

А.В. Леонов, доктор экономических наук,
профессор
М.В. Тюлькин, кандидат технических
наук, доцент
В.В. Трущенко

Критерии оценки целесообразности и эффективности использования робототехнических комплексов военного назначения

В статье представлена критериальная база оценки целесообразности и эффективности использования робототехнических комплексов военного назначения в составе подразделений ВС РФ. В ее основу положена совокупность общих критериев военно-экономической оценки и критериев, связанных с непосредственной целевой направленностью использования робототехнических комплексов, одним из которых рассматривается предотвращенный ущерб от потерь личного состава за счет использования этих комплексов.

На протяжении последних 20 лет развития вооружения процесс роботизации военной техники приобрел роль ключевого технологического направления и стал центральным звеном в новых концептуальных подходах к развитию вооруженных сил. В настоящее время роботизация – это уже не модный тренд, а насущная необходимость и неотъемлемое условие создания армии будущего. Путем роботизации вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) предполагается значительно повысить эффективность выполнения ряда боевых задач, а также максимально уменьшить количество военнослужащих, непосредственно участвующих в боевых действиях.

Толчком к ускоренному развитию робототехнических комплексов военного назначения (РТК ВН) послужил значительный научно-технический прогресс в таких областях как микроэлектроника, материаловедение, нано- и биотехнологии, технологии искусственного интеллекта. Интенсивная разработка РТК ВН началась в 90-х годах прошлого века, и на сегодня уже более десятка стран мира занимаются созданием робототехнических комплексов различного вида базирования.

Первое широкомасштабное применение РТК ВН было осуществлено во время вторжения США и их союзников в Ирак в 2003 году. В начале боевых действий армией США применялись лишь беспилотные летательные аппараты с целью ведения разведки. В 2005 году на территории Ирака американцы использовали уже более сотни РТК ВН различного назначения, доведя к концу кампании их число до десяти тысяч. Применение военных роботов в ходе боевых действий в Ираке продемонстрировало их очевидные преимущества, а в ряде случаев – и незаменимость для решения отдельных военных задач. Так, использование беспилотных летательных аппаратов для ведения тактической разведки позволило существенно сократить сроки проведения боевой стадии операции. Использование дистанционно-управляемых инженерных машин при разминировании минных полей позволило в 2-3 раза увеличить темп наступления войск и значительно сократить потери личного состава. В настоящее время в США ведутся работы по роботизации практически всей номенклатуры образцов ВВСТ, применение которых связано со значительным риском для жизни и здоровья личного состава либо неблагоприятным влиянием человеческого фактора. Американскими компаниями уже налажено массовое производство РТК ВН, а вооруженные силы отработали тактику их применения в боевых условиях.

Основные направления работ по развитию военной робототехники в Российской Федерации, в основном, совпадают с зарубежными, но наша страна находится на этапе перехода от со-

здания базовых военных технологий и подсистем робототехнических комплексов различных классов к проведению опытно-конструкторских работ по созданию перспективных РТК ВН и принятию на вооружение отдельных образцов. Существующее состояние дел в области роботизации отечественного ВВСТ, а также жесткие ограничения финансовых ресурсов, указывают на необходимость акцентирования внимания на решении задач военно-экономического обоснования мероприятий по оснащению ВС РФ перспективными РТК ВН. В связи с этим, учитывая особенности целевого применения РТК ВН в направлении сокращения потерь личного состава, возникает потребность в формировании единой системы критериев оценки целесообразности и эффективности использования РТК ВН в составе подразделений ВС РФ.

В данной статье рассмотрена совокупность общих критериев военно-экономической оценки, широко используемых в современной методологии программно-целевого планирования развития системы вооружения ВС РФ, и критериев, связанных с непосредственной целевой направленностью использования робототехнических комплексов, одним из которых рассматривается предотвращенный ущерб от потерь личного состава за счет использования этих комплексов. Для оценки целесообразности и эффективности использования РТК ВН подразделениями ВС РФ при решении боевых задач предлагается использовать три группы критериев: военные, экономические и дополнительные (рисунок 1).



Рисунок 1 – Критерии оценки целесообразности и эффективности использования РТК ВН

Вначале отметим общие критерии военно-экономической оценки [1, 2]. Задача военно-экономической оценки состоит в формировании различных вариантов достижения поставленной цели, всестороннем их анализе и нахождении наиболее предпочтительного решения. При этом используется триада показателей: достигаемый эффект (W), затраты ресурсов (C) и время (T). Показатель W может выражать боевую эффективность (вероятность поражения объектов противника, соотношение сил и средств сторон и др.). Вследствие того, что выполнение боевой задачи требует расхода разнородных ресурсов, наиболее часто показатель C имеет стоимостную форму. Временной показатель T , как правило, выражает длительность выполняемого мероприятия. В зависимости от характера решаемой задачи один из перечисленных показателей обычно выбирается критерием, а два других выступают в качестве ограничений.

Применительно к военно-экономической оценке целесообразности и эффективности использования РТК ВН в составе подразделений ВС РФ классическими являются следующие три постановки задачи:

$$W \rightarrow \max \text{ при } C \leq C^{\text{ВЫД}}, T \leq T^{\text{ЗАД}}, \quad (1)$$

$$C \rightarrow \min \text{ при } W \geq W^{ТРЕБ}, T \leq T^{ЗАД}, \quad (2)$$

$$T \rightarrow \min \text{ при } W \leq W^{ТРЕБ}, C \leq C^{ВЫД}. \quad (3)$$

Если требуется организовать мероприятие так, чтобы в заданное время $T^{ЗАД}$ выполнить задачу с максимально возможным уровнем эффективности W и при этом уложиться с расходом ресурсов C в ограничение $C^{ВЫД}$, то формулировка задачи будет иметь вид согласно выражению (1).

Вторая формулировка задачи (2) имеет место в случае, когда время задается и требуется достичь уровня эффективности не ниже требуемого $W^{ТРЕБ}$ при минимальном расходе ресурсов.

Третья формулировка задачи (3) направлена на минимизацию времени достижения цели, когда задан уровень выполнения задачи и известно ограничение по ресурсам $C^{ВЫД}$.

Приведенные постановки (направления решения задачи) тесно взаимосвязаны и при решении оптимизационных задач военно-экономической оценки целесообразности и эффективности использования РТК ВН подразделениями ВС РФ образуют циклическую последовательность. На основе вышеизложенных общих положений в качестве примера сформированы возможные постановки задач (для 1 и 2 варианта) военно-экономической оценки РТК ВН, которые показаны на рисунке 2.

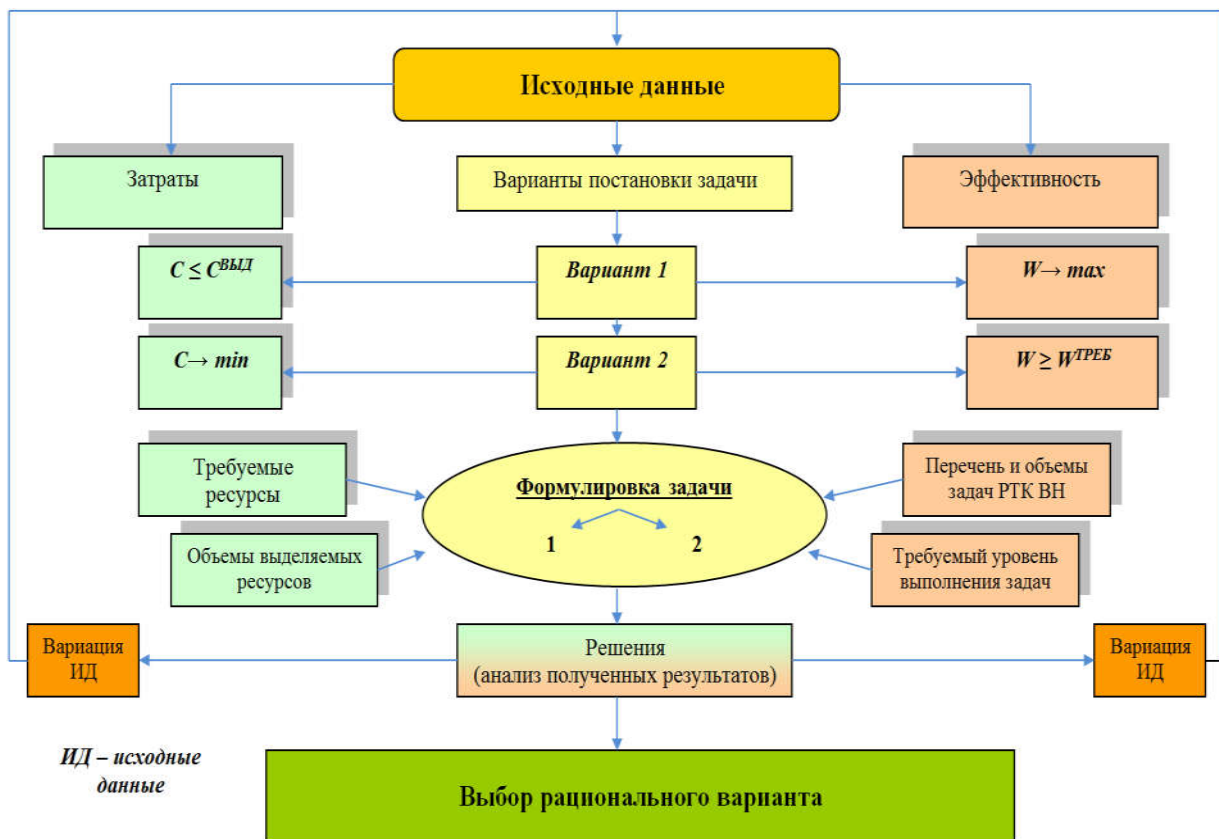


Рисунок 2 – Варианты постановки задач военно-экономической оценки РТК ВН

Основными исходными данными при этом являются:

- вектор показателей, характеризующих содержание каждой из боевых задач РТК (перечень, объемы, сроки, требуемая эффективность выполнения и необходимые для этого ресурсы);
- состояние системы РТК ВН на начало программного периода;
- состояние и перспективы развития РТК ВН за рубежом;
- сценарии (модели) боевых действий (операций);

- методы и модели оценки эффективности решения задач РТК ВН;
- прогнозируемые объемы затрат на переоснащение подразделений ВС РФ.

Основные этапы военно-экономической оценки:

- подготовка исходных данных;
- выбор варианта постановки задачи (1 или 2);
- формулировка отдельных условий задачи в соответствии с выбранным вариантом постановки;
- решение задачи и анализ полученных результатов;
- вариация исходных данных в соответствии с вариантами расчетов;
- выбор рационального варианта переоснащения подразделений ВС РФ на РТК ВН;
- обобщение полученных результатов.

В качестве дополнительного критерия оценки (рисунок 1) предлагается использовать предотвращенный ущерб (ΔY) от потерь личного состава за счет использования РТК ВН в составе подразделений ВС РФ:

$$\Delta Y = Y_i^{BBCT} - Y_i^{PTK}, \quad (4)$$

где Y_i^{BBCT} – ущерб от потерь личного состава при применении только традиционных ВВСТ;

Y_i^{PTK} – ущерб от потерь личного состава при использовании РТК ВН.

Опираясь на базовые принципы программно-целевого планирования развития ВВСТ [3-5], существующие методы оценки стоимостных показателей высокотехнологичной продукции [6], а также совокупность военно-экономических и дополнительных критериев (рисунок 1), решение задачи оценки целесообразности и эффективности использования РТК ВН в составе подразделений ВС РФ можно представить в виде следующей последовательности действий.

1. Оценка стоимости C_i^{BBCT} и эффективности W_i^{BBCT} решения i -й боевой задачи ($\forall i = \overline{1, I}$) подразделениями, оснащенными традиционным (экипажным) ВВСТ, с учетом нормативно заданного (прогнозируемого) ущерба Y_i^{BBCT} от потерь личного состава.

2. Оценка стоимости C_i^{PTK} и эффективности W_i^{PTK} решения i -й боевой задачи ($\forall i = \overline{1, I}$) подразделениями, оснащенными традиционным (экипажным) ВВСТ и перспективными РТК ВН, с учетом ожидаемого ущерба от потерь личного состава Y_i^{PTK} .

3. Военно-экономическая оценка полученных результатов:

а) W_i^{BBCT} и W_i^{PTK} при фиксированной стоимости решения i -й боевой задачи и ущербе от потерь личного состава;

б) C_i^{BBCT} и C_i^{PTK} при фиксированной эффективности решения i -й боевой задачи и ущербе от потерь личного состава;

в) Y_i^{BBCT} и Y_i^{PTK} (предотвращенный ущерб от использования РТК ВН будет равен $\Delta Y = Y_i^{BBCT} - Y_i^{PTK}$) при фиксированных значениях эффективности и стоимости решения i -й боевой задачи.

Общая структура военно-экономической оценки эффективности использования РТК ВН подразделениями ВС РФ при решении боевых задач показана на рисунке 3. Таким образом, военно-экономическая оценка эффективности использования РТК ВН является многокритериальной и многовариантной задачей, для решения которой необходимо определить области возможных вариантов боевого применения РТК ВН и рациональный вариант соотношения традиционных (экипажных) ВВСТ и РТК ВН в подразделениях ВС РФ, обеспечивающих требуемые значения критериев военно-экономической оценки.

Для решения данной задачи целесообразно использовать методологию военно-экономического обоснования интеграции нетрадиционных образцов ВВСТ (технологий и материалов) в состав системы вооружения ВС РФ [5]. Предлагаемая блок-схема военно-экономической оценки

эффективности использования РТК ВН для решения боевых задач включает в себя следующие основные этапы (рисунок 4).

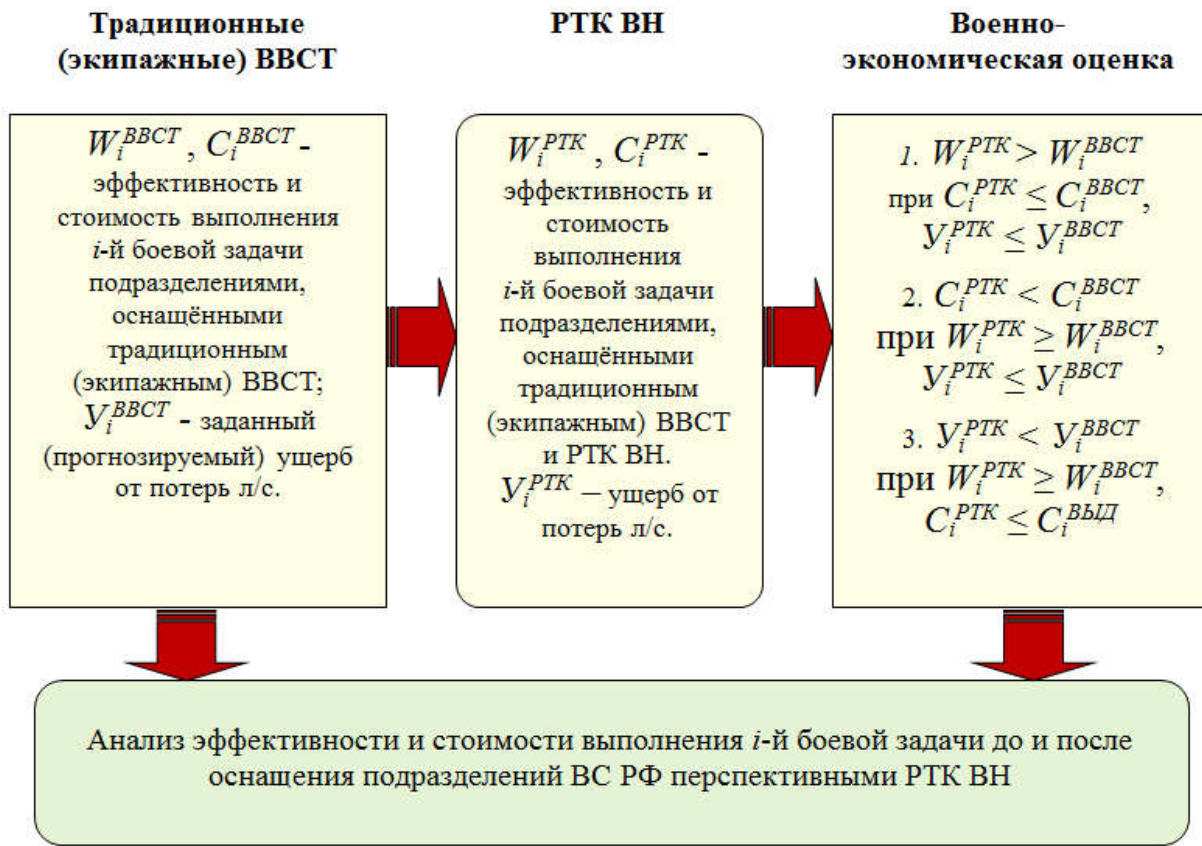


Рисунок 3 – Общая структура военно-экономической оценки целесообразности и эффективности использования РТК ВН подразделениями ВС РФ при решении боевых задач

Этап 1 – формирование исходных данных, в том числе множество боевых задач, решаемых подразделением.

Этап 2 – оценка эффективности $W_i^{ВВСТ}$ и затрат ($C_i^{ВВСТ}$) на решение i -й боевой задачи подразделением, оснащённым традиционным (экипажным) ВВСТ, оценка ущерба от потерь личного состава $Y_i^{ВВСТ}$.

Этап 3 – оценка эффективности ($W_i^{РТК}$) и затрат ($C_i^{РТК}$) на решение i -й боевой задачи подразделением, оснащённым традиционным (экипажным) ВВСТ и перспективными РТК ВН.

Этап 4 – определение области возможных парето-оптимальных (недоминируемых) вариантов боевого применения РТК ВН, для которой $W_i^{РТК}(Y_i^{РТК} \cdot C_i^{РТК})$ будет больше чем $W_i^{ВВСТ}(Y_i^{ВВСТ} \cdot C_i^{ВВСТ})$ при использовании только традиционных (экипажных) ВВСТ, при условии снижения ущерба от потерь личного состава и не превышении выделенных объемов ассигнований $C_i^{ВЫД}$:

$$W_i^{РТК}(Y_i^{РТК}, C_i^{РТК}) \geq W_i^{ВВСТ}(Y_i^{ВВСТ}, C_i^{ВВСТ}), \quad (5)$$

$$Y_i^{РТК} \leq Y_i^{ВВСТ}, C_i^{РТК} \leq C_i^{ВЫД}.$$

Этап 5 – формирование области возможных вариантов соотношения традиционных (экипажных) ВВСТ и РТК ВН, используемых подразделением для решения боевых задач, в которых может быть обеспечено приращение эффективности, согласно критериальным условиям (5).

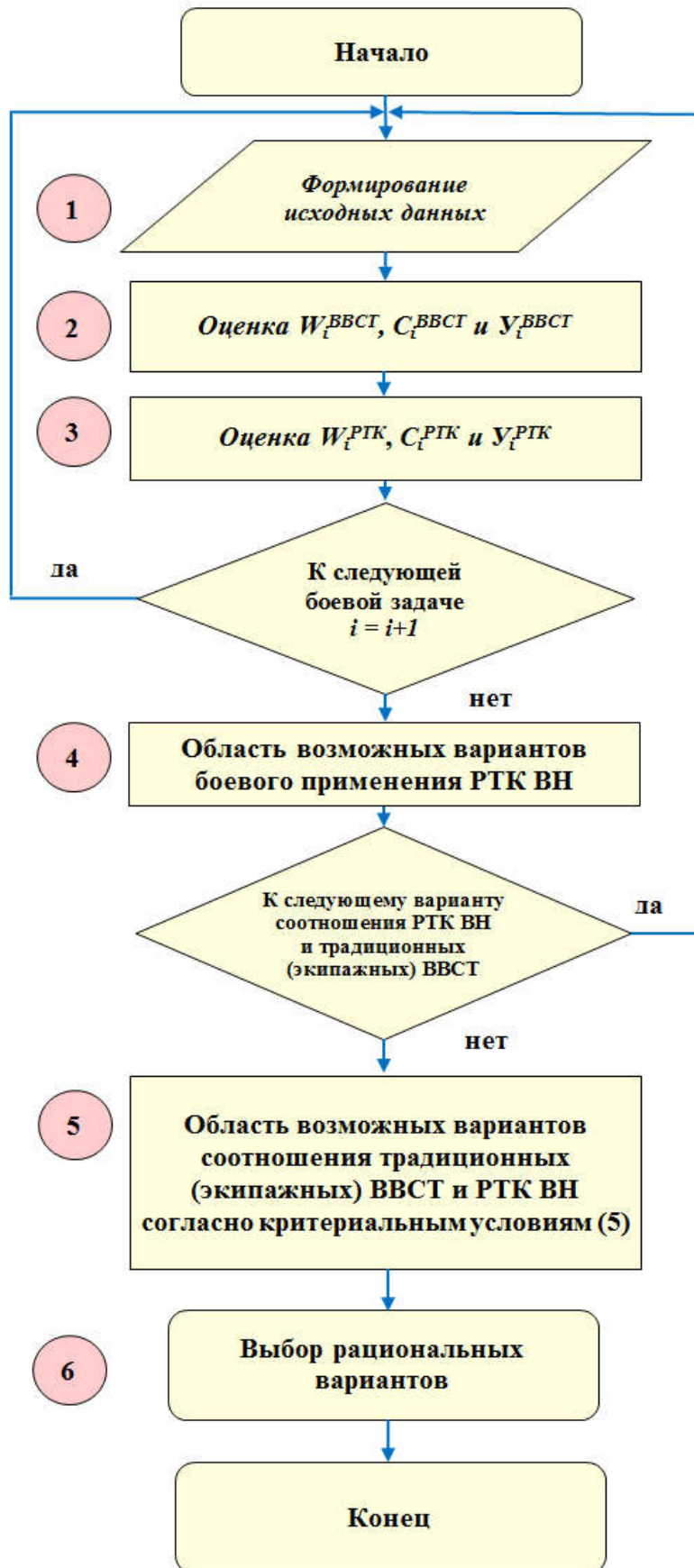


Рисунок 4 – Блок-схема военно-экономической оценки эффективности использования РТК ВН при решении боевых задач

Этап 6 – выбор рационального варианта соотношения традиционных (экипажных) ВВСТ и РТК ВН, используемых подразделением для решения боевых задач осуществляется по критерию $\Delta W(\Delta C, \Delta Y) \rightarrow \max$.

При этом возможны три основных направления военно-экономической оценки:

а) оценка приращения эффективности $\Delta W_i (\Delta W_i = W_i^{РТК} - W_i^{ВВСТ})$ при решении i -й боевой задачи с использованием РТК ВН при фиксированных затратах C_i на ее решение и нормативно заданном ущербе Y_i по сравнению с эффективностью решения этой же задачи только традиционным (экипажным) ВВСТ;

б) оценка снижения затрат $\Delta C_i (\Delta C_i = C_i^{ВВСТ} - C_i^{РТК})$ на решение i -й боевой задачи с использованием РТК ВН при фиксированной эффективности W_i ее решения и нормативно заданном ущербе Y_i по сравнению с затратами на решение этой же задачи только традиционным (экипажным) ВВСТ;

в) оценка предотвращенного ущерба от потерь личного состава $\Delta Y (\Delta Y_i = Y_i^{ВВСТ} - Y_i^{РТК})$ при решении i -й боевой задачи с использованием РТК ВН при фиксированной эффективности W_i и стоимости C_i ее решения по сравнению с потерями личного состава при решении этой же задачи только традиционным (экипажным) ВВСТ.

Следует отметить, что с учетом других критериев (например, критерия оценки реализуемости вариантов) число направлений военно-экономической оценки может существенно возрасти. В этом случае необходимо провести ранжирование критериев военно-экономической оценки эффективности использования РТК ВН с учетом их приоритетов.

Таким образом, в рамках статьи предложена совокупность общих критериев военно-экономической оценки целесообразности и эффективности использования РТК ВН в составе подразделений ВС РФ и критерия предотвращенного ущерба от потерь личного состава в результате использования РТК ВН. На основе данных критериев сформирована блок-схема военно-экономической оценки целесообразности и эффективности использования РТК ВН в составе подразделений ВС РФ. Разработанная блок-схема предусматривает проведение многовариантной сравнительной военно-экономической оценки эффективности выполнения боевой задачи подразделениями, оснащенными только традиционным (экипажным) ВВСТ, и подразделениями, имеющими на вооружении РТК ВН.

Предлагаемый подход к военно-экономической оценке эффективности позволит выявить область боевых задач, в которых применение РТК ВН наиболее целесообразно, и определить рациональный вариант соотношения традиционных (экипажных) ВВСТ и РТК ВН в подразделениях ВС РФ.

Список использованных источников

1. Викулов С.Ф. Военно-экономический анализ: Учебник. – М.: ВУ, 2015. – 340 с.
2. Военно-экономический анализ в экономике военного строительства: современные проблемы и тенденции развития / Под общ. ред. С.Ф. Викулова. – Москва-Ярославль: ЯВФЭИ, 2007. – 260 с.
3. Буренок В.М., Буравлев А.И., Брезгин В.С. Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе. – М.: Граница, 2012.
4. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. – Тверь: Купол, 2009. – 624 с.
5. Буренок В.М., Леонов А.В., Пронин А.Ю. Военно-экономические и инновационные аспекты интеграции нетрадиционных видов оружия в состав системы вооружения. – М.: Граница, 2014. – 240 с.
6. Буренок В.М., Лавринов Г.А., Подольский А.Г. Оценка стоимостных показателей высокотехнологичной продукции. – М.: Граница, 2012. – 424 с.