

Научно – исследовательская работа  
по физике

## **Физика в танцевальных движениях**

*Выполнила:*

***Леонова Елизавета Александровна***

*Учащаяся 10 – 2 класса*

*МОУ «Тверской лицей», Россия, г. Тверь*

*Руководитель:*

***Крючина Наталья Марковна***

*Учитель физики МОУ «Тверской лицей», Россия, г. Тверь*

## **Оглавление**

Введение .....	3
Актуальность проекта .....	3
Цель работы .....	3
Задачи проекта .....	3
<b>ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....</b>	<b>4</b>
1.1.1 История появления танца .....	4
1.1.2 Виды танцевальных искусств .....	4
1.2 Равновесие и баланс .....	5
1.3 Вращения.....	6
1.4 Прыжки.....	7
1.5 Поддержки.....	8
1.6 Бальные туфли .....	9
<b>ГЛАВА II. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....</b>	<b>10</b>
2.1 Определение мощности прыжка.....	10
2.2 Опрос .....	11
Заключение.....	11
Список литературы.....	12

## **Введение**

Я занималась спортивными бальными танцами с 1 класса. Чтобы танец был красивым и хорошо просматривался нужно тратить много сил на отработку движений, чтобы они соответствовали технике бальных танцев.

Танец (через польск. *taniec* из ср.-в.-н. *tanz*[1]) — вид искусства, в котором художественный образ создается посредством ритмичных пластических движений и смены выразительных положений человеческого тела. Танец неразрывно связан с музыкой, эмоционально-образное содержание которой находит свое воплощение в его движениях, фигурах, композиции.

Я выдвинула гипотезу: знание законов физики поможет танцорам в совершенствовании своих танцевальных движений.

## **Актуальность проекта**

Сейчас танцы являются одним из ведущих видов спорта, особенно среди молодежи. Пользуются популярностью такие телепрограммы, как "Танцы", Танцы на ТНТ", "Танцы со звёздами". Многие родители отдают своих детей именно в танцевальные виды спорта. Танцы это не только спорт, но и вид художественного искусства, развивающий человека, как личность.

## **Цель работы**

Цель моей работы - узнать, как законы физики отражаются на танцевальном искусстве и как знание этих законов поможет спортсмену усовершенствовать свою технику.

## **Задачи проекта**

1. Изучить литературу по данной теме
2. Проанализировать танцевальные движения с точки зрения физики
3. Произвести физические расчеты относительно танцевальных фигур

# ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1.1 История появления танца

Танец считается одним из древнейших видов искусства. Его возникновение причисляют к периодам первобытных племён. Безусловно, в этот период танец, а также его предназначение значительно отличались от нынешних. Формирование данного вида художественного искусства миновало множество стадий, танец менялся, как и общество в целом.

Танец нельзя назвать тем видом художественного искусства, которое оставляет материальные монументы. Именно по этой причине историкам тяжело понять, когда впервые люди начали плясать. Но несмотря на это, можно понять, когда приблизительно зародился этот вид искусства по наскальным рисункам, которые нашли в Индии. На них изображены танцующие люди. Учёные думают, что танец появился ещё до появления речи. Таким образом первобытные люди делились друг с другом своими мыслями, переживаниями, историями. Также танец является игрой, помогают людям перевоплотиться, представить себя в другом образе. Так охотники включали в свой танец движения похожие на движения животных. Ещё одна отличительная черта античного танца - тесная взаимосвязь с ритуалами. Ни один обряд не проводился без сопровождения тотемического танца, который мог длиться целыми сутками. [6]

## 1.1.2 Виды танцевальных искусств

Одним из видов танцевальных искусств является балет. Это театральное представление, где при помощи танцевальных движений выражаются чувства, эмоции, история. Другое танцевальное направление называется бальными танцами. Этот вид художественного искусства включает в себя две программы: стандарт или Европейская программа (медленный вальс, танго, венский вальс, медленный фокстрот, квикстеп); латиноамериканская программа (самба, ча-ча-ча, румба, пасодобль, джайв). Бальный танец исполняется в парах. Он популярен по всему миру. Следующее танцевальное направление носит название Исторические танцы. Сюда входят такие танцы, как мазурка, полонез, кадрили.

Эти танцы пришли из эпохи Ренессанса, Барокко и из 19-го века. Четвертое по счету направление - это народные танцы. Это танцы всех народов мира: полька, лезгинка, цыганочка, хоровод и многие другие. Последний из основных стилей – современный танец. К этому направлению относят следующие танцы: электроданс, транс, модерн, гоу-гоу, тектоник, брейк-данс, джаз, контемп, хип-хоп и другие. Это направление по-другому ещё называют уличными танцами. [7]

## 1.2 Равновесие и баланс

Равновесие или баланс является главной составляющей танца. Именно этому учатся начинающие танцоры. В балльных танцах дополнительным затруднением является то, что танец выполняется на каблуках, которые меняют распределение веса танцора. Для того, чтобы уверенно стоять на ногах, центр тяжести танцора должен находиться ровно над каблуком, внутри площади опоры. Подобное распределение веса можно рассмотреть на примере Пизанской башни, которая не падает на протяжении многих лет, несмотря на небольшое отклонение от вертикали. Когда же центр тяжести спортсмена смещается, танцору необходимо переступить с одной ноги на другую, чтобы не упасть. Так же центр тяжести спортсмена должен находиться максимально низко к паркету, чтобы придать максимальную устойчивость положению человека. Примером этого служит неваляшка, которая никогда не падает из-за низко расположенного

центра тяжести. [1, 2]



Рисунок 1 –  
Пизанская башня

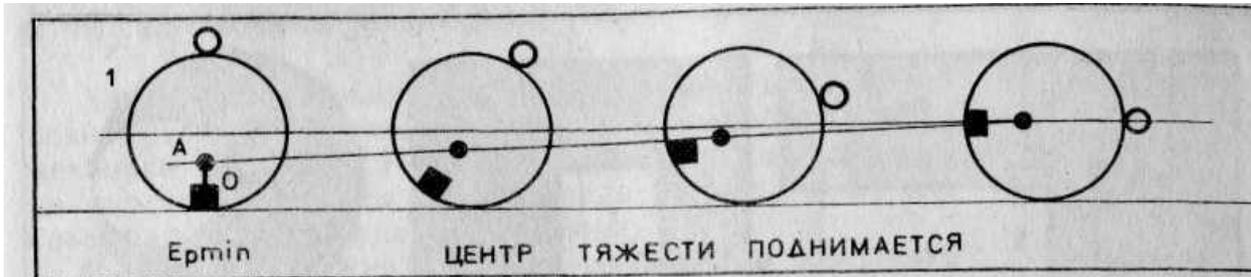
Рисунок 2 –  
Распределение веса



## Рисунок 3 - Неваляшка

### 1.3 Вращения

Техника исполнения вращений напрямую зависит от равновесия и углового



импульса. Разберемся с первым: ось вращения спортсмена проходит через макушку головы, позвоночник, опорную ногу. Чтобы сохранить равновесие, ось вращения должна быть перпендикулярна полу и проходить через точку опоры.

Когда танцор нарушает перпендикулярную полу позицию тела, то он теряет баланс, так как ось его вращения нарушается. Закон сохранения углового импульса является не менее важной составляющей вращения. Сам закон звучит так:  $M\Delta t = J\omega_2 - J\omega_1$ , где  $M\Delta t = \text{const}$ ,  $J$ -момент импульса,  $\omega$ - угловая скорость.

$J = mr^2$ , где  $J$ -момент импульса,  $m$ - масса тела,  $r$ - радиус вращения

$\omega = v/r$ , где  $\omega$ - угловая скорость,  $v$ - скорость вращения,  $r$ - радиус вращения

Вставим две последние в формулы в первую и сократим:

$M\Delta t = mr^2(v_2/r - v_1/r)$ , где  $v_1$ - начальная скорость вращения ( $=0$ ),  $v_2$ -конечная скорость вращения

$$M\Delta t = mr(v_2 - v_1)$$

Исходя из этого, можно сделать вывод, что скорость вращения зависит от массы тела и радиуса вращения. Танцор не может изменить свою массу на момент вращения, поэтому он прижимает руки максимально близко к телу, чтобы уменьшить радиус вращения. [1,3]



Рисунок 4 – Вращение балерины

## 1.4 Прыжки

Прыжки являются одним из самых сложных видов движения классического танца. Они требуют хорошего уровня физической подготовки и силы ног. Прыжки также очень трудоемкий процесс. Танцор развивает скорость 4.5 м/с примерно за 0,25 секунд. В таком случае ускорение равно 18м/с, что равно 2g. Для сравнения ускорения лифта равно 1,3g.

### Grand jete. Как танцоры достигают «иллюзии полета»?



Во время этого прыжка тело танцора описывает параболу. Но из-за того, что танцор меняет свою конфигурацию, позицию рук и ног, это становится не заметным, как и сам момент приземления.

Рисунок 5 – Grand jete

Иной прыжок, образующий такую иллюзию – **Pas de Chat** (шаг кошки). Артистка осуществляет plie, но в момент нарастания шага стремительно поднимает согласно очередности колени, выходит, то что в мгновение наиболее



высокого положения ноги поднимаются в воздух в один момент. Артистка будто бы застывает на мгновение. Приземляясь, танцор по одной опускает ноги, из-за чего мы видим очень плавное и гладкое падение. [1,2,3]

Рисунок 6 – **Pas de Chat**

## 1.5 Поддержки

Умение танцора сохранять свое положение в воздухе называется баллон. приземление так же является важным элементом. Так неправильное его исполнение может сделать прыжок тяжелым и даже травмировать спортсмена. Поэтому, чтобы обезопасить себя, балерина вытягивает ногу до самых кончиков пальцев. Так приземление становится более плавным. Во время этого вида движений спортсмен будто бы бросает вызов физическим законам, силам притяжения, но все действия, как видите, можно объяснить.

Поддержки - самый сложный элемент в танцах, так как он зависит сразу от обоих партнеров. Иногда зритель вообще не может понять, как выполняется та или иная поддержка, но на деле всё не так сложно. Чтобы балерина не упала, её центр тяжести должен находиться над головой партнёра. Так проекция силы тяжести приходится ровно на точку опоры, и равновесие сохраняется. Я думаю, вы видели выступления акробатов в цирке, когда несколько человек могут удержать множество человек на плечах. Это тоже происходит из-за того, что спортсмены правильно распределяют свой вес на точку опоры.

Рассмотрим некоторые из балетных поддержек. Например, трюк карусель в русском народном танце. Это движение выполняется за счет центробежной силы, мальчики начинают движение по кругу, увеличивая свою скорость. За счёт этого партнерши отрываются от земли.



**Рисунок 7 – Трюк карусель**



Другое движение называется юла. Партнер раскручивает партнершу при помощи двух петель, создаётся впечатление, что девушка крутится, как юла. Хотя на самом деле ее позвоночник является осью вращения, и пока он сохраняет положение позвоночника перпендикулярное полу (не отклоняясь вперед или назад), она не упадет. [2,3]

**Рисунок 8 – Трюк юла**

## **1.6 Бальные туфли**

Подошву обуви делают из натуральной кожи, что даёт танцору оптимальное сцепление с полом, не слишком сильное, как у резиновой подошвы, не слишком слабое, как у пластиковой/жесткой кожаной подошвы. Такие туфли дают спортсмены возможность отталкиваться от паркета и исполнять скользящие вращения одновременно. Форма и расположение каблука сделана так, чтобы максимально помочь танцору удержать баланс. Форма каблука может быть разная, но они все очень устойчивы. Женская обувь позволяет надевать накаблучники на паркет, которые увеличивают площадь опоры и сцепление с полом. [5]



Рисунок 10 – туфли для Стандарта

Рисунок

11 – туфли для Латины



Рисунок 12 – мужские туфли



## ГЛАВА II. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Определение мощности прыжка

Допустим, моя масса 55 кг, значит, работа, которую я совершаю во время прыжка высотой 0.3 м, равна  $A = mgh$ , т.е. 165 Дж, и мощность ( $N = A/t$ ) прыжка продолжительностью 0,25с будет равна 660 Вт!

Техника простого прыжка:

Сперва спортсмен садится в плие, а потом, как пружина, выталкивает себя. Итак, допустим, что в момент приседания танцор имеет потенциальную энергию пружины (т.к. он сначала «сжимается», а потом резко выпрямляется)

$$E_{п1} = kx^2/2$$

По закону сохранения энергии:

$$E_{п1} = E_{п2}$$

Следовательно, после того как танцор выпрыгнет в воздух, в наивысшей точке прыжка его скорость будет равна нулю, следовательно, он будет обладать потенциальной энергией

$$E_{п2} = mgh$$

$$kx^2 = mgh$$

Значит, чем ниже танцор сядет в плие, т.е. сильнее сожмет свое тело, тем выше он сможет выпрыгнуть.

## 2.2 Опрос

Во время выполнения своей работы я решила провести опрос среди людей, которые занимаются танцами, и среди тех, кто никогда не танцевал. Обе группы ответили на следующие вопросы:

1. По вашему мнению, влияют ли физические законы на исполнение танцевальных движений? (приложения, рис. 1,2)
2. Нужно ли профессиональным танцорам знать законы физики для исполнения хореографических элементов? (приложение, рис. 3,4)
3. Как вы считаете, важно для хореографа знать физические законы для составления схем, композиций? (приложение, рис. 5,6)
4. Важны ли законы физики для всех нас в повседневной жизни? (приложение, рис. 7,8)

Изучив ответы учащихся на вопросы, я составила наглядную диаграмму, где в процентном соотношении представлены результаты опроса, и сделала вывод, что дети, которые когда-то профессионально занимались танцами, придают большее значение знанию законов физики, чем дети, которые не имеют к этому виду спорта никакого отношения.

## Заключение

В ходе своего исследовательского проекта я изучила литературу по своей теме и разобрала танцевальные движения с точки зрения физических законов. Я сделала вывод, что знание физики поможет спортсменам в исполнении их танцевальных движений. Следовательно, я сделала вывод, что моя гипотеза подтвердилась и что танец, действительно, является совокупностью физических явлений. Физика – неотъемлемая часть танцевальных процессов и жизни в целом.

## Список литературы

1. <http://porohova.ucoz.ru/proekt.pdf>
2. <https://rosuchebnik.ru/material/fizika-v-tantsevalnykh-dvizheniyakh-7523/>
3. <https://nsportal.ru/shkola/fizika/library/2019/11/22/issledovatel'skaya-rabota-po-fizike-fizika-v-tantsevalnykh>
4. <https://infourok.ru/nauchno-issledovatel'skoj-raboty-na-temu-fizika-v-balete-4123231.html>
5. <http://aidadance.ru/>
6. <https://www.istmira.com/novosti-istorii/14241-istorija-tanca-ot-drevnosti-do-sovremennosti.html>
7. <https://var-veka.ru/blog/vidy-tancevalnykh-napravleniy.html>

## 8. Приложения

Рисунок 13 – Статистика по первому вопросу (1)

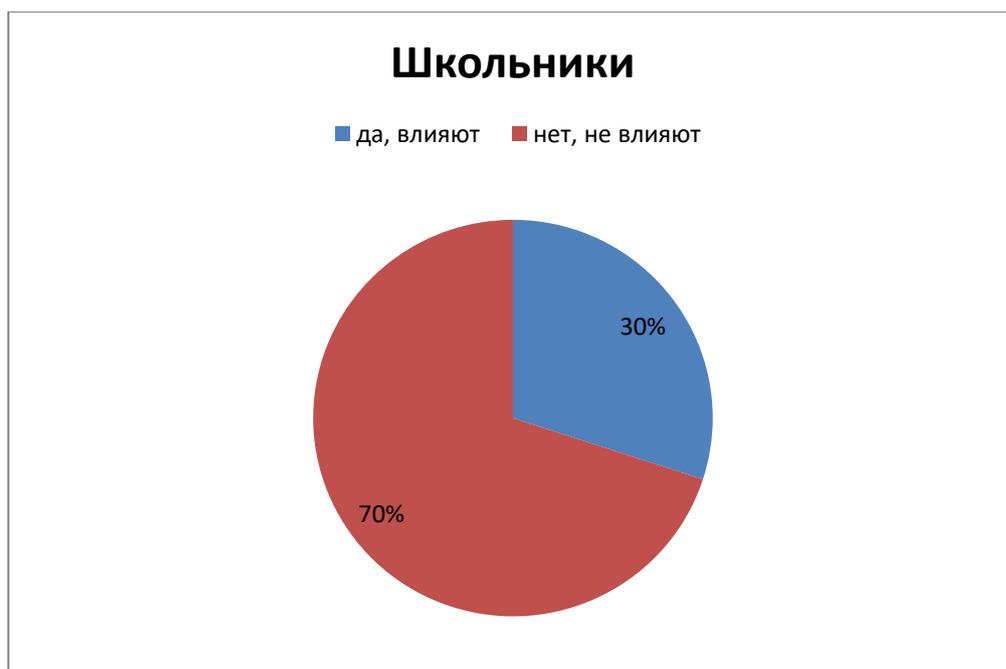


Рисунок 14 – Статистика по первому вопросу (2)

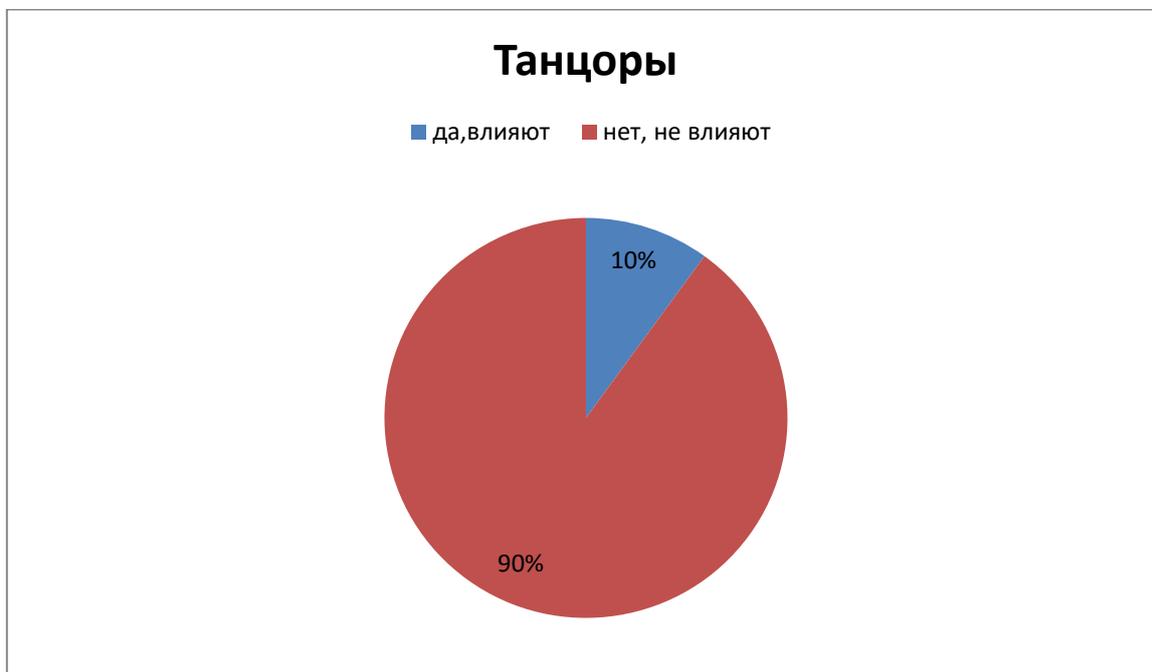


Рисунок 15 – Статистика по второму вопросу (1)

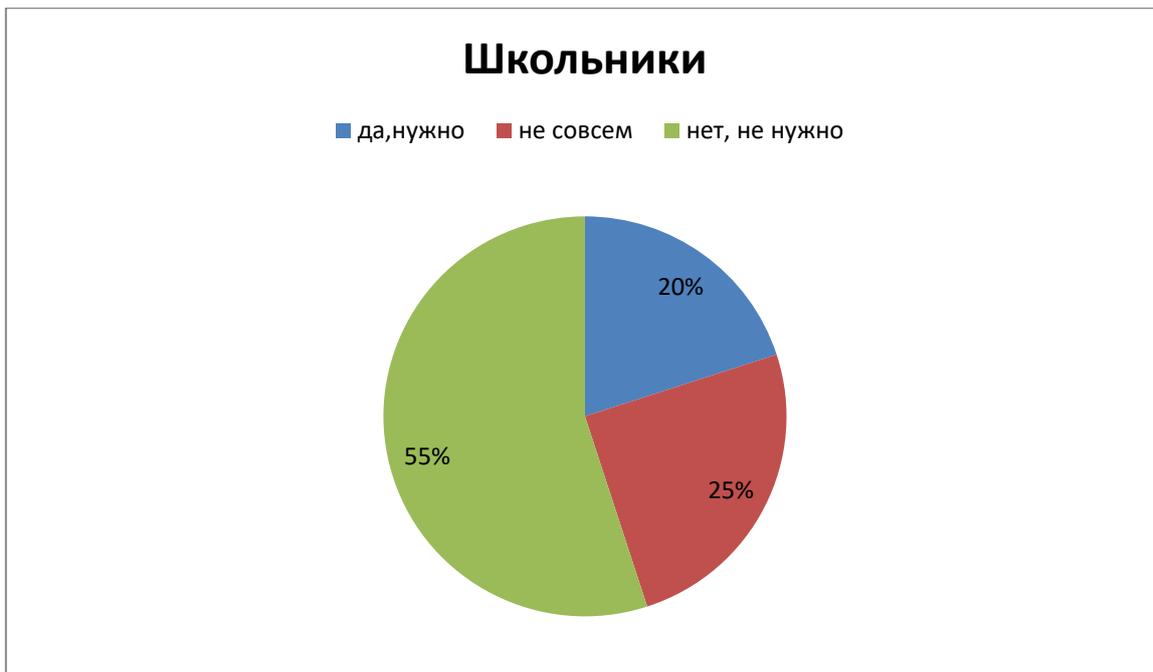


Рисунок 16 – Статистика по второму вопросу (2)

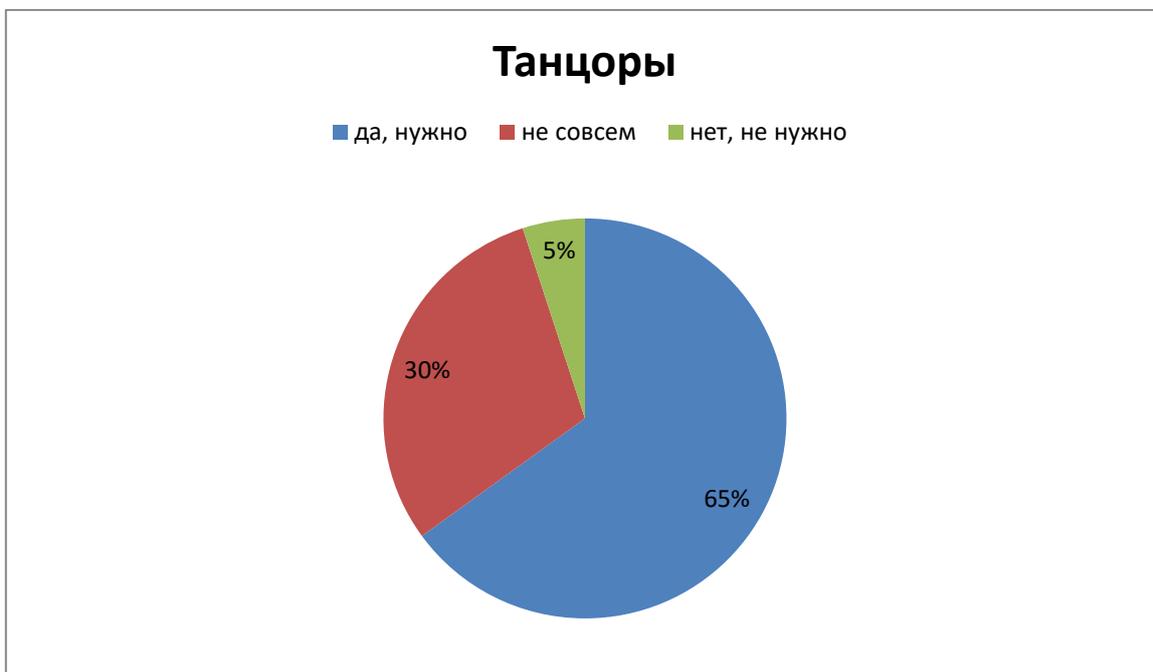


Рисунок 17 – Статистика по третьему вопросу (1)

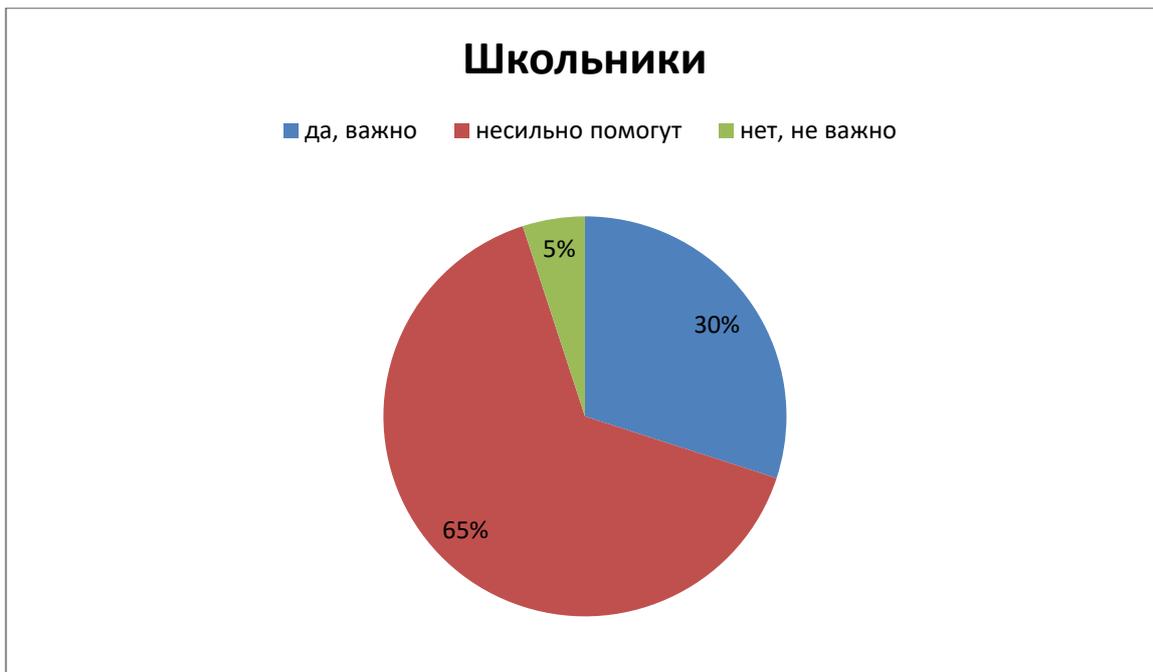


Рисунок 18 – Статистика по третьему вопросу (2)

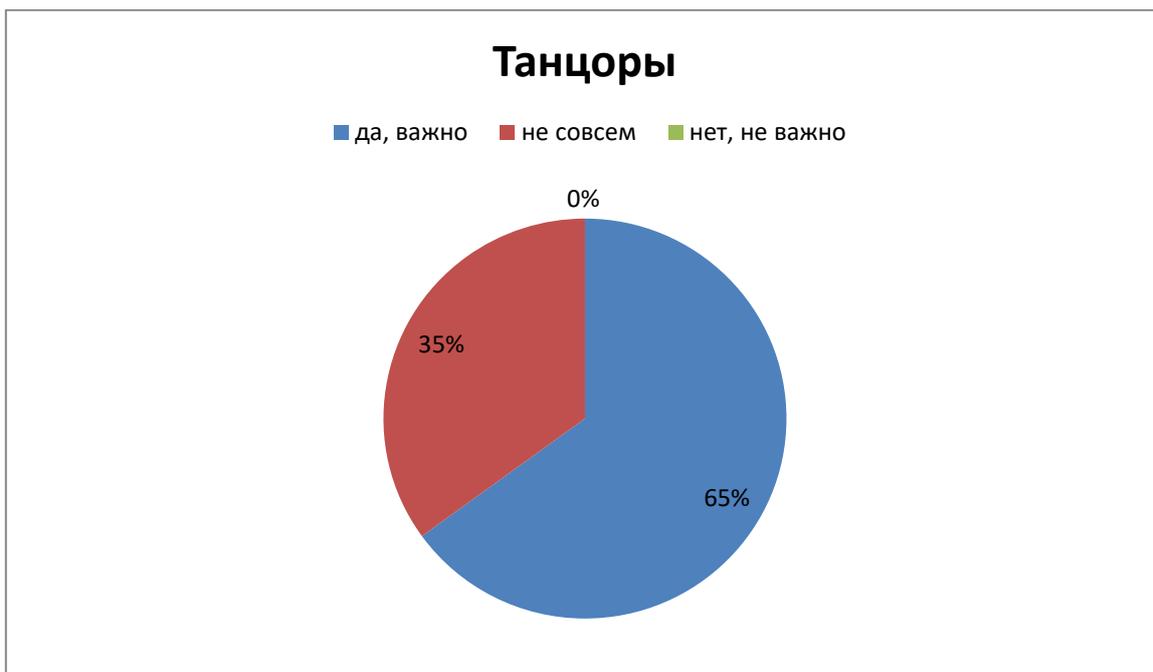


Рисунок 19 – Статистика по четвертому вопросу (1)

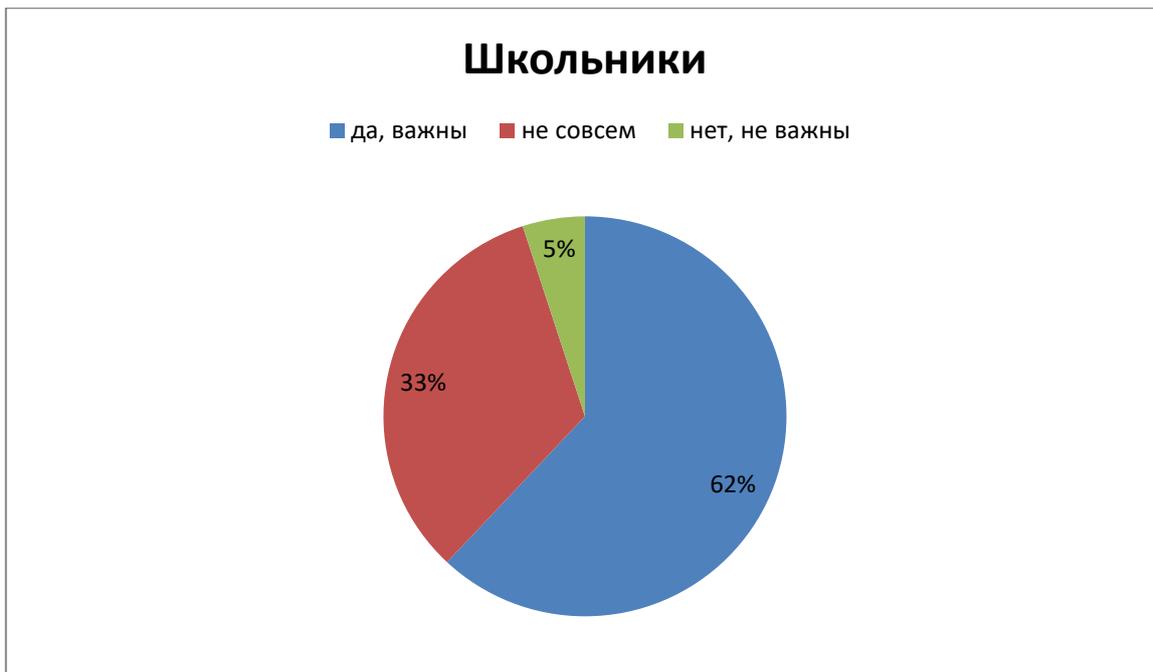


Рисунок 20 – Статистика по четвертому вопросу (2)

