

УДК 623.618.51

А.Б. Скорик, М.А. Ермошин, К.В. Закутин, Д.В. Рамшов, К.К. Чередников

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

АНАЛИЗ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ ГРУППИРОВКИ ЗРВ

В статье проводится анализ особенностей применения аналитической методики расчета эффективности боевых действий группировки ЗРВ при ведении противовоздушного боя в современных условиях. На конкретном примере решения стандартной задачи по прогнозной оценке эффективности группировки ЗРВ демонстрируется недостаточность учета показателей удара воздушного противника, акцентируется внимание на имеющихся неоднозначностях расчета и толкования ряда показателей. Предложены изменения в методику, позволяющие конкретизировать смысл используемых коэффициентов. Обосновывается необходимость учета имеющихся ограничений системы зенитного ракетного огня при расчете граничных возможностей группировки ЗРВ.

Ключевые слова: эффективность, группировка ЗРВ, система зенитного ракетного огня, система зенитного ракетного прикрития, противовоздушный бой, тактика ЗРВ, математическое ожидание.

Введение

Постановка проблемы и анализ литературы.

Военные конфликты последних лет и опыт проведения антитеррористической операции показали, что авиация по-прежнему во многих случаях способна кардинальным образом влиять на ход и исход ведения боевых действий. Вместе с тем следует признать, что для многих отечественных специалистов стала неожиданной эффективность действий ПВО в АТО. Войсковая ПВО противника значительно ограничила возможности украинской авиации по нанесению ударов, а войсковая ПВО ВСУ продемонстрировала высокие возможности по борьбе с беспилотной авиацией.

Боевые действия на Донбассе и авиационные удары по террористам ИГИЛ показали также, что имеющийся опыт боевых действий авиации в "бесконтактных войнах" во многих случаях неприменим в условиях ведения гибридных войн.

Изучая опыт боевых действий в локальных конфликтах, мы все более часто сталкиваемся с необходимостью коррекции имеющихся методов расчета эффективности группировок ЗРВ в соответствии с реалиями сегодняшнего дня [1-3].

Развитие имитационных моделей [4-6], широкое их использование в ВВУЗах и воинских частях для оценки эффективности боевых действий группировок ЗРВ рядом исследователей трактуется как "закат эры аналитические методик" т.к. они не обеспечивают необходимой точности оценок эффективности для конкретных условий обстановки.

Попытки полностью заменить аналитические методики оценки эффективности ведения боевых действий группировки ЗРВ соответствующими имитационными моделями равнозначны признанию недостаточности развития соответствующей теории.

Цель работы. Анализ особенностей применения методики расчета показателей огневых возможностей системы зенитного ракетного прикрития и оценки эффективности боевых действий группировки ЗРВ в современных условиях.

Основная часть

Группировка ЗРВ создается при разворачивании в боевой порядок частей и подразделений ЗРВ, объединяемых единым замыслом ведения боевых действий.

Группировка ЗРВ должна обеспечивать круговое и всевысотное зенитное ракетное прикритие объектов, зон, рубежей, которые могут иметь достаточно сложную конфигурацию. Создаваемая, при разворачивании группировки, система зенитного ракетного прикрития (ЗРП) реализует возможность сосредоточения усилий на основных направлениях и на прикритии наиболее важных объектов.

С целью анализа качества построения и подготовки системы ЗРП к ведению боевых действий осуществляются тактические расчеты возможностей группировки по отражению ожидаемых ударов СВН с различных направлений.

При оценке эффективности функционирования системы зенитного ракетного прикрития, в качестве основных используются следующие показатели:

– $P_{\text{вог.угр}}$ – плотность огня группировки ЗРВ;

$N_{\text{стр}}$ – количество стрельб группировки ЗРВ;

– $M_{\text{вог}}$ – граничные возможности группировки по уничтожению целей (математическое ожидание числа уничтоженных целей – МОЖ);

– $M_{\text{ц}}$ – возможности группировки (МОЖ) по уничтожению целей в заданных условиях обстановки.

Оценка эффективности боевых действий группировки ЗРВ осуществляется с использованием стандартного показателя [2, 3]

$$E = M_{ц} / N_{ц} \quad (1)$$

где $N_{ц}$ – количество целей, участвующих в налете.

В качестве примера рассмотрим решение стандартной задачи по прогнозной оценке эффективности группировки ЗРВ, состоящей из двух зрдн большой дальности и двух зрдн средней дальности.

По прикрываемому группировкой объекту ожидаются действия тактической авиации в количестве $N_{ц} = 20$ самолетов; длительность удара $t_{ц} = 20$ мин. Отношение СВН действующих на средних и малых высотах 2 : 8. В группировке ЗРВ для отражения удара противника на средних и больших высотах могут быть использованы 1, 2 зрдн большой дальности (БД) и 3, 4 зрдн средней дальности (СД). В отражении удара на малых высотах участвуют - 3, 4 зрдн СД. На позиции накоплен 1 БК ракет.

1. Плотность огня группировки ЗРВ отдельно рассчитывается для больших/средних высот $\Pi_{вог}^{свв}$, и отдельно для малых высот $\Pi_{вог}^{мв}$. Расчет проводится с использованием следующего выражения

$$\Pi_{вог}^{свв} = \frac{K_{д.свв}^{вд}}{T_{ц}^{вд}} + \frac{K_{д.свв}^{сд}}{T_{ц}^{сд}} = \frac{2}{3} + \frac{2}{1,5} = 2, \quad (2)$$

$$\Pi_{вог}^{мв} = \frac{K_{д.мв}^{сд}}{T_{ц}^{сд}} = \frac{2}{1,5} = 1,33, \quad (3)$$

где $K_{д.свв}^{вд}$, $K_{д.свв(мв)}^{сд}$ - соответственно количество зрдн ВД и СД, которые принимали участие в отражении удара на средних/больших, и малых высотах; $T_{ц}^{вд} = 3$ мин, $T_{ц}^{сд} = 2$ мин. – соответственно среднее время цикла стрельбы ЗРК БД и СД [3].

В существующих методиках плотность огня группировки рассчитывается как

$$\Pi_{вог.групп} = \Pi_{вог}^{свв} + \Pi_{вог}^{мв} = 2 + 1,33 = 3,33. \quad (4)$$

2. Количество стрельб группировки ЗРВ оценивают в зависимости от ограничений: исходя из времени удара, либо из наличного количества ракет. Обычно принимают, что стрельба ведется очередью из 2-х ракет ($N_p^{вд}$) для ЗРК БД и очередью из 3-х ракет ($N_p^{сд}$) для ЗРК СД. С учетом достаточно большого времени налета в данной задаче расчеты проводятся по наличному БК ракет и с учетом распределения целей по высотам.

Исходя из отношения 2 : 8, при расчетах используются значения $\gamma_{свв} = 0,2$; $\gamma_{мв} = 0,8$.

$$N_{стр.}^{свв} = \left(K_{д}^{вд} \frac{N_{бк}^{вд}}{N_p^{вд}} + K_{д}^{сд} \frac{N_{бк}^{сд}}{N_p^{сд}} \right) \cdot \gamma_{свв} = N_{свв}^{вд} + N_{свв}^{сд}; \quad (5)$$

$$N_{стр.}^{свв} = \left(2 \cdot \frac{6}{2} + 2 \cdot \frac{12}{3} \right) 0,2 = 1,2 + 1,6 = 2,8 \text{ (стр.);}$$

$$N_{стр.}^{мв} = K_{д}^{сд} \cdot \left(N_{бк}^{сд} / N_p \right) \cdot \gamma_{мв} = N_{мв}^{сд}; \quad (6)$$

$$N_{стр.}^{мв} = 2 \cdot (12/3) \cdot 0,8 = 6,4 \text{ (стр.);}$$

$$N_{стр.} = N_{стр.}^{свв} + N_{стр.}^{мв}; \quad (7)$$

$$N_{стр.} = 2,8 + 6,4 = 9,2 \text{ (стр.),}$$

где $K_{д}^{вд}$, $K_{д}^{сд}$ – количество зрдн БД и СД, участвующие в отражении удара; $N_{бк}^{вд}$, $N_{бк}^{сд}$ – соответственно боекомплект ракет в зрдн большой и средней дальности. Дивизионы БД проводят $N_{свв}^{вд}$ стрельб на средних/больших высотах; зрдн СД проводят $N_{свв}^{сд}$ стрельб на средних/больших и $N_{мв}^{сд}$ стрельб на малых высотах.

3. Граничные возможностей группировки ЗРВ по уничтожению целей. МОЖ рассчитывается исходя из количества зрдн, вероятности поражения цели за стрельбу i-м типом ЗРК n ракетами P_n^i , и количества стрельб i-м типом ЗРК $N_{стр.}^i$. Вероятность поражения цели n-ракетами

$$P_n = 1 - (1 - P_1)^n. \quad (8)$$

Откуда находим $P_2^{вд} = 1 - (1 - 0,75)^2 = 0,94$, для ЗРК ВД, и $P_3^{сд} = 1 - (1 - 0,7)^3 = 0,97$ для ЗРК СД.

Математическое ожидание $M_{вог}^{свв}$ находится для средних/больших высот и отдельно $M_{вог}^{мв}$ для малых высот, а затем суммируется для группировки $M_{вог}$.

$$M_{вог}^{свв} = N_{свв}^{вд} P_2^{вд} + N_{свв}^{сд} P_3^{сд}; \quad (9)$$

$$M_{вог}^{свв} = 1,2 \cdot 0,94 + 1,6 \cdot 0,97 = 2,68 \text{ ц;}$$

$$M_{вог}^{мв} = N_{мв}^{сд} P_3^{сд}; \quad (10)$$

$$M_{вог}^{мв} = 6,4 \cdot 0,97 = 3,1 \text{ ц;}$$

$$M_{вог} = M_{вог}^{свв} + M_{вог}^{мв}; \quad (11)$$

$$M_{вог} = 2,68 + 3,1 = 5,78 \text{ ц.}$$

4. Возможности группировки ЗРВ по уничтожению целей в заданных условиях обстановки определяются с помощью коэффициентного метода [3]. В рамках существующей методики введен следующий набор коэффициентов:

$K_{бг}$ – коэффициент готовности подразделений ЗРВ;

$K_{уч}$ – коэффициент участия ЗРК разных типов в отражении удара;

$K_{упр}$ – коэффициент управления;

$K_{м}$ – коэффициент влияния маневра цели.

В рассматриваемой задаче в составе группировки ЗРВ имеются комплексы разных типов, один из которых использует полуактивное самонаведение, другой телеуправление. Имеющиеся различия требуют отдельно формировать "наборы" корректирующих коэффициентов. Математическое ожидание числа уничтоженных целей для случая стрельбы на средних/больших высотах может быть найдено как

$$M_{ц}^{свв} = K_{уч} K_{бг} K_{упр} K_{м} \left(K_{д}^{вд} N_{стр.}^{вд} P_2^{вд} \right) \gamma_{свв} + \quad (12)$$

$$+ K_{уч} K_{бг} K_{упр} K_{м} \left(K_{д}^{сд} N_{стр.}^{сд} P_3^{сд} \right) \gamma_{свв};$$

$$M_{\text{ц}}^{\text{свв}} = 1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot (2 \cdot 3 \cdot 0,94) \cdot 0,2 + 0,7 \cdot 0,95 \times \\ \times 0,8 \cdot 0,6 \cdot (2 \cdot 4 \cdot 0,97) \cdot 0,2 = 0,6 + 0,5 = 1,1 (\text{ц}).$$

При стрельбе по целям на малых высотах необходимо дополнительно учитывать имеющееся снижение результирующей вероятности поражения с помощью корректирующего коэффициента $K_{\text{мв}}$.

$$M_{\text{ц}}^{\text{мв}} = K_{\text{уч}}^{\text{сд}} K_{\text{ог}}^{\text{сд}} K_{\text{упр}}^{\text{сд}} K_{\text{м}}^{\text{сд}} K_{\text{мв}}^{\text{сд}} (K_{\text{д}}^{\text{сд}} N_{\text{стр}}^{\text{сд}} P_3^{\text{сд}}) \gamma_{\text{мв}} = (13) \\ = 0,7 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,75 \cdot (2 \cdot 4 \cdot 0,97) \cdot 0,8 = 1,5 (\text{ц}).$$

Результирующий результат расчета граничных возможностей группировки следующий

$$M_{\text{вог}} = M_{\text{вог}}^{\text{свв}} + M_{\text{вог}}^{\text{мв}}; \quad (14) \\ M_{\text{вог}} = 1,1 + 1,5 = 2,6 (\text{ц}).$$

5. Оценка эффективности группировки ЗРВ производится с использованием выражения (1)

$$E = M_{\text{ц}} / N_{\text{ц}} = 2,6 / 20 = 0,13.$$

Далее постараемся оценить полученные результаты. Большинство опрошенных экспертов трактовали результат возможного противоздушного боя двояко. С одной стороны, прорыв 17 самолетов из 20 достаточно неприятное событие для обороняющейся стороны. Но с другой стороны, уничтожение 13% сил авиации в одном ударе ставит под сомнение проведение противником достаточно длительных боевых действий с таким напряжением сил. Вполне очевидно, что в настоящее время отсутствуют критерии, по которым можно сделать однозначные выводы. Кроме того, затруднена коррекция коэффициентов реализации огневых возможностей в виду невозможности конкретизации влияния каждого коэффициента на основные показатели, оказывающие влияние на расчет эффективности. Выделим три основных показателя:

– количество целей, по которым для системы зенитного ракетного огня (ЗРО) поставлена задача на уничтожение;

– количество стрельб системы ЗРО;

– вероятность поражения цели за стрельбу.

При дальнейшем анализе корректирующие коэффициенты будут использоваться только при вычислении тех параметров, на которые они оказывают непосредственное влияние.

В рассматриваемой методике, управление учитывается как понижающий коэффициент $K_y = 0,8$. Следует отметить, что данный коэффициент отражает совместное влияние системы разведки и системы управления на эффективность боевых действий. При расчетах, проводимых с использованием выражений (12) – (14), такой подход обоснован. В рамках проводимого анализа целесообразно разбить его на два коэффициента

$$K_y = K_{\text{ср}} \cdot K_{\text{с.у}}. \quad (15)$$

Далее будем считать, что $K_{\text{ср}}$ (коэффициент качества системы разведки) учитывает несовершен-

ство системы разведки. Коэффициент $K_{\text{ср}}$ влияет на количество обнаруженных и вовремя распределенных на систему ЗРО целей.

Коэффициент $K_{\text{с.у}}$ (качества системы управления) должен учитывать ожидаемое уменьшение количества стрельб группировки, которое вызвано пропуском целей системой разведки, несвоевременным или неверным целераспределением целей системой управления, ошибками целеуказания, вызывающими увеличение работного времени ЗРК. Расчет данных коэффициентов представляет отдельную научную задачу. В рамках проводимого анализа будем считать, что

$$K_y = 0,9 \cdot 0,9 = 0,81.$$

Расчет плотности огня группировки, проводимый по формулам (2) – (4) дает завышенную более чем в два раза оценку. Для данной задачи необходимо использовать следующее выражение.

$$\begin{aligned} \Pi_{\text{вог}} &= K_{\text{ог}}^{\text{вд}} K_{\text{уч}}^{\text{вд}} \Pi_{\text{вог}}^{\text{вд}} + K_{\text{ог}}^{\text{сд}} K_{\text{уч}}^{\text{сд}} \Pi_{\text{вог}}^{\text{сд}} = \\ &= \frac{K_{\text{ог}}^{\text{вд}} K_{\text{уч}}^{\text{вд}} \cdot K_{\text{д}}^{\text{вд}}}{T_{\text{ц}}^{\text{вд}}} + \frac{K_{\text{ог}}^{\text{сд}} K_{\text{уч}}^{\text{сд}} \cdot K_{\text{д}}^{\text{сд}}}{T_{\text{ц}}^{\text{сд}}}; \quad (16) \\ \Pi_{\text{вог}} &= \frac{0,95 \cdot 1 \cdot 2}{3} + \frac{0,95 \cdot 0,7 \cdot 2}{1,5} = 1,52 (\text{ц} / \text{мин}). \end{aligned}$$

Считая входной поток целей равномерным, определим плотность потока целей $\lambda_{\text{ц}}$

$$\lambda_{\text{ц}} = \frac{N_{\text{ц}}}{T_{\text{уд}}} = 1 (\text{ц} / \text{мин}). \quad (17)$$

Сравнение полученных значений $\Pi_{\text{вог}}$ и $\lambda_{\text{ц}}$ показывает способность группировки обслужить входной поток целей удара.

Следующим вопросом, который следует оценить, есть способность группировки уничтожать цели на дальней границе зоны поражения (без учета глубины зоны огня). Оценка может быть проведена с использованием следующих соотношений.

$$K_{\text{ог}}^{\text{вд}} K_{\text{уч}}^{\text{вд}} \Pi_{\text{вог}}^{\text{вд}} + \gamma_{\text{свв}} K_{\text{ог}}^{\text{сд}} K_{\text{уч}}^{\text{сд}} \Pi_{\text{вог}}^{\text{сд}} \geq \gamma_{\text{свв}} \lambda_{\text{ц}}; \quad (18) \\ 1 \cdot 0,95 \cdot \frac{2}{3} + 0,2 \cdot 0,95 \cdot 0,7 \cdot \frac{2}{1,5} \geq 0,2 \cdot 1;$$

$$\gamma_{\text{мв}} K_{\text{ог}}^{\text{сд}} K_{\text{уч}}^{\text{сд}} \Pi_{\text{вог}}^{\text{сд}} \geq \gamma_{\text{мв}} \lambda_{\text{ц}}; \quad (19) \\ 0,8 \cdot 0,95 \cdot 0,7 \cdot (2/1,5) \geq 0,8 \cdot 1.$$

Результаты вычислений показывают, что проведенное с использованием анализируемой методики распределение огня системы ЗРО по высотам не оптимально т.к. предусматривает избыточную плотность огня на средних/больших высотах и недостаточную плотность огня на малых высотах.

Кроме того, в анализируемой методике часто имеет место некорректное использование коэффициента $\gamma_{\text{свв}}$ в выражении (12) для подразделения ЗРВ, имеющего возможность стрельбы только на

больших/средних высотах (в заданных для группировки ограничениях). Все это приводит к тому, что 2 зрн БД за 20 минут боя проводят 1,2 стрельбы 2-мя ракетами, что обеспечивает математическое ожидание числа уничтоженных целей $M_{ц}^{вд} = 0,6$ ц. Для сравнения, два зрн СД в тех же условиях проводят 5,6 стрельб 3-мя ракетами и уничтожают две цели ($M_{ц}^{сд} = 2$ ц). Правильно, в рассматриваемой задаче, для зрн БД принять $\gamma_{свв}^{вд} = 1$ (что следует из условия возможности обстрела целей только на средних высотах). В таком случае ЗРК БД проводят 6 стрельб 2-мя ракетами, что обеспечивает (см. выражение (12)), математическое ожидание $M_{ц}^{вд} = 3$ ц.

Изменение значения коэффициента $\gamma_{свв}$ в выражении (12) привело к увеличению расчетного количества стрельб ЗРК БД в пять раз. И здесь выявляется еще одна возможная некорректность расчетов с использованием выражения (12).

Некорректность заключается в том, что все вычисления в рассматриваемой методике адаптированы для случая, когда количество стрельб не превышает количества целей и вероятность поражения во всех стрельбах одинакова. В таком случае МОЖ определяется как

$$M_{ц} = N_{стр} \cdot P.$$

Для случая, когда количество стрельб больше количества целей возможны разные способы проведения стрельб, дающие разные значения МОЖ. Т.е., фактически возникает оптимизационная задача поиска вариантов проведения стрельб (при ограничении на количество стрельб $N_{стр}^{max} = 6$) по заданному количеству целей ($N_{ц}^{свв} = 4$).

Коррекция распределения огня группировки по высотам возможна после определения количества стрельб, которые зрн группировки могут провести по целям на больших/средних и малых высотах.

Расчет количества стрельб необходим для анализа возможности отражения удара в составе $N_{ц}$ за счет глубины зоны поражения ЗРК группировки.

Оценим максимально возможное количество стрельб исходя из наличия ракет и по временным показателям. Следует отметить, что обычно при расчетах максимального количества стрельб опираются на определение количества стрельб отдельными подразделениями и производят их суммирование. Данный подход оправдан при теоретических расчетах возможностей группировки в среднем по зоне зенитного ракетного огня. Но рассматривая задачу отражения заданного удара с конкретного направления необходимо учитывать имеющиеся ограничения на возможности дивизионов группировки ЗРВ к отражению удара с этого направления, т.е. коэффициент участия. Кроме того, необходимо

учитывать коэффициенты качества управления и готовности подразделений ЗРВ.

$$\left\{ \begin{aligned} N_{стр.м}^{вд(сд)} &= \text{ent} \left\{ K_{с.у} \cdot K_{д} \cdot K_{бр} \cdot K_{уч} \left[1 + \text{ent} \left(\frac{(t_{уд} + t_{пр})}{T_{ц}} \right) \right] \right\}, \\ N_{стр.м}^{вд(сд)} &= \text{ent} (K_{д} \cdot K_{бр} \cdot K_{уч} \cdot N_{р(бр)}), \end{aligned} \right. \quad (20)$$

где $t_{пр}$ – время пребывания цели в зоне пуска; $N_{стр.м}^{вд(сд)}$ – максимальное количество стрельб, рассчитываемое для разных типов ЗРК отдельно.

Расчеты, проведенные с использованием выражения (20) показывают, что теоретически дивизионы БД могут провести 11 стрельб с использованием 11 ракет, дивизионы СД 15 стрельб с использованием 15 ракет. Особенностью проводимых расчетов является то, что максимальное количество стрельб вычисляется для стрельбы 1-й ракетой (а не очередью из 2-х или 3-х ракет). Связано это с тем, что такой вид стрельбы применяется как в дивизионах средней, так и большой дальности. А конкретный расход ракет назначается исходя из конкретных условий стрельбы.

Полученные в расчетах ограничения по количеству ракет не связаны с особенностями удара, а определяются только качеством системы ЗРП. Следовательно, эти ограничения должны учитываться при определении *границных возможностей группировки ЗРВ по уничтожению целей* с данного направления.

Таким образом, количество ракет в зрн СД не обеспечивает проведение $N_{стр.сд}^{вд} = 8$ стрельб с расходом 3 ракет за стрельбу, что делает полученные, согласно выражений (5)–(7) оценки завышенными.

При расчетах вероятности поражения цели в качестве главного показателя используют вероятность поражения цели одной ракетой (ВПЦОР). Введем следующий показатель:

$$\lambda = \frac{N_{стр.м}^{вд(сд)}}{K_{с.у} \cdot N_{ц}}. \quad (21)$$

Величина λ характеризует соотношение сил в воздухе: отношение числа ракет, которые система ЗРП может использовать за время удара к числу атакующих самолетов противника, по которым системе ЗРО поставлена задача для уничтожения, т.е. среднюю плотность стрельбы по целям. Известно, что при отсутствии приоритетности уничтожения целей, максимальное значение МОЖ уничтоженных целей реализуется при равном распределении плотности стрельбы по целям удара. Связь между вероятностью поражения целей в ударе и величиной λ устанавливается формулой.

$$P_{\lambda} = 1 - (1 - P_1)^{\lambda}. \quad (22)$$

При отражении удара необходимо обеспечить равные плотности стрельбы для каждого из

диапазонов высот, что возможно при выполнении условия

$$\lambda_{\text{свв}} = \lambda_{\text{мв}} = \frac{N_{\text{стр.м}}^{\text{свв}}}{\gamma_{\text{свв}} \cdot K_{\text{ср}} \cdot N_{\text{ц}}} = \frac{N_{\text{стр.м}}^{\text{мв}}}{\gamma_{\text{мв}} \cdot K_{\text{ср}} \cdot N_{\text{ц}}}. \quad (23)$$

Вполне очевидно, что условие (23) для данной задачи точно невыполнимо, наилучшее приближение возможно при назначении 1,2 зрдн БД для уничтожения целей на средних высотах и 3,4 зрдн для уничтожения целей на малых высотах. При таком распределении стрельб зрдн БД и СД по высотам, теоретически обеспечивается обстрел всех целей на дальней границе зоны огня (см. выражения (18-19)).

С учетом (22) и сделанных выше допущений выражения (12), (13) могут быть приведены к виду

$$M_{\text{ц}}^{\text{свв}} = K_{\text{ср}} \cdot N_{\text{ц}}^{\text{свв}} \cdot P_{\lambda}^{\text{свв}}, \quad (24)$$

$$M_{\text{ц}}^{\text{мв}} = K_{\text{ср}} \cdot N_{\text{ц}}^{\text{мв}} \cdot K_{\text{м.в}} \cdot P_{\lambda}^{\text{мв}}. \quad (25)$$

Полученные выражения обеспечивают расчет МОЖ числа уничтоженных целей при равном распределении плотности стрельбы по целям удара.

Вывод

Проведен анализ решения стандартной задачи по прогнозной оценке эффективности группировки ЗРВ с использованием коэффициентной методики.

Результаты анализа показали, что основными недостатками существующей методики является недостаточный учет удара воздушного противника, что в ряде случаев может привести к завышенным оценкам математического ожидания числа уничтоженных целей. Кроме того, является достаточно сложным проведение коррекции коэффициентов реализации огневых возможностей в виду невозможности конкретизации влияния каждого коэффициента на основные показатели, оказывающие влияние на расчет эффективности.

Предложены изменения в методику, позволяющие конкретизировать смысл используемых коэффициентов. *Граничные возможностей группировки ЗРВ по уничтожению целей* предложено рассчитывать с учетом имеющихся ограничений системы ЗРО по уничтожению целей с конкретного направления.

Вопросы прогнозной оценки эффективности группировки ЗРВ при ведении боевых действий в едином информационном пространстве будут рассмотрены в последующих статьях.

Список литературы

1. Актуальные вопросы оценки эффективности противовоздушного боя / А.Б. Скорик, В.В. Воронин, А.А. Зверев, О.Ф. Галицкий // *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. – Х.: ХУПС, 2010. – Вип. 3 (25). – С. 8 – 14.
2. *Тактика зенітних ракетних військ*. Учебник. – М. Военное издательство МО СССР, 1969. – 432 с.
3. Неупокоев Ф.К. *Противовоздушный бой* / Ф.К. Неупокоев. – М.: Воениздат 1989. – 162 с.
4. *Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку): моногр.* / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.О. Єрмошин, Є.Б. Смірнов, В.І. Ткаченко. – Х.: ХВУ, 2004. – 410 с.
5. *Синтез адаптивних структур системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів і військ та оцінка її ефективності: моногр.* / А.Я. Торопчин, І.О. Курченко, М.О. Єрмошин, Г.А. Дробаха, М.П. Долина. – Х.: ХУПС, 2006. – 349 с.
6. *Ануреев И.И. Применение математических методов в военном деле* / И.И. Ануреев, А.Е. Татарченко. – М.: Воениздат. 1967. – 244 с.

Поступила в редколлегию 5.02.2015

Рецензент: д-р воен. наук проф. С.П. Ярош, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

АНАЛІЗ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВИХ ДІЙ УГРУПОВАННЯ ЗРВ

А.Б. Скорик, М.О. Єрмошин, К.В. Закутін, Д.В. Рамшов, К.К. Череди́ков

У статті проводиться аналіз особливостей застосування аналітичної методики розрахунку ефективності бойових дій угруповання ЗРВ при веденні протиповітряного бою в сучасних умовах. На конкретному прикладі рішення стандартної задачі за прогножною оцінкою ефективності угруповання ЗРВ демонструється недостатність обліку показників удару повітряного противника, акцентується увага на наявних неоднозначностях розрахунку і тлумачення низки показників. Запропоновано зміни в методику, що дозволяють конкретизувати зміст використовуваних коефіцієнтів. Обґрунтовується необхідність врахування наявних обмежень системи зенітного ракетного вогню при розрахунку граничних можливостей угруповання ЗРВ.

Ключові слова: ефективність, угруповання ЗРВ, система зенітного ракетного вогню, система зенітного ракетного прикриття, протиповітряний бій, тактика ЗРВ, математичне сподівання.

ANALYSIS OF METHODS FOR CALCULATING THE EFFICIENCY OF AMT GROUPING COMBAT OPERATIONS

A.B. Skoryk, M.O. Ermoshin, K.V. Zakutin, D.V. Ramshov, K.K. Cherednikov

The article analyzes the specific application of analytical methodology for calculating the efficiency of the fighting factions at AMT conduct of air combat in modern conditions. A specific example is the standard solution of the problem by assessing the effectiveness of prognostic groups AMT demonstrates lack of accounting figures enemy air attacks, focuses on existing biases calculation and interpretation of indicators. Proposed changes in methodology, allowing precise meaning of the coefficients used. The necessity of taking into account the limitations of the available anti-aircraft fire in the calculation of the boundary group AMT capabilities.

Keywords: efficiency, grouping AMT system anti-aircraft missile fire system the-magnetic missile shield, air combat tactics AMT, the expectation.