

ПОЛУНАТУРНАЯ МОДЕЛЬ ЦЕЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ СТРЕЛЬБЫ ИЗ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

Н.В. СЕНАТОРОВ (КП “ЦКБ “Арсенал”, г. Киев),
В.И. МИКИТЕНКО (НТУУ «Киевский политехнический институт»),
Ю.В. ЛАГНО (КП “КБ “Спецтехника”, г. Киев),
А.В. ГУРНОВИЧ (ЦНИИ ВВТ ВСУ, г. Киев)

Предложена полунатурная модель цели, отображаемой на экране ЭЛТ, установленном в фокальной плоскости объектива. Модель учитывает тип цели, её наблюдаемые угловые размеры, ракурс и параметры движения. При задании параметров движения приняты гипотезы о постоянстве линейной/угловой скорости или ускорения.

Запропоновано напівнатурну модель цілі, яка відображається на екрані ЕПТ, що встановлений у фокальній площині об'єктиву. Модель враховує тип цілі, її кутові розміри при спостереженні, ракурс та параметри руху. При визначенні параметрів руху прийнято гіпотези про сталість лінійної/кутової швидкості або прискорення.

Semi-natural target model imaging on CRT screen located at objective focal surface is proposed. Model takes into consideration a target type, its angular dimension at viewing, perspective and movement features. Hypothesis on stability of linear/angular velocity or acceleration are adopted at movement features establishing.

Анализ локальных конфликтов за последнее десятилетие показывает, что большинство из них классифицируются как антитеррористические операции. Поэтому разработка стрелкового оружия становится актуальной, так как его применение является наиболее эффективным в такого рода боевых действиях. При этом значительное внимание уделяется разработке снайперских комплексов, которые включают не только оружие, но и экипировку, комплект выживания, средства связи и управления и т.д. Наибольшего внимания из снайперского комплекса заслуживают приборы разведки и прицеливания, которые определяют время решения огневой задачи. А как отмечено в [1, 2], одним из важнейших показателей боевой эффективности стрелкового оружия является время выполнения боевой задачи, иными словами - скорость, с которой определяются исходные данные для стрельбы, введение их в линию прицеливания, наведения оружия в цель и стрельбы. На сегодняшний день значительная часть из этого времени уходит именно на подготовку исходных данных, к тому же, эффективность применения оружия в значительной степени зависит от качества и точности их определения.

При разработке приборов разведки с целью повышения точности подготовки исходных данных для стрельбы может использоваться полунатурная модель цели (мишени). Модель должна строиться с учётом типа цели, её наблюдаемых угловых размеров, ракурса и параметров движения.

Анализ технических решений по данному вопросу [3-5] свидетельствует об отсутствии моделей, которые учитывали бы все эти требования одновременно.

Цель данной статьи - разработка принципов построения полунатурной модели цели, которую можно использовать при проектировании аппаратуры подготовки исходных данных стрельбы (приборов разведки) стрелкового оружия (снайперского).

При создании модели целесообразно исходить из габаритов семи типов мишеней, приведенных в [1, табл. 1], дополнив их третьим измерением.

На рис. 1 в системе координат OXYZ изображена цель с линейными размерами H_X (глубина), H_Y (ширина), H_Z (высота ортогональна плоскости OXY), произвольно ориентированная в пространстве (ракурс $\sin q_0$). При наблюдении из точки A, удалённой от O на расстояние S_0 , видимые размеры цели характеризуются горизонтальным $\alpha_{г0}$ и вертикальным $\alpha_{в0}$ углами, которые, если учесть, что $S_0 \gg H_i$, можно найти по формулам:

$$\operatorname{tg} \alpha_{г0} \approx (BC)_Y / S_0 = \{0,5H_Y \cos q_0 - (0,25H_Y^2 + H_X^2)^{1/2} \cos[q_0 + \operatorname{arctg}(2H_X/H_Y)]\} / S_0; \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{в0} = H_Z / S_0, \quad (2)$$

где $(BC)_Y$ – проекция отрезка BC на ось OY.

При отображении цели на экране ЭЛТ, установленном в фокальной плоскости объектива с фокусным расстоянием f [4, 6], наблюдаемые угловые размеры изображения должны соответствовать угловым размерам наблюдаемой мишени. При этом линейные размеры изображения цели на экране составляют:

$$\begin{aligned} h_y &= f \operatorname{tg} \alpha_{г0}, \\ h_z &= f \operatorname{tg} \alpha_{в0}. \end{aligned} \quad (3)$$

Формулы (3), (2) и (1) позволяют моделировать неподвижную цель любого типа, наблюдаемую с заданной дистанции S_0 под любым ракурсом в диапазоне $0^\circ \leq q_0 \leq 360^\circ$.

Если же цель подвижна и вектор её скорости $V_{ц}$ ортогонален отрезку BO (курсовой угол q_0 , рис. 1), то её положение во времени характеризуется текущими координатами точки O(t), зависящими от принятой гипотезы о характере движения.

Для маломаневренной цели принимаем гипотезу о равномерном прямолинейном движении: $V_{ц} = \text{const}$ или о движении по окружности радиуса R с постоянной угловой скоростью: $\omega_{ц} = \text{const}$ [7].

В первом случае согласно рис. 1 перемещение цели L(t) за время t составит

$$L(t) = OO(t) = V_{ц} \cdot t. \quad (4)$$

Из $\Delta OAO(t)$ можно определить следующие параметры цели:

- текущую дальность до цели S(t):

$$S(t) = AO(t) = [S_0^2 + L(t)^2 - 2S_0L(t) \cos q_0]^{1/2}, \quad (5)$$

- угловое перемещение цели $\beta(t)$ относительно стрелка за время t:

$$\beta(t) = \arcsin[L(t) \sin q_0 / S(t)], \quad (6)$$

- текущее значение курсового угла q(t):

$$q(t) = q_0 + \beta(t). \quad (7)$$

Видимые размеры цели в этом случае характеризуются углами, которые можно определить зависимостями:

$$\operatorname{tg} \alpha_{г}(t) = \{0,5H_Y \cos q(t) - (0,25H_Y^2 + H_X^2)^{1/2} \cos[q(t) + \operatorname{arctg}(2H_X/H_Y)]\} / S(t); \quad (8)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{в}(t) = H_Z / S(t). \quad (9)$$

При отображении равномерно прямолинейно перемещающейся цели на экране ЭЛТ оператору необходимо предъявлять горизонтально перемещающуюся мишень с изменяющимися во времени угловыми размерами. Исходя из этого, перемещение изображения во времени следует вычислять по формуле

$$y(t) = f \operatorname{tg} \beta(t), \quad (10)$$

где угол $\beta(t)$ определяется зависимостью (6), а текущие линейные размеры цели $h_y(t)$ и $h_z(t)$ - по формулам (3), подставляя в них вместо α_{r0} и α_{b0} углы $\alpha_r(t)$ и $\alpha_b(t)$, определенные по зависимостям (8) и (9). За начало координаты $y(0)$ целесообразно принять левый или правый край экрана ЭЛТ в зависимости от направления движения цели.

В случае движения цели по дуге окружности, координаты центра D которой (рис. 2) определяются по формулам

$$\begin{aligned} X_D &= R \sin q_0; \\ Y_D &= R \cos q_0. \end{aligned}$$

Цель за время t переместится в точку $O(t)$ с координатами

$$\begin{aligned} X_{O(t)} &= X_D - R(\sin q_0 + \omega_{ц} t); \\ Y_{O(t)} &= Y_D - R(\cos q_0 + \omega_{ц} t). \end{aligned}$$

Текущая дальность до цели $S(t)$ в этом случае определяется зависимостью

$$S(t) = [(S_0 + X_{O(t)})^2 + Y_{O(t)}^2]^{1/2}, \quad (11)$$

а угловое перемещение цели $\beta(t)$ относительно стрелка за время t - зависимостью

$$\operatorname{tg} \beta(t) = Y_{O(t)} / (S_0 + X_{O(t)}). \quad (12)$$

Текущее значение курсового угла $q(t)$ составляет

$$q(t) = q_0 + \beta(t) + \omega_{ц} t. \quad (13)$$

Видимые размеры цели в этом случае характеризуются углами, определяемыми формулами (8) и (9), в которых параметры $S(t)$ и $q(t)$ вычисляются по формулам (11) и (13).

При отображении цели на экране ЭЛТ перемещение изображения следует вычислять по формуле (10), подставляя в неё значение угла $\beta(t)$, которое найдено по формуле (12); а линейные размеры цели - по формулам (3), подставляя в них вместо α_{r0} и α_{b0} соответствующие углы $\alpha_r(t)$ и $\alpha_b(t)$.

Если цель - подвижный стрелок в различном положении для боя, то можно принять гипотезу о движении с постоянным ускорением: $a_{ц} = \text{const}$. В этом случае

$$L(t) = V_{ц} t + a_{ц} t^2 / 2, \quad (14)$$

и отображаемые на экране ЭЛТ линейные размеры цели и закон перемещения изображения определяются по формулам (3) и (10) с учётом (5)-(9) и (14).

Таким образом, предложенная модель позволяет рассчитывать наблюдаемое изображение цели на экране ЭЛТ в следующих случаях: цель движется равномерно

прямолинейно, цель движется по дуге окружности с постоянной угловой скоростью, цель перемещается по прямой с постоянным ускорением и цель неподвижна. Задав тип, угловую ориентацию, параметры движения цели и дальность её обнаружения получаем информацию об изменении дальности до цели и ее угловой скорости, которая является исходной для расчета поправок выноса точки прицеливания по высоте и направлению. Так как эти поправки в большинстве случаев определяются вручную, то автоматизм этого процесса приведет к сокращению времени решения огневой задачи и повышению эффективности стрельбы.

Дальнейшим развитием модели может быть принятие других гипотез о движении цели и усложнение рисунка мишени для отработки других элементов боевой задачи, например, поиска и распознавания.

1. *Фендриков Н.М., Яковлев В.И.* Методы расчётов боевой эффективности вооружения. - М.: Воениздат, 1971. - 224 с.
2. *Сенат оров Н.В., Бойко Г.А., Лагно Ю.В.* Об оценке боевой эффективности личного оружия// Артиллерийское и стрелковое вооружение: Межд. науч.-техн. сб. – Киев: НТЦ АСВ. – 2002. – вып. 6.– С. 17-19.
3. *Лит вак И.И., Ломов Б.Ф., Соловейчик И.Е.* Основы построения аппаратуры отображения в автоматизированных системах. - М.: “Сов. Радио”, 1975. - 350 с.
4. *Бабенко В.С.* Имитаторы визуальной обстановки тренажёров летательных аппаратов. - М.: “Машиностроение”, 1978. - 142 с.
5. *Лазарев Л.П.* Оптико-электронные приборы наведения. - М.: “Машиностроение”, 1989. - 510 с.
6. Пат. 62207 А (Украина). Мишень, авт. Глущенко В.Э., Казаков В.П., Лагно Ю.П. и др. Бюл. №12, 2003.
7. *Мубаракшин Р.В., Балувев В.М., Воронов Б.В.* Прицельные системы стрельбы (ч. 1). - М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е.Жуковского, 1973. - 332 с.

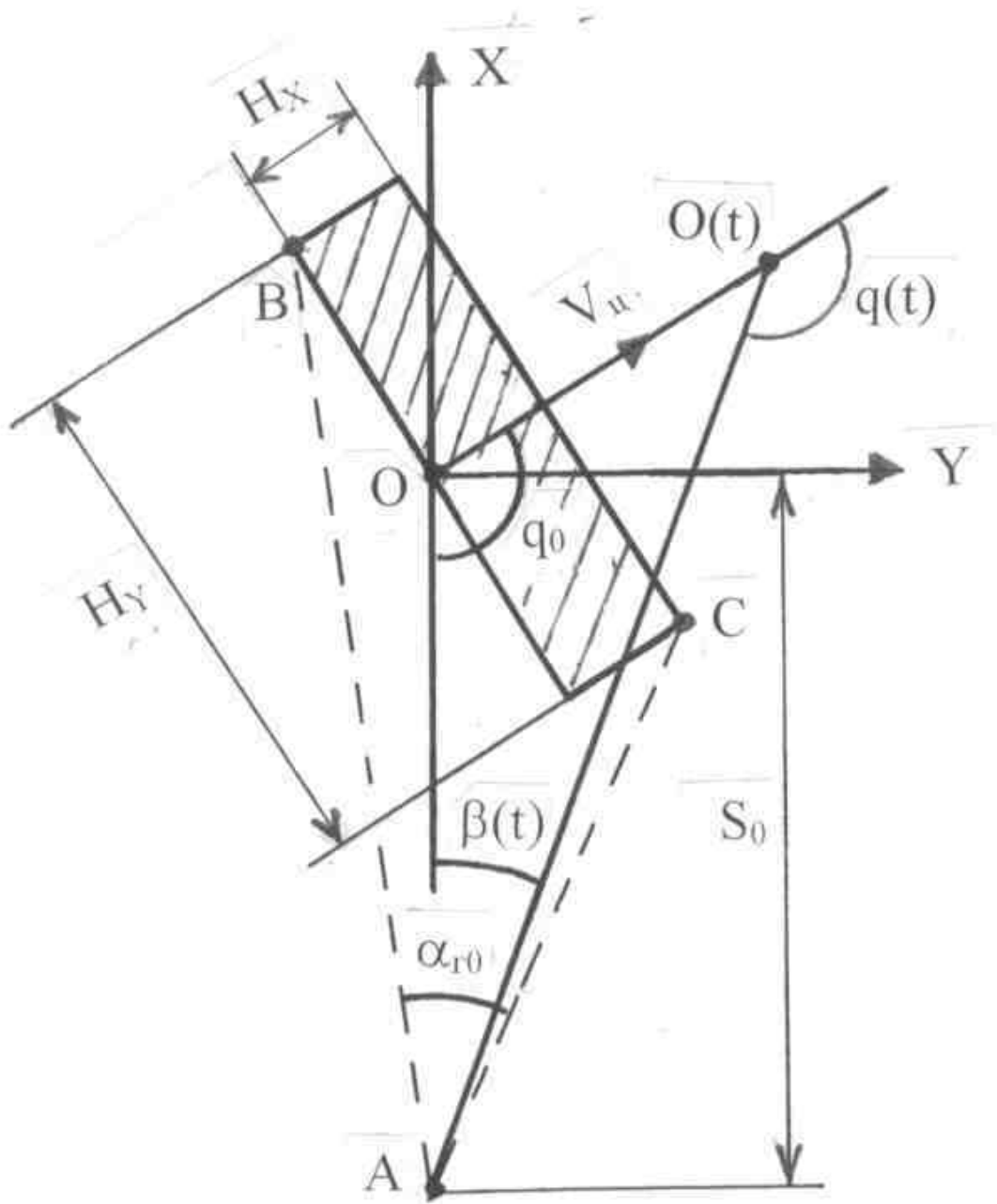


Рис. 1. Модель цели при движении по прямой

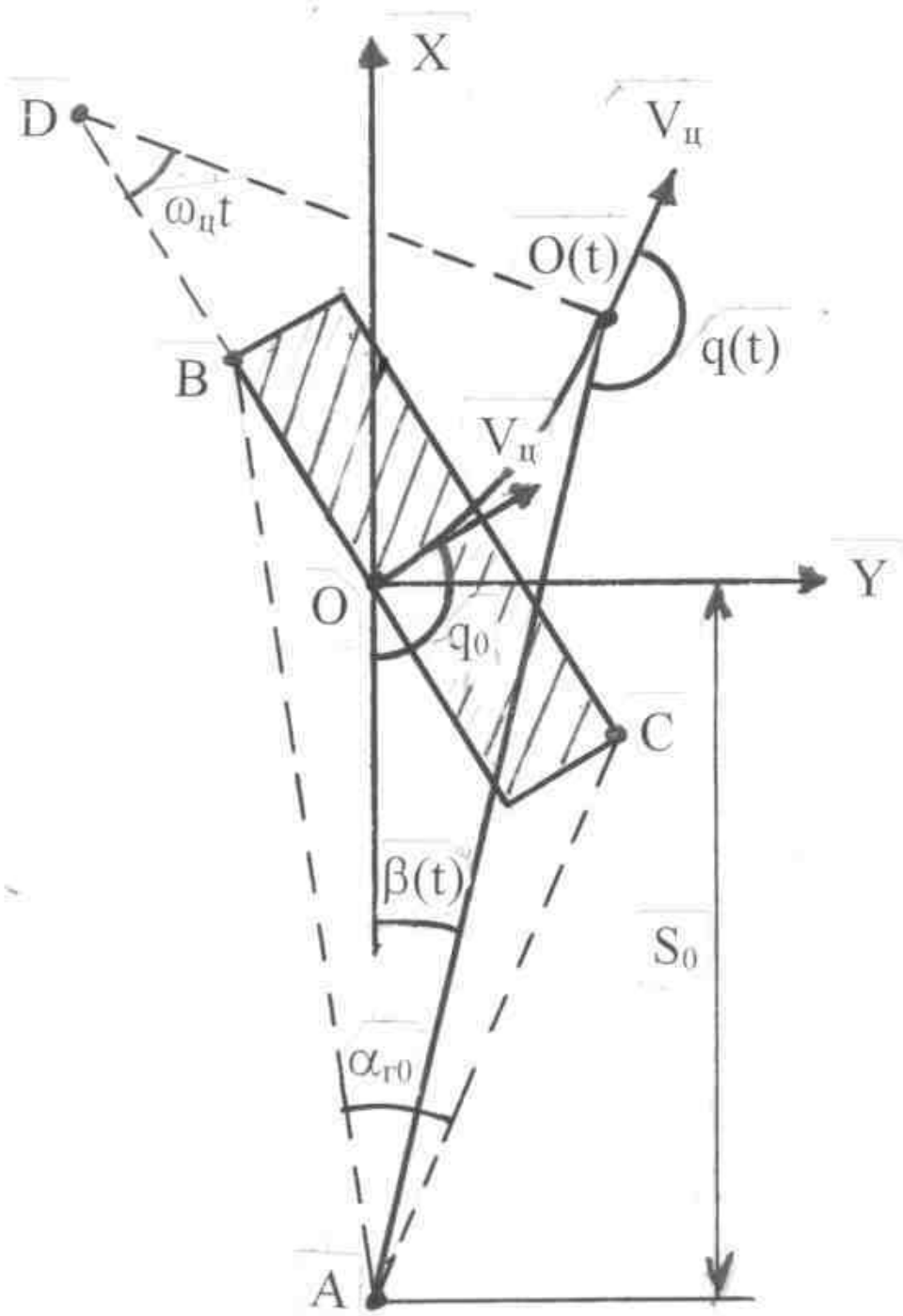


Рис. 2. Модель цели при движении по дуге окружности