

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа №28 города Пензы
имени Василия Осиповича Ключевского

Всероссийский фестиваль творческих открытий и инициатив «Леонардо»

Музыкальная математика

Выполнил:

Стюхин Артём Алексеевич
МБОУ СОШ N28 г. Пензы
им. В.О.Ключевского, 6 класс

Руководитель:

Бутусова Татьяна Валерьевна
Учитель математики
МБОУ СОШ N28 г. Пензы
им. В.О.Ключевского

Пенза 2021

Содержание

Введение	3
Глава 1 История исследования связи музыки с математикой.....	4
Глава 2 Сходства и различия математики и музыки.....	5
2.1 Клавиатура фортепиано и координатная прямая.....	5
2.2 Числовой и звуковой ряд.....	6
2.3 Нотный стан и система координат.....	7
2.4 Длительность нот и математические дроби.....	7
2.5 Параллели и противоположности.....	10
Глава 3 Исследование музыкальных произведений.....	11
3.1 Интервалы в музыке и математике.....	11
3.2 Аккомпанемент для гаммы До мажор.....	13
3.3 Аккомпанемент к песне «В лесу родилась ёлочка».....	15
3.4 Эксперимент.....	16
Заключение	17
Список использованных источников и литературы.....	19
Приложение 1.....	20

Введение

*«Музыка есть таинственная арифметика души;
Она вычисляет, сама того не подозревая»
Г.Лейбниц.*

Математика и музыка — два школьных предмета, два полюса человеческой культуры. Слушая музыку, мы попадаем в волшебный мир звуков и открываем в ней совершенство, простоту и гармонию. Решая математические задачи, мы погружаемся в строгое пространство чисел, не задумываясь о том, что мир звуков и пространство чисел издавна тесно связаны друг с другом.

А что если попробовать определенным образом переложить ноты на числа. Будет ли наблюдаться в этом числовом ряду закономерность? Если такая связь существует, то можно предположить обратное, что ряд чисел имеет свое музыкальное звучание. В этом и есть актуальность моего исследования.

Цель моего исследовательского проекта: поиск взаимосвязи между музыкой и математикой.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить ряд **задач**:

- Выяснить, были ли в истории попытки связать музыку с математикой.
- Провести свое исследование по установлению связи между музыкой и цифрами, разработав алгоритм создания аккомпанемента к музыкальному произведению.
- Провести анкетирование одноклассников, предложив им используя правила действий с обыкновенными дробями составить музыкальный ритм и поделить его на такты.

В своей работе я выдвинул следующую **гипотезу**: к любому музыкальному произведению можно подобрать аккомпанемент с помощью математической модели.

Можно предположить и **обратную гипотезу**: числовой ряд можно переложить на музыку, и эта музыка будет отражать своим звучанием закономерность числового ряда.

Объект исследования - музыка и математика.

Предмет исследования — элементы математики в музыке (связь математики и музыки).

В работе использовались следующие **методы исследования**:

- Изучение, обработка и анализ документов.
- Метод исследования музыкального произведения.
- Метод проблемно-поисковой ситуации.

Практическая значимость данной работы состоит в том, что проведённый нами занятия-эксперимент по составлению музыкального ритма повысит интерес у наших одноклассников к таким, казалось бы, разным учебным предметам, как математика и музыка. Позволит понять им, насколько близки эти науки друг к другу.

Актуальность: на сегодняшний день музыка и математика – родные сёстры, они помогают друг другу, приучают к дисциплине, развивают эрудицию, творческие способности и внимание.

Глава 1.

История исследования связи музыки с математикой

Математика – царица наук, тесным образом перекликается с музыкой. Несомненно, математика пронизывает музыку. Музыка и ее первый звук родились одновременно с творением мира, как утверждали древние мудрецы.

В своих трудах ученые неоднократно делали попытки представить музыку как некую математическую модель. Приведем, к примеру, одну из цитат из работы Леонарда Эйлера “Диссертация о звуке”, написанной в 1727 году: “Моей конечной целью в этом труде было то, что я стремился представить музыку как часть математики и вывести в надлежащем порядке из правильных оснований все, что может сделать приятным объединение и смешивание звуков”.

Свое отношение к математике и музыке ученые высказывали в своих личных переписках. Так, к примеру, Лейбниц в письме Гольдбаху пишет: “Музыка есть скрытое арифметическое упражнение души, не умеющей считать”. На что Гольдбах ему отвечает: “Музыка – это проявление скрытой математики”.

Однако одним из первых, кто попытался выразить красоту музыки с помощью чисел, был Пифагор. Он создал свою школу мудрости, положив в ее основу два предмета – музыку и математику. Музыка, как одно из видов искусств, воспринималась наряду с арифметикой, геометрией и астрономией как научная дисциплина, а не как практическое занятие искусством [3].

Пифагор считал, что гармония чисел сродни гармонии звуков и что оба этих занятия упорядочивают хаотичность мышления и дополняют друг друга. Он был не только философом, но и математиком, и теоретиком музыки. Родился Пифагор около 570 года до нашей эры на острове Самосее. Известно, что пифагорейцы пользовались специальными мелодиями против ярости и гнева. Они проводили занятия математики

под музыку, так как заметили, что она благотворно влияет на интеллект. Он учился музыке в Египте. Учёный сделал ее предметом науки в Италии. Одним из достижений Пифагора и его последователей в математической теории музыки был разработанный ими «Пифагоров строй». Новая технология использовалась для настройки популярного в то время инструмента – лиры. Тем не менее, «Пифагоров строй» был несовершенен, как и древнегреческая арифметика. Расстояние между соседними звуками «Пифагорова строя» неодинаковые. Он - неравномерный. Чтобы сыграть мелодию, от какой-либо другой ноты, лиру каждый раз нужно перенастраивать. Исследованию музыки посвящали свои работы многие величайшие математики, такие как: Рене Декарт (его первый труд - “Compendium Musicae” в переводе “Трактат о музыке”) , Готфрид Лейбниц, Христиан Гольдбах, Жан Д’Аламбер, Даниил Бернулли и другие[1].

В грандиозном исследовании 25000 американских школьников, занимающихся по арт-программам, было особо отмечено, что дети, учившиеся музыке, с большей вероятностью показывали в математических тестах высшие баллы чем дети, музыке не учившиеся[4]. Для детей из так называемых «неблагополучных семей» прогресс в математических тестах был особенно заметен: среди занимающихся музыкой восьмиклассников 21% имели высокие математические баллы по сравнению с 11% не занимающихся - музыкальные дети оказались в математическом отношении на 10% лучше немusикальных. В десятом классе разрыв увеличился: уже 33% неблагополучных детей, занимающихся музыкой, показали высокие математические результаты, а среди не занимающихся музыкой детей из таких же семей хороших математиков было только 16% - через два года занятий разрыв составил 17%. Выдающийся исследователь таланта и одаренности Стэнли Стейнберг из Йельского университета опубликовал аналогичные результаты: ученики восьмого класса, которые занимались игрой на музыкальных инструментах, показали себя гораздо лучшими математиками, чем остальные ученики. Особенно отличились пианисты, которые выиграли по тестовым баллам конкурс по математике.

Глава 2.

Сходства и различия математики и музыки.

2.1. Клавиатура фортепиано и координатная прямая

Расположение октав на этом инструменте можно сравнить с координатной прямой. Координатная прямая не имеет начала и конца, но у нее есть точка $O(0)$, которая делит ее на равные части. Справа от точки O находятся положительные числа по порядку 1,2,3,..., а слева отрицательные -1, -2, -3,... Так вот, на фортепьяно

примерно также: оно условно делится на равные части. Справа от середины октавы идут по порядку 1,2,3, а слева – малая, большая, контроктава, субконтроктава. Но фортепьяно, в отличие от прямой, имеет начало и конец.

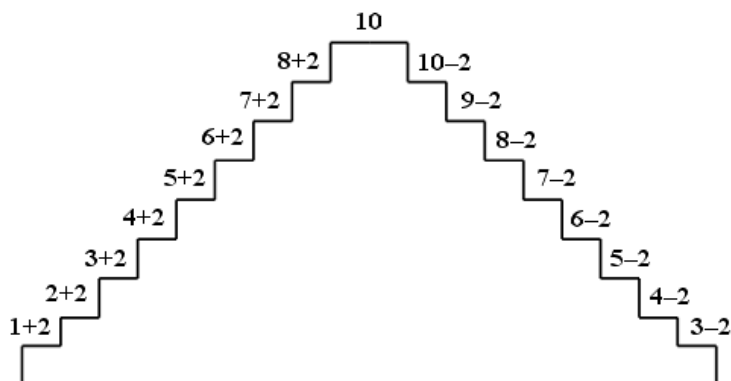


Рис. 1. Сходство фортепьяно и координатной прямой

2.2. Числовой и звуковой ряд

Числовой ряд состоит из определенной последовательности чисел, в которой каждое последующее число больше предыдущего на одну единицу – и это уже само по себе является определенной ритмической закономерностью. По аналогии, музыкальный звуко ряд – это последовательность музыкальных звуков, в которой каждый последующий звук выше предыдущего также на одну единицу (в музыке ей соответствует полутон), если звуко ряд восходящий и ниже предыдущего на полтона, если ряд нисходящий.

Подобно арифметическим действиям с числами мы можем вычислить музыкальный звук путем перемещения по музыкальному ряду.



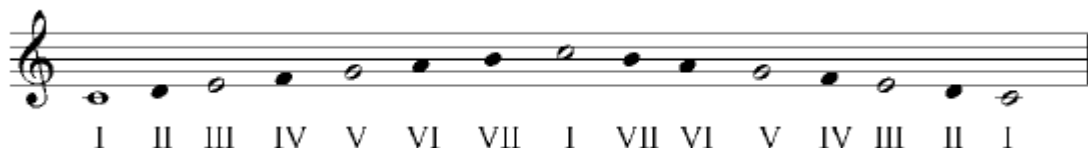


Рис. 2. Сходство числового и звукового рядов

2.3. Нотный стан и система координат

Сходство музыки и математики можно увидеть и в системе координат. Систему координат изобрел Декарт в XVII веке. Но математики в течение 6 веков не замечали, что та же система координат существует в музыке, а точнее в системе записи музыки,

которую разработал Гвидо Аретинский еще в XI веке. Действительно, посмотрев на ноты, мы увидим не что иное, как самый настоящий график музыки: по вертикальной оси определяется высота звука, по горизонтальной – момент его появления, то есть время.

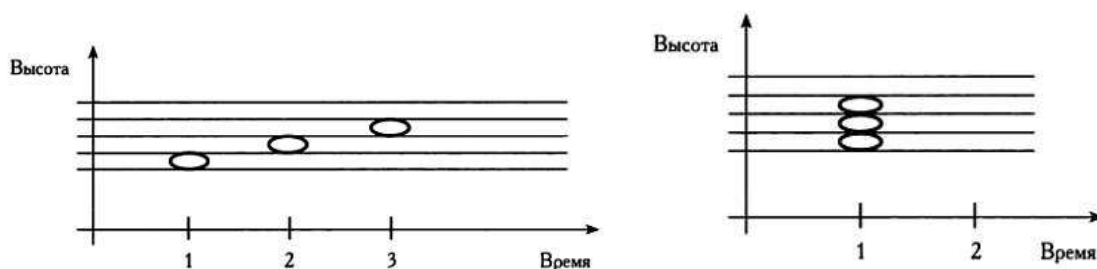


Рис. 3. Зависимость высоты звука от времени

2.4. Длительности нот и математические дроби

Символы в математике и в музыке неотделимы. В математике мы используем цифры, знаки действий и т.д., а в музыке ноты, с помощью которых создается музыка.

Что же касается нотной записи, то здесь без математических знаний не обойтись! На уроках математики мы изучаем обыкновенные дроби и действия над дробями. В музыкальной школе на уроках теории музыки мы тоже изучали дроби, но применительно к музыке. Мелодия образуется только в том случае, если звуки организованы ритмически, т.е. определяются определенными длительностями. Длительности нот соотносятся с дробями в математике.

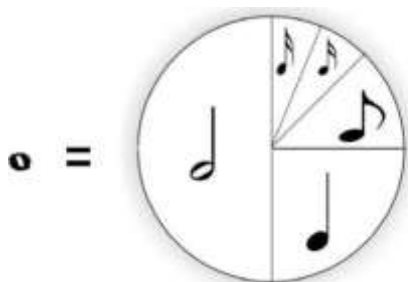


Рис. 4. Дроби в математике и музыке

Чередование звуков вне ритма как мелодия просто не воспринимается. Основные ритмические измерения, применяемые в музыке - это относительные длительности: целая нота (♩), половинная (♪), одна четверная (♫), одна восьмая (♮), одна шестнадцатая (♯). Названия длительности служат одновременно и названиями чисел. Нетрудно понять, почему длительности музыкальных нот заимствовали свои названия у дробей. Мы видим, что длительности получаются так же, как дроби: они возникают при делении целой ноты (♩) на равные доли. Поэтому длительность можно подсчитывать как дробные числа, например:

$$\text{♪} = \text{♫} + \text{♫}$$

Равенство здесь надо понимать в том смысле, что длительность слева равна сумме длительностей справа. С помощью чисел то же равенство можно записать в виде

$$1/4 = 1/8 + 2/16$$

$$\text{♫} + \text{♫} + \text{♫} = \text{♩} = 1/1 = 1/4 + 1/4 + 1/2 \text{ и т.д.}$$

И наоборот:

$$2/4 + 1/8 + 1 = \text{♫} + \text{♫} + \text{♫} + \text{♩} =$$

$$4/8 + 1/8 + 8/8 = 13/8 = \text{♫} + \text{♫} + \text{♫} + \text{♫} + \text{♫} + \text{♫} + \text{♫} + \text{♫} + \text{♫}$$

Если все длительности в музыкальном произведении увеличить вдвое, произведение надо исполнять медленнее и наоборот.

длительности	увеличиваются	уменьшаются
темп	медленнее	быстрее

Композитор может сочетать в различных пропорциях звучание различных музыкальных инструментов (струнных, духовых, ударных).

Чтобы на стадии знакомства с произведением понять, какой звук сколько должен длиться, музыканты поначалу отсчитывают длительность каждого звука. Обратимся к отрывку из музыкального произведения «Соната для фортепиано №14 до-диез минор» (более известна под названием «Лунная») немецкого композитора Людвига Ван Бетховена.



Рис. 5. Понятие ритма на примере «Лунной сонаты» Л.Бетховена

Мы видим, что нотная запись разбита вертикальными линиями на отдельные части. Каждая такая часть называется тактом. Если подсчитать общую длительность всех нот, входящих в каждый такт, то мы получим одно и тоже число. Это число называется размером музыкального произведения и записывается в начале нотного стана.

При записи мелодии, звуки имеют свою длину (длительность). Здесь и происходит сопоставление целого числа и целой длительности, дробного числа и длительности коротких нот, записываемых при помощи дроби.

Не зная математических понятий, не умея различать дроби, не умея сравнивать их, невозможно было бы сыграть музыкальный фрагмент.

2.5. Параллели и противоположности.

В музыке, как и в математике, тоже есть понятие параллельности. Параллельные тональности, а ещё линии нотного стана всегда параллельны, то есть никогда не пересекаются.

В музыке параллели встречаются в нотах. Прежде всего это 5 прямых, образующих нотный стан. Почему ноты располагают на параллельных прямых?

В древности музыканты записывали музыку по-разному: при помощи букв, графическими знаками. Они передавали общее направление интонации, но они не могли выразить длительность звучания, изменение по высоте вверх или вниз. Ведь музыканту надо знать, насколько одна выше или ниже другой. Измерить высоту нам как раз помогают параллельные линейки.

Параллельные линии не только в нотном стане, но даже и во внешней форме некоторых музыкальных инструментов: например, струны арф, органные трубы. Слово «параллельный» происходит от греческого «параллелос» - «идти рядом».

Параллели находим не только в нотной записи, но и в самом звучании музыки. Например, одну и ту же мелодию можно исполнить одновременно двумя голосами, т.е. в унисон (например, мужским и женским голосом). Женский будет звучать в верхнем регистре, а мужской голос - в нижнем, а звучать они будут параллельно. Параллельно могут звучать голос и фортепианное сопровождение со сдвигом на октаву. Кроме того, в математике мы встречаемся очень часто с понятием последовательности. Обычно цель при встрече с ними – отгадать следующее число или символ. Все музыкальные произведения тоже записываются нотами в определенной музыкальной последовательности.

В математике существуют и противоположности: отрицательное число – положительное число, плюс – минус, деление – умножение, чётное число – нечётное число, больше – меньше, простое число – составное число и т.д.

В музыке существует еще одна пара противоположностей: медленно – быстро. Эта пара играет очень важную роль в исполнении музыкальных произведений: ведь, например, существуют песни медленные и быстрые. Если изменить темп исполнения, то песня потеряет характер и смысл. Таким образом, искажая темп, можно исказить и все произведение.

Есть в музыке еще одна противоположность – высокое и низкое. Это в большей степени относится к музыкальным инструментам. Высоким звучанием отличаются, например, флейта – пикколо, скрипка; низким – контрафагот, туба, контрабас.

Противоположностей в музыке очень много: громкий – тихий, быстрый – медленный, длинный – короткий, многоголосие – соло, вокальное исполнение – инструментальное и т.д.

Связь музыки и математики – тема довольно емкая. Нам еще предстоит постичь многие тайны рассмотренных в данной работе сфер человеческого творчества – математики и музыки. Однако материал, который мы изучили, убедил нас в том, что «математика и музыка – сестры», которые не могут существовать отдельно. И если «математика ум в порядок приводит», то музыка воспитывает уважение к числу, формирует нравственные качества человека, помогает нам понять окружающий мир и научиться более тонко его чувствовать. В этом и состоит величайшая сила музыки.

Глава 3.

Исследование музыкальных произведений.

3.1. Интервалы в музыке и математике

В основе теории о математике и музыке лежит интервал. В математике интервал – это множество точек числовой прямой, заключенных между данными числами a и b . Определение интервала в музыке есть не что иное, как вычисление разности между двумя звуками. Для названия интервалов применяют числительные на латинском языке. В зависимости от того, сколько ступеней охватывает интервал (то есть от ступеневой или количественной величины), даются названия: 1 – прима, 2 – секунда, 3 – терция, 4 – кварта, 5 – квинта, 6 – секста, 7 – септима, 8 – октава.

Интересно и то, что когда музыканты воспринимают музыкальные интервалы, то в их воображении автоматически возникает числовой ряд, отрезок которого равен определенному интервальному отрезку, т.е. представляется отрезок чисел от 1 до 4, если слышат кварту, от 1 до 7, если септиму и т.д.

Обращение интервалов – это превращение одних интервалов в другие путём перестановки верхнего и нижнего звука. Как известно, нижний звук интервала называется его основанием, а верхний – вершиной. И если поменять местами вершину и основание или, другими словами, попросту перевернуть интервал вверх тормашками, то в результате получится новый интервал, который и будет являться обращением первого, исходного музыкального интервала. Кстати, путём обратных действий можно вернуться к исходным интервалам. О чём это говорит? Это говорит о том, что между разными интервалами есть какая-то связь и о том, что существуют пары взаимно обращаемых интервалов. Эти интересные наблюдения легли в основу законов

интервальных

обращений.

Законов-правил всего два.

Правило 1. Чистые интервалы при обращении остаются чистыми, малые превращаются в большие, а большие, наоборот, в малые, уменьшённые делаются увеличенными, ну а увеличенные интервалы, в свою очередь, уменьшёнными.

Правило 2. Примы обращаются в октавы, а октавы – в примы; секунды переходят в септимы, а септимы – в секунды; терции становятся секстами, а сексты – терциями, кварты перевоплощаются в квинты, а квинты, соответственно, в кварты[11].

Сумма обозначений взаимообращающихся простых интервалов равна девяти. Например, прима обозначается числом 1, октава – числом 8. $1+8=9$. Секунда – 2, септима – 7, $2+7=9$. Терции – 3, сексты – 6, $3+6=9$. Кварты – 4, квинты – 5, вместе снова получается 9. И если вдруг вы забыли, кто куда обращается, то просто из девятки вычитайте числовое обозначение данного вам интервала.



Рис.6. Обращения в цифрах.

Например, секста имеет 6 ступеней, значит $9-6=3$, исходя из результата этого выражения, обращением сексты будет терция (она содержит 3 ступени). Далее по правилу большие превращаются в малые, уменьшенные в увеличенные и т.д.



Рис. 7. Обращение сексты.

Другой пример – тритон. Считаем также: $9-4,5=4,5$, тритон содержит 4,5 ступеней и действительно результат обращения тритона будет тоже тритон.



Рис. 8. Обращение тритона.

Этот «фокус» работает, так как если мы сложим количество ступеней в интервалах, обращающихся в друг друга, то получим 9, а дальше чистая математика. Чтобы найти 1 слагаемое, нужно из суммы вычесть 2 слагаемое и наоборот.

3.2 Аккомпанемент для гаммы До мажор.

Но где мы встречаемся с этими обращениями в музыкальном произведении? Чаще всего в музыкальном произведении мы встречаемся с аккомпанементом. Его можно создать, не только подбирая на слух аккорды, но и математическим способом. Возьмём в пример гамму До мажор и постараемся разработать алгоритм по подбору аккомпанемента.



Рис. 9. Гамма До мажор

1 действие: определяем тональность мелодии. Мы знаем это из названия гаммы, поэтому тональность До мажор. Далее мы строим аккорды от главных ступеней лада (считают что I, IV, V-главные ступени лада). По-другому эти ступени можно назвать I-тоника, IV-субдоминанта V-доминанта. В тональности До мажор тоникой является **ДО** (обозначается-T), субдоминанта **ФА**(обозначается-S), доминанта **СОЛЬ**(обозначается-D), построив аккорды мы получим:



Рис. 10. Главные трезвучия лада.

Но есть и ещё другие ступени гаммы, от которых также можно построить аккорды и использовать в аккомпанементе. Они придают красоту, раскрашивают мелодии разными красками, но можно обойтись и без них. Мы будем строить алгоритм с классическим аккомпанементом и без этих ступеней.

2 действие: выбираем аккорды. Каждый из трёх аккордов имеет три обращения, поэтому перемножаем $3 \cdot 3 = 9$, получаем 9 аккордов. И какой из них нам играть? Во-первых, выбирается аккорд, содержащий звук, выпадающий на крупную долю (в гамме все доли крупные). Но бывают случаи, когда у нас есть несколько вариантов.

Например:



Рис. 11. Тоника или доминанта

Ещё они должны играть согласно правилам гармонии. Одно из этих правил звучит так: «После доминанты не должна следовать субдоминанта» и т.д. Исходя из этого правила, мы выбираем, что в предыдущем варианте будет правильно сыграть тонику. Основываясь на этих и других правилах, мы будем выбирать, какой аккорд играть. Вот какой аккомпанемент получился у меня для гаммы До мажор:



Рис. 12. Аккомпанемент для гаммы До мажор.

Этот аккомпанемент я создал благодаря математике и законам построения мелодий в музыке. Так можно составить аккомпанемент к любой мелодии.

3.3. Аккомпанемент к песне «В лесу родилась ёлочка».

Создав аккомпанемент к гамме, мы усложнили себе задачу и решили попробовать создать аккомпанемент к мелодии. Для примера мы взяли песню «В лесу родилась ёлочка». Чтобы составлять аккомпанемент к мелодии нужно, чтобы между мелодией и аккомпанементом создавался аккорд, звучащий хорошо. В музыке они называются консонансами[5]. Между нотами мелодии и аккомпанементом должны образовываться чистая квинта, чистая октава, большая терция, децима.

ЁЛОЧКА

Слова Р. КУДАШЕВОЙ Музыка Л. БЕКМАН

Умеренно

В ле - су - ро - ди - лась ё - лоч - ка, в ле -

- су о - на рос - ла, зи - мой и ле - том

строй - на - я зе - лё - но - ю бы - ла. Ме -

Рис. 13. В лесу родилась ёлочка.

Мы использовали следующую модель аккомпанемента: каждую четверть новый аккорд. На ноту «ля» взял ноту «фа». Она является тоникой. Между ля и фа будет децима. Другие интервалы не используются, так как принято аккомпанировать только главными ступенями лада: фа, си бемоль и до. Нота соль будет играть вместе с до. Между ними образуется интервал чистая квинта. На ноту фа можно взять фа или си бемоль, но так как до этого была доминанта, то после неё не может следовать тоника. На ноту фа берём фа. На ноту ля снова возьмём фа. А на ноту си бемоль можно взять си бемоль. Так далее расставим аккомпанемент. Мы обязательно должны закончить на

тонике, так как если мы это не сделаем, будет казаться, что музыка не закончена. В итоге получим:



Рис. 14. Аккомпанемент к песне «В лесу родилась ёлочка»

В оригинальной песне аккомпанемент звучит красивее, так как там используются дополнительные аккорды, придающие краски.

Итак, чтобы построить аккомпанемент нужно:

1. Определить модель аккомпанемента.
2. Выделить ноты, на которые мы должны будем играть.
3. От этих нот построить вниз или вверх консонанс.
4. Выбираем нужную ноту, делаем это так, чтобы ноты не игрались на одном месте, следим за соответствием всех правил гармонии.

3.4. Эксперимент.

Согласно теории Пифагора, числа обладают абсолютной властью над всеми событиями, над всеми живыми существами, а значит, что числа правят музыкой. Он утверждал, что музыка подчиняется высшему закону (математике) и вследствие этого восстанавливает в организме человека гармонию.

Мы предложили своим одноклассникам поучаствовать в эксперименте: не зная музыкальной грамматики, составить ритм, поделить его на такты с помощью правил математики, а именно сложения обыкновенных дробей с одинаковыми и разными знаменателями. Задания были следующими: составить музыкальный ритм размером $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{4}$ и $\frac{3}{8}$ по три такта каждого. Ребята с удовольствием погрузились в эксперимент. Большинство участников эксперимента (87,5%), не владея нотной

грамотностью, смогли составить музыкальный ритм, опираясь на знания математики. Результаты эксперимента представлены в диаграмме.



Заключение.

«Раздумывая об искусстве и науке, об их взаимосвязях и противоречиях, я пришёл к выводу, что математика и музыка находятся на крайних полюсах человеческого духа, что этими двумя антиподами ограничивается и определяется вся творческая и духовная деятельность человека. Что между ними размещается все, что человечество создало в области наук и искусства» – писал Г.Нейгауз.

Изучив работы ученых, мы установили, что в прошлом были неоднократные попытки рассматривать музыку как один из объектов изучения математики. Таким образом, многие учёные в древности считали, что гармония чисел является сродни гармонии звуков и дополняют друг друга.

Примечательно также, что на протяжении многих веков судьбы музыки и математики переплетались, а сегодня музыка «вплетена» и в информатику. Теперь можно не только слушать «неживую» музыку с лазерного диска, но и самому сочинять (на сайте в Internet). Компьютеры могут и придумывать музыку, и оформлять: создавать дополнительные голоса к основной мелодии, заменять один аккомпанемент другим, использовать любые музыкальные инструменты, - словом, выполнять аранжировку. Правда, музыка эта довольно посредственна. Никому так и не удалось найти алгоритм, порождающий простую и красивую мелодию. Это можно объяснить

только тем, что нам неизвестно, что в действительности происходит в голове композитора, создающего шедевр...

Таким образом, о взаимосвязях математики и музыки можно говорить бесконечно долго, открывая все новые и новые определения и понятия.

В своей исследовательской работе мы выдвинули гипотезу о том, что к любому музыкальному произведению можно подобрать аккомпанемент с помощью математической модели.

По изложенному в работе способу подбора аккомпанемента следует, что моя гипотеза верна, так как способов подбора может быть несколько.

В своей работе мы также провели исследование на предмет того, что, не зная музыкальной грамматики, можно составить ритм, используя правила математики. То, что музыка отражает в себе закономерность числового ряда и как следствие имеется связь между музыкой и математикой, находит подтверждение в нашем исследовании. Что касается обратной гипотезы, что числовой ряд можно переложить на музыку, то предложенный нами способ также позволяет любой числовой ряд переложить на музыку.

В заключении хотелось бы процитировать слова известного философа, математика Бертрана Рассела: «Математика владеет не только истиной, но и высшей красотой – красотой отточенной и строгой, возвышенно чистой и стремящейся к подлинному совершенству, которое свойственно лишь величайшим образцам искусства».

Список используемых источников и литературы.

1. Арбонес Х. и Милруд П. «Мир математики» Том 12 «Числа-основа гармонии. Музыка и математика», издательство D°AGOSTINI, 2020
2. Депман И.Я. Мир чисел. Издательский дом Мещерякова, 2018
3. Жмудь Л.Я. Пифагор и его школа М.: Наука, 1990, 192с.
4. Кинарская Д.К. Психология специальных способностей. Музыкальные способности – М.: Таланты-XXI век, 2004. 496 стр.
5. Холопов Ю.Н. Консонанс и диссонанс // Музыкальный энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1990.
6. Энциклопедия для детей. Т. 7. Искусство. Ч. 1. – Э68-е изд., испр./Глав. Ред. М.Д. Аксенова. – М.: 6 Аванта +, 2006 – 688 с.: ил.
7. Энциклопедический словарь юного музыканта Э68/сост. В.В. Медушевский, О.О. Очаковская. – М.: Педагогика, 2007. – 352с., ил.
8. Энциклопедический словарь юного математика. М.; «Педагогика» 1985г.
9. Я познаю мир: Детская энциклопедия: Музыка /авт. А.С. Кленов. Под общей ред. О.Г. Хинн. – М.: ООО Фирма «Издательство АСТ», 2010. – 46

Интернет ресурсы:

10. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> Википедия. Портал Музыка
11. <https://muz-teoretik.ru/obrashhenie-intervalov/>

Анкета.

Составьте музыкальный ритм и поделите его на такты.

- При сложении всех длительностей одного такта должно получаться $\frac{4}{4}$ или $\frac{2}{4}$ и т. п. (что получится написано в начале)
- Каждая нота имеет свою длительность:

1. Восьмая  ($\frac{1}{8}$)

2. Четверть  ($\frac{1}{4}$)

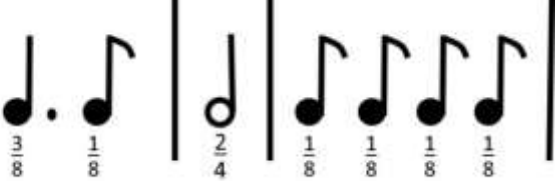
3. Половинка  ($\frac{1}{2}$)

- Знак «•» продлевает длительность на половину от неё.

Пример: $\frac{1}{4}$ с точкой – это $\frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$

Еще есть много других длительностей, но ими мы пользоваться не будем.

Пример задания:

$\frac{2}{4}$		1 такт: $\frac{1}{4} + (\frac{1}{4}:2) + \frac{1}{8} = \frac{4}{8} = \frac{2}{4}$
		2 такт: $\frac{2}{4} = \frac{2}{4}$
		3 такт: $\frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{4}{8} = \frac{2}{4}$

Составьте ритм с размером $\frac{3}{4}$; $\frac{4}{4}$; $\frac{3}{8}$. (по три такта)

$\frac{3}{4}$				1 такт: _____
				2 такт: _____
				3 такт: _____
$\frac{4}{4}$				1 такт: _____
				2 такт: _____
				3 такт: _____
$\frac{3}{8}$				1 такт: _____
				2 такт: _____
				3 такт: _____