

УДК: 623.45(075.8)

DOI: 10.53816/20753608\_2022\_1\_47

**МЕТОДИКА СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПОРАЖАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ  
КОНКУРИРУЮЩИХ ДИСТАНЦИОННЫХ БОЕПРИПАСОВ  
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИХ НАЗЕМНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

**METHODOLOGY FOR COMPARATIVE ASSESSMENT  
OF THE DAMAGING EFFECT OF COMPETING REMOTE WARHEADS BASED  
ON THE RESULTS OF THEIR GROUND TESTS**

Чл.-корр. РАРАН С.М. Мужичек<sup>1</sup>, М.А. Корзун<sup>2</sup>, А.А. Скрынников<sup>1</sup>, И.А. Новиков<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГосНИИАС, <sup>2</sup>ЦНИИХМ, <sup>3</sup>АО «Швабе»

*S.M. Muzhichek, M.A. Korzun, A.A. Skrynnikov, I.A. Novikov*

Предложена методика сравнительной оценки поражающего действия конкурирующих дистанционных боеприпасов. Сущность методики заключается в том, что по результатам наземных испытаний сравнивают конкурирующие дистанционные боеприпасы по величинам комплексных показателей поражающего действия и качественных оценок частных характеристик поражающего действия каждого боеприпаса, осуществляют выбор предпочтительного конкурирующего боеприпаса на основе проведенного сравнения.

**Ключевые слова:** дистанционные боеприпасы, наземные испытания, поражающее действие, количественная и качественная оценка, выбор предпочтительного боеприпаса.

A method of comparative assessment of the damaging effect of competing remote munitions is proposed. The essence of the method is that, based on the results of ground tests, competing remote munitions are compared in terms of the values of complex indicators of the damaging effect and qualitative assessments of the particular characteristics of the damaging effect of each ammunition, the preferred competing ammunition is selected based on the comparison made.

**Keywords:** distance ammunition, ground tests, destructive action, quantitative and qualitative assessment, choice of the preferred ammunition.

### Введение

Содержанием наземных испытаний поражающего действия дистанционных боеприпасов является выявление и определение:

- распределений осколков корпусов боеприпасов по массе, углам разлета и скорости;
- избыточного давления на фронте и импульса ударной волны, формирующихся в окружающей среде в результате подрыва боеприпаса;

- показателя пробивного действия боеприпаса;
- показателя иницирующего действия боеприпаса;
- показателя аэро(гидро)удара;
- показателя зажигательного действия боеприпаса и др.

Следует отметить, что известные методики наземных испытаний дистанционных боеприпасов разработаны во второй половине XX века и не в полной мере отражают современное пони-

мание механизмов их поражающего действия. Кроме того, в действующих нормативных документах отсутствуют методики определения показателей пробивного, иницирующего, зажигательного действия, аэро(гидро)удара и других боеприпасов при проведении их наземных испытаний.

Поражающее действие боеприпасов и сравнение между собой нескольких конкурирующих вариантов их исполнения обычно оценивается не по какой-то одной частной характеристике (показателю), а по целому набору этих характеристик (показателей). Частные характеристики поражающего действия используются для оценки результатов воздействия на цель отдельных поражающих факторов боеприпасов. При этом во внимание принимаются наиболее существенные поражающие факторы, которые затем количественно оцениваются частными показателями поражающего действия. Совокупность частных показателей может быть представлена как комплексный показатель, который в наиболее полной мере характеризует поражающее действие каждого отдельного конкурирующего боеприпаса. Сравнение конкурирующих дистанционных боеприпасов по набору частных характеристик (качественная оценка) и набору комплексных показателей поражающего действия (количественная оценка), а также выбор наиболее предпочтительного боеприпаса представляет собой задачу, которая решается в настоящей статье.

### Основная часть

Предлагаемая методика заключается в иницировании конкурирующего дистанционного боеприпаса, вычислении в автоматизированном режиме частных характеристик и величин показателей поражающего действия боеприпаса при минимально необходимом количестве испытаний, осуществлении качественной и количественной оценок поражающего действия боеприпаса, при этом для количественной оценки вычисляют комплексный показатель поражающего действия боеприпаса.

Далее рассмотрим, как предлагаемая методика реализуется на практике [7–10]. Наземные испытания проводятся в два этапа. Первый этап испытаний заключается в предварительной настройке блоков 3, 5, 6, ...,  $N$  (рисунок). Второй

этап испытаний, в отличие от первого, заключается в последовательном подрыве всех подлежащих сравнению конкурирующих боеприпасов, определении величин частных характеристик поражающего действия (фугасное, пробивное, зажигательное, иницирующее и аэроудар), осуществлении качественной оценки частных характеристик поражающего действия конкурирующих боеприпасов, вычислении величин комплексных показателей поражающего действия конкурирующих боеприпасов, сравнении боеприпасов качественно и количественно, осуществлении выбора приоритетного конкурирующего боеприпаса по поражающему действию.

Подробное описание первого этапа испытаний представлено в [1–6, 11]. В блоке 3 его подготавливается настройка заключается в последовательном подрыве набора зарядов бризантного взрывчатого вещества (БВВ) на заданном расстоянии от закрепленной преграды, установленной на заданной дальности под заданным углом, определении массы заряда БВВ  $M$ , приводящего к разрушению преграды, установке линейки датчиков давления на заданном расстоянии друг от друга, подрыве заряда БВВ, приводящего к разрушению преграды и определении датчиками давления избыточного давления на фронте ударной волны.

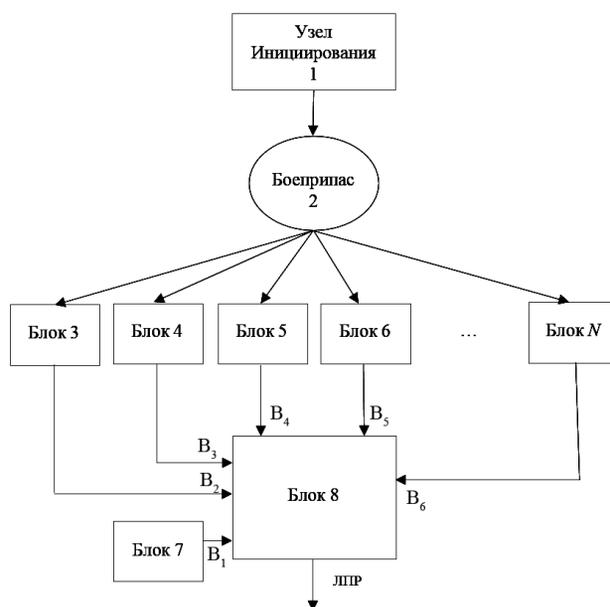


Рис. Блок-схема устройства сравнительной оценки поражающего действия конкурирующих боеприпасов по результатам их наземных испытаний

В блоке 5 его подготовка заключается в последовательном подрыве набора опытных боеприпасов с полным накрытием их полями поражения входной стенки имитатора типового топливного отсека. Входную стенку имитатора типового топливного отсека выполняют из тонкого неметаллического негорючего материала. Заполняют типовой топливный отсек полностью смоченным в топливе трудносгораемым материалом ячеистого строения, последовательно увеличивая параметры поля поражения опытных боеприпасов добиваются устойчивого воспламенения трудносгораемого материала ячеистого строения, смоченного топливом. Заменяют имитатор типового топливного отсека металлической пластиной заданной толщины. Метают в направлении металлической пластины поле поражения опытного боеприпаса, вызывающее устойчивое воспламенение трудносгораемого материала ячеистого строения в имитаторе типового топливного отсека. Определяют величину светового импульса излучения лицевого факела металлических частиц  $I_1$ , выбиваемых из металлической пластины поражающими элементами боеприпаса. Заполняют имитатор типового топливного отсека полностью топливом и трудносгораемым материалом ячеистого строения. Осуществляют с помощью устройства инициирования последовательный подрыв набора опытных боеприпасов с полным накрытием их полями поражения входной стенки типового отсека, выполненной из тонкого негорючего материала. Последовательно увеличивая параметры поля поражения опытных боеприпасов, добиваются воспламенения топлива в имитаторе типового топливного отсека. Заменяют имитатор типового топливного отсека металлической пластиной заданной толщины. Метают в направлении металлической пластины поле поражения опытного боеприпаса, вызывающее устойчивое воспламенение топлива и трудносгораемого материала ячеистого строения в имитаторе типового топливного отсека. Определяют величину светового импульса излучения лицевого факела металлических частиц  $I_2$ , выбиваемых из металлической пластины поражающими элементами боеприпаса. Определяют величину порогового показателя зажигательной способности  $K_{пз}$  по формуле

$$K_{пз} = \frac{I_1 + I_2}{I_1}.$$

В блоке 6 подготовка заключается в возбуждении в активном заряде взрывчатого вещества, сопряженном через ослабитель с пассивным зарядом взрывчатого вещества и экранированном от него, детонационной волны. Передаче ее через ослабитель для инициирования пассивного заряда взрывчатого вещества и определении параметров инициирующей ударной волны за ослабителем, причем для определения критических параметров инициирующей ударной волны возбуждение детонационной волны производят несколько раз. Определение критических параметров инициирующей ударной волны производят при постоянной заданной толщине ослабителя. Определяют величину критического показателя инициирования на основании усредненных критических параметров инициирующей ударной волны для пассивного заряда взрывчатого вещества в инертном исполнении, при этом инициирующую ударную волну в пассивном заряде взрывчатого вещества вызывают полем поражения боевой части дистанционного боеприпаса. Изменение параметров инициирующей ударной волны пассивного заряда взрывчатого вещества производят изменением параметров поля поражения набора опытных боевых частей. Подрыв боевых частей осуществляют с помощью устройства инициирования. Определение критических параметров инициирующей ударной волны производят путем снижения параметров поля поражения набора опытных боевых частей до минимальных значений, при которых еще имеет место устойчивое инициирование пассивного заряда взрывчатого вещества. Определяют для этого случая критические параметры инициирующей ударной волны при постоянной заданной толщине ослабителя для пассивного заряда взрывчатого вещества в инертном исполнении. Определяют величину показателя инициирующего действия  $K_1$  дистанционного боеприпаса на основании усредненных критических параметров инициирующей ударной волны для пассивного заряда взрывчатого вещества в инертном исполнении. Продолжают снижать параметры поля поражения набора опытных боевых частей до величин, приводящих к появлению устойчивого механического разрушения пассивного заряда взрывчатого вещества поражающими элементами боевой части дистанционного боеприпаса. Определяют для этого случая параметры иници-

ирующей ударной волны при постоянной заданной толщине ослабителя для пассивного заряда взрывчатого вещества в инертном исполнении. Определяют величину показателя инициирования  $K_2$  на основании усредненных параметров инициирующей ударной волны для пассивного заряда взрывчатого вещества в инертном исполнении для случая механического разрушения пассивного заряда. Определяют величину предельного показателя инициирования по формуле

$$K_{\text{ин}} = \frac{K_1 + K_2}{K_2}.$$

В блоке  $N$  производят последовательный подрыв набора опытных боеприпасов с полным накрытием их полем поражения входной стенки типового отсека. Последовательно увеличивая плотность поля поражения опытных боеприпасов, добиваются полного разрушения отсека за счет аэроудара. Оснащают боковые стенки типового отсека  $n$  пьезоэлектрическими датчиками, связанными с  $m$  приборами измерения давления и импульса ударной (баллистической) волны. Измеряют для случая полного разрушения типового отсека величину критического среднего максимального давления аэроудара  $P_{\text{ср}}^m$ , возникающего в отсеке после пробития поражающими элементами опытного боеприпаса входной стенки отсека. Рассчитывают критическую энергию аэроудара в отсеке по формуле  $\mathcal{E}_{\text{кр}} = P_{\text{ср}}^m \cdot V$ , где  $V$  — объем типового отсека, рассчитывают удельную критическую энергию потока поражающих элементов  $\mathcal{E}_{\text{кр}}^{\text{уд}}$  для типового отсека по формуле  $\mathcal{E}_{\text{кр}}^{\text{уд}} = \mathcal{E}_{\text{кр}} / S$ , где  $S$  — площадь входной стенки типового отсека. Рассчитывают величину критического показателя аэроудара для типового отсека по формуле  $\Pi_a^{\text{кр}} = \mathcal{E}_{\text{кр}}^{\text{уд}} / C_0$ , где  $C_0$  — энергетический критерий разрушения.

На втором этапе испытаний осуществляют последовательный подрыв всех подлежащих сравнению конкурирующих боеприпасов, определяют величины частных показателей поражающего действия (фугасное, пробивное, зажигательное, инициирующее и аэроудара). Осуществляют качественную оценку частных характеристик поражающего действия конкурирующих боеприпасов. Вычисляют величины комплексных показателей конкурирующих боеприпасов. Сравнивают боеприпасы качественно

и количественно между собой. По итогам сравнения формируют предложения для лица принимающего решение (ЛПР).

Рассмотрим осуществление 2 этапа на примере испытаний трех конкурирующих дистанционных боеприпасов.

После завершения настройки блоков 3, 5, 6, ...,  $N$  узел 1 инициирования последовательно приводит в действие каждый из сравниваемых боеприпасов, рисунок, которые формируют в окружающей среде возмущения, воздействующие на чувствительные элементы блоков 3, 4, 5, 6, ...,  $N$ . Обработка возмущений в блоках 3, 4, 5, 6, ...,  $N$  приводит к определению частных характеристик и вычислению соответствующих частных показателей поражающего действия.

В блоке 3 определяются частная характеристика и частный показатель фугасного действия конкурирующего боеприпаса. После подрыва исследуемого боеприпаса происходит определение датчиками давления избыточного давления на фронте ударной волны от исследуемого боеприпаса. Определение эквивалентной массы заряда исследуемого боеприпаса. Сравнение массы заряда, приводящего к разрушению преграды  $M$  с эквивалентной массой заряда исследуемого боеприпаса  $m_{\text{экр}}$ , определение частного показателя фугасного действия боеприпаса по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{ф}} = \frac{m_{\text{экр}} + M}{M},$$

при этом считают если  $\mathcal{E}_{\text{ф}} \geq 2$ , фугасное действие боеприпаса удовлетворительным, если  $\mathcal{E}_{\text{ф}} < 2$  — неудовлетворительным.

Для нашего примера по результатам испытаний были получены следующие величины частных показателей и характеристик фугасного действия:

- боеприпас № 1 —  $\mathcal{E}_{\text{ф}} = 2,3$  (фугасное действие удовлетворительное);
- боеприпас № 2 —  $\mathcal{E}_{\text{ф}} = 1,9$  (фугасное действие неудовлетворительное);
- боеприпас № 3 —  $\mathcal{E}_{\text{ф}} = 2,1$  (фугасное действие удовлетворительное).

В блоке 4 определяется частная характеристика и частный показатель пробивного действия конкурирующего боеприпаса. Оценка пробивного действия осколочного действия исследуемого боеприпаса, заключается в метании поля пора-

жения боеприпаса в направлении закрепленной преграды, установленной на заданной дальности от боеприпаса под заданным углом к направлению метания, при этом подрыв боевой части боеприпаса осуществляют с помощью устройства инициирования. Во взрывной камере в пределах двугранного угла  $\Delta\theta$ , на заданном расстоянии устанавливают закрепленную преграду заданной толщины. Определяют среднюю скорость  $V_1$  поля поражения боеприпаса по временной зависимости фильтрованных частот Доплера сигналов, отраженных от части поля поражения, летящего в пределах двугранного угла  $\Delta\theta$ , от момента подрыва боевой части боеприпаса до момента попадания поражающих элементов поля поражения боеприпаса в закрепленную преграду заданной толщины. Определяют среднюю скорость  $V_2$  поля поражения боеприпаса по временной зависимости фильтрованных частот Доплера сигналов, отраженных от части поля поражения, после пробития поражающими элементами поля поражения закрепленной преграды заданной толщины. Определяют частный показатель пробивной способности поля поражения боеприпаса по формуле

$$\Theta_{\text{пр}} = \frac{V_2 + V_1}{V_1}.$$

Считают, если  $\Theta_{\text{пр}} = 1$  пробивную способность поля поражения боеприпаса неудовлетворительной, если  $1 < \Theta_{\text{пр}} \leq 1,5$  — удовлетворительной, если  $\Theta_{\text{пр}} > 1,5$  — высокой.

При этом закрепленная преграда и ее основные характеристики (тип материала, толщина) представляет собой имитатор типового объекта воздействия.

Для нашего примера по результатам испытаний были получены следующие величины частных показателей и характеристик пробивного действия конкурирующих боеприпасов:

- боеприпас № 1 —  $\Theta_{\text{пр}} = 1,2$  (пробивное действие удовлетворительное);
- боеприпас № 2 —  $\Theta_{\text{пр}} = 1,4$  (пробивное действие удовлетворительное);
- боеприпас № 3 —  $\Theta_{\text{пр}} = 1,7$  (пробивное действие высокое).

В блоке 5 определяется частный показатель и частная характеристика зажигательного действия конкурирующего боеприпаса. После полного накрытия полем поражения исследуемого боеприпаса металлической пластины заданной

толщины, определяют величину светового импульса излучения лицевого факела металлических частиц  $I_u$ , выбиваемых из металлической пластины заданной толщины поражающими элементами исследуемого боеприпаса. Определяют величину частного показателя зажигательной способности боеприпаса  $\Theta_3$  по формуле

$$\Theta_3 = \frac{I_1 + I_u}{I_1},$$

сравнивают величины  $K_{\text{пз}}$  и  $\Theta_3$ , считают, если величина  $\Theta_3 < 2$ , зажигательную способность боеприпаса низкой, если величина  $\Theta_3$  находится в интервале  $2 \leq \Theta_3 < K_{\text{пз}}$  — удовлетворительной, если величина  $\Theta_3 \geq K_{\text{пз}}$  — высокой.

Для нашего примера по результатам испытаний были получены следующие величины частных показателей и характеристик зажигательного действия конкурирующих боеприпасов:

- боеприпас № 1 —  $\Theta_3 = 2,3$  (зажигательное действие удовлетворительное);
- боеприпас № 2 —  $\Theta_3 = 1,8$  (зажигательное действие низкое);
- боеприпас № 3 —  $\Theta_3 = 2,6$  (зажигательное действие удовлетворительное).

В блоке 6 определяется частный показатель и частная характеристика инициирующего действия конкурирующего боеприпаса. После подрыва исследуемого боеприпаса и накрытия его полем поражения пассивного заряда взрывчатого вещества в инертном исполнении, определяют параметры инициирующей ударной волны при постоянной заданной толщине ослабителя для пассивного заряда взрывчатого вещества в инертном исполнении. Для этого определяют случая величину показателя инициирования  $K_{\text{и}}$  на основании усредненных параметров инициирующей ударной волны для пассивного заряда взрывчатого вещества в инертном исполнении, по формуле

$$\Theta_{\text{и}} = \frac{K_2 + K_{\text{и}}}{K_2}$$

определяют величину показателя инициирования  $\Theta_{\text{и}}$ , сравнивают величины  $K_{\text{пн}}$  и  $\Theta_{\text{и}}$ , считают, если величина  $\Theta_{\text{и}} < 2$ , инициирующую способность исследуемого боеприпаса низкой, если величина  $\Theta_{\text{и}}$  находится в интервале  $2 \leq \Theta_{\text{и}} < K_{\text{пн}}$ , удовлетворительной, если величина  $\Theta_{\text{и}} \geq K_{\text{пн}}$  — высокой.

Для нашего примера по результатам испытаний были получены следующие величины частных показателей и характеристик инициирующего действия:

- боеприпас № 1 —  $\mathcal{E}_n = 2,4$  (инициирующее действие удовлетворительное);
- боеприпас № 2 —  $\mathcal{E}_n = 2,1$  (инициирующее действие удовлетворительное);
- боеприпас № 3 —  $\mathcal{E}_n = 2,3$  (инициирующее действие удовлетворительное).

В блоке  $N$  определяется частный показатель и частная характеристика аэроудара конкурирующего боеприпаса. При попадании поля поражения исследуемого боеприпаса в типовой отсек объектов воздействия измеряют величину среднего максимального давления аэроудара  $P_{cp}^m$ , возникающего в типовом отсеке после пробития поражающими элементами испытываемого боеприпаса входной стенки отсека. Рассчитывают энергию аэроудара в отсеке по формуле  $\mathcal{E}_{уд} = P_{cp}^m \cdot V$ , также рассчитывают по формуле  $\Pi_a = \mathcal{E}_{уд} / C_0$  величину показателя аэроудара поля поражения испытываемого конкурирующего боеприпаса. Сравнивают величину показателя аэроудара поля поражения испытываемого боеприпаса с величиной критического показателя аэроудара. Определяют величину частного показателя аэроудара по формуле

$$\mathcal{E}_a = \frac{\Pi_a + \Pi_a^{кр}}{\Pi_a^{кр}},$$

считают, если  $\mathcal{E}_a \geq 2$  способность боеприпаса создавать аэроудар высокой, если  $1 < \mathcal{E}_a < 2$  — удовлетворительной, если  $\mathcal{E}_a = 1$  — неудовлетворительной. Для нашего примера по результатам испытаний были получены следующие величины частных показателей и характеристик аэроудара:

- боеприпас № 1 —  $\mathcal{E}_a = 1,8$  (способность к аэроудару удовлетворительная);
- боеприпас № 2 —  $\mathcal{E}_a = 1,9$  (способность к аэроудару удовлетворительная);

– боеприпас № 3 —  $\mathcal{E}_a = 2,1$  (способность к аэроудару высокая).

Далее в блоке 8 по результатам испытаний формируется таблица с качественной оценкой частных характеристик поражающего действия каждого испытанного боеприпаса.

В табл. 1 представлены результаты качественной оценки частных характеристик поражающего действия.

Известно, что боеприпасы, имеющие по результатам испытаний неудовлетворительные или низкие частные характеристики поражающего действия, из дальнейшего рассмотрения исключаются. Для нашего случая это боеприпас № 2. Кроме того, определенные в блоках 3, 4, 5, 6, ...,  $N$  величины частных показателей поражающего действия не отбракованных на этапе качественной оценки боеприпасов поступают на  $B_2, B_3, B_4, B_5, B_6$  входы блока 8 комплексного показателя поражающего действия. В блоке 8 по результатам проведенных испытаний определяют комплексный показатель поражающего действия дистанционного боеприпаса  $\mathcal{E}$  в виде

$$\mathcal{E} = (A_1 \mathcal{E}_n + A_2 \mathcal{E}_\phi + A_3 \mathcal{E}_a + A_4 \mathcal{E}_n + A_5 \mathcal{E}_3 + \dots + A_i \mathcal{E}_n),$$

$$\sum_{i=1}^n A_i = 1, 0 < A_i < 1,$$

где  $A_i$  — весовые коэффициенты, определяющие степень важности  $i$ -го частного показателя поражающего действия, определяемые экспертным методом;

$\mathcal{E}_n$  — величина показателя пробивного действия;

$\mathcal{E}_\phi$  — величина показателя фугасного действия;

$\mathcal{E}_a$  — величина показателя аэроудара;

$\mathcal{E}_n$  — величина показателя инициирования;

$\mathcal{E}_3$  — величина показателя зажигательного действия.

$\mathcal{E}_n$  — величина другого возможного показателя многофакторного поражающего действия.

Таблица 1

**Качественная оценка частных характеристик поражающего действия**

Испытываемый боеприпас	Пробивное действие	Фугасное действие	Зажигательное действие	Аэроудар (способность)	Инициирующее действие
Боеприпас № 1	Удовл.	Удовл.	Удовл.	Удовл.	Удовл.
Боеприпас № 2	Удовл.	Неудовл.	Низкое	Удовл.	Удовл.
Боеприпас № 3	Высокое	Удовл.	Удовл.	Высокая	Удовл.

Весовые коэффициенты  $A_i$ , определяющие степень важности  $i$ -го частного показателя поражающего действия определяются экспертным методом и поступают на вход 1 блока 8 с выхода задатчика 7 постоянных величин. Определение весовых коэффициентов  $A_i$  осуществляется следующим образом. Одним из простых и распространённых способов определения весовых коэффициентов является метод экспертных оценок (ГОСТ 23554.0-79). Имеется несколько вариантов этого метода. Воспользуемся методом ранжирования. Суть метода заключается в следующем. Группа из  $n$  экспертов, специалистов в исследуемой области, высказывается относительно важности  $m$  частных показателей. Самому важному показателю соответствует ранг  $m$ , следующему —  $(m - 1)$  и т.д., ранг, равный 1, имеет наименее важный показатель. Результаты опроса экспертов сводят в таблицу (табл. 2), в последней строке которой записывают сумму рангов, выставленных экспертами.

Весовые коэффициенты определяются по формуле:

$$A_i = r_i / \sum_{i=1}^m r_i, i = \overline{1, m},$$

где  $A_i$  — весовые коэффициенты, определяющие степень важности  $i$ -го частного показателя поражающего действия боеприпаса.

Результаты определения весовых коэффициентов методом ранжирования для нашего случая приведены в табл. 3.

После поступления на вход блока 8 весовых коэффициентов  $A_i$  в блоке 8 определяется комплексный показатель поражающего действия дистанционного боеприпаса Э.

Для боеприпаса № 1 комплексный показатель составил  $\mathcal{E}_1 = 1,89$ , для боеприпаса № 3, соответственно  $\mathcal{E}_3 = 2,14$ .

Получилось  $\mathcal{E}_3 > \mathcal{E}_1$ , следовательно, лицу принимающему решение на основании качественной и количественной оценок результатов испытаний конкурирующих боеприпасов предложено выбрать боеприпас № 3.

Результаты проведенных экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что

Таблица 2

Результаты опроса экспертов относительно важности показателей

Эксперт	Показатели			
	$\mathcal{E}_1$	$\mathcal{E}_2$	...	$\mathcal{E}_m$
1	$r_{11}$	$r_{12}$	...	$r_{1m}$
2	$r_{21}$	$r_{22}$	...	$r_{2m}$
...	...	...	...	...
$n$	$r_{n1}$	$r_{n2}$	...	$r_{nm}$
$r_i = \sum_{j=1}^n r_{ij}$	$r_1$	$r_2$	...	$r_m$

Таблица 3

Результаты определения весовых коэффициентов методом ранжирования

Эксперт	Частные показатели поражающего действия				
	$\mathcal{E}_n$	$\mathcal{E}_\phi$	$\mathcal{E}_a$	$\mathcal{E}_и$	$\mathcal{E}_3$
1	5	1	4	2	3
2	5	2	4	1	3
3	5	1	4	2	3
$r_j = \sum r_{ij}$	15	4	12	5	9
$A_j$	0,333	0,089	0,267	0,111	0,2

использование предлагаемой методики позволяет сократить время проведения испытаний и трудоемкость их проведения в несколько раз (в зависимости от числа конкурирующих боеприпасов). Полнота оценки повышается за счет того, что получаемые результаты содержат как количественную, так и качественную оценки поражающего действия боеприпасов. Кроме того, точность оценки повышается за счет полного учета всех поражающих факторов боеприпасов.

### Заключение

Предлагаемая методика позволяет повысить оперативность, точность и полноту автоматизированной сравнительной оценки конкурирующих дистанционных боеприпасов по поражающему действию, а также снизить трудоемкость проведения испытаний.

### Литература

1. Ефанов В.В., Винокуров В.И., Жорник К.А. и др. Способ оценки пробивного действия дистанционного боеприпаса и устройство для его осуществления. Патент РФ на изобретение № 2491501. 2012.

2. Ефанов В.В., Гриненко Л.Г., Жорник К.А. и др. Способ определения зажигательной способности боеприпаса дистанционного действия и устройство для его осуществления. Патент РФ на изобретение № 2521460. 2014.

3. Скрынников А.А., Новиков И.А. и др. Способ определения иницирующей способности дистанционного боеприпаса и устройство для его осуществления. Патент РФ на изобретение № 2490589. 2013.

4. Мужичек С.М., Скрынников А.А., Жорник К.А. и др. Способ испытания боеприпасов на аэроудар и устройство для его осуществления. Патент РФ на изобретение № 2484421. 2013.

5. Мужичек С.М., Новиков И.А., Лобанов К.Н. и др. Способ оперативной оценки эф-

фективности поражающего действия боеприпаса и устройство для его осуществления. Патент на изобретение RU 2442104 С1, 10.02.2012. Заявка № 2010138430/11 от 17.09.2010.

6. Мужичек С.М., Жорник К.А. и др. Способ автоматизированной оценки эффективности поражающего действия боеприпаса дистанционного действия и устройство для его осуществления. Патент РФ на изобретение № 2519616. 2014 г.

7. Скрынников А.А., Абрамов С.А. и др. Методика определения показателя фугасного действия малокалиберных боеприпасов при проведении их натуральных испытаний. В сборнике: Специальная связь и безопасность информации: технология, производство, управление // Сборник трудов 5-го Международного симпозиума. 2017. С. 72–75.

8. Мужичек С.М., Ефанов В.В., Скрынников А.А., Абрамов С.А. Методический подход к автоматизации испытаний малокалиберных боеприпасов // Радиоэлектронные технологии. 2017. № 2. С. 69–73.

9. Абрамов С.А., Новиков И.А. и др. О методике автоматизированного проведения наземных испытаний малокалиберных боеприпасов // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2017. № 9–10 (111–112). С. 48–53.

10. Комраков Н.Ю., Мужичек С.М., Скрынников А.А. Применение байесовского подхода построения логистической регрессии при обработке результатов испытаний на стойкость элементов авиационных конструкций // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2018. Т. 21. № 2. С. 132–142.

11. Корзун М.А., Борисова Т.М., Соколов А.О., Иванов О.В. и др. Способ автоматизированной сравнительной оценки дистанционных боеприпасов по поражающему действию. Патент на изобретение RU 2756991 С1, 08.10.2021. Заявка: 2020132775 от 05.10.2020.