

# БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЗЫ ФЕХТОВАЛЬЩИКА В МОМЕНТ ЗАВЕРШЕНИЯ АТАКИ



**Сотский Н.Б.**

д-р пед. наук,  
профессор,  
Белорусский  
государственный  
университет  
физической культуры



**Сержанова М.А.**

Белорусский  
государственный  
университет  
физической культуры

В статье впервые представлено определение в цифровом виде и анализ позы фехтовальщика в момент завершения атаки, достижение которой является одной из важнейших целевых задач, выполняемых в ходе поединка.

**Ключевые слова:** биомеханика; поза; углы в суставах; фехтование.

## BIOMECHANICAL ANALYSIS OF A FENCER' POSE AT THE MOMENT OF THE ATTACK COMPLETION

For the first time, the article presents the definition in digital form and analysis of the fencer's pose at the moment of the attack completion, the achievement of which is one of the most important target tasks performed during the fight.

**Keywords:** biomechanics; pose; joint angles; fencing.

### ■ Введение

Биомеханико-педагогический подход к технике выполнения двигательных действий человека в соответствии с воззрениями научной школы профессора В.Т. Назарова предполагает рассмотрение физического упражнения с точки зрения осуществления исполнителем трех программ [1, 2]. Это программы места, ориентации и позы. Первые две из них описывают перемещение тела в пространстве, а третья содержит средства достижения цели – элементы осанки и управляющие движения в суставах.

Элементы осанки – это ограничения подвижности в определенных сочленениях, превращающие опорно-двигательный аппарат человека в механизм достижения цели двигательного действия. Управляющие движения в суставах выполняют роль двигателей, которые преобразуют биохимическую энергию в механическую через мышечное сокращение и соответствующее движение в суставе.

Элементы осанки и управляющие движения в суставах представляют собой, с одной стороны, биомеханические объекты, а с другой – основные элементы педагогического воздействия при обучении и совершенствовании физического упражнения; от параметров их выполнения зависит успех последнего.

Для эффективного тренировочного воздействия на элементы осанки и управляющие движения в суставах в современных условиях используются тренажеры и тренировочные устройства. При этом максимальный положительный эффект имеют упражнения, построенные с учетом принципа динамического соответствия [3], который предполагает эквивалентность специального упражнения соревновательно-

му по амплитуде суставных движений, зависимости силового обеспечения от времени и по некоторым другим параметрам.

Следует отметить, что использование технических устройств для специальной силовой тренировки в настоящее время в значительной степени ограничивается в связи с конструктивной ограниченностью числа одновременно нагружаемых степеней свободы опорно-двигательного аппарата, задействованных при выполнении физического упражнения [4]. В такой ситуации практически невозможно использовать существующие технические устройства силовой тренировки для создания нагрузки пространственного характера, соответствующего выполнению сложного физического упражнения.

Выход из такой ситуации видится в построении эффективной методики использования недавно появившейся технологии фрикционных тренажеров со многими степенями свободы [5]. Такое исследование актуально для целого ряда видов спорта и, в частности, для различных видов фехтования.

■ **Цель работы** – проведение одного из первых этапов исследования, связанного с последующей адаптацией технологии использования фрикционных тренажеров со многими степенями свободы – определения и аналитического описания позы фехтовальщика в момент успешного завершения атаки.

### ■ Основная часть

В фехтовании на саблях можно выделить ряд основных позиций в момент завершения атаки. Подразделение их производится в зависимости от зон поражения соперника. Основными из них и часто

применяемыми являются удары по маске, в правую, левую и среднюю части туловища [6].

**Удар по маске** (рисунок 1). Данное действие выполняется из основной стойки фехтовальщика. Удар наносится в продольно-вертикальной плоскости движением лезвия сверху вниз и вперед, а также с переносом клинка через оружие противника внутрь или наружу, если соперник препятствует прямолинейному удару вперед. При завершении атаки атакующий находится в положении выпада, с полностью выпрямленной вооруженной рукой, а клинок касается маски противника.

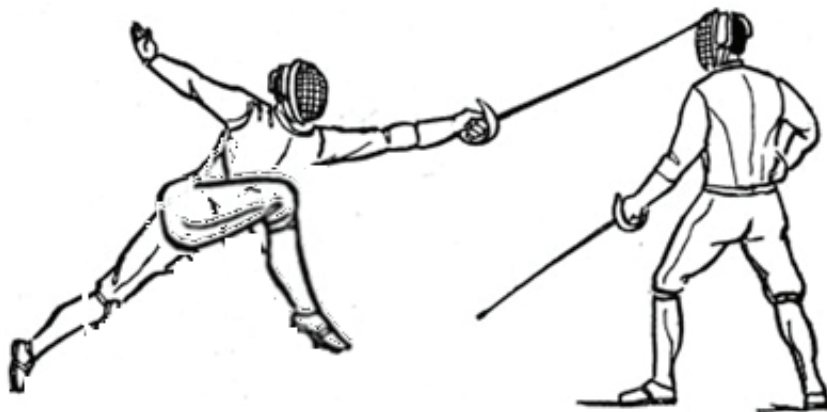


Рисунок 1. – Удар по маске

**Удар по правой части туловища** (рисунок 2). Выполняется из основной стойки. Наносится удар в горизонтальной плоскости полукруговым переводящим движением оружия наружу-вперед под руку соперника. В конечной позе спортсмен принимает положение выпада, при этом лезвие клинка обращено к поражаемой части тела соперника.

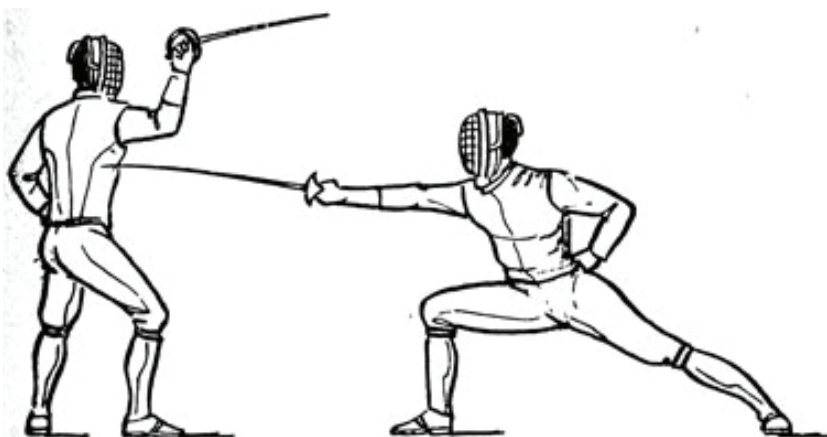


Рисунок 2. – Удар по правой части туловища

**Удар по левой части туловища** (рисунок 3). Выполняется из основной стойки и наносится в туловище по внутренней части поражаемой поверхности противника. Выполняются движением вооруженной рукой вперед с четким прикосновением лезвия к левой части туловища. Конечным положением является выпад, туловище немного наклонено вперед, вооруженная рука полностью выпрямлена в локтевом суставе, кончик клинка касается левой стороны туловища соперника.

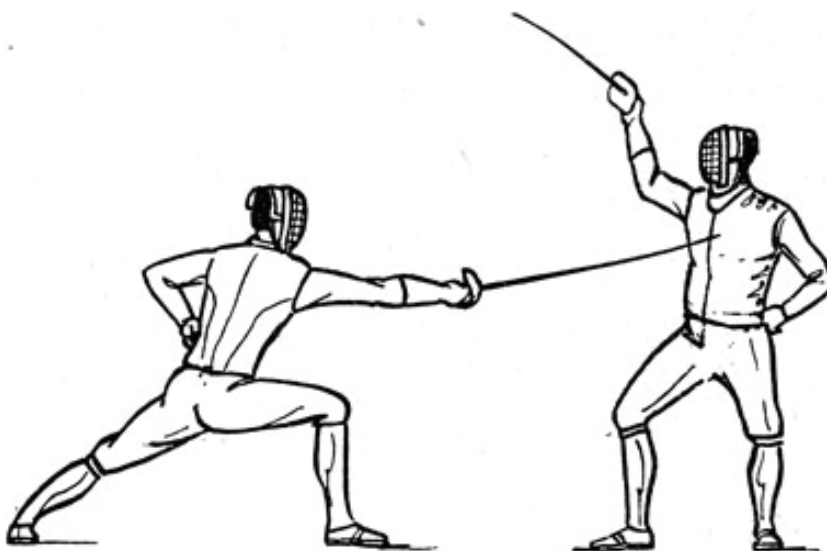


Рисунок 3. – Удар по левой части туловища

В процессе исследования были получены аналитические выражения, отражающие в цифровой форме позу, имеющую место при выполнении успешной атаки в каждом из указанных выше характерных случаев.

Для этой цели использовалась двухплоскостная скоростная видеосъемка (камеры Casio EX-F1) с частотой съемки 300 кадров в секунду, которая позволяла за-

фиксировать момент завершения атаки и получить значения суставных углов исполнителя.

Определение суставных углов осуществлялось в соответствии с методикой [5], предполагающей определение каждого суставного угла в виде одновременной суперпозиции трех анатомически возможных суставных движений (циркумдукция, сгибательно-разгибательные и ротации). В случае анатомического отсутствия одного или двух движений

в конкретном суставе, отсутствующие углы принимались как имеющие нулевое значение.

При аналитической записи позы все суставные углы отсчитывались независимо друг от друга и от ориентации тела спортсмена как целого в пространстве, а в позе «основная стойка» условно принимались равными нулю. Измерение углов велось относительно указанного (нулевого) положения.

Для аналитической записи пространственных поз, соответствующих завершению атакующего действия, в работе использовалась модифицированная матричная форма [7], которая представляет собой таблицу, каждая строка которой соответствует биокинематической цепи (рисунки 3–6). Первая строка матрицы сверху относится к правой ноге, вторая – к левой ноге, третья – к правой руке, четвертая – к левой руке и пятая – к позвоночнику. В столбцах матрицы располагаются величины суставных углов, причем каждая ячейка содержит по три угла, соответствующие основным суставным движениям (последовательно: циркумдукция, сгибательно-разгибательное и ротация). Так, в первом столбце расположены тазобедренные, плечевые суставы и поясничная область позвоночника. Во втором – коленные, локтевые и область начала грудного отдела позвоночника и т. д.

Позы завершения атаки и соответствующие им матрицы представлены на рисунках 4–6, причем суставные углы рассматривались только на вооруженной руке (для другой руки значения углов приняты как нулевые).



$$\Phi_{ijk} =$$

45,45,0	180,45,0	0,0,0	0,0,0
90,45,0	0,0,0	-90,45,0	0,0,0
15,100,-45	0,0,0	180,45,0	0,0,0
0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0
-90,20,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0

**Рисунок 4. – Матрица позы в момент атакующего действия «Удар соперника по маске»**



$$\Phi_{ijk} =$$

45,45,0	180,45,0	0,0,0	0,0,0
90,45,0	0,0,0	-90,45,0	0,0,0
-45,90,-45	0,0,0	180,45,0	0,0,0
0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0
-90,20,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0

**Рисунок 5. – Матрица позы в момент атакующего действия «Удар по левой части туловища соперника»**



$$\Phi_{ijk} =$$

45,45,0	180,45,0	0,0,0	0,0,0
90,45,0	0,0,0	-90,45,0	0,0,0
45,90,45	0,0,0	180,45,0	0,0,0
0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0
-90,20,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0

**Рисунок 6. – Матрица позы в момент атакующего действия «Удар по правой части туловища соперника»**

Анализ полученных результатов показал, что в момент завершения атаки при фехтовании на саблях во всех случаях величины основных суставных углов имеют как сходство, так и различия. Так, во всех трех рассмотренных положениях значения

углов в суставах каждой из ног практически аналогичны. Например, во всех случаях правое бедро в тазобедренном суставе отклонено в среднем под углом  $45^\circ$  (первая цифра) по отношению к сагиттальной плоскости (перпендикулярной плоскости таза) на  $45^\circ$  (вторая цифра) без ротации (третья цифра). Аналогичное, с учетом соответствующих значений суставных углов, можно сказать и в отношении других суставов ног.

Несколько другая ситуация имеет место для суставов рук. Здесь инвариантными являются углы в лучезапястном и локтевом суставах руки, удерживающей оружие. Если перевести приведенные характеристики в анатомические параметры, то во всех случаях значение суставного угла в лучезапястном суставе в момент завершения атаки (180, 45, 0) соответствует приведению кисти на  $45^\circ$  при отсутствии ротации, а локтевой сустав выпрямлен (0, 0, 0).

Значения углов в плечевом суставе вооруженной руки (15, 100, –45) для удара соперника по маске, (–45, 90, –45) и для удара в левую часть туловища (45, 90, 45) для удара в правую часть туловища практически совпадают по величине сгибательно-разгибательно-го движения в плечевом суставе  $100^\circ$ ,  $90^\circ$  и  $90^\circ$ , но отличаются по плоскости этого движения, составляющей соответственно  $15^\circ$ ,  $-45^\circ$  и  $45^\circ$ . При этом угол ротации в плечевом суставе в первых двух случаях совпадает  $-45^\circ$  и  $-45^\circ$  (супинация), а в третьем (45) отличается знаком (пронация).

#### ■ Заключение

Исследование позы фехтовальщика-саблиста в момент завершения успешной атаки с помощью модифицированной методики измерения и аналитической записи пространственной позы человека позволило зафиксировать в цифровом виде основные суставные углы тела спортсмена в момент завершения успешной атаки.

Полученные значения суставных углов позволили оценить сходства и различия в состоянии основных биокинематических цепей тела спортсмена, выпол-

няющего данное техническое действие, определить суставы, вариации углов в которых существенно изменяют направление атаки.

Информация о конфигурации позы спортсмена в момент завершения атаки представляет собой один из основных базовых элементов, установления эффективности использования существующих, а также оценки перспективы конструирования новых технических средств специальной физической подготовки фехтовальщиков.

Дальнейшее развитие темы, связанной с аналитическим определением пространственной позы спортсмена, предполагает установить, используя проиллюстрированную в данной работе методику, характер изменения позы в процессе перехода от начального положения перед атакой до ее успешного завершения и использовать полученные данные в ходе построения методики применения специальных тренажерных устройств.

#### ■ ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров, В. Т. Движения спортсмена / В. Т. Назаров. – Минск : Польша, 1984. – 176 с.
2. Сотский, Н. Б. Биомеханика : учеб. для студентов специальности «спортивно-педагогическая деятельность» / Н. Б. Сотский. – Минск : БГУФК, 2005. 192 с.
3. Верхошанский, Ю. В. Основы специальной физической подготовки спортсменов / Ю. В. Верхошанский. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 330 с.
4. Сотский, Н. Б. О числовых показателях биомеханической эффективности технических средств развития физических качеств спортсмена / Н. Б. Сотский // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка. Сер. Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт / гол. ред. М. О. Носко. – Чернігів, 2017. – Вип. 147. – Т. 1. – С. 195–199.
5. Сотский, Н. Б. Теоретико-методические основы разработки фрикционных тренажеров со многими степенями : моногр. / Н. Б. Сотский. – Минск : БГУФК, 2018. – 227 с.
6. Тышлер, Д. А. Спортивное фехтование: учебник для вузов физической культуры / Д. А. Тышлер. – М. : ФОН, 1997. – 389 с.
7. Сотский, Н. Б. О модификации способа записи позы человека для биомеханического анализа физического упражнения / Н. Б. Сотский // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка. Сер. Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт / гол. ред. М. О. Носко. – Чернігів, 2020. – Вип. 158. – Т. 2. – С. 156–160.

27.06.2022