

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

г. Пермь, 2022

Содержание

Введение	3
1 Методика проведения эксперимента	5
1.1 Экспериментальная установка	5
1.2 Описание эксперимента	5
2 Экспериментальные 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 Заключение	11
Список использованных источников	12

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 определённом закону рассеивания, который выражается в следующем:

1. пробойны (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. пробойны 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 удалённых друг от друга пробойн.

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

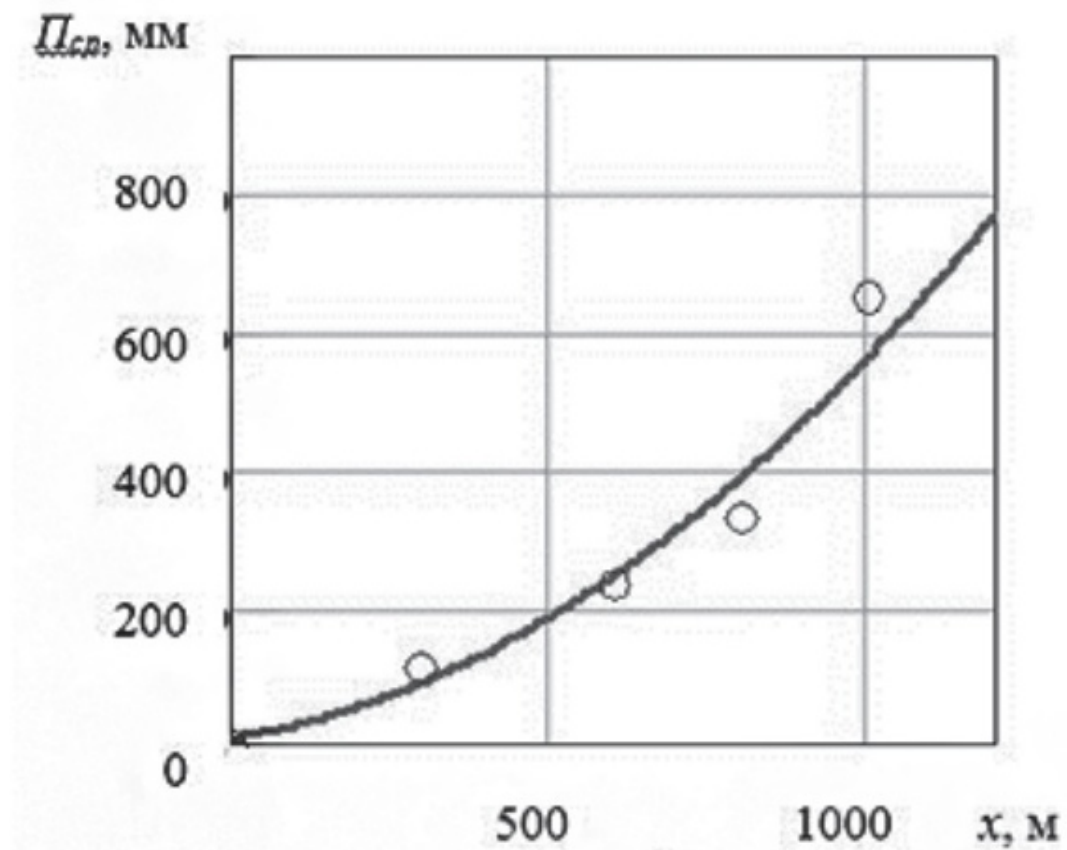


Рис. 1 - Зависимость значений поперечника рассеивания пуль от дальности

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 А1, 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 расстояния 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 = $+13^{\circ}\text{C}$

Ветер: 5 метров в секунду

Облачность: пасмурно

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:

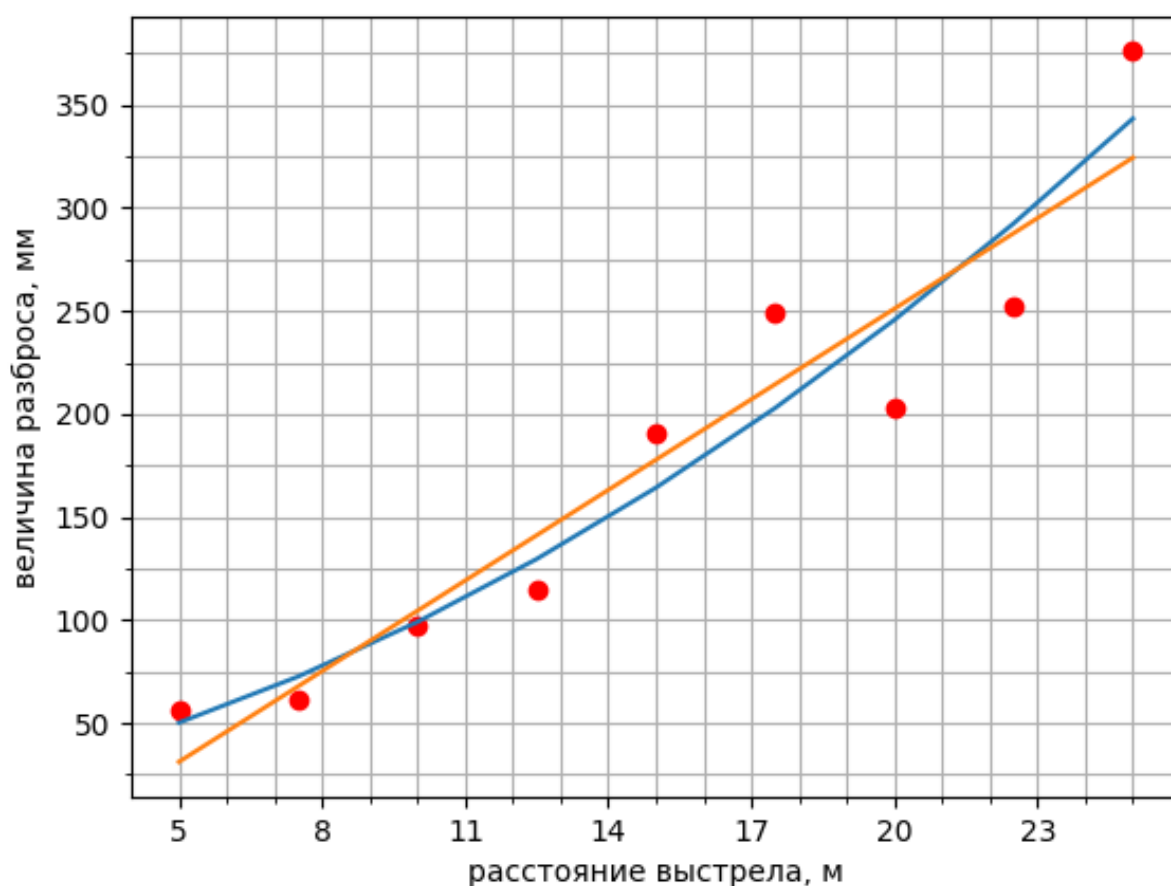


Рис. 3 - Зависимость разброса от расстояния от установки до мишени

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 1-го и 2-го порядков равны соответственно 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 диапазона 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 миллиметрах.

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:

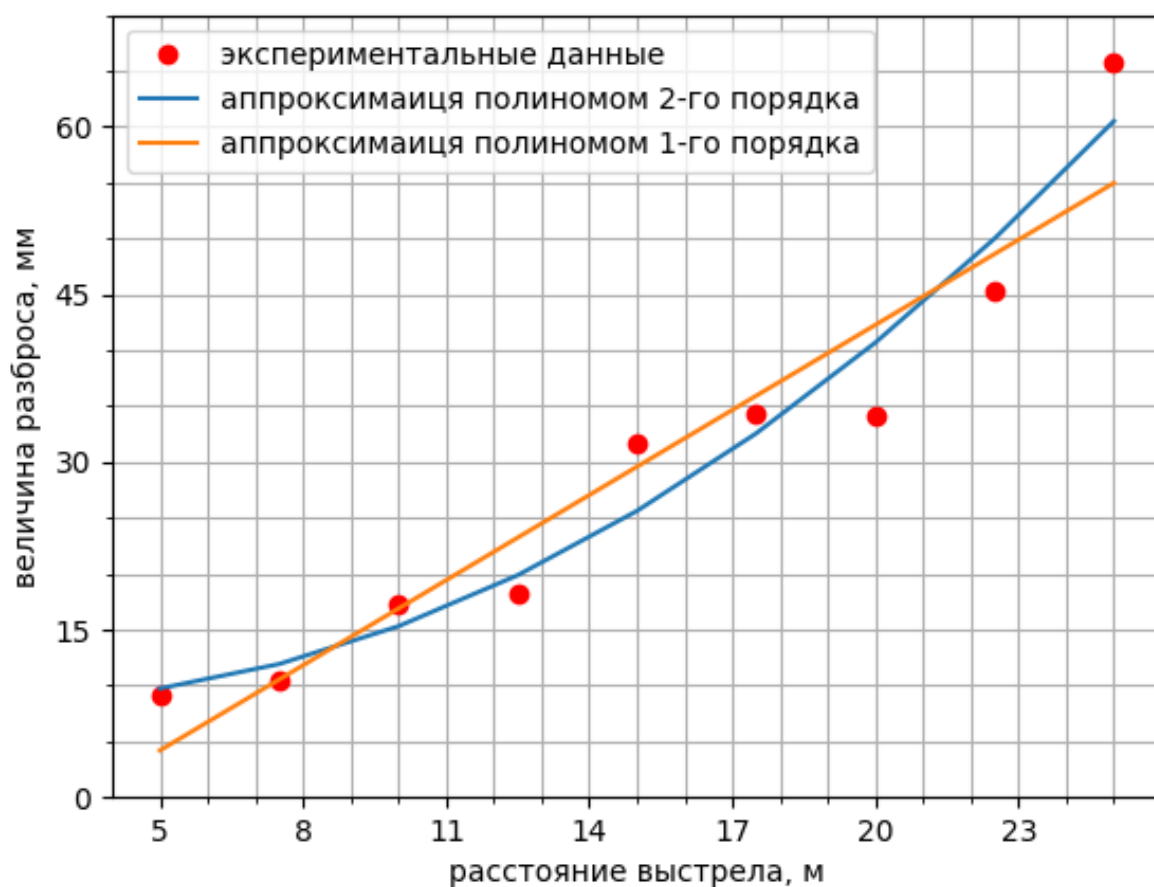


Рис. 4 - Зависимость разброса от расстояния от установки до мишени

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 соответственно 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 диапазона 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 ≈ 65 мм. Так что аппроксимация хорошо описывает экспериментальные данные для расстояний больше 15 м.

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 миллиметрах.

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. — Р. 83–90.