

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение выс-
шего профессионального образования

«Тамбовский государственный технический университет»

С.Н. Данилов, А.В. Иванов, С.П. Москвитин

САМОЛЕТНЫЙ МЕТЕОНАВИГАЦИ- **ОННЫЙ РАДИОЛОКАТОР**



Методические указания по дисциплине «Теория и техника радиолокации и радионавигации» для студентов дневной и заочной форм обучения специальности 210303 – «Бытовая радиоэлектронная аппаратура» и направления 210400 – «Радиотехника»

Тамбов
2012

УДК 621.396.96
ББК з.973.202я73-2
Д-183

Рецензенты: д.т.н., профессор Чернышова Т.И., к.т.н., доцент Штейнбрехер В.В.

Д183 Данилов С.Н., Иванов А.В., Москвитин С.П. Самолетный метеонавигационный радиолокатор: методические указания. – Тамбов: ТГТУ, 2012. – 24с.

Рассмотрена реализация метеорадиолокатора, режимы его функционирования, конструкция. Изложено руководство для лабораторного исследования радиолокатора. Материал изложен в соответствии с учебной программой дисциплин «Теория и техника радиолокации и радионавигации» и «Радиотехнические системы». Учебное пособие предназначено для студентов дневной и заочной форм обучения специальности 210303 – «Бытовая радиоэлектронная аппаратура» и направления 210400 – «Радиотехника».

УДК 621.396.96
ББК з.973.202я73-2

САМОЛЕТНЫЙ МЕТЕОНАВИГАЦИОННЫЙ РАДИОЛОКАТОР

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I. Назначение БРЛС

Самолетный метеонавигационный радиолокатор «Гроза-М-24» предназначен для установки на самолетах АН-24 всех модификаций. Радиолокатор обеспечивает качественный навигационный обзор земной поверхности, обнаружение опасных для полета гидрометеообразований (грозы, мощнокучевая облачность и т.д.), определение угла сноса самолета.

Подобный, более современный вариант радиолокатора (КП-3А, входящий в комплекс «Купол») устанавливается на самолетах военно-транспортной авиации Ил-76. В этом варианте имеется дополнительный режим – режим межсамолетной навигации, позволяющий осуществлять полет в плотном боевом порядке в сложных метеоусловиях.

1. Режимы работы

Для выполнения различных тактических задач в станции предусмотрено пять автономных режимов работы:

– режим «Готов». При установке переключателя режимов в положение «Готов» все блоки радиолокатора подключаются к сети питания. Излучение СВЧ-энергии не происходит, но радиолокатор находится в состоянии готовности к немедленной работе;

– режим работы «Земля». При работе радиолокатора в указанном режиме соответствующим выбором схемы и параметров отдельных его каналов и блоков обеспечивается получение на индикаторе в полярных координатах «азимут – дальность» непрерывной радиолокационной карты земной поверхности, расположенной впереди самолета в пределах азимутальных углов 90° в обе стороны от его строительной оси (с учетом ширины диаграммы направленности)(рис.1);

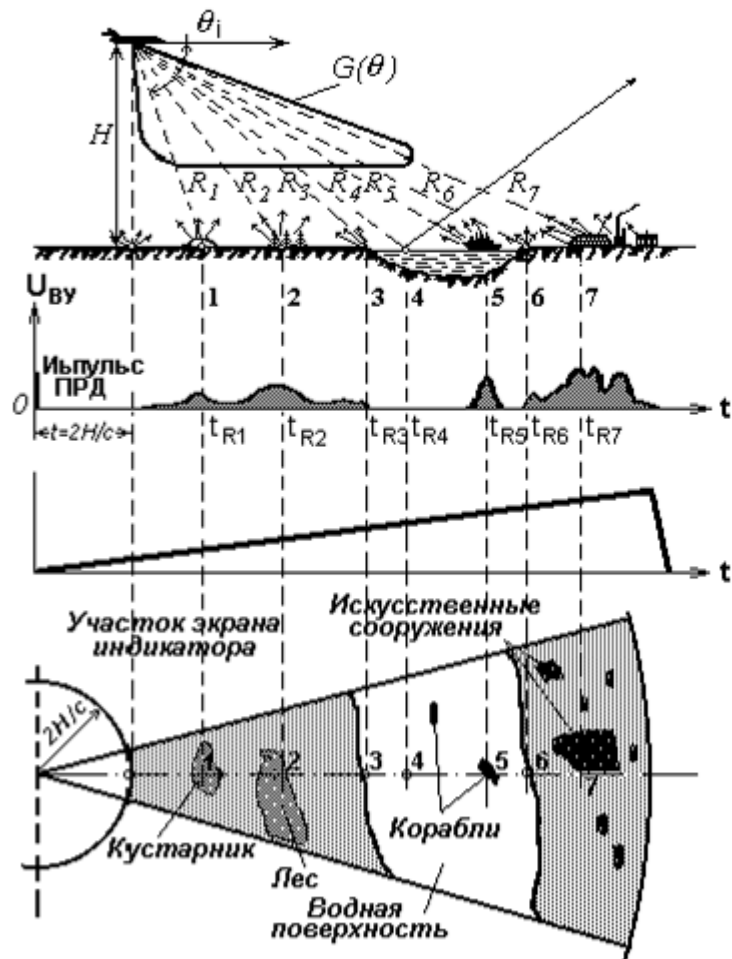


Рис. 1

– режим «Метео». При работе радиолокатора в указанном режиме обеспечивается получение на индикаторе в полярных координатах «азимут – дальность» радиолокационного изображения воздушной обстановки в пространстве, ограниченном азимутальными углами 90° в обе стороны от строительной оси самолета и углами места $1,5...2^\circ$ в обе стороны относительно плоскости горизонта при установке регулятора «наклон» в нулевое положение. Для того, чтобы сектор обзора не изменял своего положения в пространстве при кренах самолета и также, что особенно важно, при обходе грозовых зон, ось диаграммы направленности антенны гиросtabilизирована. Режим «Метео» позволяет определять опасные направления полетов самолетов в сложных метеоусловиях;

– режим работы «Контур». Указанный режим работы радиолокатора позволяет выявлять внутри отражений от грозовых зон и кучево-дождевой облачности участки, характеризующиеся большими диаметрами имеющихся в них капель, что обуславливает их высокую отражающую способность. Благодаря специальному

построению схемы радиолокатора указанные участки представляются на экране индикатора в виде затемненных областей, расположенных в яркозасвеченных от-метках от обнаруженных грозовых зон (рис. 2);

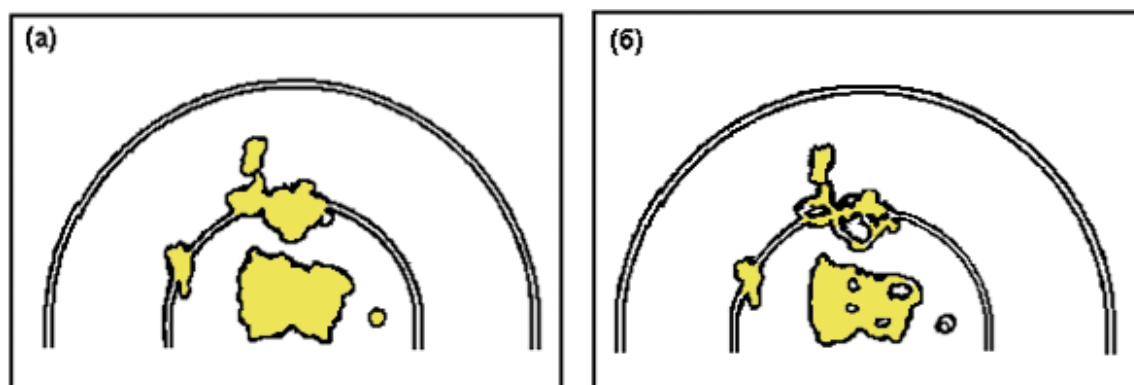


Рис. 2 Пример радиолокационного изображения при работе РЛС в режиме (а) "Метео" и (б) "Контур".

– режим работы «Снос». В режиме «Снос» производится измерение угла сноса самолета под действием ветра за счет использования амплитудной модуляции отраженного от земной поверхности сигнала спектром вторичных доплеровских частот. Частота модуляции будет минимальной, практически равной нулю, в тот момент, когда проекция оси веерной диаграммы направленности антенны совпадает с линией пути самолета.

– режим работы «Контроль». В режиме «Контроль» осуществляется проверка работоспособности каналов: индикации, приемного и передающего.

II. Основные тактико-технические данные радиолокатора

1. Средняя дальность наблюдения для высоты полета 6000 м и более составляет:

- водных поверхностей – 150...180 км;
- областных городов и промышленных центров – 250 км;
- особо крупных промышленных центров – 350 км;
- дальность обнаружения грозовой и кучево-дождевой облачности – 200 км.

2. Возможность ручного наклона оси диаграммы направленности антенны относительно плоскости горизонта от $15 \pm 1^\circ$ до $-10 \pm 1^\circ$.

3. Сектор азимутального обзора не менее 90° в обе стороны от строительной оси самолета.

4. Частота излучаемых колебаний – 9375 ± 5 МГц.

5. Импульсная мощность излучаемых радиоимпульсов – не менее 9 кВт во всех режимах.

6. Величина тока, потребляемая радиолокатором: по цепи 115 В, 400 Гц – 4 А, по цепи 36 В, 400 Гц – 1 А, по цепи 27 В – 5 А.

7. Количество меток дальности, расположенных в рабочей части экрана индикаторного блока, должно быть: а) при крайнем левом положении регулятора МАСШТАБ 1 метка (25 км); б) при крайнем правом положении МАСШТАБ 4 метки по 25 км и 2 метки по 100 км.

Радиолокатор «Гроза-М» представляет собой импульсный некогерентный радиолокатор со сканирующей в азимутальной плоскости антенной и индикатором «азимут – дальность». Он работает по принципу излучения мощных радиочастотных импульсов в узком секторе пространства, приема и усиления отраженных от наземных или воздушных объектов сигналов и их яркостной индикации на экране электронно-лучевой трубки с длительным послесвечением. Объекты, отраженные сигналы от которых принимает радиолокатор, могут быть различными – поверхностно-распределенными, объемно-распределенными или сосредоточенными («точечными»), обеспечивающими достаточно сильное диффузное отражение радиосигналов трехсантиметрового диапазона длин волн. К ним, в частности, относятся незастроенные участки земной поверхности, застроенные участки (мелкие, средние и крупные населенные пункты), гидрометеообразования, мосты, плотины, отдельные крупные строения и т.д.

III. Функционирование БРЛС

Функциональная схема радиолокатора приведена на рис. 3.

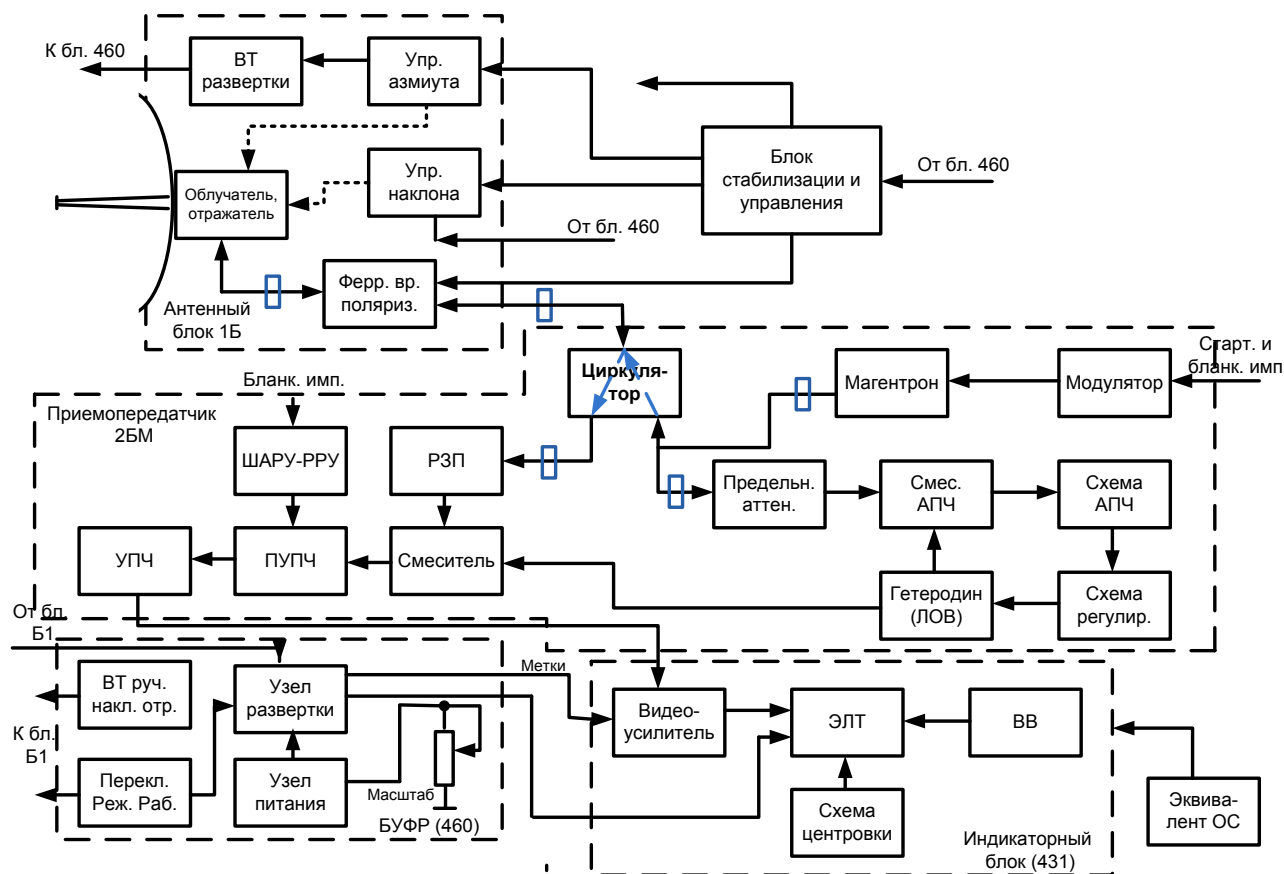


Рис. 3. Функциональная схема радиолокатора

1. **Излучение СВЧ-импульса.** Синхронизация работы передающего канала радиолокатора осуществляется сигналом частотой 400 Гц (от питающей сети). Модулятор приемопередатчика 2БМ формирует высоковольтные импульсы, поступающие на катод магнетрона, который генерирует СВЧ-импульсы. Циркулятор служит для переключения антенны с приемного на передающий канал. Ферритовый вращатель плоскости поляризации служит для изменения поляризации излучаемых высокочастотных колебаний. В зависимости от их поляризации зеркалом антенного блока формируется либо веерная диаграмма, либо узкий луч.

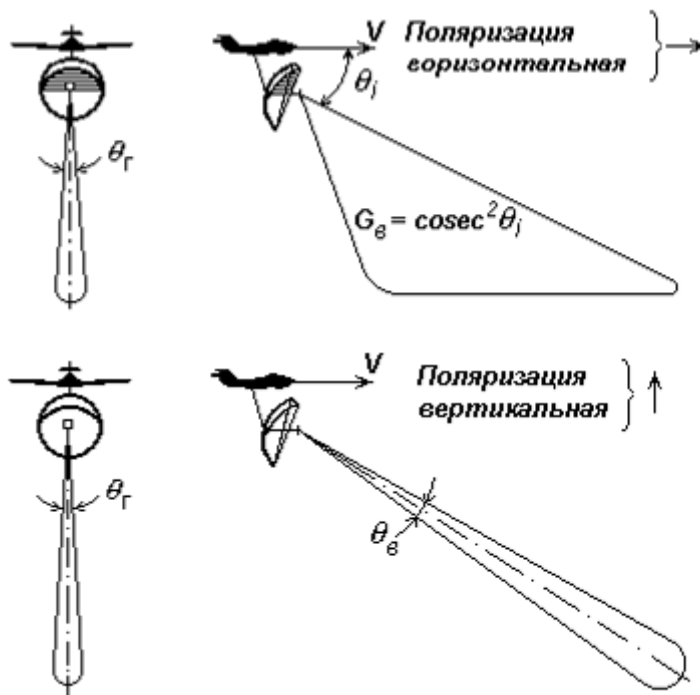


Рис. 4

2. *Прием отраженных СВЧ-импульсов.* Отраженные от радиоконтрастных целей сигналы (СВЧ-импульсы), принятые антенным блоком радиолокатора, по волноводному тракту через циркулятор, вентиль и разрядник защиты приемника (РЗП) поступают на смеситель канала сигнала. На разрядник подается напряжение – 650 В для облегчения поджига его ВЧ импульсом магнетрона. На смеситель поступает также СВЧ-сигнал от гетеродина, выполненного на лампе обратной волны (ЛОВ). После преобразования с выхода смесителя импульсы на промежуточной частоте поступают в предварительный УПЧ (ПУПЧ) и далее в основной УПЧ, где происходит усиление сигналов и далее детектирование (рис. 5).

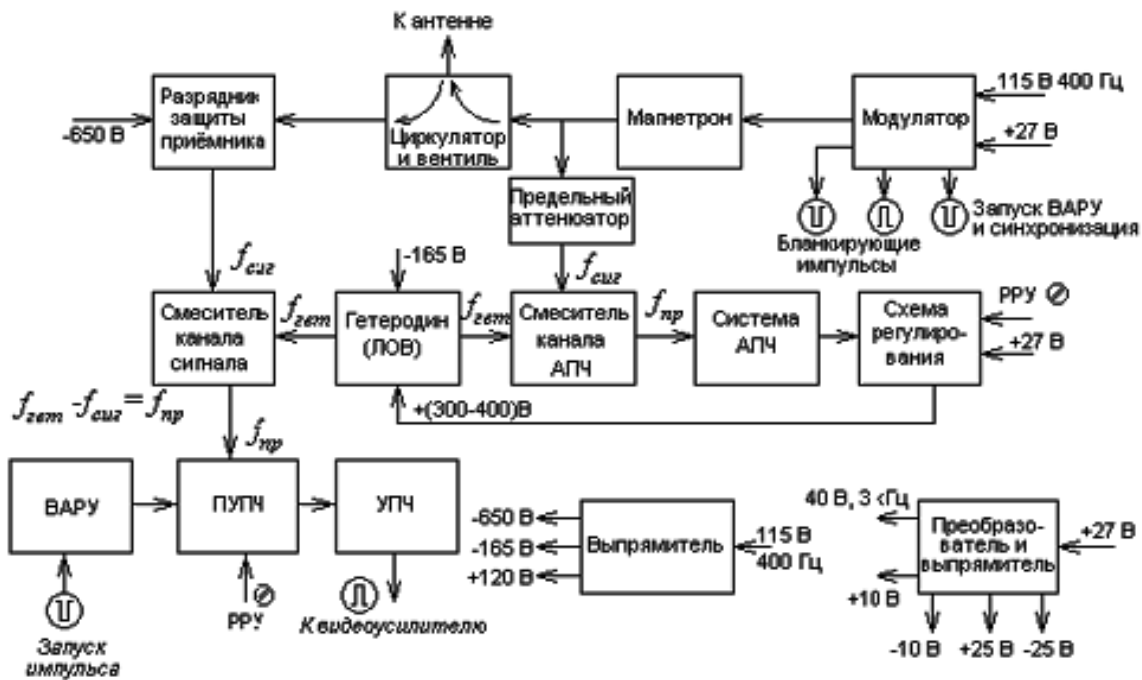


Рис. 5 Приемопередатчик



Рис. 6

Основные органы настройки, контроля, а также разъемы и предохранители приемопередатчика расположены на панели блока (рис.6).

3. *Автоматическая подстройка частоты.* Схема АПЧ служит для поддержания постоянной разности частот магнетрона и гетеродина (промежуточной частоты). Часть СВЧ-энергии магнетронного генератора через предельный аттенуатор поступает на смеситель АПЧ. На смеситель также поступает СВЧ-сигнал от гетеродина.

После преобразования на выходе смесителя образуются импульсы промежуточной частоты, которые поступают на вход блока АПЧ, который вырабатывает напряжение, пропорциональное отклонению промежуточной частоты от ее номинального значения. Это напряжение, воздействуя на управляющий электрод гетеродина, приводит к изменению его частоты, уменьшая отклонение промежуточной частоты от номинального значения.

4. Индикация сигналов. С выхода УПЧ приемопередатчика видеосигнал подается на вход видеоусилителя индикаторного блока. Амплитудная характеристика видеоусилителя при работе радиолокатора в режиме «Земля» ступенчатая, в режиме «Метео» – линейная с индикацией максимальных амплитуд сигналов в направлении каждого курсового угла. В видеоусилителе происходит усиление видеосигнала и смешивание его с калибровочными метками дальности, вырабатываемыми узлом развертки. Кроме того, в видеоусилитель из узла развертки поступает импульс подсвета, обеспечивающий подсвет прямого хода развертки на экране электронно-лучевой трубки. Усиленный видеосигнал, смешанный с калибровочными метками, поступает на электронно-лучевую трубку. С помощью схемы развертки на экране электронно-лучевой трубки создается радиально-секторная развертка в координатах «азимут – дальность» (рис. 7).

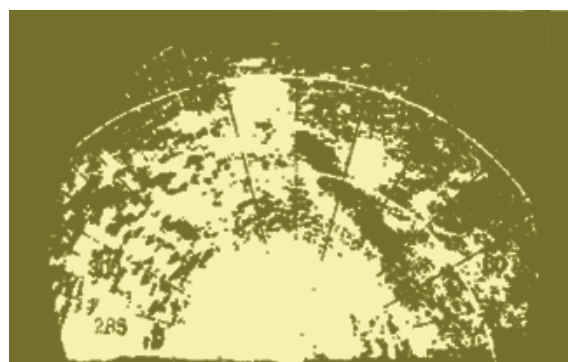
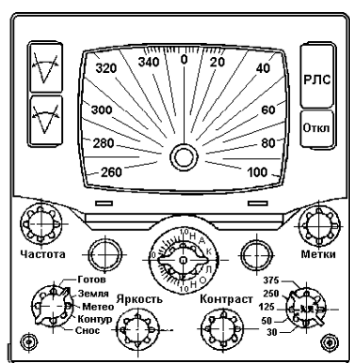


Рис. 7

5. Синхронизация работы каналов радиолокатора. Модулятор приемопередатчика генерирует импульсы бланкирования и старт-импульс, синхронизирующие работу индикаторного и приемного каналов радиолокатора. Старт-импульс формируется в момент излучения СВЧ-импульса. С выхода модулятора старт-импульс поступает на вход узла развертки блока управления и формирования развертки. Узел развертки вырабатывает пилообразный ток развертки и импульс

подсвета, начало которых совпадает с моментом прихода старт-импульса, т.е. с моментом излучения СВЧ-импульса. Кроме того, узел развертки формирует калибрационные метки дальности, первая из которых совпадает с моментом излучения, т.е. является отсчетом нуля дальности. Старт-импульсом осуществляется включение узла питания индикаторного блока.

Для определения угла сноса самолета за счет ветра имеется специальный индикатор, позволяющий по нулевым биениям доплеровской частоты определить направление движения самолета.

Изменение ширины диаграммы направленности в вертикальной плоскости («узкий» или «косеканс-квадрат») осуществляется с помощью параболического отражателя, ферритового обтекателя плоскости поляризации и специального козырька, прозрачного для вертикально-поляризованной волны (формирование узкого луча) и являющегося отражателем для горизонтально-поляризованной волны (формирование веерного, «косеканс-квадратного» луча).

На рис.8 показан навигационный треугольник скоростей с учётом только горизонтальных составляющих воздушной скорости V , совпадающей по направлению с осью самолёта, скорости ветра U и результирующего вектора, совпадающего с линией пути - путевой скорости W . Угол сноса β между векторами V и W определяется в режиме работы "Снос".

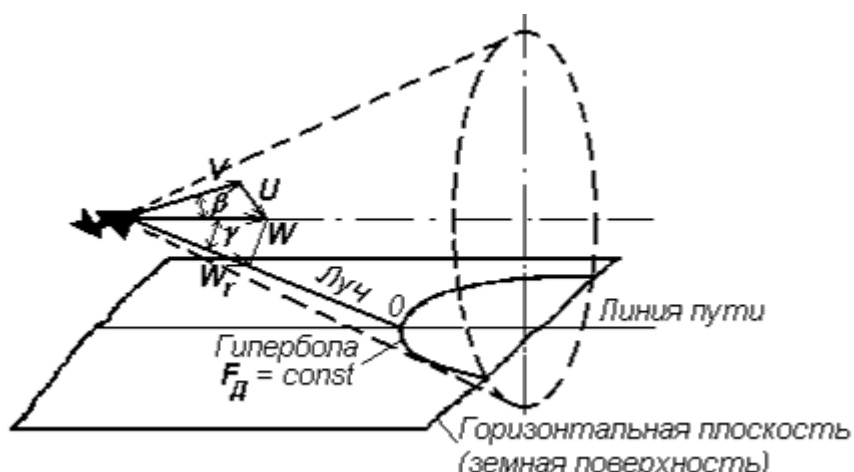


Рис. 8. Навигационный треугольник скоростей и линия равных доплеровских частот ($F_d = \text{const}$)

Измерение угла сноса самолёта основано на фиксации минимальной частоты биений вторичного эффекта Доплера, которые возникают при отражении сигнала от земной поверхности или иных протяжённых объектов. Для пояснения этого эффекта целесообразно воспользоваться понятием линий равных доплеровских частот на земной поверхности. Принцип их получения при горизонтальном полёте представлен на рис. 9.

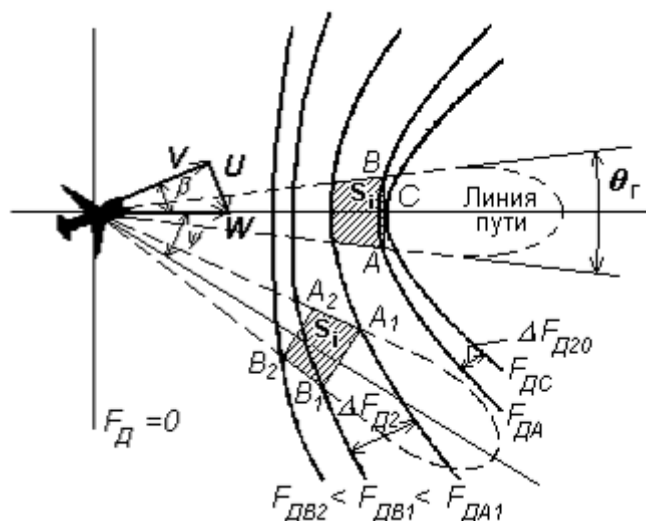


Рис. 9. – Семейство изодоплеровских гипербол

Значение частоты Доплера при отражении сигнала от точки земной поверхности, лежащей на линии пути при бесконечно узкой диаграмме направленности РЛС, определяется

$$F_D = \frac{2V \cos \gamma}{\lambda}, \text{ где } \lambda - \text{длина волны передатчика.}$$

Из этой формулы следует, что $F_D = \text{const}$ при $\gamma = \text{const}$. На земной поверхности луч ДН при вращении с постоянным углом γ прочертит кривую равных доплеровских частот, которая является гиперболой, так как образуется как линия пересечения конуса и горизонтальной поверхности, параллельной оси конуса.

Меняя значение γ , можно получить семейство гипербол, каждой из которых будет соответствовать своё значение F_D .

В реальной РЛС луч антенны имеет конечную ширину в горизонтальной и вертикальной плоскостях, а зондирующий сигнал - импульс с конечной длительностью. Поэтому в каждый момент времени на вход приёмника РЛС одновременно будут поступать сигналы, отражённые от совокупности отражателей, лежащих в пределах участка местности S_i (рис. 9).

Сигналы, отражённые от разных точек S_i , суммируются на входе приёмника и на выходе амплитудного детектора образуют разностные частоты, которые называются вторичными доплеровскими частотами (биениями).

Для пояснения возникновения вторичных доплеровских частот рассмотрим суммарный сигнал, образованный сигналами $U_{A1}(t)$ и $U_{B1}(t)$, отражёнными только от точек $A1$ и $B1$ площадки S_i . При этом будем считать, что РЛС работает в непрерывном режиме, излучая немодулированное синусоидальное колебание частоты f_0 , а отражённые сигналы от точек $A1$ и $B1$ имеют одинаковые амплитуды $U_{A1} = U_{B1} = U$.

$$U_{\Sigma}(t) = U_{A1}(t) + U_{B1}(t) = U \cos[2\pi(f_0 + F_{ДА1})t + \varphi_1] + U \cos[2\pi(f_0 + F_{ДВ1})t + \varphi_2] = 2U \cos\left(2\pi \frac{F_{ДА1} - F_{ДВ1}}{2} t + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right) \cos\left[2\pi \left(f_0 + \frac{F_{ДА1} + F_{ДВ1}}{2}\right)t + \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right]$$

где φ_1 и φ_2 - набег фазы, возникающий при отражении зондирующего сигнала от точек $A1$ и $B1$. Как следует из полученного выражения суммарный сигнал $U_{\Sigma}(t)$ является амплитудно-модулированным. Функция $2U \cos\left(2\pi \frac{F_{ДА1} - F_{ДВ1}}{2} t + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}\right)$ определяет закон амплитудной модуляции, а $F_{ДА1} - F_{ДВ1}$ – частоту амплитудной модуляции.

Таким образом, на выходе амплитудного детектора приёмника РЛС будет иметь место амплитудно-модулированное колебание. Огибающая амплитудно-модулированного суммарного сигнала на выходе УПЧ и соответствующее этому сигналу напряжение на выходе амплитудного детектора представлены пунктиром на рис. 10 для двух значений отклонения диаграммы направленности антенны от линии пути $\psi = \psi_1$ и $\psi = \psi_2 < \psi_1$.

В реальных условиях на вход приёмника РЛС одновременно поступают сигналы, отражённые от множества точек участка S_i .

Доплеровские частоты этих сигналов различны и меняются, в зависимости от расположения отражающей точки на площадке S_i , в пределах от $F_{дА1}$ до $F_{дВ1}$.

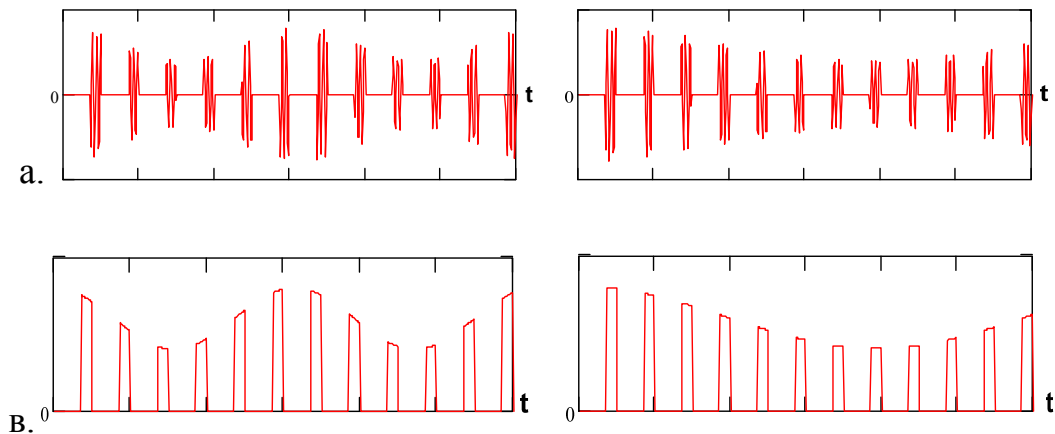


Рис. 10. Биение амплитуды импульсного сигнала, принимаемого от участка S_i , на выходе УПЧ (а) и амплитудного детектора (в), вызванные вторичным эффектом Доплера (слева для угла $\psi = \psi_1$, справа для $\psi = \psi_2 < \psi_1$).

Поэтому, в результате сложения принимаемых сигналов в приёмном тракте РЛС амплитуда результирующего колебания меняется не по косинусоиде, как в рассмотренном выше примере и показано на рис. 10, а более сложным образом.

Спектр изменения амплитуды результирующего сигнала называется спектром вторичных доплеровских частот. Для равноудалённых от РЛС точек площадки S_i ширина спектра доплеровских частот будет

$$\Delta F_d = F_{дА} - F_{дВ} = \frac{2W_r}{\lambda} \cos(\psi - \frac{\theta_r}{2}) - \frac{2W_r}{\lambda} \cos(\psi + \frac{\theta_r}{2}) = \frac{4W_r}{\lambda} \sin(\frac{\theta_r}{2}) \sin \psi$$

где $W_r = W \cos \gamma_i$ - радиальная скорость движения самолёта относительно точки земной поверхности, находящейся на линии пути под углом γ_i .

Значение ширины спектра ΔF_d достигает минимума при установке антенны в положение, при котором проекция направления максимума диаграммы направленности на земную поверхность совпадает с направлением линии пути самолёта.

При этом частоты колебаний, отражённых от точек А и В, равны между собой и наибольшая частота биений образуется при отражении от точек С и В (или А и С).

$$\text{Т.е., } \Delta F_d = \frac{2W_r}{\lambda} - \frac{2W_r}{\lambda} \cos(\frac{\theta_r}{2}) = \frac{4W_r}{\lambda} \sin^2(\frac{\theta_r}{2}) \approx \frac{W_r}{\lambda} \theta_r^2.$$

Эта величина достаточно мала (например, при $W = 720$ км/ч, $\gamma = 78^\circ$, $\lambda = 5$ см, $\theta_r = 5^\circ$ получим $\Delta F_d \approx 4$ Гц, т.е. практически нулевые биения).

Для выделения вторичных доплеровских биений в некогерентных РЛС достаточно воспользоваться обычным амплитудным детектором.

При развороте антенны на достаточный угол относительно линии пути частота биений будет достаточно высока, что приводит к быстрому "мерцанию" яркости (амплитуды) отметки цели. При $\gamma = 0$ частота биений минимальна.

Минимальную частоту биений можно зафиксировать на индикаторе кругового обзора, если выключена азимутальная развёртка, а угловое положение линии развёртки дальности медленно изменяется лётчиком вручную за счет изменения азимутального положения антенны. При совпадении проекции оси косекансной диаграммы направленности с линией пути самолёта частота "мерцания" яркостных отметок всех целей на развёртке дальности будет минимальной и близкой к нулю.

Угол смещения развёртки дальности относительно нуля азимутальной шкалы индикатора при этом будет соответствовать углу сноса β самолёта. Поворот антенны выполняется с помощью клавиш, размещённых на лицевой панели основного индикатора слева от экрана (рис.11).

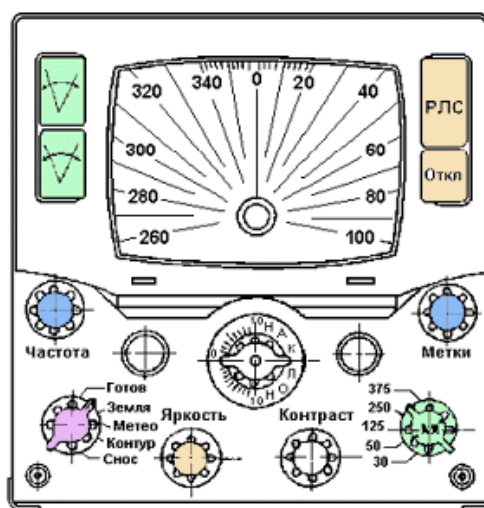


Рис.11. Передняя панель индикаторного блока, совмещенного с пультом управления

Так как питание двигателя осуществляется при этом пониженным напряжением, то скорость азимутального движения рефлектора меньше, чем при других режимах. Для удобства управления антенной и получения требуемой точности дополнительно предусмотрена возможность плавного изменения скорости с помощью специального регулятора, совмещённого с регулятором "Контраст". Если пульт управления выполнен в виде отдельного устройства, то на нем имеется специальная ручка «Скан».

Момент совпадения оси диаграммы с линией пути определяется по уменьшению до минимума частоты "мерцания" яркостной модуляции линии развёртки, а отсчёт угла сноса производится по азимутальной шкале индикатора, имеющей градуировку через два градуса.

Кроме рассмотренного метода оценки угла сноса используют и метод наблюдения за смещением изображения (рис. 12).

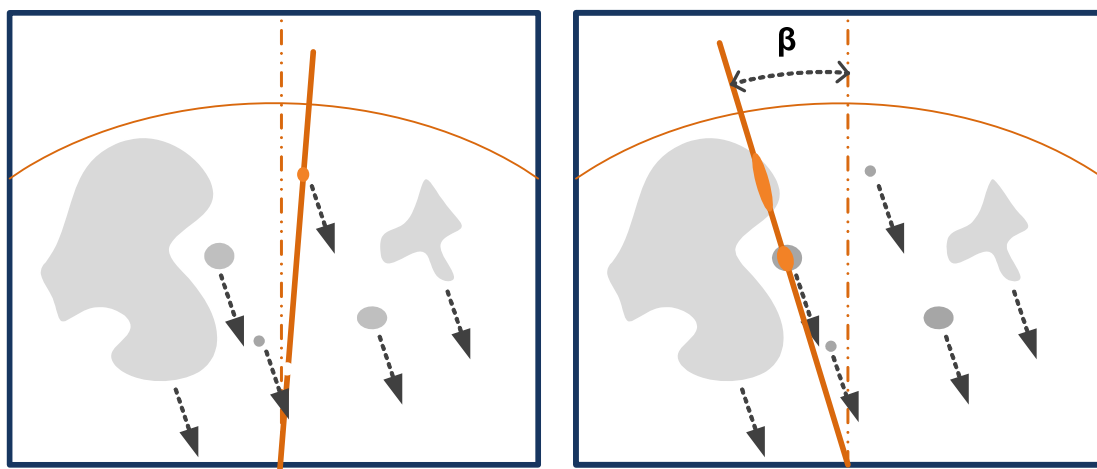


Рис. 12а, б

При установке визирной линии, находящейся в произвольном положении (рис. 12а) на угол β относительно осевой линии, элементы изображения смещаются в ходе полета параллельно этой линии (рис. 12б).

Кроме того на основном индикаторе находятся: переключатель длительно-стей развёртки; регулятор наклона антенны "Наклон"; регулятор "Контраст".

Работа в режиме "Коррекция". На ряде самолётов гражданской авиации, на которых установлены бортовые навигационные вычислители, с помощью РЛС "Гроза" может быть произведена коррекция численных вычислителями текущих координат места самолёта. Для этого используется какой-либо чётко наблюдаемый и легко опознаваемый объект с известными координатами и, по возможности, наименьших размеров. Его координаты вводятся в навигационный вычислитель, который при работе в специальном режиме определяет ожидаемые наклонную дальность и курсовой угол этого объекта в данный момент времени. Полученная информация передаётся вычислителем в РЛС, где она наносится на экран индикатора в виде светящегося кольца ожидаемой дальности и радиальной линии ожидаемого курсового угла (электронное перекрестие). На пересечении этих линий и должно по расчетам вычислителя находиться радиолокационное изображение наземного объекта. Так как текущие координаты места самолёта определяются вычислителем с ошибкой, точного совпадения практически не происходит и, чтобы его осуществить, необходимо изменить (увеличить или уменьшить) определённые вычислителем значения координат. Значения текущих координат места самолёта, при установке которых достигнуто совпадение, можно считать истинными и использовать в вычислителе, взамен ранее численных, для всех последующих расчётов до следующей очередной коррекции. Таков принцип выполнения радиолокационной коррекции. Радиолокатор при коррекции навигационного вычислителя является только индикатором совмещения, служащим для определения момента наложения перекрестия на изображение объекта. Все управление перекрестием и установка необходимых режимов работы различной аппаратуры борта осуществляется при этом с пульта вычислителя, а каких либо операций с помощью имеющихся в РЛС "Гроза" органов управления не производится. Формирование электронного перекрестия осуществляется в радиолокаторах "Гроза" в специальном блоке коррекции.

Работа в режиме межсамолетной навигации. На самолётах военно-транспортной авиации РЛС КП-3А имеется дополнительный режим – режим межсамолетной навигации, позволяющий осуществлять полет в плотном боевом по-

рядке в сложных метеоусловиях. Для этого производится наблюдение не только наземных объектов, но и соседних, летящих в строю самолетов (рис. 13).

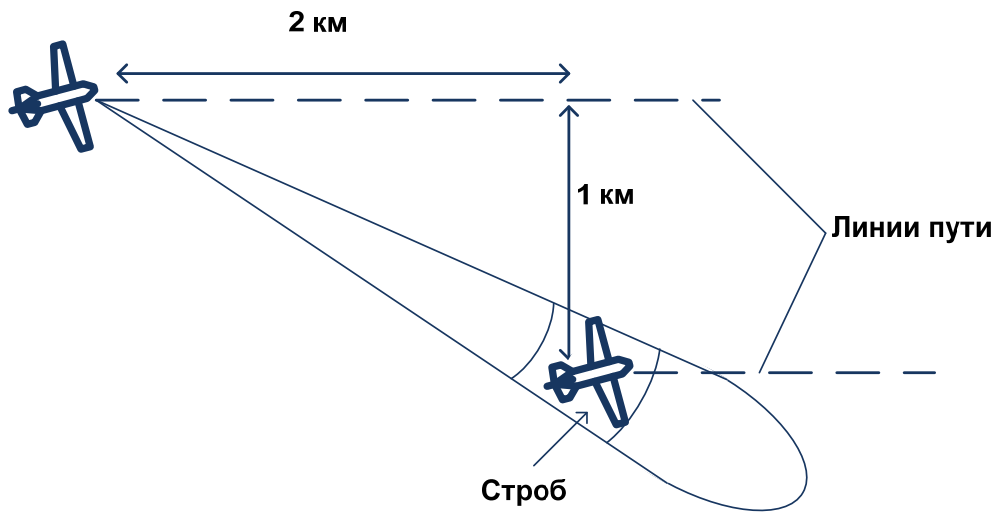


Рис. 13

Это позволяет выдерживать необходимые параметры полета (дистанцию, интервал) с тем, чтобы не произошло столкновения.

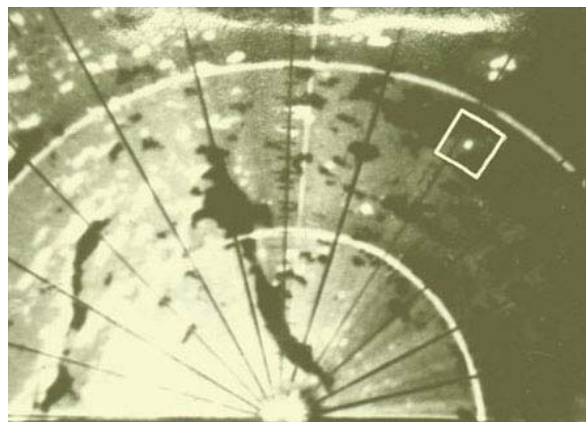


Рис. 14

В этом режиме на отметку наблюдаемого (обычно ближайшего, как наиболее опасного) летательного аппарата накладывается строб сопровождения, который отображается на экране (рис. 14).

IV. Конструкция БРЛС

Конструктивно БРЛС состоит из следующих блоков:

1. **Антенный блок** служит для излучения в просматриваемое пространство импульсных СВЧ-колебаний трехсантиметрового диапазона длин волн, приема отраженных сигналов, а также выдачи данных об азимутальных и вертикальных положениях отражателя антенны, необходимых для решения задачи стабилизации луча в пространстве, формирования развертки луча на экране индикатора (рис. 15).



Рис. 15

2. **Приемопередатчик** осуществляет генерацию мощных СВЧ-импульсов и усиление принятых сигналов и отраженных (рис. 16).

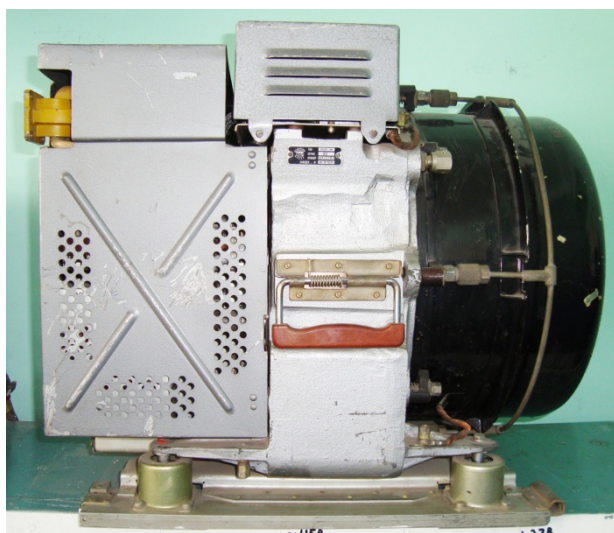


Рис. 16. Приемопередатчик БРЛС.

3. **Индикаторный блок** осуществляет усиление видеосигналов и их индикацию (рис. 17).



Рис. 17. Блок индикации БРЛС.

4. **Блок управления и формирования развертки** осуществляет формирование развертки, синхронизацию и управление режимами работы радиолокатора в целом (рис. 18).



Рис. 18. Блок управления и формирования развертки

5. **Блок стабилизации и управления** осуществляет стабилизацию зоны обзора радиолокатора в пространстве при кренах самолета (рис. 19, рис. 20).

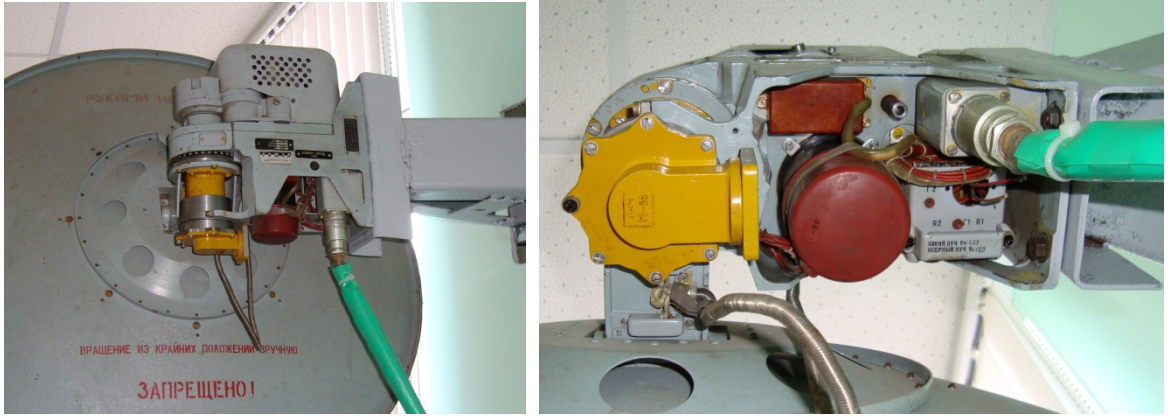


Рис. 19



Рис. 20. Антенный блок БРЛС Гроза; размещен под носовым обтекателем фюзеляжа АН-26 (шпангоут 1А).

- 6. Эквивалент отклоняющей системы** предназначен для имитации в радиолокаторах, укомплектованных одним индикатором, отклоняющей системы второго индикаторного блока.

V. Лабораторная работа. Исследование радиолокатора «Гроза –М»

Цель работы:

1. Ознакомление с функционированием радиолокационной станции (РЛС).
2. Исследование тактическо-технических характеристик РЛС.
3. Определение степени соответствия тактико-технических характеристик данной РЛС современному уровню радиотехнических систем.

1. Порядок выполнения работы

1. Включить выпрямители 27 В.
2. На щитке выпрямителя включить поочередно преобразователи 115 В 400 Гц – ПО-500; 36 В 400 Гц – ПТ-125ц.
3. Включить тумблеры на стенде радиолокатора – 27 В, 115 В, 36 В.
4. Включить на пульте управления радиолокатора кнопку «Вкл.», установить режим «Готов».
5. Включить на стенде управления радиолокатором тумблер «Контроль».
6. Через 3 – 5 минут после включения питания на индикаторе должна появиться линия развертки.
7. Включить один из режимов «Контур» или «Земля», антенна должна перейти в режим сканирования, развертка на индикаторе должна перемещаться в пределах $\pm 90^\circ$.
8. Переключатель режимов работы на пульте управления установить в положение «Снос», при этом антенна должна остановиться.
Убедится по линии развертки на индикаторе о прекращении сканирования. Нажмите на пульте управления одну из клавиш, имеющую гравировку ∇ , и, вращая по часовой стрелке регулятор «Скан», убедитесь в изменении скорости движения антенны по азимуту.
Установите линию развертки на азимуте 5^0 (или другом по указанию преподавателя).
Оцените максимальную и минимальную угловые скорости движения антенны по азимуту.
Проверьте и визуально оцените эффективность действия регуляторов «Яркость» и «Метки» индикаторов в соответствии с их назначением.
9. Определите расстояние между калибровочными метками дальности на экране индикатора во всех режимах работы радиолокатора.
10. Определите период следования импульсов меток.

11. Вычислите доплеровское расширение спектра отражений в режиме «Снос» для углового положения антенны 0, 15, 25, 40, 60, 75, 90⁰ относительно строительной оси самолета при отсутствии ветра («Сигнал в режиме Снос.mcd»). Построить график.

12. Произвести расчет дальности действия РЛС при наблюдении узким лучом в простых метеоусловиях гидрометеора с удельной эффективной поверхностью отражения 0.01м²/м³.

13. Оценить по результатам исследования антенного блока длину волны и ширину ДН антенны в горизонтальной плоскости.

14. Оценить разрешающую способность РЛС по дальности и азимуту, и точность измерения дальности и азимута.

15. Оценить величину разрешаемого участка на местности при наблюдении верной ДН.

2. Содержание отчета

- Название работы.
- Цель работы.
- Назначение и основные характеристики радиолокатора.
- Режимы работы «Гроза-М».
- Функциональная схема метеонавигационного радиолокатора.
- Назначение органов управления, расположенных на передних панелях блоков БРЛС.
- Результаты измерений и вычислений.

3. Контрольные вопросы

1. Назначение метеонавигационного радиолокатора.
2. Назовите и охарактеризуйте режимы работы радиолокатора.
3. Перечислите тактико-технические данные радиолокатора.
4. Из каких частей конструктивно выполнен радиолокатор?

5. В чем заключается эффект Доплера?
6. Из каких основных частей состоит структурная схема радиолокатора?
7. Какие функции выполняют основные элементы радиолокатора?
8. Для чего нужны метки на шкале дальности?
9. Как с помощью радиолокатора можно оценить скорость движения самолета?
10. Что, по Вашему мнению, следовало бы изменить в данном радиолокаторе?