

## ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПОЛОЖЕНИЯ И РАЗМЕРЫ МИШЕНИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ МЕТАНИЯ У ШКОЛЬНИКОВ

*Ю.С. Масюк*

*Метание в цель является одним из средств физического воспитания, направленного на решение задач, связанных с развитием точности движений. Начиная с первого года обучения, в школьную программу по физическому воспитанию включено метание теннисного мяча на точность попадания в горизонтальную и вертикальную цель. Однако установлено, что с каждым годом среди школьников качество метания не растет, а напротив, постепенно снижается [4]. Можно выделить множество причин такой тенденции. Также можно отметить отсутствие объективных методов оценки данной способности. В статье дана характеристика критериев оценки точности. Проанализированы методы оценки точности метательных движений, применяемые при метании в цель у школьников. Определены пространственные характеристики расположения и размеры мишени, которые позволят оценить точность метания у школьников по положению средней точки попадания относительно выбранной точки прицеливания.*

Способ оценки точности имеет принципиальное значение, так как точность может оцениваться разными показателями, и полученные характеристики будут отражать явления, различающиеся по механизмам организации движений и проявляемым способностям [3].

Наиболее часто в качестве общего критерия точности принимают вероятность попадания в требуемую (заданную) область.

В целом, выделяют следующие области попадания:

1. Одномерная или линейная область – длительность полета снаряда, линейный интервал высоты и длины прыжка и др.;
2. Двухмерная или плоская область – круг на плоскости мишени, круг кольца баскетбольной корзины и др.;
3. Трехмерная или объемная область – гимнастические упражнения, двигательные действия, используемые в фехтовании, боксе [6].

В этих случаях могут быть две оценки:

- по альтернативному признаку (да, нет);
- по отношению удачных и неудачных попыток в серии (в процентах), что наиболее характерно для школьной практики.

Однако для анализа допущенных ошибок попадания в требуемую область с целью оптимального управления тренировочным процессом недостаточно знать величину вероятности попадания ( $P$ ) и ее изменения [2]. Необходимо так-

же определять частные критерии точности попадания, представляющие собой параметры закона распределения (рассеивания) координат точек попадания. Такими параметрами для нормального закона распределения являются:

1. Систематические ошибки как средняя величина отклонения серии попыток от цели с разной оценкой в латеральном ( $x$ ) и сагиттальном ( $y$ ) направлении или по модулю ( $z$ ).

2. Случайные ошибки как стандартные отклонения от центра рассеивания также в латеральном и сагиттальном направлениях [3].

Систематические ошибки характеризуют меткость, а случайные ошибки – кучность (рассеивание точек попадания). Только зная, как систематические, так и случайные ошибки, можно определить целевую точность попадания [6].

Изучая кинезиологию точностных действий, С.В. Голомазов определил, что оценка точности по вероятности попаданий является критерием, характеризующим влияние на точность внешних факторов (внешние раздражители, дистанция до поражаемой цели и т. д.), а такие показатели точности, как систематическая ошибка и кучность коррелируют с различными характеристиками кинематики двигательных актов, отражая процессы, происходящие на уровне управления движениями [3].

Опрос учителей физической культуры г. Минска (70 человек) показал, что в качестве мишени для определения целевой точности метательных движений 100 % опрошенных респондентов используют баскетбольный щит. Дистанцию до поражаемой цели учитель физической культуры выбирает произвольно, опираясь на свой педагогический опыт. Часто учителя не включают в процесс обучения метание в цель, так как нет методики оценки данного действия.

При анализе данных научных исследований точности метательных движений у школьников нами было выделено несколько тестов, оценивающих точность попадания в вертикальную мишень.

Так, А.Г. Карпеев (1980), определяя уровень развития меткости у школьников, выбрал метание теннисного мяча с расстояния 5 м в мишень, состоящую из кругов радиусами 15, 30, 45 см. Каждое попадание в круг радиусом 15 см оценивалось 3 очками, за попадание в круг радиусом 30 и 45 см соответственно двумя и одним очками [7].

Немецкие исследователи К. Бес и Р. Вольман (1987) предложили использовать для определения физической подготовленности детей от 7 до 11 лет метание в цель с расстояния 3 м в квадраты 60, 30 и 10 см, расположенные на высоте 150 см от пола. Тест выполняют в две серии по 5 попыток. За попадание в маленький квадрат испытуемый получает 3 балла, в средний – 2 балла, в большой – 1 балл, мимо мишени – 0 баллов [8].

Л.Д. Назаренко (2002) для оценки точности метательных движений у школьников предложил метание теннисного мяча с расстояния 10 м в круги разного диаметра (50×50, 40×40, 30×30), укрепленные на верхней рейке гимнастической стенки. Попадание в малый круг (30×30) оценивалось в 5 баллов, в средний (40×40) – 4 балла и большой (50×50) – 3 балла [9].

А.А. Зданевич (2002) рекомендует в виде контрольного упражнения, определяющего меткость школьников, использовать метание в круг диаметром 1 м с расстояния 6 метров. Испытуемым необходимо попасть в мишень 3 раза из 5 бросков [5].

Выделенные тесты свидетельствуют о том, что точность попадания в вертикальную мишень у школьников определяется либо по вероятности попадания [4], либо по десятибалльной системе [7, 8, 9]. По нашему мнению, данные методы по своему содержанию не могут полностью удовлетворить требованиям исследовательской деятельности, так как ни десятибалльная система, ни вероятность попадания не отражают процессы, происходящие на уровне управления движениями. Для оценки точности движений целесообразно использовать такой критерий, как точность поражения цели, характеризуемый положением средней точки попадания относительно выбранной точки прицеливания [3].

Целью исследования явилось определение пространственных характеристик расположения и размеры мишени, которые позволят оценить точность метания в вертикальную мишень у школьников по показателю средней точки попадания относительно выбранной точки прицеливания (на примере школьников 12–13 лет).

В ходе исследований для оценки точности метательных движений использовались следующие методы: педагогический эксперимент; методы аналитической геометрии; методы теории вероятности. Результаты обработаны методами математической статистики.

Для решения поставленной задачи в ходе уроков по физической культуре, проводимых в 7 классе в СШ № 191 г. Минска, испытуемым (10 мальчиков и 10 девочек) в возрасте 12–13 лет предлагалось выполнить 10 бросков с установкой на попадание в середину координатной плоскости с расстояний 4, 5 и 6 м. Координатная плоскость была нарисована на стене спортивного зала: максимальное и минимальное значение по оси  $x$  и  $y$  составило 100 см. Середина координатной плоскости (0; 0) находилась на высоте 200 см. Предварительно школьники опустили теннисный мяч в магнезию, что позволило определить результат попадания с точностью до  $\pm 1$  см.

В ходе эксперимента проведена проверка на нормальность распределения опытных данных. Для этого определялись пять параметров: координаты центра рассеивания  $m_x$  и  $m_y$ , средние квадратичные отклонения  $\delta_x$ ,  $\delta_y$  и коэффициент корреляции  $r$  между величинами  $X$  и  $Y$  [4].

В результате статистической обработки координат попадания в мишень с расстояний 4, 5 и 6 м были получены следующие данные (таблицы 1, 2):

Таблица 1 – Результаты тестирования мальчиков

Дистанция	Ось $X$		Ось $Y$		$r$
	$m_x$	$\delta_x$	$m_y$	$\delta_y$	
4 м	-1,52	17,67	-0,92	20,65	0,27
5 м	-1,24	19,52	0,66	23,75	0,36
6 м	-0,95	20,31	7,57	26,42	0,097

Таблица 2 – Результаты тестирования девочек

Дистанция	Ось X		Ось Y		r
	$m_x$	$\delta x$	$m_y$	$\delta y$	
4 м	3,96	21,08	12,25	23,91	0,32
5 м	2,93	19,91	4,53	24,72	0,098
6 м	4,16	31,23	3,9	35,9	0,18

Нормальное распределение координат точек попадания на плоскости демонстрирует эллипс рассеивания (рисунки 1–6).

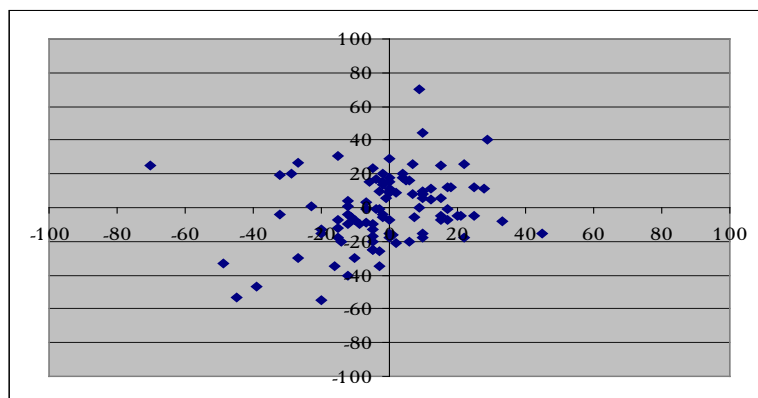


Рисунок 1 – Эллипс рассеивания координат точек попадания мальчиков с дистанции 4 метра

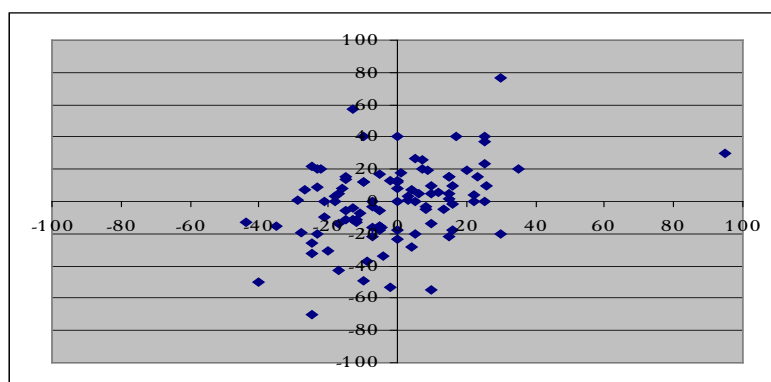


Рисунок 2 – Эллипс рассеивания координат точек попадания мальчиков с дистанции 5 метров

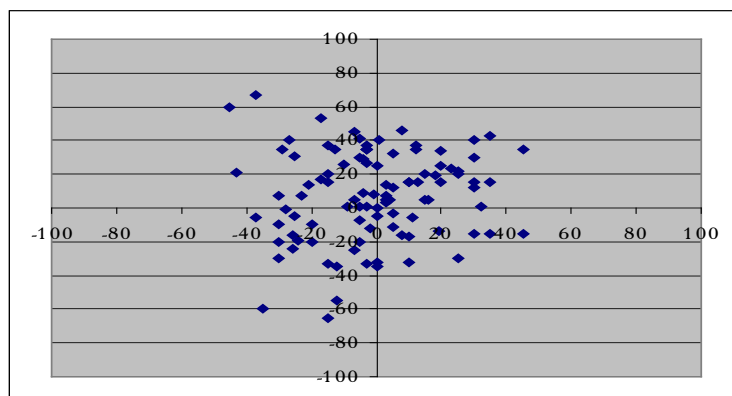


Рисунок 3 – Эллипс рассеивания координат точек попадания мальчиков с дистанции 6 метров

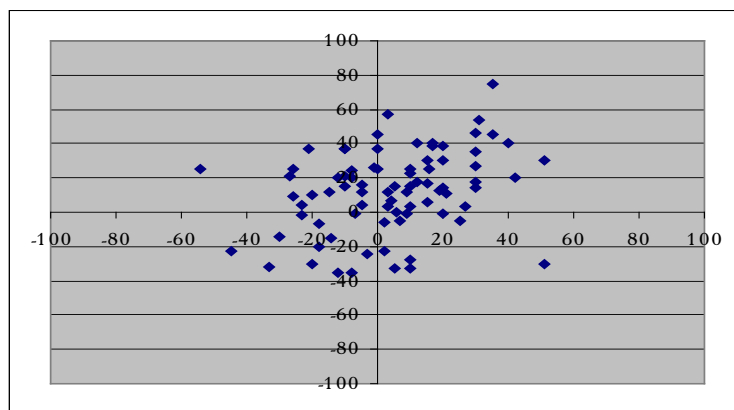


Рисунок 4 – Эллипс рассеивания координат точек попадания девочек с дистанции 4 метра

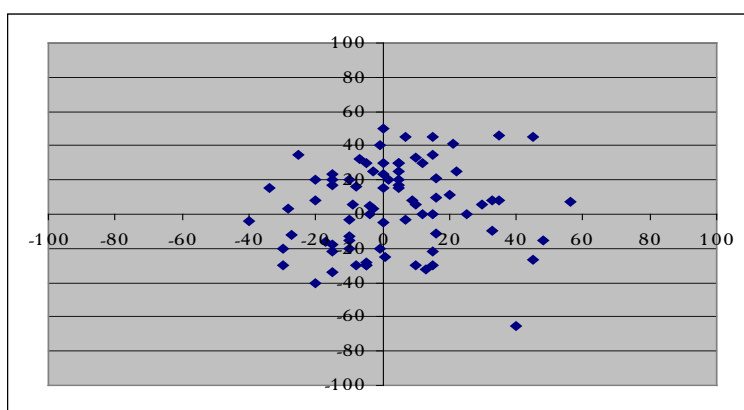


Рисунок 5 – Эллипс рассеивания координат точек попадания девочек с дистанции 5 метров

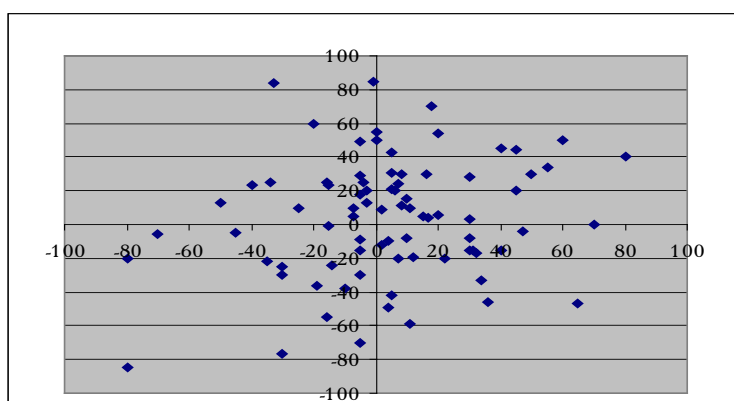


Рисунок 6 – Эллипс рассеивания координат точек попадания девочек с дистанции 6 метров

Для интерпретации полученных данных анализировался эллипс рассеивания методами аналитической геометрии. Известно, что центр эллипса находится в точке с координатами  $(m_x; m_y)$  (рисунок 7). Направления осей симметрии эллипса составляют с осью  $O_x$  углы, определяемые уравнением:

$$\operatorname{tg} 2\alpha = 2r \times \delta x \times \delta y / (\delta x^2 - \delta y^2) \quad (1)$$

Это уравнение дает два значения углов:  $\alpha$ ,  $\alpha + \pi/2$ , различающихся на  $\pi/2$ :

$$\alpha = 0,5 \arctg(2r \times \delta x \times \delta y / (\delta x^2 - \delta y^2)), \quad (2)$$

где  $\alpha$  – угол между осями симметрии эллипса и осью  $O_x$ ;

$r$  – коэффициент корреляции между величинами  $X$  и  $Y$ ;

$\delta x$ ,  $\delta y$  – средние квадратические отклонения по оси  $X$  и  $Y$ .

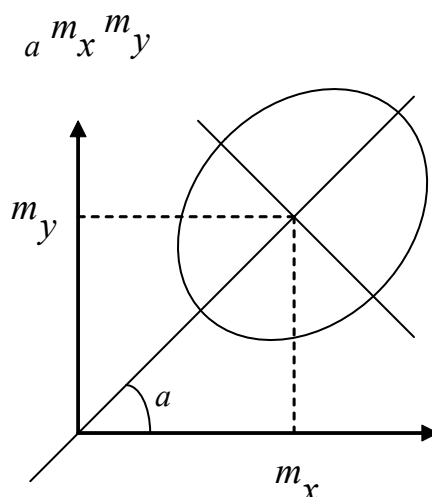


Рисунок 7 – Эллипс рассеивания

Таким образом, ориентация эллипса относительно координатных осей находится в прямой зависимости от коэффициента корреляции  $r$  системы  $(X; Y)$ . Если величины не коррелированы, то оси симметрии эллипса параллельны координатным осям; в противном случае они составляют с координатными осями некоторый угол [1].

Известно, что эллипс принимает наиболее простой, так называемый «канонический» вид, если координатные оси совпадают с осями симметрии эллипса. Для того чтобы привести уравнение эллипса рассеивания к каноническому виду, достаточно перенести начало координат в точку  $(m_x; m_y)$  и повернуть координатные оси на угол  $\alpha$ , при этом координатные оси совпадут с главными осями рассеивания [1].

Проанализировав эллипсы рассеивания координат точек попадания на плоскости на расстоянии 4, 5, 6 м у мальчиков и девочек, мы получили центр эллипса, находящийся в точке с координатами  $(-1,52; -0,92)$  на дистанции 4 м,  $(-1,24; 0,66)$  на дистанции 5 м,  $(-0,95; 7,57)$  на дистанции 6 м у мальчиков и  $(3,96; 12,35)$  – 4 м,  $(2,93; 4,53)$  – 5 м,  $(4,16; 3,9)$  – 6 м у девочек. Воспользовавшись формулами 1, 2, нашли угол  $\alpha$  между осями симметрии эллипса и осью  $O_x$ , который составил  $(-25)$  и  $(-34)$  градуса на дистанции 4 м,  $(-26)$  и  $(-12)$  – 5 м,  $(-10)$  и  $(-28)$  – 6 м (соответственно мальчики и девочки) (таблица 3).

Таблица 3 – Угол между осями симметрии эллипса и осью  $O_x$ 

Дистанция	Угол $a$	
	мальчики	девочки
4 м	-25	-25
5 м	-26	-26
6 м	-10	-10

Анализ данных таблиц 1, 2, 3, показал, что наименьший коэффициент корреляции системы  $(X; Y)$  и соответственно показатели угла  $a$  между осями симметрии эллипса и осью  $O_x$  составляют у мальчиков на дистанции 6 м, у девочек – 5 м. Если на этих двух дистанциях перенести начало координат в точку  $(-0,95; 7,57)$  у мальчиков и  $(2,93; 4,53)$  у девочек, то нормальный закон распределения координат точек попадания на плоскости предстанет в «каноническом» виде, а значит, полуоси эллипса рассеивания станут пропорциональными главным средним квадратическим отклонениям.

Из теории вероятности Е.С. Вентцеля известно, что к числу немногих плоских фигур, вероятность попадания в которые может быть вычислена в конечном виде, принадлежит эллипс рассеивания, представленный в «каноническом» виде [1].

Вероятность попадания случайной точки в эллипс рассеивания, полуоси которого равны средним квадратическим отклонениям ( $K$ ), определяется формулой [2]:

$$P_{\text{э}} = 1 - e^{-\frac{K^2}{2}}. \quad (3)$$

Вероятность попадания случайной точки в единичный эллипс рассеивания, полуоси которого равны средним квадратическим отклонениям ( $K$ ), равна:

$$P_{\text{э.1}} = 1 - e^{0,5} = 1 - 0,6065 = 0,3935. \quad (4)$$

Вероятность попадания в удвоенный эллипс рассеивания ( $K=2$ ) равна:

$$P_{\text{э.2}} = 1 - e^{-2} = 1 - 0,1353 = 0,8647. \quad (5)$$

Вероятность попадания в утроенный ( $K=3$ ) эллипс рассеивания составляет:

$$P_{\text{э.3}} = 1 - 0,01111 = 0,98889. \quad (6)$$

Для нахождения размера мишени, в которую попадет 99 % бросков школьников 12–13 лет, необходимо на дистанции 5 и 6 м (соответственно мальчики и

девочки) определить утроенный ( $K=3$ ) показатель среднего квадратического отклонения  $\delta x$ ,  $\delta y$ . Он равен:

у девочек:

$$P_{\text{э.3}} = 3 \times K = 3 \times 24,72 = 74,11; \quad (7)$$

у мальчиков:

$$P_{\text{э.3}} = 3 \times K = 3 \times 26,42 = 79,28. \quad (8)$$

Из полученных результатов следует, что радиус мишени, в которую попадет 99 % бросков, у мальчиков составляет 79,28 см, у девочек – 74,11 см.

Результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что для объективной оценки точности метательных движений по показателю положения средней точки попадания относительно выбранной точки прицеливания можно рекомендовать использовать мишень, имеющую радиус 80 см, находящуюся на высоте 205–207 см и расположенную на расстоянии 5 м для девочек, 6 м для мальчиков.

1. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей: учебник для вузов / Е.С. Вентцель. – 7-е изд. – М.: Высшая школа, 2001. – 575 с.

2. Гинзбург, Г.И. Критерии точности и надежности попадания и методы их расчета / Г.И. Гинзбург // Вопросы теории и практики физической культуры и спорта: Респ. межвед. сб. – Минск: Вышэйшая школа, 1979. – Вып. 9. – С. 68–75.

3. Голомазов, С.В. Кинезиология точностных действий человека / С.В. Голомазов. – М.: СпортАкадем – Пресс, 2003. – 228 с.

4. Зданевич, А.А. Метание малого мяча с места / А.А. Зданевич // Физическая культура в школе. – 1998. – № 5. – С. 15–17.

5. Зданевич, А.А. Физическая культура в школе. Метание мяча: пособие / А.А. Зданевич. – Брест: Изд-во БрГУ им. А.С. Пушкина, 2002. – 73 с.

6. Ивойлов, А.В. Помехоустойчивость движений спортсмена / А.В. Ивойлов. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 110 с.

7. Карпеев, А.Г. Поиск сенситивных периодов для развития точности метаний / А.Г. Карпеев, Э.Э. Мартын, В.А. Федосов // Пути управления технической подготовкой спортсменов. – Омск, 1980. – С. 10–12.

8. Лях, В.И. Тесты в физическом воспитании школьников: пособие для учителей / В.И. Лях. – М.: АСТ, 1998. – 271 с.

9. Назаренко, Л.Д. Меткость и основные направления ее развития у школьников / Л.Д. Назаренко // Физическая культура. – 2002. – № 2. – С. 7–16.