

периода обучения, применением методов сопряженного упражнения.

1. Матвеев, Л. П. Теория и методика физической культуры (введение в теорию физической культуры; общая теория и методика физического воспитания) : учеб. для высш. учеб. завед. физкульт. профиля. – 4-е изд. / Л. П. Матвеев – М. : Спорт, 2021. – 520 с.

2. Физическая культура студента : учебник / М. Я. Виленский [и др.] ; под ред. В. И. Ильинича. – М. : Гардарики, 2002. – 448 с.

3. Фурманов, А. Г. Теория и методика физического воспитания : учеб. пособие / А. Г. Фурманов [и др.]; под общ. ред. А. Г. Фурманова, М. М. Круталевича. – Минск : РИВШ, 2021. – 492 с.

ПРИМЕНЕНИЕ БИОМЕХАНИЧЕСКОГО КОМПЬЮТЕРНОГО СИНТЕЗА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ТЕХНИКИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ФЕХТОВАЛЬЩИКА

Корсак М.А.

Научный руководитель – Сотский Н.Б., д-р пед. наук, профессор,
Белорусский государственный университет физической культуры,
Минск, Республика Беларусь

***Аннотация.** В данной статье показана возможность сочетания биомеханического компьютерного анализа и синтеза для исследования техники спортсменов, специализирующихся в различных видах фехтования для выявления основных объектов педагогического воздействия в ходе специальной физической подготовки – главных управляющих движений.*

***Ключевые слова:** биомеханика; компьютерный синтез; фехтование.*

Динамичное развитие спорта высоких достижений влечет за собой необходимость биомеханического обоснования процесса подготовки спортсменов. Такой подход настоятельно требует использования самых современных методов исследования физических упражнений, которые органично присутствуют в биомеханико-педагогическом подходе к технике выполнения двигательных действий человека предложенном профессором В.Т. Назаровым. В процессе его реализации должна быть установлена «Программа положения тела», в соответствии с которой осуществляется исследование кинематических параметров целенаправленных движений спортсмена в физических упражнениях. Она состоит из программ 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[1].

Для определения и аналитической записи позы используется модель тела человека, состоящая из пяти биокинематических цепей (ноги, руки и позвоночник). Изменение углов в суставах и, соответственно, динамика позы определяется и записывается с помощью матричной формы, представляющей

собой таблицу (рисунок 1), строки которой соответствуют биокинематическим цепям, столбцы – суставным углам [2]. При этом, 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.

На рисунке 1 представлена матричная запись позы фехтовальщика в момент подготовки атаки и соответствующее ей изображение ситуации полученное из видеограммы.



$$\varphi_{ijk} = \begin{pmatrix} 45, 45, 0 & 180, 30, 0 & 0, 0, 0 & 0, 0, 0 \\ 90, 3, 0 & 180, 20, 0 & 0, 0, -20 & 0, 0, 0 \\ 0, 19, 45 & 0, 80, 0 & 0, 30, 0 & 0, 0, 0 \\ 0, 9, 0 & 0, 15, 0 & 0, 7, 0 & 0, 0, 0 \\ 0, 0, 0 & 0, 0, 0 & 0, 0, 0 & 0, 0, 0 \end{pmatrix}$$

Рисунок 1 – Поза спортсмена и матричная форма ее записи

Для использования полученных данных в педагогических процессах, связанных с обучением и совершенствованием техники спортивного движения, а также в ходе развития специфических двигательных качеств необходимо установление роли каждого суставного движения в достижении цели физического упражнения.

Для решения этой задачи в последнее время используют технологию биомеханического компьютерного синтеза. Она представляет собой численное решение на основе современных компьютерных технологий системы уравнений движения многозвенной системы, представляющей собой модель тела человека, выполняющего физическое упражнение [2].

Для реализации подхода на кафедре биомеханики учреждения образования «Белорусский государственный университет физической культуры» была создана специальная компьютерная программа, представляющая собой макрос в рамках системы «Excel».

Программа использует информацию о анатомических, масс-инерционных характеристиках тела исполнителя, а также кинематических характе-

ристикой суставных движений. Последние вводятся в специальное окно программы (рисунок 2) и представляют собой начальное и конечное положение в основных суставах тела спортсмена, время выполнения исследуемой фазы упражнения и начальные условия (положение и скорость опорного звена).

Исследовательский этап представляет собой последовательное внесение вариаций в кинематические характеристики суставных движений и определение влияния указанных изменений на параметры, определяющие достижение цели двигательного действия. При исследовании перемещения тела спортсмена, как целого, в качестве основной характеристики рассматривается скорость общего центра тяжести.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3					Пуск			
4		Шаг	0,005					
5		Угол стопы	60					
6		Угловая скорость стопы	-500					
7				Углы мин	Углы макс			
8	gl(1) = 0.28	голеност опорн	-95	8				
9	gl(2) = 0.42	колени опорн	32	12				
10	gl(3) = 0.51	тазоб мах	-147	-30				
11	gl(4) = 0.51	колени мах	-52	-74				
12	gl(5) = 0.42	голеност мах	112	84				
13	gl(6) = 0.28	тазоб опорн	4	31				
14	gl(7) = 0.83	прав плеч	-176	-42				
15	gl(8) = 0.26	прав локт	42	2				
16	gl(9) = 0.48	левый плеч	167	126				
17	gl(10) = 0.26	левый локт	21	102				
18	gl(11) = 0.48							
19								

Рисунок 2 – Окно ввода данных программы биомеханического компьютерного синтеза.

В настоящем исследовании определялось сравнительное влияние основных суставных движений на скорость перемещения общего центра тяжести тела фехтовальщика, выполняющего выпад с уколом вперед. Анализ осуществлялся на основе последовательного введения 10% вариации в амплитуду суставных движений с определением ее влияния на скорость указанной точки.

Результаты исследования сравнительного влияния каждого суставного движения на скорость указанной точки представлены в виде диаграммы (рисунок 3).

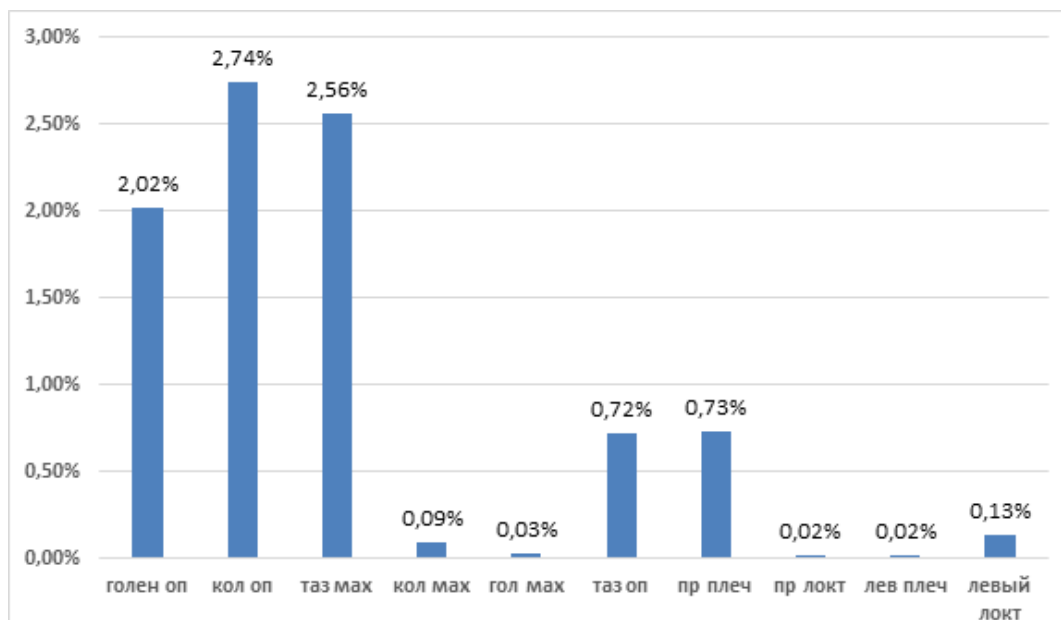


Рисунок 3 – Влияние суставного движения на исходное значение скорости

Исходя из полученных данных было выявлено, что наиболее существенные влияние на скорость общего центра тяжести оказывают движения в коленном, голеностопном суставе опорной ноги и тазобедренном суставе маховой ноги. Изменения в других суставах показали менее заметное влияние на величину скорости.

Таким образом, в качестве главных управляющих движений, обеспечивающих перемещение общего центра тяжести тела фехтовальщика при выполнении такого технического элемента, как выпад с уколом вперед могут рассматриваться в коленном, голеностопном суставе опорной ноги, тазобедренном суставе маховой и опорной ноги, правом плечевом суставе.

Полученная информация может быть использована в обучении, а также при построении специальных силовых упражнений, направленных на скоростно-силовую тренировку мышц, обеспечивающих выполнение установленных в ходе использования биомеханического компьютерного синтеза главных управляющих движений в суставах.

1. Назаров, В. Т. Движения спортсмена / В. Т. Назаров. – Минск : Польша, 1984. – С. 35–44.
2. Сотский Н. Б. Биомеханика : учеб. / Н. Б. Сотский. – Минск : РИВШ, 2023. – С. 39–40.