

Рекомендации по работе
с метеорадиолокаторами «КОНТУР-10Ц» серия 5
для летных экипажей

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Принципы работы МНРЛС	4
Как работает МНРЛС	4
Как решается задача обнаружения объекта	5
Как решается задача определения расстояния до объекта	5
2. Объекты, облучаемые МНРЛС	6
Что «видит» луч МНРЛС.....	6
Радиоотражательная способность объектов	8
Отображение объектов на индикаторе.....	8
Метеообъекты и их интерпретация на экране индикатора	9
Кучево-дождевые – ливневые и грозовые облака.....	9
Слоисто-кучевые облака – облака с дождем, вирга	9
Турбулентность и гроза.....	9
Смерч.....	10
Град.....	10
Обледенение	11
Снег	11
Объекты земной и водной поверхности	12
Водная поверхность	12
Земная поверхность	12
3. Луч МНРЛС	12
Интенсивность сигнала в зависимости от формы луча МНРЛС	12
Компенсация ослабления сигнала (автоматическая регулировка усиления сигнала)	13
Функция РРУ (ручная регулировка усиления) в режимах МЕТЕО, МЕТЕО/ВП	14
Функция РРУ (ручная регулировка усиления) в режиме ЗЕМЛЯ.....	14
Функция «Выделение» в режиме ЗЕМЛЯ.....	14
4. Угол наклона и обзор метеообъектов и земной поверхности	15
Угол наклона луча антенны	15
Обнаружение метеообъектов, как отличить метеообъекты от земной поверхности	17
5. Стабилизация антенны МНРЛС	18
Что такое стабилизация антенны.....	18
Проверка и корректировка работы системы стабилизации антенны на земле	19
Проверка	19
Корректировка.....	19
Проверка и корректировка работы системы стабилизации антенны в полете	21
Проверка	21
Корректировка.....	23

6. Использование режима МЕТЕО/ВП.....	23
Что такое вертикальный профиль.....	23
Работа МНРЛС в режиме МЕТЕО/ВП	24
Интерпретация информации, отображаемой в режиме МЕТЕО/ВП	24
Пример 1	25
Пример 2	26
Пример 3	27
Пример 4	28
Пример 5	29
Пример 6	30
7. Влияние обтекателя на работу МНРЛС	31
«Кольцо высоты» и «кошачьи глаза»	31

ИЗДЕЛИЕ КОНТУР-10Ц (серия 5)

Материалы, рекомендуемые производителем для внесения в РЛЭ

Введение

В данном приложении приведены материалы, позволяющие разъяснить отдельные аспекты работы с метеорадиолокатором «КОНТУР-10Ц» серия 5 и интерпретации информации, полученной с помощью метеорадиолокатора. Приложение обновляется по мере накопления информации об опыте эксплуатации метеорадиолокаторов «КОНТУР-10Ц» серия 4 и серия 5, а также отзывов и вопросов потребителей по работе с радиолокатором.

1. Принципы работы МНРЛС

Как работает МНРЛС

Рассмотрим упрощенную схему работы МНРЛС (см. рисунок 1).

Приемопередатчик вырабатывает СВЧ-энергию в форме импульсов. Эти импульсы передаются в антенну. В антенне импульсы фокусируются в луч и передаются в пространство. Импульсы, передаваемые с МНРЛС, очень похожи на луч прожектора. Энергия фокусируется и излучается таким образом, что она является наиболее интенсивной в центре луча, и ее интенсивность уменьшается к краям луча. Когда импульс, переданный с МНРЛС, пересекается с целью, энергия отражается как эхо и отраженный сигнал возвращается обратно к антенне. (Для передачи и приема используется одна и та же антенна.) От антенны принятый отраженный сигнал передается в приемное устройство приемопередатчика. От приемного устройства сигналы приходят в модуль обработки информации. Результаты обработки полученных отраженных сигналов отображаются на индикаторе. Индикатор отображает на своем экране обработанную метеоинформацию в полярной системе координат азимут-дальность.

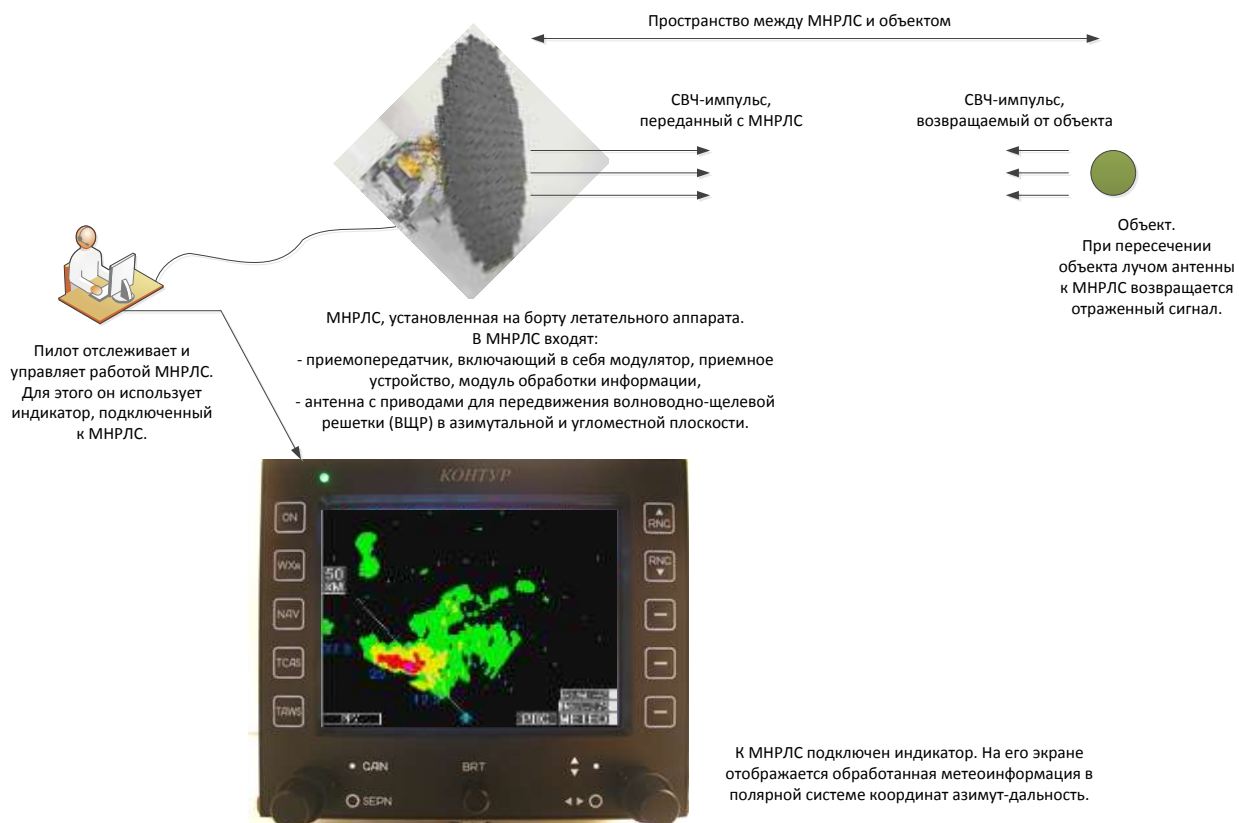


Рисунок 1 – Использование частей МНРЛС и индикатора в ходе работы

Дополним сказанное. Антенна оснащена приводами, при помощи которых она сканирует пространство в азимутальной (горизонтальной) и, в отдельных режимах работы, в угломестной (вертикальной) плоскостях. В результате этого МНРЛС получает информацию о метеусловиях, расположенных не только строго прямо по курсу движения летательного аппарата, но и в рамках зоны, определяемой пределами перемещения антенны (см. рисунок 2).

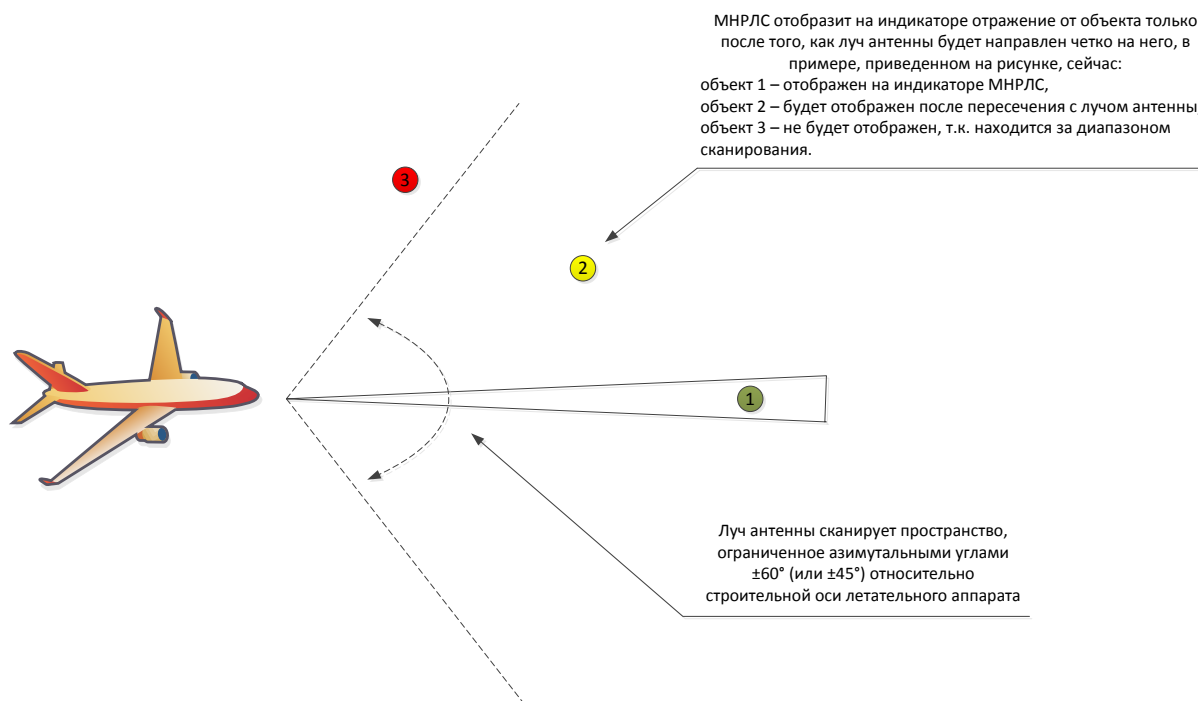


Рисунок 2 – Сканирование пространства в азимутальной (горизонтальной) плоскости

Как решается задача обнаружения объекта

Как уже говорилось выше, антенна МНРЛС излучает в пространство направленный импульс (луч). Когда импульс пересекается с целью, энергия отражается как эхо и отраженный сигнал возвращается обратно к антенне. Моментом обнаружения цели является пересечение луча МНРЛС с объектом.

Как решается задача определения расстояния до объекта

Скорость распространения радиоволн почти в миллион раз больше скорости звука в воздухе. За одну секунду радиоволны успевают пройти путь 300000 км. Сопоставим в таблице расстояние и время, которое требуется радиоволнам для прохождения этого расстояния.

300000 км	радиоволны пройдут	за 1 с
30000 км	радиоволны пройдут	за 0,1 с
3000 км	радиоволны пройдут	за 0,01 с
300 км	радиоволны пройдут	за 0,001 с
30 км	радиоволны пройдут	за 0,0001 с
3 км	радиоволны пройдут	за 0,00001 с
0,3 км	радиоволны пройдут	за 0,000001 с

Поэтому при пересечении с какими-либо объектами луч МНРЛС выдает почти мгновенную информацию. Определение расстояния от МНРЛС до объекта – это двусторонний процесс (см. рисунок 3).

Расстояние от МНРЛС до цели определяется по времени запаздывания отраженного импульса относительно излученного локатором. Так как скорость распространения радиоволн равна 300000 км/с, то время прохождения импульса от МНРЛС до цели и обратно очень мало. Оно измеряется миллионными долями секунды (микросекундами).

Например, пусть время запаздывания отраженного импульса относительно отправленного составляет 400 микросекунд (0,0004 с). Тогда расстояние (Д) от МНРЛС до обнаруженной цели составит:

$$Д = 300\ 000\ \text{км/с} * 0,0004\ \text{с} / 2 = 60\ \text{км}$$

При расстоянии (Д) до цели 450 км время (Т), необходимое для ее обнаружения, будет равно:

$$Т = 450\ \text{км} * 2 / 300\ 000\ \text{км/с} = 0,003\ \text{с}.$$

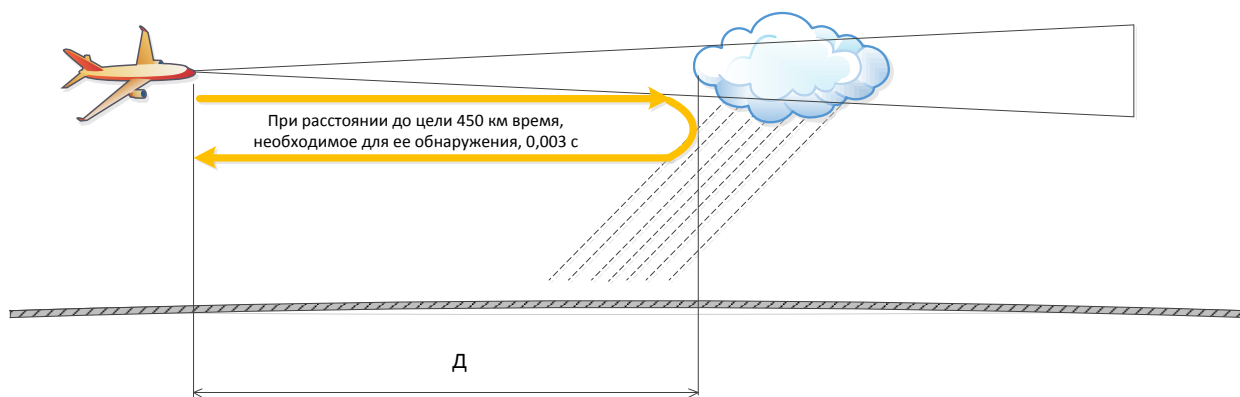


Рисунок 3 – Отражение сигнала МНРЛС от объектов

2. Объекты, облучаемые МНРЛС

ВНИМАНИЕ! МНРЛС предназначена для обнаружения и обхода неблагоприятных метеобъектов, а не для прохождения сквозь них. Кроме того МНРЛС не может быть использована для надежного оповещения о приближении земли или для защиты от столкновений.

При работе МНРЛС одним из наиболее важных аспектов являются характеристики облучения антенной радиолокационных целей. Чтобы сделать правильную интерпретацию информации, получаемой от МНРЛС, необходимо понимать, что «видит» луч МНРЛС.

Что «видит» луч МНРЛС

Напомним, что объектами, от которых МНРЛС принимает отражённые сигналы, являются гидрометеобразования, характеризующиеся достаточно большим диаметром водных капель, удерживаемых восходящими потоками воздуха (например, зоны грозовой деятельности, мощная кучевая облачность и т.д.), а также участки земной поверхности и наземные сооружения). При этом дальность обнаружения объекта зависит от величины его эффективной площади рассеяния.

Представим себе, что луч МНРЛС направлен так, что пересекается с неким метеобъектом, например, дождевым облаком. Подобный метеобъект состоит из множества водяных капель, каждая из которых отражает направленный от МНРЛС импульс. Схематичное изображение этого процесса представлено на рисунке 4. При этом дождевые капли, с которыми пересекается луч МНРЛС, имеют определенную отражательную способность. Возвращенный от дождевых капель

импульс обрабатывается МНРЛС и, в зависимости от интенсивности, интерпретируется на индикаторе определенным цветом.

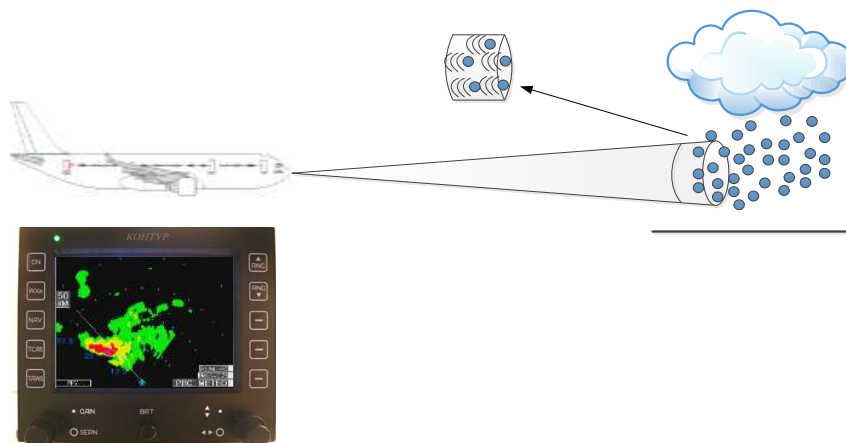


Рисунок 4 – Пересечение луча МНРЛС с метеорообъектами

Уточним, что, поскольку антенна МНРЛС постоянно сканирует в горизонтальной плоскости (и в вертикальной плоскости в режиме МЕТЕО/ВП), то на индикаторе отображается срез метеообразований, отсканированных МНРЛС (см. рисунок 5). При этом метеорообъекты могут иметь сложное строение. В этом случае луч МНРЛС, проникая вглубь метеорообъекта, будет встречать участки, различные по отражательной способности. Информация о них будет соответствующим образом обработана МНРЛС и отображена на индикаторе.

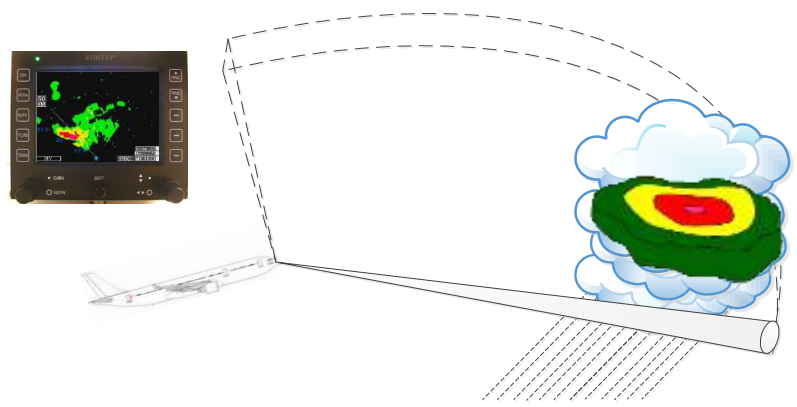


Рисунок 5 – Отображение на индикаторе среза метеообразований, отсканированных МНРЛС

Луч МНРЛС может быть направлен так, что, стелясь вдоль или по земной поверхности, будет пересекаться с наземными объектами. При этом следует отметить, что импульс, отраженный от каждого сектора земной поверхности, будет обработан МНРЛС и, в зависимости от полученных значений отражающей способности объектов, интерпретирован на индикаторе определенным цветом.

Радиоотражательная способность объектов

МНРЛС работает в X-диапазоне (9345±30МГц) и может обнаружить только осадки или объекты более плотные, чем вода, такие как земля или твердые структуры. При этом МНРЛС не обнаруживает непосредственно облака, грозу или турбулентность.

Наилучшими отражательными способностями обладают капли дождя и мокрый град. Чем больше дождевая капля, тем лучше отражение. Поскольку большие капли на маленькой концентрированной площади характерны для грозы, то МНРЛС определяет грозу как сильный отраженный сигнал. Размер капли является самым важным фактором для высокой радиолокационной отражательной способности. В основном, лед, сухой снег и сухой град имеют низкий уровень отражения и часто не отображаются на индикаторе МНРЛС.

Облако, которое содержит только маленькие дождевые капли – туман или морось – не производит поддающийся измерению отраженный сигнал. Но если условия изменятся, в облаке образуются более крупные капли, пойдет дождь, это будет показано на индикаторе МНРЛС.

Отображение объектов на индикаторе

Мировым сообществом принято соглашение о том, какими цветами должны интерпретироваться на индикаторах метеообъекты и объекты земной поверхности.

В соответствии с ним МНРЛС, работая в режимах МЕТЕО и МЕТЕО/ВП, обрабатывает и передает на индикатор информацию об объектах, которая интерпретируется на его экране цветами по следующему правилу:

- а) зеленый цвет – объект с отражаемостью от 20 до 30 дБZ (слабый дождь 0,6÷4 мм/час);
- б) желтый цвет – объект с отражаемостью от 30 до 40 дБZ (дождь 4÷12 мм/час, возможно наличие гроз);
- в) красный цвет – объект с отражаемостью от 40 до 50 дБZ (дождь 12÷50 мм/час, грозы);
- г) пурпурный цвет – объект с отражаемостью более 50 дБZ (дождь более 50 мм/час, грозы);
- д) белый цвет – зоны турбулентности (отображаются на масштабах до 100 км или 40 нм включительно);
- е) голубой цвет – нет достоверной информации о степени опасности метеообъекта вследствие того, что возможности управления коэффициентом усиления приемника исчерпаны. (О коэффициенте усиления см. ниже.)

Примечания

1 В соответствии с ARINC708 для других средств отображения информации (например, для других индикаторов) может быть выбрана иная цветовая гамма (например: а – зеленый, б – желтый, в и г – красный, д – пурпурный).

2 Реализованный в МНРЛС метод обнаружения зон турбулентности предполагает наличие отражающих частиц в зоне, где обнаруживается турбулентность.

ВНИМАНИЕ! ТУРБУЛЕНТНОСТЬ В ЯСНОМ НЕБЕ МНРЛС НЕ ОБНАРУЖИВАЕТ!

МНРЛС, работая в режиме ЗЕМЛЯ, обрабатывает и передает на индикатор информацию об объектах (о различных участках земной поверхности и наземных сооружениях), которая интерпретируется цветами по следующему правилу:

- а) зелёный цвет – фон земной поверхности (возможна индикация четырех градаций);
- б) красный цвет – наземные сооружения и объекты (радиолокационно-контрастные);
- в) чёрный цвет – водоёмы на фоне земной поверхности или зоны радиотени.

Метеообъекты и их интерпретация на экране индикатора

Кучево-дождевые – ливневые и грозовые облака

Кучево-дождевые облака – мощные и плотные облака с сильным вертикальным развитием (несколько километров, иногда до высоты 12—14 км), дающие обильные ливневые осадки с грозовыми явлениями, иногда мощным градом. Нижние уровни кучево-дождевых облаков состоят в основном из капель воды, в то время как на более высоких уровнях, где температуры намного ниже 0°C, преобладают кристаллы льда. Высота нижней границы обычно ниже 2000 м.

Направив луч МНРЛС в центр кучево-дождевого облака, можно получить наиболее точные данные о нем.

Слоисто-кучевые облака – облака с дождем, вирга

Слоисто-кучевые облака – крупные серые гряды пластин или хлопьев, разделённые просветами, либо сливающиеся в сплошной покров. Образуются на высоте 0,6—1,5 км. Состоят в основном из мелких капель воды радиусом 5 – 7 мк с колебаниями от 1 до 60 мк, зимой переохлаждённых. Из непросвечивающих слоисто-кучевых облаков может выпасть слабый дождь или редкий снег. Дождь, идущий из некоторых слоисто-кучевых облаков, может испаряться, не достигая земли (т.н. вирга). Это явление наблюдается в виде заметной полосы осадков, выходящей из-под облака. Из части разновидностей слоисто-кучевых облаков осадки не выпадают.

Турбулентность и гроза

Турбулентность можно разделить на два основных типа:

- 1) турбулентность при ясном небе;
- 2) турбулентность, связанная с грозами и осадками.

Обнаружить турбулентность при ясном небе при помощи МНРЛС невозможно.

Любая гроза вызывает турбулентность, которая может быть потенциально опасной для летательного аппарата, а очень сильная гроза способна полностью его разрушить.

Зоны турбулентности отображаются на индикаторе МНРЛС на масштабах до 100 км (или 40 nm) включительно в виде областей белого или пурпурного цвета.

Сильные восходящие и нисходящие потоки воздуха в грозу создают очень большие дождевые капли, которые обычно отображаются на индикаторе МНРЛС пурпурным или белым цветом. Но самая сильная турбулентность в грозовом облаке может не совпадать с областью, которая дает наибольшее радиолокационное отражение. Следует обратить внимание на скорость изменения интенсивности осадков в поперечном направлении внутри грозового облака. На экране индикатора МНРЛС это изменение будет отображаться как изменение цвета от зеленого к желтому к красному и к пурпурному. Значительное увеличение интенсивности осадков на небольшом расстоянии часто связано с наличием сильной турбулентности.

Как упоминалось выше, самая сильная турбулентность в грозовом облаке может не совпадать с областью, которая дает наибольшее радиолокационное отражение. Пример кучево-дождевого облака и наблюдаемой в нем турбулентности приведен на рисунке 6. Наиболее интенсивная турбулентность в облачном слое возникает при срыве ветра между восходящим и нисходящим воздушными потоками. Известны случаи сильных гроз, когда турбулентность срыва ощущалась на высоте нескольких сотен метров над грозовым облаком и более чем в 30 км в стороне от него. В зоне сдвига, связанной с фронтом порывов ветра, возникает сильная приземная турбулентность. Часто на переднем крае грозы возникает облако цилиндрической формы, так называемый «грозовой воротник», которое указывает на верхний рубеж сдвига и содержит особенно сильную турбулентность. Фронт порывов ветра часто удаляется на значительное

расстояние (до 25 км) от зоны осадков. Этот фронт вызывает быстрое и резкое изменение приземного ветра в области, предшествующей приближающейся грозе.



Рисунок 6 – Пример кучево-дождевого облака и наблюдаемой в нем турбулентности

Смерч

Смерч – атмосферный вихрь, возникающий в кучево-дождевом (грозовом) облаке и распространяющийся вниз, часто до самой поверхности земли, в виде облачного рукава или хобота диаметром в десятки и сотни метров. Обычно поперечный диаметр воронки смерча в нижнем сечении составляет 300 – 400 м, хотя, если смерч касается поверхности воды, эта величина может составлять всего 20 – 30 м, а при прохождении воронки над сушей может достигать 1,5 – 3 км.

Смерчи могут быть обнаружены, если на индикаторе МНРЛС наблюдаются определенные отраженные сигналы.

Признаком активного или потенциального смерча, расположенного неподалеку, может быть изображение в форме подвешенного крюка (или цифры 6) длиной от 9 км и более. Изображение подвешенного крюка может пропасть в отражении от наземных предметов на экране индикатора МНРЛС и в некоторых случаях может быть не более, чем просто выступом или раковинной кромкой основного отраженного сигнала грозы.

Другим возможным обозначением активного или потенциального смерча, расположенного неподалеку, может быть углубление в форме серпа по краю отраженного сигнала сильной грозы длиной от 6 до 13 км.

Наилучший метод – выполнить обход гроз, имеющих острые края и особенно тех, которые имеют выступы или углубления серповидной формы, на расстоянии, большем, чем обычно.

Град

Град состоит из кусочков льда, которые, как правило, имеют тонкий слой воды на своей поверхности. Поэтому градины обычно отражаются как очень большие частицы воды. Из-за тонкого слоя и из-за того, что градины обычно больше дождевых капель, отраженный сигнал от грозы с большими количествами мокрого града сильнее сигналов, отраженных от дождя. Хотя мокрый град является прекрасным отражателем импульса МНРЛС, некоторые потоки града имеют крайне небольшие размеры (90 метров и менее). Эти узкие потоки являются плохими целями для МНРЛС.

Потоки града обычно определяются по четырем характерным формам: (1) «пальцы» и выступы, (2) крюки, (3) раковиновидные кромки в очертаниях облака и (4) кромки облака U-образной формы от 6 до 13 км в поперечнике (см. рисунок 7).

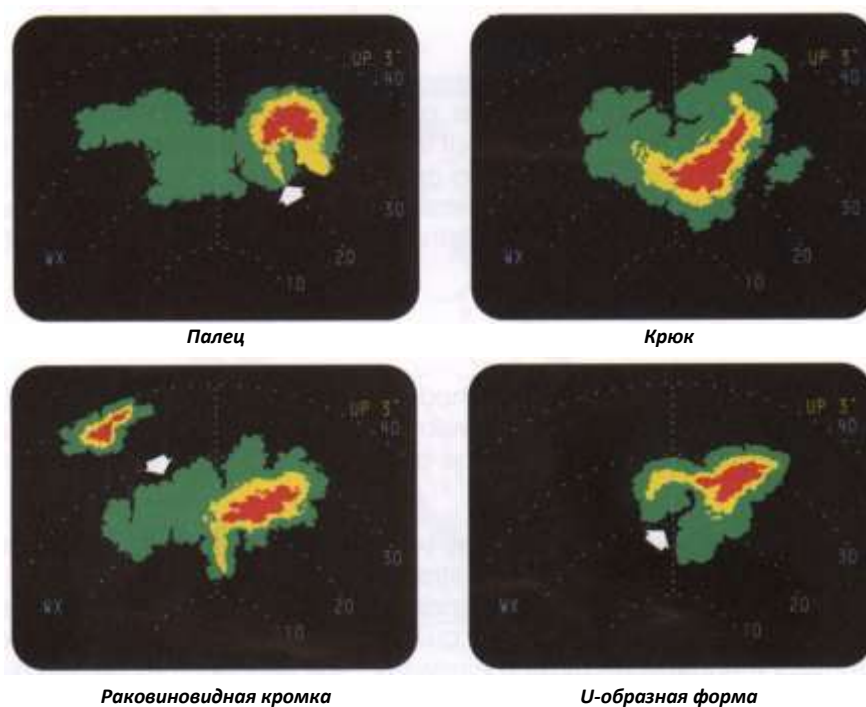


Рисунок 7 – Примеры изображений метеообъектов, характерных для града

Обледенение

МНРЛС не может достоверно определить зоны с условиями сильного обледенения, но может помочь в их обнаружении. Это объясняется тем, что МНРЛС не способен различать сверххолодные капли воды и кристаллы льда: и те, и другие обычно имеют очень маленькие размеры, но в первом случае обледенение будет иметь место, а во втором случае чистые кристаллы не будут представлять никакой опасности.

При этом сверххолодные капли воды и кристаллы льда могут существовать совместно. В каждом случае отраженный сигнал МНРЛС будет очень слабым или даже никаким из-за очень малых размеров свободных частиц воды.

МНРЛС не будет предупреждать о наличии обледенения в облачности без активных атмосферных осадков. При наличии атмосферных осадков зоны с максимальным обледенением должны появиться как нестабильные и неровные отраженные сигналы.

Зоны обледенения, которые МНРЛС возможно сможет обнаружить, это зоны неравномерного умеренного или сильного обледенения вместе с неустойчивой воздушной средой, поднимаемой фронтальным воздействием или влиянием рельефа. В данной ситуации кучевые облака будут закрыты окружающими их слоями облачности, но смогут быть обнаружены с помощью МНРЛС. Это может помочь при обходе зон умеренного или сильного обледенения, которое периодически случается в кучевых облаках.

Снег

МНРЛС не может достоверно определить зоны с сухим снегопадом. Однако характерные нестабильные и неровные отраженные сигналы определяют наличие устойчивого мокрого снега – от умеренного до сильного.

Объекты земной и водной поверхности

Кроме данных о метеообъектах МНРЛС способна получать и отображать на экране индикатора сведения об объектах земной или водной поверхности. Эти данные, представленные в виде подобия топографической карты, могут применяться в качестве дополнения к стандартным средствам навигации. Для получения данных об объектах земной поверхности на МНРЛС необходимо использовать режим ЗЕМЛЯ.

Водная поверхность

Вода имеет низкую отражающую способность. Энергия отражается под углом прямого рассеивания с недостаточным возвратным отражением. В результате на экране индикатора отображаются области черного цвета. Неспokoйная вода (небольшие волны и т.д.) обеспечивают более хорошие отраженные сигналы с подветренной стороны волн. В результате на экране индикатора МНРЛС появляется изображение цели, интенсивность которой будет изменяться по мере изменения степени волнообразования.

Земная поверхность

Облучение земной поверхности приводит к рассеянному отражению луча. Часть этой отраженной энергии рассеивается обратно по направлению к антенне, в результате чего на экране индикатора появляется изображение земной поверхности (зеленого цвета), береговые линии и судна, города и горы (красного цвета).

3. Луч МНРЛС

Интенсивность сигнала в зависимости от формы луча МНРЛС

Луч, которым МНРЛС выполняет сканирование пространства, имеет коническую форму. Энергия импульсов сконцентрирована ближе к центру этого луча. На рисунке показано, как распределена интенсивность излучения в луче, отправленном антенной МНРЛС. Наибольшая интенсивность излучения наблюдается в центре луча. Ближе к внешним границам луча интенсивность излучения значительно снижается. Это объясняется таким показателем как диаграмма направленности антенны МНРЛС. Диаграмма направленности (ДН) антенны характеризует интенсивность излучения антенной в различных направлениях. Направление максимального излучения называется главным лепестком антенны. Остальные лепестки ДН антенны являются побочными. Лепесток излучения в сторону обратную главному направлению называется задним лепестком ДН антенны. Представленный на рисунке 8 луч можно соотнести с главным лепестком ДН антенны МНРЛС. Взяв в качестве примера антенну с размером ВЦР 300 мм, мы увидим, что наибольшую интенсивность излучения имеет часть луча (ДН) равная 8° – именно такой показатель заявлен в качестве ширины диаграммы направленности для этой антенны. Т.е. большая часть объектов будет сканирована внутренней частью луча антенны. Однако вместе с этим внешняя часть луча антенны также будет захватывать определенные объекты, способствуя отображению помех на экране индикатора МНРЛС (например, нежелательных отражений от земной поверхности при работе МНРЛС в режиме МЕТЕО).

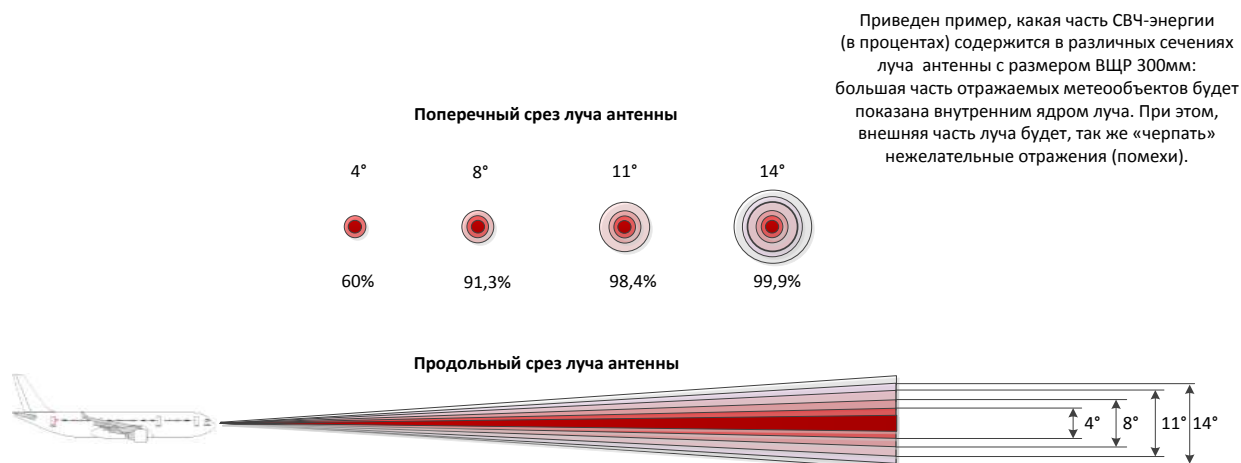


Рисунок 8 – Концентрация энергии в луче МНРЛС

Компенсация ослабления сигнала (автоматическая регулировка усиления сигнала)

При работе с МНРЛС необходимо учитывать такое явление как ослабление сигнала, отправленного антенной.

При передаче от МНРЛС СВЧ-импульса в пространство этот импульс постепенно поглощается и рассеивается так, что он теряет способность возвратиться к антенне. Это ослабление СВЧ-импульса вызвано двумя основными причинами: расстоянием и осадками.

Ослабление сигнала, вызванное расстоянием, связано с тем фактом, что энергия, излучаемая антенной МНРЛС, обратно пропорциональна квадрату расстояния. Например, СВЧ-энергия, отраженная от цели, расположенной на расстоянии 110 км будет составлять 1/4 (если цель полностью находится в зоне луча) энергии, отраженной от эквивалентной цели, расположенной на расстоянии 55 км. Влияние этого явления на индикацию заключается в том, что по мере приближения к грозе, кажется, что она усиливается. Для компенсации явления ослабления сигнала по расстоянию используются временная автоматическая регулировка усиления (ВАРУ). Закон изменения усиления в зависимости от дальности выбран таким, что практически обеспечивается постоянство амплитуды принимаемых от одного и того же объекта сигналов при изменении дальности до него от 2 до 600 км (от 1 до 320 nm). В рамках этого диапазона МНРЛС будет компенсировать эффект ослабления сигнала, связанного с расстоянием, то есть не будет казаться, что цель увеличивается по мере приближения к ней.

Ослабление сигнала из-за осадков гораздо менее сильное и менее предсказуемое, чем ослабление сигнала, связанное с расстоянием. При прохождении СВЧ-импульсов через влагу, некоторая часть СВЧ-энергии отражается, но большая часть этой энергии поглощается. Если дождь очень сильный или простирается на большое расстояние, то луч не может полностью пройти через зону осадков. И МНРЛС не может знать, был ли луч полностью ослаблен, или достиг крайней стороны зоны осадков.

Если луч был полностью ослаблен, МНРЛС покажет на индикаторе «слепую зону» в виде участка голубого цвета. Возможно, на данном участке сильный дождь простирается на большое расстояние или содержит более неблагоприятные метеорообъекты. Или это может быть причиной того, что один участок, содержащий сильные осадки, полностью блокирует или затемняет второй участок сильного дождя, который располагается за первым, и вследствие этого его не видно на экране индикатора МНРЛС.

Никогда не летайте в зоны, отраженные на экране индикатора МНРЛС как «слепые» (окрашенные на экране индикатора в голубой цвет), и никогда не верьте, что на экране показана вся область сильного дождя, пока другой участок или наземная цель не покажется за участком сильного дождя.

Для уменьшения эффекта ослабления сигнала из-за осадков МНРЛС снабжена системой компенсации этого явления. Функция компенсации ослабления сигнала является полностью автоматической в режимах работы METEO и METEO/ВП и не требует вмешательства летчика, кроме установки режима работы METEO и METEO/ВП.

Функция РРУ (ручная регулировка усиления) в режимах METEO, METEO/ВП

Регулировка усиление сигнала может потребоваться в режимах METEO, METEO/ВП.

В соответствии с требованиями ARINC 708 на экране индикатора МНРЛС зеленым цветом отображаются метеообъекты с отражаемостью от 20 до 30 дБZ (осадки с интенсивностью 0,6÷4 мм/час слабый дождь).

Метеообъекты с отражаемостью менее 20 дБZ не отображаются на экране индикатора, что не является признаком неисправности или низкого качества изделия. Тем не менее, метеообъекты с отражаемостью менее 20 дБZ обнаруживаются экипажем визуально и даже могут оказаться зонами осадков (с интенсивностью менее 0,6 мм/час).

Чтобы обнаружить такие метеообъекты на экране индикатора МНРЛС, рекомендуется увеличить коэффициент усиления приемного устройства МНРЛС. Для этого на индикаторе МНРЛС предусмотрена регулировка РРУ (GAIN).

Коэффициент усиления может быть увеличен примерно на 8 дБ в диапазоне дальностей до 100 км (для МНРЛС с антеннами А813-0109.2 и А813-0109.3) и до 40 км (для МНРЛС с антеннами А813-0109, А813-0109.1, А813-0109.4).

ВНИМАНИЕ!

Для отображения метеообъектов определенным цветом (см. п. 3.1.5.6 руководства) в соответствии с величиной их отражаемости в МНРЛС использован калиброванный приемопередающий тракт, не требующий настройки в процессе эксплуатации. Кроме того, как уже упоминалось выше, постоянно применяется режим VARU.

При регулировке усиления приемного устройства ручкой РРУ (GAIN) калибровка на экране индикатора МНРЛС меняется. Зеленый цвет метеообъекта на экране индикатора в этом случае не соответствует зеленому цвету в калиброванном режиме (зеленым цветом отображаются метеообъекты с отражаемостью менее 20 дБZ (например, осадки интенсивностью менее 0,6 мм/час), калибровка цвета по отражаемости в соответствии с п. 3.1.5.6 руководства отсутствует).

Функция РРУ (ручная регулировка усиления) в режиме ЗЕМЛЯ

Для уменьшения амплитуды сигналов, отражённых от ближних наземных объектов и вызывающих засветки экрана красным цветом на малых дальностях при полётах на малых высотах, в режиме работы ЗЕМЛЯ предусмотрено регулируемое ручкой РРУ (GAIN) изменение усиления приёмника по экспоненциальному закону в пределах от 1 до 50 км со степенью подавления сигналов от минус 30 до 0 дБ. Пример изображения от МНРЛС в режиме ЗЕМЛЯ представлен на рисунке 9.

После установки наклона антенны, вращением ручки РРУ (GAIN) на индикаторе, обеспечивается равномерность фонового отражения от земной поверхности и отсутствие мешающих засветок в ближней зоне.

Функция «Выделение» в режиме ЗЕМЛЯ

Функция «Выделение» используется только при работе МНРЛС в режиме ЗЕМЛЯ.

Для выделения наиболее характерных ориентиров в режиме работы ЗЕМЛЯ используется регулировка ВЫДЕЛЕНИЕ (SEPN) на индикаторе МНРЛС. С ее помощью можно изменить порог обнаружения наземных ориентиров от величины сигналов, соответствующих фону земной

поверхности, до величины сигналов, отражённых от крупных радиолокационно-контрастных наземных сооружений.

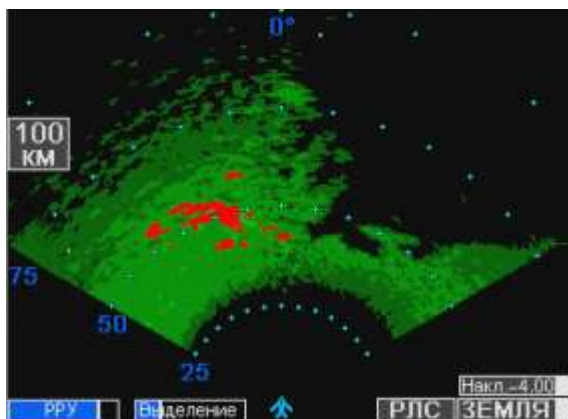


Рисунок 9 – Изображение на индикаторе МНРЛС в режиме ЗЕМЛЯ: видны характерная береговая черта и наземные объекты, масштаб 100 км

4. Угол наклона и обзор метеобъектов и земной поверхности

Угол наклона луча антенны

При большом угле наклона луча антенны МНРЛС имеет меньшую рабочую дальность обнаружения, несмотря на то, что облучаемая поверхность шире (см. рисунок 10).

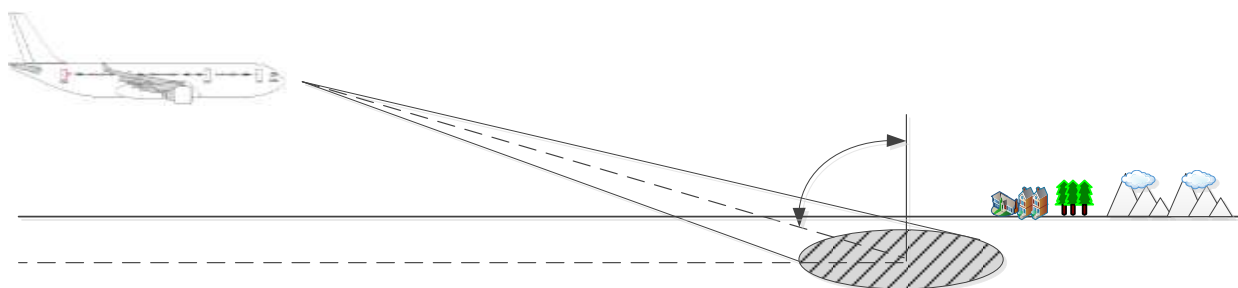


Рисунок 10 – Угол наклона луча антенны

При меньшем угле наклона луча антенны МНРЛС имеет большую рабочую дальность обнаружения, а область облучения меньше.

Управление углом наклона антенны – наиболее важное средство для обнаружения метеобъектов. Необходимо учитывать три основных фактора, чтобы правильно выполнять управление углом наклона:

1) кривизна земной поверхности должна учитываться при определении местоположения луча на больших расстояниях.

2) положение центра луча радиолокатора по отношению к горизонту определяется вертикальной базовой системой координат (ориентации) летательного аппарата.

3) регулировка угла наклона антенны приведет к тому, что центр радиолуча будет сканировать выше и ниже плоскости опорной системы ориентации (системы координат пространственного положения).

Если луч антенны опущен слишком вниз, это приведет к появлению чрезмерного количества отражений от земной поверхности, наземных предметов или моря. Если луч антенны слишком поднят вверх, это (несмотря на то, что излишние отражения будут исключены) приведет к тому, что радиолуч будет сканировать над (мимо) вершиной цели метеобъекта.

Для определения целей в виде метеообъектов на больших дальностях и, чтобы обеспечить достаточное время для планирования подходящего маршрута обхода зоны неблагоприятных метеоусловий, угол наклона должен быть установлен на небольшое количество отраженных сигналов от наземных целей на экране. По мере постепенного увеличения угла наклона, цели в виде метеообразований будут появляться на экране из отражений от земной поверхности и наземных предметов, благодаря их высоте над уровнем земли. С целью минимизации отражений от земной поверхности и наземных объектов при внимательном изучении метеообъектов ниже уровня полета летательного аппарата, необходимо установить минимальную дальность, которая обеспечит наиболее полное изображение интересующей зоны.

На практике, при выполнении полетов над достаточно плоской (ровной) местностью, отражения от земной поверхности и наземных объектов достаточно сложно изобразить на экране, когда угол падения радиолуча становится шире и, поэтому, луч двигается почти параллельно земной поверхности (смотрите рисунок 11).

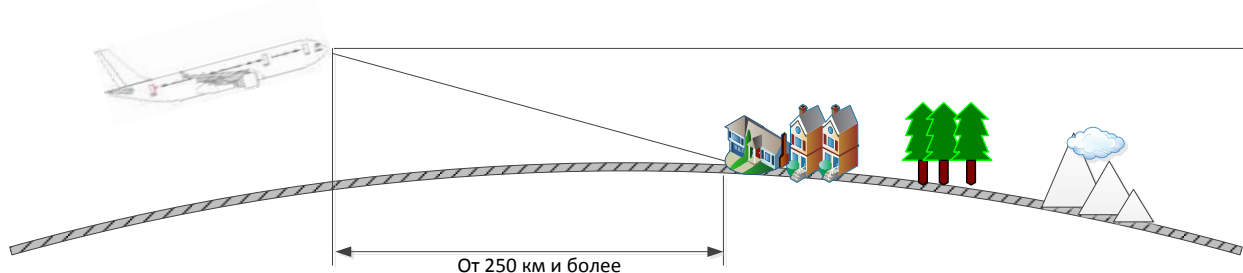


Рисунок 11 – Луч МНРЛС двигается почти параллельно земной поверхности

Однако, наземные объекты, такие как большие здания в городах, крутые возвышенности, горы, или грозы будут отражать сигнал и могут обеспечивать достаточно сильные отраженные сигналы на больших расстояниях.

При выполнении полета на большой высоте правильное управление углом наклона обеспечивает наблюдение за метеообразованиями, не допуская, что луч антенны МНРЛС пройдет мимо. К примеру, гроза на небольшой высоте, обнаруженная при установленном значении большой дальности, может исчезнуть с экрана по мере приближения к ней. Но не стоит рассчитывать на то, что по мере вашего приближения гроза рассеялась. Это может быть потому, что вы направляете энергию, излучаемую антенной на область, выше грозы, по мере того, как вы к ней приближаетесь. Правильная регулировка угла наклона антенны позволит избежать сканирования мимо цели в виде метеоусловий.

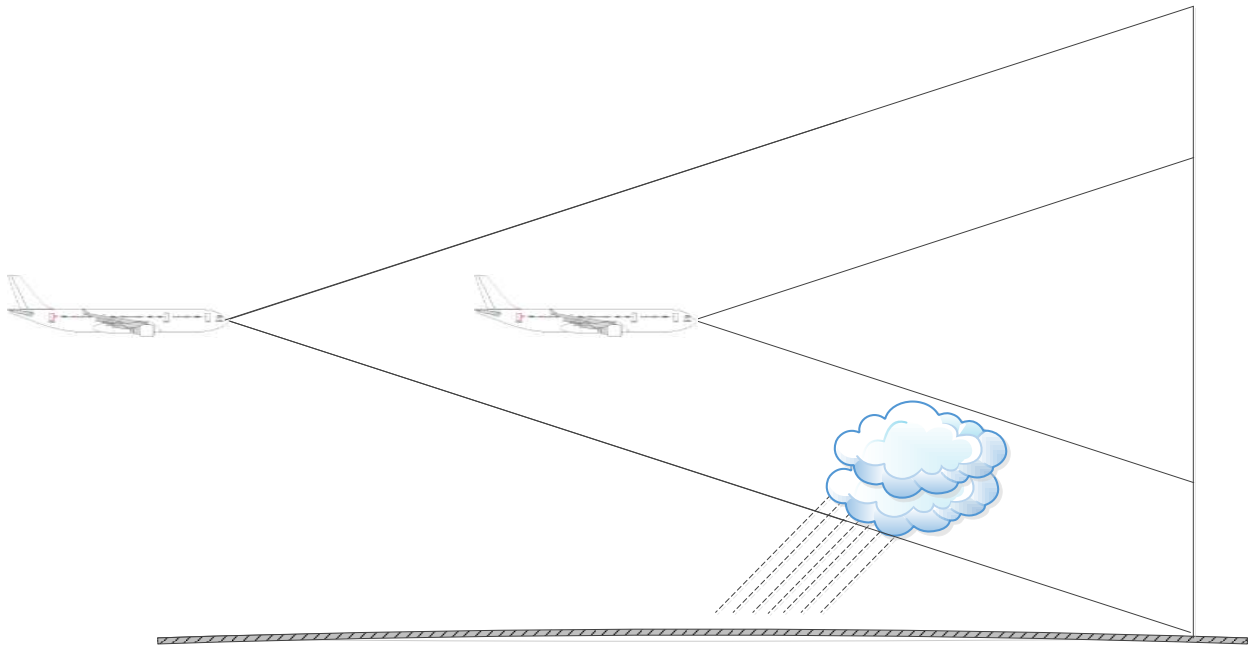


Рисунок 12 – Метеообъекты не попадают в область сканирования луча

Обнаружение метеообъектов, как отличить метеообъекты от земной поверхности.

Для того, чтобы установить угол наклона антенны таким образом, чтобы оптимизировать возможность МНРЛС распознавать значительные неблагоприятные метеоусловия и отличить их от объектов земной поверхности, нужно выполнить следующие действия.

- 1) Установить режим работы МЕТЕО.
- 2) Установить масштаб, 100 или 200 км (40 или 80 nm).
- 3) Используя соответствующую ручку на индикаторе МНРЛС, наклонять антенну вниз, пока весь экран индикатора МНРЛС не будет заполнен отраженными сигналами от земной поверхности.
- 4) Медленно увеличивать угол наклона антенны так, чтобы отраженные сигналы от земной поверхности были изображены приблизительно на 1/3 внешней части экрана индикатора.
- 5) Наблюдайте за наиболее сильными отраженными сигналами на экране. Если по мере приближения к ним, они становятся слабее и постепенно исчезают по мере продвижения назад (обратно) к внутренней стороне ближней границы основного изображения отраженного сигнала от земной поверхности, то вероятно они являются отражениями от земной поверхности или несущественными осадками. Если они остаются сильными после перемещения вниз к нижней части экрана индикатора, то вы приближаетесь к опасной грозе (ливню) или грозам, и должны немедленно отклониться (изменить траекторию полета).
- 6) Изучите область за сильными целями. При обнаружении затененной зоны на экране индикатора МНРЛС вам следует немедленно отклониться, так как это означает, что вы приближаетесь к грозе или грозам. Независимо от высоты полета летательного аппарата, если неблагоприятные метеоусловия были обнаружены, выполните изменение угла наклона антенны в большую и меньшую стороны, пока оптимизируется отметка цели. При таком угле наклона на экране индикатора МНРЛС будет изображен наиболее активный вертикальный уровень грозы.
- 7) Если у вас возникли какие-либо сомнения относительно того, является ли объект на экране индикатора МНРЛС метеообразованием, поскольку она частично затенена мешающими отраженными сигналами, переместите линию курса в положение над объектом и установите режим МЕТЕО/ВП. Если объект – мешающий отраженный сигнал, то она появится на экране симметрично рядом с отраженными сигналами от земной поверхности. Если объект –

метеообразование, она будет расположена несимметрично и появится над отраженными сигналами от земной поверхности.

Рекомендация

На малых высотах полета (особенно при взлете или посадке) нужно поднимать антенну вверх, примерно, на $\frac{1}{2}$ ширины диаграммы направленности.

5. Стабилизация антенны МНРЛС

Что такое стабилизация антенны

В результате маневров (при разворотах, увеличении и уменьшении высоты полета) летательный аппарат меняет свое пространственное положение (крен и тангаж). Вместе с ним меняет свое пространственное положение и МНРЛС. Это влияет на качество отражения метеообъектов и земной поверхности и отображении соответствующей информации на индикаторе МНРЛС.

Для удержания антенны в необходимой заданной позиции при маневрах летательного аппарата в МНРЛС применяется косвенная система стабилизации антенны, при которой наклон антенны изменяется в зависимости от изменения углов крена и тангажа летательного аппарата.

На рисунке 13, приведенном ниже, дан пример компенсации тангажа, выполненного системой стабилизации при маневре летательного аппарата при условии, что угол ручного наклона антенны равен нулю.

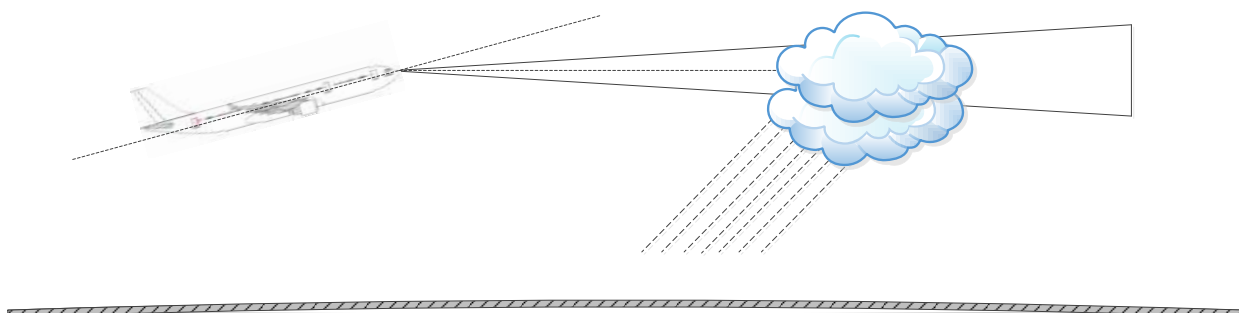


Рисунок 13 – Летательный аппарат увеличивает высоту полета, тангаж увеличился – луч антенны после стабилизации МНРЛС

Стабилизация антенны МНРЛС имеет ограничения по углу места $\pm 30^\circ$ относительно строительной оси летательного аппарата. Это обеспечивается, в том числе, механическими ограничителями, зафиксированными на $\pm 30^\circ$ от нуля. При сочетаниях углов тангажа, крена и ручного наклона, превышающих эти ограничения, стабилизация перестает работать.

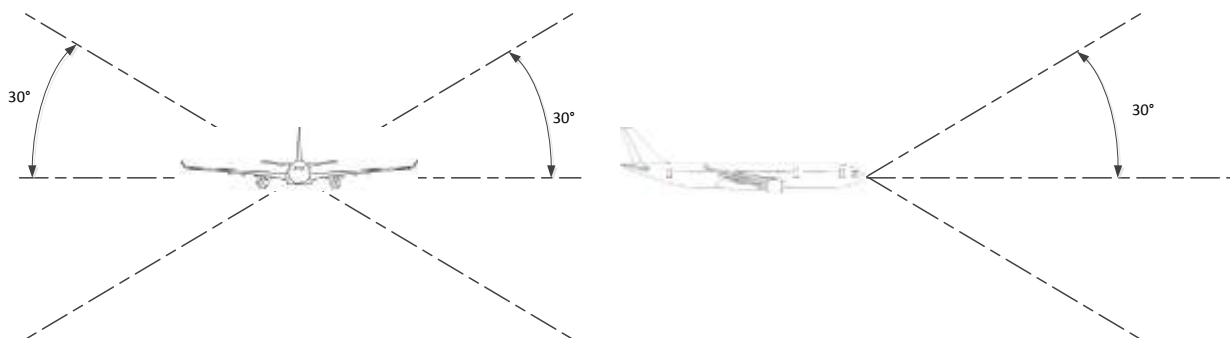


Рисунок 14 – Ограничения стабилизации МНРЛС

Обратите внимание, что ограничения стабилизации антенны могут быть превышены во время маневров летательного аппарата, например, если пилот изменяет положение летательного аппарата, превышая сочетание пределов углов наклона, тангажа и крена ($\pm 30^\circ$) системы стабилизации МНРЛС.

Проверка и корректировка работы системы стабилизации антенны на земле

Проверка

Для проверки работы системы стабилизации МНРЛС на земле необходимо выполнить действия в соответствии с технологической картой № 206 руководства.

Корректировка

При первой установке МНРЛС на борт летательного аппарата для проверки и корректировки правильности установки антенны следует использовать методику, описанную ниже.

Для выполнения действий согласно приведенной методике:

- рекомендовано два человека;
- требуется прибор ПВК-2 (прибор поставляется по отдельному договору);
- требуется наличие пузырькового уровня.

Методика проверки и корректировки правильности установки антенны


1. До начала работы при снятом питании с МНРЛС по цепям +27В и $\sim 115В$ 400Гц:

- подключите ПВК-2 к разъему «Контроль» X2 приемопередатчика А813-5704;
- поднимите обтекатель МНРЛС «Контур-10Ц» ВС;
- установите тумблер S1 на антенне А813-0106, А813-0106.1 (тумблер «вкл.-откл.» на антеннах А813-0109, А813-0109.1, А813-0109.2, А813-0109.3, А813-0109.4) в положение ОТКЛ;
- подайте питание на датчики крена и тангажа, подготовьте их к работе.

2. Включите МНРЛС.

3. Выведите на экран индикатора (МФИ А813-0409) информацию о режиме «ГОТОВНОСТЬ», нажав кнопку W R на передней панели индикатора (МФИ А813-0409).

4. Установите антенну по азимуту в положение 0° , вручную перемещая волноводно-целевую решетку (ВЦР), как указано в технологической карте №№205, 206.

5. Установите антенну по наклону в положение 0° , вращая энкодер  на передней панели индикатора (МФИ А813-0409) (или ручкой наклон на пульте А813-4903 (А813-4905)), при этом контролируя угол наклона в правом нижнем углу экрана индикатора (МФИ А813-0409) (или на системе индикации).

6. Установите на ПВК-2 вывод информации об углах КРЕНА и ТАНГАЖА, следующей последовательностью действий:

- установите на экране ПВК-2 маркер на пункте «Диагностика», кнопками \downarrow / \uparrow , при этом удерживая кнопку Shift;
- нажмите на ПВК-2 кнопку Enter, после чего на экране ПВК-2 будут отображены сведения о диагностике;
- нажмите на ПВК-2 одновременно кнопки \uparrow и Shift, после чего на экране ПВК-2 будет отображена информация об углах КРЕНА и ТАНГАЖА.

Убедитесь в наличии отображения углов крена и тангажа на экране ПВК-2 и отсутствие отказа стабилизации и наличии отказа МНРЛС на экране индикатора (МФИ А813-0409) (или на системе индикации).

7. Закрепите (или удерживайте рукой) пузырьковый уровень на ВЦР антенны, как показано на рисунке.





  8. На ПВК-2 кнопками \downarrow / \uparrow , при этом удерживая кнопку Shift, установите на экране ПВК-2 маркер на пункте П-ка тнг « 00.00 », и кнопками \leftarrow / \rightarrow при нажатой кнопке Shift установите такой поправочный коэффициент по тангажу, при котором «пузырек» (см. рисунок 15) будет строго по середине между рисками.



Рисунок 15 – Пузырьковый уровень, закрепленный на волноводно-щелевой решетке (ВЦР) антенны

9. Вручную перемещая ВЦР, установите антенну по азимуту в положение минус 60° (влево по полету).

  10. На ПВК-2 кнопками \downarrow / \uparrow при этом удерживая кнопку Shift установите на экране ПВК-2 маркер на пункте П-ка крен « 00.00 », и кнопками \leftarrow / \rightarrow при нажатой кнопке Shift установите

такой поправочный коэффициент по крену, при котором «пузырек» (см. рисунок) будет строго по середине между рисок.

11. Вручную перемещая ВЦР, установите антенну по азимуту в положение $+60^\circ$ (вправо по полету). Проконтролируйте, что пузырек находится посередине между рисками.

12. Нажмите на ПВК-2 кнопку Enter, после чего на экране ПВК-2 будет отображено главное меню.

13. Снимите с антенны пузырьковый уровень.

14. Выключите МНРЛС, датчики крена и тангажа.

15. Установите тумблер S1 на антенне А813-0106, А813-0106.1 (тумблер «вкл.-откл.» на антенне А813-0109, А813-0109.1, А813-0109.2, А813-0109.3, А813-0109.4) в положение ВКЛ.

16. Отсоедините ПВК-2 от разъема «Контроль» X2 приемопередатчика А813-5704 и закрепите крышку разъема.

17. Опустите обтекатель МНРЛС «Контур-10Ц» и зафиксируйте замки в соответствии с руководством по эксплуатации (РЭ) на летательном аппарате.

Проверка и корректировка работы системы стабилизации антенны в полете

Обратите внимание, что проверка и корректировка работы системы стабилизации в полете могут быть выполнены только в том случае, если в качестве индикатора к МНРЛС подключен многофункциональный индикатор МФИ А813-0409 и его модификации, запрограммированные версией ПО не ниже ТЮКН.00601-34.

Проверка

Для проверки работы системы стабилизации в полёте необходимо включить режим МЕТЕО или ЗЕМЛЯ. В горизонтальном полете над ровной подстилающей поверхностью установить угол наклона антенны минус $(10-12)^\circ$, выбрать масштаб таким, чтобы нижняя кромка фона подстилающей поверхности располагалась, приблизительно, посередине экрана и была параллельна меткам дальности. Если радиолокационное изображение соответствует изображению, приведённому на рисунке, значит, система стабилизации работает правильно, и при выполнении допустимых значений крена и тангажа картинка не меняется.

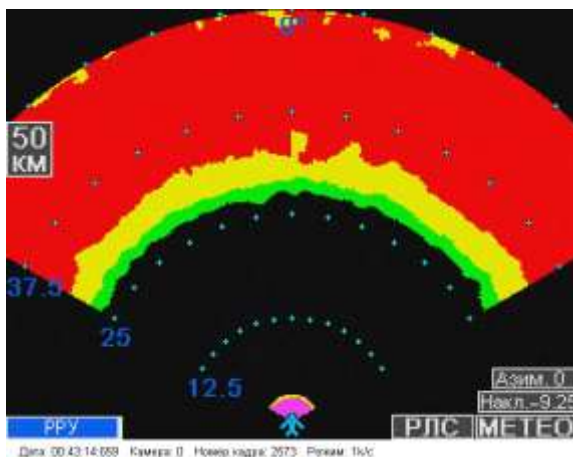


Рисунок 16 – Изображение на индикаторе при правильно работающей системе стабилизации

Если изображение на экране индикатора имеет вид, приведенный на рисунках, представленных ниже, необходимо выполнить корректировку стабилизации.

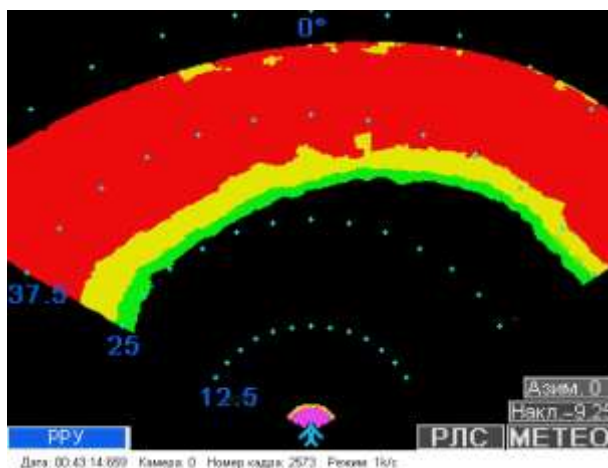


Рисунок 17 – Изображение на индикаторе при неправильной работе системы стабилизации по крену. Поправку по крену необходимо увеличить

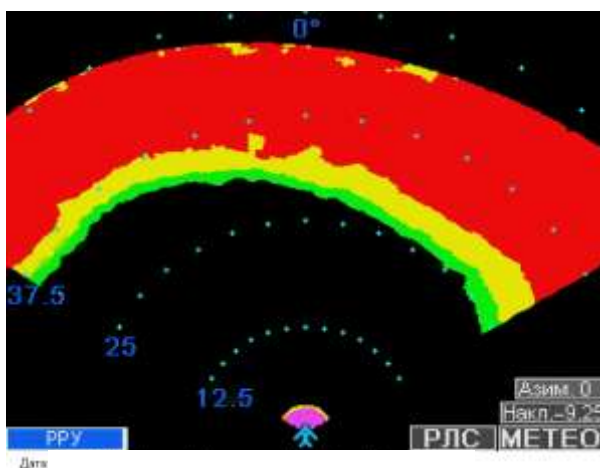


Рисунок 18 – Изображение на индикаторе при неправильной работе системы стабилизации по крену. Поправку по крену необходимо уменьшить

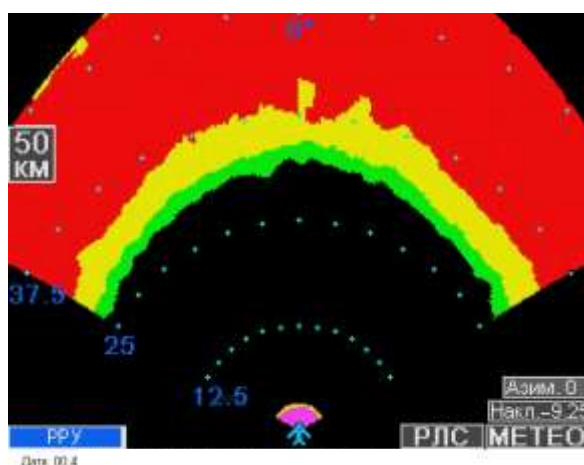


Рисунок 19 – Изображение на индикаторе при неправильной работе системы стабилизации по тангажу. Поправку по тангажу необходимо уменьшить

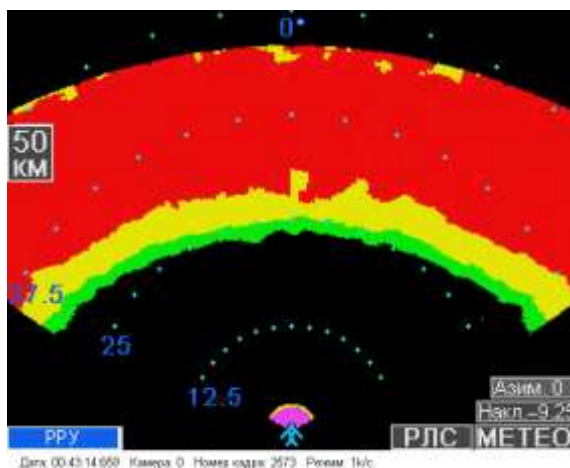


Рисунок 20 – Изображение на индикаторе при неправильной работе системы стабилизации по тангажу. Поправку по тангажу необходимо увеличить

Корректировка

В полете возможна корректировка стабилизации в соответствии с руководством по технической эксплуатации многофункциональный индикатор МФИ А813-0409 и его модификации ТЮКН.467824.005 РЭ.

6. Использование режима МЕТЕО/ВП

Что такое вертикальный профиль

Основное предназначение МНРЛС – предупреждение встречи с неблагоприятными метеорообъектами – ливнями, грозами и связанными с ними турбулентностью. Все стандартные принципы работы МНРЛС применимы при работе в режиме МЕТЕО/ВП (просмотра вертикального профиля объекта).

В режиме МЕТЕО/ВП предоставляется дополнительная возможность вертикального сканирования пространства по углу места антенны вверх и вниз относительно строительной оси летательного аппарата в пределах $\pm 30^\circ$, а также обработка полученной информации о вертикальном разрезе метеорообъекта и отображение обработанных данных на экране индикатора МНРЛС в понятном формате.

В режиме МЕТЕО/ВП обеспечивается непосредственное отображение вертикальных характеристик зон метеорообъекта, такие как относительная высота, форма, развертка по вертикали, а также зона наибольшей концентрации осадков внутри метеорообъекта. В дополнение к имеющейся информации о вертикальных характеристиках метеорообъекта имеется возможность отличить отражение от земной и водной поверхности и реальные метеорообъекты. МНРЛС, работающий в режиме МЕТЕО/ВП с совмещенным типом вертикального профиля, обеспечивает отображение результатов нормального сканирования по азимуту и сканирования вертикального профиля в одном кадре на экране индикатора. Имея такую информацию, пилот может представить логическую трехмерную картину грозы.

Работа в режиме МЕТЕО/ВП значительно облегчает задачу определения вертикальных характеристик метеорообъекта (например, грозы) путем графического изображения вертикального профиля метеорологической зоны и отображения его высоты по МНРЛС. Точность определения высоты по МНРЛС ограничивается излучающей способностью радиолуча и разрешающей способностью по дальности. Верхние границы облаков, состоящих из ледяных кристаллов или сухого града, которые имеют низкие отражающие характеристики или включают турбулентность без осадков, могут иметь высоту в сотни и тысячи метров. Поэтому необходимо предпринять соответствующие меры предосторожности при попытке перелететь над любым метеорообъектом, имеющим высокое радиолокационное отражение или выходящим за верхний уровень

обледенения. Режим МЕТЕО/ВП не предназначен для измерения абсолютной высоты метеообъекта (например, грозы), но он может использоваться для определения относительных высот по МНРЛС различных зон метеообъекта (высот относительно строительной оси летательного аппарата).

ВНИМАНИЕ!

Никогда не надо пролетать под или над грозой, даже если отраженные радиолокационные сигналы очень слабые (на экране индикатора отражены зеленым или желтым цветом). Для всех зон метеообъекта, отображаемых на экране индикатора МНРЛС красным или пурпурным цветом, рекомендуется боковой запас не менее 40 км.

Работа МНРЛС в режиме МЕТЕО/ВП

В связи с конечной шириной основного луча диаграммы направленности антенны рекомендуется использовать режим МЕТЕО/ВП на масштабе до 100 км при комплектации антеннами А813-0109.2 и А813-0109.3, и на масштабе до 50 км при комплектации антеннами А813-0109, А813-0109.1 и А813-0109.4. При работе на масштабах больших, чем рекомендовано, размер метеообъектов на экране индикатора будет существенно отличаться от реальных размеров метеообъектов. Кроме того на большой дальности отражения от метеообъектов могут сливаться с отражениями от земной поверхности. Также при формировании отображения результатов сканирования на масштабах больших, чем рекомендовано, может сказываться влияние кривизны земли.

Отметим, что при работе МНРЛС в режиме МЕТЕО/ВП может применяться один из двух типов вертикального профиля: «Раздельный» или «Совмещенный». (Выбор типа вертикального профиля осуществляется в меню индикатора МФИ А813-0409 МНРЛС в пункте «Тип вертикального профиля».)

Работа МНРЛС в режиме МЕТЕО/ВП («Раздельный» или «Совмещенный») описана в разделе 3.1.6 настоящего РЭ.

Интерпретация информации, отображаемой в режиме МЕТЕО/ВП

Далее на рисунках показаны примеры изображений, полученных при сканировании пространства в азимутальной плоскости и при сканировании вертикального профиля обнаруженных метеообъектов.

Примечание – Интенсивность зон метеоусловий (пороги цветоощущения) в вертикальном разрезе (вертикальном профиле) могут отличаться от интенсивности зон метеообъекта при сканировании в горизонтальном разрезе. Это объясняется тем, что антенна сканирует в разных плоскостях – вертикальной и горизонтальной. Соответственно, при вертикальном сканировании радиолуч проходит в вертикальной плоскости через различные отражающие уровни метеообъекта, а при горизонтальном сканировании – радиолуч проходит в горизонтальной плоскости.

При сканировании антенны в режиме МЕТЕО/ВМ отражение от твердых наземных предметов создает зеркальное отражение на экране индикатора выше и ниже уровня земли, обеспечивая отражение, равное ширине радиолуча и уровню мощности отраженного сигнала (рис. 13, 14 поз.4). Когда высота летательного аппарата и диапазон дальности увеличиваются, отражение от земной поверхности будет уменьшаться.

Интенсивные метеообразования отображаются на экране индикатора в виде ассиметричных засветок (рис. 13, 14 поз.5).

Пример 1

Полет на высоте 7,5 км. Симметричный образ вертикального профиля на экране индикатора соответствует отражению от земли. Метеообразования отсутствуют.

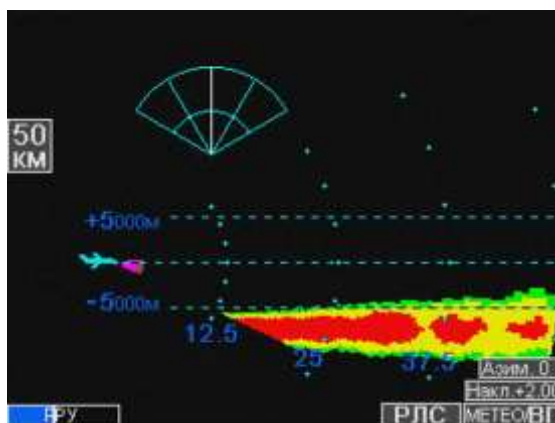


Рисунок 21 – Пример 1: Вид вертикального профиля (тип «Раздельный»), масштаб 50 км, режим МЕТЕО/ВП

Пример 2

Полет на высоте около 1 км. На дальности около 12,5 км – наблюдается объект земной поверхности. На дальности около 15 км – объект земной поверхности и над ним метеообразование в виде наковальни.

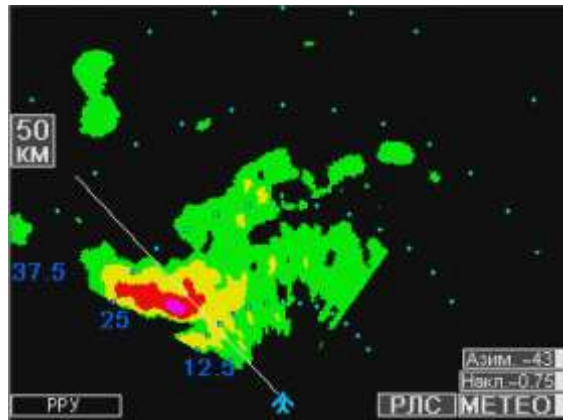


Рисунок 22 – Пример 2: Вид в азимутальной плоскости, масштаб 50 км, режим МЕТЕО

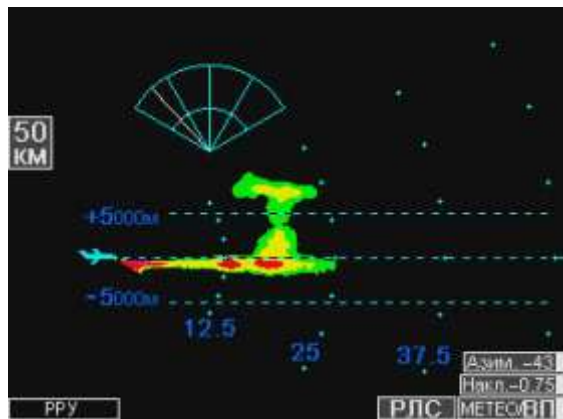


Рисунок 23 – Пример 2: Вид вертикального профиля, масштаб 50 км, режим МЕТЕО/ВП

Пример 3

Полет на высоте около 1 км. Симметричный образ вертикального профиля на дальности до 15 км соответствует отражению от земной поверхности. На дальности около 37,5 км наблюдается метеообразование.

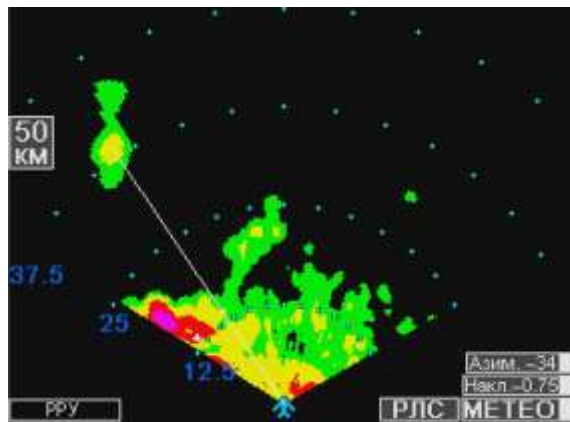


Рисунок 24 – Пример 3: Вид в азимутальной плоскости, масштаб 50 км, режим МЕТЕО

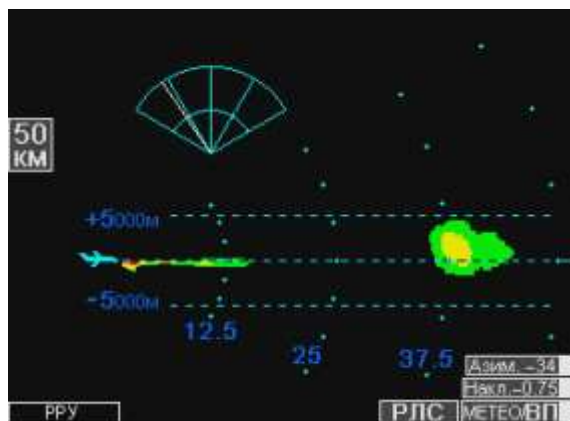


Рисунок 25 – Пример 3: Вид вертикального профиля, масштаб 50 км, режим МЕТЕО/ВП

Пример 4

Полет на высоте около 1 км. Симметричный образ вертикального профиля на дальности до 25 км соответствует отражению от земной поверхности. На дальности за 25 км наблюдается метеобразование.

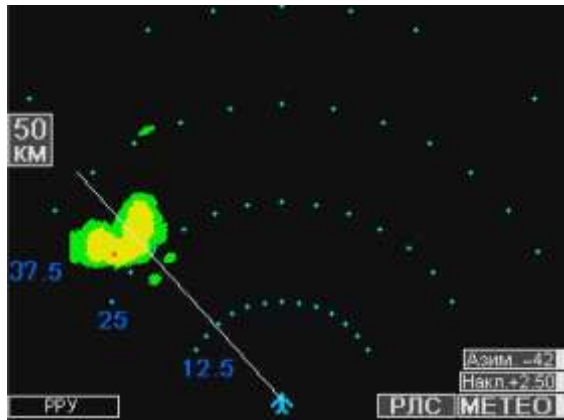


Рисунок 26 – Пример 4: Вид в азимутальной плоскости, масштаб 50 км, режим МЕТЕО

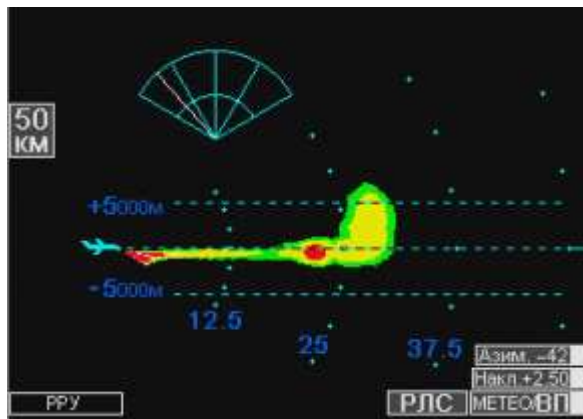


Рисунок 27 – Пример 4: Вид вертикального профиля, масштаб 50 км, режим МЕТЕО/ВП

Пример 5

Полет на высоте около 5 км. Представлен вертикальный профиль сначала в масштабе 200 км, затем в масштабе 50 км. Симметричный образ вертикального соответствует отражению от земной поверхности. Метеообразования отсутствуют.



Рисунок 28 – Пример 5: Вид в азимутальной плоскости, масштаб 200 км, режим МЕТЕО

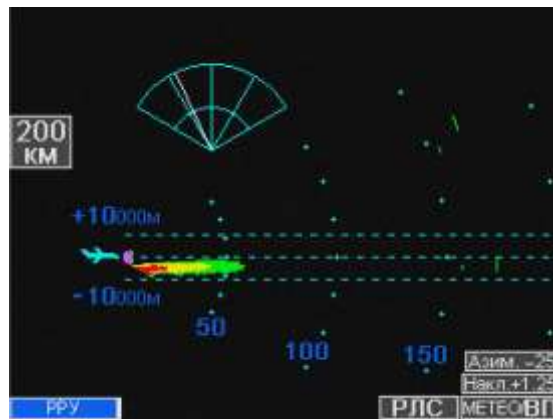


Рисунок 29 – Пример 5: Вид вертикального профиля, масштаб 200 км, режим МЕТЕО/ВП

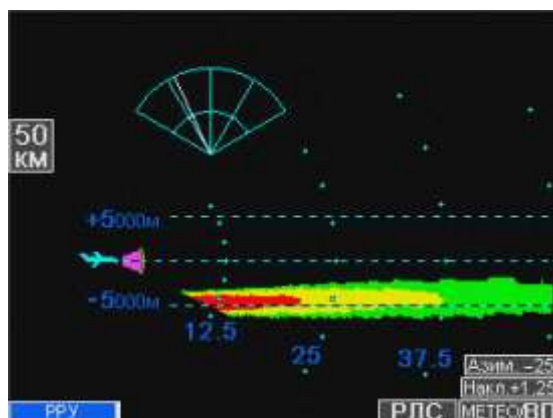


Рисунок 30 – Пример 5: Вид вертикального профиля, масштаб 50 км, режим МЕТЕО/ВП

Пример 6

Полет на высоте около 4 км. Симметричный образ вертикального профиля соответствует отражению от земной поверхности. На дальности около 30 км наблюдается зона, соответствующая спокойной водной поверхности. Метеообразования отсутствуют.



Рисунок 31 – Пример 6: Вид в азимутальной плоскости, масштаб 50 км, режим МЕТЕО

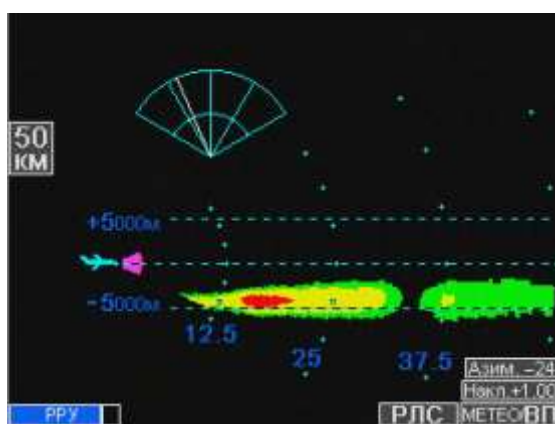


Рисунок 32 – Пример 6: Вид вертикального профиля, масштаб 50 км, режим МЕТЕО/ВП

7. Влияние обтекателя на работу МНРЛС

«Кольцо высоты» и «кошачьи глаза»

Явления, называемые «кольцо высоты» и «кошачьи глаза», встречаются в современных метеорадиолокаторах. Они проявляются на экране метеорадиолокатора в виде ложных сигналов, появляющихся на небольшой дальности.

Причины возникновения этих явлений связаны с очень высокой чувствительностью приемного устройства метеорадиолокатора и способностью вследствие этого реагировать даже на очень слабый отраженный сигнал. Повышение чувствительности приемного устройства является современной тенденцией развития метеорадиолокаторов, позволяющей повысить потенциал метеорадиолокатора и, следовательно, возможности по обнаружению метеоявлений.

В то же время радиопрозрачный обтекатель летательного аппарата, за которым устанавливается антенна метеорадиолокатора, не является идеальным и вносит в излучаемый сигнал затухание и, следовательно, отражает и преломляет часть излученного сигнала.

Отраженный обтекателем сигнал достигает земной поверхности, отражается ею и принимается боковыми лепестками диаграммы направленности антенны. Боковые лепестки в диаграмме направленности любой антенны существуют всегда и, несмотря на их небольшой уровень (не более минус 25 дБ по отношению к основному лепестку), вследствие высокой чувствительности приемника радиолокатора принятый сигнал достигает уровня, необходимого для отображения на экране индикатора.

На рисунке 33 приведено схематичное изображение возникновения сигнала, направленного к поверхности земли. Необходимо отметить, что данное изображение лишь поясняет принцип образования этого сигнала. На самом деле, процессы в паре антенна-обтекатель гораздо более сложные, поскольку на таком расстоянии фронт волны излученного сигнала еще не сформировался.

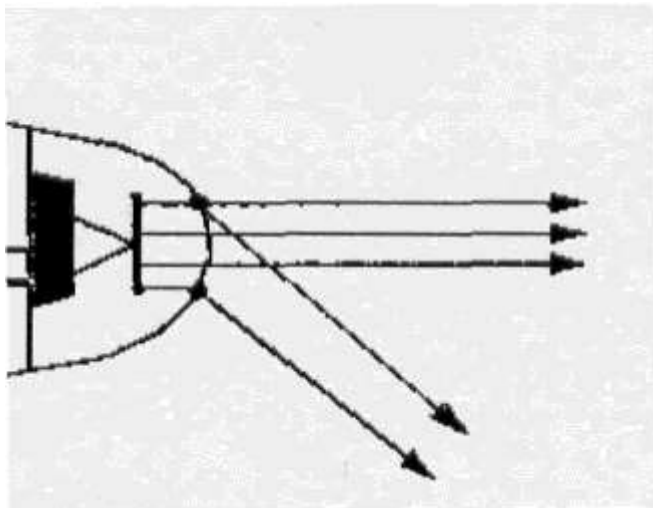


Рисунок 33 – Схема возникновения сигнала, направленного к поверхности земли

Основные признаки «кольца высоты»:

- 1) «кольцо высоты» отображается на дальности, соответствующей высоте полета;
- 2) при движении летательного аппарата оно остается неподвижным (т.е. не приближается к летательному аппарату);
- 3) «кольцо высоты» может немного менять свою форму при изменении угла наклона антенны;
- 4) «кольцо высоты» наиболее четко выражено в режиме ЗЕМЛЯ при максимальном усилении, установленном ручкой РРУ(GAIN) на индикаторе. При переходе в режим

МЕТЕО «кольцо высоты» может исчезнуть совсем или его изображение станет менее выраженным.

Обычный вид «кольца высоты» представлен на рисунке 34.



Рисунок 34 – «Кольцо высоты» (высота полета 10 км, режим ЗЕМЛЯ)

Форма «кольца высоты» зависит от большого количества факторов, главными из которых являются:

- 1) форма, характеристики и состояние обтекателя;
- 2) взаимное положение обтекателя и антенны (в том числе наклон антенны);
- 3) характер подстилающей поверхности;
- 4) усиление приемного устройства радиолокатора.

На рисунке 35 приведено изображение «кольца высоты» в режиме МЕТЕО с углом наклона антенны $+3^\circ$, а на рисунке 36 – в том же режиме, но с углом наклона $+15^\circ$. На рисунках прослеживается ослабление кольца по мере роста положительного угла наклона антенны.



Рисунок 35 – «Кольцо высоты» (высота полета 3 км, наклон $+3^\circ$, режим МЕТЕО)



Рисунок 36 – «Кольцо высоты» (высота полета 3 км, наклон +15°, режим METEO)

Наряду с «кольцом высоты» традиционной формы, изображение которого приведено на рисунках 34 – 36, для некоторых комбинаций антенна-обтекатель возможно появление его разновидности, получившей собственное название – «кошачьи глаза». Пример этой аномалии приведен на рисунках 37 и 38.

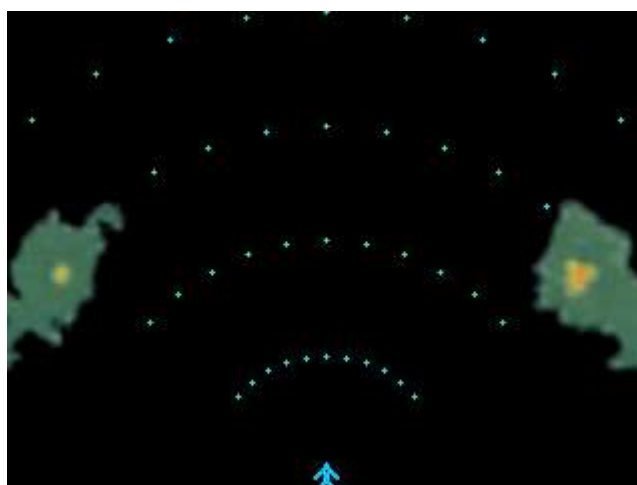


Рисунок 37 – Аномалия «кошачьи глаза» (классический вид)



Рисунок 38 – Аномалия «кошачьи глаза» (высота полета 10 км, режим ЗЕМЛЯ, наклон антенны +5,5°)

Описанные выше виды аномалий не свидетельствуют о неисправности МНРЛС и не являются неразрешимой проблемой при работе с МНРЛС. Они появляются на небольшой дальности и могут быть легко идентифицированы по характерным признакам (см. основные признаки «кольца высоты»). Кроме того, эти аномалии появляются только при отсутствии полезных сигналов (отраженных от метеобъектов) поскольку полезный сигнал имеет значительно большую мощность и при его наличии на той же дальности «кольцо высоты» и «кошачьи глаза» не отображаются на экране индикатора.