

## **О ВЫБОРЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ВАРИАНТА РАЗМЕЩЕНИЯ НА МЕСТНОСТИ ГРУППИРОВКИ ПВО СВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОЙ МОДЕЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОЙ КАРТЫ**

к.в.н. С.В. Ворошилов, к.в.н. А.В. Кулешов, к.т.н. Ю.П. Перекосов  
(представил д.т.н., проф. Г.В. Певцов)

*Рассматривается методический подход к выбору рационального варианта размещения на местности сил и средств противовоздушной обороны (ПВО) Сухопутных Войск (СВ) на основе оценки эффективности вариантов построения группировки ПВО в заданных условиях боевой обстановки на основе комплексной модели с использованием цифровой карты.*

**Постановка проблемы.** Результаты локальных войн и конфликтов последних лет убедительно свидетельствуют о том, что для достижения поставленных целей в войне ведущая роль отводится средствам воздушного нападения (СВН). Эффективность их боевого применения зависит главным образом от состояния противовоздушной обороны противоборствующих сторон, ее способности противостоять воздушным ударам противника. Поэтому при нанесении воздушных ударов по войскам и другим объектам страны нападающая сторона будет стремиться, прежде всего, подавить систему ПВО, создавая тем самым благоприятные условия для успешного нанесения воздушных ударов по объектам противоборствующей стороны. На начальном этапе войны нападающая сторона будет наносить, как правило, сосредоточенные удары стратегической и тактической авиацией по войскам и объектам тыла на главных направлениях, а в ходе войны, в зависимости от результатов ее начального этапа, будет наносить распределенные удары тактической и армейской авиацией по отдельным объектам и очагам сопротивления.

Структура воздушных ударов и способы боевого применения ударных групп определяется главным образом целями войны, задачами воздушной операции, районами базирования СВН, характером объектов нанесения воздушных ударов и возможностями обороняющейся стороны по отражению воздушных ударов.

В условиях применения противником высокоточного оружия и средств радиоэлектронного подавления системы ПВО эффективность

зенитного прикрытия войск и других объектов будет определяться не только составом группировки ПВО, боевыми возможностями ее сил и средств, но и реализацией этих возможностей в конкретных условиях боевой обстановки. При заданном составе группировки это достигается эффективным управлением силами и средствами ПВО и рациональным размещением их на местности с учетом ее защитных свойств и других характеристик. Поэтому задача выбора рационального варианта размещения сил и средств ПВО на местности на наш взгляд является актуальной, а ее решение позволит дать практические рекомендации для построения группировки ПВО заданного состава, способной решать задачи зенитного прикрытия с максимальной эффективностью.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Существующие методики построения группировок ПВО на местности сводятся, как правило, к определению параметров боевых порядков частей и подразделений ПВО в соответствии с требованиями, которые предъявляются к ним боевыми документами войск ПВО и не учитывают динамику противовоздушного боя. Расчет параметров для построения боевых порядков базируются на ручных способах с применением т.н. средств малой автоматизации (калькуляторов, расчетных программ ЭВМ и др.) и без учета динамики противовоздушного боя, когда условия боевой обстановки быстро меняются. В условиях скоротечного боя продолжительность ручной обработки вступает в противоречие с необходимостью быстро принимать обоснованное решение для выполнения маневра силами и средствами ПВО. При этом большая часть времени расходуется на подготовку исходных данных для выбора варианта построения боевых порядков частей и подразделений ПВО в сложившихся условиях обстановки.

**Формулирование целей статьи.** Цель данной статьи состоит в разработке методических рекомендаций и способов их реализации на современных ПЭВМ для автоматизированного решения задачи выбора рационального варианта размещения на местности сил и средств ПВО на основе комплексной модели боевых действий группировки ПВО с использованием цифровой карты. Программная реализация модели на ПЭВМ позволит решить эту задачу с небольшими временными затратами и дать количественную оценку эффективности группировки в выбранном варианте ее построения на местности.

**Изложение основного материала.** Решение задачи выбора связано с построением некоторого числа вариантов группировки ПВО и оценкой в каждом варианте ее эффективности. Оценка эффективности заключается в определении численных значений выбранных показателей, оценивании достигнутого уровня эффективности относительно требуемого

при заданных условиях и поиске на этой основе такого варианта группировки ПВО, при котором достигается требуемый уровень эффективности зенитного прикрытия войск и других объектов.

Оценивание достигнутого уровня эффективности осуществляется на основе критерия

$$\mathcal{E}_в = \max_k \{ \mathcal{E}_д \geq \mathcal{E}_тр \}$$

где  $\mathcal{E}_д$  – значение достигнутого уровня эффективности;  $\mathcal{E}_тр$  – значение требуемого уровня эффективности;  $k$  – номер оцениваемого варианта.

Повышение эффективности любой операции [2] всегда связано с определенными затратами материальных, временных и людских ресурсов. Поэтому поиск рационального варианта построения группировки ПВО необходимо осуществлять на основе выбранного критерия с учетом ограничений по ресурсам

$$R_k(C, T, L) \leq R_3(C, T, L),$$

где  $R_k(R_3)$  – затраченные (заданные) ресурсы;  $C, T, L$  – материальные, временные и людские ресурсы.

В ряде работ [3, 4, 6] показано, что при определении и выборе показателей эффективности группировки ПВО СВ необходимо учитывать не только число уничтоженных целей, но и число целей, которые не уничтожены, а в результате их обстрела вышли из зоны поражения (огня) не выполнив своей задачи. Такой подход наиболее полно соответствует целям ПВО – надежно защитить войска от ударов с воздуха. Поэтому эффективность группировки ПВО целесообразно оценивать на основе показателя

$$\mathcal{E}_{y_0} = \frac{N_{y_0}}{N},$$

где  $N_{y_0}$  – число успешно обстрелянных целей при отражении воздушных ударов;  $N$  – число целей, находящихся в зоне действия группировки ПВО.

Величина  $N_{y_0}$  определяется суммой

$$N_{y_0} = M_y + M_{нз},$$

где  $M_y$  – математическое ожидание числа уничтоженных целей;  $M_{нз}$  – математическое ожидание числа целей, которые, совершив маневр против огня, не выполнили свою задачу.

В работах [4, 5] показано, что математическое ожидание числа уничтоженных целей можно оценить соотношением

$$M_y = K_y K_{но} \sum_{s=1}^{K_s} M_{ys},$$

где  $K_y$  – коэффициент, определяющий эффективность управления огнем зенитных подразделений;  $K_{ио}$  – коэффициент, определяющий эффективность информационного обеспечения группировки ПВО;  $M_{ys}$  – математическое ожидание числа уничтоженных целей огневыми средствами S-го типа;  $K_s$  – число огневых средств S-го типа.

Величину  $M_{нз}$  можно представить соотношением вида

$$M_{нз} = \sum_{s=1}^{K_s} (N_{обсs} - M_{ys}) P_{вых.s},$$

где  $N_{обсs}$  – число стрельб, проведенных огневыми средствами S-го типа;  $P_{вых.s}$  – вероятность выхода цели из зоны поражения (огня) огневых средств S-го типа.

Как показано в [6], вероятность выхода целей из зоны поражения (огня) зависит от соотношения времени пребывания их в зоне и полетного времени ракет (снарядов) до точки встречи. В зависимости от типа ЗРК, скорости цели и допустимой величины перегрузки при маневре эта вероятность может принимать значения от 0,8 до 0,93. Указанным значениям вероятности можно поставить в соответствие вероятность того, что в результате обстрела цели не выполнят свою задачу.

При исследовании сложных систем различной природы широкое применение находят методы физического, математического и имитационного моделирования [3, 4]. Показано, что при оценке эффективности группировки ПВО наиболее простым и экономичным методом является метод комплексного моделирования, который позволяет объединить методы аналитической и экспериментальной оценки на основе комплексной модели, создаваемой на базе ПЭВМ.

Комплексная модель оценки эффективности группировки ПВО представляет собой комплекс программ, которые должны обеспечивать автоматизированную подготовку исходных данных для формирования комплексной модели, моделирование в заданном масштабе времени траекторий воздушных объектов (целей), определение координат и параметров движения целей с учетом характеристик выходной информации заданных источников РЛИ, решение задач управления огнем зенитных подразделений, моделирование состояний ЗРК в заданной последовательности при реализации целеуказания, отображение результатов моделирования на дисплее ПЭВМ и их статистическую обработку.

Представленная на рис.1 структурная схема отражает порядок решения задачи выбора рационального варианта размещения на местности

сил и средств ПВО СВ на основе комплексной модели оценки эффективности группировки ПВО с использованием цифровой карты местности.



Рис. 1. Структурная схема алгоритма выбора рационального варианта построения группировки ПВО

Цифровая карта местности представляет собой программный модуль, обеспечивающий отображение на дисплее ПЭВМ рельефа местности и местных предметов в заданном районе боевых действий группировки ПВО с учетом масштаба топографической карты, а также оперативный ввод данных о положении местных предметов на карте в заданной системе координат и других характеристик в файл исходных данных ПЭВМ.

При формировании комплексной модели на ПЭВМ создается база данных, которая содержит параметры траекторий СВН ударной группы, характеристики источников РЛИ и ЗРК, параметры цифровой карты местности, позволяющей создавать варианты построения группировки ПВО. На основе созданной базы данных осуществляется моделирование траекторий СВН, формирование трасс воздушных целей с учетом характеристик источников РЛИ, решение задач управления огнем подразделений ПВО и моделирование состояний огневых средств при реализации целеуказания. В ходе моделирования осуществляется накопление данных о результатах обстрела целей огневыми средствами, которые по завершении моделирования обрабатываются для получения численных значений выбранных показателей. На основе полученных значений показателя эффективности проводится оценка сходимости результатов и сравнительная оценка достигнутого уровня эффективности для рассматриваемых вариантов группировки ПВО. В зависимости от результатов оценки либо выбирается вариант построения группировки с максимальной эффективностью, либо осуществляется коррекция модели. Если не все варианты просмотрены, то готовятся данные для построения очередного варианта группировки ПВО из числа заданных.

Применение комплексной модели не ограничивается только решением рассмотренной задачи. В случае ее программной реализации на персональной ЭВМ она может быть использована для решения более сложных задач, связанных с определением состава сил и средств ПВО и размещением их на местности при создании группировок ПВО. Очевидно, что условием практического использования рассмотренного метода является программная реализация комплексной модели на выбранной ЭВМ, что потребует определенных материальных и временных затрат.

**Выводы.** 1. Предложенная методика позволяет из числа возможных вариантов размещения на местности сил и средств ПВО выбрать такой вариант построения группировки ПВО Сухопутных войск, при реализации которого достигается максимальная эффективность прикрытия войск и других объектов от ударов с воздуха.

2. Основным достоинством предложенного методического подхода является надежность получаемых оценок за счет сочетания методов ма-

тематического и имитационного моделирования, а также сокращение времени на подготовку исходных данных за счет использования цифровой карты местности.

3. Существенным ограничением практического использования предложенного метода решения задачи выбора является необходимость программной реализации комплексной модели, что потребует определенных затрат материальных и временных ресурсов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмин С.З. *Основы проектирования систем цифровой обработки радиолокационной информации*. – М.: Радио и связь, 1986. – 350 с.
2. Вентцель Е.С. *Исследование операций*. – М.: Сов. радио, 1972. – 552 с.
3. Деменко М.П., Кулешов О.В., Перекосов Ю.П. *Методичний підхід до оцінки стійкості управління підрозділами ППО СВ* // Зб. наук. праць. – Х.:ХВУ. – 2002. – Вип. 3 (41). – С. 14 – 16.
4. Кулешов А.В., Онищенко В.Н., Перекосов Ю.П., Евтушенко И.М. *Методика оценки эффективности системы ПВО оперативно - тактического уровня на основе комплексной модели реального времени* // Зб. наук. праць. – Х.:ХВУ. – 2001. – Вип. 4 (39). – С. 111 – 114.
5. *Энциклопедия кибернетики*. Т. 2. – Главная редакция УСЭ, 1974. – 620 с.
6. Ворошилов С.В., Онищенко В.Н., Острицкий А.О. *Особенности оценки эффективности системы ЗРАП войск в условиях противоракетного маневра воздушных целей* // Зб. наук. праць. – Х.:ХВУ. – 2001. – Вип. 8 (38). – С. 68 – 70.

Поступила 1.09.2004

**ВОРОШИЛОВ Сергей Викторович**, канд. воен. наук, доцент, нач. научно-исследовательского управления Объединенного научно-исследовательского института ВС. В 1995 году окончил Харьковский военный университет. Область научных интересов – боевое применение частей и подразделений войск ПВО Сухопутных войск.

**КУЛЕШОВ Александр Васильевич**, канд. воен. наук, доцент, нач. главного научно-исследовательского управления Объединенного научно-исследовательского института ВС. В 1987 году окончил Военную академию ПВО Сухопутных войск. Область научных интересов – тактика войск ПВО Сухопутных войск.

**ПЕРЕКОСОВ Юрий Павлович**, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник Объединенного научно-исследовательского института ВС. В 1963 году окончил Харьковскую артиллерийскую радиотехническую академию. Область научных интересов – обработка информации и управления в системах вооружения.

---