

Департамент образования и науки города Москвы
Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москва
«Школа №1535»

The Golden Ratio in popular genres of music

Автор: Баталова София

Класс: 10 «Б»

Руководитель: Пирожникова Н. В.

Учитель английского языка

Москва
2023 г.

Content

Introduction	3
The history of the Golden Ratio	5
The Golden Ratio Survey:	6
I. Architecture – 14%	6
II. Painting – 14%	8
III. Mathematics – 11%	8
IV. Nature – 11%	9
What is music?	10
~ <i>Music - harmonic ordering of sounds.</i> ~	10
I. Classical music	10
II. Rock music	12
III. Pop music	14
Conclusion	15
Literary sources:	17

Introduction

Relevance:

It will attract people's attention and encourage them to pay more attention to music, develop their critical thinking and make their lives enrichment.

Value:

What you can hear can be represented in the form of a golden ratio, all the music in one graphical form

Hypothesis:

The golden ratio can be distinguished in any genre and era of music.

Research product:

1. A lecture for 9-11 grades
2. A master class: Find the golden ratio in your favourite songs

Tasks:

1. Link the golden ratio to music
2. Tell about the history of music and the discovery of the golden section
3. Present melodies in music into small pieces
4. Show that any melody has the same graphic form
5. Present the most popular genres of music in the form of a golden section

Object of research:

Genres of music

Subjects of research:

1. Students of grades 9-11
2. Adults (parents and teachers)

My theme is "The Golden Ratio in popular genres of music". there was one one question, I worried about: Is it possible that the golden ratio can be seen only with the eyes and touched with the fingers, but what about the rest of the human senses, such as hearing ...? A professor of mechanical engineering at Duke University said that the golden ratio is the rule of harmony, works because the eye grasps it faster than other proportions.

I wanted to know if the brain can grasp the same proportion with the ears?

When I conducted research, as it turned out, the topic is not relevant for young people, but one scientist said: "Our brain does not generally know the causal relationships between events and chooses the "golden mean" between them, that is, the golden ratio. He is attuned to it and feels pleasure (spends a minimum of energy) from meeting him" - a note by scientist Otto Esterle in the magazine "Miracles and Adventures." No. 12, 2000.

The topic of my project is not quite relevant in theoretical terms, but I was very interested in it, because most of my life has been spent directly in the music, and secondly, I want to show people that you can find the golden ratio in your favorite music compositions of different genres. This will attract their attention and encourage them to pay more attention to music, develop their critical thinking and make their lives more fulfilling.

After the enquiring it was found out that people mostly don't even think about the golden ratio, some of them don't even know about it. However, the value is that the laws of physics and mathematics are applicable not only in science, but also in art, such as music. These laws are found in your favorite music, they bring people pleasure from listening, make their lives more harmonious. So, people listen to it because the presence of the golden section in cremations of music is the key of success, popularity and pleasant listening. It gives pleasure, enjoyment, and harmony.

To improve this, it is necessary to consider the examples of the golden section already known to people in other spheres, for example, in nature, architecture and painting; to find out the most listened genres of music. Match people's favourite works with the golden harmony.

Therefore, I think it is very important to tell and explain to people the golden ratio and the golden mean, which set a person up for harmony and positively affect the work of the brain.

The product of my research will be two lectures and a master-class: find a golden ratio in your favourite song.

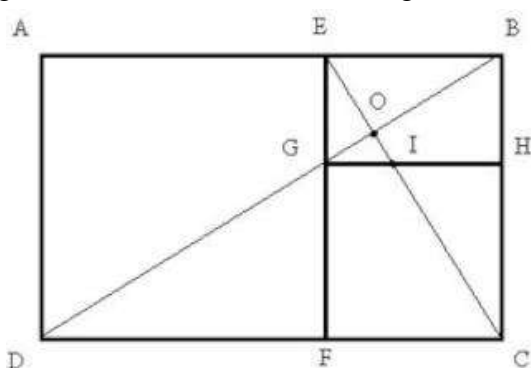
The history of the Golden Ratio

The golden ratio was known in ancient times. The first mention of it can be found in the "Beginnings" of Euclid (3rd century BC). Many great scientists (Leonardo Fibonacci, Leonardo da Vinci and Johann Kepler) tried to study the secret of the golden ratio. However, the term "Golden Ratio" was introduced by the Italian scientist and artist Leonardo da Vinci at the end of the 15th century.

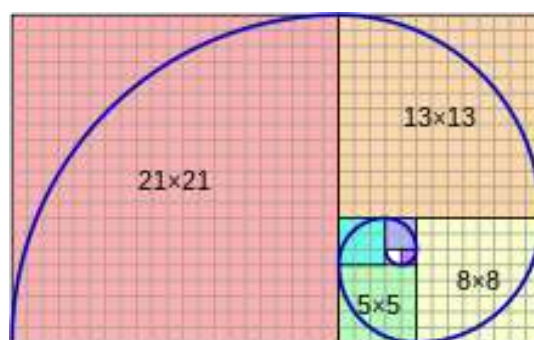
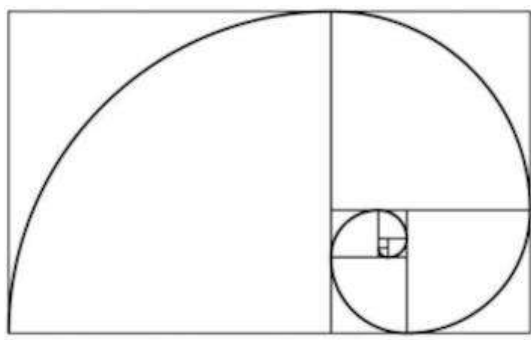
The golden ratio is divided into two types:

1. Diagonal
2. Spiral

The golden section (diagonal) – the division of a segment into two parts so that most of it is the geometric mean of the entire segment and its smaller part and $\approx 1,6180339887$



The golden section (spiral) or golden spiral – a spiral whose pitch increase is always uniform and corresponds to the golden section (≈ 1.6180339887).



The ϕ numbers or the Fibonacci sequence are elements of a numerical sequence (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, ...), in which the first two numbers are 0 and 1, and each subsequent the number is equal to the sum of the two previous numbers. Named after the medieval mathematician Leonardo of Pisa (Fibonacci).

By representing the Fibonacci numbers in the form of squares with sides of the appropriate size, you will get a Golden Spiral or a Fibonacci Spiral.

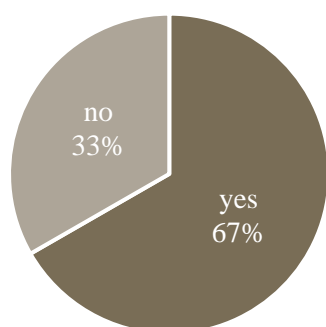
The Golden Ratio Survey:

A survey was compiled on the basis of which the research work took place. The total number of respondents was 114 people: 32 adults (parents and teachers) and 82 teenagers (students of grades 10-11).

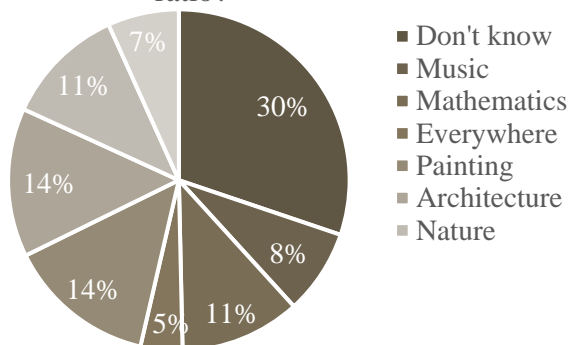
According to the results of the survey, it was concluded that quite a few people know about the existence of the Golden Ratio, only 67%.

However, those people who know about it answered that most often the Golden Ratio can be found in architecture, painting and mathematics, nature.

1. Do you know about "Golden Ratio"?



2. Where can you find the golden ratio?

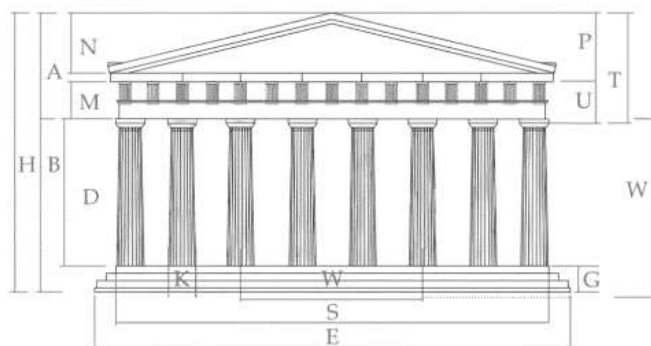
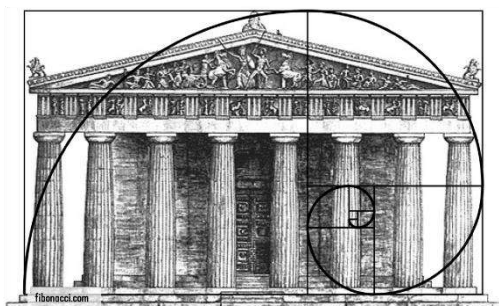


Consider these categories:

I. Architecture – 14%

Indicating architecture as the sphere where the golden ratio is most often found, people referred to the buildings of Ancient Greece (Parthenon) and Ancient Egypt (Pyramids).

- The Parthenon is the main temple in Athens, built in the V century BC. The place of worship of the ancient Greek goddess of wisdom and military strategy Athena; a monument of ancient culture, an architectural symbol of harmony and beauty.



$$\frac{S}{10K} = \frac{H}{B} = \frac{B}{A} = \frac{N}{M} = \frac{E}{2D} = \frac{2D}{W} = \frac{W}{T} = \frac{T}{P} = \frac{P}{U} = \frac{U}{G} = \Phi = 1,618...$$

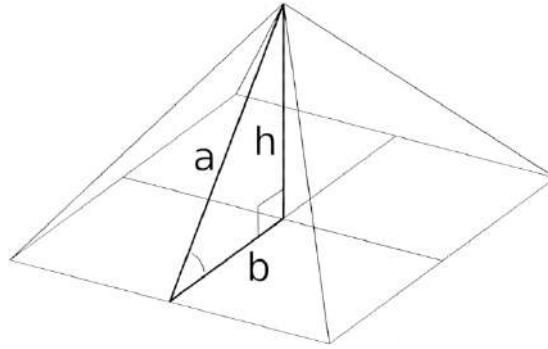
The Parthenon in Athens has a perfect "golden" rectangle with the proportions of the sides equal to 1.618: length — to width and height of columns — to the total height of the building. The ratio of the height of the columns with a stereobate and the height of the columns is equal to the ratio of the pediment – entablature, equal

to the ratio of the height of the columns with a stereobate and a pediment, equal to the ratio of the parts of the pediment. Measurements were made in feet. All relations are equal to the number F , that is, the Golden Ratio.

- Egyptian pyramids — stone structures used by ancient kings as tombs, temples and treasury.

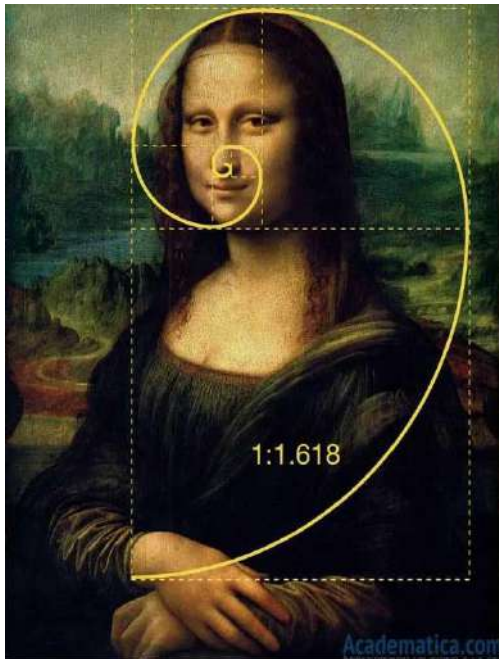
The Pyramid of Cheops (Khufu) is the largest of the Egyptian pyramids, the only miracle of the "Seven Wonders of the World" that has survived to our times.

The ratio of height to half of the perimeter of the base gives the number 1,618.



II. Painting – 14%

This category numerically coincides with the previous one, and the only thing that was indicated was Leonardo da Vinci's painting "Gioconda" or "Mona Lisa"



The distance from the chin to the nose is $1/3$ of the length of the entire face, from the hairline to the eyebrows – $1/3$ of the length of the face, from the tip of the nose to the eyebrow line – $1/3$ of the face. You can also draw a Golden spiral and once again verify the existence of the Golden Section in the picture.

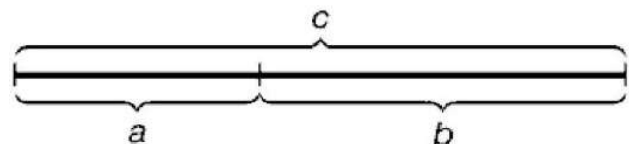
III. Mathematics – 11%

- Binet 's Formula

$$F_n = \frac{\varphi^n - (-\varphi)^{-n}}{\sqrt{5}} \quad \varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

The formula by which, despite the presence of the irrational Phidias number, the formula gives integers. These numbers correspond to the Fibonacci sequence, hence the Golden Ratio itself.

- Dividing a segment so that the length of the greater part of it relates to the length of the entire segment, as the length of its smaller part to the larger

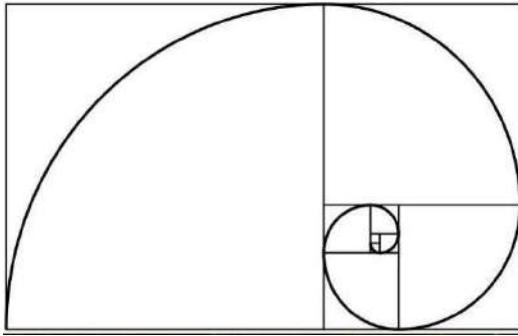


$$\frac{b}{c} = \frac{a}{b}$$

IV. Nature – 11%

- Shell

The nautilus shell is the most common example of the golden ratio in nature.



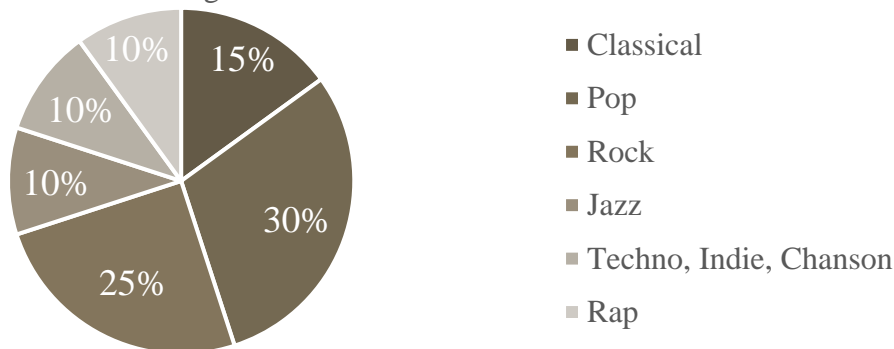
Now the most common examples in the most common areas related to the Golden Ratio have been considered. Now the question arises: it turns out that the Golden Ratio can only be seen and felt, but what about other human senses? For example, hearing... So, the idea arose to consider this phenomenon in music, where you can only feel everything through yourself only with the help of your ears.

What is music?

~Music - harmonic ordering of sounds. ~

It is necessary to consider several genres of music in order to prove the existence of the Golden Section, as a kind of law of music, not only in one part, but in the whole art form, as well as the fact that regardless of a person's age, you can always find it in music. To do this, lyceum students and adults (teachers and parents) were asked the question: what kind of music do you listen to most often?

3. Your favourite genres?



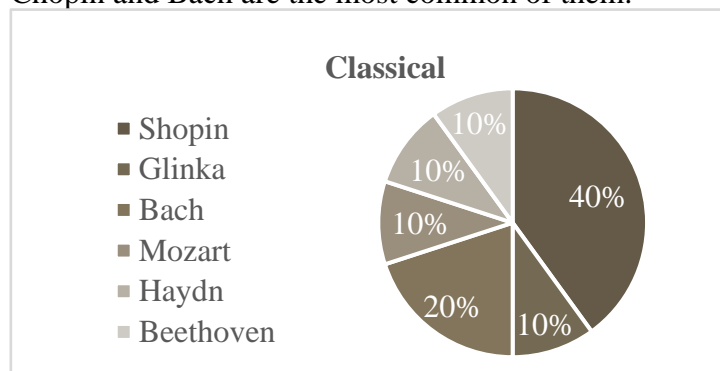
According to the results of the survey, three main and most popular genres were derived: pop – 30%, rock - 25% and classical music - 15%.

I would like to start comparing these genres with a less popular one, namely classics.

I. Classical music


Classical music — exemplary musical works, the golden fund of world musical culture. Answering the question about genres, people often explained their answers with the names of famous composers. A total of 6 were named: Chopin, Glinka, Bach, Beethoven, Haydn and Mozart.

Chopin and Bach are the most common of them.



Let's consider the Golden Section in Fryderyk Chopin's etude, as well as in Johann Sebastian Bach's work "Chromatic Fantasy and Fugue in D Minor".

1. Frederic Chopin

Т. III, в. II-III.		ЭТЮДЫ ШОПЕНА					45		
Наименование произведения	Число метрических единиц	Наименование сечения	Теоретическая величина в (десятичных долях)	Реальная величина (в десятичных долях)	Разность	Теоретическая величина (в метрических ед.)	Реальная величина (в метр. ед.)	Разность	Тип эстетического события
11. Op.10 № 11 Es-dur	324 	BA	0,618	0,605	13	200.232	194	6,232	Ф
		AB	0,381	0,370	11	123.768	122	1,768	И. Д
		AAB	0,146	0,146	0	47.804	48	0,696	Ф
		BAAB	0,528	0,528	0	170.072	171	0,928	Л

L. L. Sabaneyev's Table to F. Chopin's Etude Op.10 No. 11

As we can see from the Leonid table, there are 324 different golden sections in this sketch. Below is an analysis of one of them.

The total playing time of the piece is 4 minutes 00 seconds or 240 seconds.

The work can be conditionally divided into 3 parts: 1 and 3 are largely identical (repetition of notes, movement smoothly), 2 is different (much faster and more aggressive). The playback time of the parts is as follows: 1 – 80 seconds, 2 – 65 seconds, 3 – 95 seconds.

Using the equality of the relations of the part to the whole and both parts between, we get:

160 – total duration of the game 2 and 3 parts

95 – time 3 parts

65 – time 2 parts

$160/95=1,68$,

The value is very close to the true value of the golden ratio, so it is present here.

2. Bach

Let's consider only the first of the two works – Fantasy.

The chromatic fantasy is written in the size of 4/4, has 79 bars, that is, $79 \cdot 4 = 316$ quarter parts.

Let the number $316 = A$

The fantasy consists of 2 distinct parts. There is a pause separator between them. Part 1 ends at the 2nd quarter of the 49th measure, on which there is a fermata sign (sound lengthening), and then there is a pause. In other words, part 1 actually ends on the 3rd quarter of the 49th measure, that is, on the 195th ($48 \cdot 4 + 3$) quarters ($a1 = 195$). 121 quarters remain for part 2 ($a2 = A - a1 = 316 - 195 = 121$).

We prove that the Chromatic fantasy is divided into the first and second parts in gold

65 – time 2 parts

$$\frac{160}{95} = 1,68$$

The value is very close to the true value of the golden ratio, so it is present here.

Let's prove that the Chromatic fantasy is divided into the first and second parts in the golden proportion:

$$195 + 121 = 316. \quad \frac{316}{195} = \frac{195}{121} = 1,62$$

Conclusion: there is a Golden Ratio in classical music.

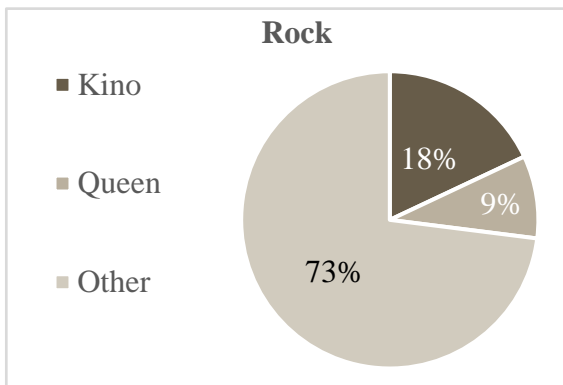
II. Rock music

The second most popular genre is rock. It was noted by 17.9% of respondents

Rock is one of the directions of popular music with characteristic rhythmic sensations.

Also, the survey participants indicated their favorite singers. In the first place – the Cinema group, in the second – the Queen group. Let's analyze the most popular songs of these two rock bands of the 20th century.

1. Kino "Blood group"



In this song, I decided to analyze the song, dividing it into two parts: before the climax and after, relying on the semantic and at the same time melodic load.

The total playback time is 233 seconds, the 1st part is 159 seconds, the second is 74 seconds.

$$\frac{233}{159} = 1,46; \quad \frac{159}{74} = 2,15$$

This value is far from the value of the golden ratio (1.618). Let's try to apply another method of finding the golden ratio. This time the reliance will not be on time, but on the climax of the song, given the number of notes. The number of notes in the first part: the first one is 158. Then comes the climax and the second part begins, 85 notes long.

The relation of the first part to the second:

$$\frac{158}{85} = 1,85$$

The ratio of everything to most:

$$\frac{158 + 85}{158} = 1,54$$

This time, the values also do not coincide with the true one, so this product does not fit the form of the golden ratio.



2. Queen “The show must go on”

Now consider the well-known song “The show must go on” by the British band Queen. In this song, I used the previous methods of determining the golden ratio, based on the time of the song, as well as the number of notes played.

Verse 1 consists of 78 notes, and the chorus of 44. The total number is 122. $122/78=1.56$.

The output value does not completely correspond to the golden ratio, but it is quite close. The golden ratio is equal to 1.618. The song was not completely built on the principle of the golden ratio, but there is a tendency of the golden form in it.

$$\frac{122}{78} = 1,56 \qquad \frac{78}{44} = 1,77$$

The image displays a musical score for the song "The show must go on" by Queen. The score is written in G major (one sharp) and 4/4 time. It consists of ten staves of music. The lyrics are written below the notes. The song begins with a short instrumental introduction, followed by the lyrics: "Emp-ty spa-ces, what are we liv - ing for, a - ban-doned pla-ces, I guess we know the score. On and on, does a - ny - bo - dy know what we are look-ing for... An - oth - er he - ro, an - oth - er mind - less crime be - hind the cur-tain in the pan - to - mime, hold the line, does a - ny - bo - dy want to take it a - ny - more. The show must go on, the show must go on. In - side my heart is break - ing, my make-up may be flak - ing but my smile still stays on. What - ev - er hap-pens I leave it all..."

Conclusion: there is basically no Golden Ratio in rock music, but approximate values can still be found.

III. Pop music

Pop is the most popular music, which is characterized by simple and easy-to-understand melodies. Most of all voted for this genre (20.3%).

In this category, I will look for golden sections in the songs of Lady Gaga and Dima Bilan, since these singers were the most favorite among the respondents (7.7% and 6.4%). Both performers are modern.

1. Lady Gaga "Bloody Mary"

$$\frac{48}{29} = 1,65; \quad \frac{29}{19} = 1,53$$

Let's use the already known methods for determining the golden ratio. Let's compare the verse and the chorus. The verse lasts 29 seconds, the chorus is 19. Only 48 seconds.

Only one of the two coincided with the golden ratio. Therefore, we can say that the golden ratio is present, but it does not completely obey the true structure.

2. Dima Bilan "You are not my mate"

Consider a song by one of the most famous Russian pop stars. The first way to check for the presence of the golden ratio will be by the number of notes in the song. There are 16 chords in the first verse, 8 chords in the chorus. There are 24 chords in total. According to the already known form of the golden section, $24/16 = 1.5$; $16/8 = 2$. The values obtained do not correspond to the golden section (1.6). The second way of recognition is time. The number of minutes in the first part of the (male) song is 1.05, then comes the female part of the song, which lasts up to 2.00 minutes, and at the end the total part is 0.42 minutes. The total time of the song is 2.42 minutes.

To determine the golden ratio, let's take the male and female games, excluding losses: 0.55 – female, 1.05 – male. The total time is 1.6.

$$\frac{1,6}{1,05} = 1,52; \quad \frac{1,05}{0,55} = 1,99$$

There is no golden ratio in this song.

Conclusion: there is no golden ratio in modern pop music

Conclusion

In the course of the work, the following parameters were analyzing: the golden ratio and its presence in different spheres of life, music, as well as the combination of music and the golden ratio.

The largest number of musical works in which there is a golden section belong to the *classical* style of music.

The results of the *rock* genre still **sometimes** approach the true value, but still are not accurate.

Pop music had the least **coincidences**, although now it is the most common genre.

The **hypothesis** that was put at the beginning of the work was **disproved**: not every genre of music can find the golden ratio. Even if it is in one piece of music, it is not a fact that another piece of the same genre will be built on the same principle and will also include a golden structure. Therefore, music cannot be presented in a single graphic form, it is multifaceted.

As a product, a master class was held: “Find the golden ratio in your favorite song”.

All the research that I conducted was confirmed in practice once again.

My teacher **Natalia** asked me to analyze the song "Raven" - The project of Alan Parsons, classmates **Alina and Anastasia** - "How do you like it" - Eva and "Who is she" - I am a monster, and my sister **Maria** - "Dance of the Sugar Plum fairy" - P.I. Tchaikovsky.

Following the results of the master class, I compiled a table:

Name	Golden ratio	Link of a song
Natalia (rock)	+ –	https://ru.hitmotop.com/song/48074280
Alina (pop)	– +	https://ru.hitmotop.com/song/67362715
Anastasia (pop)	– –	https://ru.hitmotop.com/song/70413841
Maria (classical)	+ +	https://ru.hitmotop.com/song/48695110

In the continuation of the master class, I also checked whether there is a golden ratio in other genres of music. The results are presented in the table:

Genre	Golden ratio	Link of a song
Jazz (Scott Joplin – “The Entertainer”)	++	https://ru.hitmotop.com/song/48323639
Techno (Dopamine – “Hardwell”)	– –	https://ru.hitmotop.com/song/74236704
Rap (Coolio – “Gangsta's Paradise”)	– –	https://ru.hitmotop.com/song/47978745

Firstly, the presence of the golden ratio is associated with the perception of music itself by people of different eras. Now music is most often the background for something else, for example, while waiting for a call or while doing physical exercises. Previously, music was considered a mathematical science, it was given much more attention. She was the dominant one. If music was playing, then nothing else could happen except prayer or dancing. Scientists have proved that music, built according to the laws of the golden ratio, has the properties of treatment, as well as the development of the human brain. One of the most famous examples is Fryderyk Chopin, a 19th-century French-Polish composer and pianist. He was ill with tuberculosis for a long time, then this disease was considered incurable, but Chopin was able to live with it for a long enough life, 39 years. At that time there were no medications, but music helped the musician in the fight against the disease: when he played the piano or listened to the playing of classical music instruments, his cough calmed down and his general well-being improved.

Secondly, now music is more entertaining than informative. The load goes on the voice, on the vocal part, for example, as in pop music, which most people listen to. In classical music, the emphasis is on a musical instrument, and a larger range of notes is also used than in pop music. In classical music, both ratios correspond to the values of the golden ratio. As for rocking rock music, in this genre the emphasis is on both vocals and instrumental parts. Therefore, in this genre, according to the golden ratio, only one of the two is suitable.

Literary sources:

1. <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Поп-музыка>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Куплет>
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Золотое_сечение
4. <https://pearative.ru/stati/chto-takoe-zolotoe-sechenie/?ysclid=laqj2r8s79847263224>
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Музыка>
6. https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_culture/1970/Музыка?ysclid=laqj4k8rwu627824523
7. <https://rug.wikipedia.org/wiki/Пок-музыка>
8. <https://muzrock.com/zhanryi-muzyiki/rock?ysclid=laqj6r4axc737781741>
9. <https://marishka57v.livejournal.com/1885857.html>
10. <http://detective.gumer.info/etc/sabaneev-2.pdf>
11. <http://iteach.vspu.ru/06-2018/16148/>
12. <https://studfile.net/preview/8918943/page:9/>
13. <https://ru.hitmotop.com/song/48074280>
14. <https://ru.hitmotop.com/song/67362715>
15. <https://ru.hitmotop.com/song/70413841>
16. <https://ru.hitmotop.com/song/48695110>
17. <https://ru.hitmotop.com/song/48323639>
18. <https://ru.hitmotop.com/song/74236704>
19. <https://ru.hitmotop.com/song/47978745>

Департамент образования и науки города Москвы
Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москва
«Школа №1535»

Золотое сечение в популярных жанрах музыки

Автор: Баталова София

Класс: 10 «Б»

Руководитель: Пирожникова Н. В.

Учитель английского языка

Москва
2023 г.

Оглавление

Введение	20
История Золотого сечения	22
Опрос о Золотом сечении:	23
1. Знаете, что такое "Золотое сечение"?	23
2. Где можно встретить золотое сечение?	23
I. Архитектура	23
II. Живопись – 14,2% (21 человек)	25
III. Математика	25
IV. Природа	26
Что такое музыка?	27
I. Классическая музыка	27
II. Рок музыка	29
III. Поп музыка	31
Заключение	32
Список литературы	34

Введение

Проектная ценность:

То, что можно услышать, можно представить в виде золотого сечения, то есть вся музыка в одном виде

Актуальность:

Это привлечет внимание людей и побудит их уделять больше внимания музыке, разовьет их критическое мышление и обогатит их жизнь.

Гипотеза:

Золотое сечение можно выделить в любом жанре и эпохе музыки.

Продукт исследования:

1. Две лекции на разных языках (русский и английский)
2. Мастер-класс: Найди Золотое сечение в своей любимой песне

Задачи:

1. Связать золотое сечение с музыкой
2. Связать то, что обычно встречается в архитектуре и живописи (можно увидеть и потрогать) с музыкой (можно только услышать).
3. Рассказать об истории музыки и открытии золотого сечения
4. Разложить/представить мелодии в музыке на мелкие частички
5. Показать, что любая мелодия есть одна и та же графическая форма
6. Представить самые популярные жанры музыки в виде золотого сечения

Объект исследования:

Жанры музыки

Субъект исследования:

1. Учащиеся 9-11 классов
2. Взрослые (родители и учителя)

Я выбрала тему «Золотое сечение в популярных жанрах музыки», потому что меня тревожил один вопрос: неужели золотое сечение можно только увидеть глазами и пощупать пальцами, а как же остальные органы чувств человека, например слух...?

Профессор машиностроения в Университете Дьюка сказал, что золотое сечение – правило гармонии, работает потому, что глаз схватывает его быстрее, чем другие пропорции. Мне захотелось узнать может ли мозг схватывать эту же пропорцию с помощью ушей? Когда я провела исследования, как оказалось, тема не актуальна для молодёжи, но один ученый сказал так: «Наш мозг не знает в общем случае причинных связей между событиями и выбирает „золотую середину“ между ними, то есть именно золотое сечение. Он на него настроен и испытывает удовольствие (тратит минимум энергии) от встречи с ним» - заметка ученого Отто Эстерле. см. журнал «Чудеса и приключения.» № 12, 2000.

Тема моей исследовательской работы не совсем актуальна в теоретическом плане, но я сама была очень заинтересована в этом, ведь большая часть моей жизни прошла в музыке. Я хочу – показать людям, что в своих любимых произведениях разных жанров можно найти золотое сечение. Это привлечёт их внимание и подтолкнёт относиться к музыке внимательнее, разовьёт их критическое мышление и сделает их жизнь насыщеннее.

Проведя опрос, было выяснено, что люди в основном даже не задумываются о золотом сечении, многие даже не знают о причастности его к музыке. Однако актуальность - то, что законы физики и математики встречаются не только в науке, как таковой, но и в искусстве, таком как музыка. Эти законы встречаются в любимой музыке, приносят людям удовольствие от прослушивания, делают их жизнь более гармоничной. И слушают они её не случайно, ведь наличие золотого сечения в музыкальном произведении, является залогом успеха, популярности и приятного прослушивания. Это приносит удовольствие, наслаждение, и гармонию.

Для этого необходимо рассмотреть уже известные людям примеры золотого сечения в других сферах, например, в природе, архитектуре и живописи, а также узнать наиболее прослушиваемые жанры музыки. Сопоставить из любимые произведения с золотой гармонией. Поэтому я считаю, что очень важно рассказать и объяснить людям золотое сечение и золотую середину, которые настраивают человека на гармонию и положительно влияют на работу мозга.

Продуктом моего исследования будут две лекции, проведённые отдельно на двух языках: русский и английский, а также мастер-класс: Найди Золотое сечение в своей любимой песне.

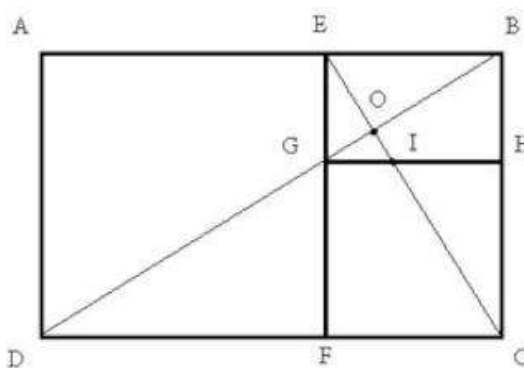
История Золотого сечения

Золотое сечение было известно ещё в древности. Первые упоминания о нём можно найти в «Началах» Евклида (3 веке до НЭ). Многие великие ученые (Леонардо Фибоначчи, Леонардо да Винчи и Иоганн Кеплер) пытались изучить секрет золотого сечения. Однако термин "Золотое сечение" был введен итальянским ученым и художником Леонардо да Винчи в конце 15 века.

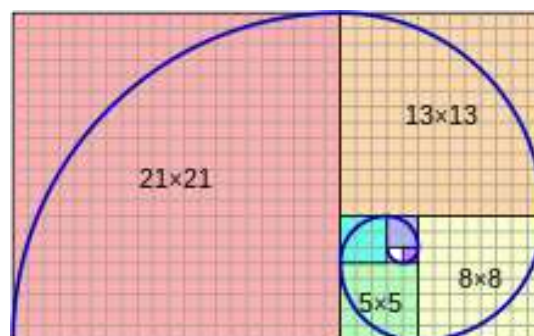
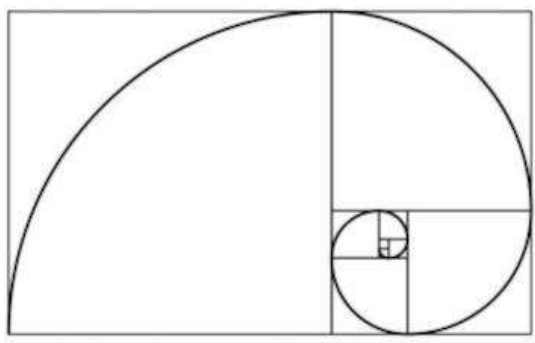
Золотое сечение делится на два вида:

1. Диагональное
2. Спиралевидное

Золотое сечение (диагональное) — деление отрезка на две части, чтобы большая его часть является средним геометрическим всего отрезка и меньшей его части и $\approx 1,6180339887$



Золотое сечение (спиралевидное) или золотая спираль — спираль, увеличение шага которой всегда равномерно и соответствует золотому сечению ($\approx 1,6180339887$).



Числа Ф/Последовательность Фибоначчи – элементы числовой последовательности (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, ...), в которой первые два числа равны 0 и 1, а каждое последующее число равно сумме двух предыдущих чисел. Названы в честь средневекового математика Леонардо Пизанского (Фибоначчи).

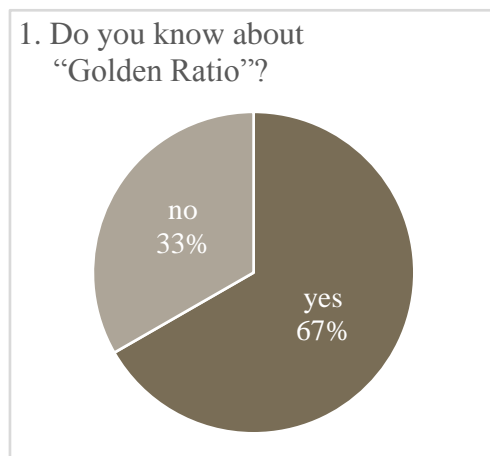
Представив числа Фибоначчи в виде квадратов со сторонами соответствующего размера, получится Золотая спираль или Спираль Фибоначчи.

Опрос о Золотом сечении:

Был составлен опрос, на основе которого происходила исследовательская работа. Общее количество опрошенных составило 114 человек: из них – 32 взрослых (родители и учителя) и 82 подростка (учащиеся 10—11 классов).

По результатам опроса было выведено, что достаточно мало людей знают о существовании Золотого сечения, всего лишь 67% (76 людей).

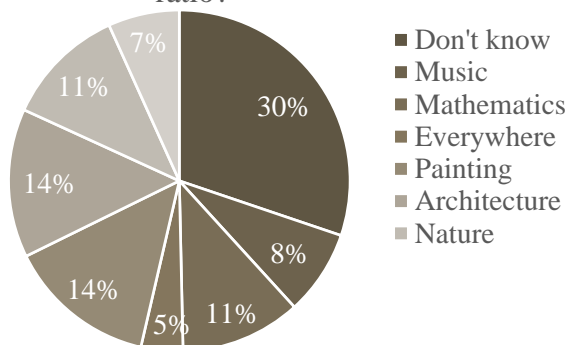
1. Знаете, что такое "Золотое сечение"?



Однако те люди, которые знают о нем ответили, что чаще всего Золотое сечение можно встретить в архитектуре, живописи и математике, природе.

2. Где можно встретить золотое сечение?

2. Where can you find the golden ratio?

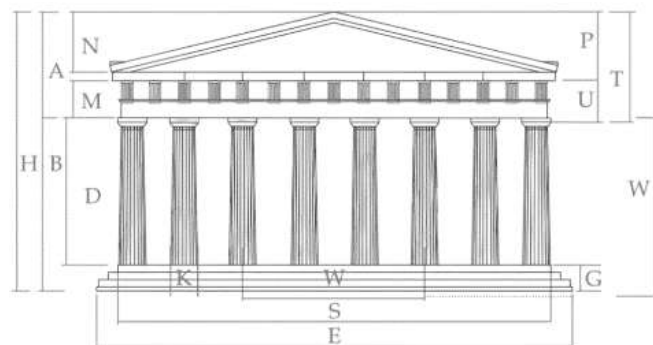
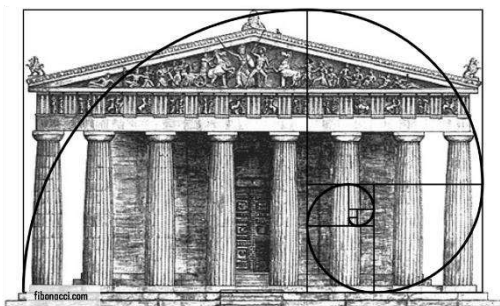


Рассмотрим данные категории:

I. Архитектура – 14%

Указывая архитектуру как сферу, где чаще всего можно встретить золотое сечение, люди ссылались на строения Древней Греции (Парфенон) и Древнего Египта (Пирамиды).

- Парфенон - главный храм в Афинах, построенный в V веке до НЭ. Местом поклонения древнегреческой богине мудрости и военной стратегии Афине; памятник античной культуры, архитектурный символ гармонии и красоты.

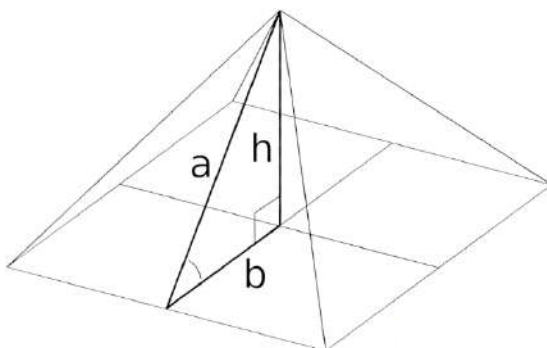


$$\frac{S}{10K} = \frac{H}{B} = \frac{B}{A} = \frac{N}{M} = \frac{E}{2D} = \frac{W}{T} = \frac{T}{P} = \frac{P}{U} = \frac{U}{G} = \Phi = 1,618...$$

Парфенон в Афинах имеет идеальный «золотой» прямоугольник с пропорциями сторон равным 1,618: длина — к ширине и высота колон — к общей высоте здания. Отношение высоты колонн со стереобатом и высоты колон равно отношению фронтона – антаблемента, равно отношению высоты колонн со стереобатом и фронтоном, равно отношению частей фронтона. Измерения проводились в футах. Все отношения равны числу Φ , то есть Золотому сечению.

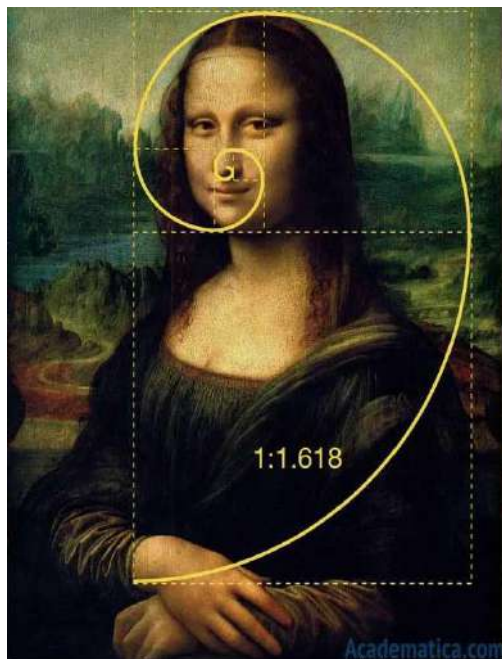
- Египетские пирамиды — каменные сооружения, используемые древними царями как усыпальницы, храмы и казнохранилища.

Пирамида Хеопса (Хуфу) – крупнейшая из египетских пирамид, единственное сохранившееся до наших времен чудо из «Семи чудес света». Соотношение высоты к половине периметра основания дают число 1,618.



II. Живопись – 14%

Данная категория численно совпадает с предыдущей, и единственное, что было указано – картина Леонардо да Винчи «Джоконда» или «Мона Лиза»



Расстояние от подбородка до носа – $1/3$ длины всего лица, от линии волос до бровей – $1/3$ длины лица, от кончика носа до линии бровей – $1/3$ лица. Также можно провести Золотую спираль и ещё раз убедиться в существовании Золотого сечения на картинке.

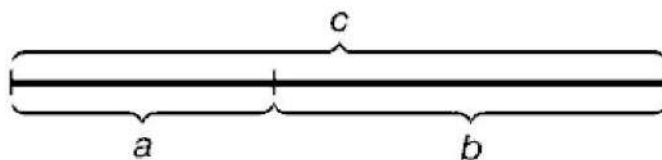
III. Математика — 11%

- Формула Бине

$$F_n = \frac{\varphi^n - (-\varphi)^{-n}}{\sqrt{5}} \quad \varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

Формула, с помощью которой, несмотря на присутствие иррационального числа Фидия, формула даёт целые числа. Эти числа соответствуют последовательности Фибоначчи, следовательно и самому Золотому сечению.

- Деление отрезка так, чтобы длина большей его части относилась к длине всего отрезка, как длина меньшей его части к большей

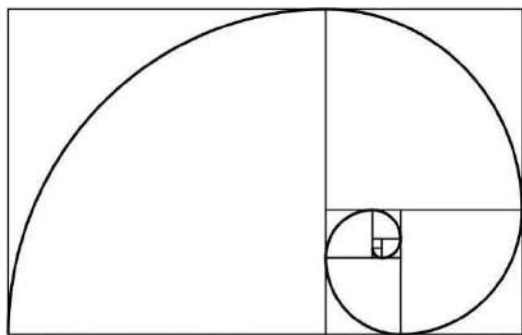


$$\frac{b}{c} = \frac{a}{b}$$

IV. Природа —11%

- Ракушка

Раковина наutilus — самый распространенный пример золотого сечения в природе.



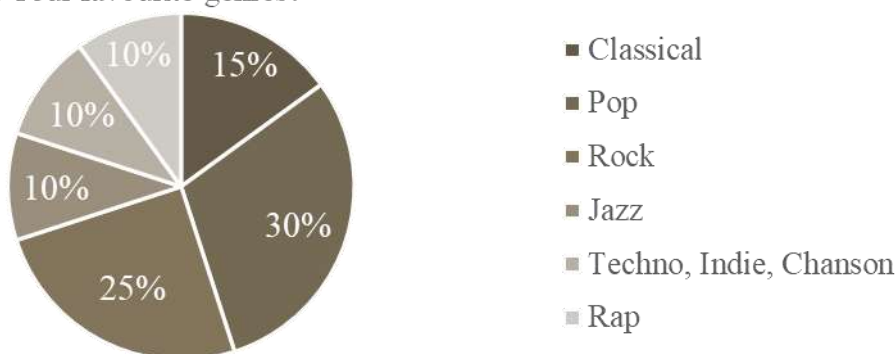
Сейчас были рассмотрены самые распространенные примеры в самых распространенных областях, связанных с Золотым сечением. Теперь возникает вопрос: получается, что Золотое сечение можно только увидеть и пощупать, а как же другие органы чувств человека? Например, слух... Так возникла идея рассмотреть данное явление в музыке, где можно только прочувствовать всё через себя только с помощью ушей.

Что такое музыка?

~Музыка - гармоническое упорядочение звуков.~

Необходимо рассмотреть несколько жанров музыки, чтобы доказать существование Золотого сечения, как некоего закона музыки, не только в какой-то одной части, а в целом во всем виде искусства, а также то, что независимо от возраста человека в музыке можно всегда его найти. Для этого лицеистам и взрослым (учителям и родителям) был задан вопрос: какую музыку чаще всего слушаете?

3. Your favourite genres?



По результатам опроса было выведено три основных и самых популярных жанра: поп – 30%, рок 25% и классическая музыка 15%.

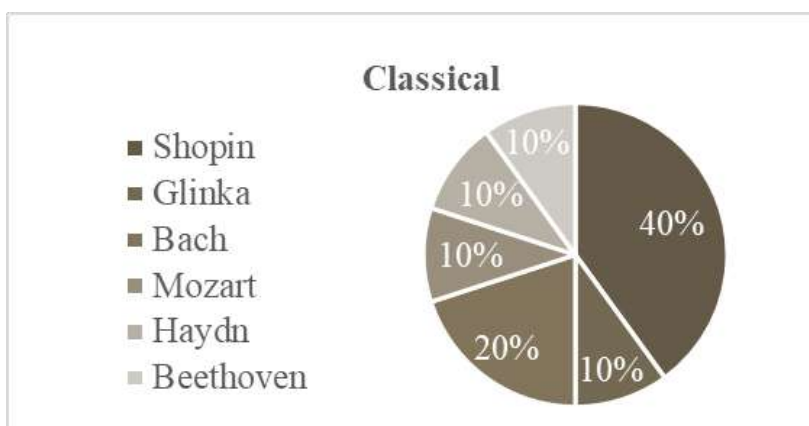
Сравнение этих жанров хотелось бы начать с менее популярного, а именно с классики.

I. Классическая музыка

Классическая музыка — образцовые музыкальные произведения, золотой фонд мировой музыкальной культуры.

Отвечая на вопрос о жанрах, люди нередко поясняли свои ответы именами известных композиторов. Всего было названо 6: Шопен, Глинка, Бах, Бетховен, Гайдн и Моцарт.

Шопен и Бах самые распространенные из них.



Рассмотрим Золотое сечение в этюде Фридерика Шопена, а также в произведении Иоганна Себастьяна Баха «Хроматическая фантазия и фуга ре минор».

1. Фридерик Шопен


Т. III, в. II-III.		ЭТЮДЫ ШОПЕНА					45		
Наименование произведения	Число метрических единиц	Наименование сечения	Теоретическая величина в (десятичных долях)	Реальная величина (в десятичных долях)	Разность	Теоретическая величина (в метрических ед.)	Реальная величина (в метр. ед.)	Разность	Тип эстетического события
11. Op.10 № 11 Es-dur		BA	0,618	0,605	13	200.232	194	6,232	Ф
		AB	0,381	0,370	11	123.768	122	1,768	И. Д
		AAB	0,146	0,146	0	47.804	48	0,696	Ф
		BAAB	0,528	0,528	0	170.072	171	0,928	Л

Таблица Л. Л. Сабанеева к этюду Ф. Шопена Op.10 №11

Как мы можем заметить по таблице Леонид Леонидович, в данном этюде находятся 324 различных золотых сечения. Ниже представлен разбор одно из них.

Общее время игры произведения составляет 4 минуты 00 секунд или 240 секунд.

Произведение условно можно разделить на 3 части: 1 и 3 во многом идентичны (повторение нот, движение плавное), 2 отличается (намного быстрее и агрессивнее). Время проигрывания частей таково: 1 – 80 секунд, 2 – 65 секунд, 3 – 95 секунд.

Пользуясь равенством отношений части к целому и обеим частям между, получаем:

160 – общая продолжительность игры 2 и 3 части

95 – время 3 части

65 – время 2 части

$160/95=1,68$,

Значение очень близко к истинному значению золотого сечения, значит оно есть.

2. Бах

Рассмотрим из двух произведений только первое – Фантазию.

Хроматическая фантазия написана в размере 4/4, имеет 79 тактов, то есть $79 \cdot 4 = 316$ четвертных долей. Пусть число $316 = A$

Фантазия состоит из 2 отличных по характеру частей. Между ними стоит разделитель – пауза. 1 часть заканчивается на 2-й четверти 49-го такта, на которой стоит знак фермат (удлинение звука), и затем – пауза. Иначе говоря, 1 часть фактически заканчивается на 3-й четверти 49-го такта, то есть на 195-й ($48 \cdot 4 + 3$) четверти ($a1 = 195$). На 2 часть остаётся 121 четверть ($a2 = A - a1 = 316 - 195 = 121$).

$\frac{160}{95} = 1,68$ Докажем, что Хроматическая фантазия разделена на 1 и 2 части в золотой пропорции:

Значение очень близко к истинному значению золотого сечения, поэтому оно присутствует здесь.

Давайте докажем, что Хроматическая фантазия делится на первую и вторую части в золотой пропорции:

$$195 + 121 = 316. \quad \frac{316}{195} = \frac{195}{121}, = 1,62$$

Вывод: в классической музыке присутствует Золотое сечение.

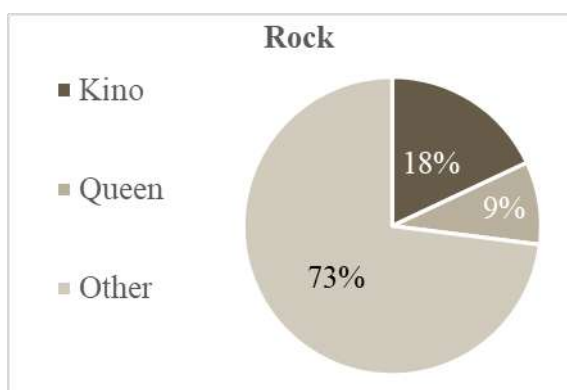
II. Рок музыка

Второй жанр по популярности – рок. Его отметили 17,9% опрошенных

Рок –одно из направлений популярной музыки с характерными ритмическими ощущениями.

Также участники опроса указали своих любимых певцов. На первом месте – группа Кино, на втором – группа Queen. Разберём самые популярные песни этих двух рок-групп 20 века.

1. Кино «Группа крови»



$$\frac{159}{74} = 2,15$$

$$\frac{233}{159} = 1,46$$

В этой песне я решила проанализировать песню, разделив на две части: до кульминации и после, опираясь на смысловую и одновременно мелодическую нагрузку. Общее время проигрывания – 233 секунды, 1 часть – 159 секунд, вторая – 74 секунды.

Это значение далеко от значения золотого сечения (1,618). Попробуем применить другой метод нахождения золотого сечения. В этот раз опора будет не на время, а на кульминацию песни, учитывая количество нот.



Количество нот в первой части: первый - 158. Далее идет кульминация и начинается вторая часть, длиной в 85 нот.

Отношение первой части ко второй:

$$\frac{158}{85} = 1,85$$

Отношение всего к большей части:

$$\frac{158 + 85}{158} = 1,54$$

На этот раз значения тоже не совпадает с истинной, поэтому данное произведение не подходит к виду золотого сечения.

2. Queen “The show must go on”

Теперь рассмотрим всеми известную песню “The show must go on” британской группы Queen. В этой песне я воспользовалась предыдущими методами определения золотого сечения, опираясь на время песни, а также на количество проигрываемых нот.

1 куплет состоит из 78 нот, а припев из 44. Общее количество – 122. $122/78=1,56$.

Выведенное значение полностью не соответствует с золотым сечением, однако довольно близко. Золотое сечение равно 1,618. Песня не была полностью построена по принципу золотого сечения, но в ней прослеживается тенденция золотой формы.

The image displays the musical score for the song "The show must go on" by Queen, written in G major (one sharp). The score is presented in a single system with ten staves. The lyrics are written below the notes. The melody is characterized by its melodic leaps and syncopated rhythms. The lyrics are: "Emp-ty spa-ces, what are we liv-ing for, a-ban-doned pla-ces, I guess we know the score. On and on, does a-ny-bo-dy know what we are look-ing for... An-oth-er he-ro, an-oth-er mind-less crime be-hind the cur-tain in the pan-to-mime, hold the line, does a-ny-bo-dy want to take it a-ny-more. The show must go on, the show must go on. In-side my heart is break-ing, my make-up may be flak-ing but my smile still stays on. What-ev-er hap-pens I leave it all".

Вывод: в рок музыке в основном отсутствует Золотое сечение, однако приблизительные значения всё же можно встретить.

III. Поп музыка

Поп – самая популярная музыка, которой характерны простые и лёгкие для восприятия мелодии. За это жанр проголосовало больше всего (20.3%).

В данной категории я буду искать золотые сечения в песнях Леди Гаги и Димы Билана, так как именно эти певцы были самыми любимыми среди опрошенных (7.7% и 6.4%). Оба исполнителя являются современными.

1. Леди Гага “Bloody Mary”

$$\frac{29}{19} = 1,53$$

$$\frac{48}{29} = 1,65$$

Воспользуемся уже известными методами определения золотого сечения. Сравним куплет и припев. Куплет длится 29 секунд, припев – 19. Всего 48 секунд.

С золотым сечением совпало только одно из двух. Поэтому можно сказать, что золотое сечение присутствует, но оно полностью не подчиняется истинному строению.

2. Дима Билан «Ты не моя пара»

Рассмотрим песню одного из самого известных русских поп звезд. Первым способом проверки наличия золотого сечения будет по количеству нот в песне. В первом куплете 16 аккордов, в припеве – 8. Всего 24 аккорда. По уже известной форме золотого сечения $24/16 = 1,5$; $16/8 = 2$. Полученные значения не соответствуют золотому сечению (1,6).

Второй способ распознавания - время. Количество минут в первой части (мужской) песни равняется 1,05, далее наступает женская часть песни, которая продолжается до 2,00 минут, и в конце общая часть – 0,42 минуты. Общее время песни – 2,42 минуты.

Для определения золотого сечения возьмем мужскую и женскую партии, исключив проигрыши: 0,55 – женская, 1,05 – мужская. Общее время – 1,6.

$$\frac{1,6}{1,05} = 1,52$$

$$\frac{1,05}{0,55} = 1,99$$

В этой песне нет золотого сечения.

Вывод: в современной поп музыке нет золотого сечения

Заключение

В ходе работы анализировались следующие параметры: золотое сечение и его присутствие в разных сферах жизни, музыка, а также сочетание музыки и золотого сечения.

Наибольшее количество музыкальных произведений, в которых присутствует золотое сечение, относится к **классическому** стилю музыки.

Результаты **рок**-жанра все еще иногда **приближаются** к истинному значению, но все еще не точны.

В **поп** музыке было **меньше** всего совпадений, хотя сейчас она – самый популярный жанр.

Гипотеза была **опровергнута**: не в каждом жанре музыки можно найти золотое сечение. Даже если это есть в одном музыкальном произведении, не факт, что другое произведение того же жанра будет построено по тому же принципу и также будет включать золотую структуру. Поэтому музыка не может быть представлена в единой графической форме.

В качестве продукта был проведен мастер-класс: “Найди золотое сечение в своей любимой песне”.

Все исследования, которые я провел, еще раз подтвердились на практике.

Моя учительница **Natalia** попросила проанализировать песню "**Raven**" - The project of Alan Parsons, одноклассницы **Alina and Anastasia** - "**How do you like it**" - Eva и "**Who is she**" - I am a monster, и моя сестра **Maria** - "**Dance of the Sugar Plum fairy**" - P.I. Tchaikovsky.

Таблица по итогам мастер-класса:

Имя	Золотое сечение	Ссылка на песню
Natalia (rock)	+ –	https://ru.hitmotop.com/song/48074280
Alina (pop)	– +	https://ru.hitmotop.com/song/67362715
Anastasia (pop)	– –	https://ru.hitmotop.com/song/70413841
Maria (classical)	+ +	https://ru.hitmotop.com/song/48695110

В продолжении мастер-класса я также проверила, существует ли золотое сечение в других жанрах музыки. Результаты представлены в таблице

Жанр	Золотое сечение	Ссылка на песню
Джаз (Scott Joplin – “The Entertainer”)	++	https://ru.hitmotop.com/song/48323639
Техно (Dopamine – “Hardwell”)	– –	https://ru.hitmotop.com/song/74236704
Рэп (Coolio – “Gangsta's Paradise”)	– –	https://ru.hitmotop.com/song/47978745

Во-первых, наличие золотого сечения связано с восприятием самой музыки людьми разных эпох. Сейчас музыка чаще всего является фоном для чего-то другого, например, во время ожидания звонка или во время выполнения физических упражнений. Раньше музыка считалась математической наукой, ей уделялось гораздо больше внимания. Она была доминирующей. Если бы играла музыка, то ничего другого не могло бы произойти, кроме молитвы или танцев. Ученые доказали, что музыка, построенная по законам золотого сечения, обладает свойствами лечения, а также развития человеческого мозга. Одним из самых известных примеров является Фредерик Шопен, франко-польский композитор и пианист 19 века. Он долгое время болел туберкулезом, тогда эта болезнь считалась неизлечимой, но Шопен смог прожить с ней достаточно долгую жизнь, 39 лет. В то время лекарств не было, но музыка помогала музыканту в борьбе с болезнью: когда он играл на пианино или слушал игру на классических музыкальных инструментах, его кашель успокаивался, а общее самочувствие улучшалось.

Во-вторых, сейчас музыка скорее развлекательная, чем информативная. Нагрузка идет на голос, на вокальную партию, например, как в поп-музыке, которую слушает большинство людей. В классической музыке акцент делается на музыкальном инструменте, и также используется больший диапазон нот, чем в поп-музыке. В классической музыке оба соотношения соответствуют значениям золотого сечения. Что касается рок-музыки, то в этом жанре акцент делается как на вокале, так и на инструментальных партиях. Поэтому в этом жанре, согласно золотому сечению, подходит только одно из двух.

Список литературы

1. <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Поп-музыка>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Куплет>
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Золотое_сечение
4. <https://pearative.ru/stati/chto-takoe-zolotoe-sechenie/?ysclid=laqj2r8s79847263224>
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Музыка>
6. https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_culture/1970/Музыка?ysclid=laqj4k8rwu627824523
7. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Рок-музыка>
8. <https://muzrock.com/zhanryi-muzyiki/rock?ysclid=laqj6r4axc737781741>
9. <https://marishka57v.livejournal.com/1885857.html>
10. <http://detective.gumer.info/etc/sabaneev-2.pdf>
11. <http://iteach.vspu.ru/06-2018/16148/>
12. <https://studfile.net/preview/8918943/page:9/>
13. <https://ru.hitmotop.com/song/48074280>
14. <https://ru.hitmotop.com/song/67362715>
15. <https://ru.hitmotop.com/song/70413841>
16. <https://ru.hitmotop.com/song/48695110>
17. <https://ru.hitmotop.com/song/48323639>
18. <https://ru.hitmotop.com/song/74236704>
19. <https://ru.hitmotop.com/song/47978745>