

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ОГНЕВЫХ ТОЧЕК ПРОТИВНИКА С ПОМОЩЬЮ ПАССИВНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Разумович И. П., Ячник А. Н.**

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** В данной статье описана актуальная разведка огневых точек противника, с которых ведется огонь из стрелкового оружия. Своевременное обнаружение ОТП позволяет с достаточной степенью оперативности принимать соответствующие контрмеры для подавления этих точек с целью снижения боевых потерь. А также рассмотрели и выявили возможность развития в данном направлении.

**Ключевые слова:** разведка, акустика, огневые точки.

**Abstract.** This article describes the actual reconnaissance of enemy firing points from which small arms fire is conducted. Timely detection of the OTP allows for a sufficient degree of efficiency to take appropriate countermeasures to suppress these points in order to reduce combat losses. We also considered and identified the possibility of development in this direction.

**Keywords:** reconnaissance, acoustics, firing points.

На сегодняшний день остается актуальной разведка огневых точек противника (ОТП), с которых ведется огонь из стрелкового оружия. Своевременное обнаружение ОТП позволяет с достаточной степенью оперативности принимать соответствующие контрмеры для подавления этих точек с целью снижения боевых потерь.

Ведение разведки ОТП в Вооруженных Силах Республики Беларусь (ВС РБ) осуществляется с помощью оптических, оптико-электронных и радио-

локационных средств, для которых характерны следующие недостатки:

- сравнительно малый угол зрения;
- ограничение дальности действия особенностями рельефа (характера) местности или погодных условий;
- демаскирование позиции наблюдателя при использовании активных оптико-электронных или радиолокационных средств (лазерных подсветчиков, дальномеров, радиолокаторов);
- высокая стоимость специальных оптико-электронных или радиолокационных средств наряду с их ограниченными возможностями.

Анализ мировых тенденций развития средств разведки на поле боя показывает, что задачи обнаружения и определения координат ОТП могут быть решены с использованием акустических устройств и комплексов.

В настоящее время в ВС РФ имеются многопозиционные звукометрические комплексы, разработанные более 30 лет назад. Для ведения разведки ОТП в скоротечных военных или контртеррористических операциях их применение является бесперспективным. За последние 10 лет в Военной академии и Научно-исследовательском институте ВС РФ проведен ряд теоретических и экспериментальных исследований по обнаружению выстрелов (разрывов), измерению направления на их источники и, соответственно, определению дальности до источников. Определены четыре основных направления развития средств определения координат ОТП. Одним из таких направлений является использование одного измерительного модуля ПАС, в котором прямоугольные координаты ОТП, в частности снайпера, определяются путем сопоставления направлений и относительных задержек прихода фронтов дульной и баллистической волн (БВ) выстрела и полета пули (снаряда) соответственно, как показано на рисунке 1.

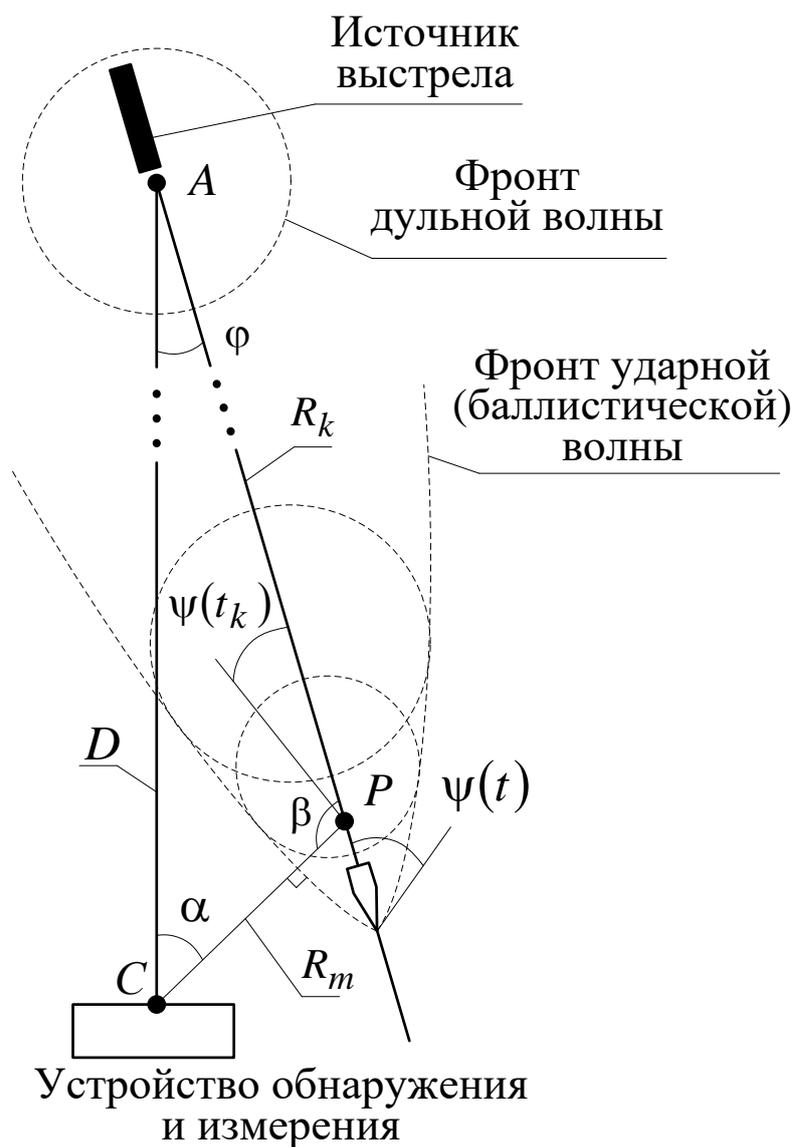


Рисунок 1 – Формирование и распространение баллистической и ударной волн

При стрельбе из стрелкового оружия возникают:

- дульная волна (ДВ), образуемая расширением пороховых газов при выходе из ствола, скорость движения которой примерно через 0,01...0,1 мс устанавливается равной скорости звука;
- баллистическая волна (БВ), образуемая пулей при полете со сверхзвуковой скоростью.

Баллистическая волна формируется непрерывно по траектории полета сверхзвуковой пули, распространяясь из точки возмущения воздушной среды

со скоростью звука. При таком движении пуля формирует в пространстве так называемый конус Маха, у которого синус угла при вершине определяется [1] отношением скорости звука и мгновенной скорости полета пули в виде

$$\psi_k = \arcsin \left[ M^{-1}(t_k) \right] = \arcsin [a_c / V(t_k)],$$

где  $M(t_k) = V(t_k) / a_c$  – число Маха для пули в момент времени  $t_k$ ;

$a_c = \sqrt{\gamma RT}$  – скорость звука в атмосфере;

$\gamma$  – показатель для адиабаты для воздуха;

$R$  – удельная газовая постоянная;

$T$  – температура воздуха;

$V(t_k)$  – скорость пули в момент времени  $t_k$ .

С позиции динамики пулю можно представить в виде материальной точки, энергия которой может быть описана [2] уравнением

$$m_p \dot{V} = -0,5 c_x \rho V^2 S_m,$$

где  $m_p(V, d)$  – масса (скорость, диаметр) пули;

$c_x$  – коэффициент силы лобового сопротивления (КСЛС);

$\rho$  – плотность воздуха;

$S_m = 0,25\pi d^2$  – площадь мишени.

Коэффициент силы лобового сопротивления  $c_x$  зависит от скорости пули и при ее полете со сверхзвуковой скоростью может быть аппроксимирован выражением  $\check{c}_x(V) = 0,42(a_c/V)^{2/5}$ .

К примеру, стрелок ведет огонь с расстояния  $D$  от УОИ под углом  $\varphi$  относительно центра ПАС. Полагая, что промах стрелка является незначительным  $\varphi \rightarrow 0$ , зная  $a_c$  и  $\rho$ , дальность до стрелка можно определить используя следующую последовательность действий [3]:

1. Измеряются направления прихода фронта баллистической волны  $\alpha_B$ , фронта дульной волны  $\alpha_D$ , задержка  $\Delta t$  ДВ относительно БВ. Рассчитывается угол  $\alpha = (\alpha_B - \alpha_D)$  и вычисляется скорость пули в точке  $P$  как  $V_k = a_c \cos^{-1} \alpha$ .

2. На основе параметров принятых сигналов выполняется классификация (распознавание) оружия, из которого произведен выстрел. На основе результатов классификации определяются калибра оружия  $d$  и примерная масса пули  $m_p$ , а также вычисляется коэффициент  $U_p = 0,0315 \pi \rho d^2 m_p^{-1} a_c^{2/5}$ .

3. Численным методом определяется значение  $t_k$  из уравнения

$$\left( V_k^{-3/5} - U_p t_k \right)^{-2/3} - \frac{2}{3} U_p a_c t_k - \frac{2}{3} U_p a_c \Delta t - V_k^{2/5} = 0.$$

4. Оценивается дальность до источника выстрела в соответствии с выражением  $\hat{D}|_{\varphi \rightarrow 0} = 1,5 U_p^{-1} \left[ \left( V_k^{-3/5} - U_p t_k \right)^{-2/3} - V_k^{2/5} \right]$ .

Полученные аналитические зависимости использованы в ходе экспериментальных исследований, которые подтвердили их справедливость.

Таким образом, на основе предложенного математического аппарата возможно создание портативных ПАС контр-снайперской борьбы нового поколения. Использование таких ПАС в скоротечных военных операциях позволит существенно повысить эффективность ведения боевых действий и снизить потери.

### Литература

1. Голдстейн Мэрвин Е. Аэроакустика / Пер. с англ. Р. К. Каравосов, Г. П. Караушев, под общ. ред. А. Г. Мунина. – М. : Машиностроение, 1981. – 294 с.

2. Коробейников, А. В. Баллистика стрел по данным археологии: введение в проблемную область / А. В. Коробейников, Н. В. Митюков. – Ижевск : Изд-во НОУ КИТ, 2007. – 140 с.

3. Быков, Р. В. Определение координат снайпера в однопозиционной системе по задержке и ориентации фронтов баллистической и дульной волн / Р. В. Быков, С. Р. Гейстер // Наука и военная безопасность, 2011. – № 4 (32).