

# Анализ кинематики техники фуэте на 720° классического балета

Ли Бо, У Дунфан, Се Цюньсян

Уханьский институт физического воспитания

## Аннотации:

Практикой атлетики доказано, что чем сложнее элемент, тем сложнее техника выполнения упражнений. Фуэте на 720° – это одно из наиболее сложных видов фуэте. Его выполнение основано на высокой технике во время вращения исполнителя. Для выполнения этого элемента требуется не только хорошее физическое состояние танцора, но и правильное владение техникой танцора. На основании соответственных кинематических теорий в данной работе проведены качественный анализ и количественный анализ фуэте на 720°, выполненного лучшими китайскими танцорами. Для оценки фуэте был использован метод стереоскопического изображения и теоретический анализ.

**Ли Бо, У Дунфан, Се Цюньсян. Анализ кинематики техники фуэте на 720° классического балета.** Практикой атлетики доказано, что чем сложнее элемент, тем сложнее техника выполнения упражнений. Фуэте на 720° – это одно из наиболее сложных видов фуэте. Его выполнение основано на высокой технике во время вращения исполнителя. Для выполнения этого элемента требуется не только хорошее физическое состояние танцора, но и правильное владение техникой танцора. На основании соответственных кинематических теорий в данной работе проведены качественный анализ и количественный анализ фуэте на 720°, выполненного лучшими китайскими танцорами. Для оценки фуэте использован метод стереоскопического изображения и теоретический анализ.

**Li Bo, Wu Dongfang, Xie Chunxiang. Kinematics analysis technique fouettes 720° classic ballet.** Athletics practice proved that the more complex the item, the more difficult technique of the exercises. Fouettes at 720° one of the most difficult types of the fouettes. Its implementation is based on high technology during rotation of the performer. To perform this element not only requires good physical condition of the dancer, but also requires possession correct technique dancer. On the basis corresponding kinematic theory in this study, qualitative analysis and quantitative assessment of fouettes at 720 by the best Chinese dancers. For analysis, was taken the method of stereoscopic images and the theoretical analysis.

## Ключевые слова:

классический балет; фуэте на 720°; кинематика.

классический балет, фуэте на 720°, кинематика.

classical ballet; fouettes at 720 ; kinematics.

## Введение.

После политической реформы в Китае активно развивается классический балет. Этот вид танцевального искусства содержит богатую культурную сущность и во многом влияет на виды спорта, которые интегрируют в себе спорт и искусство [1]. На это указывают новые правила китайского классического балета. Отменены ограничения на сложность выполнения элементов балета, введены правила оценивания сложности по степени трудности выполнения определенного элемента [3]. Это выдвигает новые требования к уровню технического оснащения танцоров и разработке новых методов их специальной подготовки [2]. При этом, наиболее сложный элемент композиции выражает реальный уровень подготовленности танцора и влияет на оценку всего комплекса [4]. Одним из таких элементов является фуэте классического балета. Его совершенствование с учетом знаний биомеханики, позволит определить закономерность движения и разработать оптимальный метод его развития [5].

Работа выполнена по плану НИР Уханьского института физического воспитания.

### Цель, задачи работы, материал и методы.

**Цель** – на основании анализа техники фуэте на 720° классического балета обосновать подходы к его совершенствованию.

**Организация исследований.** В исследовании приняли участие студенты факультета танца Уханьской консерватории по специальности балет, и факультета искусств Университета физического воспитания и спорта по специальности сценического исполнения г. Ухань. Все участники являлись победителями крупных всекитайских и международных конкурсов. Всего 8 спортсменов (4 мужчины и 4 женщины), возраст 18-24 года.

**Методы исследования:** Анализ стереоскопического изображения. Съёмка проведена синхронно двумя камерами Panasonic NV — MD9000b с определённой точки и фиксированной фокусировкой. Время экспозиции

1/500 с, частота 50 кадров/с. Угол между главными оптическими осями 67 градусов, объектив аппарата находился от земли 1,1 м, расстояния между двумя аппаратами – 8,8 м. А – аппарат: дистанция съёмки – 8,1 м; В – аппарат дистанция съёмки – 7,8 м.

### Результаты исследований.

**Особенности смещения центра тяжести в процессе выполнения фуэте.** Результаты анализа представлены в таблице 1. В процессе выполнения фуэте на 720° амплитуда по направлению X (вперед и назад) и по направлению Y (налево и направо) небольшая. С 0-0,98 с. в момент снижения центра тяжести до самого низкого места амплитуда по X изменяется на 0,001 м., по Y на 0,079 м. По направлению Z (вертикаль) на 0,154 м. После 0,84-й с. в момент поднятия центра тяжести амплитуда увеличивается в связи с хлестким движением (правой) ноги по X на 0,008 м., по Y на 0,074 м., по Z на 0,203 м.

В процессе первого круга вращения, амплитуда смещения центра тяжести увеличивается: по X направлению – на 0,051 м при вращении на 180°, на 0,005 м при вращении на 360°; по Y направлению – на 0,086 м при вращении на 180°, на 0,085 м при вращении на 360°; по Z направлению – 0,103 м при вращении на 180°, 0,048 м при вращении на 360°.

В процессе выполнения второго круга вращения амплитуда смещения центр тяжести: по X направлению – на 0,026 м при вращении на 540°, 0,102 м при вращении на 720°; по Y направлению – на 0,006 м при вращении на 540°, 0,044 м при вращении на 720°; по Z направлению – 0,132 м при вращении на 540°, 0,141 м при вращении на 720°.

Выше указанные данные показывают, что корпус практически не сдвинулся по X и Y направлению. Центр тяжести снизился до максимума и поднялся выше в связи с хлестким движением ноги и сдвинулся 0,200 м по Z направлению. Эти характеристики означают, что танцор-исполнитель обладает стабильностью направления корпуса. Потом, вместе с вращением

Таблица 1

Таблица характеристики изменения смещения центра тяжести по направлению X, Y, Z в разных этапах

Показатели	X(м)	Y(м)	Z(м)
Стартовый этап	0,000	0,000	0,000
Центр тяжести снижен до макс	0,001	0,079	0,154
С самой низкой точки до момента размаха ноги в воздухе	0,008	0,074	0,203
Вращение на 180°	0,051	0,086	0,103
Вращение на 360°	0,05	0,085	0,048
Вращение на 540°	0,026	0,006	0,132
Вращение на 720°	0,102	0,044	0,141

корпуса, ноги и руки меняют свои позиции по вертикальной оси, следствием чего центр тяжести сдвигается по X и Y направлениям. При завершении вращения на 720° центр тяжести сдвигается на 0,102 м по X направлению, и на 0,044 м по Y, т. е., в конце элемента корпус наклоняется незначительно назад и вправо. Эти характеристики обозначают: 1. В конце выполнения элемента центр тяжести корпуса находится впереди справа. Это является следствием положения руки (впереди корпуса) и ноги (хлесткая нога находится впереди справа). Чтобы держать центр тяжести с противодействием на одной линии и направлять корпус в баланс, танцор старается наклонять корпус на левую заднюю сторону [6]. 2. В процессе движения танцору необходимо усилить пеленг корпуса, откорректировать ощущение времени и пространства.

**Изменения скорости сдвига центра тяжести корпуса в процессе выполнения фуэте.** Изменения скорости сдвига центра тяжести корпуса в процессе выполнения фуэте схематически представлены в таблице 2.

В таблице приведены данные о том, что, линейная скорость центра тяжести по X, Y и Z имеет различия на стадиях выполнения фуэте на 720°.

В момент снижения центра тяжести, его начальная скорость (по X, Y, Z) следующая:  $V_x = 0,084$  м/с,  $V_y = 0,280$  м/с;  $V_z = 0,178$  м/с. Это значит, что при снижении корпуса, центр тяжести сдвигается не только по вертикали, но и по X и Y. По скорости сдвига можно увидеть, что смещение по X относительно маленькое, по Y относительно большое и также превышено на Z направлению. По этим характеристикам делаем вывод, что когда корпус танцора начал снижаться, его туловище двигается со смещением налево. Когда нога резко поднимается, из-за отводящего движения скорость по X имеет максимальное значение. В этот момент, танцор умело управляет корпусом. По Y направлению сильное смещение не проявилось, вследствие этого скорость движения была минимальной – 0,028 м/с.

При вращении на 180° скорость по Z равна 0,000 м/с, это значит, что центр тяжести не сдвинулся по вертикали. При отводящем движении поднятой ноги скорость по Y является максимальной – 0,294 м/с. Когда корпус вращается на 360°, опорная нога вытянута

Таблица 2

Таблица характеристики скорости сдвига центра тяжести по направлению X, Y, Z в разных этапах

Показатели	$V_x$ (м/с)	$V_y$ (м/с)	$V_z$ (м/с)
Скорость стартового этапа	0,000	0,000	0,000
Начальная скорость на снижение	0,084	0,280	0,178
Скорость на самой низкой точке	0,001	0,002	0,006
Скорость хлесткой ноги от пола	0,515	0,028	0,305
Скорость при вращении на 180°	0,069	0,294	0,000
Скорость при вращении на 360	0,072	0,136	0,396
Скорость при вращении на 540°	0,068	0,009	0,734
Скорость при вращении на 720°	0,322	0,086	0,685
Самая большая скорость в процессе вращения	0,515	0,710	1,367

в полной мере, при этом скорость по Z ( $Z=0,396$  м/с) значительно больше, чем по X и Y. Нога, которая выполняет стремительное хлесткое движение, выбрасывается в правую сторону и образуется угол 90° между бедром и голенью, поэтому скорость по Y меньше, чем скорость по вертикали. Кроме этого, скорость по X является самой маленькой – 0,072 м/с. Это обозначает отсутствие большого наклона вперед или назад. Когда корпус вращается на 720°, скорость опорной ноги по Z достигает 0,685 м/с. По сравнению со скоростью первого оборота скорость второго оборота увеличивается. Это результат того, что сила выбрасывания ноги увеличилась по мере ускорения вращения корпуса. Кроме этого, скорость по X направлению больше, чем скорость первого оборота. Эти данные показывают, что несмотря на одинаковые позиции корпуса, из-за разного исполнения и техники, скорость вращения имеет значительные различия.

Таким образом, в процессе исполнения фуэте на 720°, скорость сдвига центра тяжести изменит соответственно позиции танцора при вращении [7]. Максимальная скорость, 0,515 м/с, по X проявляется на 1,840 с, в этот момент нога, выполняющая стремительное хлесткое движение начинает подниматься. Максимальная скорость, 0,710 м/с, по Y проявляется с 3,500-ой секунды. В этот момент верхние конечности полностью раскрывают угол между бедром и голенью и выполняют стремительное хлесткое движение. Этот угол составляет 90°. Максимальная скорость по вертикали проявляется на 3,240-ой с. В этот момент, опорная нога вытянута в полной мере на втором обороте, ее скорость (по Z) равна 1,367 м/с.

**Анализ временных характеристик движения фуэте.** С точки зрения биодинамики, чтобы оценить технику исполнения со стороны кинематики, одним из крайне важных параметров является время, момент, ритм исполнения каждого этапа [8,9].

Время и момент исполнения стадий фуэте

Показатели	Время исполнений, с	Момент движения, с	Занятый процент времени
Стартовый этап	0,000	0,000	0,000
Центр тяжести снижен до макс	0,980	0,980	27,220
Вращение с 0° до 180°	1,060	2,040	29,440
Вращение с 180° до 360°	0,640	2,680	17,780
Вращение с 360° до 540°	0,360	3,040	10,000
Вращение с 540° до 720°	0,560	3,600	15,560

Время исполнения этапов фуэте на 720° представлено в таблице 3. Данные, в таблице указали на значительную разницу во времени исполнения этапов. На этой основе характеристики фуэте разделили на 5 этапов – от старта до момента снижения центра тяжести при вращении корпуса: с 0° до 180°, с 180° до 360°, с 360° до 540° и с 540° до 720°.

Из таблицы видно, что от старта до момента снижения центра тяжести проходит 0,980 с. Это занимает 27,220 % от общего времени, соответственно момент движения наступает на 0,980-ой секунде. Вращение корпуса с 0° до 180° требует 1,060 с. Это занимает 29,440 % от общего времени, соответственно момент движения наступает на 2,040-ой секунде. Вращение с 180° до 360° требуется 0,640 с. Это занимает 17,780 % от общего времени, соответственно момент движения наступает на 2,680-ой секунде. Вращение с 360° до 540° требует 0,360 с. Это занимает 10,000% от общего времени, соответственно момент движения наступает на 3,040-ой секунде; Вращение с 540° до 720° требуется 0,560 с. Это занимает 15,560% от общего времени, соответственно момент движения наступает на 3,600-ой секунде. Следовательно, наиболее длительный период исполнения происходит на этапе вращения корпуса от 0° до 180° (1,060 с), самый короткий – на этапе вращения с 360° до 540° (0,360 с). Причины возникновения разницы времени исполнения стадий фуэте на 720° следующие: 1. На первой стадии танцю требуется 27,220% общего времени, для плавного снижения центра тяжести до самого низкого уровня; 2. В процессе вращения с 180° до 360° корпус вращается с ускорением (после переднего движения), при этом время вращения на 180° снижается; 3. Вращение корпуса с 360° до 540° минимальное количество времени. Это связано с тем, что, во-первых, с первого оборота корпус уже имел большую скорость, которая придает дальнейшее ускорение корпусу; во-вторых, руки открываются из первой позиции во вторую и рабочая нога совершается круговой поворот в воздухе и складывается. При приближении к вертикальной оси, скорость вращения ускоряется и требуемое время сокращается; 4. Вращение корпуса с 540° до 720° является окончательным этапом исполнения. Для того чтобы держать корпус в балансе, руки и ноги постепенно открываются. В этот чтобы замедлить скорость вращения. На это требуется более длительный период времени.

### Выводы.

- При исполнении фуэте на 720° важным элементом техники является умение контролировать необходимую амплитуду движения. Допускается минимальное смещение корпуса вперед-назад, вправо-влево.
- Скорость сдвига центра тяжести меняется с вращающей позицией корпуса по направлению X, Y и Z. Скорость сдвига вперед-назад, вправо-влево очень маленькая и не имеет заметных различий. Скорость сдвига по вертикали является максимальной. На это влияет маховое движение рук и ноги, т.е. изменение положения распределенных масс по вертикальной оси корпуса.
- Время вращения корпуса и махового движения конечности отличаются. Вращение корпуса проводится раньше времени махового движения ноги. А движения рук и ноги проводятся одновременно.

### Литература:

1. Лян Цицзэн. Технические требования для повышения комплексного качества студентов по специальности танцевального педагога вузов [J] / Лян Цицзэн // «Педагогические вузы Гуанси». – 2008. – №4. – С. 80-83.
2. Ян Цяоин. Увеличение интеллектуального фактора студентов на уроке спортивного танца [J] / Ян Цяоин // «Наука физкультуры Гуйцзоу». 2008. № 3 –С.73-75.
3. Мэй Ханьчао. Тренировка балансовой стабильности во время выполнения установленных элементов спортсменами ушу [J] / Мэй Ханьчао // Научный журнал Уханьского Института физкультуры. – 1996. Специальный выпуск. –С. 60-62.
4. Фу Цзе. Несколько размышлений об повышении художественной увлекательности программы обучения танец [J] / Фу Цзе // «Научный журнал Уханьского Института менеджмента в области металлургического примышления», №3 от 2008 г. – С. 59-60.
5. Жоу Вэн. Анализ механики основных элементов балета [J] / Жоу Вэн // Научный журнал Пекинской Академии танца. –2005. № 3 –С.74-79.
6. Ли Шимин. Разработка серийных тренажеров и техники вращения художественной гимнастики [J] // Китайская спортивная наука. – 2005. – №5. – С. 48-50.
7. Ли Юйган. Анализ стереоскопических изображений Ушу Сюаньфэнтуй 720° лучших мастеров ушу Китая [J] / Ли Юйган // Научный журнал Уханьского Института физкультуры. – 2006. – № 2. – С. 39-42.
8. Гоу Минмин. Кинематический анализ техники прыжка Мэйхань Сюаньфэнтуй 720° [J] / Гоу Минмин // Научный журнал Шэньянского института физкультуры. – 2007. – № 12. – С. 116-119.
9. Ли Юйган. Биодинамика движения Хубэй / Ли Юйган // Хубэй: Педагогический университет. – 2006. –Хуацун. – С. 159-162.

Поступила в редакцию 24.05.2011 г.

Ли Бо  
У Дунфан  
Се Цюньсян  
adnk2007@ukr.net