



УДК 623.77:623.618  
ГРНТИ 78.25.35.29.29

## **МЕТОДИКА ОЦЕНКИ БОЕВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИЛ И СРЕДСТВ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ВОЙСК ПРИ РЕШЕНИИ ТАКТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ МАСКИРОВКИ И ПРИКРЫТИЯ ПУНКТА НАВЕДЕНИЯ ИСТРЕБИТЕЛЬНОГО АВИАЦИОННОГО ПОЛКА**

*А.И. РЫШМАНОВ*

*ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)*

*Р.Р. ШАТОВКИН, доктор технических наук*

*ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)*

Разработана методика оценки боевых возможностей сил и средств радиотехнических войск в составе одной радиолокационной роты при решении тактической задачи маскировки и прикрытия пункта наведения истребительного авиационного полка. В рамках предлагаемой методики по пространственным, информационным и точностным показателям оцениваются боевые возможности как отдельных радиолокационных станций в составе радиолокационной роты, так и боевые возможности роты, в целом. Это позволяет всесторонне и обоснованно сформировать заключение о реальных возможностях используемых сил и средств радиотехнических войск по ведению радиолокационной разведки и выдаче боевой и разведывательной информации частям и подразделениям зенитных ракетных войск, истребительной авиации, радиоэлектронной борьбы при решении обозначенной тактической задачи в конкретных условиях боевой обстановки – нанесении ракетно-авиационного удара определенным составом средств воздушного нападения противника с учетом направления удара, а также выдать практические рекомендации по наиболее предпочтительному составу радиолокационной роты.

*Ключевые слова:* боевые возможности, радиолокационная рота, тактическая задача маскировки и прикрытия, пункт наведения, истребительный авиационный полк.

## **FORCES AND MEANS RADIO-TECHNICAL TROOPS COMBAT CAPABILITIES ASSESSMENT METHOD IN THE SOLUTION OF TACTICAL PROBLEMS MASKING AND COVERING GUIDANCE POINT FIGHTER AIR REGIMENT**

*A.I. RYSHMANOV*

*MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

*R.R. SHATOVKIN, Doctor of Technical Sciences*

*MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

The forces and means radio-technical troops combat capabilities assessment method as a part of one radar company in the solution of tactical problem masking and covering guidance point fighter air regiment. Within the framework of the proposed method, the combat capabilities of both individual radar stations as part of the radar company and the combat capabilities of the company as a whole are evaluated by spatial, information and accuracy indicators. this allows to comprehensively and reasonably form a conclusion about the forces and means of radio-technical troops real capabilities to conduct radar reconnaissance and the results of combat and intelligence units and units of antiaircraft missile troops, fighter aircraft, electronic warfare in solving tactical tasks in the specific conditions of the combat situation – application of missile and air strike by a certain composition of the enemy air



attack, taking into account the direction of impact, as well as to issue practical recommendations on the most preferred composition of the radar company.

*Keywords:* combat capabilities, radar company, tactical task of camouflage and cover, guidance point, fighter aviation regiment.

**Введение.** При нанесении ракетно-авиационного удара (РАУ) противник стремится в первую очередь уничтожить важнейшие объекты государственного и военного управления. К таким объектам относятся и элементы системы боевого управления истребительного авиационного полка (ИАП). Большая часть элементов данной системы расположена в местах базирования ИАП – в районе аэродромов. В этом случае защита пунктов управления ИАП осуществляется централизованно, совместно с защитой других объектов аэродрома. В работах [1–4] решение подобной задачи освещено достаточно подробно.

Вместе с тем, в состав системы управления ИАП входят пункты наведения (ПН), расположенные на значительном удалении (100–150 км) от аэродрома, как правило, в направлении ожидаемого РАУ. Вполне естественно, что защита данных объектов осуществляется с использованием значительно меньших ресурсов, чем аэродрома базирования ИАП. В то же время, каждый ПН ИАП играет существенную роль в управлении истребительной авиацией (ИА) при отражении РАУ. Поэтому задача маскировки и прикрытия данного элемента системы управления ИАП от средств воздушного нападения (СВН) противника является актуальной и практически важной.

Существенную роль при организации маскировки и прикрытия ПН ИАП в комплексной системе защиты объектов и противодействия СВН противника играют силы и средства радиотехнических войск (РТВ), обеспечивающие боевой и разведывательной информацией части и подразделения зенитных ракетных войск (ЗРВ), ИА, радиоэлектронной борьбы (РЭБ). При этом, для решения задачи прикрытия ПН ИАП, как правило, выделяется одна радиолокационная рота (рлр) [5]. В этом случае необходимо оценить боевые возможности выделенных сил и средств РТВ в составе рлр при решении тактической задачи маскировки и прикрытия ПН иап в условиях нанесения противником РАУ.

**Цель работы** – разработать методику оценки боевых возможностей сил и средств РТВ при решении тактической задачи маскировки и прикрытия ПН иап одной рлр в ходе нанесения противником РАУ.

**Теоретическая значимость.** Для оценки боевых возможностей сил и средств РТВ при решении тактической задачи маскировки и прикрытия ПН иап введем ограничение – радиолокационная разведка (РЛР) и радиолокационное обеспечение (РЛО) частей и подразделений ЗРВ, ИА, РЭБ осуществляется радиолокационными станциями (РЛС) в составе одной рлр, находящейся в высшей степени боевой готовности и не осуществляющей маневра в ходе РАУ.

Под боевыми возможностями сил и средств РТВ понимается способность подразделений и частей РТВ выполнять боевые задачи в конкретных условиях обстановки за установленное время [5].

Применительно к решению тактической задачи маскировки и прикрытия ПН ИАП силами и средствами комплексной системы защиты объектов и противодействия СВН боевые возможности сил и средств РТВ можно описать множеством:

$$B^{РТВ} = \{ \Delta^{РТВ}, I^{РТВ}, P^{РТВ} \}, \quad (1)$$

где  $\Delta^{РТВ}$  – пространственные показатели;  $I^{РТВ}$  – информационные показатели;  $P^{РТВ}$  – точностные показатели.

Пространственные показатели характеризуют размеры области воздушного пространства, в котором обеспечивается обнаружение воздушных целей (ВЦ) с вероятностью не менее заданной и выдача о них разведывательной и боевой информации.



Пространственные показатели боевых возможностей сил и средств РТВ можно описать как:

$$\Delta^{РТВ} = \{\Delta^{РЛС}, T^{РЛС}, \delta^{РЛС}, \sigma^{РЛС}, X^{\Delta h}\}, \quad (2)$$

где  $\Delta^{РЛС}$  – зона обзора РЛС;  $T^{РЛС}$  – период обзора РЛС;  $\delta^{РЛС}$  – разрешающие способности РЛС;  $\sigma^{РЛС}$  – точности определения РЛС координат ВЦ;  $X^{\Delta h}$  – параметры, характеризующие влияние рельефа местности на работу РЛС.

Зона обзора РЛС описывается параметрами:

$$\Delta^{РЛС} = \{\Delta D^{РЛС}, \Delta \varphi^{РЛС}\}, \quad (3)$$

где  $\Delta D^{РЛС}$  – пределы работы РЛС по дальности;  $\varphi \Delta^{РЛС}$  – пределы работы РЛС по угловым координатам.

Пределы работы РЛС по дальности можно описать как:

$$\Delta D^{РЛС} = \{D_{\max}, D_{\min}\}, \quad (4)$$

где  $D_{\max}$ ,  $D_{\min}$  – максимальная и минимальная дальности действия РЛС, соответственно.

Максимальная дальность действия РЛС по обнаружению ВЦ определяется при помощи основного уравнения радиолокации [6]:

$$D_{\max} = \sqrt[4]{\frac{P_{и \max} G_0^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 P_{пр \min} qk}}, \quad (5)$$

где  $P_{и \max}$  – максимальная импульсная мощность передатчика;  $G_0$  – коэффициент усиления антенны;  $\lambda$  – длина волны;  $\sigma$  – эффективная отражающая поверхность ВЦ;  $P_{пр \min}$  – чувствительность приемника;  $q$  – параметр обнаружения;  $k$  – результирующий коэффициент потерь (учитывает различного рода потери в передающем и приемном трактах).

Минимальная дальность действия РЛС определяется как:

$$D_{\min} = \frac{c(\tau_{и} + t_{ак})}{2}, \quad (6)$$

где  $c$  – скорость распространения электромагнитной волны;  $t_{ак}$  – время переключения (инерционность) антенных коммутаторов;  $\tau_{и}$  – длительность импульса передатчика.

Пределы работы РЛС по угловым координатам описываются множеством:

$$\Delta \varphi^{РЛС} = \{\Delta \beta, \Delta \epsilon\}, \quad (7)$$

где  $\Delta \beta$  – пределы работы РЛС по азимуту;  $\Delta \epsilon$  – пределы работы РЛС по углу места.

В свою очередь:

$$\Delta \beta = \{\beta_{\max}, \beta_{\min}\}; \quad (8)$$



$$\Delta\varepsilon = \{\varepsilon_{\max}, \varepsilon_{\min}\}, \quad (9)$$

где  $\beta_{\max}$ ,  $\beta_{\min}$  – максимальное и минимальное значения азимута, соответственно;  $\varepsilon_{\max}$ ,  $\varepsilon_{\min}$  – максимальное и минимальное значения угла места, соответственно.

Большинство существующих РЛС работают в режиме кругового обзора, то есть азимут ВЦ определяют от  $\beta_{\min} = 0^\circ$  до  $\beta_{\max} = 360^\circ$  [7]. Однако, имеется возможность работать в режиме секторного обзора, который задается, исходя из тактических соображений.

Пределы работы РЛС в вертикальной плоскости определяются сектором обзора по углу места  $\Delta\varepsilon$ . Обычно задается минимальный угол места  $\varepsilon_{\min}$  и максимальный угол места  $\varepsilon_{\max}$  ( $\Delta\varepsilon = \varepsilon_{\max} - \varepsilon_{\min}$ ).

Минимальный угол места ограничивается условиями формирования диаграммы направленности с учетом влияния земли и соображениями конструктивного и эксплуатационного характера. Обычно  $\varepsilon_{\min}$  составляет  $0,3^\circ - 0,5^\circ$  – для РЛС сантиметрового диапазона и  $1^\circ - 3^\circ$  – для РЛС дециметрового и метрового диапазонов длин волн. Максимальный угол места  $\varepsilon_{\max}$  в современных РЛС составляет  $30^\circ - 45^\circ$  [7].

Зона информации рлр  $\Delta^{\text{рлр}}$  определяется зонами обзора  $M$  РЛС  $\Delta_m^{\text{рлс}}$  в ее составе:

$$\Delta^{\text{рлр}} = \{\Delta_1^{\text{рлс}}, \dots, \Delta_m^{\text{рлс}}, \dots, \Delta_m^{\text{рлс}}\}, \quad (10)$$

где  $\Delta_m^{\text{рлс}}$  – зона обзора  $m$ -й РЛС.

Периодом обзора РЛС  $T^{\text{рлс}}$  называется интервал времени, необходимый для обнаружения всех точек пространства зоны обзора. Он определяет интервал между двумя последовательными измерениями координат ВЦ.

В режиме кругового обзора пространства период обзора [6]:

$$T^{\text{рлс}} = \frac{60}{n_a}, \quad (11)$$

где  $n_a$  – число оборотов антенны РЛС в минуту.

В режиме секторного обзора:

$$T^{\text{рлс}} = \frac{\Delta\beta}{6n_a}. \quad (12)$$

Разрешающие способности РЛС описываются множеством:

$$\delta^{\text{рлс}} = \{\delta D, \delta\beta, \delta\varepsilon, \delta V\}, \quad (13)$$

где  $\delta D$  – разрешающая способность РЛС по дальности;  $\delta\beta$  – разрешающая способность РЛС по азимуту;  $\delta\varepsilon$  – разрешающая способность РЛС по углу места  $\delta\varepsilon$ ;  $\delta V$  – разрешающий объем РЛС.

Разрешающие способности РЛС характеризуют возможности отдельного наблюдения и измерения координат, близко расположенных друг к другу ВЦ и оцениваются в отдельности по каждой координате.



Разрешающей способностью РЛС по дальности  $\delta D$  называется минимальное расстояние между двумя ВЦ с одинаковыми угловыми координатами, при котором еще обеспечивается раздельное измерение дальности до каждой ВЦ [6]:

$$\delta D = \frac{c\tau_n}{2} + \delta D_{\text{ин}}, \quad (14)$$

$\delta D_{\text{ин}}$  – разрешающая способность индикаторного устройства РЛС.

Разрешающей способностью РЛС по азимуту  $\delta\beta$  называется минимальная разность азимутов двух ВЦ, находящихся на одинаковой дальности и под одинаковыми углами места, при которой еще возможно раздельное измерение азимута каждой ВЦ:

$$\delta\beta = \varphi_{0,5} + \delta\beta_{\text{ин}}, \quad (15)$$

а для индикатора кругового обзора:

$$\delta\beta = \varphi_{0,5} + \frac{57,3d_n}{r_d}, \quad (16)$$

где  $\varphi_{0,5}$  – ширина диаграммы направленности по половинной мощности в горизонтальной плоскости;  $\delta\beta_{\text{ин}}$  – разрешающая способность индикаторов по азимуту;  $d_n$  – диаметр светового пятна на экране индикатора;  $r_d$  – удаление отметки от центра экрана индикатора.

Разрешающей способностью РЛС по углу места  $\delta\varepsilon$  называется минимальная разность углов места двух ВЦ, находящихся на одинаковой дальности под одинаковыми азимутами, при которой еще возможно раздельное измерение угла места каждой ВЦ. Разрешающая способность  $\delta\varepsilon$  станции с качанием луча в вертикальной плоскости равна:

$$\delta\varepsilon = \theta_{0,5} + \delta\varepsilon_{\text{ин}}, \quad (17)$$

где  $\theta_{0,5}$  – ширина диаграммы направленности антенны в вертикальной плоскости;  $\delta\varepsilon_{\text{ин}}$  – разрешающая способность по углу места индикаторной аппаратуры.

Обобщенным показателем разрешающей способности РЛС является ее разрешающий объем.

Разрешающий объем РЛС  $\delta V$  – часть пространства в зоне обзора РЛС, ограниченная значениями, равными разрешающим способностям по дальности, азимуту и углу места.

Если две ВЦ находятся в пределах разрешающего объема, то раздельное наблюдение за ними становится невозможным и они обнаруживаются как одна ВЦ:

$$\delta V = D^2 \delta D \delta\beta \delta\varepsilon, \quad (18)$$

где  $D$  – дальность до ВЦ.

Точности определения РЛС координат ВЦ описываются множеством:

$$\sigma^{\text{РЛС}} = \{\sigma_D, \sigma_\beta, \sigma_\varepsilon\}, \quad (19)$$

где  $\sigma_D$ ,  $\sigma_\beta$ ,  $\sigma_\varepsilon$  – среднеквадратические ошибки (СКО) определения дальности, азимута и угла места ВЦ, соответственно.



Значения точностей определения дальности, азимута и угла места для конкретного типа РЛС приводятся, как правило, в ее технической документации.

Параметры, характеризующие рельеф местности:

$$X^{\Delta h} = \{\Psi^{\Delta h}, \Theta^{\Delta h}\}, \quad (20)$$

где  $\Psi^{\Delta h}$  – сектора закрытия;  $\Theta^{\Delta h}$  – углы закрытия.

Каждому сектору закрытия  $\Psi_z^{\Delta h}$  соответствует конкретный угол закрытия  $\Theta_z^{\Delta h}$ .

Информационные показатели характеризуют возможности подразделений и частей РТВ одновременно сопровождать определенное количество воздушных целей и выдавать о них информацию на вышестоящие пункты управления (ПУ), обеспечиваемые ПУ ЗРВ и ПУ ИА, в части и подразделения РЭБ с заданной дискретностью, достоверностью, точностью, полнотой и временем прохождения.

Информационные показатели боевых возможностей РТВ можно описать как:

$$I^{\text{РТВ}} = \{N_{\text{ПУ}}^{\text{ц}}, N_{\text{ЗРВ}}^{\text{ц}}, N_{\text{РЭБ}}^{\text{ц}}, N_{\text{ИА}}^{\text{ц}}, N^{\text{ПАП}}\}, \quad (21)$$

где  $N_{\text{ПУ}}^{\text{ц}}$  – количество одновременно выдаваемых целей на вышестоящий ПУ;  $N_{\text{ЗРВ}}^{\text{ц}}$  – количество одновременно выдаваемых целей для целеуказания ЗРВ;  $N_{\text{РЭБ}}^{\text{ц}}$  – количество одновременно выдаваемых целей частям и подразделениям РЭБ;  $N_{\text{ИА}}^{\text{ц}}$  – количество одновременно выдаваемых целей для наведения ИА;  $N^{\text{ПАП}}$  – количество выдаваемых постановщиков активных помех (ПАП).

Информационные показатели зависят от заданной дискретности обновления информации, количества информационных каналов, производительности звеньев сбора, обработки, анализа и выдачи информации.

Последовательность расчета информационных показателей включает следующие операции [5]:

- составление схемы прохождения информации от первоисточника (РЛС) до потребителя этой информации (ПУ ЗРВ и ПУ ИА, частей и подразделений РЭБ) и определение количества звеньев, принимающих участие в обработке и выдаче информации;
- расчет пропускной способности каждого звена по съему, обработке информации по  $j$ -й координате;
- определение участков канала с последовательными и параллельными звеньями прохождения информации от источника до потребителя и их пропускной способности;
- расчет пропускной способности информационного канала в целом;
- непосредственно расчет информационных показателей рлр.

Под информационным каналом понимается совокупность функционально связанных звеньев, участвующих в добывании, сборе, обработке, формировании и выдаче информации на соответствующие ПУ.

Пропускная способность  $i$ -го звена по съему (обработке) информации о  $j$ -й координате  $N_{ij}^{\text{ц}}$  определяется как:

$$N_{ij}^{\text{ц}} = K_j \frac{t_{\Delta ij}}{t_{\text{onij}}} \quad (22)$$

или



$$N_{ij}^u = K_j \frac{n_{ij} t_{\Delta ij}}{60}, \quad (23)$$

где  $K_j$  – количество рабочих мест по съему  $j$ -й координаты;  $t_{\Delta ij}$  – установленная дискретность съема  $j$ -й координаты;  $t_{onij}$  – время, затрачиваемое на съем оператором  $j$ -й координаты;  $n_{ij}$  – производительность оператора  $i$ -го рабочего места по съему  $j$ -й координаты.

Пропускная способность последовательного участка канала  $N_j^{u\text{noc}}$  определяется звеном, имеющим наименьшую пропускную способность по  $j$ -й координате, для которой установлена минимальная дискретность:

$$N_j^{u\text{noc}} = \min_j(N_{ij}^u, N^{KCA}), \quad (24)$$

где  $N^{KCA}$  – максимальная пропускная способность комплекса средств автоматизации (КСА) ПУ.

Пропускная способность параллельного участка канала по  $j$ -й координате  $N_j^{u\text{пар}}$  определяется суммарной пропускной способностью  $I$  звеньев, участвующих в обработке и выдаче информации по этой координате:

$$N_j^{u\text{пар}} = \sum_{i=1}^I N_{ij}^u. \quad (25)$$

Информационные возможности канала определяются как:

$$N_j^u = \min_j(N_j^{u\text{noc}}, N_j^{u\text{пар}}). \quad (26)$$

Информационные возможности рлр определяются из выражения:

$$N^{u\text{рлр}} = \min_m \left( \sum_{m=1}^m N_m^u, N^{KCA} \right), \quad (27)$$

где  $m$  – количество имеющихся каналов (РЛС) выдачи информации.

Точностные показатели боевых возможностей РТВ можно описать как:

$$P^{РТВ} = \left\{ \sigma_{\Sigma D}, \sigma_{\Sigma \beta}, \sigma_{\Sigma \varepsilon}, P_{ИА}, P_{ЗРВ}, P_{РЭБ} \right\}, \quad (28)$$

где  $\sigma_{\Sigma D}$ ,  $\sigma_{\Sigma \beta}$ ,  $\sigma_{\Sigma \varepsilon}$  – суммарные значения СКО на выходе канала информации по каждой из определяемых координат ВЦ;  $P_{ИА}$  – вероятность выдачи боевой информации заданной точности для наведения ИА;  $P_{ЗРВ}$  – вероятность выдачи боевой информации заданной точности для целеуказания ЗРВ;  $P_{РЭБ}$  – вероятность выдачи боевой информации заданной точности частям и подразделениям РЭБ.

Точностные показатели зависят от значений СКО измерения координат РЛС  $\sigma_D$ ,  $\sigma_\beta$ ,  $\sigma_\varepsilon$ ; режимов съема координат РЛС и их обработки в последующих звеньях; количества звеньев,



принимающих участие в добытии, обработке и выдаче боевой информации ЗРВ, ИА, частям и подразделениям РЭБ.

Суммарные значения СКО на выходе информационного канала по каждой из координат  $\sigma_{\Sigma D}$ ,  $\sigma_{\Sigma \beta}$ ,  $\sigma_{\Sigma \varepsilon}$  определяются ошибками измерения этих координат РЛС и ошибками всех звеньев, участвующих в ее обработке, выдаче потребителю [5]:

$$\sigma_{\Sigma D, \beta, \varepsilon} = \sqrt{\sigma_{D, \beta, \varepsilon}^2 + \sum_{i=1}^I \sigma_{D, \beta, \varepsilon \text{ зви}}^2} \quad (29)$$

Вероятность выдачи боевой информации заданной точности для наведения ИА  $P_{\text{ИА}}$  определим применительно к дальнему этапу наведения.

При условии нормального закона распределения ошибок, вероятность выдачи боевой информации заданной точности для наведения ИА  $P_{\text{ИА}}$  рассчитывается в соответствии с выражением:

$$P_{\text{ИА}} = \left[ \Phi \left( \frac{0,5R_D - m_D}{\sigma_{\Sigma D}} \right) - \Phi \left( \frac{-0,5R_D - m_D}{\sigma_{\Sigma D}} \right) \right] \times \\ \times \left[ \Phi \left( \frac{0,5R_\beta - m_\beta}{\sigma_{\Sigma \beta}} \right) - \Phi \left( \frac{-0,5R_\beta - m_\beta}{\sigma_{\Sigma \beta}} \right) \right] \times \\ \times \left[ \Phi \left( \frac{0,5R_\varepsilon - m_\varepsilon}{\sigma_{\Sigma \varepsilon}} \right) - \Phi \left( \frac{-0,5R_\varepsilon - m_\varepsilon}{\sigma_{\Sigma \varepsilon}} \right) \right], \quad (30)$$

где  $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$  – интеграл вероятности;  $R_D$ ,  $R_\beta$ ,  $R_\varepsilon$  – размеры пространства, просматриваемого на экранах индикаторов РЛС, по дальности, азимуту и углу места, соответственно;  $m_D$ ,  $m_\beta$ ,  $m_\varepsilon$  – систематические ошибки определения дальности, азимута и угла места ВЦ, соответственно.

На практике ошибки боевой информации для наведения ИА, как правило, определяются по плоскостным координатам (x,y). В этом случае СКО определения плоскостных координат:

$$\sigma_{x,y} = \sqrt{\sigma_{\Sigma D}^2 + \left( D \frac{\sigma_{\Sigma \beta}}{57,3} \right)^2} \quad (31)$$

В предположении нормального закона распределения ошибок выдачи боевой информации, расчет вероятности выдачи боевой информации заданной точности для целеуказания ЗРВ  $P_{\text{ЗРВ}}$  и вероятности выдачи боевой информации заданной точности подразделениям РЭБ  $P_{\text{РЭБ}}$  производится аналогично на основе выражения (30).

Систематические ошибки радиолокационной информации определяются статическими ошибками, обусловленными точностью ориентирования РЛС и юстировкой КСА, и динамическими ошибками, обусловленными движением ВЦ в течение времени прохождения информации.





Учитывая высокие требования к ориентированию и юстировке станций и КСА, и полагая, что статические ошибки скомпенсированы, систематические ошибки информации по каждой из координат определяются только динамическими ошибками [5]:

$$m_D = V_D^u t_{\text{зап}}; \quad (32)$$

$$m_\beta = \omega_\beta^u t_{\text{зап}}; \quad (33)$$

$$m_\varepsilon = \frac{57,3 V_h^u t_{\text{зап}}}{D_{\text{БИ}}^{\text{ТР}}}, \quad (34)$$

где  $V_D^u$ ,  $V_h^u$  – скорости изменения дальности и высоты, соответственно;  $\omega_\beta^u$  – угловая скорость изменения азимута;  $t_{\text{зап}}$  – время запаздывания информации;  $D_{\text{БИ}}^{\text{ТР}}$  – требуемый рубеж выдачи боевой информации.

Оценка боевых возможностей сил и средств РТВ в соответствии с предлагаемой методикой проводится применительно к решению задач военного времени – в период нанесения противником РАУ, когда в полном объеме и в различных, как правило, наиболее сложных условиях обстановки оцениваются возможности всех выделенных сил и средств РТВ при решении тактической задачи маскировки и прикрытия ПН ИАП в рамках комплексной защиты объектов и противодействия СВН противника.

Предлагаемую методику оценки боевых возможностей сил и средств РТВ при решении тактической задачи маскировки и прикрытия ПН ИАП можно проиллюстрировать рисунком 1.

Особого внимания заслуживает оценка возможностей при работе по маловысотным и малоразмерным ВЦ, а также ВЦ, действующим под прикрытием помех, и в условиях огневого воздействия противника [5].

При расчете показателей боевых возможностей в случае работы по маловысотным ВЦ детально просчитываются пространственные показатели для предельно малых и малых высот с учетом влияния рельефа местности и эффективности аппаратуры защиты РЛС.

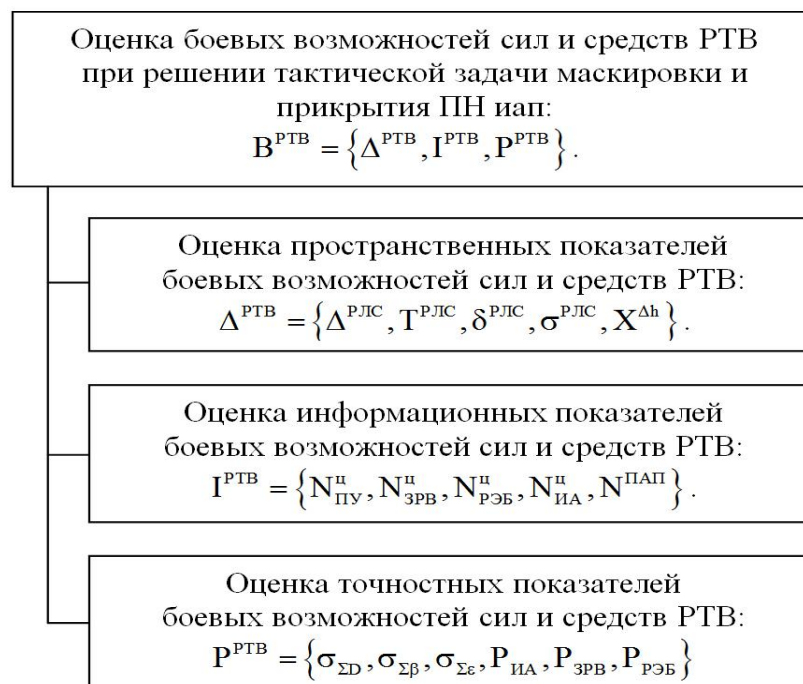


Рисунок 1 – Порядок оценки боевых возможностей сил и средств РТВ при решении тактической задачи маскировки и прикрытия ПН ИАП



При расчете пространственных показателей в случае работы по малоразмерным ВЦ в качестве исходных берут значения эффективной отражающей поверхности, соответствующие одной или нескольким наиболее массовым в данном ударе малоразмерным целям.

Расчет показателей боевых возможностей в условиях ожидаемого (фактического) радиопротиводействия противника проводится с учетом эффекта воздействия помех на все радиоэлектронные средства РТВ, подвергающиеся воздействию помех в данной помеховой обстановке. Снизившиеся параметры РЛС берутся в качестве исходных данных для расчета возможностей сил и средств РТВ в конкретной помеховой обстановке.

Расчет показателей боевых возможностей с учетом огневого воздействия противника начинается с расчета ожидаемых (фактических) и невосполнимых в ходе данного удара потерь. Затем рассчитываются боевые возможности ослабленных за счет этих потерь подразделений и частей РТВ.

При оценке степени соответствия возможностей конкретных подразделений и частей РТВ стоящим перед ними боевым задачам и условиям их выполнения необходимо полученные значения показателей боевых возможностей (применительно к данным условиям боевой обстановки) сравнить с требуемыми значениями тех же показателей и для тех же условий обстановки.

Следует отметить, что в случае воздействия противника по всем элементам системы противовоздушной обороны (ПВО), а не только по РТВ, боевые возможности ЗРВ, ИА, частей и подразделений РЭБ также снизятся, что неизбежно приведет и к снижению предъявляемых ими требований к РТВ, то есть требуемые значения показателей боевых возможностей с учетом воздействия противника будут несколько меньше требуемых значений тех же показателей, рассчитанных без учета этого воздействия.

**Выводы.** Разработанная методика оценки боевых возможностей сил и средств РТВ в составе одной рлр при решении тактической задачи маскировки и прикрытия ПН ИАП позволяет по пространственным, информационным и точностным показателям оценить боевые возможности как отдельных РЛС в составе рлр, так и боевые возможности роты, в целом и на основе данной оценки всесторонне и обоснованно сформировать заключение о реальных возможностях используемых сил и средств РТВ по ведению РЛР и выдаче боевой и разведывательной информации частям и подразделениям ЗРВ, ИА, РЭБ при решении обозначенной тактической задачи в конкретных условиях боевой обстановки – нанесении РАУ определенным составом СВН противника с учетом направления удара, а также выдать практические рекомендации по наиболее предпочтительному составу рлр.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зибров Г.В., Бородин А.А., Букша С.Н. Оперативно-тактические требования к обеспечению живучести базирования авиации в операциях начального периода войны // Вестник ВАИУ № 2 (13). Воронеж: ВАИУ, 2011. С. 11–15.
2. Бородин А.А., Лазукин В.В. Совершенствование инженерных мероприятий по маскировке базирования авиации в условиях применения противником высокоточного оружия // Сборник научно-методических материалов Всероссийской НПК № 33. Ч. 3. Воронеж: ВАИУ, 2009. С. 48–52.
3. Бородин А.А., Букша С.Н., Шварев В.С. Современные способы и средства маскировки аэродромов // Сборник статей по материалам докладов XXI межвузовской НПК «Перспектива-2011»: Инженерно-аэродромное обеспечение. № 2 Ч. 3. Воронеж: ВАИУ, 2011. С. 30–34.
4. Бородин А.А., Лазукин В.Ф., Букша С.Н. Проблемы обеспечения живучести базирования авиации в операциях начального периода войны // Вестник ВАИУ № 5 (12). Воронеж: ВАИУ, 2012. С. 7–13.
5. Ермак С.Н. Тактика радиотехнических войск: конспект лекций. Минск: Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2010. 281 с.



6. Финкельштейн М.И. Основы радиолокации: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1983. 536 с.
7. Оружие России / под ред. И. Клебанова. М.: ООО «Военный парад», 2001. 744 с.

#### REFERENCES

1. Zibrov G.V., Borodin A.A., Buksha S.N. Operativno-takticheskie trebovaniya k obespecheniyu zhivuchesti bazirovaniya aviacii v operatsiyah nachal'nogo perioda vojny // Vestnik VAIU № 2 (13). Voronezh: VAIU, 2011. pp. 11–15.
2. Borodin A.A., Lazukin V.V. Sovershenstvovanie inzhenernyh meropriyatij po maskirovke bazirovaniya aviacii v usloviyah primeneniya protivnikom vysokotochnogo oruzhiya // Sbornik nauchno-metodicheskikh materialov Vserossijskoj NPK № 33. Ch. 3. Voronezh: VAIU, 2009. pp. 48–52.
3. Borodin A.A., Buksha S.N., Shvarev V.S. Sovremennye sposoby i sredstva maskirovki a`erodromov // Sbornik statej po materialam dokladov XXI mezhvuzovskoj NPK «Perspektiva-2011»: Inzhenerno-a`erodromnoe obespechenie. № 2 Ch. 3. Voronezh: VAIU, 2011. pp. 30–34.
4. Borodin A.A., Lazukin V.F., Buksha S.N. Problemy obespecheniya zhivuchesti bazirovaniya aviacii v operatsiyah nachal'nogo perioda vojny // Vestnik VAIU № 5 (12). Voronezh: VAIU, 2012. pp. 7–13.
5. Ermak S.N. Taktika radiotekhnicheskikh vojsk: konspekt lekcij. Minsk: Belorusskij gosudarstvennyj universitet informatiki i radio`elektroniki, 2010. 281 p.
6. Finkel'shtejn M.I. Osnovy radiolokacii: uchebnyk dlya vuzov. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Radio i svyaz', 1983. 536 p.
7. Oruzhie Rossii / pod red. I. Klebanova. M.: ООО «Voennyj parad», 2001. 744 p.

© Рышманов А.И., Шатовкин Р.Р., 2019

Рышманов Аскар Иркитаевич, адъюнкт 212 кафедры Сухопутных войск, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, д. 54А, askar.r.2018@bk.ru.

Шатовкин Роман Родионович, доктор технических наук, старший преподаватель 203 кафедры радиоэлектроники, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, д. 54А.