНС АРК-15,
2. $\sigma_{\alpha} = 2$ град, $D=200$ км)

Билет 13

1. Показать ЛП разностно-дальномерного метода, оценить точность ее определения при точности фазометра 3%, заданной несущей f_0 (длит колебания), (Импульсно-фазовая РНС «Лоран», $f_0=100$ кГц ,
 $\psi_{\text{базы}} = 80$ град, $D_{\text{рнт1}} = D_{\text{рнт2}} = 200$ км)



- Погрешность определения местоположения зависит не только от точности нахождения элемента W , но и от типа позиционной системы, влияющего на значение **коэффициента линии положения k** , и **от расположения опорных станций и объекта, которое сказывается на значении угла γ** .
- В системах, состоящих из однотипных устройств (измерителей дальности или углов), к числу которых относятся дальномерные, разностно-дальномерные, угломерные и некоторые другие, естественно предположить, что точность определения элемента W одинакова, т.е. . Так как по условию $k_1=k_2=k$, то

$$\sigma_{\text{мп}} = \frac{k}{\sin \gamma} \sigma_W \sqrt{2}$$

Геометрический фактор, для данных систем, определяется выражением

$$\Gamma = \sqrt{2} \frac{k}{\sin \gamma}$$





Дальность действия позиционных РНС.

Рабочие зоны дальномерной РНС

• **Рабочая зона навигационной системы на плоскости** ограничена площадью, в пределах которой **погрешность определения местоположения с заданной величиной вероятности не превосходит выбранного значения**

• В дальномерно-дальномерной РНС погрешность определения местоположения:

$$r_{\sigma} = \frac{1}{\sin \gamma} \sqrt{(k_1 \sigma_{W_1})^2 + (k_{21} \sigma_{W_2})^2 + 2\rho k_1 k_2 \sigma_{W_1} \sigma_{W_2} \cos \gamma}$$

$$r_{\sigma} = \frac{\sigma_0}{\sqrt{2} \sin \gamma} \sqrt{1 + \rho \cos \gamma} \quad r_{\sigma} = \frac{0,212 \sigma_0}{\sin \gamma} \sqrt{1 + \rho \cos \gamma}$$

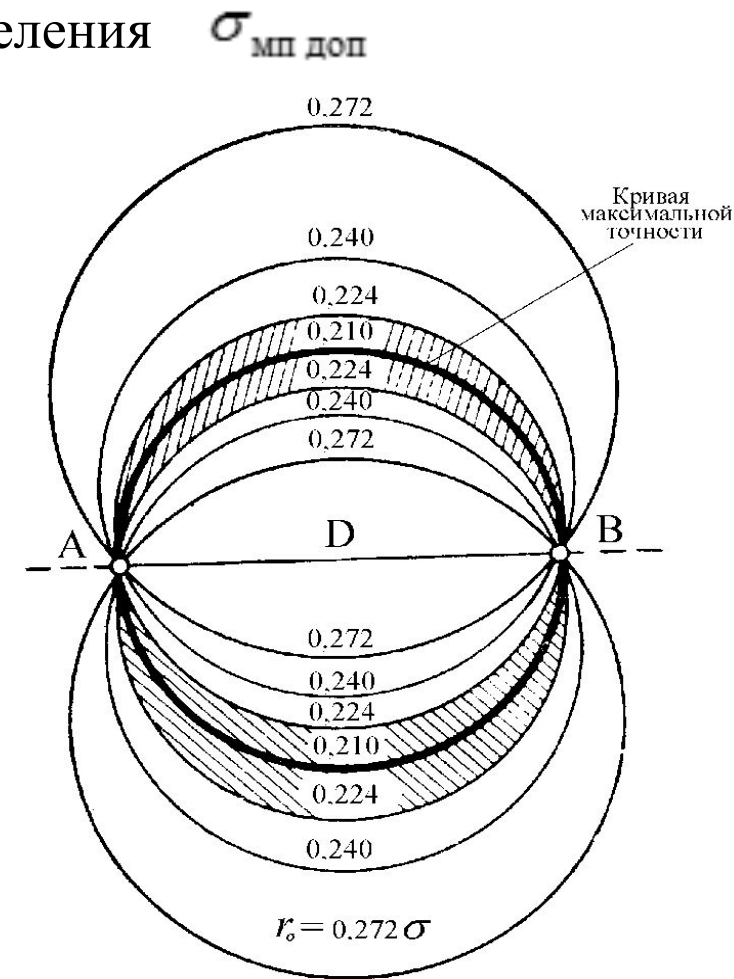
• **Кривой одинаковой погрешности соответствует равный угол пересечения ЛП γ .**

Минимальная погрешность определения местоположения будет при пересечении линий положения под прямым углом на окружности с диаметром размера базы

базы $r_{\sigma_{\text{MIN}}} = \frac{\text{При малых } \sigma_0}{\sqrt{2}}$

$$r_{\sigma} \approx \frac{\sigma_0 D_0}{\sqrt{2} D}$$

$$\sin \gamma \approx \gamma = \frac{D}{D_0}$$

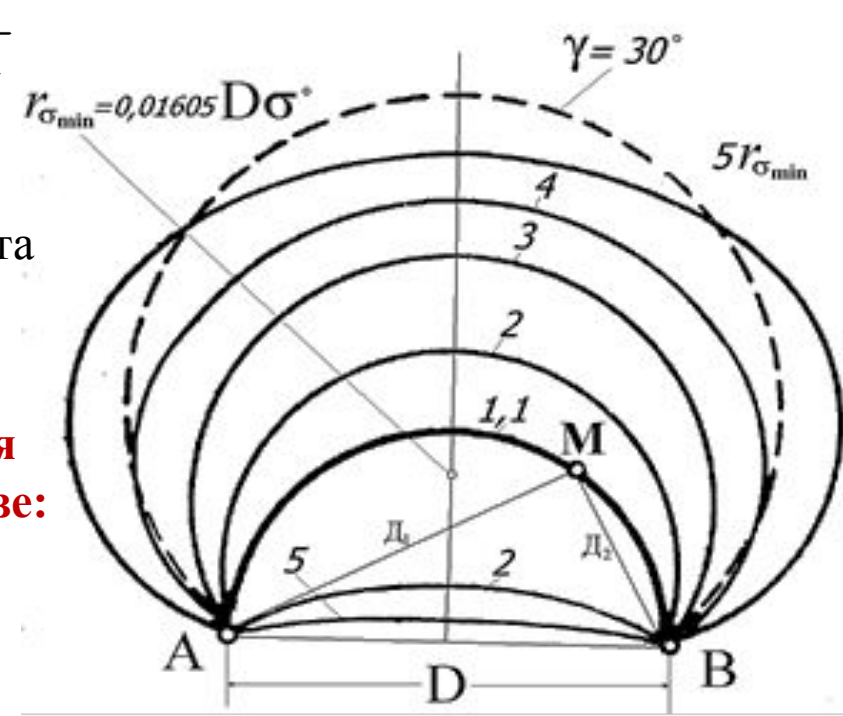




2. Рабочие зоны угломерных многопозиционных РНС

$$r_{\sigma} = \frac{0,0174\sigma_0^{\boxtimes}}{\sin \gamma} \sqrt{D_1^2 + D_2^2 + 2\rho D_1 D_2 \cos \gamma}$$

где σ_0^{\boxtimes} – среднеквадратическая погрешность измерения азимута в градусах.



Минимальная погрешность определения местоположения будет в двух точках на перпендикуляре к базе: сверху и симметрично ей снизу

$$r_{\sigma_{\text{MIN}}} = 0,01605 D \sigma_0^{\boxtimes}$$

На максимальных удалениях, когда углы пересечения ЛП малы, для случая $\rho = 0$ и $D_1 = D_2 = D_0$ формула дает значение

$$r_{\sigma} = \frac{0,01745\sqrt{2}\sigma_0^{\boxtimes}}{D} D_0^2$$





Площадь рабочей зоны угломерных и дальномерных РНС

Рабочая область—область пространства, в пределах которой погрешность определения местоположения с помощью РНС $\sigma_{мп}$ с известной вероятностью не превышает заданную σ_3 .

Рабочая область характеризуется дальностью действия системы D_{max} , т.е. максимальным удалением от РНС, на котором обеспечивается заданная точность определения координат объекта.

Площадь рабочей зоны УУ и ДД

Слайды 7 и 8

$$S = 2S_{ок} - 4S_{сег}$$

$S_{сег}$ — площадь сегмента между базой и окружностью;

$S_{ок}$ — площадь окружности с радиусом

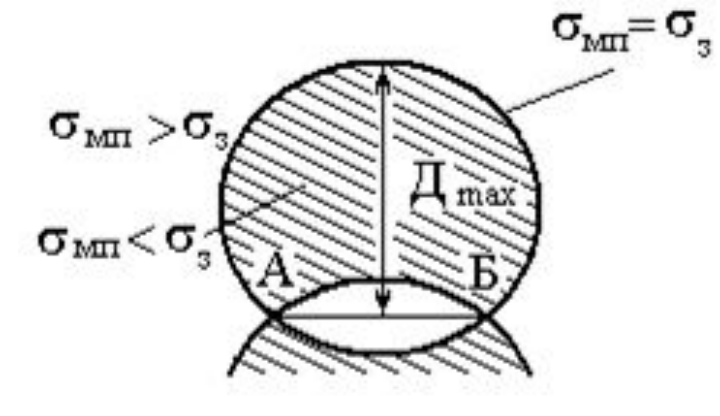


Рис. 1. Рабочая зона РНС системы





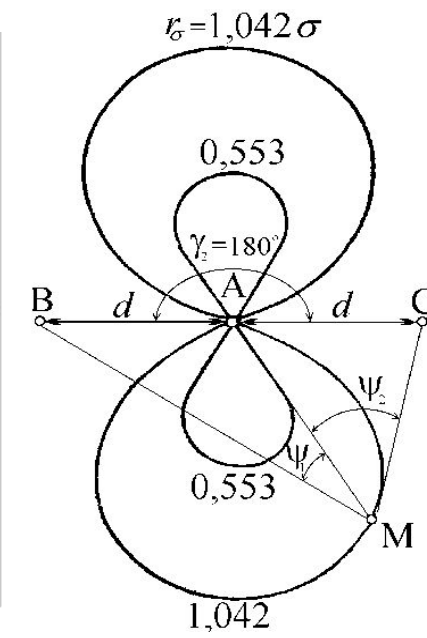
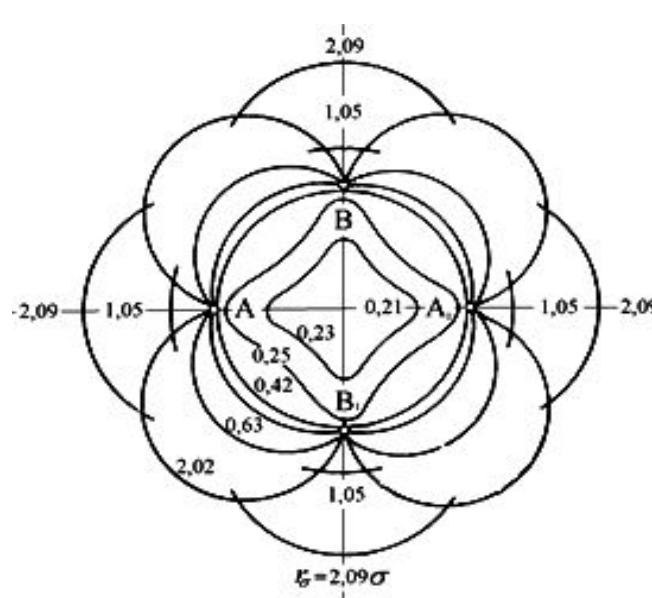
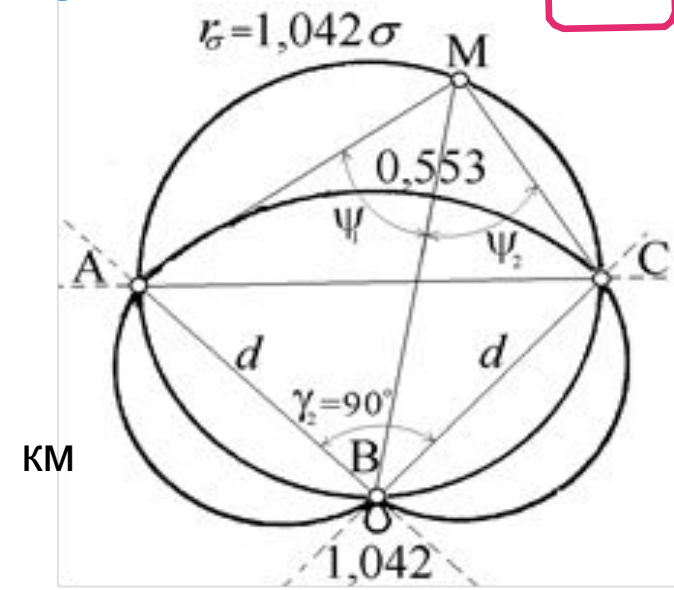
Рабочая зона многопозиционной разностно-дальномерной РНС.

В простейшем случае данная система состоит из трех наземных радиостанций, одна из которых называется ведущей (А) и работает совместно с двумя ведомыми В и С

$$r_{\sigma} = \frac{0,15\sigma_0}{\sin \gamma} \sqrt{\operatorname{cosec}^2 \frac{\psi_1}{2} + \operatorname{cosec}^2 \frac{\psi_2}{2} + 2\rho \cos \gamma \operatorname{cosec} \frac{\psi_1}{2} \operatorname{cosec} \frac{\psi_2}{2}}$$

где σ_0 — среднеквадратическая погрешность измерения времени в микросекундах

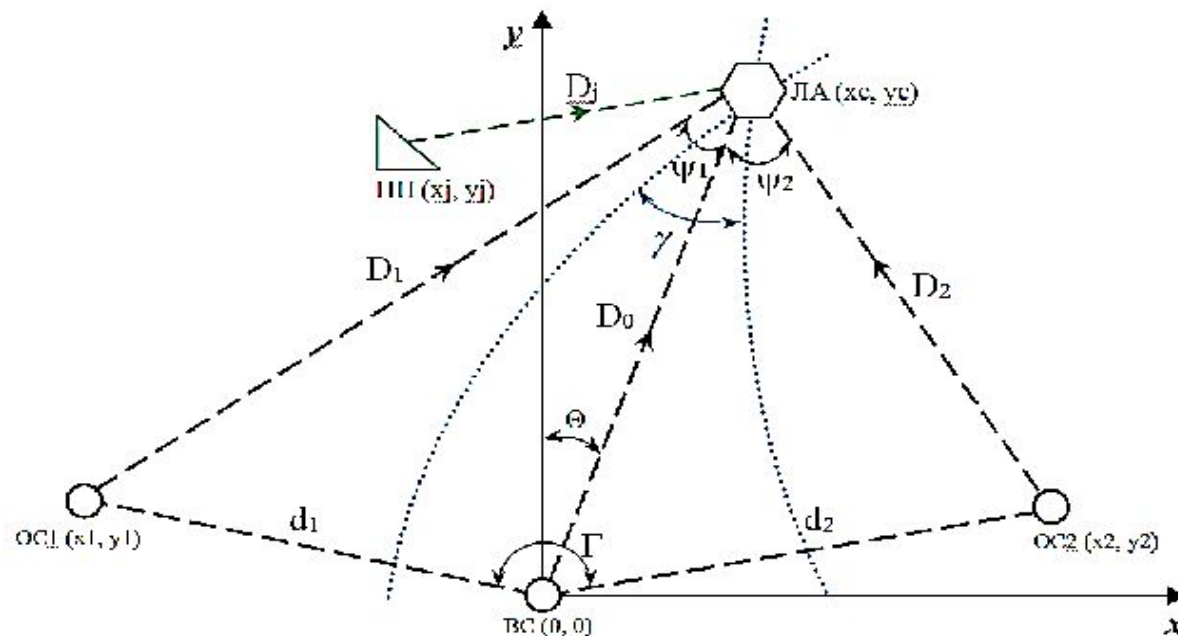
Если задана сравнительно низкая точность определения места, то для получения **наибольшей рабочей зоны** выгодно брать угол между базами $\gamma_2=180^\circ$. Если же надо реализовать также и наибольшую возможную точность определения места, то оптимальные углы лежат в пределах $90...60^\circ$.

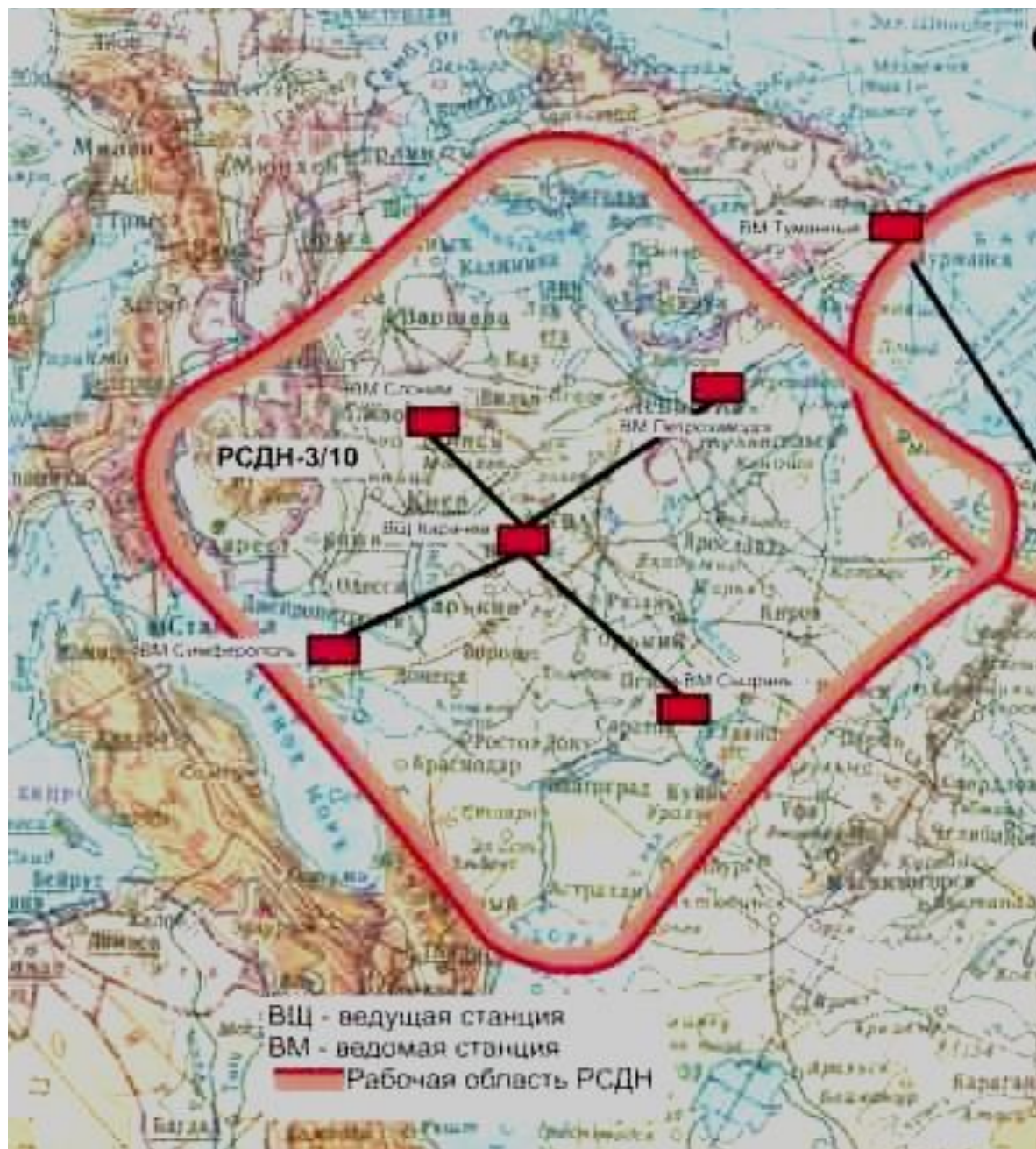


Передающие станции ИФРНС LORAN-C и «ЧАЙКА», излучающие группы (пачки) из восьми («ведомые» станции) или **деяти («ведущие» станции)** импульсов на несущей частоте 100 кГц, объединены в цепи - группы станций, излучающих синхронизированные импульсные сигналы с одинаковой частотой повторения.

Классическим режимом использования сигналов ИФРНС является стандартный разностно-дальномерный (гиперболический) режим.

Этому режиму свойственны ограничения по точности и размерам рабочей зоны, обусловленные геометрическим фактором





Рисунок»

- Европейская цепь РСДН «Чайка», в составе пяти станций, три из которых расположены в районах городов Брянск (Карачев - ведущая), Петрозаводск, Сызрань (Россия) и две - Слоним (Республика Беларусь) и Симферополь (РФ);

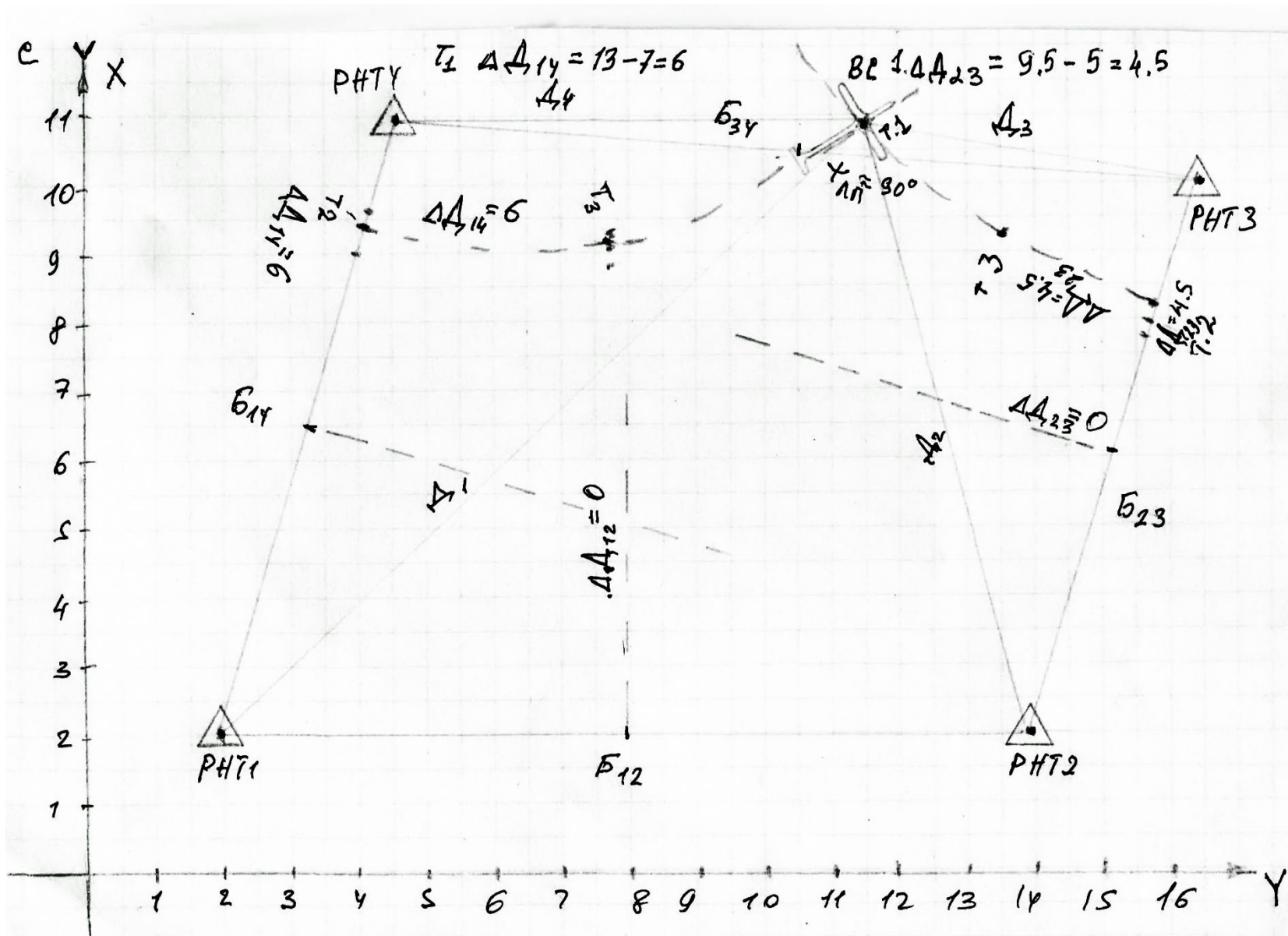


Рисунок 1. Пример построения ЛП и оптимального выбора РНТ

Разностно-дальномерные РСДН создают сетку линий положения (ЛП), представляющих собой гиперболы с фокусами в точках расположения пары опорных станций (рисунок 1. слайд 15). Разность дальностей D_P определяется по интервалу времени t_P между приемом сигналов от соответствующей пары опорных станций:

$$D_P = t_P c ,$$

и **уравнение гиперболы** записывается в виде:

$$D_P = \sqrt{(X_i - x)^2 + (Y_i - y)^2 + (Z_i - z)^2} - \sqrt{(X_j - x)^2 + (Y_j - y)^2 + (Z_j - z)^2} ,$$

где X_i, Y_i, Z_i и X_j, Y_j, Z_j – известные координаты i -й и j -й опорных станций (ОС), а x, y, z – искомые координаты ВС.

Значение D_P не зависит от погрешности эталона времени ВС, что является основным **преимуществом разностно-дальномерных РСДН**.

Недостатки таких систем – большое число ОС (минимум три), необходимых для определения места ВС, и ухудшение точности с удалением от базы ОС.

Задание

УДК 629.123.053
ББК 39.471

Баженов, А.В. РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ/
Учебное пособие. [Текст]/ А.В. Баженов, Г.И. Захаренко, А.Н.
Бережнов, К.Ю. Савченко./ Под ред. А.В. Баженова – Ставрополь:
СВВАИУ(ВИ) , 2007. – 202с.

Учебное пособие написано в соответствии с учебным планом дисциплины «Радионавигационные системы» специальностей 201300 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования». В нем изложены теоретические основы построения и функционирования авиационных радионавигационных устройств и систем. Приведены примеры реализации теоретических положений в бортовом навигационном оборудовании современных воздушных судов.

Труд по написанию учебного пособия распределен следующим образом. Баженовым А.В. написаны введение и первый раздел. Савченко К.Ю. написан второй раздел учебного пособия. Бережновым А.Н. написаны главы 3.1-3.4. Захаренко Г.И. написан четвертый раздел и главы 3.5-3.7. Общая редакция учебного пособия выполнена Баженовым А.В.

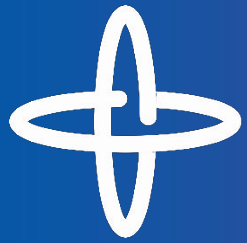
19

1. Баженов, А.В. РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ/Учебное пособие. [Текст]/ А.В. Баженов, Г.И. Захаренко, А.Н. Бережнов, К.Ю. Савченко./ Под ред. А.В. Баженова – Ставрополь: СВВАИУ(ВИ) , 2007. – 202с.

2. РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ. Учебное пособие. Краткий курс лекций. Кафедра РТС. 122 с.

1. Изучив теоретический материал, представленный в [1] на стр. 61-74. материалы [2] курса лекций стр. 16-44. законспектировать определения дальности действия МРНС (угломерно-дальномерной и разностно-дальномерной РНС) и рабочих зон в пределах точности позиционирования не ниже 2 СКО, принципов оценки точности измерения координат.

3. Представить реферат в ЛК: «Точность определения координат МРНС, дальность действия и рабочие зоны» (объем в пределах 15 стр.)



ГУАП

guap.ru

Спасибо за внимание!