

УДК 623.55.024.4

Мошнин В.Н., Мирошниченко Ю.В., Царев И.В.

## ВЛИЯНИЕ УГЛА МЕСТА ЦЕЛИ НА ТОЧНОСТЬ СТРЕЛЬБЫ ИЗ ВООРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ БТТ

### Введение

Боевые действия, в которых принимают участие различные объекты бронетанковой техники, проводятся на местности с различным профилем поверхности. Основными профилями поверхности можно считать равнинный и горный. Отдельно можно выделить ведение боевых действий в населенных пунктах и стрельбу по воздушным целям. Общей особенностью стрельбы из различных видов вооружения в горной местности, в населенных пунктах и по воздушным целям является стрельба по целям, расположенным выше горизонта оружия. Угол между линией цели и горизонтом оружия называется углом места цели.

### Анализ последних достижений и публикаций

В литературе достаточно полно описана зависимость угла прицеливания от угла места цели [1], [2], однако не проведен анализ влияния угла места цели на точность стрельбы и отсутствуют рекомендации по его учету при расчете углов прицеливания для объектов БТТ.

### Постановка задачи

На объектах БТТ на точность стрельбы влияет большое количество разнообразных факторов. Каждый из этих факторов, в процессе стрельбы, порождает (привносит) свою долю в общую ошибку стрельбы. Традиционно, для удобства анализа, согласно [3], все погрешности стрельбы, в зависимости от источника их порождающего и характера, делятся на пять групп (ошибок):

- техническое рассеивание снарядов;
- вибрационное рассеивание снарядов;
- техническая подготовка пушки;
- подготовка исходных установок;
- наведение пушки.

В данной статье рассмотрим сущность влияния угла места цели на подготовку исходных установок для стрельбы по целям, которые расположены не на одном горизонте с объектом БТТ, на примере стрельбы из основного вооружения танка (125-мм пушка КБА-3 или Д81) и БМП-2 (автоматическая 30-мм пушка 2А42).

### Основная часть

Цель М может занимать различные положения на окружности, отвечающей некоторой наклонной дальности D (рис. 1).

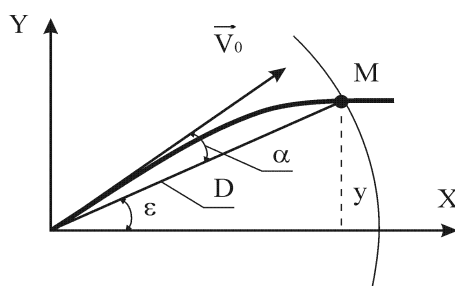


Рисунок 1

При этом имеем зависимость

$$\Theta = \alpha + \varepsilon,$$

где  $\Theta$  – угол возвышения орудия;  $\varepsilon$  – угол места цели;  $\alpha$  – угол прицеливания, составленный линией цели и линией выстрела.

В публикациях [1], [2] для решения данного выражения предложена следующая формула

$$\sin(2\alpha + \varepsilon) = \sin 2\alpha_0 \cos 2\varepsilon + \sin \varepsilon, \quad (1)$$

где  $\alpha_0$  – угол прицеливания, приведенный в таблицах стрельбы.

Это выражение известно под названием формулы Лендера.

Из формулы (1) находим, что угол прицеливания для поражения целей с углом места  $\varepsilon$  должен определяться по формуле

$$\alpha = \frac{\arcsin(\sin 2\alpha_0 \cos^2 \varepsilon + \sin \varepsilon) - \varepsilon}{2}. \quad (2)$$

Отклонение угла прицеливания от табличного определяется по формуле

$$\Delta\alpha = \alpha - \alpha_0. \quad (3)$$

Проведем анализ зависимости отклонения расчетного угла прицеливания от табличного для различных значений угла места цели и дальности до цели.

На рисунке 2 приведены графики зависимости отклонения угла прицеливания  $\Delta\alpha$  при стрельбе из танковой пушки по целям с углом места  $\varepsilon$  для значения наклонной дальности  $D = 2500$  м и фиксированных значениях остальных параметров для трех типов снарядов «Б», «К» и «О». Максимальное значение угла места цели  $30^\circ$  и минимального минус  $20^\circ$  определено как сумма максимального угла возвышения/снижения пушки и допустимого при стрельбе тангажа корпуса танка.

На рисунке 3 приведены графики зависимости отклонения угла прицеливания  $\Delta\alpha$  при стрельбе из автоматической пушки 2А42 по целям с углом места  $\varepsilon$  для значения наклонной дальности  $D = 1500$  м и фиксированных значениях остальных параметров для двух типов снарядов «ОФЗ» и «БТ».

На рисунке 4 приведены графики зависимости отклонения угла прицеливания  $\Delta\alpha$  при стрельбе из танковой пушки по целям с углом места  $\varepsilon = 15^\circ$  при изменяющейся наклонной дальности  $D$  и фиксированных значениях остальных параметров для трех типов снарядов «Б», «К» и «О».

На рисунке 5 приведены графики зависимости отклонения угла прицеливания  $\Delta\alpha$  при стрельбе из танковой пушки по целям с углом места  $\varepsilon = -15^\circ$  при изменяющейся наклонной дальности  $D$  и фиксированных значениях остальных параметров для трех типов снарядов «Б», «К» и «О».

На рисунке 6 приведены графики зависимости отклонения угла прицеливания  $\Delta\alpha$  при стрельбе из автоматической пушки 2А42 по целям с углом места  $\varepsilon = 25^\circ$  при изменяющейся наклонной дальности  $D$  и фиксированных значениях остальных параметров для двух типов снарядов «ОФЗ» и «БТ».

На рисунке 7 приведены графики зависимости отклонения угла прицеливания  $\Delta\alpha$  при стрельбе из автоматической пушки 2А42 по целям с углом места  $\varepsilon = -15^\circ$  при изменяющейся наклонной дальности  $D$  и фиксированных значениях остальных параметров для двух типов снарядов «ОФЗ» и «БТ».

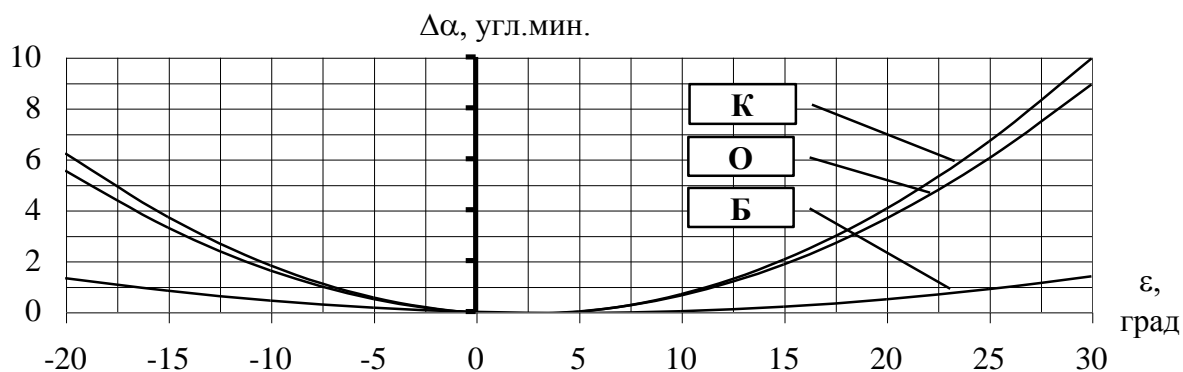


Рисунок 2 – Зависимость отклонения  $\Delta\alpha$  при стрельбе из танковой пушки при фиксированной наклонной дальности стрельбы  $D = 2500$  м и изменении угла места цели

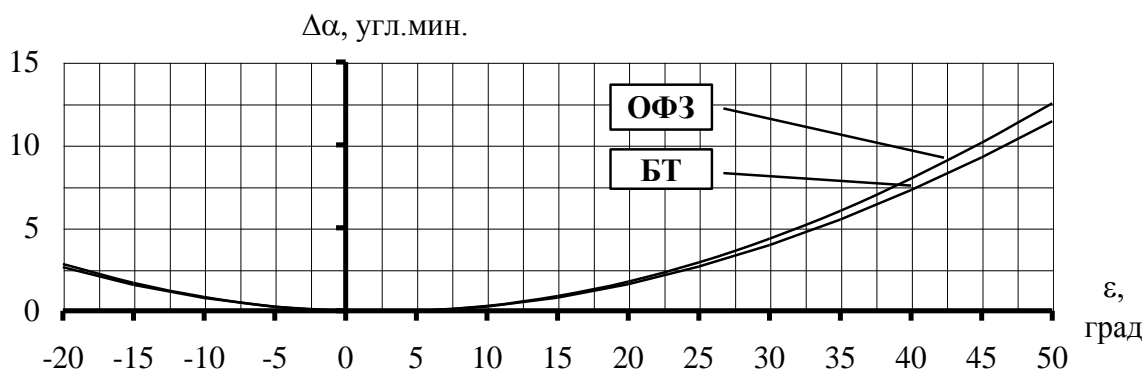


Рисунок 3 – Зависимость отклонения  $\Delta\alpha$  при стрельбе из пушки 2А42 при фиксированной наклонной дальности стрельбы  $D=1500$  м и изменении угла места цели

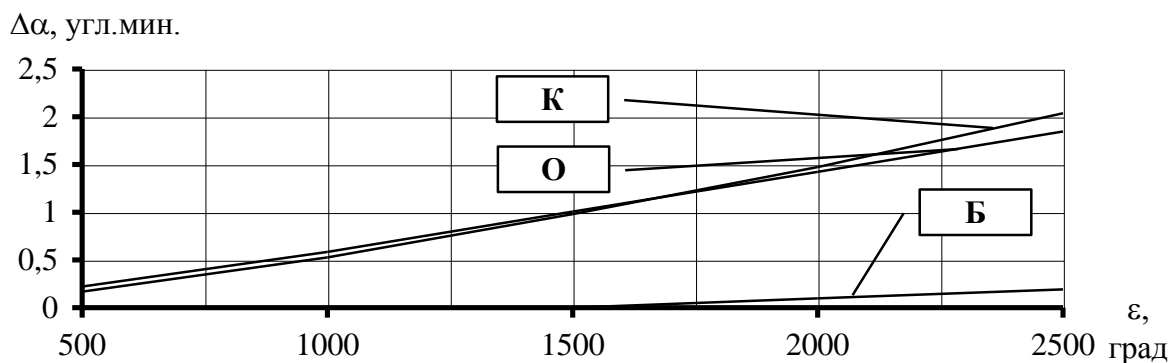


Рисунок 4 – Зависимость отклонения  $\Delta\alpha$  при стрельбе из танковой пушки по целям с углом места  $\varepsilon = 15^\circ$  и изменяющейся наклонной дальности  $D$

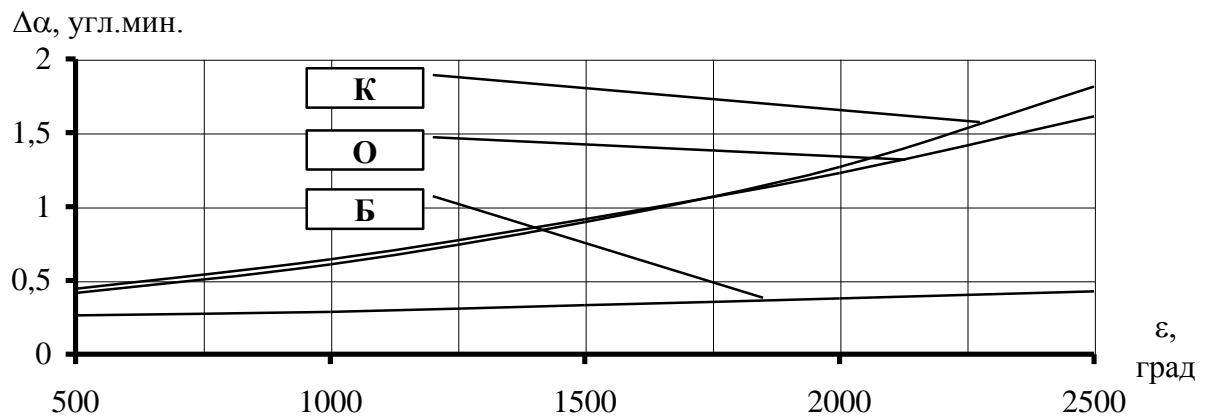


Рисунок 5 – Зависимость отклонения  $\Delta\alpha$  при стрельбе из танковой пушки по целям с углом места  $\varepsilon = -15^\circ$  и изменяющейся наклонной дальности  $D$

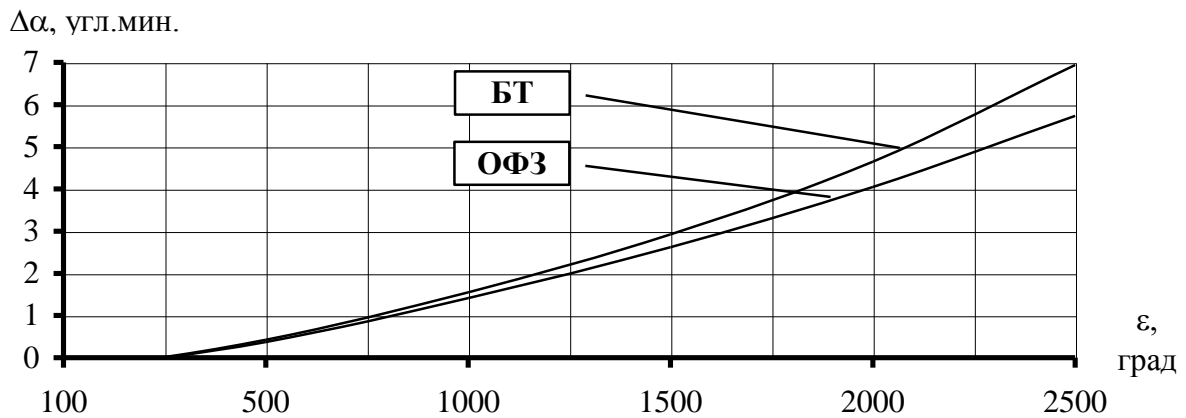


Рисунок 6 – Зависимость отклонения  $\Delta\alpha$  при стрельбе из пушки 2А42 по целям с углом места  $\varepsilon = 25^\circ$  и изменяющейся наклонной дальности  $D$

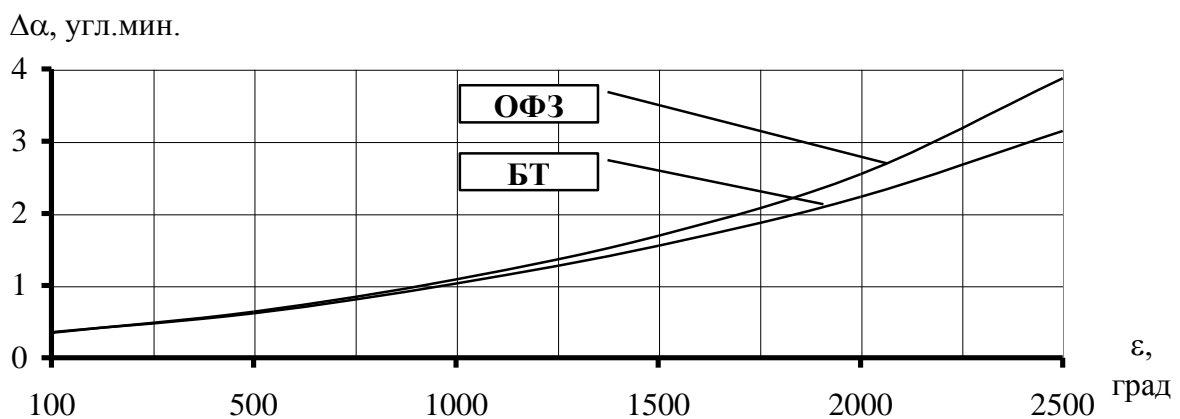


Рисунок 7 – Зависимость отклонения  $\Delta\alpha$  при стрельбе из пушки 2А42 по целям с углом места  $\varepsilon = -15^\circ$  и изменяющейся наклонной дальности  $D$

Кроме того, для определения ограничений на применение формулы (2), рассмотрим график, представленный на рис. 8, на котором изображено семейство кривых зависимости  $\alpha$  от  $\varepsilon$  для различных значений  $\alpha_0$ . Представленное на рисунке семейство кривых условно разделено на две части (штриховая линия). Данное разделение обусловлено свойством периодичности функции арксинус.

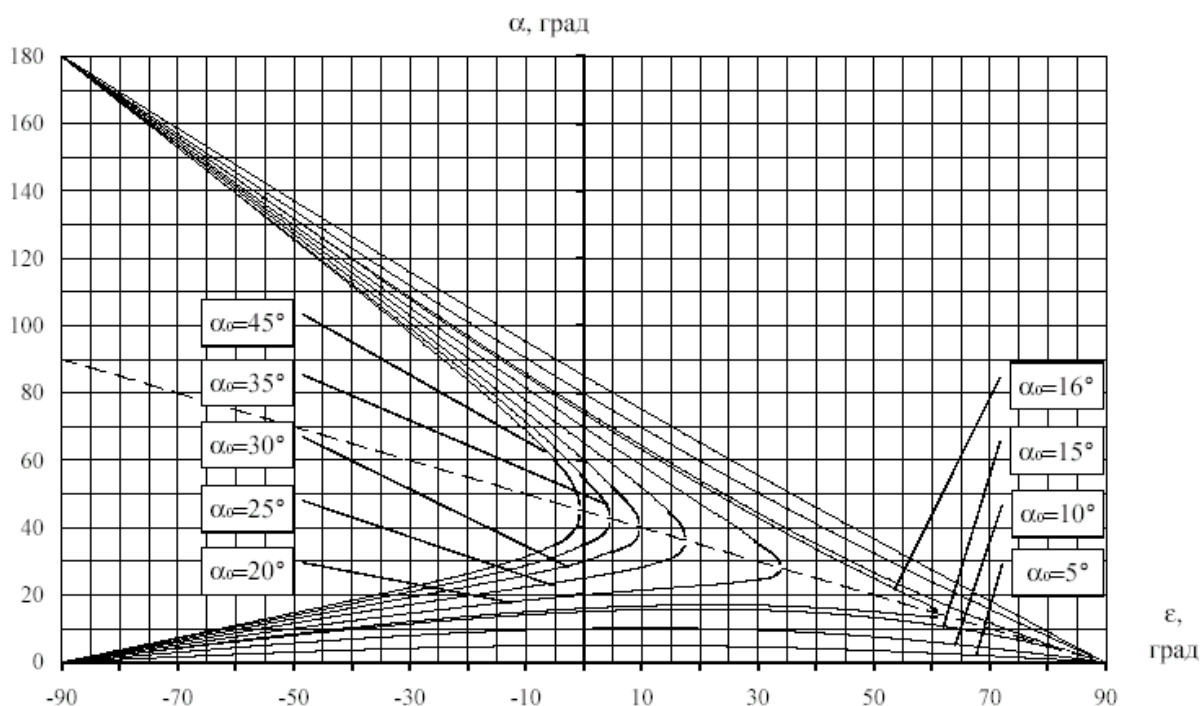


Рисунок 8 – График формулы Лендера

Исходя из представленного графика следует, что поражение цели на фиксированной наклонной дальности и угле места возможно при двух значениях угла прицеливания. Так, например, при  $\alpha_0 = 20^\circ$  и  $\varepsilon = 10^\circ$  поражение цели возможно при углах  $\alpha_1 = 21,42^\circ$  и  $\alpha_2 = 58,58^\circ$ .

### Заключение.

Из анализа графиков, приведенных на рис. 2–8, следует:

1. При стрельбе в горных условиях из танковых пушек снарядами типов «О» и «К» и из пушки 2А42, а также при стрельбе по воздушным целям из пушки 2А42, ошибки стрельбы по углу прицеливания, вызванные тем, что цели могут находиться значительно ниже или выше объекта, т.е. наличием угла места цели, могут достигать недопустимо больших величин, из-за чего возникает необходимость их учета.

2. Ошибки стрельбы возрастают как при увеличении абсолютного значения угла места цели  $\varepsilon$  независимо от его знака при фиксированной дальности стрельбы, так и при увеличении дальности стрельбы при фиксированном угле места цели независимо от его знака.

3. При учете ошибок стрельбы, возникающих при наличии угла места цели, можно допустить погрешность в определении угла места цели  $\pm 0,5^\circ$ . Поэтому для определения угла места цели могут использоваться штатные датчики положения пушки и датчик крена и тангажа.

4. Для учета угла места цели при стрельбах необходимо значение поправки  $\alpha$  вычислять по зависимости (2), при этом в формулу в качестве  $\alpha_0$  должно подставляться значение  $\alpha_\Sigma$ , рассчитанное с учетом всех отклонений условий стрельбы от нормальных. С целью упрощения расчетов и устранения неоднозначности определения  $\alpha$  (из-за периодического характера функции арксинус) необходимо использовать главное значение арксинуса.

5. Цели, расположенные на дальностях, которым соответствуют  $\alpha_0 \leq 15^\circ$ , поражаются при любых значениях угла места цели  $\varepsilon$ , от минус  $90^\circ$  до  $+90^\circ$ , цели, расположенные на дальностях, которым соответствуют  $\alpha_0 > 15^\circ$ , поражаются не при всех значениях  $\varepsilon$ .

### **Выводы**

Из результатов выполненного анализа влияния угла места цели  $\varepsilon$  на точность стрельбы из танковых пушек и пушки 2А42 можно сделать следующие выводы:

1. При стрельбах по целям, угол места цели которых больше  $10^\circ$  или меньше минус  $5^\circ$ , для обеспечения требуемой точности стрельбы необходимо при расчете угла прицеливания учитывать влияние угла места цели на угол прицеливания.

2. Для учета угла места цели при расчете угла прицеливания достаточно его определения с погрешностью  $0,5^\circ$ . Это позволяет использовать для этих целей штатные датчики, имеющиеся на танках и БТР/БМП.

3. При разработке алгоритмов расчета угла прицеливания для конкретного типа вооружения, которое может устанавливаться на различных объектах БТТ, необходимо учитывать ограничение, что при табличных углах прицеливания, больших  $15^\circ$ , при определенных углах места цель поражена быть не может.

### **Література**

1. Шапиро Я.М. Внешняя баллистика. М.: Оборонгиз, 1946. – 408 с.
2. Мечников В.В. Курс внешней баллистики. Книга 1. Движение снаряда в пустоте. Издание Артиллерийской академии РККА им. Дзержинского, Ленинград, 1935.
3. Теория и конструирование танка. Под. редакцией П.П. Исакова –Т.1. Основы системы управления развитием гусеничных машин. –М.: Машиностроение, 1982, 212 с

УДК 623.55.024.4

Мошнін В.Н., Мірошніченко Ю.В., Царев І.В.

### **ВПЛИВ КУТА МІСЦЯ ЦІЛІ НА ВЛУЧНІСТЬ СТРІЛЬБИ З ОЗБРОЄННЯ ОБ'ЄКТІВ БТТ**

В статті проведено аналіз впливу кута місця цілі на влучність стрільби із танкової гармати та гармати 2А42, та викладено рекомендації щодо його практичного врахування.