

УДК 623.418.2

О.Н. Ставицкий, Г.Н. Зубрицкий, В.В. Воинов

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ УТРАЧЕННОЙ БОЕСПОСОБНОСТИ ВООРУЖЕНИЯ ВО ВРЕМЯ ВЕДЕНИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

В статье рассматривается вопрос формализации процесса принятия решения командиром зенитной ракетной части (соединения) на восстановление поврежденных элементов ЗРК при нанесении противником воздушного удара. Предложены оценочные показатели и расчетные соотношения для оценки эффективности применения имеющихся в части (соединении) ремонтных средств. В дальнейшем предполагается применение этих показателей при создании программного обеспечения для автоматизированного рабочего места заместителя по вооружению командира зенитной ракетной части (соединения).

Ключевые слова: система технического обеспечения, зенитные ракетные войска, управление средствами восстановления и ремонта.

Введение

Общая постановка проблемы Учитывая существенную зависимость процесса непосредственного восстановления вооружения и военной техники (ВВТ) от внешних факторов:

- масштаба и характера действий наземного и воздушного противника;
- степени воздействия по группировкам войск, в том числе и по элементам системы восстановления;
- организации технического обеспечения;
- степени живучести и стойкости вооружения до огневого воздействия противника
- запаса надежности, которая заложена в конструкции его построения, целесообразным является проведение оценки возможностей по восстановлению утраченной боеспособности во время ведения боевых действий с использованием рационального варианта распределения сил и средств ремонтных органов соединения (части) зенитных ракетных войск (ЗРВ) [1, 2]

Цель статьи. В общем случае задача состоит в поиске рационального варианта использования ремонтно-технических подразделений из состава частей (соединений) зенитных ракетных войск (ЗРВ).

Изложение материалов исследования

Исходные данные

В статье рассматривается часть (соединение ЗРВ), вооруженная зенитными ракетными комплексами (ЗРК) двух типов. Такое комплектование возможно как при существующих штатах частей, так и в перспективе, при создании межвидовых войсковых соединений.

Боевой состав части (соединения) ЗРВ, расстояние между позициями подразделений заданной группировки считаются известными и задаются матрицей значений R_{pi} (пример заполнения матрицы приведен в табл. 1).

Таблица 1

Вариант матрицы значений R_{pi}

№	Название образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	КП	0								
2	зрдн 1 типа	0	0							
3	зрдн 1 типа	0	0	0						
4	зрдн 1 типа	23	23	23	0					
5	зрдн 2 типа	28	28	28	20	0				
6	зрдн 2 типа	18	18	18	37	32	0			
7	зрдн 2 типа	20	20	20	30	37	18	0		
8	техбатр 1 типа	0	0	0	23	28	18	20	0	
9	техбатр 2 типа	18	18	18	37	32	0	18	18	0

Трудоёмкость ремонтно-восстановительных работ j -го вида на ОВТ i -го подразделения считается известной и будет обозначаться, как Φ_{ij} ,

где $i=1\dots m$ – подразделения ВВТ, которые получили боевые повреждения;

$j=1\dots 3$ – состояние ВВТ части (соединения) ЗРВ,

$$j = \begin{cases} 1 - \text{ВВТ получило повреждения} \\ \quad \text{слабой тяжести;} \\ 2 - \text{ВВТ получило повреждение} \\ \quad \text{сильной тяжести;} \\ 3 - \text{ВВТ полностью} \\ \quad \text{повреждено.} \end{cases}$$

Работы выполняются ремонтно-восстановительными бригадами с использованием технических средств подразделений и ремонтного оборудования k -видов подвижных ремонтных средств части.

В состав ремонтно-восстановительных бригад входят боевой расчет подразделения, техника которого получила повреждения ($\ell_1^{\text{П}}$) и специалисты подвижных ремонтных средств части ($\ell_1^{\text{К}}$), привлекаемых к ремонту данного образца.

Предполагается, что каждое подвижное ремонтное средство части включает подвижную механическую мастерскую (ПММ) и подвижную радио-мастерскую (ПРМ).

В составе подвижной механической мастерской имеется универсальное ремонтное оборудование для выполнения механических работ на любом поврежденном средстве части (соединения) ЗРВ. Кроме того, есть приспособления и приборы для проверки антенных систем после ремонта.

В составе подвижных радиомастерских имеется универсальное ремонтное оборудование для выполнения радиомонтажных работ на поврежденных средствах ВВТ части (соединения) ЗРВ, а также специализированное ремонтное оборудование (стенды для проверки радиоэлектронной аппаратуры зенитных ракетных комплексов).

При этом универсальное оборудование может быть предназначено для использования на любом ЗРК, а назначение специализированного оборудования возможно только для конкретного типа ЗРК. Полностью разрушенное ВВТ в ходе боевых действий используется для восстановления других подразделений агрегатным методом.

Ремонтное оборудование распределено в пределах группировки равномерно, начальные координаты единицы оборудования x_{ik} , назначаемой на i -й ЗРК, могут совпадать или с центром группиров-

ки, или с координатами одного из боеготовых средств.

Скорость движения автотранспорта задается набором (вектором) значений, например,

$$v_1^k = 3; 5; 10; 15; 20; 30; 40 \text{ км/ч,}$$

исходя из условий обстановки.

Продолжительность интервала времени восстановления известна:

$$(\xi_0; t_{\text{расп}})$$

где ξ_0 - время начала работ,

$t_{\text{расп}}$ - располагаемое время.

Таким образом, задача заключается в поиске рационального варианта использования ремонтно-технических рот частей (соединений), при котором обеспечивается минимум времени выполнения всего комплекса работ в m подразделениях части (соединения) ЗРВ.

Исходя из этого, продолжительность выполнения ремонтно-восстановительных работ j -го вида на ВВТ i -го подразделения может быть определена как:

$$\tau_{ij} = \begin{cases} t_1^k + \frac{\Phi_{ij} - \ell_1^{\text{П}} t_1^k}{\ell_1^{\text{П}} + \ell_1^{\text{К}}}, \text{ если } t_1^k > t_1^{\text{Д}}; \\ 2t_1^k - t_1^{\text{Д}} + \frac{\Phi_{ij} - \ell_1^{\text{П}} t_1^k}{\ell_1^{\text{П}} + \ell_1^{\text{К}}}, \text{ если } t_1^k < t_1^{\text{Д}}, \end{cases} \quad (1)$$

где t_1^k - суммарные затраты времени на свертывание $t_{\text{сверт}}^k$ и развертывание $t_{\text{разв}}^k$ ремонтного средства k -го вида, перемещения его с позиции p -го на позицию i -го ЗРК:

$$t_1^k = t_{\text{сверт}}^k + \frac{R_{pi}}{v_k} + t_{\text{разв}}^k; \quad (2)$$

$t_1^{\text{Д}}$ - суммарные затраты времени на демонтаж узлов, агрегатов и блоков с ОВТ, полностью разрушенного в ходе боевых действий, и доставку их с позиции p -го на позицию i -го ЗРК k -тым транспортным средством:

$$t_1^{\text{Д}} = t_{\text{демонт}}^k + \frac{R_{pi}}{v_k}. \quad (3)$$

Момент окончания выполнения ремонтно-восстановительных работ j -го вида на ВВТ i -го подразделения определяется как:

$$\eta_{ij} = \tau_{ij} + \xi_0. \quad (4)$$

Вследствие этого, поставленная задача сводится к поиску такого набора переменных x_{ik} , который минимизирует целевую функцию:

$$F = \min \{ \eta_{ij} \}, \quad (5)$$

и удовлетворяет ограничениям:

$$\sum_{i=1}^m x_{ik} \leq K. \quad (6)$$

Ограничения (5) отображают тот факт, что количество единиц оборудования, которое предназначаются для восстановления поврежденного ЗРК, не должно превышать число единиц имеющегося оборудования.

Для определения рациональных вариантов использования ремонтного оборудования подвижных ремонтных средств необходимо сделать первоначальное назначение ремонтного оборудования по всем ЗРК соединения (части) и s - циклов его переназначения.

Рассмотрим способ первоначального назначения ремонтного оборудования. Поскольку на порядок назначения влияет многотиповость поврежденных ЗРК и имеющегося ремонтного оборудования, а также принятая последовательность выполнения работ на ЗРК, способы назначения универсального и специализированного оборудования следует рассматривать отдельно.

Одним из наиболее приемлемых способов первоначального назначения универсального оборудования может быть следующий:

Предположим, что матрица ожидаемых трудозатрат Φ_{ij} ремонтно-восстановительных работ j -го вида на каждом поврежденном ЗРК части (соединения), известна:

$$\Phi_{ij} = \begin{pmatrix} \Phi_{11} & \Phi_{12} & \Phi_{13} \\ \Phi_{21} & \Phi_{22} & \Phi_{23} \\ \dots & \dots & \dots \\ \Phi_{m1} & \Phi_{m2} & \Phi_{m3} \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Номер строки матрицы (4) означает номер ЗРК, а номер столбца - вид ремонтно-восстановительных работ. Трудозатраты на ремонт поврежденных ЗРК располагаются в порядке убывания важности ЗРК в части (соединении). Для этого все ЗРК распределяются по группам в порядке убывания их важности.

При каждом фиксированном значении индекса $j = 1 \dots 3$ просматриваются элементы Φ_{ij} ($i = 1 \dots m$) столбца матрицы, если значение элемента матрицы равно 0 (ЗРК - боеготовый), то единица оборудования k - го вида на i -тый ЗРК не назначается. Назначение оборудования на все дру-

гие ЗРК считается необходимым, для чего все значения $\Phi_{ij} \neq 0$ (пусть их осталось P из m) располагаются в ряд в порядке возрастания индекса i .

Если $K \leq P$, то на первые P ЗРК из этого ряда назначается по единице оборудования.

Если $P < K \leq 2P$, то на все P ЗРК назначается по единице оборудования. Оставшиеся единицы назначаются на первые $(K - P)$ ЗРК.

В отличие от универсального оборудования, при распределении специализированного необходимо учитывать типы поврежденных ЗРК и ремонтного оборудования. Количество специализированного оборудования крайне ограничено.

Кроме того, это оборудование, как правило, предназначается для тех ЗРК, на которые уже назначено хотя бы по одной единице универсального оборудования. В связи с этим способ назначения специализированного оборудования может быть аналогичным рассмотренному, при этом соответствие номеров i - тых поврежденных ЗРК и их типов с одной стороны, типов и видов k специализированного оборудования должно быть задано таблицей.

При известном начальном распределении ремонтного оборудования по ЗРК части (соединения) в соответствии с правилами (5, 6), можно достичь сокращения времени выполнения комплекса работ на всех ЗРК, если по мере выполнения работ освобождающееся ремонтное оборудование k - того вида, передавать на другие комплексы.

При этом передачу оборудования можно осуществлять как на ЗРК, которые уже обеспечены ремонтным оборудованием, так и на ЗРК, ремонтное оборудование на которые еще не назначалось.

Для определения, на ЗРК какой группы следует передать ремонтное оборудование, вначале рассчитывается время окончания ремонтных работ на ЗРК первой группы.

При этом необходимо определить трудоемкость невыполненных работ j -го вида на момент окончания развертывания новопривывшей единицы оборудования k -го вида личным составом подразделения, на вооружении которого стоит этот ЗРК.

Считается нецелесообразным назначение ремонтного оборудования на ЗРК, которые имеют повреждения слабой степени и трудоемкость невыполненных работ не более 10 % на момент окончания развертывания ремонтного оборудования.

В методике не учитывается наличие ЗИП подразделений и ремонтно-технических рот частей (соединений) ЗРВ каждой номенклатуры в предположении, что процент укомплектованности ЗИП не влияет на обеспечение подвижности и использова-

ния образцов ВВТ по назначению. В дальнейшем, развитие предложенной методики целесообразно осуществлять с учетом укомплектованности подразделений и ремонтно-технических рот частей (соединений) ЗРВ запасными частями, инструментом и принадлежностями, специальными ключами, устройствами каждой номенклатуры с использованием данных отдельной программы учета наличия и движения ЗИП части (соединения) в режиме реального времени [2].

Реализация методики в виде алгоритма на ПЭВМ позволит провести оценку возможностей по восстановлению утраченной боеготовности части (соединения) ЗРВ за заданное время с использованием имеющихся сил и средств.

При этом анализ проведенных расчетов показывает, что:

- наличие достаточного времени для восстановления всего поврежденного вооружения части (соединения) ЗРВ ($T_{\text{восст}} \leq t_{\text{расп}}$), при назначении ремонтного оборудования на поврежденные средства предпочтение необходимо предоставлять ЗРК с средними степенями повреждений, иначе продолжительность восстановления поврежденных средств может увеличиваться на 30 - 40%;

- в случае, когда часть (соединение) ЗРВ не имеет в распоряжении достаточного времени для восстановления всего поврежденного вооружения ($T_{\text{восст}} > t_{\text{расп}}$), при назначении ремонтного оборудования на поврежденные средства предпочтение необходимо предоставлять ЗРК со слабыми

степенями повреждений перед ЗРК с средними степенями повреждений.

При этом, количество восстанавливаемых ЗРК за первые 3 суток может быть увеличено на 20 - 30 процентов.

Выводы

Решение данной задачи позволяет решать также и обратную задачу – обоснование необходимого состава сил и средств ремонтных органов в зависимости от наличного состава вооружения и военной техники частей и подразделений ПВО Воздушного командования.

Список литературы

1. Гребенников Н. Д. Восстановление вооружения и боевой техники ЗРВ ПВО страны / Н.Д. Гребенников. – Минск: МВИЗРУ, 1972. – 274 с.
2. Синтез адаптивных структур системы зенитного ракетно-артиллерийского прикрития объектов и войск та оцінка її ефективності / [Торопчин А.Я., Курченко І.О., Єрмошин М.О. та ін.]. Монографія. – Х.: ХУПС, 2006. – 470 с.
3. Наказ Міністра оборони України від 19.11.2009 № 581 «Про затвердження Інструкції з перевірки та оцінки стану озброєння та військової техніки у Збройних Силах України».

Поступила в редколлегию 15.03.2012

Рецензент: д-р воен. наук проф. Г.А. Дробаха, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ ОЦІНКИ МОЖЛИВОСТЕЙ ВІДНОВЛЕННЯ ВТРАЧЕНОЇ БОЄЗДАТНОСТІ ОЗБРОЄННЯ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

О.М. Ставицький, Г.М. Зубрицький, В.В. Воїнов

У статті розглядається питання формалізації процесу прийняття рішення командиром зенітної ракетної частини (з'єднання) щодо відновлення пошкоджених елементів ЗРК при нанесенні противником повітряного удару. Запропоновані оцінювальні показники та розрахункові співвідношення для оцінки ефективності застосування наявних у частині (з'єднанні) ремонтних засобів. У подальшому передбачається застосувати ці показники при створенні програмного забезпечення для автоматизованого робочого місця заступника з озброєння командира зенітної ракетної частини (з'єднання).

Ключові слова: система технічного забезпечення, зенітні ракетні війська, управління засобами відновлення та ремонту.

FORMALIZATION OF THE PROBLEM OF OPPORTUNITIES ESTIMATION FOR RECOVERY OF THE LOST THE COMBAT CAPABILITY OF WEAPONS DURING OPERATIONS

O.M. Stavitsky, G.M. Zubritsky, V.V. Voinov

The article considers the question of process formalization of the air-defense unit (connection) commander decisions adoption for the recovery of damaged elements of the anti-aircraft system after applying the enemy air strike. Proposed estimates and ratio calculation for the evaluation of the effectiveness of existing in units (in the connection) repair resources. In the future it is expected the application of these patterns in the creation of software for the interactive working place of the air-defense unit commander armament deputy.

Keywords: system of technical support, anti-aircraft missile troops, the management of restoration and repair resources.