

УДК 338.27

DOI: 10.22213/2410-9304-2024-3-97-102

Модель системы ремонта вооружения и военной техники

А. В. Цапок, кандидат экономических наук,

Пензенский филиал военной академии МТО имени генерала армии А. В. Хрулёва, Пенза, Россия

Целью исследования, результаты которого представлены в статье, является разработка математической модели процесса восстановления вооружения и военной техники (ВВТ) с учетом их потерь по боевым и эксплуатационно-техническим причинам, а также производственных возможностей ремонтно-восстановительных органов (РВО) первого и второго уровней. Для оперативного решения задач планирования и управления системой восстановления необходимо иметь модели, допускающие приближенную оценку эффективности системы на различных уровнях управления. Гипотеза исследования: повышение эффективности восстановления вооружения и военной техники с использованием сил и средств войсковых ремонтных органов, выездных ремонтных бригад (ВРБ) в условиях операции, а также производственных мощностей предприятий местной промышленной экономической базы. В качестве критериев оценки эффективности рассмотрены показатели, характеризующие боевые возможности воинских формирований на определенный период военного планирования в условиях мирного и военного времени. Методы исследования: математический аппарат теории систем массового обслуживания и дифференциальные уравнения «динамики средних», системный анализ, сравнительный анализ, обобщение, прогнозирование, анализ документов. Полученная модель устанавливает зависимость между входными параметрами и выходными показателями системы восстановления, характеризующими исправность ВВТ. При этом параметром управления является параметр, который характеризует соотношение количества образцов ВВТ, ремонтируемых в РВО 1-го уровня. В результате разработанная модель может быть использована для анализа системы технического обеспечения войск; решения оптимизационных задач управления техническим обеспечением войск: нахождение оптимального соотношения количества образцов ВВТ, ремонтируемых РВО первого и второго уровня; определение оптимального количества выездных бригад по ремонту ВВТ при обеспечении заданного уровня исправности ВВТ и минимизации затрат на ремонт ВВТ.

Ключевые слова: вооружение и военная техника, восстановление, ремонтно-восстановительные органы, интенсивность, производственная возможность, ремонт.

Введение

Необходимым условием безопасности Российской Федерации является готовность Вооруженных сил (ВС) к быстрому и эффективному реагированию на новые вызовы. При этом техническое обеспечение войск является важнейшей составляющей комплекса мероприятий, направленных на поддержание боеготовности и боеспособности войск. Оно включает в себя мероприятия по обеспечению войск новым вооружением и военной техникой (ВВТ), ракетами и боеприпасами, восстановлению образцов ВВТ [1–3].

Мировой опыт войн и вооруженных конфликтов свидетельствует о том, что грамотная организация мероприятий по своевременному восстановлению ВВТ в динамике боевых действий является залогом успеха операции. Маршал Советского Союза Георгий Жуков подчеркивал, что любая блестяще разработанная операция без соответствующего тылового и технического обеспечения останется красивыми стрелами на бумаге.

За годы Великой Отечественной войны ремонтно-восстановительные органы (РВО) отремонтировали почти в 4,5 раза больше танков и самоходных артиллерийских установок (САУ), чем было их выпущено промышленностью. В ходе Афганской войны, благодаря четкой работе ремонтных подразделений, из 5270 единиц поврежденной бронетехники эвакуировали более 4000, отремонтировав из них более 2750. В ходе боестолкновений на Северном Кавказе РВО позволили охватить ремонтом и эвакуацией 80–90 % бронетехники, вышедшей из строя [4].

Привлечение к ремонту наряду с армейскими средствами специалистов предприятий промышленности дает возможность решить известную проблему восстановления сложных образцов ВВТ, таких как ракетные, зенитно-ракетные комплексы, РСЗО и т. п. [5].

В условиях современных войн, характеризующихся высокой интенсивностью и напряженностью боевых действий, вероятность выхода их из строя по боевым и эксплуатационно-техническим причинам существенно возрастает. Соответственно, возрастает и важность своевременного и качественного восстановления ВВТ [6–8].

Начиная с 2010 года в Вооруженных силах Российской Федерации (ВС РФ) идет процесс формирования новой системы материально-технического обеспечения (МТО) ВС РФ с ее адаптацией к внешним и внутренним условиям функционирования существующего экономического пространства [9].

Анализ существующих моделей оценки эффективности МТО войск показал, что существуют две основные группы моделей. К первой из них относятся имитационные модели, основным достоинством которых является обеспечение выявления конкретных характеристик ВВТ, в наибольшей степени влияющих на эффективность решения боевых задач. Обратной стороной таких возможностей является чрезвычайно большая размерность и сложность, а зачастую невозможность использования имитационных моделей при моделировании сложных надвиговых систем боевого назначения с различными

уровнями агрегирования. К другой группе моделей относятся расчетно-аналитические модели, характеризующиеся глубокой степенью проработанности и учитывающие специфические параметры для каждого вида (рода) войск [10–12].

Тем не менее существующие модели оценки эффективности системы восстановления различных подсистем вооружения, как правило, не имеют между собой функциональных и логических связей, используют различные критерии и методы оценок и могут быть применены только для решения частных специальных задач исследования. Например, в работе [13] в качестве критерия эффективности при построении аналитических моделей на примере системы противовоздушной обороны рассмотрены показатели, характеризующие степень достижения основных целей обороны по прикрытию объекта и отражению ударов противника в зависимости от уровня боевых возможностей системы обороны. В работе [14] главным показателем эффективности функционирования системы МТО обеспечения сил Военно-морского флота выступает вероятность успешного выполнения всех поставленных задач в зависимости от затраченного времени и воздействия внешних факторов.

Для оперативного решения задач планирования и управления системой восстановления на надвидовом уровне необходимо иметь модели, допускающие приближенную оценку эффективности системы на различных уровнях управления.

Ремонт образцов ВВТ может быть организован непосредственно в воинских частях силами своих РВО, силами РВО-объединения или выездной ремонтной бригадой (ВРБ) в месте дислокации РВО-объединения, на предприятиях местной промышленной экономической базы (МПЭБ), которые удалены от пунктов сбора поврежденной ВВТ на расстояние S км, а также на предприятиях-производителях ВВТ в зависимости от степени повреждения. При этом одна выездная бригада может одновременно ремонтировать не более одного образца ВВТ.

При планировании системы восстановления ВВТ в бою необходимо решать задачи, связанные с оценкой эффективности работы войсковых ремонтных органов и ВРБ по ремонту ВВТ в условиях операции, а также возможности МПЭБ.

Необходимо получить ответ на вопрос: какой же в том или ином случае выбрать способ организации ремонта – вести неисправные машины в РВО-объединения, организовать ремонт ВРБ, использовать предприятия местной промышленной экономической базы? Сколько при этом с экономической точки зрения целесообразно иметь выездных бригад, чтобы обеспечить заданный уровень боеготовности воинской части?

Математическая модель

Любой образец ВВТ, находящийся в соединении, может иметь следующие несовместные состояния:

S_0 – исправное и боеготовое состояние при использовании его по назначению (состояние боя). Боеготовое состояние образца ВВТ, определяет сте-

пень его подготовленности к использованию при выполнении боевых задач;

S_1 – неисправное состояние, требующее ремонт силами РВО-соединения;

S_2 – неисправное состояние образца ВВТ, требующее ремонт силами РВО-объединения, ВРБ, МПЭБ.

Поскольку имеется большое количество однородных элементов (образцов ВВТ), а отказы ВВТ являются случайными событиями, то для описания системы ремонта целесообразно использовать модель массового обслуживания, которая, с одной стороны, достаточно адекватно описывает реальный процесс эксплуатации ВВТ, с другой – ее параметры могут быть определены по статистическим данным из войск. Переходы из одного состояния в другое осуществляются с интенсивностями, которые зависят от воздействия внешней среды и управляющих воздействий со стороны системы управления.

При ведении боя образцы ВВТ выходят из строя с определенной интенсивностью.

На рис. 1 представлен граф возможных состояний образца ВВТ, где λ_1 – интенсивность отказов образцов ВВТ, ремонт которых осуществляется силами РВО первого уровня; λ_2 – интенсивность отказов образцов ВВТ, ремонт которых осуществляется силами РВО второго уровня; μ_1 – интенсивность восстановления ВВТ силами РВО первого уровня; μ_2 – интенсивность восстановления ВВТ силами РВО второго уровня.

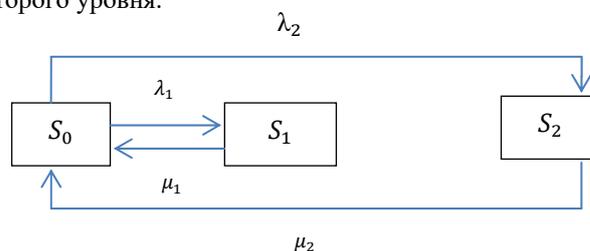


Рис. 1. Граф состояний образца ВВТ

Fig. 1. Graph of the states of the ВВТ sample

Интенсивности подачи неисправных образцов ВВТ в ремонт РВО второго уровня (объединения, ВРБ или на предприятия МПЭБ) λ_2 зависят от различных факторов: результатов диагностики ВВТ, наличия свободных РВО, ВРБ, наличия предприятий – и, по сути, являются управляющими параметрами.

Для этого введем параметр управления α , характеризующий долю ВВТ, ремонт которых производится в РВО 1-го уровня. Тогда интенсивность отказов образцов ВВТ, ремонт которых осуществляется силами РВО 1-го уровня, будет иметь вид:

$$\lambda_1 = (1 - \alpha)\lambda_{\text{тр}},$$

где $\lambda_{\text{тр}}$ – общая интенсивность выхода ВВТ в текущий ремонт.

Интенсивность потока неисправных образцов ВВТ в целом определяется как:

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2,$$

$$\lambda_2 = \lambda - (1 - \alpha)\lambda_{\text{тр}}.$$

Поток неисправных образцов ВВТ, подлежащих ремонту на втором уровне, является сложным и содержит в себе потоки направляемых ВВТ в ремонт: РВО-объединения, ВРБ, предприятия МПЭБ.

В соответствии с графом состояний выпишем систему уравнений для средних численностей ВВТ определенного типа, находящихся в различных состояниях:

$$\begin{cases} \frac{dn_0(t)}{dt} = -\lambda n_0(t) + \mu_1 n_1(t) + \mu_2 n_2(t), \\ \frac{dn_1(t)}{dt} = \lambda_1 - \mu_1 n_1(t), \\ \frac{dn_2(t)}{dt} = \lambda_2 - \mu_2 n_2(t) \end{cases}$$

с начальными условиями: $n_0(0) = N_0$; $n_1(0) = 0$; $n_2(0) = 0$.

Система уравнений не имеет поглощающих состояний, а также входных потоков интенсивности из внешних источников. Следовательно, она является замкнутой, в которой суммарная численность ВВТ $N(t)$, находящихся в разных состояниях, является постоянной величиной. Вместе с тем следует отметить, что не всегда имеется возможность восстановить технику, поэтому в состоянии S_2 будет накапливаться невосстанавливаемая техника (потери).

Интенсивности λ , μ определяются средним числом событий, происходящих на единицу времени, и имеют размерность [1/время]. При этом λ , $\lambda_{\text{тр}}$ определяются на основе статистических данных из войск.

Интенсивность ремонта ВВТ μ зависит от времени обслуживания единицы техники и определяется как:

$$\mu_1 = \frac{R_1}{N_0},$$

где R_1 – производственные возможности РВО первого уровня в сутки.

При ремонте в РВО 2-го уровня к времени ремонта добавляется время, затраченное на доставку образца ВВТ в РВО и обратно $t = \frac{2S}{v}$. Таким образом,

интенсивность ремонта ВВТ в РВО объединения определяется выражением:

$$\mu_2' = \frac{\mu_2}{\left(1 + \frac{2S}{24v}\right)},$$

где $\mu_2 = \frac{R_2}{N_0}$, R_2 – производственные возможности

РВО второго уровня в сутки.

Время ремонта будет определяться

$$t_p' = \frac{1}{\mu_2'}.$$

Производственные возможности второго уровня в соответствии с его сложностью определяются сум-

мой производственных возможностей РВО объединения, ВРБ и предприятий МПЭБ.

Производственные возможности предприятия по ремонту ВВТ определяются путем сравнительной оценки состава оборудования и персонала предприятия, привлекаемого непосредственно к проведению ремонтных работ с составом оборудования и численностью ремонтников в штатном РВО [15].

Производственные возможности предприятия определяются выражением

$$R_{\text{п}} = \frac{K_{\text{п.п}}}{K_{\text{ш}}} R_{\text{ш}},$$

где $K_{\text{п.п}}$ и $K_{\text{ш}}$ – численность персонала предприятия и штатного РВО; $R_{\text{ш}}$ – суточные производственные возможности штатного РВО.

При этом количество основного оборудования на предприятии должно быть не менее чем в $\frac{K_{\text{п.п}}}{K_{\text{ш}}}$

больше по сравнению с количеством такого оборудования в штатном РВО.

$$K_o \geq \frac{K_{\text{п.п}}}{K_{\text{ш}}} K_{o.\text{шт}}.$$

В противном случае возможности определяются выражением

$$R_{\text{п}} = R_{\text{ш}} \times b,$$

в котором $b = \min\{b_{\text{ш}}/b_{\text{п.п}}\}$, где $b_{\text{ш}}$ и $b_{\text{п.п}}$ – численность оборудования i -го типа на предприятии и в ремонтном органе соответственно.

Привлечение предприятий МПЭБ для ремонта ВВТ, содержащих радиоэлектронную аппаратуру возможно в более ограниченных объемах, чем для ремонта вооружения, не содержащих таковой аппаратуры.

Производственные возможности ВРБ определяются как:

$$R_{\text{ВРБ}} = \frac{K_{\text{ВРБ}}}{K_{\text{ш}}} R_{\text{ш}},$$

где $K_{\text{ВРБ}}$ и $K_{\text{ш}}$ – численность персонала выездной ремонтной бригады и штатного РВО; $R_{\text{ш}}$ – суточные производственные возможности штатного РВО, в приведенных единицах.

Полученная модель позволяет проводить анализ влияния основных параметров системы восстановления в условиях боевых действий на показатели эффективности ремонта ВВТ, основным из которых является коэффициент обеспеченности исправным и боеготовым ВВТ в моменты времени t :

$$K_o(t) = \frac{N(t)}{N_0}$$

и за время T

$$\bar{K}_o = \frac{\sum K_o(t)}{T}.$$

Таким образом, полученная модель устанавливает зависимость между входными параметрами (интенсивностями отказов λ и восстановления μ , расстоянием между РВО 2-го уровня и пунктом сбора по-

врежденного вооружения S) и выходными показателями, характеризующими исправность ВВТ $K_o(t)$ и $\overline{K_o}$. При этом параметром управления является α , который характеризует соотношение количества образцов ВВТ, ремонтируемых в РВО 1-го уровня.

Результаты расчетов

Рассмотрим пример, иллюстрирующий работоспособность разработанной модели при следующих исходных данных (табл. 1).

В табл. 2 показаны изменения коэффициента обеспеченности ($K_o(t)$, $\overline{K_o}$) в зависимости от параметра α . Из таблицы видно, что коэффициент обеспеченности достигает своих максимальных значений при $\alpha=0,5$, что говорит о целесообразности организации ремонта, при котором 50 % неисправного ВВТ необходимо направлять в РВО второго уровня, а 50 % ремонтировать в РВО первого уровня.

Таблица 1. Исходные данные примера

Table 1. Initial data of the example

Параметр	Обозначение	Значение
Расстояние	S	200 км
Скорость эвакуации	v	25 км/ч
Начальная численность исправного и боеготового ВВТ	N_0	43
Временной интервал	T	10 суток
Шаг моделирования	t	1 сутки
Интенсивность отказов исправного ВВТ	λ	0,4
Интенсивность отказов ВВТ в текущий ремонт	λ_{TP}	0,3
Интенсивность восстановления силами РВО соединения	μ_1	0,15
Интенсивность восстановления силами РВО объединения	μ_2	0,1

Таблица 2. Зависимость $K_o(t)$ и $\overline{K_o}$ от параметра α

Table 2. Dependence of $K_o(t)$ and $\overline{K_o}$ on the parameter α

t	α					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
	$K_o(t)$					
1	0,701	0,696	0,692	0,688	0,718	0,67
2	0,5171	0,510	0,504	0,497	0,544	0,476
3	0,405	0,396	0,389	0,38	0,426	0,358
4	0,335	0,326	0,318	0,308	0,348	0,287
5	0,293	0,283	0,274	0,264	0,295	0,243
6	0,266	0,256	0,246	0,235	0,26	0,217
7	0,249	0,239	0,228	0,218	0,236	0,201
8	0,238	0,227	0,217	0,206	0,221	0,191
9	0,230	0,22	0,209	0,198	0,21	0,186
10	0,225	0,215	0,204	0,193	0,203	0,182
$\overline{K_o}$	0,35	0,34	0,33	0,32	0,35	0,3

Анализ показал, что с увеличением расстояния S увеличивается время ремонта t_p' поврежденного ВВТ, влияющее на коэффициент обеспеченности исправным и боеготовым ВВТ. Следовательно, чем больше расстояние от места сбора поврежденного ВВТ до РВО, тем целесообразнее организовывать ремонт непосредственно в воинском подразделении.

Выводы

Полученная модель может быть использована:

- для анализа системы технического обеспечения войск;
- решения оптимизационных задач управления техническим обеспечением войск;
- нахождения оптимального соотношения количества образцов ВВТ, ремонтируемых РВО первого и второго уровня;
- определение оптимального количества выездных бригад по ремонту ВВТ при обеспечении заданного уровня исправности ВВТ и минимизации затрат на ремонт ВВТ.

Библиографические ссылки

1. Булгаков Д. В. Актуальные вопросы материально-технического обеспечения войск (сил) // Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды XXII Всероссийской научно-практической конференции РАРАН (1–4 апреля 2019 г.). Т. 6. СПб.: Российская академия ракетных и артиллерийских наук, 2019. 248 с.
2. Серба В. Я., Грачев В. В. Проблемы и направления совершенствования системы материально-технического обеспечения Вооруженных сил Российской Федерации // Военная мысль. 2018. № 5. С. 37–42.
3. Буравлев А. И. Военно-экономические и военно-технические аспекты оценки боевых возможностей группировок войск в задачах программно-целевого планирования // Вооружение и экономика. 2020. № 3 (53).
4. Савельев К. А. Исторический опыт и значение технического обслуживания и ремонта вооружения и военной техники в ходе боевых действий. Перспективы развития средств технического обслуживания и ремонта подразделений технического обеспечения // Синергия наук. 2020. № 53. С. 553–571.
5. Маев С. А. Под знаменем ремонта // Военно-промышленный курьер. 2016. № 37 (652).
6. Давлетов Б. Х. Особенности организации ремонта военной техники в современных условиях // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8, № 4. С. 418–425.
7. Тришункин В. В., Бычков А. В., Мурманских И. В. Реализация опыта материально-технического обеспечения на удаленном театре военных действий Войск (Коллективных сил) Организации Договора о коллективной безопасности // Военная мысль. 2021. № 2. С. 43–54.
8. Буренок В. М. Современные мировые тенденции развития и применения систем материально-технического обеспечения действий войск // Вооружение и экономика. 2022. № 2 (60). С. 7–11.
9. Буравлев А. И., Белозоров М. С. Модель управления технической готовностью ВВСТ при планировании и реализации государственной программы вооружения // Вооружение и экономика. 2022. № 1 (59). С. 12–32.
10. Ломовцева П. Е. Сравнительный анализ методов статистического и имитационного моделирования процессов материально-технического обеспечения // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных сил Российской Федерации: сборник научных

трудов / под ред. А. А. Целиковских, вып. 2 (16). СПб. : Издательство НИИ (ВСИ МТО ВС РФ) ВА МТО, 2020. С. 21–29.

11. Филяев М. П., Воробьев А. А. Актуальные вопросы имитационно-аналитического моделирования логистических процессов ракетно-технического обеспечения // Восьмые Уткинские чтения : труды Общероссийской научно-технической конференции. Сер. «Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ». 2019. С. 290–296.

12. Буравлев А. И., Еланцев Г. А. Вероятностные модели управления жизненным циклом вооружения и военной техники // Вооружение и экономика. 2021. № 3 (57). С. 45–65.

13. Горевич Б. Н. Методический подход к оценке эффективности обороны объектов (на примере ПВО) // Военная мысль.– 2009. № 1.

14. Сидоренко К. П., Руссу А. Б. Модель оценки эффективности функционирования системы материально-технического обеспечения Сил ВМФ // Морская радиоэлектроника. 2011. № 4 (38).

15. Михайлов А. Л., Цанок А. В. Методика расчета интенсивности восполнения вооружения и военной техники в операции // Глобальный научный потенциал. 2020. № 4 (109). С. 200–203.

References

1. Bulgakov D.V. *Aktual'nye voprosy material'no-tekhnicheskogo obespecheniya voisk (sil)* [Actual issues of material and technical support of troops (forces)]. *Aktual'nye problemy zashchity i bezopasnosti: Trudy XXII Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii RARAN (1–4 aprelya 2019 g.)* [Actual problems of protection and security: Proceedings of the XXII All-Russian scientific and practical conference RARAN (April 1-4, 2019)]. Vol. 6. Saint Petersburg: Rossiiskaya akademiya raketnykh i artilleriiskikh nauk, 2019. 248 p. (in Russ).

2. Serba V.Ya., Grachev V.V. [Problems and directions of improving the logistics system of the Armed Forces of the Russian Federation]. *Voennaya mysl'*. 2018. No. 5. Pp. 37-42 (in Russ).

3. Buravlev A.I. [Military-economic and military-technical aspects of assessing the combat capabilities of groups of troops in the tasks of program-target planning]. *Vooruzhenie i ekonomika*. 2020. No. 3 (in Russ).

4. Saveliev K.A. [Historical experience and importance of maintenance and repair of weapons and military equipment during combat operations. Prospects for the development of maintenance and repair facilities for technical support units]. *Sinergiya nauk*. 2020. No. 53. Pp. 553-571 (in Russ).

5. Mayev S.A. [Under the banner of repair]. *Voennopromyshlenniy kur'er*. 2016. No. 37 (in Russ).

6. Davletov B. H. [Features of the organization of repair of military equipment in modern conditions]. *Byulleten' nauki i praktiki*. 2022. Vol. 8, no.4. Pp. 418-425 (in Russ).

7. Trishunkin V.V., Bychkov A.V., Murmanskikh I.V. [Implementation of the experience of logistics in the remote theater of military operations of Troops (Collective forces) Collective Security Treaty Organization]. *Voennaya mysl'*. 2021. No. 2. Pp. 43-54 (in Russ).

8. Burenok V.M. [Modern world trends in the development and application of logistics systems for military operations]. *Vooruzhenie i ekonomika*. 2022. No. 2. Pp. 7-11 (in Russ).

9. Buravlev A.I., Belozorov M.S. [A model for managing the technical readiness of the Air Force during the planning and implementation of the state armament program]. *Vooruzhenie i ekonomika*. 2022. No. 1. Pp. 12-32 (in Russ).

10. Lomovtseva P.E. *Sravnitel'nyi analiz metodov statisticheskogo i imitatsionnogo modelirovaniya protsessov material'no-tekhnicheskogo obespecheniya* [Comparative analysis of methods of statistical and simulation modeling of logistics processes]. *Nauchnye problemy material'no-tekhnicheskogo obespecheniya Vooruzhennykh sil Rossiiskoi Federatsii: sbornik nauchnykh trudov* [Scientific problems of material and technical support of the Armed Forces of the Russian Federation: a collection of scientific papers] / edited by A. A. Tselykovskikh, issue 2 (16), 176 p. St. Petersburg, Publishing Izdatel'stvo NII (VSI MTO VS RF) VA MTO, 2020. Pp. 21-29 (in Russ.).

11. Filyaev M.P., Vorobyov A.A. *Aktual'nye voprosy imitatsionno-analiticheskogo modelirovaniya logisticheskikh protsessov raketno-tekhnicheskogo obespecheniya* [Topical issues of simulation and analytical modeling of logistic processes of rocket and technical support]. *Vos'mye Utkinskije chteniya : trudy Obshcherossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii. Ser. «Biblioteka zhurnala «Voennemkh. Vestnik BGTU»* [The Eighth Utkin readings. Proceedings of the All-Russian Scientific and technical conference. Ser. "Library of the journal "Voennemkh. Bulletin of BSTU"]. 2019. Pp. 290-296 (in Russ.).

12. Buravlev A.I., Elantsev G.A. [Probabilistic models of life cycle management of armament and military equipment]. *Vooruzhenie i ekonomika*. 2021. No. 3. Pp. 45-65 (in Russ.).

13. Gorevich B.N. [A methodological approach to assessing the effectiveness of the defense of objects (on the example of air defense)]. *Voennaya mysl'*. 2009. No. 1 (in Russ.).

14. Sidorenko K.P., Russu A.B. [A model for evaluating the effectiveness of the Navy's logistics support system]. *Morskaya radioelektronika*. 2011. No. 4 (in Russ.).

15. Mikhailov A.L., Tsapok A.V. [Methodology for calculating the intensity of replenishment of weapons and military equipment in an operation]. *Global'nyi nauchnyi potentsial*. 2020. No. 4. Pp. 200-203 (in Russ.).

* * *

The Model of the Armament And Military Equipment Repair System

A. V. Tsapok, PhD in Economics, Lecturer, The Branch of the Federal State-owned Military Educational Institution of Higher Education "Military Educational Institution of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulyov", Penza, Russia

The purpose of the study, the results of which are presented in the article, is to develop a mathematical model of the process of restoring weapons and military equipment (IWT), taking into account their losses due to combat and operational and technical reasons, as well as the production capabilities of repair and restoration bodies (RVOS) of the first and second levels. For the operational solution of the recovery system planning and managing tasks, it is necessary to have models that allow approximate assessment of the system effectiveness at various levels of management. The hypothesis of the study is to increase the efficiency of restoring weapons and military equipment using the forces and means of military repair bodies, field repair brigades (VRB) in the

conditions of the operation, as well as the production capacities of enterprises of the local industrial economic base. As criteria for effectiveness evaluation, the indicators characterizing the combat capabilities of military formations for a certain period of military planning in peacetime and wartime are considered. Research methods are mathematical apparatus of the theory of queuing systems and differential equations of "dynamics of averages", system analysis, comparative analysis, generalization, forecasting, and document analysis. The resulting model establishes a relationship between the input parameters and the output indicators of the recovery system, characterizing the serviceability of the IWT. In this case, the control parameter is a parameter that characterizes the ratio of the number of samples of military equipment repaired in the 1st-level RVR. Results: the developed model can be used for: analyzing the technical support system of troops; solving optimization problems of managing the technical support of troops; finding the optimal ratio of the number of samples of military equipment repaired by the first and second level RVOS; determining the optimal number of field crews for repairing military equipment while ensuring a given level of serviceability of military equipment and minimizing the cost of repairing military equipment.

Keywords: armament and military equipment, restoration, repair and restoration bodies, intensity, production capability, repair.

Получено: 24.06.24

Образец цитирования

Цапок А. В. Модель системы ремонта вооружения и военной техники // Интеллектуальные системы в производстве. 2024. Т. 24, № 3. С. 97–102. DOI: 10.22213/2410-9304-2024-3-97-102.

For Citation

Tsapok A.V. [The model of the armament and military equipment repair system]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*. 2024, vol. 22, no. 3, pp. 97-102. DOI: 10.22213/2410-9304-2024-3-97-102.