**Физика в балете**

**Столбова Анна Александровна** – студентка 2 курса специальности «Народное художественное творчество», вид «Хореографическое творчество» КОГПОАУ Вятский колледж культуры.

**Чернядьева Елена Николаевна** - научный руководитель, преподаватель КОГПОАУ Вятский колледж культуры.

Танцоры - атлеты Бога

Альберт Эйнштейн

Балет – это искусство пластики, одухотворенной, наполненной чувствами, выраженными движениями, жизнью, воплощенной в хореографической лексике; это одно из самых известных театральных действ, основой которого является танец. Далеко не каждый задумывается о том, сколько усилий прикладывает танцор, чтобы овладеть своим телом, познать тонкости балетного мастерства, добиться легкости исполнения.

Невесомые, парящие, стремящиеся движения танцоров будто спорят с законами самой физики. Как бы нам не хотелось верить в волшебное таинство хореографического искусства, но стоит заметить, что именно эта естественная наука создает весь танец, воплощает идеи постановщиков и помогает нам понять язык телодвижений.

Если бы классический танец можно было бы выразить формулой, она бы выглядела именно так:

*Физика + подготовленное тело исполнителя+ эмоции и актерская игра = БАЛЕТ*

Возникает гипотеза: знание законов физики и применение их в работе танцовщиков поможет им в исполнении элементов и уменьшит вероятность травмированости артистов.

Для того чтобы подтвердить свою гипотезу необходимо разобрать следующие пункты:

**1. Равновесие.** Равновесие является важной частью станка и экзерсиса. Довольно часто для начинающих танцоров удержать баланс бывает затруднительно, даже имея опору. Например: rond de jamb en l'air (ронд де жамб ан леер), battement fondu Рис. 1(батман фондю), Arabesgue (арабеск).

Уверенно стоять на ногах, а зачастую даже на одной, поможет соблюдение простого правила: вертикальная проекция центра тяжести должна находиться внутри площади опоры. Наглядный пример этого закона - Пизанская башня, она не падает, потому что закономерность соблюдается (допустимо небольшое нарушение, поскольку она вкопана в землю). Если же центр тяжести исполнителя смещается, то человеку приходится переступить и принять новую позу. Так же действует зависимость: чем выше центр тяжести, тем большее затруднение вызывает сохранение устойчивого положения. Так, например, в игрушках типа неваляшки он располагается очень низко, поэтому они устойчивые.

**2. Вращения.** Техника вращений так же не мало важна в классическом танце, как ни странно, они напрямую зависят от равновесия, но в данных случаях действуют несколько иные законы. Примерывращений*: pirouette (пируэт), fouetté (фуэте) и др.*

Нам удастся разобраться в том, как балерина выполняет вращательные движения с огромной скоростью, если мы проанализируем положение ее корпуса. Исполнительница вытягивается, подобно струне, и отставляет ногу или руку перпендикулярно выполняемому движению. Создается впечатление будто, она отталкивается каждый раз от невидимой стены. На самом же деле главным помощником танцовщицы является закон сохранения углового момента - чтобы повысить скорость вращения нужно снизить массу или приблизить ее к оси вращения. Это и делает, прижимая руки или ногу к телу*.*

*- Пируэт (pirouette)*

Начиная пируэт, танцовщица ставит опорную стопу на носок, отталкивается рабочей ногой от пола, сообщая себе вращательный импульс. За долю секунды она принимает необходимую позу, которой соответствует момент инерции, поэтому первоначальна быстрота вращения исполнительницы достаточно низкая. Балерина прижимает руки и опускает ногу. Момент инерции сокращается в 7 раз, на столько же увеличивается угловая скорость — благодаря чему балерина делает несколько быстрых оборотов на носке, а для того чтобы прекратить крутиться, она опять поднимает ногу и руки, скорость уменьшается, и танцовщица останавливается.

*- Фуэте (fouetté)*

При выполнении fouetté действуют два принципа - проявления закона сохранения момента импульса. Известно, что момент импульса - это направленный перпендикулярно (в нашем случае вертикально вверх) и пропорционально скорости углового вращения вектор.

Существует прием, который используется при совершении фуэте: танцовщица поднимает руки в 3 позицию, благодаря этому она начинает вращаться быстрее. Это так же осуществляется из-за того же закона.

Итак, мы можем сделать вывод: все шокирующие вращения – это правильное применение закона сохранения момента импульса и вращательного импульса.

**3. Прыжки.** Прыжки - это наиболее трудоемкая часть урока классического танца. Подготовка к прыжкам занимает огромное количество времени, для того чтобы укрепить мышцы и наработать силу ног.

Ускорение танцоров во время прыжка сравнимо с результатами лучших спортсменов (прыгунов в высоту). Тело танцора во время прыжка развивает скорость до 4.5 м/с примерно за 0.25 с. Разделим 4.5 м на 0.25 с, и получим ускорение равное 18 м/с (2g). Например: лифт, начиная движение, имеет перегрузку от 1.3 до 1.6 g.

Найдем мощность прыжка балетного танцора. Предположим, что масса балеруна 65 кг, значит работа равна 650 джоулям (0.16 килокалориям). Следовательно, мощность прыжка продолжительностью 0.2 секунды равна 650 Дж/0.2 с. получим 3250 Вт (3.3 кВт), что приблизительно = 5 лошадиным силам. Чтобы взметнуться вверх исполнителю необходимо приложить как можно больше усилий для того, чтобы изменить горизонтальную составляющую набранной скорости в вертикальную. Горизонтальная скорость танцора составляет примерно 8 м/с, а вертикальная – 4.6 м/с.

*- Grand jetе*

Как танцоры достигают «иллюзии полета»?

Исполняя grand jetе, танцовщица будто бы летит над сценой, но на самом деле е центр тяжести описывает параболу, как и любой объект во время падения руководствуется исключительно гравитационной силой. Но тело человека изменяет конфигурацию во время полета. Прыгая, балерина расширяет ноги и руки. Такой манёвр делает приземление (падение) практически незаметным и создает ощущение невесомости исполнительницы.

*- Pas de Chat*

Другой прыжок, создающий подобную иллюзию - Pas de Chat (шаг кошки). Танцовщица делает pliе, а во время нарастания шага резко поднимает по очереди колени, получается, что на момент самого высокого положения ноги находятся в воздухе в одно время. Танцовщица будто бы замирает в воздухе на долю секунды. Приземляясь, она опускает ноги также по очереди, что делает падение мягким и плавным.

Способность балерины держать положение в воздухе называют баллон.

Приземление немаловажная часть прыжка, так как законы физики устанавливают, что импульс должен быть рассеян. Тяжелое приземление разрушило бы всю иллюзию легкости, а, может быть, и травмировало танцовщицу. Секрет решения проблемы – это пол, разработанный для поглощения удара. Также балерина сгибает колени (plié) и растягивает ногу от пальцев до пятки. Это нужно не только для артистического замысла, но и для безопасности исполнительницы. Эту технику должны преподавать компетентные преподаватели.

Чтобы справляться со своей партией, балерина будто бы бросает вызов земному притяжению, работая на максимум. Основы физики и науки человеческого восприятия обеспечивают понимание того, как это достигнуто.

**4. Поддержки.** Поддержка- один из красивейших элементов балетных номеров**.** (Приложение, рис. 3-5)

В цирке, например, один артист может удержать целую группу, немного балансируя, для того, чтобы центр тяжести всей «конструкции» проходил внутри площади опоры. Танцовщику балета вряд ли приходится удерживать более одной партнерши. Поэтому он легко соблюдает устойчивость при исполнении различных поддержек, следя лишь, чтобы общий центр тяжести исполнителей всегда находился точно над его ступнями.

**5. Танец на пуантах.** Танец на пуантах - один из чарующих видов искусства, кажется будто исполнительница левитирует, плавно пересекая пространство сцены. (Приложение, рис. 8) Элементы, выполненные балериной легкие и неосязаемые. Работа на "цыпочках" – это титанический труд, который не видна зрителю. Мышцы обычного человека мягкие, а у балерины они больше похожи на железные стержни, крепкие и выносливые. Ведь при другом раскладе танцовщица не смогла бы удерживать свой вес на пяточке пальцевых туфель (Приложение, рис.6) площадью 2 см2.

Как принято говорить "танцора ноги кормят", но это на самом деле не шутка. Если танцор травмирует ноги, что очень часто случается в сфере хореографии, но он долгое время не может восстановиться и выходит из формы.

Ноги балерины обречены на травмы и пытки. (Приложение, рис. 7) Это другая сторона медали, которую не видит зритель. Наиболее частые профессиональные травмы балерин: растяжения, вывихи, переломы и травмы связочного аппарата суставов. Все это введет к воспалению органов малого таза.

Предположим, масса балерины =50 кг, рассчитаем давление, с которым она давит на площадь 2 см2 .

Дано: СИ Решение:

S=2см2 2\*10-4м2 Р=F/S

m=50 кг F=m\*g

F-? Р=m\*g /S

P=10 м/с2\*50 кг/2\*10-4м2 =2500000 Па =2,5М Па –давление производимое одной ногой.

Для сравнения, это давление в 100 раз превышающее давления, производимого гусеничным трактором на почву.

Такая огромная сила скрывается под видом хрупкой, почти прозрачной балерины.

**Сопоставление законов физики и элементов классического танца**

|  |  |
| --- | --- |
| **Элемент классического танца.** | **Закон физики.** |
| Arabesgue (арабеск)- позиция, когда танцовщик балансирует на одной ноге | Устойчивое равновесие, центр тяжести |
| Пируэт (pirouette) | Закон сохранения момента импульса тела |
| Фуэте (fouetté) | Закон сохранения момента импульса тела |
| Grand jetе | Гравитационная сила, центр тяжести |
| Поддержка, верхняя поддержка балерины на одной руке | Устойчивое равновесие, центр тяжести |
| «Танец на пуантах» | Давление твердого тела, устойчивое равновесие |

Все, что происходит на сцене театра - это гигантский, коллективный, многочасовой труд. Сидя в зрительном зале невозможно представить, что каждый танцор отдает всю свою жизнь балетному искусству, изнуряющим тренировкам. Стоит помнить, что танец - это не только физические упражнения, но и актерская работа.

На основе всего вышесказанного можно сделать вывод, что артист - это не только физически подготовленный человек, но и в какой-то степени физик. Ведь каждый номер должен быть идеально отработан, а без знаний физики это достаточно затруднительно. Соответственно, подготовка осуществляется с помощью этой точной науки.

В результате проведенного исследования было доказано, что умение использовать законы физики напрямую связано с карьерой и танцевальными возможностями балерины.

**Список литературы:**

1. Мякишев, Г.Я. «Физика. Учебник 10 классы» [Текст] / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев. - М.: Просвещение, 2010 г. – 356 с.
2. Красовская, В.К. «История русского балета» [Текст] / В.К. Красовская. – М.: Просвещение, 2012 г. – 215 с.

3. Рымкевич, А.П. «Физика. Задачник 10-11 классы» [Текст] / М.: Просвещение, 2012 г. – 192 с.