

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
И ТЕХНИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ В ОБРАЗЦЫ ВООРУЖЕНИЯ,  
ВОЕННОЙ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

**EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF INTRODUCTION  
OF TECHNOLOGICAL AND TECHNICAL INNOVATIONS IN SAMPLES  
OF WEAPONS, MILITARY AND SPECIAL EQUIPMENT**

*Канд. техн. наук В.Р. Эдигаров, канд. физ.-мат. наук О.А. Ивченко,  
канд. техн. наук Б.Ш. Алимбаева*

*Ph.D. V.R. Edigarov, Ph.D. O.A. Ivchenko, Ph.D. B.Sh. Alimbayeva*

*Филиал ВА МТО им. А.В. Хрулёва (г. Омск)*

Большое количество требований к образцам вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), наличие множества перспективных технических и технологических новшеств не позволяют обоснованно оценить военно-техническую эффективность их внедрения на этапе разработки.

В статье приведены уточненные методика и алгоритм оценки эффективности внедряемых в конструкцию и технологию производства ВВСТ технических инноваций и передовых технологических разработок, обоснования их выбора для реализации, с учетом характера применения ВВСТ, режимов и условий их применения.

Уточненный методический подход может быть использован заинтересованными научно-исследовательскими организациями (НИО), организациями оборонно-промышленного комплекса и другими учреждениями с целью создания научно-технического задела, обоснования перспектив развития ВВСТ, определения наиболее эффективных технических и технологических инноваций.

**Ключевые слова:** технические и технологические инновации, эффективность, вооружение, военная и специальная техника, тактико-технические требования.

A large number of requirements for models of weapons, military and special equipment (AMSE), the presence of many promising technical and technological innovations do not allow a reasonable assessment of the military-technical effectiveness of their implementation at the development stage.

The article presents a refined methodology and algorithm for assessing the effectiveness of technical innovations and advanced technological developments introduced into the design and production technology of AMSE, justifying their choice for implementation, taking into account the nature of the application of AMSE, modes and conditions for their application.

The refined methodological approach can be used by interested research and development organizations, organizations of the military-industrial complex and other institutions in order to create a scientific and technical reserve, substantiate the prospects for the development of military and military equipment, and determine the most effective technical and technological innovations.

**Keywords:** technical and technological innovations, efficiency, weapons, military and special equipment, tactical and technical requirements.

В современных условиях развитие производства вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) основывается на базе технических инноваций, внедрения перспективных и инновационных технологий, в том числе технологий двойного назначения.

Техническое совершенство ВВСТ, как правило, определяет возможность выполнения боевых и функциональных задач вооруженными силами. Боевые и функциональные возможности ВВСТ зависят от технического уровня конструкции. При этом технический уровень объекта ВВСТ определяется на стадии научно-исследовательских работ, проектировочных изысканий, а также производства и доводки, и зависит от целого ряда факторов, основными из которых являются [1]:

- требования к проектируемому объекту ВВСТ, определяемые в техническом задании заказчика;
- применение инновационных технических решений и технологий, их уровень современности;
- используемые материалы их эксплуатационные и физико-механические свойства;
- оптимальность конструкции по отношению к функционалу образца;
- характеристики используемых источников энергии;
- надлежащее взаимодействие узлов, механизмов и деталей объекта;
- надежности в целом, а также долговечности, работоспособности, безотказности, ремонтопригодности, сохраняемости и других свойств объекта.

Несмотря на разнообразие перечисленных факторов — они взаимосвязаны и во многом определяются уровнем применяемых технологий, в том числе инновационных.

Особенностью ВВСТ является то, что в его конструкции реализуется ряд специальных требований заказчика продукции — Министерства обороны, определяемых прежде всего спецификой ее использования по назначению. Эта специфика характеризуется значительно более жесткими и экстремальными условиями эксплуатации, обеспеченными большими запасами эксплуатационной надежности [2].

Известно, что повышение уровня тактико-технических характеристик (ТТХ) ВВСТ

применением традиционных технических решений и существующих технологий позволяет повысить их технический уровень не более чем на 1–4 %. Дальнейшее повышение уровня технического совершенства ВВСТ возможно разработкой и внедрением современных наукоемких инновационных технических решений и технологических процессов [3, 4].

Методика оценки эффективности внедряемых в конструкцию ВВСТ технических инноваций, обоснование их выбора для реализации должна учитывать характер применения ВВСТ, режимы и условия их применения. Кроме того, необходимо учесть постоянно изменяющиеся в сторону ужесточения требований заказчика к реализуемым объектами ВВСТ, их тактико-техническим характеристикам.

Большое количество требований к образцу ВВСТ и отсутствие взаимосвязи между ними, наличие множества разнородных перспективных существующих и разрабатываемых технических инноваций с неопределенной эффективностью и степенью влияния на ТТХ ВВСТ создают определенные трудности в обосновании приоритетности технических инноваций по результатам оценки военно-технической эффективности их внедрения.

Необходимо отметить и многоаспектность решаемой задачи оценки эффективности внедряемых как технических, так и технологических инноваций [1]:

- военный аспект, непосредственная взаимосвязь внедряемых технических и технологических инноваций с уровнем тактико-технических характеристик ВВСТ, влияющих на боевые свойства образца;
- технический аспект, перспективные требования к номенклатуре и уровню тактико-технических характеристик ВВСТ являются основой для выбора технических инноваций, непосредственно обеспечивающих реализацию этих требований на установленном заказчиком уровне;
- технологический аспект, перспективные требования к номенклатуре и уровню тактико-технических характеристик ВВСТ не всегда находятся в прямой взаимосвязи с технологическими инновациями и могут косвенно влиять на их уровень;
- экономический аспект, непосредственное влияние требований к уровням тактико-техниче-

ских характеристик ВВСТ на затраты, разработку и внедрение выбираемых для их реализации технических инноваций, закупку и эксплуатацию образцов ВВСТ.

Сложная и многоаспектная задача обоснования основных направлений развития ВВСТ связана с рядом следующих задач [1]:

- обоснованием тактико-технических требований к ВВСТ, а также их подсистемам;
- обоснованием основных направлений развития образцов ВВСТ, а также их подсистем;
- обоснованием перечня военных технологий и технологий двойного назначения направленных на развитие образцов ВВСТ.

Вышеуказанная научная задача может быть решена посредством постановки и решения следующих подзадач [1]:

- разработка номенклатуры наиболее значимых тактико-технических характеристик для основных типов ВВСТ;
- формирование перечня технических инноваций, разработка и использование которых в образцах ВВСТ позволит повысить их ТТХ;
- формирование перечня технологических инноваций, разработка и использование которых в образцах ВВСТ позволит повысить их ТТХ;
- оценка степени влияния технических и технологических инноваций на тактико-технические характеристики ВВСТ;
- оценка военно-технической эффективности внедрения технических и технологических инноваций в образцы ВВСТ на программный период.

Для решения указанной научной задачи авторами работы [1] предложен алгоритм оценки военно-технической эффективности внедрения технических инноваций в военную автомобильную технику (ВАТ), который может быть использован для оценки эффективности внедрения технических и технологических инноваций в ВВСТ, так как имеет достаточно широкий диапазон охвата показателей. Уточненный алгоритм включает три основных раздела.

1. Анализ перспективных требований войск, с формированием номенклатуры тактико-технических требований к образцам ВВСТ и номенклатуры наиболее значимых тактико-технических характеристик (показателей) для каждого (типа, типажной группы) перспективных образцов ВВСТ.

Анализ существующих и перспективных инновационных технических и технологических разработок с формированием номенклатуры технических и технологических инноваций, использование которых возможно в образцах ВВСТ [1, 5, 6].

2. Оценка степени влияния технических и технологических инноваций на основные тактико-технические характеристики образцов ВВСТ, которая включает расчет коэффициентов компетентности экспертов, расчет относительных коэффициентов влияния технических и технологических инноваций на основные тактико-технические характеристики образцов ВВСТ, расчет частоты использования технических и технологических инноваций. Далее выполняется расчет показателей значимости технических и технологических инноваций для создания перспективного образца ВВСТ каждым экспертом.

3. Оценка военно-технической эффективности внедрения технических и технологических инноваций в образцы ВВСТ, которая включает расчет усредненных показателей значимости технических и технологических инноваций для создания перспективного образца ВВСТ и их индексов рентабельности за жизненный цикл, а также расчет показателей военно-технической эффективности внедрения технических и технологических инноваций в образцы ВВСТ.

Анализ комплекса тактико-технических требований к различным перспективным образцам ВВСТ показывает, что организациям оборонно-промышленного комплекса (ОПК) реализовать их можно только в случае активного внедрения передовых технологий и инновационных технологических разработок [1, 2, 4].

Предложенный авторами работ [1, 7, 8] методический подход к оценке военно-технической эффективности внедрения технических и технологических разработок в образцы ВВСТ позволяет:

- оценить степень влияния инновационных технических и технологических разработок на тактико-технические характеристики (ТТХ) образцов ВВСТ;
- оценить военно-техническую эффективность внедрения инновационных технических и технологических разработок в образцы ВВСТ.

Скорректированный алгоритм [1, 7, 8] может быть использован для оценки военно-техни-

ческой эффективности внедрения технических и технологических разработок в образцы ВВСТ. Уточненный алгоритм включает пять основных этапов (рисунок).

Оценка военно-технической эффективности внедрения технологических разработок в образцы ВВСТ проводилась с участием группы экспертов. Непосредственно перед проведением экспертизы осуществлялась комплексная оценка компетентности каждого эксперта [9] с целью учета статистического веса субъективных экспертных оценок, по формуле [10]:

$$k = 0,4 \cdot k_c + 0,6 \cdot k_b,$$

где  $k_c$  — самооценка компетентности;  
 $k_b$  — среднее арифметическое взаимной оценки компетентности.

Методика определения коэффициентов самооценки и взаимной оценки компетентности экспертов сводилась к многоэтапному анкетированию, изложенному в источнике [10].

На следующем этапе исследования в предложенном перечне ТТХ экспертная комиссия ранжировала характеристики по степени их значимости для образцов ВВСТ. Ранжировки критериев, полученные от экспертов, были стандартизированы методом стандартизованного ранга [11]. Для оценки степени согласованности экспертных мнений была использована оценка значимости дисперсионного коэффициента конкордации. В случае согласованной экспертной оценки рангов ТТХ применялась обобщенная ранжировка, посредством метода сумм рангов.

Одной из задач исследования являлась оценка влияния инновационных технологических разработок на ТТХ образцов ВВСТ. С этой целью мы определили статистический вес инновационных разработок для каждой ТТХ по данным экспертных оценок с использованием вербально-числовой шкалы:

«+ 1 балл» — технологическая разработка оказывает непосредственное положительное



Рис. Алгоритм оценки военно-технической эффективности внедрения технологических (технических) разработок в образцы ВВСТ

влияние на основные ТТХ рассматриваемого образца;

«+» — технологическая разработка оказывает положительное влияние на наиболее значимые ТТХ рассматриваемого образца ВВСТ, но проявляется опосредованно через другие ТТХ;

«0 баллов» — технологическая разработка не оказывает влияние на основные ТТХ рассматриваемого образца ВВСТ;

«-» — технологическая разработка оказывает отрицательное влияние на наиболее значимые ТТХ рассматриваемого образца ВВСТ, но проявляется опосредованно через другие ТТХ;

«- 1 балл» — технологическая разработка оказывает непосредственное отрицательное влияние на основные ТТХ рассматриваемого образца ВВСТ.

Статистическая обработка результатов экспертных оценок позволила судить о степени значимости влияния инновационной технологии на ТТХ и выделить приоритетные инновационные разработки по мнению членов экспертной комиссии. Данная оценка была проведена с использованием корреляционных коэффициентов, характеризующих доли положительных ( $\mu_{+i}$ ), нейтральных ( $\mu_0$ ) и отрицательных ( $\mu_{-i}$ ) оценок влияний инновационных технологических разработок на образцы ВВСТ, а также статистического веса оценки каждого эксперта, рассчитываемых по формуле:

$$\begin{aligned} \mu_{+i} &= \frac{\sum k_j N_{+1i} + \sum k_j N_{+i}}{\sum k_j N_{+1,+}}; \\ \mu_0 &= \frac{\sum k_j N_{0i}}{\sum k_j N_0}; \\ \mu_{-i} &= \frac{\sum k_j N_{-1i} + \sum k_j N_{-i}}{\sum k_j N_{-1,-}} \end{aligned} \quad (1)$$

где  $N_{+1i}$ ,  $N_{+i}$ ,  $N_{-1i}$ ,  $N_{-i}$ ,  $N_{0i}$  — количество экспертных оценок по  $i$ -й инновационной технологической разработке на образец ВВСТ, соответствующие +1, +, -1, - и 0 баллов;

$N_{+1}$ ,  $N_{+}$ ,  $N_{-1}$ ,  $N_{-}$ ,  $N_0$  — общее количество положительных, отрицательных и нейтральных экспертных оценок всех представленных инно-

вационных технологических разработок на оцениваемые образцы ВВСТ;

$k_j$  — статистический вес экспертной оценки  $j$ -го эксперта.

Корреляционный коэффициент ( $\mu_i$ ), характеризующий степень влияния инновационных технологических разработок на ТТХ образцов ВВСТ, предлагается оценить, как долю положительных, отрицательных и нейтральных оценок  $i$ -й инновационной технологической разработки на ТТХ образцов всех представленных к анализу ВВСТ от общего числа экспертных оценок ( $N_{+1}$ ,  $N_{+}$ ,  $N_{-1}$ ,  $N_{-}$ ):

$$\mu_i = \frac{\sum k_j N_{+1i} + \sum k_j N_{+i} - \sum k_j N_{0i} - \sum k_j N_{-1i} - \sum k_j N_{-i}}{\sum k_j N_{+1,+0,-1,-}} \quad (3)$$

С учетом ранжирования значимых ТТХ образцов ВВСТ были оценены корреляционные коэффициенты, характеризующие степень влияния  $i$ -х инновационных технологических разработок на значимые ТТХ образцов ВВСТ по формулам (1).

Полученные значения величин корреляционных коэффициентов были ранжированы так, как показано в таблице.

Использование в дальнейшем анализе технологических разработок, имеющих значения корреляционного коэффициента менее 0,3, не имеет смысла, поскольку данные разработки являются не рентабельными.

На этапе оценки коэффициента масштабности использования технологической разработки в образцах ВВСТ экспертная комиссия оценивает значимость каждой технологической разработки для каждого образца ВВСТ. На этапе обработки результатов исследования было оценено суммарное количество объектов ВВСТ ( $N_{Gi}$ ), для которых применима данная инновационная разработка, и определен коэффициент относительной применимости технологической разработки в классах грузоподъемности ( $K_{Mij}$ ), как отношение суммарного количества объектов ВВСТ, для которых применима данная инновационная разработка, к общему числу объектов ВВСТ:

$$K_{Mij} = \frac{N_{Gi}}{N_j},$$

где  $N_{Gi}$  — суммарное количество объектов ВВСТ;

Интервалы численных значений корреляционных коэффициентов и их описания

Численное значение корреляционного коэффициента	Описание полученного результата анализа
$\mu = 1$ ( $\mu = -1$ )	Инновационная технологическая разработка оказывает непосредственное положительное (отрицательное) влияние на ТТХ образцов ВВСТ
$0,95 \leq \mu < 1$ ( $-1 < \mu \leq -0,95$ )	Инновационная технологическая разработка оказывает значительное положительное (отрицательное) влияние на ТТХ образцов ВВСТ
$0,75 \leq \mu < 0,95$ ( $-0,95 < \mu \leq -0,75$ )	Инновационная технологическая разработка оказывает сильное положительное (отрицательное) влияние на ТТХ образцов ВВСТ
$0,50 \leq \mu < 0,75$ ( $-0,75 < \mu \leq -0,50$ )	Инновационная технологическая разработка оказывает положительное (отрицательное) влияние на ТТХ образцов ВВСТ
$0,30 \leq \mu < 0,50$ ( $-0,50 < \mu \leq -0,30$ )	Инновационная технологическая разработка оказывает незначительное положительное (отрицательное) влияние на ТТХ образцов ВВСТ
$0 \leq \mu < 0,30$ ( $-0,30 < \mu \leq 0$ )	Инновационная технологическая разработка оказывает слабое положительное (отрицательное) влияние на ТТХ образцов ВВСТ
$\mu = 0$	Инновационная технологическая разработка не влияет на ТТХ образцов ВВСТ

$K_{Mij}$  — коэффициент относительной применимости технологической разработки в классах грузоподъемности.

Для оценки доли от общего количества объектов ВВСТ, для которых применима данная технологическая разработка, ввели коэффициент масштабности использования технологической разработки в образцах ВВСТ, равный отношению сумм коэффициентов относительной применимости технологической разработки в объектах ВВСТ ( $K_{Mij}$ ) к общему количеству объектов ВВСТ ( $m$ ):

$$K_{Mi} = \frac{\sum K_{Mij}}{m}.$$

На этапе оценки показателей значимости технологической разработки для создания перспективного образца ВВСТ учитывались компетентность эксперта ( $k_k$ ), доли оценок применения инновационной технологии для образцов ВВСТ ( $\mu_{ijk}$ ), а также коэффициенты относительной применимости технологической разработки в объектах ВВСТ ( $K_{Mij}$ ):

$$P_{Zik} = k_k \cdot \mu_{ijk} \cdot K_{Mij}.$$

Влияние технологической разработки на ТТХ образца ВВСТ учитывалось через коэффициент, равный отношению суммарного показате-

ля значимости технологической разработки для создания перспективного образца ВВСТ по каждому отдельному эксперту ( $P_{zik}$ ) по всем экспертам к количеству экспертов ( $n$ ):

$$P_{zi} = \frac{\sum P_{zik}}{n}.$$

Предложенный в настоящей статье уточненный методический подход целесообразно использовать заинтересованными НИО Минобороны России, организациями оборонно-промышленного комплекса, учреждениями Российской академии наук и высшей школы с целью создания научно-технического задела, обоснования перспектив развития ВВСТ, определения наиболее эффективных технических и технологических инноваций.

### Литература

1. Богданова Е.Л., Смирнов С.С., Челябин Э.Р. Алгоритм оценки военно-технической эффективности внедрения технических инноваций в образцы военной автомобильной техники в рамках программно-целевого планирования // Вооружение и экономика. 2017. № 1 (38). С. 39–44.
2. Буренок В.М. Принципы обеспечения инновационного развития Вооруженных Сил Российской Федерации // Вооружение и экономика. 2016. № 1 (34). С. 3–8.

3. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инновационных проектов. Теория и практика. — М.: Дело, 2004. 888 с.

4. Корчак В.Ю., Реулов Р.В., Каргапольцев А.А., Стукалин С.В. Совершенствование научно-методических основ военно-технической оценки научных и технологических достижений, имеющих потенциал использования в военной сфере // Стратегическая стабильность. 2017. № 3 (80). С. 7–12.

5. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. — Тверь: Купол, 2009. 624 с.

6. Лясковский В.Л., Смирнов С.С., Пронин А.Ю. Методика формирования портфеля фундаментальных и поисковых исследований с учетом прогнозируемых угроз безопасности Российской Федерации в военно-технической сфере // Вооружение и экономика. 2014. № 3 (28). С. 12–19.

7. Богданова Е.Л., Пронин А.Ю., Челябинов Э.Р. Методический подход к оценке военно-технической эффективности внедрения технологических разработок в образцы военной автомобильной техники // Вооружение и экономика. 2017. № 3 (40). С. 42–51.

8. Челябинов Э.Р. Методика оценки военно-технической эффективности внедрения технических инноваций в образцы военной автомобильной техники. — Бронницы: НИИЦ АТ ФГБУ «3 ЦНИИ Минобороны России», 2016. 68 с.

9. Лясковский В.Л., Смирнов С.С., Пронин А.Ю. Методика оценки компетентности экспертов в процессе формирования предложений в проекты программных документов // Вооружение и экономика. 2013. № 3 (24). С. 54–59.

10. Евланов Л.Г., Кутузов В.А. Экспертные оценки в управлении. — М.: Экономика, 1978. 132 с.

11. Васильева Л.Н., Муравьева Е.А. Методы управления инновационной деятельностью. — М.: КНОРУС, 2005. 313 с.

## References

1. Bogdanova E.L., Smirnov S.S., Chelyanov E.R. Algorithm for Evaluating the Military-Technical Efficiency of Implementing Technical

Innovations in Samples of Military Vehicles in the Framework of Program-Targeted Planning // Armament and Economics. 2017. № 1 (38). P. 39–44.

2. Burenok V.M. Principles for ensuring the innovative development of the Armed Forces of the Russian Federation // Armament and Economics. 2016. № 1 (34). P. 3–8.

3. Vilensky P.L., Livshits V.N., Smolyak S.A. Evaluation of the effectiveness of innovative projects. Theory and practice. — M.: Delo, 2004. 888 p.

4. Korchak V.Yu., Reulov R.V., Kargapol'tsev A.A., Stukalin S.V. Improving the scientific and methodological foundations of the military-technical assessment of scientific and technological achievements that have the potential to be used in the military sphere // Strategic stability. 2017. № 3 (80). P. 7–12.

5. Burenok V.M., Ivlev A.A., Korchak V.Yu. Development of military technologies of the XXI century: problems, planning, implementation. — Tver: Dome, 2009. 624 p.

6. Lyaskovskiy V.L., Smirnov S.S., Pronin A.Yu. Methodology for the formation of a portfolio of fundamental and exploratory research, taking into account the predicted threats to the security of the Russian Federation in the military-technical sphere // Armament and Economics. 2014. № 3 (28). P. 12–19.

7. Bogdanova E.L., Pronin A.Yu., Chelyanov E.R. Methodical approach to assessing the military-technical efficiency of the introduction of technological developments into samples of military automotive equipment // Armament and Economics. 2017. № 3 (40). P. 42–51.

8. Chelyanov E.R. Methodology for assessing the military-technical effectiveness of the introduction of technical innovations in samples of military vehicles. — Bronnitsy: NIITs AT FGBU «3 Central Research Institute of the Ministry of Defense of Russia», 2016. 68 p.

9. Lyaskovskiy V.L., Smirnov S.S., Pronin A.Yu. Methodology for assessing the competence of experts in the process of forming proposals for draft program documents // Armament and Economics. 2013. № 3 (24). С. 54–59.

10. Evlanov L.G., Kutuzov V.A. Expert assessments in management. — M.: Economics, 1978. 132 p.

11. Vasilyeva L.N., Muravyova E.A. Methods of innovation management. — M.: KNORUS, 2005. 313 p.