

УДК 621.39

<https://elibrary.ru/ktumso>

ktumso



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕННЫХ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ

Пьянков В. В.¹, Ромашов А. Ю.¹, Неволя А. И.¹

¹Военная академия РВСН имени Петра Великого, г. Балашиха, Московская область

В статье рассматривается подход к определению приоритетов восстановления однотипных групп образцов вооружения военной и специальной техники на основе весовых коэффициентов. Обоснован выбор базовой модели при управлении процессом восстановления. Представлена математическая модель определения приоритетов восстановления поврежденных образцов вооружения. Приведен пример определения приоритетности восстановления однородной группы образцов вооружения военной и специальной техники, имеющих в своём составе пять типов систем.

Ключевые слова: система восстановления; планирование восстановительных мероприятий; определение приоритетов восстановления; агрегат; система; запасные инструменты и принадлежности.

Для цитирования: Пьянков В. В., Ромашов А. Ю., Неволя А. И. Определение приоритетов восстановления поврежденных образцов вооружения // Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии Российской Федерации. Выпуск 3(19) (сентябрь 2025). С. 43–48.

THE ISSUE OF FORMATION OF INPUT FLOWS OF OPERATIONAL AND COMBAT FAILURES IN THE SIMULATION OF THE RECOVERY SYSTEM OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS

Ryankov V. V.¹, Romashov A. Yu.¹, Nevolya A. I.¹

¹Military Academy of the Strategic Missile Forces named after Peter the Great, Balashikha, Moscow region

The article considers an approach to determining the priorities of restoring the same type of groups of military and special equipment samples based on weighting factors. The choice of the basic model for managing the recovery process is justified. A mathematical model for determining the priorities of restoring damaged weapons is presented. An example of determining the priority of restoring a homogeneous group of weapons of military and special equipment, consisting of five types of systems, is given.

Keywords: recovery system; planning of recovery activities; prioritization of recovery; unit; system; spare tools and accessories.

Введение

Формирование приоритетов для проведения восстановительных работ направлено на наиболее рациональное использование ресурсов технического обеспечения и, следовательно,

повышение эффективности системы восстановления готовности при достижении целей её функционирования.

Результаты имитационного моделирования, приведенные в [3] показали, что показатели эффективности системы восстановления готовности ВВСТ очень чувствительны к срокам поставки запасных инструментов и принадлежностей (далее – ЗИП) с предприятий промышленности. При этом, как показывает практика, неисправности, влияющие на готовность ВВСТ к боевому применению, которые возможно устранить в полевых условиях требуют меньше времени для проведения РВР и, как правило, небольшого объема ЗИП.

В особых условиях нестандартные методы принятия компенсационных мер командованием соединений, объединений станут преобладающими [2]. Примером таких мер в особый период является восстановление готовности однотипных образцов ВВСТ за счет возможного использования узлов, элементов, приборов, систем и оборудования других агрегатов, восстановление которых признано нецелесообразным.

В этой связи возникает задача определения приоритетов в восстановлении ВВСТ на основе реально складывающейся обстановки по результатам действия внешних и внутренних факторов. Решение этой задачи, помимо определения приоритетов в проведении восстановительных работ, обеспечивает перераспределение исправных систем, поврежденных агрегатов для восстановления максимального количества ВВСТ.

Математическая модель определения приоритетов восстановления поврежденных образцов вооружения

Для математического описания задачи вводится матрица индикаторов состояния агрегата (рисунок 1).

	Система 1	Система 2	Система 3	Система 4	Система 5	
$m_1=3$	$w_{11}=3$		$w_{13}=1,5$			Агрегат 1
$m_2=1$	$w_{21}=1$	$w_{22}=0,5$		$w_{24}=0,33$	$w_{25}=0,33$	Агрегат 2
$m_3=2$	$w_{31}=2$	$w_{32}=1$	$w_{33}=1$			Агрегат 3
	$r_1=0$	$r_2=1$	$r_3=1$	$r_4=2$	$r_5=2$	

Рисунок 1 – Матрица индикаторов состояния агрегата

$$A = \|a_{ij}\|, j = \overline{1, m}, i \in N_n \quad (1)$$

Элементы матрицы a_{ij} представляют индикаторы потребности в проведении замены j -й системы на i -ом агрегате: $a_{ij} = 1$, если потребность в замене отсутствует, и $a_{ij} = 0$, когда требуется замена.

На основе матрицы индикаторов состояния агрегата определяются весовые коэффициенты исправных систем, поврежденных агрегатов по зависимости:

$$w_{ij} = \frac{m_i}{r_j + 1}, j = \overline{1, m}, i \in N_n; \quad (2)$$

где $m_i = \sum_{j=1}^m (1 - a_{ij})$ – количество поврежденных (отказавших) систем на i -ом агрегате ($m_i \in [0, m]$);

$r_j = \sum_{i \in N_n} (1 - a_{ij})$ – количество повреждённых систем j -го типа.

Соответственно, $0 \leq w_{ij} \leq \frac{m}{N_n + 1}$, причем минимальное значение $w_{ij} = 0$ определяется для исправного (не поврежденного) агрегата, а максимальное соответствует ситуации, когда отказавшими (поврежденными) оказываются системы данного типа у всех агрегатов из множества N_n .

Восстановление j -й отказавшей (поврежденной) системы агрегата проводится за время $\tau_{вj}$, а пессимистическая оценка продолжительности восстановления агрегата составит:

$$\tau_{вi} = \sum_{j=1}^{m_i} \tau_{вj} (1 - a_{ij}); \quad (3)$$

Суммарное время проведения восстановительных работ на совокупности отказавших (поврежденных) агрегатах определяется составом привлекаемых сил и средств в виде специализированных формирований (технологических цепочек). В процессе эксплуатации агрегатов чаще возникают неисправности, требующие задействования только одного из специализированных расчетов, но встречаются неисправности, которые требуют задействования нескольких типов специализированных расчетов причем в строгой технологической последовательности.

При выделении s формирований для восстановления готовности, работающих в параллельно-последовательной организационной схеме, суммарная продолжительность восстановительных работ составит:

$$\tau_{вN} = \frac{\sum_{i \in N_n} \tau_{вi}}{s}. \quad (4)$$

Соответственно, целесообразность приоритетного восстановления агрегатов по временной составляющей рассматриваемого процесса будет определяться отношением:

$$\vartheta_i = \frac{\tau_{вi}}{\tau_{вN}}. \quad (5)$$

Весовой коэффициент ϑ_i определяет долю времени восстановления данного агрегата в общей продолжительности восстановительных работ отказавших (поврежденных) агрегатов. Использование этого коэффициента зависит от выбранной модели организации восстановительных работ.

Базовой моделью при управлении процессом восстановления с учетом перераспределения исправных систем отказавших (повреждённых) агрегатов принимается модель «А» [1]. Такой выбор определяется тем, что при прочих равных условиях перераспределение систем при восстановлении обезличенным методом однозначно увеличивает общее время восстановительных работ [3].

Сумма весовых коэффициентов для каждого агрегата определяет приоритет при планировании восстановительных работ, а также степень возможности перераспределения её узлов (блоков) и определяется для модели «А» зависимостью:

$$\rho_i = \vartheta_i \sum_{j=1}^{m_i} w_{ij} \quad \forall i \in N_n. \quad (6)$$

Величина ρ_i определяет приоритетность восстановления отказавших (поврежденных) агрегатов. Образец с наибольшим приоритетом включается в состав восстанавливаемых в первоочередном порядке при определении, а с наименьшим значением может переводиться

для использования в качестве ресурса для восстановления. Данная модель реализована в среде табличного редактора (

рисунок 2) и была применена для условий повреждения агрегатов в составе воинской части при достаточно высоком значении коэффициента прогнозируемых потерь ($\delta_{\text{пн}} \approx 0,8$) и общем составе пяти типов поврежденных систем.

	B	C	D	E	F	G	H	I
	В исходное	Расчет приоритетов	Исходная матрица					
	ПРИОРИТЕТНОСТЬ	ρ_i	Агрегат	Система				
				1	2	3	4	5
1	Агрегат 1	0.96	1	Требуется замены	Не поврежден	Не поврежден	Требуется замены	Требуется замены
2	Агрегат 2	0.13	2	Не поврежден	Не поврежден	Требуется замены	Не поврежден	Не поврежден
3	Агрегат 3	0.25	3	Не поврежден	Не поврежден	Не поврежден	Требуется замены	Не поврежден
4	Агрегат 4		4	Не поврежден	Не поврежден	Не поврежден	Не поврежден	Не поврежден
5	Агрегат 5	0.13	5	Не поврежден	Не поврежден	Требуется замены	Не поврежден	Не поврежден
6	Агрегат 6	0.46	6	Не поврежден	Требуется замены	Не поврежден	Не поврежден	Не поврежден
7	Агрегат 7	0.56	7	Требуется замены	Не поврежден	Требуется замены	Не поврежден	Не поврежден
8	Агрегат 8	1.02	8	Не поврежден	Требуется замены	Не поврежден	Не поврежден	Требуется замены
9	Агрегат 9	1.08	9	Требуется замены	Требуется замены	Не поврежден	Не поврежден	Не поврежден
	Время восстановления систем			15	31	9	18	17
	Количество расчетов восстановления			3				

Рисунок 2 – Рабочий лист Excel с расчётной моделью приоритетов восстановления

При моделировании [4] были приняты исходные данные по нормативным требованиям продолжительности восстановительных систем согласно технологическим графикам типовых неисправностей (таблица 1).

Таблица 1 – Исходные данные

Наименование	Значение
Совокупность образцов ВВТ (N_n)	9
Количество систем (m)	5
Количество расчетов (S)	3
Время восстановления систем j -го типа ($\tau_{вj}$) час	$\tau_{в1}=15; \tau_{в2}=31; \tau_{в3}=9; \tau_{в4}=18; \tau_{в5}=17$
Количество поврежденных (отказавших) систем на i -ом агрегате (m_i)	$m_1=3; m_2=2; m_3=2; m_4=1; m_5=0;$ $m_6=1; m_7=3; m_8=1; m_9=1.$
Количество повреждённых систем j -го типа – (r_j).	$r_1=2; r_2=1; r_3=3; r_4=4; r_5=3.$

На рисунке 3 представлены результаты расчета приоритетов в виде графической зависимости.

Результаты расчета показывают различные уровни приоритетности направления поврежденных объектов на проведение восстановительных работ, причем приоритет более поврежденного по количеству систем агрегата не всегда выше, например, приоритеты агрегатов 1 и агрегатов 8, 9. Также следует отметить, что образец с приоритетом, равным 0 (агрегат 4, который полностью исправен и не требует проведения восстановительных работ), является разумным исключением и не используется в качестве ресурса для восстановления.

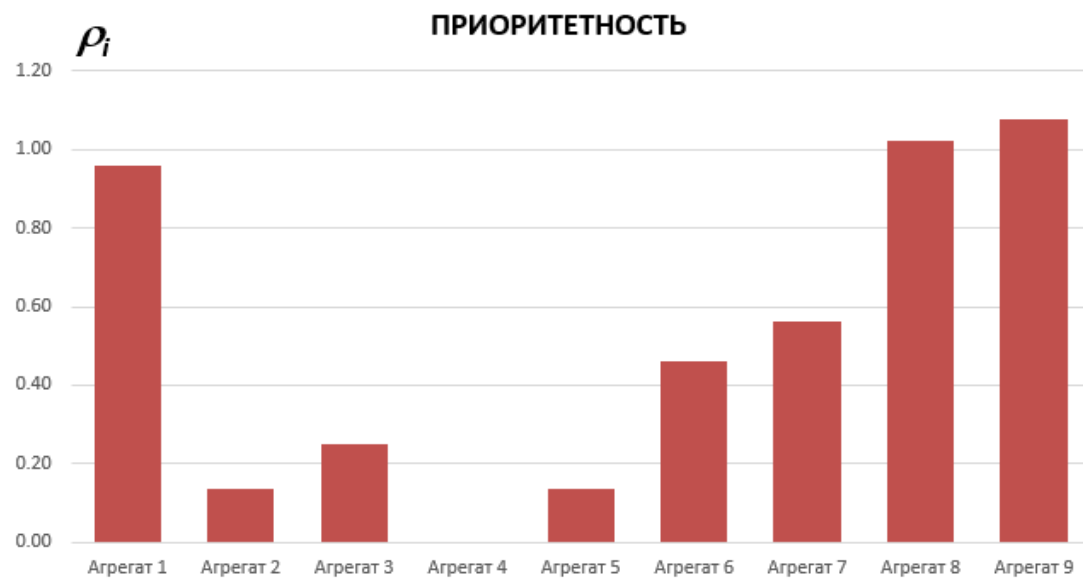


Рисунок 3 – Приоритетность восстановления агрегатов

Заключение

Полученные с помощью предложенной процедуры значения приоритетов позволяют сформировать план восстановления при наиболее рациональном расходовании ресурсов технического обеспечения.

Библиографический список

1. Автоматизация управления техническим обеспечением боевых действий: учебник / под ред. В. С. Ступакова. – Балашиха: ВА РВСН. – 2018. – 264 с.
2. Буравлев, А. И. Марковская модель восстановления вооружения и военной техники в новой системе технического обслуживания и ремонта // Вооружение и экономика. – 2014. – № 1 (26).
3. Пьянков, В. В. Управление процессом восстановления готовности с использованием агрегатов «доноров» / В. В. Пьянков, М. В. Фролов, Н. И. Романюк // Исследование проблем совершенствования РВО / Научно-технический сборник «Известия» ВА РВСН. – 2016. – Ч. I, № 269. – С. 517–524.
4. Ромашов, А. Ю. Методика оперативного управления силами и средствами технического обеспечения : дис. ... канд. техн. наук / Ромашов Александр Юрьевич. — Балашиха. – 2023. – 184 с.
5. Ромашов, А. Ю. Проблемные вопросы оперативного управления силами и средствами технического обеспечения соединения при восстановлении готовности мобильных образцов ВВСТ в условиях их значительного рассредоточения / А. Ю. Ромашов // Труды 4 ЦНИИ Минобороны России: науч.-техн. сборник выпуск. – 2021. – № 163 Т. 2. – С. 190–193.

Контактная информация:

Пьянков Валерий Викторович – stprep@yandex.ru ; SPIN-code: 7711-1030; Author ID: 616592
 Ромашов Александр Юрьевич – romashovi@list.ru
 Неволя Артур Иванович – arthurnevolya@yandex.ru

References

1. Automation of management of technical support of military operations: textbook. / edited by V. S. Stupakov. Balashikha: VA RVSN, 2018. 264 p.
2. Buravlev, A. I. Markov's model of restoration of armaments and military equipment in a new system of maintenance and repair // Armament and Economics. – 2014. – № 1 (26).
3. Pyankov, V. V. Management of the process of restoring readiness using «donor» units/ V. V. Pyankov, M. V. Frolov, N. I. Romanyuk // Investigation of the problems of improving the RVR / Scientific and technical Collection «Izvestiya» VA RVSN Part I, no. 269, 2016 – pp. 517–524
4. Romashov, A. Y. Methodology of operational management of forces and means of technical support : dissertation of the Candidate of Technical Sciences / Romashov Alexander Yurievich. Balashikha, 2023, 184 p.
5. Romashov, A. Yu. Problematic issues of operational control of forces and means of technical support of a formation when restoring the readiness of mobile models of military equipment in conditions of their significant dispersal / A. Yu. Romashov // Proceedings of the 4th Central Research Institute of the Ministry of Defense of Russia: scientific and technical collection issue. – 2021. – No. 163 Vol. 2. – P. 190–193.

Contact information:

Pyankov Valery Viktorovich – stprep@yandex.ru ; SPIN-code: 7711-1030; Author ID: 616592
Romashov Alexander Yuryevich – romashovi@list.ru
Nevolya Artur Ivanovich – arthurnevolya@yandex.ru