

# ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЛЯ АСО ОБЪЕКТОВ РВСН

## THE RATIONALE FOR THE SELECTION OF RADAR DETECTION SYSTEMS FOR THE AUTOMATED DETECTION SYSTEM OBJECTS OF THE STRATEGIC MISSILE FORCES

**A. Bocharov  
K. Mesha**

**Summary.** The article describes the selection criterion for radar detection systems for the automated detection system objects of the Strategic Missile Forces. Principles on the use of radar systems for various types of terrain, the factors affecting the probability of detection of the object of the invasion, describes the ways of increasing the probability of detection of the object of the invasion.

**Keywords:** criteria, the automated detection system, a radar system, the object of the invasion, the probability of detection, sensing.

**Бочаров Антон Игоревич**

*М.н.с., Филиал военной академии ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого (г. Серпухов)  
fbi@hotmail.ru*

**Меша Константин Иванович**

*К.т.н., профессор, Филиал военной академии ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого (г. Серпухов)*

**Аннотация.** В статье рассмотрен критерий выбора радиолокационной системы обнаружения для АСО объектов РВСН. Принципы применения радиолокационных систем на различных типах местности, приведены факторы негативно сказывающиеся на вероятности обнаружения объекта вторжения, описаны пути повышения вероятности обнаружения объекта вторжения.

**Ключевые слова:** критерий, автоматизированная система обнаружения, радиолокационная система, объект вторжения, вероятность обнаружения, зондирование.

**П**реимуществом специализированных радиолокационных систем обнаружения является то, что они практически исключают все недостатки современных технических средств обнаружения нарушителей. С их помощью оператор дежурной смены охраны может получить своевременную информацию о приближении к охраняемому объекту, объект вторжения тем самым, создавая дополнительный резерв времени для сил реагирования по задержанию нарушителей. Данное обстоятельство позволяет реализовать основной принцип борьбы с нарушителями: обнаружение — своевременный выход на рубеж обороны — задержание (уничтожение).

Так как полевая боевая стартовая позиция располагается в лесистой местности необходимо выбрать такой диапазон частот зондирующего сигнала, который обеспечивал бы поиск, обнаружение и идентификацию объекта вторжения на фоне помех от растительных образований.

При зондировании лесистой местности с целью обнаружения объекта вторжения наибольшей проникающей способностью обладают волны метрового и дециметрового диапазонов, т.к. с увеличением длины волны уменьшается коэффициент затухания (Кзат) электромагнитной энергии. Однако при использовании волн метрового диапазона возникают следующие трудности:

- ◆ усложняется алгоритм выделения полезного сигнала от объекта вторжения на фоне пересеченной местности, т.к. из-за низких доплеровских частот требуется высокое частотное разрешение РЛС.
- ◆ обеспечение разрешающей способности по азимуту требует увеличение параметров антенной системы.

Поэтому в модели радиолокационного поиска в лесистой местности, приведенной на рисунке 1, был выбран дециметровый диапазон, а снижение энергетических потерь РЛС достигается за счет увеличения высоты подъема антенны приемника и передатчика относительно верхней кромки леса.

Анализ проведенных теоретических исследований показал, что дальность обнаружения движущихся объектов в растительности может быть увеличена в случае размещения РЛС над лесным массивом при  $H_a$  —  $H_n$  >>  $l_{изл}$ .

На модели радиолокационного обнаружения объектов вторжения в лесистой местности обозначены:  $H_a$  — высота подвеса антенны РЛС над поверхностью земли;  $H_n$  — высота объекта обнаружения;  $P_p$ ,  $P_{отр}$ ,  $P_{пр}$  — вектор плотности потока мощности: первичной

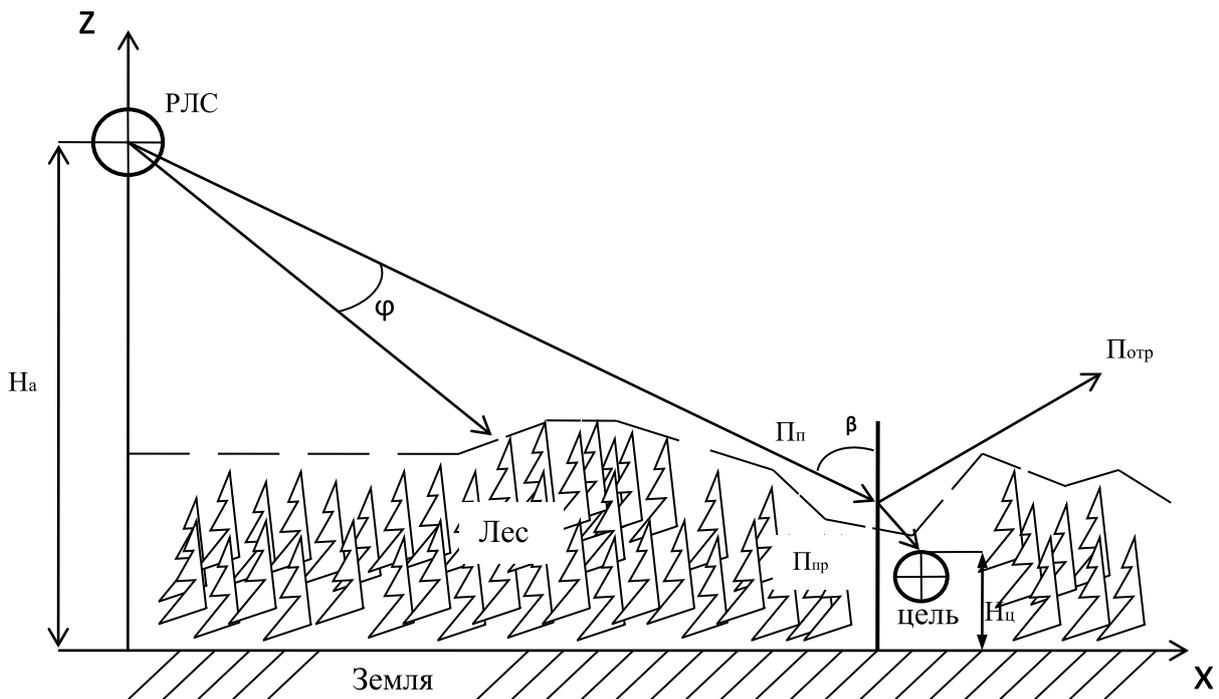


Рис. 1. Модель радиолокационного поиска объектов вторжения в лесистой местности

(создаваемой РЛС), отраженной от лесного массива, преломленной (прошедшей внутрь лесного массива);  $\beta$ - угол падения волнового фронта на границу раздела «воздух-лес»;  $\varphi$  — ширина диаграммы направленности антенны.

К основным достоинствам радиолокационной системы обнаружения относятся:

- ◆ возможность непрерывного контроля за перемещением нарушителя в пределах зоны, контролируемой радиолокационным средством;
- ◆ возможность обнаружения объекта вторжения в лесистой местности на ранних подступах к объекту, тем самым, создавая дополнительный резерв времени личному составу ДСОО-К на занятие рубежей обороны;
- ◆ возможность вести постоянное круглосуточное наблюдение за удаленными участками охраняемой территории;
- ◆ возможность использования новых информационных технологий при обработке радиолокационной информации;
- ◆ возможность увеличения дальности обнаружения нарушителей, не изменяя при этом энергетические характеристики РСО и др.

Перспективный Агрегат «Тайфун-М» предназначен для охраны и обороны подразделений комплекса «Ярс» на марше и полевых боевых стартовых позициях

от диверсионных и террористических групп, а также предотвращения проникновения возможных нарушителей к охраняемым объектам комплекса в пункте постоянной дислокации оснащен радиолокационным устройством предназначенным для обнаружения и измерения координат наземных движущихся целей типа «автомобиль», «группа людей», «одиночный человек» при условии прямой радиолокационной видимости в любое время суток и года, а также в условиях ограниченной или отсутствии оптической видимости, данное устройство работает в миллиметровом диапазоне частот, к миллиметровому диапазону относятся частоты от 30 до 300 ГГц, что соответствует длинам волн от 10 мм до 1 мм.

В настоящее время для использования радиочастот миллиметрового диапазона выделены следующие поддиапазоны, таблица 1:

На дальность связи в миллиметровом диапазоне значительное влияние оказывает атмосферное затухание, связанное с поглощением энергии радиоволн молекулами различных веществ, в первую очередь воды и кислорода, а так же затухание и помехи от растительных образований.

Локальный максимум ослабления приходится на частоту 60ГГц, соответствующую диапазону V-band, рисунок 2. Частоты, диапазонов E-band и Q-band, напротив, попадают в «окна прозрачности».

Оборудование диапазона 60 ГГц возможно использовать только на относительно небольших расстояниях (не более 1–1.5 км). Высокое кислородное поглощение на этих частотах с одной стороны является недостатком, значительно ограничивающим дальность связи. С другой стороны данный эффект обеспечивает высокую электромагнитную совместимость и возможность использования на одной территории большого количества РЭС с повторным использованием частот.

Частоты диапазонов Q-Band и E-Band значительно более пригодны для организации радиотрасс большей дальности (до 10–15 км), так как атмосферное затухание в них сравнимо с традиционными СВЧ диапазонами.

Использование оборудования миллиметрового диапазона возможно только на трассах с прямой оптической видимостью. При зондировании местности необходимо учитывать все возможные препятствия, а так же одной из основных проблем при зондировании местности является интенсивные атмосферные осадки размеры которых сравнимы с длиной волны (единицы миллиметров) что характерно для сильных ливней и снегопадов.

Таким образом применение радиолокационной установки работающей в миллиметровом диапазоне волн негативно сказывается на обнаружении нарушителя в лесистой местности, а так же при неблагоприятных погодных условиях (дождь, снег). В этих условиях устройство имеет возможность обнаруживать нарушителя в непосредственной близости (не более 100 м в лесистой местности) что не позволяет обеспечить резерв времени для подразделений охраны для точной координации сил и средств. Применение на данном агрегате радиолокационной установки метрового или дециметрового диапазонов значительно повысит проникающую способность сигнала, что позволит качественно изменить показатель обнаружения нарушителя в лесистой местности.

В Российской Федерации в последние годы активно ведется разработка в области радиолокационных систем. ОАО НИИ «Стрела» был создан опытный образец импульсной радиолокационной системы обнаружения «Фара ПВ» применяемая для охраны объектов в лесистой местности. Данная радиолокационная система имеет четыре различных несущих частоты ( $f$ ), литеры которых представлены ниже:

- ◆ 402,725 МГц;
- ◆ 411,775 МГц;
- ◆ 420,825 МГц;
- ◆ 429,875 МГц;

Длительность импульса составляет 0,193 мкс. Данная РЛС основана на эффекте Доплера и обнаруживает нарушителя со скоростью движения 0,2 км/ч (0.5 м/с) с веро-

Таблица 1.  
Поддиапазоны миллиметрового диапазона

Q-band	40.5–43.5 ГГц
V-band	57–66 ГГц
E-band	71–76 ГГц, 81–86 ГГц, 92–95 ГГц

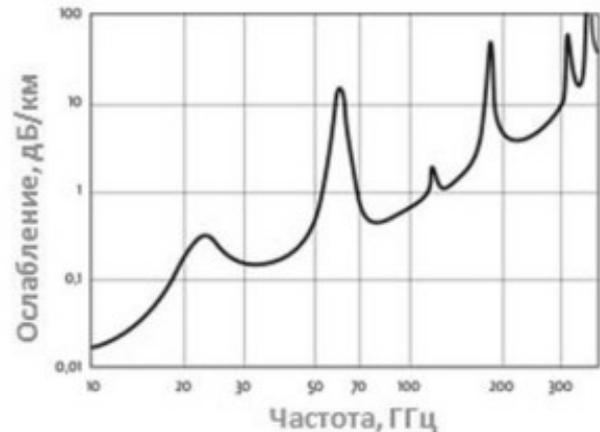


Рис. 2. Атмосферное затухание в миллиметровом диапазоне.

ятностью 0.8 на расстоянии 300 м. Диаграмма направленности в горизонтальной плоскости составляет 30°.

Примем ограничение: объект вторжения при совершении диверсий будет двигаться со скоростью  $>0.5$  м/с. При этом расстояние  $R$  и фаза  $\varphi$  непрерывно меняются. Изменение фазы во времени эквивалентно возникновению колебаний с частотой, которая представляет собой доплеровскую угловую частоту  $\omega d$ , определяемую выражением:

$$\omega d = \frac{4\pi v_r}{\lambda} \quad (1)$$

где  $v_r$  — радиальная скорость цели относительно радиолокатора;

$\lambda$  — длина волны зондирующего сигнала.

Доплеровский сдвиг частоты определяется выражением

$$f_d = \frac{2v_r f_0}{c} \quad (2)$$

где  $f_0$  — частота передатчика приемо-передающей системы;

$c$  — скорость распространения электромагнитной энергии, равная  $3 \cdot 10^8$  м/с.

Таким образом, основным параметром обнаружения нарушителей на фоне пассивных помех от растительных образований является скорость движения объекта вторжения. Анализ принципов действий радиолокационных

станций показывает, что одним из путей повышения вероятности обнаружения нарушителя является изменение частоты зондирования окружающего пространства, достигая при этом требуемого значения по количеству импульсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленецкий В. В. Принципы построения робастных систем передачи информации. МО РФ, 2001—375 с
2. Мельников А. В. Модели оценки надежности системы охраны объектов в условиях целенаправленного противодействия охранним функциям. Диссертация на соискание уч. степени КТН. Воронеж:2003—156с.
3. Голев В. К. Расчет дальности действия радиолокационных станций. — М.: Советское радио, 1962—204с.
4. Гладченко В. В., и др. Эксплуатация радиотехнических систем. МО СССР, 1990.-485с.

© Бочаров Антон Игоревич ( fbi@hotmail.ru ), Меша Константин Иванович.  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

