

ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ЦЕЛЕЙ ДЛЯ КОМПЛЕКСОВ ВЫСОКОТОЧНОГО ОРУЖИЯ

В.К. Снежко, канд. техн. наук, доцент

С.А. Якушенко, канд. техн. наук, доцент

А.В. Лукашев, канд. воен. наук

В.Е. Егрушев, канд. техн. наук

С.С. Веркин, канд. техн. наук

В.В. Антонов, преподаватель

Е.В. Чеканова, преподаватель

Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного
(Россия, г. Санкт-Петербург)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-10-2-204-207

Аннотация. В статье рассматривается подход к обоснованию показателей точности определения координат цели для гуманного уничтожения объектов поражения высокоточным оружием в условиях городской застройки и присутствия мирного населения. Результаты исследования могут использоваться для предъявления требований к мощности заряда и точности его попадания.

Ключевые слова: точность определения координат, высокоточное оружие, вероятность попадания заряда.

Для современных операций характерно массовое применение высокоточного оружия (ВТО). Для этого нужно знать местоположение цели и комплекса ВТО с высокой точностью. Одновременно в локальных войнах и конфликтах требуется не поражать жилые кварталы, социальные объекты. Как видим, с одной стороны надо поразить цель, с другой стороны нельзя поражать соседние объекты. Это противоречие можно разрешить, применяя заряды малой мощности. Применение таких зарядов требует высокоточного попадания в цель. Точность попадания достигается точным определением местоположения цели и ВТО. Определение местоположения ВТО обеспечивается навигационной аппаратурой. Отсюда вытекает важнейшее требование к этой аппаратуре – точность. Данная работа направлена на количественные оценки требований к точности в зависимости от решаемых задач. Результаты работы могут найти применение в войсках и при определении требований к точности навигационной аппаратуры.

Модель попадания заряда в цель

Существует большое число моделей для определения вероятности поражения объекта высокоточным оружием $W(n)$, кото-

рые различаются в зависимости от цели исследования, типов носителей и их оружия, вида и размеров объектов и целого ряда других факторов. В основу разработки этих моделей положена обобщенная модель [1,3]:

$$W(n) = \sum_{m=0}^n P_{n,m} G(m), \quad (1)$$

где $P_{m,n}$ – вероятности попадания в цель m зарядами из n ;

$G(m)$ – условные вероятности поражения целей;

m, n – количество зарядов для поражения цели.

Эта модель позволяет отдельно рассматривать параметры, характеризующие точность применения оружия, и параметры, характеризующие мощность боеприпасов, живучесть цели и их взаимосвязь. Причем точность применения оружия в данной модели характеризуется распределением числа попаданий в цель $P_{m,n}$, а мощность боеприпасов и живучесть цели – условной вероятностью поражения цели $G(m)$.

Распределение числа попаданий в цель $P_{n,m}$ зависит от числа выстрелов, распределения точек падения снарядов, поражаемого пространства цели и характера зависимости между выстрелами. Если обозначить координаты точек падения снарядов X, Y , а поражаемое пространство цели S , то в самом общем случае вероятность попадания снаряда в цель может быть определена как вероятность того, что точка (X, Y) принадлежит области S [1, 3]:

$$p = P(X, Y \in S). \quad (2)$$

Так как на точность стрельбы оказывает влияние большое число различных случайных факторов, то согласно основной предельной теореме теории вероятностей (теорема Ляпунова) с достаточной для оперативно-тактических расчётов точностью можно считать, что распределение точек падения снарядов подчиняется нормальному закону распределения вероятностей.

Если поражаемое пространство цели представлено в виде круга с радиусом r , то в зависимости от расположения центра круга и центра рассеивания вероятность попадания $p(r)$ при совмещении центра круга с центром рассеивания может быть вычислена по формуле [2, 3]:

$$p(r) = 1 - \exp(-0,5r^2/\sigma^2). \quad (3)$$

Формула (3) может быть применена в оперативно-тактических расчётах при круговом нормальном законе распределения.

Оценка влияния точности поражения объектов

Оценим количественно влияние точности определения местоположения цели на вероятность попадания снаряда в цель. В начале необходимо рассчитать вероятности попадания заряда (p) при разной точности определения местоположения, определяемой среднеквадратической погрешностью сигма (σ) в круг радиуса r по формуле (3).

Результаты расчётов приведены на рисунке 1.

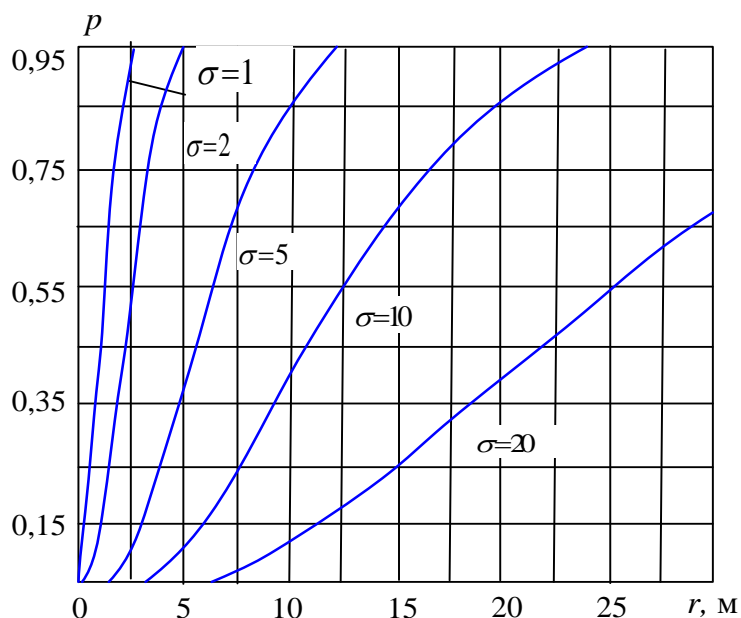


Рис. 1. Вероятность попадания заряда в круг радиуса r при разных сигма: 1,2,5,10,20 м

При требуемой вероятности попадания равной 0,95 радиус окружности, определяющий попадание заряда для рассматриваемых сигм равен: 2,5; 5; 12,5; 25 и более 30 м.

Для поражения цели одним зарядом его мощность должна обеспечить поражение площади, равной площади радиуса цели. В этом случае, если цель меньше чем указан-

ная окружность, будут поражаться и другие объекты на данной площади. Для уменьшения поражения число таких объектов, необходимо использовать заряды меньшей мощности, но их число надо увеличить. Чтобы не поражать мирное население, социальную инфраструктуру и другие объекты кроме цели, радиус круга попадания заряда r не должен превышать радиуса цели $R_{ц}$.

$$r < R_{ц}. \quad (4)$$

Если цель радиуса $R_{ц} = 10$ м, то средне-квадратическая погрешность определения местоположения цели должна быть меньше $\sigma < 5$ м для вероятности попадания в цель 0,95.

Предложенную модель можно использовать для формирования требований к точности определения местоположения в зависимости от размеров цели и требований к вероятности попадания заряда в цель

$$\sigma = \frac{r}{\sqrt{-2\ln(1-p)}} = \frac{R_{ц}}{\sqrt{-2\ln(1-p)}}. \quad (5)$$

Все приведенные результаты расчётов получены при применении одинаковых зарядов. Однако реально могут применяться для поражения целей разные заряды. Это следует учитывать при расчётах, которые приведены на рисунке 2.

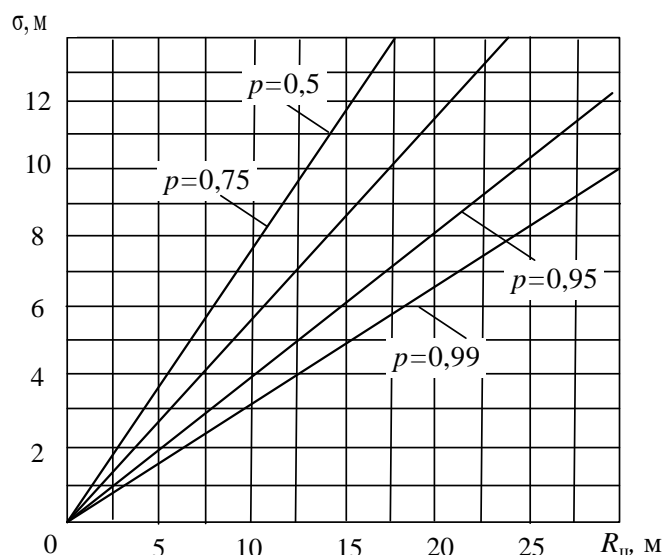


Рис. 2. Требования к точности попадания в цель в зависимости от ее размеров и вероятности попадания

Высокоточная навигационная аппаратура позволяет применять заряды минимальной мощности, существенно уменьшая потери среди мирного населения, что особенно важно при боях в городах. Это подтверждает опыт иракских войн (бои в Басре), югославская трагедия 1999 года, чеченских войн (бои в Грозном), на Украине (бои в Мариуполе).

Из вышеизложенного следует, точность определения местоположения объектов в современных конфликтах приобретает исключительную значимость для достижения успеха на поле боя. Можно отметить два направления в достижениях этой цели: со-

вершенствование дифференциального режима работы навигационной аппаратуры; снижение геометрического фактора навигационной системы. Второй фактор особенно актуален для применения ВТО в городах. Одним из путей снижения геометрического фактора может стать развёртывание псевдоспутников в городах и совместная работа глобальной навигационной спутниковой системы и наземной подвижной связи с услугами позиционирования [4, 5].

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что эффективность уничтожения объекта поражения ВТО определяется

несколькими факторами: мощностью заряда, что определяет радиус поражения; размерами цели, которые можно также характеризовать радиусом цели; точностью попадания заряда, что определяется точностью навигационной аппаратуры, используемой для наведения заряда на объект поражения, т.е. погрешностью определения местоположения объекта; числом зарядов, используемых для поражения цели.

В современных военных конфликтах остро стоит вопрос о недопустимости поражения мирного населения. Поражаться должны военные объекты, военная инфраструктура. Это значит, что заряды должны наводиться точно на цель. Радиус поражения не должен превышать радиуса цели, это значит, что мощность заряда должна

быть минимально необходимой для поражения конкретной цели. Следовательно, точность наведения (радиус попадания заряда) не должен превышать радиуса цели. Меньше он может быть, но в этом случае потребуется несколько зарядов или заряд с регулируемой мощностью взрыва.

Результаты исследований могут найти применение непосредственно в специальных военных операциях, а также при формулировании технического задания на модернизацию или разработку систем определения местоположения и высокоточного поражения. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию количества зарядов и их мощности для гуманного уничтожения объектов поражения.

Библиографический список

1. Якушенко С.А., Снежко В.К. Средства и комплексы навигационного обеспечения систем управления специального назначения: Учебник для вузов связи. – СПб.: ВАС, 2018. – 508 с.
2. Снежко В.К., Якушенко С.А., Мальцев А.Д. Наземное навигационное обеспечение в задачах. Учеб. пособие. – СПб.: ВАС, 2010. – 240 с.
3. Справочник по вероятностным расчётам. – М., Воениздат, 1970. – 536 с.
4. Перов А.И., Устинов А.Ю. Обобщённый геометрический фактор в радионавигационных системах с использованием псевдоспутников // Радиотехника. – 2015. – № 12. – С. 101-110.
5. Murphy T. and Hartman R. Core Assumptions and Assumed Minimum Performance Requirements with respect to Pseudolite Signal Structure Design., distributed to APL Subgroup. RTCA sSC159 Working Group 4a. 1997.

JUSTIFICATION OF ACCURACY REQUIREMENTS DETERMINING THE COORDINATES OF TARGETS FOR COMPLEXES OF HIGH-PRECISION WEAPONS

V.C. Snezhko, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

S.A. Yakushenko, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*

A.V. Lukashev, *Candidate of Military Sciences*

V.E. Egrushev, *Candidate of Technical Sciences*

S.S. Verkin, *Candidate of Technical Sciences*

V.V. Antonov, *Lecturer*

E.V. Chekanova, *Lecturer*

Military Academy of Communications. Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny (Russia, St. Petersburg)

Abstract. *The article considers an approach to substantiating the accuracy indicators of determining the coordinates of the target for the humane destruction of objects of destruction by high-precision weapons in urban areas and the presence of civilians. The results of the study can be used to make requirements for the power of the charge and the accuracy of its hit.*

Keywords: *accuracy of coordinates determination, high-precision weapons, probability of being hit by a charge.*