Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет»

Кафедра общей физики

Научно-исследовательская работа

Определение зависимости разброса при стрельбе из ружья от расстояния, с которого производится выстрел

Выполнили:

студенты 2-го курса физического факультета направления «Физика»

А. В. Ермилов

А. А. Егорова

М. Н. Коуров

С. А. Игошев

Проверяющий:

к.ф.-м.н. А. Н. Кондрашов

Содержание

Bı	ведеі	ние	3
1	Методика проведения эксперимента		5
	1.1	Экспериментальная установка	5
	1.2	Описание эксперимента	5
2	Экс	периментальные данные	7
	2.1	Построение математической модели зависимости разбро-	
		са от расстояния для измерения разброса по 1-му критерию	7
	2.2	Построение математической модели зависимости разбро-	
		са от расстояния для измерения разброса по 2-му критерию	9
3	Зак	лючение	11
Cı	Список использованных источников		

Введение

Из книги [1] при стрельбе из одного и того же вполне исправного оружия, при самом тщательном соблюдении точности и однообразии каждого выстрела, каждая пуля, вследствие ряда случайных причин, летит по своей, отличной от других траектории. Это явление называется естественным рассеиванием выстрелов.

Разброс пуль подчиняется определённому закону рассеивания, который выражается в следующем:

- 1. пробоины (места попадания пуль) располагаются относительно СТП (средняя точка попадания) симметрично, то есть каждому отклонению от СТП в одну сторону отвечает такое же примерно по величине отклонение в противоположную сторону;
- 2. пробоины располагаются неравномерно: чем ближе к средней точке попадания, тем разброс гуще, чем дальше от центра тем разброс реже.

Основной характеристикой оружия является рассеивание пуль, которое должно быть минимально возможным. Поперечник рассеивания пуль, при стрельбе из оружия, измеряется в единицах МОА (Minute of Angle). Данные единицы измерения определяются углом между двумя линиями от точки выстрела до центров двух наиболее удаленных друг от друга пробоин.

Из статьи [2] зависимости значений поперечника рассеивания и углового рассеивания пуль от дальности имеют нелинейный характер, как показано на расунке 1:

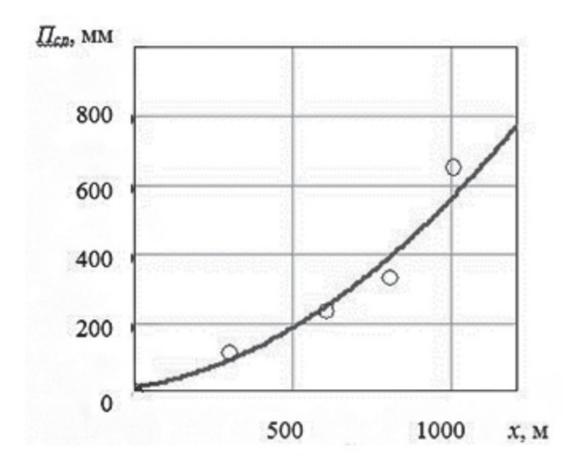


Рис. 1 - Зависимость значений поперечника рассеивания пуль от дальности

Для измерения разброса в данной работе выбрано 2 критерия:

- 1. Размер поперечника;
- 2. Среднее квадратическое стандартных девиаций проекций попаданий на вертикальную и горизонтальную оси;

Цель данной работы – определить вид зависимости разброса, при стрельбе из ружья, от расстояния до мишени.

1. Методика проведения эксперимента

1.1. Экспериментальная установка

На рисунке 2 представлена экспериментальная установка. Ружьё фиксируется на закрепляющей стойке, благодаря чему выстрелы осуществляются в одну и ту же точку на экране. Экран представляет собой лист белого ватмана формата A1, закрепленного на листе фанеры.

Модель ружья: МР-512.

Пули «Альфа», 0.5г.



Рис. 2 - Экспериментальная установка

1.2. Описание эксперимента

Проведён эксперимент, в котором исследовалась зависимость разброса пули, выпускаемой из ружья, от расстония с которого производится выстрел, который состоял из нескольких этапов: 1. Осуществлены серии выстрелов, состоящих из 10 выстрелов, с

различных позиций, расстояние которых от цели варьировалось

от 5 м до 25 м с шагом 2.5 м;

2. Производилось по 10 выстрелов для каждого расстояния.

Измерение расстояний осуществлялось от экрана до дула ружья при

помощи рулетки. Погрешность в длине дистанции выстрела составляла

0.1 см.

Погодные условия:

Давление: 741 мм рт ст

Температура = $+13^{\circ}C$

Ветер: 5 метров в секунду

Облачность: пасмурно

6

2. Экспериментальные данные

2.1. Построение математической модели зависимости разброса от расстояния для измерения разброса по 1-му критерию

На рисунке 3 приведена зависимость разброса пули от расстояния до цели:

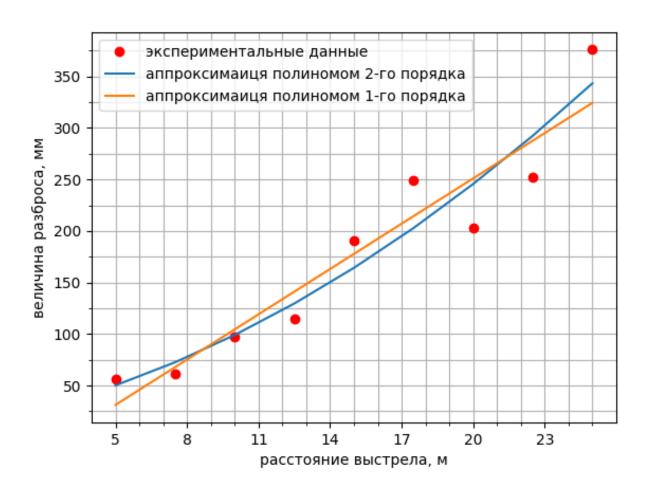


Рис. 3 - Зависимость разброса от расстояния от установки до мишени

Полученный в ходе проведения эксперимента график 3, имеет такую же кривую, как на рисунке 3, что подтверждает полученные нами данные.

Среднеквадратические ошибки для аппроксимации полиномами 1го и 2-го порядков равны соотвественно 31.7мм, 29.3мм;

Среднеквадратическая ошибка велика как для аппроксимации полиномом 1-го порядка, так и для аппроксимации полиномом 2-го порядка, при малых расстояниях стрельбы. Это происходит так как величина разброса принимает значения от 55 мм для исследуемого диапозона расстояний, что соизмеримо со среднеквадратической ошибкой, но для больших расстояний стрельбы, к примеру 25 м, величина среднеквадратической ошибки уже достаточно мала, по сравнению с самим значением разброса ≈ 350 мм. Так что аппроксимация хорошо описывает экспериментальные данные для расстояний больше 15м.

Так как среднеквадратические ошибки, как для линейной, так и для квадратичной аппроксимации близки, для построения математической модели будем использовать линейную аппроксимацию.

Введем обозначения:

L – расстояние до мишени;

D(L) – функция разброса от расстояния до мишени;

Полином 1-го порядка, который аппроксимирует экспериментальные данные, имеет вид:

$$P(x) = c_0 + c_1 \cdot x$$

где P(x) – полином 1-го порядка от переменной x, $c_1=14.66,\,c_0=-42.12;$

Тогда:

$$D(L) = -42.12 + 14.66 \cdot L$$

где L – расстояние в метрах, D(L) – разброс в милиметрах.

2.2. Построение математической модели зависимости разброса от расстояния для измерения разброса по 2-му критерию

На рисунке 4 приведена зависимость разброса пули от расстояния до цели:

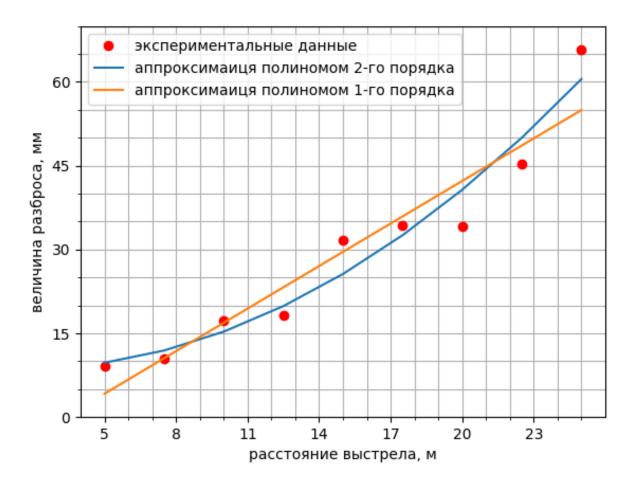


Рис. 4 - Зависимость разброса от расстояния от установки до мишени

Полученный в ходе проведения эксперимента график 4, имеет такую же кривую, как на рисунке 4, что подтверждает полученные нами данные.

Среднеквадратические ошибки для аппроксимации полиномами 1-го и 2-го порядков равны соотвественно 5.3мм, 4.0мм;

Среднеквадратическая ошибка велика как для аппроксимации полиномом 1-го порядка, так и для аппроксимации полиномом 2-го порядка, при малых расстояниях стрельбы, так как величина разброса принимает значения от 10 мм для исследуемого диапозона расстояний, что соизмеримо со среднеквадратической ошибкой, но для больших расстояний стрельбы, к примеру 25 м, величина среднеквадратической ошибки уже достаточно мала по сравнению с самим значением разброса ≈ 65мм. Так что аппроксимация хорошо писывает экспериментальные данные для расстояний больше 15м.

Так как среднеквадратические ошибки близки, как для линейной, так и для квадратичной аппроксимации, для построения математической модели будем использовать линейную аппроксимацию.

Введем обозначения:

L – расстояние до мишени;

D(L) – функция разброса от расстояния до мишени;

Полином 1-го порядка, который аппроксимирует экспериментальные данные, имеет вид:

$$P(x) = c_0 + c_1 \cdot x$$

где P(x) – полином 1-го порядка от переменной x, $c_1=2.538,\,c_0=-8.503;$

Тогда:

$$D(L) = -8.503 + 2.538 \cdot L$$

где L – расстояние в метрах, D(L) – разброс в милиметрах.

3. Заключение

В ходе данной исследовательской работы был определён вид зависимости разброса от расстояния, с которого производится выстрел. Также была найдена зависимость значений поперечника рассеивания пуль от дальности.

Список литературы

- [1] Потапов А. А. Искусство снайпера. 2005.
- [2] Чернышов Д.И. Современное состояние и тенденции развития современного снайперского вооружения // Вопросы оборонной техники. 2017. Vol. 3-4. P. 83–90.