

ДАЛЬНОСТЬ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЛЯ ИДЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН

Зайцев Ефим Николаевич

курсант Военная академия воздушно-космической обороны имени Маршала Советского Союза Г. К. Жукова, РФ, г. Тверь

Югов Роман Андреевич

курсант Военная академия воздушно-космической обороны имени Маршала Советского Союза Г. К. Жукова, РФ, г. Тверь

Гусейнов Дионис Сергеевич

младший сержант, Военная академия воздушно-космической обороны имени Маршала Советского Союза Г. К. Жукова, РФ, г. Тверь

Никольский Никита Романович

курсант Военная академия воздушно-космической обороны имени Маршала Советского Союза Г. К. Жукова, РФ, г. Тверь

FACTORS INFLUENCING THE PROPAGATION OF RADIO WAVES IN SPACE

Yefim Zaitsev

Cadet Military Academy of Aerospace Defense named after Marshal of the Soviet Union G. K. Zhukov, Russia, Tver

Roman Yugov

Cadet Military Academy of Aerospace Defense named after Marshal of the Soviet Union G. K. Zhukov, Russia, Tver

Dionis Huseynov

Lance sergeant

Military Academy of Aerospace Defense named after Marshal of the Soviet Union G. K. Zhukov, Russia, Tver

Nikita Nikolski

Cadet Military Academy of Aerospace Defense named after Marshal of the Soviet Union G. K. Zhukov, Russia, Tver

Аннотация. В условиях проведения специальной военной операции, применение

противником различных средств воздушного нападения (СВН) является не только частым, но и осуществляющимся на постоянной основе: днем и ночью, в любое время года, в дождь и туман. При этом спектр применяемого вооружения является невероятно широким и смертельно опасным. Именно поэтому, вместе с постоянным развитием и совершенствованием “Игрушек дьявола”, разрабатываются и распространяются средства для борьбы с таковыми. Основным типом вооружения для противовоздушной обороны являются зенитно-ракетные комплексы (ЗРК), включающие в себя множество элементов, организующих единую систему: зенитные управляемые ракеты (ЗУР), пусковая установка, средства заряжания и многие другие- однако такие установки не работают вслепую: требуются средства обнаружения воздушных целей, способных засечь их движения на как можно большем удалении от ЗРК. Для решения этих задач применяются РЛС, обнаруживающие цели за счет излучения и приема радиоволн.

Abstract. In the context of a special military operation, the enemy's use of various means of air attack is not only frequent, but also occurs on an ongoing basis: day and night, at any time of the year, in rain and fog. At the same time, the range of weapons used is incredibly wide and deadly. That is why, along with the constant development and improvement of the “Devil's Toys”, tools are being developed and distributed to combat them. The main type of weapons for air defense are anti-aircraft missile systems, which include many elements that form a single system: anti-aircraft guided missiles, a launcher, loading devices, and many others. However, such installations do not work blindly: they require means of detecting aerial targets capable of detecting their movements as far away from anti-aircraft targets as possible. To solve these problems, radar stations are used that detect targets by emitting and receiving radio waves.

Ключевые слова: обнаружение; рлс; сигнал; эмв; антенна, дальность.

Keywords: detection; radar; signal; emv; aerial; range.

Весь процесс радиолокационного наблюдения за воздушным пространством заключается в обнаружении цели (определения ее координат), расчета параметров ее движения: скорости, направления, высоты полета. Засекая местоположение цели, РЛС излучает детерминированный сигнал (с заранее известными параметрами волны: амплитудой, частотой, фазой), фильтрацией из всех внешних помех и флуктуациях шумов приемника. Закономерно, что с учетом этих “погрешностей” цель определяется не достоверно, а с некоторой вероятностью. При этом, зона, в которой возможно обнаружение называется **зоной обнаружения** (ЗО) – условно ограниченной областью пространства, в котором выявление происходит с заданной вероятностью.

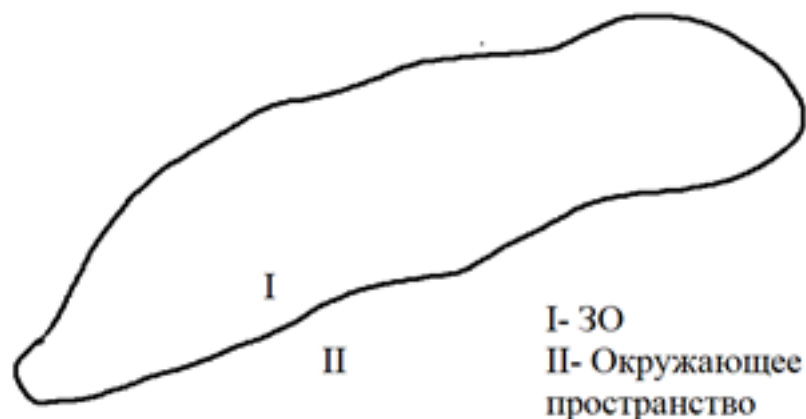


Рисунок 1. Схематичное изображение зоны обнаружения

Существуют области пространства, которые определяют возможности использования РЛС: минимальная и максимальная зоны обнаружения РЛС. Минимальной зоной называют радиус мертвой зоны, в котором обнаружение происходит на наименьшем расстоянии от РЛС, на котором может быть обнаружена цель и измерены ее координаты. Максимальная зона – наибольшее расстояние между РЛС и целью, при котором соблюдаются заданные вероятности точного обнаружения

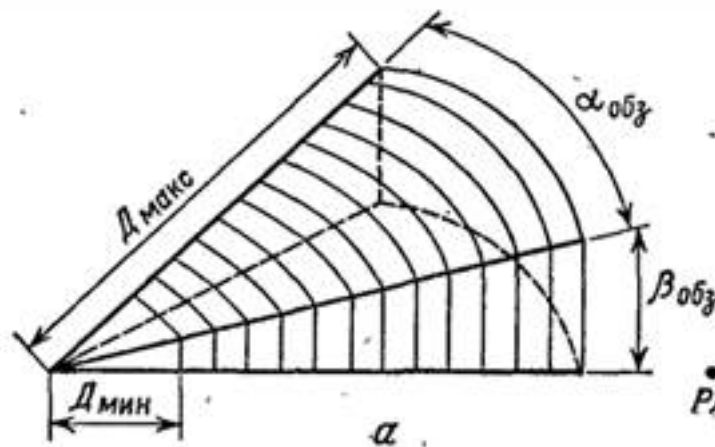


Рисунок 2. Соблюдение заданных вероятностей точного обнаружения

Задачей радиолокационного наблюдения является обнаружение целей и измерение параметров их положения и движения. Обнаружение представляет собой операцию, связанную с отражением от цели сигналов.

Дальность до цели определяется не только наличием искусственных или естественных помех, но и рядом факторов, характеризующих процесс излучения и принятия энергии антеннами: коэффициента усиления антенны, мощности, передаваемой от генератора к антенне, эффективной площади рассеивания и др.

$$R_{\text{св макс}} = \sqrt[4]{\frac{P_{\Sigma}}{P_{\text{пр мин}}} \frac{D_{\text{прд}} D_{\text{пр}} \lambda^2 \sigma_{\text{ц}}}{(4\pi)^3}}$$

где P_{Σ} – мощность излучаемых колебаний;

$P_{\text{пр мин}}$ – чувствительность приемника;

$D_{\text{прд}}$

– коэффициент направленного действия передающей антенны;

$D_{пр}$ – коэффициент направленного действия принимающей антенны;

$\sigma_{ц}$ – эффективная площадь рассеяния цели.

Так, данное уравнение применимо как в случае со станций с разделенными составляющими, так и для станций с общими антеннами для передачи и приема, а соответствующие параметры позволяют нам рассчитать дальность обнаружения цели в идеализированных условиях (атмосфера однородная и отсутствуют затухания волн). Рассмотрим процесс обнаружения цели подробнее.

Передающая антенна, получая от генератора определенную **мощность**, излучает в окружающее пространство электромагнитные волны (зондирующие), которые, достигая объекта, отражаются от него и эта волна (отраженная), отражаясь от земной поверхности и ионосферы (учитывая допустимые углы излучения волн), возвращается обратно на принимающую антенну, сигнал от которой поступает на приемник, где он и обрабатывается.

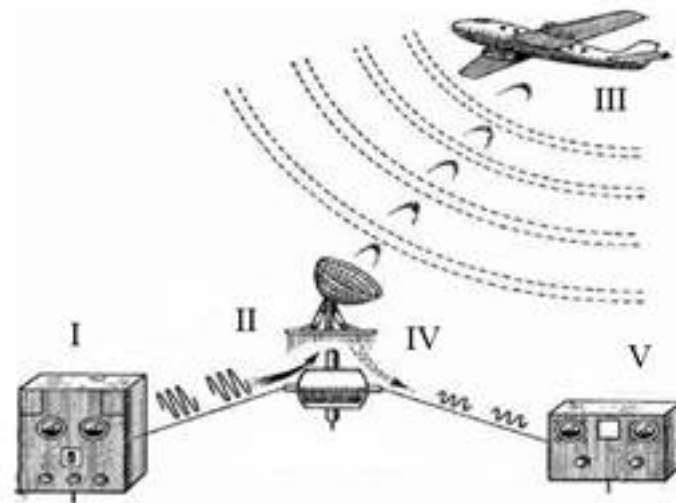


Рисунок 3. Процесс обнаружения цели

Чувствительность приемника – это способность принимать очень слабые сигналы от цели на фоне помех, то есть определяется соотношением между мощностью принимаемого сигнала и мощностью помехи. Если внешние помехи отсутствуют, то чувствительность станции определяется отношением:

$$\frac{\text{сигнал}}{\text{шум}} = \frac{P_{пр}}{P_{ш}}$$

Коэффициент направленного действия (КНД) – это коэффициент, который показывает, во сколько раз необходимо уменьшить мощность излучения, если ненаправленную антенну заменить на направленную, при тех же показателях напряженности поля в основном направлении. Этот коэффициент равен отношению квадрата напряженности поля,

создаваемой направленной антенной, к квадрату напряженности поля, создаваемой ненаправленной антенной при одинаковой подводимой мощности.

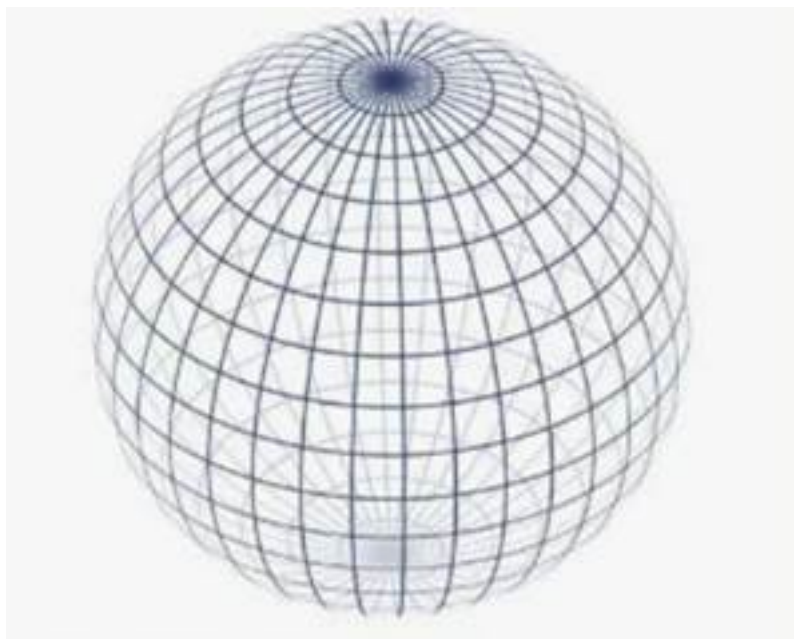


Рисунок 4. Пространственная диаграмма направленности антенны

КНД абсолютно ненаправленной равно единице. Физически пространственная диаграмма направленности такой антенны выглядит как идеальная сфера.

Отражающие свойства цели характеризуются **эффективной площадью рассеяния** – фиктивной плоской поверхностью, расположенной нормально к направлению падающей волны. Она создает в месте расположения антенны станции такую же плотность потока мощности, что и реальная цель. На эту величину влияет множество факторов, среди которых:

- а) геометрические формы и размеры цели;
- б) рабочая частота локатора;
- в) электрические свойства материала, из которого выполнена цель.

Таким образом, дальность обнаружения в идеальных условиях зависит от рассмотренных в статье параметров. Однако при расчете дальности обнаружения необходимо учитывать многие факторы: метеорологические условия, состояние слоев атмосферы, неровности поверхности Земли

Список литературы:

1. Изображения антенн РЛО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: warball.ru (дата обращения: 16.01.2025).
2. Теоретические основы радиолокации: учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов] / под ред. В.Е. Дулевича. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Сов. радио, 1978. – 607 с.

