

§10 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Шибанов Г. П.

МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕДУРАМИ УТИЛИЗАЦИИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Предметом исследования являются технологические процедуры утилизации вооружения и военной техники, рассматриваемые на примере процедур утилизации сложной дорогостоящей авиационной техники типа летательных аппаратов. Определение целесообразности и предпочтительности реализации операций технологического процесса утилизации базируется на том, что разность между расходами на утилизацию и полученными от неё доходами должна быть максимально возможной при времени утилизации, не превышающем заданное. При этом на разрабатываемую методику не накладывались жесткие ограничения, что обусловило ее применимость для утилизации любых образцов вооружения и военной техники. Методы исследования: теория операций, математическая кибернетика, теория поддержки принятия решений, теория сбора и обработки экспертной информации. Основными результатом проведенного исследования является методика, позволяющая расположить технологические процессы утилизации вооружения и военной техники по оси предпочтительности с последующим разбиением на кластеры. Классифицируя кластеры по соотношению затрат на утилизацию к полученным от утилизации доходам, получаем предпочтительную научно обоснованную программу утилизации образцов вооружения и военной техники.

Ключевые слова: утилизация вооружения, утилизация военной техники, технологическая процедура утилизации, оптимальное управление, утилизация авиационной техники, соотношение затраты-выгоды, упорядочение технологических процедур, программа утилизации, безопасность утилизации, управление утилизацией вооружения.

Review. *The subject of this research is the technological procedures of disposal of ordnance and military equipment, examined on the example of disposal procedures of sophisticated and costly aviation equipment. Determination of reasonableness and preference of realization of operation of technological process of disposal is based on the fact that the difference between expenses for disposal and profits received from it must be maximally possible during the term of disposal that does not exceed the set term. At the same time, the methodology being developed was not bound by strict limitations, which made it useful for disposal of any type of examples of ordnance and military equipment. The main result of the conducted analysis is the methodology that allows positioning the technological processes of disposal of ordnance and military equipment on the axis of preferentiality with subsequent division into clusters. Classifying the clusters by ratio between spending on disposal and profits received from disposal, we get a preferential scientifically founded program of disposal of examples of ordnance and military equipment.*

Keywords: *streamlining technological procedures, cost-benefit ratio, disposal of aviation equipment, optimal management, technological disposal procedure, disposal of military equipment, ordnance disposal, recycling program, safe disposal, managing ordnance disposal.*

В результате продолжающегося реформирования Вооружённых Сил, а также других силовых структур России, в составе которых осуществляется эксплуатация авиационной техники военного назначения (АТ ВН), выполнения ратифицированных международных договоров по сокращению вооружения, снятия с вооружения и вывода из штатов строевых частей ВВС, армейской авиации и других силовых структур страны устаревших (как морально, так и физически) образцов АТ ВН, авиационных средств поражения (авиабомб, авиационных ракет, боеприпасов к бортовому стрелково-пушечному вооружению и т. д.) в настоящее время в войсках, на складах и базах скопилось большое количество соответствующих военно-технических средств, подлежащих ликвидации и утилизации [1-5].

Под военно-техническими средствами понимается в данном случае всё многообразие образцов АТ ВН, авиационных средств поражения (АСП), специальных веществ, жидкостей, наземного имущества, используемого при эксплуатации АТ ВН и АСП, и т. п., закреплённого за ВВС и другими силовыми структурами страны, т. е. всё имущество, находящееся (на вооружении или снабжении войск) в оперативном управлении Министерства обороны [1, 4, 6-8].

В целом под утилизацией авиационных комплексов военного назначения следует понимать:

- использование образцов АТ ВН и их комплектующих изделий, имеющих самостоятельное функциональное назначение, высвобождаемых Министерством обороны и другими силовыми ведомствами страны

(без доработки и модернизации) в народнохозяйственных целях (авиадвигатели для мощных насосно-компрессорных станций, наземное контрольно-проверочное оборудование, аккумуляторы, газовые баллоны и т. д.);

- доработку образцов АТ ВН под объекты гражданского назначения (например, в аварийно-спасательные, пожарные и санитарные варианты);
- переработка образцов АТ ВН в товары народного потребления (например, производство из отслуживших назначенный ресурс авиационных боеприпасов нитроэмалей, линолеума, обливочной плитки, фурнитуры, сантехнической аппаратуры, предметов обихода из латуни и меди, промышленных взрывчатых веществ и т. п.);
- демонтаж, разагрегатирование бортового оборудования летательных аппаратов для применения узлов и деталей в народнохозяйственных целях;
- переработка АТ ВН в лом чёрных, цветных и драгоценных металлов, в полимерные, композиционные материалы с последующим использованием в качестве сырьевых ресурсов;
- применение подлежащих снятию с вооружения образцов авиатехники для внутренних нужд Министерства обороны (в качестве памятников, действующих учебных макетов, наземных и воздушных целей при испытании новых образцов вооружения и при проведении учений: узлов и агрегатов как запасного имущества.

Снимаемая с вооружения АТ ВН обладает большим ресурсным потенциалом, который при рациональной организации процесса утилизации может быть использован в гражданских целях и способен значительно пополнить ресурсы экономики России [1, 9–11]. Поэтому весьма актуальным является осуществление перехода от уничтожения к промышленной утилизации военной АТ и применяемого при её эксплуатации специального наземного оборудования. Основной целью утилизации образцов АТ ВН должно быть ресурсосбережение в России за счёт эффективного использования результатов научно–технического прогресса и производственного потенциала отраслей промышленности, и в первую очередь, авиационной.

Процесс утилизации должен быть экологически чистым. При этом основное внимание должно быть акцентировано на безопасности переработки утилизируемых образцов и максимально полезное применение для экономики страны получаемых продуктов утилизации.

При рациональной организации процесса утилизации АТ ВН, должны решаться следующие основные задачи [2, 12]:

- снижение взрывоопасности в строевых частях, на складах, базах и арсеналах Министерства обороны и других силовых ведомств, связанных с хранением взрывоопасных образцов (например, авиабомб, боевых частей авиационных ракет, патронов к бортовому стрелково–пушечному вооружению, ракетных топлив и специальных составов);
- повышение боеготовности Вооружённых сил за счёт использования снимаемых с вооружения образцов АТ ВН, для внутренних нужд Министерства обороны и других силовых ведомств (пополнение ЗИПа, использование в учебных целях, для создания целевой обстановки при испытаниях нового оружия и проведении учений войск, и т.д.);
- сохранение научно–технического и производственного потенциалов оборонной промышленности за счёт реализации процесса утилизации образцов АТ ВН в качестве одного из направлений конверсии (научно–исследовательские организации — для разработки технологий их утилизации, а предприятия промышленности — для

глубокой утилизации образцов, однотипных с серийно выпускаемыми);

- повышение социальной защищённости военнослужащих и их семей за счёт отчисления на эти нужды части средств, поступающих от утилизации.

Таким образом, процесс утилизации АТ ВН может быть представлен как один из способов пополнения материально–сырьевых ресурсов и увеличения производства товаров народного потребления, а также один из дополнительных внебюджетных финансовых источников, который может быть использован для решения социальных проблем военнослужащих и для укрепления материальной базы оборонных предприятий.

В настоящее время при формировании Государственной программы вооружения (ГПВ) ставится задача определения и обеспечения рациональных пропорций финансовых затрат на всех этапах жизненного цикла авиационных комплексов, в том числе и на этапе их утилизации. При этом должны учитываться как расходы на утилизацию ($C_{p.v.}$), так и ожидаемые доходы ($C_{o.o.}$). Получение обоснованных рекомендаций в этой области предполагает наличие достоверных исходных данных по объёмам ассигнований на утилизацию АТ ВН в течение рассматриваемого планового периода, составу и количеству образцов АТ ВН, подлежащих утилизации, а также состоянию (возможностям) предприятий оборонно–промышленного комплекса, занимающихся утилизацией [2, 12, 13].

В целом процесс утилизации каждого из образцов АТ ВН можно представить в виде технологии выполнения некоторой последовательности операций, начиная с определения предпочтительности использования такого образца в народном хозяйстве без модернизации и доработок и кончая его переработкой в лом с дальнейшим использованием последнего в качестве сырьевых ресурсов.

Оценка целесообразности и предпочтительности выполнения входящих в данную технологию операций должна базироваться на том, что разность между расходами на утилизацию и полученными в результате утилизации доходами должна быть максимально возможной при времени утилизации не превышающего заданное, т.е. должны соблюдаться условия [13–15]

$$C_{p,y} < C_{o,d}; C_{p,y} \Leftarrow \min \sum_{i=1}^N (C_{p,y}^{(i)}); C_{o,d} \Rightarrow \max \sum_{i=1}^N (C_{o,d}^{(i)} - C_{p,y}^{(i)}) \text{ при } t_i < t_{зад}$$

Предпочтительность каждой из i операций процесса утилизации образцов АТ ВН может быть установлена на основе трёх типов экспертных оценок [16–25]:

Непосредственная оценка неизвестной полезности (доходности) каждой из i операций технологического процесса несколькими экспертами с последующим осреднением результатов экспертизы.

Ранжирование рассматриваемых N операций технологического процесса утилизации по степени их значимости, исходя из минимума их стоимости и максимума доходности при ограничении на время реализации.

Оценка близости показателей эффективности процесса утилизации для некоторых пар операций.

В результате обработки экспертных данных операциям технологического процесса утилизации приписываются числовые характеристики эффективности их реализации или операции группируются по признаку близости показателя предпочтительности.

Перечисленные выше виды экспертных оценок могут быть представлены математическими соотношениями следующих трёх типов:

Соотношения типа равенств. Эти соотношения имеют вид

$$\Theta_i + \xi_k = a_{ik}, \quad (1)$$

где Θ_i — предпочтительность i -й операции технологического процесса утилизации; a_{ik} — оценка предпочтительности i -й операции k -м экспертом; ξ_k — ошибка экспертизы.

Соотношения типа неравенств. Например, при указании диапазона, в котором находится значение Θ_i , соответствующие неравенства имеют вид

$$a_{ik}^g \leq \Theta_i + \xi_k \leq a_{ik}^n, \quad (2)$$

где a_{ik}^g, a_{ik}^n — верхняя и нижняя границы диапазона, в котором по оценке k -го эксперта находится значение Θ_i .

Если в ходе экспертизы устанавливается, что $\Theta_i \prec \Theta_j$ (\prec — знак предпочтения), то это означает, что

$$\Theta_i - \Theta_j + \xi_k \leq -\varepsilon, \quad (3)$$

где Θ_i и Θ_j — предпочтительности операций, экспертиза которых проводилась при парном сравнении; ξ_k — ошибка экспертизы; ε — порог чувствительности.

Если по оценке эксперта $\Theta_i \approx \Theta_j$ (\approx — символ неразличимости), то

$$-\varepsilon \leq \Theta_i - \Theta_j + \xi_k \leq \varepsilon. \quad (4)$$

«Ненаправленные» соотношения. В этих соотношениях оценивается модуль разности предпочтительности операций утилизации или же модуль отклонения от базовой операции, при которой получается наибольший доход за минимальное время при минимальных исходных затратах. Они имеют вид

$$|\Theta_i - \Theta_j| + \xi_k = d_{ij} \quad (5)$$

$$\text{или же } |\Theta_i - a| + \xi_k = d_i, \quad (6)$$

где d_{ij} и d_i — мера близости между операциями по их предпочтительности;

a — эффективность базовой операции, позволяющей получить наибольший доход при наименьших затратах за заданное время.

Во всех трёх случаях целью обработки имеющихся соотношений является определение численных значений Θ_i предпочтительности операций утилизации образцов АТ ВН, а основным методом обработки — максимизация функции правдоподобия, представляющей собой вероятность совместного появления соотношений (1) ... (6). Так, если эксперт непосредственно оценивал неизвестную величину Θ_i , вероятность появления соотношения (1) равна

$$P_i = p_i(\xi_k) d \xi_k,$$

где $p_i(\xi_k)$ — плотность распределения вероятности появления ошибки экспертизы ξ_k в k -й экспертизе i -й операции технологического процесса утилизации.

Причинами появления этой ошибки могут быть:

- размытость самого понятия эффективность или предпочтительность операции;
- неоднородность или нестабильность операций экспертизы объектов АТ ВН, подлежащих утилизации;
- несовершенство человека как измерительного инструмента.

Вероятность появления конкретной совокупности оценок i -й операции утилизации пропорциональна величине

$$P_i = \prod_{k=1}^{K_i} p_i(\xi_k) d\xi_k,$$

где K_i — число экспертиз i -й операции технологического процесса утилизации; $\xi_k = a_{ik} - \Theta_i$.

Именно эту величину требуется минимизировать по Θ_i для получения оценки наибольшей точности. Если предположить, что ошибка экспертизы распределена по нормальному закону с нулевым средним и дисперсией σ_{ik}^2 , то максимизация подлежит произведение

$$P_i = \prod_{k=1}^{K_i} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_{ik}} e^{-\frac{(a_{ik} - \Theta_i)^2}{2\sigma_{ik}^2}} = B e^{-\frac{1}{2} \sum_{k=1}^{K_i} W_{ik} (a_{ik} - \Theta_i)^2}, \quad (7)$$

где $B = \text{const}$, а $W_{ik} = \frac{1}{\sigma_{ik}^2}$.

Максимум выражения (7) совпадает с минимумом функции

$$Q_i = \sum_{k=1}^{K_i} W_{ik} (a_{ik} - \Theta_i)^2.$$

Таким образом, при сделанных предположениях относительно статистического характера ошибки экспертизы метод максимального правдоподобия превращается в метод наименьших квадратов.

Более подробные сведения о методах максимального правдоподобия и наименьших квадратов и их распространение на случай коррелированных и аномальных измерений можно найти в работе [2]. Обработка экспертных данных, представленных в форме неравенств, производится в соответствии с рядом оригинальных методик, объединённых общим названием «линейные экспертные модели» [12, 15–18, 21–25].

Линейная экспертная модель имеет следующую вероятностную схему. Рассматривается множество процессов утилизации A_1, A_2, \dots, A_i , каждый из которых имеет определённую предпочтительность Θ_i . Для каждой пары процессов может быть установлено либо бинарное отношение предпочтения (\prec) одного процесса над другим, либо отношение неразличимости (\approx). Разница $\Theta_{ij} = \Theta_i - \Theta_j$ между соответствующими предпочтениями, выраженными в относительных единицах, измеряется экспертом с некоторой ошибкой ξ , подчинённой закону распределения $f(\xi)$. Причины появления этой ошибки были указаны ранее.

Предполагается, что, наблюдая величину $y_{ij} = \Theta_{ij} + \xi$, эксперт осознанно или неосознанно руководствуется следующим правилом:

если $|y_{ij}| \leq \varepsilon$, где ε — некоторая фиксированная величина, он принимает решение о неразличимости процессов по их эффективности;

если $y_{ij} > \varepsilon$ принимается решение о превосходстве (предпочтительности) i -го процесса;

если же $y_{ij} < -\varepsilon$ принимается решение о превосходстве j -го процесса над i -м. На основании полученных данных каждому из процессов утилизации приписываются определённые характеристики предпочтительности.

В рамках линейной экспертной модели вероятность того, что при одноразовом сопоставлении i -го и j -го процессов утилизации лучшим будет признан i -й процесс, равна

$$P_{ij}^1 = \text{Вер}(A_i \succ A_j) = \text{Вер}(\Theta_i - \Theta_j + \xi > \varepsilon) = \text{Вер}(\xi > \varepsilon + \Theta_j - \Theta_i) = 1 - f(\Theta_j - \Theta_i + \varepsilon) = H(\Theta_j - \Theta_i + \varepsilon),$$

вероятность того, что i -й процесс утилизации будет признан худшим, равна

$$P_{ij}^2 = \text{Вер}(\Theta_j - \Theta_i + \xi < -\varepsilon).$$

Наконец, вероятность того, что в пределах программного периода утилизации они будут признаны равноценными по расходам и доходам, равна

$$P_{ij}^3 = \text{Вер}(-\varepsilon \leq \Theta_i - \Theta_j + \xi \leq \varepsilon).$$

Если i -й и j -й процессы утилизации сопоставлялись между собой t_{ij} раз, причём k_{ij} раз

лучшим признавался i -й процесс, l_{ij} раз — j -й процесс и m_{ij} раз они признавались неразличимыми по эффективности, то вероятность такого сложного события P_{ij} будет

$$P_{ij} = \frac{l_{ij}!}{(k_{ij}! l_{ij}! m_{ij}!)} (P_{ij}^1)^{k_{ij}} (P_{ij}^2)^{l_{ij}} (P_{ij}^3)^{m_{ij}}.$$

Если взять совокупность парных сравнений в целом, то вероятность появления конкретной реализации будет пропорциональна

$$P = \prod_{i>j} (P_{ij}^1)^{k_{ij}} (P_{ij}^2)^{l_{ij}} (P_{ij}^3)^{m_{ij}} \quad (8)$$

Для определения $\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_n$ необходимо максимизировать по $\Theta = \Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_n$ выражение (8) или с тем же результатом его логарифм

$$L = \log P = \sum_{i>j} (k_{ij} \log P_{ij}^1 + l_{ij} \log P_{ij}^2 + m_{ij} \log P_{ij}^3).$$

Поскольку во все предыдущие формулы входят только разности предпочтительности процессов утилизации $\Theta_i - \Theta_j$, то каждая величина определяется с точностью до произвольного постоянного слагаемого. Кроме того, половину размера вилки нечувствительности $\frac{\varepsilon}{2}$ можно принять за единицу масштаба. Само же значение показателя эффективности или предпочтительности процесса утилизации оказывается измеренным в шкале разностей.

В случае обработки ненаправленных соотношений невязка между «измеренными» значениями d_{ij} , определёнными экспертами, и фактическим «расстоянием» между искомыми величинами Θ_i и Θ_j имеет вид

$$\Delta_{ij} = d_{ij} - |\Theta_i - \Theta_j|,$$

а функция правдоподобия

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Аюпов А. И., Пляскота С. И. Научный подход к организации авиационного строительства и его управлению в России на современном этапе // Военная мысль. 2011. № 5. С. 26–35.
2. Андронов А. В., Шибанов Г. П. Современная технология научного выбора наиболее перспективного образца техники из ряда образцов аналогичного назначения // Мехатроника. Автоматизация. Управление. № 4, 2015. С. 245–249.
3. Буренок В. М., Ляпунов В. М., Мудров В. И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения / Под ред. А. М. Московского. М.: Изд. «Вооружение. Политика. Конверсия», 2004. 419 с.

$$P = \prod_i \prod_j \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_{ij}} \exp \left\{ -\frac{(d_{ij} - |\Theta_i - \Theta_j|)^2}{2\sigma_{ij}^2} \right\} = B \exp \left[-\sum_i \sum_j W_{ij} (d_{ij} - |\Theta_i - \Theta_j|)^2 \right],$$

где $W_{ij} = \frac{1}{2\sigma_{ij}^2}$, а $B = \text{const}$.

Минимизации подлежит взвешенная сумма квадратов невязок, т.е. величина

$$\Phi = \sum_i \sum_j W_{ij} (d_{ij} - |\Theta_i - \Theta_j|)^2, \quad i > j.$$

В результате определения тем или иным способом вектора $\Theta = (\Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_n)$, где Θ_i — эффективность i -го процесса утилизации, а n — количество оцениваемых процессов, последние расположатся по оси предпочтительности и могут быть разбиты на кластеры. В один кластер объединяются все технологические процессы утилизации, в которых среднее значение внутригрупповых расстояний намного меньше среднего значения межгрупповых расстояний. Классифицируя кластеры по соотношению затрат на утилизацию образца АТ ВН к полученным от его утилизации доходам, мы завершим формальную процедуру разбиения всей совокупности процессов утилизации по данному показателю, что позволит составить предпочтительную научно обоснованную программу утилизации соответствующих образцов АТ ВН в рамках Государственного оборонного заказа.

В заключение следует заметить, что недостаточное внимание к вопросам утилизации может привести, и в ряде случаев уже привело, к тяжёлым последствиям и трудно преодолимым проблемам. В качестве примера можно назвать проблемы утилизации химического оружия, отработанного ядерного топлива атомных подводных лодок, эффективное решение которых практически оказалось невозможным без участия мирового сообщества.

4. Осыковский Н. М., Шибанов Г. П. Возможности развития авиационной техники военного назначения в условиях жесткого финансового кризиса // Проблемы безопасности полетов. 2010. № 7. С. 26–29.
5. Кравченко И. Н., Севрюков И. Т., Мигачев Ю. С., Кочуров В. В., Лучин И. В., Золотов И. А. Концепция утилизации комплексов и систем вооружения и военной техники с применением инновационных и информационных технологий // Ремонт, восстановление, модернизация. 2013. № 1. С. 31–41.
6. Шибанов Г. П. Оптимизация процесса контроля бортовых комплексов оборудования летательных аппаратов // Мехатроника, автоматизация, управление. 2014. № 6. С. 56–61.
7. Коломиец А. В., Федоров М. В., Богомолов А. В., Мережко А. Н., Солдатов А. С., Есев А. А. Метод поддержки принятия решений по управлению ресурсами при испытаниях авиационной техники // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2010. Т. № 5. С. 38–40.
8. Воробьев А. А., Лагойко О. С. Информационно-диагностические системы встроенного контроля состояния воздушных судов // Программные системы и вычислительные методы. 2014. № 4. С. 437–445.
9. Рудаков С. В., Богомолов А. В. Методика расчета напряженности электростатического поля в изоляции многожильных кабелей // Безопасность в техносфере. 2013. № 1 (40). С. 39–43.
10. Васильев С. В., Комаров А. В., Резников В. М., Степанова Е. Е. Направления совершенствования организации и управления промышленной утилизацией вооружения и военной техники в Российской Федерации // Оборонный комплекс — научно-техническому прогрессу России. 2013. № 1. С. 102–108.
11. Чиров Д. С., Терешонок М. В., Елсуков Б. А. Метод и алгоритмы оптимизации технических характеристик комплексов радиомониторинга // Т-Сomm: Телекоммуникации и транспорт. 2014. Т. 8. № 10. С. 88–92.
12. Райзберг Б. А., Лобко А. Г. Программно-целевое планирование и управление. М.: ИНФРА-М, 2002. 428 с.
13. Фёдоров М. В., Калинин К. М., Богомолов А. В., Стецюк А. Н. Математическая модель автоматизированного контроля выполнения мероприятий в органах военного управления // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2011. Т. 9. № 5. С. 46–54.
14. Харитонов В. В., Ткачук А. В., Солдатов А. С., Зыкин А. П., Есев А. А. Функциональное моделирование управления затратами на летные испытания авиационной техники // Двойные технологии. 2014. № 4 (69). С. 2–5.
15. Мудров В. И., Кушко В. Л. Методы обработки измерений. М.: Радио и связь, 1983. 394 с.
16. Кукушкин Ю. А., Богомолов А. В., Ушаков И. Б. Математическое обеспечение оценивания состояния материальных систем // Информационные технологии. 2004. № 7. 32 с.
17. Богомолов А. В., Зуева Т. В., Чикова С. С., Голосовский М. С. Экспертно-аналитическое обоснование приоритетных направлений совершенствования системы предупреждения биологических террористических актов // Информатика и системы управления. 2009. № 4. С. 134–136.
18. Козлов В. Е., Богомолов А. В., Рудаков С. В., Оленченко В. Т. Математическое обеспечение обработки рейтинговой информации в задачах экспертного оценивания // Мир измерений. 2012. № 9. С. 42–49.
19. Макаренко В. Г., Богомолов А. В., Рудаков С. В., Подорожняк А. А. Технология построения инерциально-спутниковой навигационной системы управления транспортными средствами с нейросетевой оптимизацией состава вектора измерений // Мехатроника, автоматизация, управление. 2007. № 1. С. 39–44.
20. Верба В. С., Капустян С. Г., Меркулов В. И., Харьков В. П. Оптимизация радиоэлектронных систем управления // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2013. Т. 11. № 11. С. 003–021.
21. Гандурин В. А., Меркулов В. И., Харьков В. П. Адекватность моделей в пространстве состояний // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2007. Т. 5. № 10. С. 22–29.

22. Буравлев А. И., Нежинский Н. Н. Методика оптимизации номенклатуры образцов вооружения и военной техники при формировании государственной программы вооружения // Вооружение и экономика. 2010. № 1(09). С. 49–52.
23. Шипилов В. В., Куксин К. Г., Баранов Н. А. Управление ресурсами при обеспечении безопасности защищаемых объектов // Нелинейный мир. 2014. Т. 12. № 7. С. 29–32.
24. Буравлев А. И., Монин С. А. Методика оценки технического уровня парка вооружения и военной техники в ходе реализации программных мероприятий по ее закупке и ремонту // Вооружение и экономика. 2012. № 1(17). С. 8–13.
25. Буравлев А. И., Монин С. А. Задача оптимальной корректировки ГОЗ в процессе реализации программных мероприятий ГПВ // Вооружение и экономика. 2011. № 3(15). С. 101–106

REFERENCES (TRANSLITERATED)

1. Ayupov A. I., Plyaskota S. I. Nauchnyi podkhod k organizatsii aviatsionnogo stroitel'stva i ego upravleniyu v Rossii na sovremennom etape // Voennaya mysl'. 2011. № 5. S. 26–35.
2. Andronov A. V., Shibanov G. P. Sovremennaya tekhnologiya nauchnogo vybora naibolee perspektivnogo obraztsa tekhniki iz ryada obraztsov analogichnogo naznacheniya // Mekhatronika. Avtomatizatsiya. Upravlenie. № 4, 2015. S. 245–249.
3. Burenok V. M., Lyapunov V. M., Mudrov V. I. Teoriya i praktika planirovaniya i upravleniya razvitiem vooruzheniya / Pod red. A. M. Moskovskogo. M.: Izd. 'Vooruzhenie. Politika. Konversiya', 2004. 419 s.
4. Osykovyi N. M., Shibanov G. P. Vozmozhnosti razvitiya aviatsionnoi tekhniki voennogo naznacheniya v usloviyakh zhestkogo finansovogo krizisa // Problemy bezopasnosti poletov. 2010. № 7. S. 26–29.
5. Kravchenko I. N., Sevryukov I. T., Migachev Yu. S., Kochurov V. V., Luchin I. V., Zolotov I. A. Kontseptsiya utilizatsii kompleksov i sistem vooruzheniya i voennoi tekhniki s primeneniem innovatsionnykh i informatsionnykh tekhnologii // Remont, vosstanovlenie, modernizatsiya. 2013. № 1. S. 31–41.
6. Shibanov G. P. Optimizatsiya protsessa kontrolya bortovykh kompleksov oborudovaniya letatel'nykh apparatov // Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravlenie. 2014. № 6. S. 56–61.
7. Kolomiets L. V., Fedorov M. V., Bogomolov A. V., Merezko A. N., Soldatov A. S., Esev A. A. Metod podderzhki prinyatiya reshenii po upravleniyu resursami pri ispytaniyakh aviatsionnoi tekhniki // Informatsionno–izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy. 2010. T. № 5. S. 38–40.
8. Vorob'ev A. A., Lagoiko O. S. Informatsionno–diagnosticheskie sistemy vstroennogo kontrolya sostoyaniya vozdushnykh sudov // Programmnye sistemy i vychislitel'nye metody. 2014. № 4. S. 437–445.
9. Rudakov S. V., Bogomolov A. V. Metodika rascheta napryazhennosti elektrostacheskogo polya v izolyatsii mnogozhil'nykh kabelei // Bezopasnost' v tekhnosfere. 2013. № 1 (40). S. 39–43.
10. Vasil'ev S. V., Komarov A. V., Reznikov V. M., Stepanova E. E. Napravleniya sovershenstvovaniya organizatsii i upravleniya promyshlennoi utilizatsiei vooruzheniya i voennoi tekhniki v Rossiiskoi Federatsii // Oboronnyi kompleks — nauchno–tekhnicheskomu progressu Rossii. 2013. № 1. S. 102–108.
11. Chirov D. S., Tereshonok M. V., Elsukov B. A. Metod i algoritmy optimizatsii tekhnicheskikh kharakteristik kompleksov radiomonitoringa // T-Comm: Telekommunikatsii i transport. 2014. T. 8. № 10. S. 88–92.
12. Raizberg B. A., Lobko A. G. Programmno–tselevoe planirovanie i upravlenie. M.: INFRA–M, 2002. 428 s.
13. Fedorov M. V., Kalinin K. M., Bogomolov A. V., Stetsyuk A. N. Matematicheskaya model' avtomatizirovannogo kontrolya vypolneniya meropriyatiy v organakh voennogo upravleniya // Informatsionno–izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy. 2011. T. 9. № 5. S. 46–54.

14. Kharitonov V.V., Tkachuk A. V., Soldatov A. S., Zykin A. P., Esev A. A. Funktsional'noe modelirovanie upravleniya zatratami na letnye ispytaniya aviatsionnoi tekhniki // Dvoinye tekhnologii. 2014. № 4 (69). S. 2–5.
15. Mudrov V. I., Kushko V. L. Metody obrabotki izmerenii. M.: Radio i svyaz', 1983. 394 s.
16. Kukushkin Yu. A., Bogomolov A. V., Ushakov I. B. Matematicheskoe obespechenie otsenivaniya sostoyaniya material'nykh sistem // Informatsionnye tekhnologii. 2004. № 7. 32 s.
17. Bogomolov A. V., Zueva T. V., Chikova S. S., Golosovskii M. S. Ekspertno-analiticheskoe obosnovanie prioritnykh napravlenii sovershenstvovaniya sistemy preduprezhdeniya biologicheskikh terroristicheskikh aktov // Informatika i sistemy upravleniya. 2009. № 4. S. 134–136.
18. Kozlov V. E., Bogomolov A. V., Rudakov S. V., Olenchenko V. T. Matematicheskoe obespechenie obrabotki reitingovoi informatsii v zadachakh ekspertnogo otsenivaniya // Mir izmerenii. 2012. № 9. S. 42–49.
19. Makarenko V. G., Bogomolov A. V., Rudakov S. V., Podorozhnyak A. A. Tekhnologiya postroeniya inertsiyal'no-sputnikovoi navigatsionnoi sistemy upravleniya transportnymi sredstvami s neirosetevoi optimizatsiei sostava vektora izmerenii // Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravlenie. 2007. № 1. S. 39–44.
20. Verba V. S., Kapustyan S. G., Merkulov V. I., Khar'kov V. P. Optimizatsiya radioelektronnykh sistem upravleniya // Informatsionno-izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy. 2013. T. 11. № 11. S. 003–021.
21. Gandurin V. A., Merkulov V. I., Khar'kov V. P. Adekvatnost' modelei v prostranstve sostoyanii // Informatsionno-izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy. 2007. T. 5. № 10. S. 22–29.
22. Buravlev A. I., Nezhinskii N. N. Metodika optimizatsii nomenklatury obraztsov vooruzheniya i voennoi tekhniki pri formirovanii gosudarstvennoi programmy vooruzheniya // Vooruzhenie i ekonomika. 2010. № 1(09). S. 49–52.
23. Shipilov V. V., Kuksin K. G., Baranov N. A. Upravlenie resursami pri obespechenii bezopasnosti zashchishchaemykh ob'ektov // Nelineinyi mir. 2014. T. 12. № 7. S. 29–32.
24. Buravlev A. I., Monin S. A. Metodika otsenki tekhnicheskogo urovnya parka vooruzheniya i voennoi tekhniki v khode realizatsii programmnykh meropriyatii po ee zakupke i remontu // Vooruzhenie i ekonomika. 2012. № 1(17). S. 8–13.
25. Buravlev A. I., Monin S. A. Zadacha optimal'noi korrekcirovki GOZ v protsesse realizatsii programmnykh meropriyatii GPV // Vooruzhenie i ekonomika. 2011. № 3(15). S. 101–106