

**ФУНКЦИОНАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕКОМПОЗИЦИЯ СИСТЕМЫ
ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПЛЕКСА С БАРРАЖИРУЮЩИМИ БОЕПРИПАСАМИ
КАК ОСНОВА ОБОСНОВАНИЯ ЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЛИКА**

**FUNCTIONAL-MORPHOLOGIC DECOMPOSITION OPERATION SYSTEM
OF LOITERING AMMUNITION COMPLEX
AS A VALIDATION BASE OF ITS TECHNOLOGICAL IMAGE**

По представлению академика РАРАН В.В. Панова

А.Е. Гвоздев, Р.Б. Спири

3 ЦНИИ МО РФ

A.E. Gvozdev, R.B. Spirin

В статье приводится история разработки барражирующих боеприпасов (ББ), сформулировано определение ББ, показаны их достоинства и недостатки. Предложен подход к определению структуры комплекса с барражирующими боеприпасами (КББ), базирующийся на функционально-морфологической декомпозиции его системы эксплуатации в целом и подсистемы использования КББ по назначению, в частности, как основы для обоснования требований к нему и его рационального технического облика. Определен состав КББ, приведены основополагающие принципы для разработки и производства КББ. Обоснованы показатели и критерий оценки эффективности КББ.

Ключевые слова: барражирующие боеприпасы, комплекс с ББ, функционально-морфологическая декомпозиция, система эксплуатации, транспортно-пусковой контейнер, катапульта.

In this article the production history of loitering ammunition is indicated, it's definition is formulated, their merits and demerits are exhibited. Here is suggested the approach to the definition of loitering ammunition complex structure, that is based on functional-morphologic decomposition of its operation system in whole and subsystem of using loitering ammunition complex as intended in particular, as a base for a validation specification and its technological image. There's determined the structure of loitering ammunition complex, the guidelines for development and production of loitering ammunition complex are reported. The activities and award criteria effectivity of loitering ammunition complex are proved.

Keywords: loitering ammunition, loitering ammunition complex, functional-morphologic decomposition, operation system, transporter-launcher container, launching device.

Опыт локальных войн и вооруженных конфликтов последних лет, взгляды военно-политического руководства ведущих в военном отношении зарубежных стран на подготовку и ведение военных действий объективно свидетельствуют о возрастании роли барражирующих боеприпасов (ББ) [1–4].

Несмотря на активизацию работ на современном этапе по созданию образцов этого эффективного вооружения, следует отметить, что идея разработки ББ, способного длительное время в режиме ожидания находиться в воздухе в районе цели и оперативно атаковать ее после получения соответствующей команды оператора или само-

стоятельно возникла более 40 лет назад. Первые попытки создания подобных систем были предприняты еще в конце 1970-х годов, когда немецкая компания MBV («Мессершмит-Бельков-Блом») разработала противотанковый управляемый дрон «Туكان» («Toucan»). Ее почин был подхвачен американской компанией «Boeing», которая в начале 80-х годов прошлого столетия разработала противорадиолокационный проект «БРЭЙВ 200» («BRAVE 200» — «Boeing Robotic Air Vehicle 200»), отличающийся уникальной системой хранения и пуска: дроны размещались по 15 штук в блочной пусковой установке, готовыми к практически немедленному применению. В это же время был создан совместный американско-германский проект ударного беспилотного аппарата «Локаст» («Locust»). Однако ввиду недостаточной степени развития технологий эти попытки не дали необходимые надежность и эффективность боевого применения, на которые рассчитывали военные – заказчики.

Первым более или менее успешным образцом ББ можно считать проект «Гарпия» («Harpy»), созданный в 1980-е годы израильской компанией «Израэл Аэрокрафт Индастриз» («Israel Aircraft Industries») для решения задачи подавления средств (объектов) противовоздушной обороны (ПВО) противника. Этот дрон-камикадзе длиной 2,7 м оснащался 2,1-метровым дельтовидным крылом и толкающим винтом. В движение аппарат приводился роторно-поршневым двигателем мощностью 38 л.с. Для своего времени такой тип силовой установки обеспечивал необходимую компактность и высокую удельную мощность. В конце 1980-х годов дрон «Harpy» развивал с 32 кг взрывчатки на борту крейсерскую скорость 185 км/ч и летал на дальность до 500 км. Головка самонаведения позволяла в автоматическом режиме искать и уничтожать источники радиолокационного излучения. В 2009 году фирма «IAI» заявила о создании ББ «Нагор» — варианте дрона «Harpy», но с оптико-электронной головкой самонаведения для поражения первоочередных, особо важных мобильных объектов. Этот боеприпас может запускаться под любым углом по вертикальной или горизонтальной траектории с различных передвижных платформ, в том числе из пусковых контейнеров наземного, морского и воздушного базирования в направлении предполагаемого района цели.

Широкий типоряд барражирующего оружия различного назначения в настоящее время разработан израильской фирмой «УВижен» («UVision»). В нем основное место занимает серия дронов-камикадзе «Него». Самым компактным является ранцевый тактический боеприпас «Него 30» массой 3 кг с электрическим двигателем, который запускается с контейнерной пусковой установки. Данный ББ предназначен для действий против живой силы противника. Максимальная продолжительность его полета составляет 30 мин, дальность — от 5 до 40 км, а масса боевой части — 0,5 кг.

Более крупный ББ большей дальности «Него 400» с бензиновым двигателем имеет массу 40 кг, из которых на боевую часть приходится 8 кг. Он предназначается для уничтожения, в первую очередь, бронетанковой техники. Продолжительность его полета составляет 4 часа, а максимальный радиус действия — 150 км.

Дальнейшим усовершенствованием модели «Него 400» стал вариант «Него 400ЕС» с электрическим двигателем, отличающийся от предшественника малозумностью и Х-образным оперением. Также на электрической тяге выполнены дрон-камикадзе «Него 70» (масса — 7 кг, масса боевой части — 1,2 кг, дальность — до 40 км, время барражирования — 40 мин) и самый тяжелый среди тактических «Него 120» (масса — 12,5 кг, масса боевой части — 3,5 кг, дальность — до 40 км, время барражирования — 60 мин).

К так называемым стратегическим ББ относится дрон с поршневым бензиновым двигателем «Него 250» с пятикилограммовой боевой частью. Он может находиться в воздухе до 3 часов и летать на 150 км. Тяжелые модели ББ «Него 900» и «Него 1250» несут соответственно по 20 и 30 кг взрывчатки и могут работать на удалении 200–250 км.

Все исполнения «Него» (рис. 1) имеют весьма низкие акустические и инфракрасные сигнатуры, могут использоваться в качестве ББ или многоцветных систем разведки, наблюдения и сбора данных. Они оснащаются парашютом и стабилизированным блоком оптико-электронных и ИК-датчиков собственной разработки.

По существу, в ББ соединяются разведывательные и ударные возможности. Они могут предоставлять важную разведывательную информацию, определять местоположение и идентифици-



Рис. 1. Семейство барражирующих боеприпасов «Hero»

ровать угрозы, а также оказывать высокоточное воздействие на важные, высокоподвижные, маневрирующие и быстро проходящие цели. ББ могут работать в сложной обстановке, включая застроенные территории, труднодоступные районы и различные сценарии ближнего боя, в которых есть высокий риск поражения своих войск и сопутствующего ущерба, и где применение ствольной артиллерии, реактивных систем залпового огня и ракетных войск неприемлемо [5].

В целом в настоящее время десятки компаний по всему миру разрабатывают семейства ББ, отличающихся по уровню решаемых задач и по конструктивным характеристикам. Они состоят на вооружении армий США, Израиля, Турции, Китая, Великобритании, Польши, Азербайджана.

Основными достоинствами ББ, обуславливающими их достаточно широкое распространение, являются:

- относительно низкая стоимость выполнения огневой задачи;
- высокая вероятность поражения объектов противника;
- способность длительного по времени поиска (ожидания) цели;
- низкая уязвимость от средств ПВО вследствие малой заметности;
- возможность нанесения точных ударов в верхнюю полусферу объектов.

В то же время данное оружие не лишено некоторых недостатков, к числу которых следует отнести:

- необходимость поддержания постоянной оптико-электронной связи с оператором пункта управления;
- зависимость некоторых ББ от непрерывного приема сигналов глобальной системы позиционирования;
- возможность перехвата управления, подавления и искажения информации, принима-

емой бортовыми сенсорами, средствами РЭБ противника.

Однако, несмотря на достаточно широкие разработки и производство ББ, теоретические аспекты обоснования требований к ним и их рационального технического облика не получили соответствующего развития. Следует отметить, что до сих пор даже не существует единого определения термина «барражирующие боеприпасы» [1–6].

Так, например, по взглядам представителей министерства обороны Великобритании «ББ — это недорогие управляемые высокоточные снаряды, находящиеся в течение определенного времени в воздухе в режиме ожидания и затем быстро атакующие загоризонтные наземные или морские цели; барражирующие боеприпасы управляются оператором, который видит на экране перед собой изображение цели и окружающей обстановки в реальном времени и благодаря этому имеет возможность контролировать точное время, положение в пространстве и направление атаки неподвижного, способного к перемещению или мобильного объекта, непосредственно участвуя в процессе его идентификации и подтверждения данных о цели».

Другое известное определение: «ББ — это модульный электронно-оптический ракетный комплекс, предназначенный для уничтожения бронетехники, защищённых объектов (типа бункер, ДОТ, ДЗОТ) и инженерных сооружений, надводных целей и личного состава противника, а также низкоскоростных воздушных целей (БПЛА, вертолеты) в условиях отсутствия прямой видимости цели».

В статье под ББ понимается управляемое высокоточное оружие, способное совершать продолжительный полет над назначенным районом для поиска (ожидания) и последующего

поражения объектов противника в условиях отсутствия их прямой видимости.

В целях создания научно-методического аппарата обоснования требований к комплексу с ББ и его рационального технического облика предлагается использовать подход, базирующийся на функционально-морфологической декомпозиции эксплуатации данного оружия.

В соответствии с ГОСТ В 25883-83 и Руководством по эксплуатации ракетно-артиллерийского вооружения под эксплуатацией вооружения понимается стадия жизненного цикла изделия (образца вооружения) с момента принятия его войсковой частью от завода-изготовителя или ремонтного предприятия, являющаяся совокупностью ввода в эксплуатацию, приведения

в установленную степень готовности к использованию по назначению, поддержания в установленной степени готовности к этому использованию, использования по назначению, хранения и транспортирования. Место эксплуатации в жизненном цикле вооружения и военной техники приведено на рис. 2.

Эксплуатация образца вооружения включает следующие основные стадии: приемка (ввод) в эксплуатацию; техническую, штатную эксплуатацию и прекращение эксплуатации, которые, в свою очередь, содержат определенные этапы или процессы (рис. 3).

В соответствии с рис. 3 можно утверждать, что система эксплуатации любого образца вооружения и военной техники (F_3), в том числе

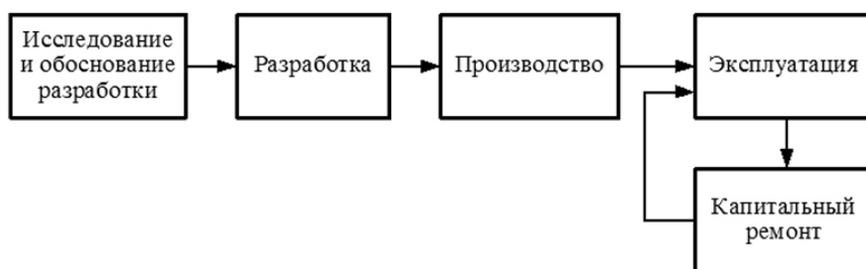


Рис. 2. Место эксплуатации в жизненном цикле вооружения и военной техники



Рис. 3. Распределение этапов по стадиям эксплуатации образца вооружения и их содержание

и комплекса с ББ (КББ), как система включает в себя следующие процессы (табл. 1):

- приемка (ввод) в эксплуатацию (F_1);
- приведение в установленную степень готовности к использованию по назначению (F_2);
- использование по назначению (F_3);
- поддержание в установленной степени готовности к использованию по назначению (F_4);
- хранение (F_5);
- транспортирование (F_6);
- прекращение эксплуатации (списание) (F_7), т.е.

$$F_3 \cup = F_1 \cup F_2 \cup F_3 \cup F_4 \cup F_5 \cup F_6 \cup F_7,$$

где \cup — символ объединения.

Каждый из перечисленных процессов, в свою очередь, может быть представлен в виде сложного процесса, включающего в себя ряд подпроцессов (операций), выполняемых с использованием соответствующего оборудования (средств, аппаратуры и т.д.), в том числе и составных частей КББ.

Главным процессом системы эксплуатации образца является использование по назначению, содержание которого, в первую очередь, определяет технический облик комплекса с ББ и требования к нему.

Вполне очевидно, что при выполнении других процессов эксплуатации КББ, к кото-

рым относятся приемка (ввод) в эксплуатацию, приведение в установленную степень готовности к использованию по назначению, поддержание в установленной степени готовности к использованию по назначению (техническое обслуживание, ремонт, обеспечение эксплуатации), хранение, транспортирование и прекращение эксплуатации (списание) КББ, необходимо учитывать технический облик изделия и требования к нему, которые позволяют эффективно использовать образец по назначению. В этой связи данные процессы оказывают незначительное влияние на технический облик изделия и требования к нему, которое с определенной малой погрешностью можно не принимать во внимание.

Анализ опыта боевого применения КББ показывает, что процесс использования данного изделия по назначению (F_3) включает следующие подпроцессы (табл. 2):

- пуск (F_{31});
- полет (барражирование) (F_{32});
- поиск (разведка) цели (F_{33});
- наведение на цель (F_{34});
- передачу информации (F_{35});
- поражение цели (F_{36}).

По аналогии с (1)

$$F_3 \cup = F_{31} \cup F_{32} \cup F_{33} \cup F_{34} \cup F_{35} \cup F_{36}.$$

Таблица 1

Функционально-морфологическая декомпозиция системы эксплуатации комплекса с ББ (F_3)

Система	Процессы	Подсистемы (средства), ответственные за процессы
Эксплуатация (F_3)	Приемка (ввод) в эксплуатацию (F_1)	Подсистема ввода в эксплуатацию (должностные лица)
	Приведение в установленную степень готовности к использованию по назначению (F_2)	Подсистема приведения в установленную степень готовности к использованию по назначению (аппаратура, инструмент)
	Использование по назначению (F_3)	Комплекс с ББ, катапульта, аппаратура оператора
	Поддержание в установленной степени готовности к использованию по назначению (F_4)	Подсистема поддержания (средства технического обслуживания, ремонта, обеспечения эксплуатации)
	Хранение (F_5)	Подсистема хранения, упаковка КББ
	Транспортирование (F_6)	Подсистема транспортирования, упаковка КББ
	Прекращение эксплуатации (списание) (F_7)	Подсистема списания и утилизации

Функционально-морфологическая декомпозиция подсистемы использования КББ по назначению (F_3)

Подсистема (процесс)	Подпроцессы	Составная часть КББ, отвечающая за подпроцессы
Использование по назначению (F_3)	Пуск (F_{31})	Катапульта (транспортно-пусковой контейнер (ТПК) с катапультой)
	Полет (барражирование) (F_{32})	Планер с двигателем
	Поиск цели (разведка) (F_{33})	Оптико-электронная система (ОЭС) ББ, аппаратура оператора
	Управление ББ, наведение на цель (F_{34})	Блок управления, ОЭС, аппаратура оператора
	Передача информации (F_{35})	Система передачи информации, аппаратура оператора
	Поражение цели (F_{36})	Боевое снаряжение

Функционально-морфологическая декомпозиция подсистемы использования по назначению КББ (F_3) является основой обоснования рационального технического облика данного вооружения. Ее результаты показали, что КББ должен представлять собой совокупность следующих составных частей: ББ (планер с двигателем), ОЭС, блок управления, боевое снаряжение, система передачи информации, аппаратура оператора, катапульта (ТПК с катапультой).

Кроме того, данная декомпозиция позволяет определить необходимые и достаточные показатели эффективности и выбрать критерий функционирования КББ в боевых действиях с учетом современных положений теории эффективности.

Очевидно, что при обосновании рационального технического облика КББ, его разработке и производстве необходимо руководствоваться рядом базовых принципов, к числу которых предлагается отнести следующие:

- минимизация затрат на разработку, серийное производство и эксплуатацию;
- функционально-блочное построение изделия;
- минимизация трудоемкости технического обслуживания, регламента и ремонта;
- мобильность и автономность КББ;
- использование новых технологий (информационных, промышленных, эксплуатационных) в процессах разработки, производства и эксплуатации КББ;
- унификация компонентов КББ.

Кроме того, для обеспечения конкурентоспособности отечественных разработок КББ

необходимо предусмотреть использование международных стандартов качества при создании данных изделий. Также представляется целесообразной возможность обеспечения возврата ББ в условиях отсутствия цели для поражения.

При выборе показателей и критерия эффективности целесообразно руководствоваться следующим правилом: выбираемые показатели и критерии должны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям.

К показателям оценки эффективности КББ могут быть предъявлены следующие основные требования:

- соответствие целям решаемых задач (пуска, полета, поиска цели, наведения на цель, поражения цели и т.д.);
- наличие физического смысла;
- минимальность числа показателей;
- критичность к исследуемым параметрам;
- полнота и всесторонность оценки;
- избыточность, вычисляемость и учет стохастичности.

Оценка эффективности КББ связана с решением нескольких основных задач. Такими задачами являются:

- непосредственная оценка эффективности функционирования КББ в операции (бою);
- задачи выбора из некоторого конечного, явно представленного множества вариантов КББ рациональных.

При этом первая из перечисленных задач является частным случаем задачи выбора.

Не вызывает сомнений утверждение, что эффективность любого процесса функционирования

ния сложной технической системы, какой является КББ, следует оценивать по эффективности выполнения основных задач.

Очевидно, что эффективность функционирования КББ ($W_{\text{ББ}}$) целесообразно оценивать по эффективности выполнения боевой задачи ($P_{\text{ББ}}$), которая будет являться интегральным показателем, включающим в свертку частные показатели эффективности выполнения основных подпроцессов процесса использования изделия по назначению (см. табл. 2), т.е.

$$W_{\text{ББ}} = P_{\text{ББ}} = P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_6,$$

где P_1 — вероятность надежной (безотказной) работы КББ (ТПК, планера с двигателем);

P_2 — вероятность преодоления ББ противодействия противника;

P_3 — вероятность прямой видимости объекта поражения;

P_4 — вероятность обнаружения, распознавания и идентификации объекта поражения;

P_5 — вероятность установления и поддержания устойчивой связи между ББ и наземным пунктом управления;

P_6 — вероятность поражения обнаруженного объекта противника.

Известно, что лучшим вариантом считается тот, которому будут соответствовать наибольшие значения показателей эффективности. Следовательно, для сравнения различных вариантов технического облика КББ целесообразно применение критерия оптимизации, под которым понимается количественный показатель, выражающий меру эффекта принимаемого решения для сравнительной оценки возможных решений (альтернатив) и выбора наилучшего. Выбранный критерий выражается зависимостью

$$W_{\text{ББ}} = \max \{W_{\text{ББ}}(u)\}, u \in U,$$

при ограничении

$$P_{\text{ББ}} \geq P_{\text{тр}},$$

где U — множество возможных альтернатив (вариантов) КББ;

$W_{\text{ББ}}(u)$ — показатель эффективности ББ конкретного варианта;

$P_{\text{тр}}$ — требуемая вероятность выполнения боевой задачи ББ.

Таким образом, проведенная функционально-морфологическая декомпозиция системы эксплуатации КББ (ее основной подсистемы — использования по назначению) является основой обоснования их рационального технического облика и оценки эффективности данного вооружения.

Литература

1. Калистратов А. Камикадзе» XXI века // Армейский сборник. Журнал Министерства обороны Российской Федерации. 12.04.2021. <https://army.ric.mil.ru/Stati/item/311836/> (дата обращения: 10.12.21).
2. Федоров Е. Барражирующие боеприпасы: история и карабахский кейс. [Информационный ресурс]. Официальный сайт URL: <https://topwar.ru/177589-barrazhirujuschie-boepripasy-istorija-i-karabahskij-kejs.html> (дата обращения: 10.12.21).
3. Назаров А. БПЛА «Ланцет» бьет с хирургической тоностью [Информационный ресурс]. Официальный сайт URL: <https://bazai-storia.ru/blog/43794462187/BPLA-Lantset-bet-s-hirurgicheskoy-tochnostyu> (дата обращения: 24.12.2021).
4. Карабахская война показала возможную уязвимость российской армии [Информационный ресурс]. Официальный сайт URL: https://vz.ru/society/2020/11/16/1070664.html?utm_referrer=mirtesen.ru&utm_campaign=transit&utm_source=mirtesen&utm_medium=news&from=mirtesen (дата обращения: 24.12.2021).
5. Соколов А. Барражирующие дистанционно управляемые боеприпасы и тактика их применения. https://www.arms-expo.ru/articles/armed-forces/barrazhiruyushchie-distantcionno-upravlyaemye-boepripasy-i-taktika-ikh-primeneniya/?sphrase_id=16602432 (дата обращения: 09.03.2022).
6. Щербаков В.Л. Всплеск новой военной революции. https://nvo.ng.ru/nvo/2021-0311/1_1132_drones.html (дата обращения: 24.12.2021).