

ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 623.4.011

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ ГРУППОВОЙ ЦЕЛИ УПРАВЛЯЕМЫМИ ОСКОЛОЧНО-ФУГАСНЫМИ БОЕПРИПАСАМИ БЕЗ САМОНАВЕДЕНИЯ ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СПОСОБА ОБСТРЕЛА

© 2022 г. А. В. Игнатов¹, В. В. Русин¹, А. В. Добряков¹, С. М. Зыков^{1,*}, И. В. Новиков¹

¹АО «Конструкторское бюро приборостроения им. академика А.Г. Шупунова», Тула, Россия

*E-mail: scormix@rambler.ru

Поступила в редакцию 20.12.2021 г.

После доработки 14.01.2022 г.

Принята к публикации 17.01.2022 г.

Рассмотрен подход к расчету расхода управляемых снарядов с инерциально-спутниковой системой навигации и определению способа обстрела при поражении групповой неоднородной цели в случае несовпадения направлений разведки и стрельбы.

DOI: 10.56304/S2782375X22010132

ВВЕДЕНИЕ

В начале XXI века произошел качественный скачок в развитии ракетно-артиллерийского вооружения, обусловленный следующими факторами:

- переходом огневых средств в новое качественное состояние – самоходную артиллерию;
- развитием пусковых установок и снарядов реактивных систем залпового огня;
- существенным повышением точности, дальности и производительности артиллерийской разведки;
- переходом на автоматизированные системы управления огнем;
- совершенствованием средств подготовки стрельбы.

Одним из перспективных направлений развития управляемых артиллерийских снарядов является их оснащение инерциально-спутниковой системой управления полетом (табл. 1) [1, 2]. Такие боеприпасы позволяют значительно снизить ошибки стрельбы. Ошибки подготовки к выполнению огневой задачи сводятся к ошибкам разведки. Ошибки технического рассеивания (наведения) боеприпасов уменьшаются на порядок. При этом появляется возможность реализации любой заданной плотности обстрела.

Исходя из того что артиллерийские снаряды с инерциально-спутниковой системой наведения (ИССН) имеют стоимость в несколько раз большую, чем штатные осколочно-фугасные боеприпасы, особое внимание следует уделять сокраще-

нию их расходов на выполнение задач по поражению групповых целей. Существующие оценки расходов боеприпасов, относящиеся к определению эффективности стрельбы, базируются на теории стрельбы ствольной артиллерии. Ее основы были заложены в работах А.Н. Колмогорова, А.А. Свешникова, И.А. Гублера, выполненных в годы Великой Отечественной войны и изложенных в открытой печати в 1945 г. Была сформулирована базовая идея всей теории – необходимость компенсации повторяющихся ошибок стрельбы за счет искусственного рассеивания снарядов. Под искусственным рассеиванием, а в более поздней терминологии под способом обстрела в теории было принято понимать правила (алгоритмы, математические зависимости) для выбора точек прицеливания отдельных огневых средств и распределения снарядов по ним в ходе стрельбы.

МЕТОДЫ

Нет ни малейших сомнений в том, что классическая теория оценки эффективности стрельбы сыграла огромную роль в развитии артиллерийского вооружения. Основой этой теории является модель выполнения огневой задачи, в которой:

- групповая цель представлена прямоугольником, внутри которого отдельные элементы распределены равномерно;
- поражающее действие осколочно-фугасного боеприпаса характеризуется приведенной площадью поражения, задаваемой вокруг точки под-

Таблица 1. Зарубежные перспективные управляемые артиллерийские снаряды с инерциально-спутниковой системой наведения

Название высокоточного боеприпаса	Excalibur Block I			Excalibur Block II	Excalibur Block III	HVP
	a-1	a-2	b			
Максимальная дальность стрельбы, км	24	60	>60	...	25	80
Максимальная скорость полета, м/с	687	882	946	...	969	1235
Масса снаряда, кг	48.1			...	48.2	18.14
Масса БЧ, кг	22.7			6.7
Количество боевых элементов, шт.	–			2 <i>SMArt</i> 155/ <i>BONUS</i>	64 XM85	–
Длина снаряда, мм	990.6			...	1000	660
Система наведения	ИССН по GPS					
Страна	США, Швеция	США	США, Швеция			США

рыва, при попадании внутрь которой элемент групповой цели поражается с вероятностью, равной единице;

– ошибки стрельбы (орудия, батареи, дивизиона) считаются неизменными в ходе выполнения огневой задачи и сводятся к двум группам – ошибкам подготовки и технического рассеивания;

– направления ошибок подготовки и технического рассеивания совпадают.

Базовая теория оценки эффективности стрельбы получила дальнейшее развитие в работах Н.И. Золотова [3] в двух основных направлениях:

– уточнение модели групповой цели, в составе которой на основе применения современных средств артиллерийской разведки имеется возможность определять координаты отдельных элементов. В последующем эти координаты учитываются при назначении способа обстрела групповой цели в автоматизированной системе управления огнем артиллерийского подразделения на основании реализации равномерно-оптимальной стратегии поражения;

– уточнение модели изменения ошибок стрельбы по информации о реальных траекториях движения снарядов и их отклонениях от точек прицеливания. На основе учета данных от баллистической станции траекторных измерений и технических средств разведки с использованием методов адаптивного управления полученная информация используется для пересчета (корректировки) реализуемого способа обстрела.

Однако как в классической теории, используемой для оценки эффективности стрельбы и на ее основе планирования огневого поражения, так и в работах Н.И. Золотова не учитываются особенности, присущие управляемым боеприпасам с ИССН:

– могущество поражающего действия характеризуется приведенной площадью поражения (аппроксимированной прямоугольником), что может приводить к заниженному расходу боеприпасов или уровню поражения, так как при этом не учитывается неоднородность поражающего действия по рассматриваемой зоне. Для устранения этого недостатка предлагается использовать координатный закон поражения. Он определяется на основании:

- а) известного угла и скорости подхода;
- б) характеристик осколочного действия;
- в) типа цели и характеристик ее уязвимости;
- г) ракурса цели относительно направления стрельбы;

– направления осей эллипсов ошибок подготовки стрельбы (разведки) и технического рассеивания (наведения) боеприпасов принимаются совпадающими, что в большинстве случаев неверно. Для ликвидации этой неточности предлагается принимать во внимание при назначении способа обстрела угол между направлениями разведки и наведения управляемых боеприпасов с ИССН;

– при определении эффективности поражения групповых целей предполагается, что она состоит из однородных по уязвимости элементов, но в ряде случаев групповые объекты поражения включают в свой состав значительно различающиеся по уязвимости отдельные элементы. Представляется необходимым при оценке уровня поражения групповой цели учитывать их неоднородность.

Разработан алгоритм расчета расхода управляемых снарядов с ИССН и определения способа обстрела при поражении групповой неоднородной цели в случае несовпадения направлений разведки и стрельбы, его укрупненная блок-схема приведена на рис. 1. Рисунок 2 поясняет связь

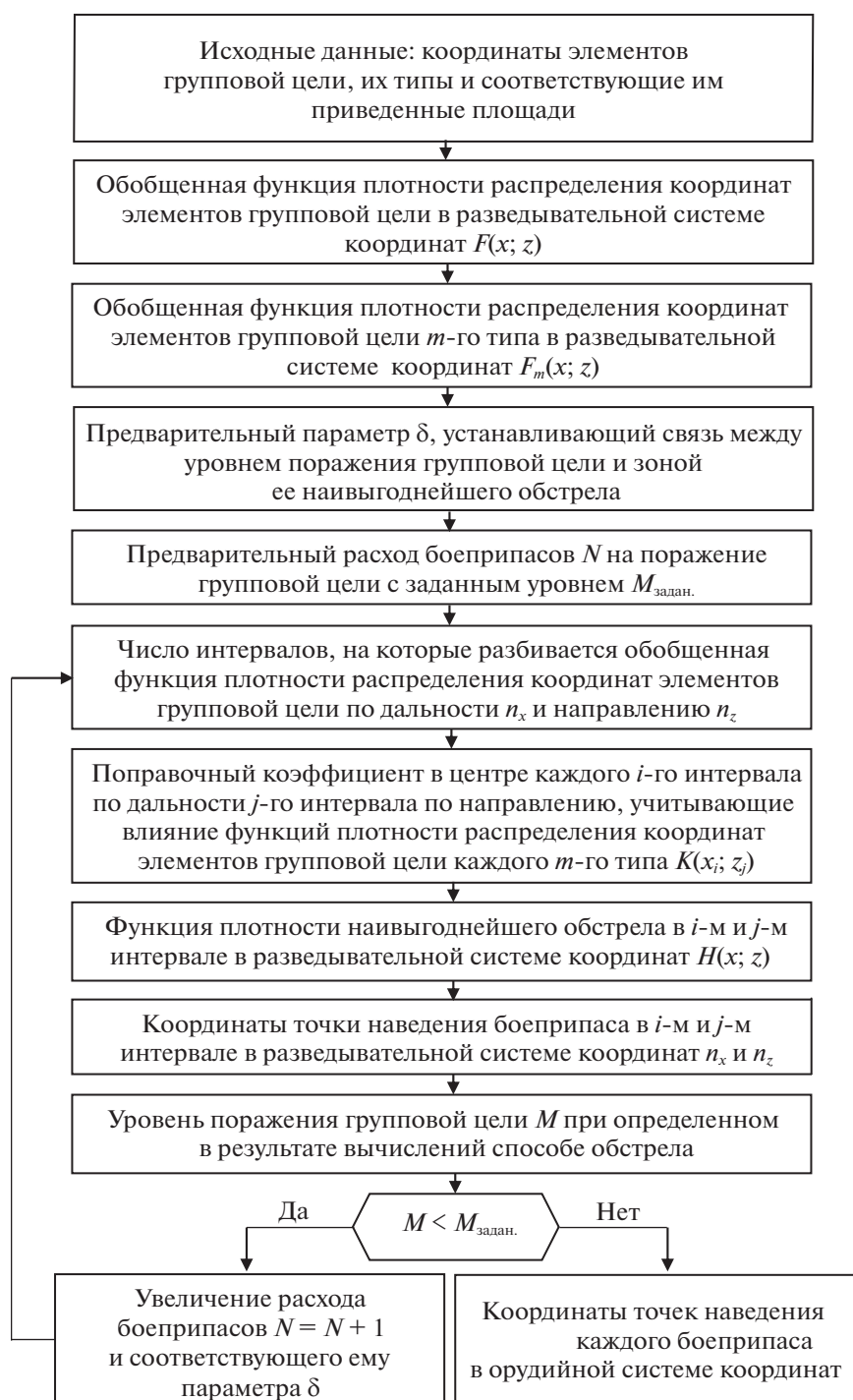


Рис. 1. Укрупненная блок-схема алгоритма расчета расхода управляемых снарядов с ИССН и определения способа обстрела при поражении групповой неоднородной цели в случае несовпадения направлений разведки и стрельбы.

между зоной наивыгоднейшего обстрела групповой цели и заданным уровнем ее поражения.

Уровень поражения групповой цели M определяется на основании обобщенной функции плотности распределения ее координат $F(x; z)$ и параметра δ , устанавливающего связь между

уровнем поражения цели и ее зоной наивыгоднейшего обстрела Ω (уравнение (1)). Плотность наивыгоднейшего обстрела $H(x; z)$ находится на основании обобщенной функции плотности распределения координат элементов цели, параметра δ с учетом характеристик могущества поражающего действия боеприпаса с ИССН и его техни-

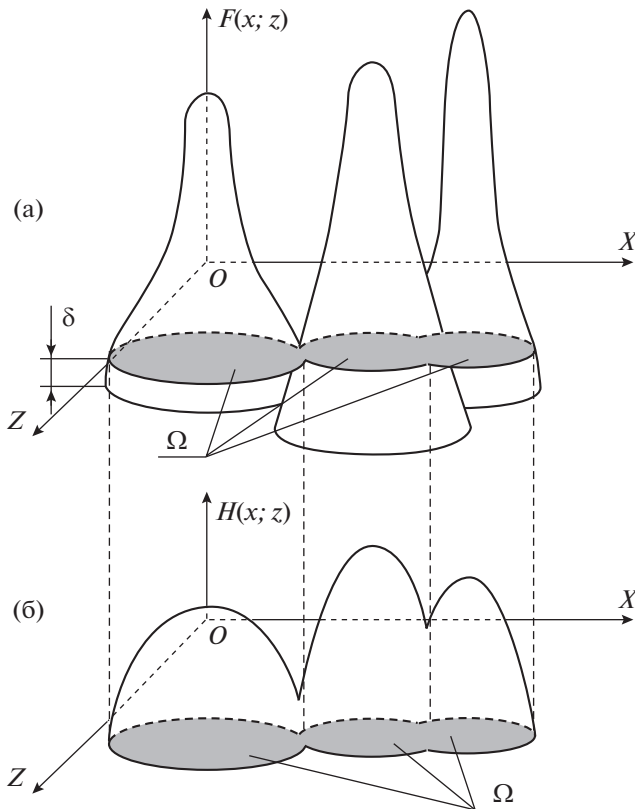


Рис. 2. Обобщенная функция плотности распределения элементов групповой цели $F(x; z)$ (а) и плотность наивыгоднейшего обстрела $H(x; z)$ (б).

ческого рассеивания (уравнение (2)). Расход боеприпасов N вычисляется в результате интегрирования функции плотности наивыгоднейшего обстрела по ее зоне (уравнение (3)):

$$M = \int_{\Omega} F(x; z) d\Omega - \delta\Omega, \quad (1)$$

$$H(x; z) = \frac{1}{S_{\text{пр}} \tau_2} \ln \left[\frac{F(x; z)}{\delta} \right], \quad (2)$$

$$N = \int_{\Omega} H(x; z) d\Omega, \quad (3)$$

где x, z — оси разведывательной системы координат (направления по дальности и направлению); $S_{\text{пр}}$ — приведенная площадь поражения отдельной цели, м^2 ; τ_2 — табличная функция, учитывающая размеры приведенной площади поражения и ошибки технического рассеивания.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С использованием разработанного алгоритма проведена оценка способа обстрела групповых неоднородных целей: артиллерийских батарей на огневой позиции; командных пунктов батальо-

нов; ротных тактических групп, включающих в себя бронетранспортеры и бронев автомобили. Рассматривались боеприпасы бригадно-дивизионной ствольной артиллерии с ИССН, заданная категория поражения цели — уничтожение, ошибки разведки принимались изменяющимися в диапазоне 10–50 м. Кроме рассматриваемого алгоритма, реализующего равномерно-оптимальную стратегию поражения, оценивались традиционно применяемая равномерная плотность обстрела [4] и обстрел по координатам отдельных разведанных целей. Оценка проводилась с учетом известных теоретических положений [5]. В результате проведенного моделирования установлено, что:

- предлагаемый способ обстрела обеспечивает меньший расход управляемых боеприпасов на цель по сравнению с равномерным, традиционно применяемым в артиллерии, в 7 раз при ошибках разведки 10 м и в 2 раза при ошибках разведки 50 м, а в среднем в 4 раза;

- предлагаемый способ обстрела по расходу управляемых боеприпасов с ИССН на цель эквивалентен способу обстрела по координатам отдельных разведанных целей при ошибках разведки, изменяющихся от 10 до 20 м;

- предлагаемый способ обстрела обеспечивает меньший расход боеприпасов на цель по сравнению со способом обстрела по координатам отдельных разведанных целей в 2 раза при ошибках разведки 30 м, в 3 раза при ошибках разведки 40 м и в 7.5 раза при ошибках разведки 50 м, а в среднем в 2.5 раза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов проведенных исследований и с учетом перспектив развития управляемого вооружения ракетных войск и артиллерии для обеспечения максимальной эффективности боевого применения управляемых боеприпасов с ИССН необходимо решение следующих системных проблем:

- обеспечение интегрирования подсистем огневых средств, применяющих управляемые боеприпасы, и средства артиллерийской разведки на основе автоматизированной системы управления огнем;

- обеспечение получения точной разведывательной информации о поражаемых целях, а именно координат их отдельных элементов и их типов, соответствующих им ошибках разведки и их ориентации;

- внедрение в состав математического и программного обеспечения автоматизированных систем управления артиллерийским огнем алгоритмов, реализующих равномерно-оптимальную стратегию поражения групповых целей;

– совершенствование средств артиллерийской разведки в направлениях увеличения дальности, минимизации ошибок, увеличения производительности.

Без разрешения указанных проблем стоимость выполнения огневых задач управляемыми боеприпасами с ИССН будет соизмерима со стоимостью для штатных осколочно-фугасных боеприпасов. В дальнейшем необходимо предусмотреть развитие равномерно-оптимальной стратегии поражения и реализующего ее математического обеспечения для управляемых боеприпасов с автономным самонаведением на цель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лихтеров В.М., Панов В.В., Кудрасов В.К. и др.* Высокоточное оружие зарубежных стран: обзорно-аналитический справочник в 3-х т. Т. 2. Танковые, артиллерийские, минометные КУВ, самоприцеливающиеся и самонаводящиеся боевые элементы // Конструкторское бюро приборостроения. Тула: Власта, 2011. 304 с.
2. Сборник научно-технической информации. Тула: АО «КБП». № 3 (61). 2017. 164 с.
3. *Золотов Н.И. и др.* Использование методов оптимального поиска для совершенствования аппарата оценки эффективности стрельбы // Военная мысль. 2003. № 11. С. 32.
4. *Каляпина О.И., Трибунских О.А., Багумян О.Н.* Математическая модель стрельбы по площади с равномерным распределением целей // Актуальные проблемы деятельности подразделений УИС: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 276.
5. *Бойко А.А.* // Системы управления, связи и безопасности. 2019. № 2. С. 1.