

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В ИГРЕ НА МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТАХ

*Вашкевич И.А.*

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
филиал «Минский радиотехнический колледж»,  
г. Минск. Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Ричко Н.Д. – преподаватель высшей категории дисциплин  
естественно-математического цикла*

**Аннотация.** В данной работе было исследовано стремление человека к научному объяснению природных явлений, окружающих его. А также в работе были рассмотрены научные достижения в области естествознания, а именно достижения в области физики и математики при попытке объяснить музыкальный звук.

**Ключевые слова:** колебание струн гитары, спектрограмма звука ноты До, спектрограмма колебаний мембраны барабана, спектрограмма электронной орбитали атома водорода

Объектом исследования данной работы являются звуки, которые получены с помощью таких музыкальных инструментов как классическая гитара и барабан. Целью работы являются исследование математической и физической модели природы звука.

В основу исследования было положено такое явление природы, как музыка, которая связана с механическим колебанием струны музыкального инструмента и изменением частоты звука. Было подробно изучено такое физико-математическое понятие как электронная орбиталь, которая характеризуется волновыми свойствами, а именно возникающей вокруг ядра стоячей волной и вероятностью обнаружения электрона, которая аналогично обычному колебанию барабана.

На основании вышеизложенного были сформулированы следующие задачи:

- исследовать теорию исследуемого явления;
- дать математическое и физическое описание исследуемого явления;
- экспериментально исследовать колебание струн классической гитары и исследовать спектрограмму звука ноты До и Ре;
- экспериментально исследовать темперированный метод настройки инструмента;
- исследовать спектрограмму колебания мембраны барабана и атома водорода;
- проанализировать полученные результаты;

В работе были использованы ключевые методы исследования такие как: наблюдение распространения звука в различных средах, извлечения звука различными инструментами и анализ полученных опытных данных. В частности, в ходе работы исследовалось движение струн классической гитары, спектрограмма ноты До и Ре, спектрограмма удара барабана и спектрограмма электронной орбитали атома водорода. На практике это было осуществлено следующим образом: извлекается звук ноты До, на спектрограмме наблюдается, что нота До содержит в себе частоты всех семи нот, происходит это из-за того, что струна гитары может колебаться в математических соотношениях:  $1/2$ ,  $1/3$ ,  $1/4$ ,  $1/5$ ,  $1/6$ ,  $1/7$ . Делается вывод о том, что именно колебание струны и соотношение частот определяют то, какая нота будет услышана.

Дальнейший анализ спектрограмм позволил установить следующие закономерности:

- колебания струны целиком задают основной тон, а колебания частями задают гармонические обертона [1]. Для соотношений частот в музыке была придумана терминология. Октава 1:2, квинта 2:3, кварта 3:4, терция 4:5 и так далее;
- отношения частот соседних обертонов называют интервалами, именно на этом этапе появляются семь известных нам нот [1]. Следует отметить, что не во всех музыкальных инструментах нот именно столько, например, в индийской раге октава разбивается на двадцать две ступени, однако все равно с помощью тех же соотношений частот;

- изучение спектрограммы ноты До и Ре, привело к выводу, что отношения частот на практике могут не являются целыми числами. Отношение между нотой До и Ре равно  $1/1,067$ ;

- для того чтобы сделать отношение частот равным 1:1, экспериментально применялся метод настройки инструмента – темперация [2], а именно понижалось значение частоты ноты Ре на незаметное для слуха значение и получалось установленное отношение 1:1;

- инструмент приобретает новое звучание, более яркое и объемное. Даже тогда, когда искусственно была изменена природа звука ноты Ре. При этом может показаться, что инструмент фальшивит, но фальшь настолько мала, что на слух незаметна.

- колебания мембраны барабана бывают разных форм [3]. Это зависит от силы и направления удара барабанщика, в нашем эксперименте мне удалось получить девять разных форм колебаний мембраны барабана;

- в исследовании спектрограммы колебания мембраны барабана и электронной орбитали, наблюдались похожие картины. Делаем вывод о том, что электронная орбиталь характеризуется волновыми свойствами и можно сказать, что вокруг ядра возникает стоячая волна вероятности обнаружения электрона;

Таким образом, установленные закономерности подтверждают гипотезу о том, что такое явление природы, как музыка связана с механическим колебанием струны музыкального инструмента и изменением частоты звука. Электронная орбиталь, характеризующаяся данными волновыми свойствами, и возникающая вокруг ядра стоячая волна вероятности обнаружения электрона очень похожи на обычное колебание мембраны барабана, что не противоречит ни математическому описанию, ни результату эксперимента.

В заключение статьи необходимо сделать акцент на ее практическом применении. С точными вычислениями музыканты сталкиваются не только при настройке аппаратуры. Ведь музыка – это не только чувства и переживания, выраженные в звуке, а сложная система правил и закономерностей, которые подчиняются строгим законам математики и физики. Все разнообразие мелодий, вся музыкальность, красота и гармония обязаны всего лишь одному звуку и соотношению частот, которое заложила в него природа. Музыку можно отследить в любом физическом явлении. Стоит ли музыканту учить физику или математику? Конечно, нет. Ведь прелесть как раз-таки в том, что математика и физика сами все сделают за музыканта и пускай это незаметно с первого взгляда, но математика есть в каждой песне, в каждой симфонии музыка работает именно благодаря ей.

### Список литературы

1. Давыдова, Е.В. *Сольфеджио для ДМШИ 3 класс, М.: Музыка, 1981. – 60 с.*
2. Порвенкова, В.Г. *Акустика и настройка музыкальных инструментов, Москва, "Музыка"1990. – 136 с.*
3. Кузнецов, А.П. *Линейные колебания и волны / А.П. Кузнецов, А.Г. Рожнев, Г.И. Трубецков. - М.: Физматлит, 2001. - 385 с.*

UDC 534.321.2

## RESEARCH OF PHYSICAL AND MATHEMATICAL RELATIONSHIPS IN PLAYING MUSICAL INSTRUMENTS

*Vashkevich I.A.*

*EE BSUIR branch "Minsk Radio Engineering College"  
Richko N.D. – teacher of the highest qualification category*

**Annotation.** In this work, a person's desire for a scientific explanation of the natural phenomena surrounding him was investigated. And also in the work were considered scientific achievements in the field of natural science, namely achievements in the field of physics and mathematics in an attempt to explain the musical sound.

**Keywords.** vibration of guitar strings, spectrogram of the sound of the note C, spectrogram of vibration of the drum membrane, spectrogram of the electron orbital of the atomic nucleus.