

**Идрисов Алмаз Раисович**

*студент 3-го курса факультета математики и информатики*

**Гнатенко Юлия Ахнафовна**

*к.ф.-м.н., доцент кафедры математического моделирования*

*Уфимский университет науки и технологий*

*Стерлитамакский филиал, г. Стерлитамак*

## **ВЕРОЯТНОСТНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОДАЧ В ВОЛЕЙБОЛЕ**

**Аннотация.** В работе рассматривается применение методов теории вероятностей и математической статистики для анализа эффективности различных типов подач в волейболе. Показано, что использование вероятностных моделей, основанных на схемах Бернулли, математическом ожидании и дисперсии, позволяет количественно оценивать результативность подач и принимать обоснованные тактические решения. Установлено, что вероятностный подход является эффективным инструментом анализа игровых действий и может использоваться в тренировочном процессе.

**Ключевые слова:** теория вероятностей, волейбол, подача, схема Бернулли, математическое ожидание, статистический анализ.

Волейбол является динамичным командным видом спорта, в котором исход матча во многом определяется качеством выполнения отдельных технических элементов, в частности подачи. подача не только вводит мяч в игру, но и может непосредственно приносить очки либо создавать благоприятные условия для дальнейшего розыгрыша. В условиях неопределенности исхода каждого розыгрыша актуальным становится применение методов теории вероятностей для анализа эффективности игровых действий.

Современный спортивный анализ все чаще опирается на количественные методы, позволяющие формализовать процесс оценки результативности

спортсменов. Теория вероятностей предоставляет математический аппарат для описания случайных событий и оценки вероятности наступления тех или иных исходов [1, с. 292]. Методы прикладной математической статистики позволяют обрабатывать эмпирические данные и оценивать параметры распределений случайных величин [6, с. 112].

Рассмотрим подачу как случайное испытание с конечным числом исходов. В простейшей модели можно выделить следующие варианты результата подачи: подача навылет (эйс), подача, затрудняющая прием, нейтральная подача и ошибка подачи. Каждому исходу сопоставляется определенная вероятность.

Пусть случайная величина  $X$  принимает значение 1, если подача приводит к выигрышу очка, и 0 — в противном случае. Тогда выполнение подачи можно рассматривать как схему Бернулли с вероятностью успеха  $p$ .

Вероятность выигрыша  $k$  очков при  $n$  подачах определяется биномиальным распределением

$$P(X = k) = C_n^k p^k (1 - p)^{n-k}, \quad (1)$$

где  $p$  — вероятность успешной подачи [2, с. 45].

Для оценки средней эффективности подачи используется математическое ожидание случайной величины  $X$

$$E(X) = p. \quad (2)$$

Таким образом, математическое ожидание показывает среднюю долю успешных подач при большом числе повторений, что соответствует интерпретации вероятности как предела относительной частоты [2, с. 67].

Для оценки устойчивости результата используется дисперсия

$$D(X) = p(1 - p). \quad (3)$$

Понятие дисперсии как меры разброса результатов подробно рассматривается в работах по анализу вариационных рядов [5, с. 64]. Чем меньше значение дисперсии, тем более стабильным является выполнение подачи.

Следует отметить, что в реальной игровой практике эффективность подачи определяется не только вероятностью выигрыша очка, но и влиянием подачи на последующее развитие розыгрыша. Даже если подача не приносит прямого очка,

она может существенно снизить качество приема соперника, что повышает вероятность успешной атаки команды в следующей фазе игры. Таким образом, вероятностная оценка должна учитывать косвенный вклад подачи в общий результат розыгрыша. Это позволяет рассматривать подачу как элемент комплексной стохастической модели игрового процесса, в которой каждое действие влияет на последующие вероятности исходов.

Рассмотрим два наиболее распространенных типа подач: силовую и планирующую. Пусть вероятность успешной силовой подачи равна  $p_1$ , а планирующей —  $p_2$ , где  $p_1 > p_2$ , однако вероятность ошибки при силовой подаче также выше. Подобные вероятностные оценки позволяют применять количественный подход к выбору игровой стратегии [3, с. 299].

Ожидаемое число выигранных очков за серию из  $n$  подач определяется выражением

$$E(S) = n \cdot p. \quad (4)$$

Сравнение значений  $E(S_1)$  и  $E(S_2)$  дает возможность определить предпочтительный тип подачи в конкретных игровых условиях.

Кроме того, выбор типа подачи может зависеть от текущей игровой ситуации: счета в партии, психологического состояния спортсмена, уровня подготовки принимающей линии соперника. В концовках партий, когда возрастает цена ошибки, команды чаще отдают предпочтение более надежной подаче с меньшей дисперсией результата. В то же время при необходимости быстро сократить отставание может быть оправдан выбор более рискованной, но потенциально более результативной силовой подачи. Вероятностный анализ позволяет формализовать подобные тактические решения и перевести их из интуитивной плоскости в количественную оценку риска и ожидаемой выгоды.

Важным элементом анализа является оценка вероятности серии успешных подач подряд

$$P = p^k. \quad (5)$$

Вероятность длинных серий событий связана с законом редких событий и экспоненциальным характером убывания вероятности при фиксированном  $p < 1$  [4, с. 75].

Использование вероятностных моделей в анализе подач позволяет количественно обосновывать тактические решения, снижать риск неоправданных ошибок и повышать эффективность тренировочного процесса. Вероятностный подход демонстрирует универсальность и применимость теории вероятностей к анализу спортивной деятельности [1, с. 294].

Таким образом, применение методов теории вероятностей и математической статистики позволяет формализовать анализ эффективности различных типов подач в волейболе и использовать полученные количественные оценки в практике спортивной подготовки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Садретдинов Д.М., Гнатенко Ю.А. Применение теории вероятностей в реальной жизни: от страхования до игр // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации. 2025. С. 291–294.
2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для вузов. — М. : Юрайт, 2022. — С. 43–48.
3. Исмагилов А.Р., Гнатенко Ю.А. Роль теории вероятности и математической статистики в повседневной жизни // Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации. 2025. С. 298–301.
4. Гнатенко Ю.А., Казакова А.С. Закон редких событий: вероятностная модель Пуассона в анализе данных // Парадигма. 2025. № 9-2. С. 72–77.
5. Краева Е.В., Гнатенко Ю.А. Дисперсия числового набора // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 109-14. С. 63–66.
6. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2014. — С. 110–118.