

**Международный конкурс исследовательских работ школьников**  
**«Research start»**

**Физико – математические науки**

**ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ В АРХИТЕКТУРЕ ГОРОДА МУРМАНСКА**

Автор: Анисимов Никита Александрович,  
Россия, Мурманская область, г. Мурманск  
МБОУ г. Мурманска «Гимназия № 7», 11 класс

Научный руководитель: Сербо Светлана Михайловна,  
магистр физико-математических наук,  
учитель математики, МБОУ г. Мурманска «Гимназия № 7»

Научный руководитель: Анисимова Наталья Петровна,  
заместитель директора по УВР, учитель русского языка и литературы,  
МБОУ г. Мурманска «Гимназия № 7»

## Золотое сечение в архитектуре города Мурманска

Анисимов Никита Александрович,

Россия, Мурманская область, г. Мурманск, МБОУ г. Мурманска «Гимназия № 7», 11 класс

**План исследований**

*Гипотеза исследования:* если сопоставить признаки объектов, построенных по «золотому сечению» в древности, со схожими признаками современной архитектуры города Мурманска, то обнаружим, что при строительстве сооружений до сих пор применяются и сочетаются законы симметрии и принципы «золотого сечения», позволяющие осознать связь мира искусства и мира чисел.

**Проблема исследования: в современном мире принципы «золотого сечения» необходимы** для развития многих наук: математики, физики, астрономии, биологии, анатомии, химии и др. Людей затрагивают глобальные проблемы строительства, проблемы гармонии, особенных форм и идеальных пропорций.

**Методы исследования: 1) теоретические:** анализ литературы и определение содержания и объема понятия «золотое сечение» (изучение содержания понятия «золотого сечения» и определение его объёма (объекты архитектуры)); 2) **эмпирические:** сравнение (установление сходства сравниваемых объектов, выбор и сопоставление признаков, по которым сопоставляются объекты); анализ (изучение пропорций «золотого сечения», частей объекта) и синтез (объединение части и свойства объекта); обобщение (мысленное выделение, фиксирование существенных свойств, принадлежащих только данному классу предметов, т.е. строениям, построенным по принципу «золотого сечения»); 3) **обобщение результатов.**

**Этап 1** (май 2021 года): изучение литературы по теме исследования (составление библиографического списка, написание теоретической части работы).

**Этап 2** (04 – 12 июня 2021 года): поиск зданий и других строений, имеющих признаки, схожие с объектами, построенными по принципу «золотого сечения».

**Этап 3** (17 – 28 июля 2021 года): запрос технических характеристик отобранных объектов архитектуры.

**Этап 4** (08 августа – 23 августа 2021 года): организация личных встреч с инженерными сотрудниками отобранных объектов архитектуры и изучение предоставленных проектных чертежей и технических характеристик данных объектов, производство необходимых замеров частей зданий.

**Этап 5** (28 – 31 августа 2021 года): самостоятельное выполнение схематических чертежей, отображающих элементы золотой пропорции в объектах архитектуры города Мурманска.

**Этап 6:** (02 – 04 сентября 2021 года): анализ полученных результатов и выявление практической значимости разработки.

**Этап 7:** (04 – 18 сентября): оформление исследовательской работы.

В ходе проведения исследования в качестве основных использовались следующие источники литературы:

Бендукидзе А. Д. Золотое сечение // Научно-популярный физико-математический журнал "Квант" – 1973. - № 8. – с. 22-27. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://kvant.mccme.ru/1973/08/zolotoe\\_sechenie.htm](http://kvant.mccme.ru/1973/08/zolotoe_sechenie.htm);

Шмигевский Н. В. Формула совершенства // Страна знаний. — 2021. — № 1. — [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.krainaz.org/2021-01/711-golden-ratio>;

Зарецкая Д.М., Смирнова В.В. Мировая художественная культура. Учебное пособие для учащихся старших классов школ, гимназий, лицеев, а также студентов высших учебных заведений. – М.: Издательский центр АЗ, 1998, 332 с., ил.

## ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ В АРХИТЕКТУРЕ ГОРОДА МУРМАНСКА

Анисимов Никита Александрович

Россия, Мурманская область, г. Мурманск, МБОУ г. Мурманска «Гимназия № 7», 11класс

**Аннотация.** Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме соблюдения меры и целесообразности в практической деятельности инженерных профессий при создании универсальных композиций. На основании изучения формулы расчета пропорций «золотого сечения», а также привлечения технических характеристик сооружений Мурманска, устанавливается, что данная формула применяется в любой отрасли и результат исследования может быть востребованным в качестве образца при разработке инженерных проектов. Целью разработки является комплексное исследование золотой пропорции, поиск закономерности «золотого сечения» в архитектуре Мурманска. Значительное внимание уделяется понятиям «пропорция», «отношение», «золотое сечение». В качестве исследовательской задачи была определена попытка определить пропорции «золотого сечения» в объектах Мурманска, сопоставить объекты древности со схожими объектами современной архитектуры. В заключение раскрывается, что принцип «золотого сечения» не является новым в архитектуре и строения, оформленные по правилам идеальной пропорции, возводятся до сих пор.

**Ключевые слова:** золотое сечение, пропорция, отношение, архитектура, закон гармонии.

**Введение**

Золотое сечение – это правило общей пропорции, которая создает особенную гармоничную композицию. Наиболее емкое определение золотого сечения гласит, что меньшая часть относится к большей, как большая ко всему целому.

Термин «золотое сечение» был введен итальянским учёным и изобретателем Леонардо да Винчи в XV веке. Самым совершенным творением природы Леонардо да Винчи считал человека. В своих рисунках выдающийся художник, архитектор и скульптор стремился постичь закономерности изображаемого явления [1]. Принцип «золотого сечения» отражён в его знаменитой работе «Витрувианский человек», целью которой была демонстрация образа согласованного состояния жизни.

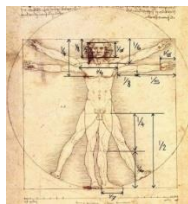


Рисунок 1. «Витрувианский человек» Леонардо да Винчи

Определение золотого сечения доработал немецкий поэт и философ Адольф Цейзинг [4], изучивший живые системы и доказавший, что они обладают свойствами, характерными

для «золотого сечения», выражающимися в расположении ветвей вдоль стеблей растений и прожилок на листьях, в разветвлении вен и нервов животных, в пропорциях химических соединений и геометрии кристаллов. Все наблюдения и теории, а также развитие закона пропорциональности деления философ описал в своей книге «Математическое естество» (рисунок 2, рисунок 3, рисунок 4.).



Рисунок 2.

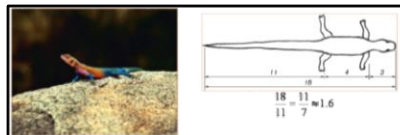


Рисунок 3.

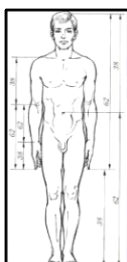


Рисунок 4. «Математическое естество» Адольф Цейзинг

Изучению «золотого сечения» посвящено немало литературы. Имеются интересные научные статьи, публикации о принципах «золотого сечения». Основоположниками стиля Высокого Возрождения считают итальянцев, которые питали большой интерес к пропорциям в искусстве, в первую очередь в архитектуре. Их создания радуют зрителя соразмерностью форм [1]. В то же время интерес к теме возник, в связи с тем, что планируется связать будущую профессиональную деятельность с градостроительством, инженерными науками, где могут пригодиться данные разработки. Кроме того, хотелось проверить, соблюдаются ли законы гармонии при оформлении современных уличных конструкций (парклетов) в применении фирменного стиля #насевержить, использование которого необходимо учитывать при строительстве новых и реконструкции существующих объектов социальной структуры согласно поручению Губернатора Мурманской области.

**Целью** исследовательской работы является поиск закономерности соблюдения математической гармонии в повторяющихся признаках «асимметричной симметрии» и представление опыта исследования «золотого сечения» в архитектуре и уличных конструкциях города Мурманска.

В соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие **задачи исследования**: 1) изучить теоретические сведения по теме «Золотое сечение» и проанализировать литературу, посвященную рассмотрению понятия «золотого сечения», с целью установления ёмкого определения данного термина; 2) определить признаки, важные

для поиска зданий, построенных по принципу «золотого сечения»; 3) найти здания и другие строения, имеющие признаки, схожие с объектами, построенными по принципу «золотого сечения»; 4) изучить необходимые технические характеристики данных строений; 5) определить пропорции «золотого сечения» в найденных объектах и составить четкий алгоритм деления конкретного объекта по принципам «золотого сечения»; 6) проанализировать полученные результаты и выявить практическую значимость разработки.

**Актуальность исследования:** золотая пропорция использовалась в Древней Греции и Древнем Египте и до сих пор не потеряла своей актуальности. В современной действительности многие здания строятся по принципу «золотого сечения», так как людей затрагивают проблемы гармонии, особенных форм и идеальных пропорций. Исследования «золотого сечения» необходимы для развития многих наук: математики, физики, астрономии, биологии, анатомии, химии и др.

**Объект исследования:** принципы «золотого сечения», необычные свойства числовой зависимости.

**Предмет исследования:** воплощение принципов «золотого сечения» в архитектуре города Мурманска (Мурманский областной драматический театр, Мурманский Областной Краеведческий Музей, Мурманский областной дворец культуры и народного творчества имени С.М. Кирова, уличные конструкции (парклеты) для городских пространств).

**Гипотеза:** если сопоставить признаки объектов, построенных по «золотому сечению» в древности, со схожими признаками современной архитектуры города Мурманска, то обнаружим, что при строительстве сооружений до сих пор применяются и сочетаются законы симметрии и принципы «золотого сечения», позволяющие осознать связь мира искусства и мира чисел.

**Теоретическая значимость работы:** в процессе работы была изучена научная литература и ресурсы Интернета, посвященные определению понятия «золотое сечение»; изучены примеры применения принципов «золотого сечения» в разных областях науки и жизни; а также изучен вопрос, как и зачем нужно использовать божественную гармонию чисел и как она поможет в строительстве зданий города, собственного дома и оформлении интерьера.

### **Основное содержание**

Задача поиска закономерности соблюдения математической гармонии в архитектурных объектах г. Мурманска определяется практической значимостью работы: популяризация таких понятий, как «Пропорции», «Отношение», «Золотое сечение» при изучении математики, физики, сознательное использование образцов зданий, построенных с использованием пропорций «золотого сечения», при разработке новых инженерных и

практических проектов с целью избегания беспорядочности, бесформенности, несоразмерности в строительстве, соблюдение меры и целесообразности в практической деятельности инженерных профессий при создании универсальных композиций.

**Методы исследования:** 1) **теоретические:** анализ литературы и определение содержания и объема понятия «золотое сечение»; 2) **эмпирические:** сравнение, анализ, синтез, обобщение; 3) **обработка результатов.**

**1. Литературный обзор.** Золотое сечение — это такое деление целого на две неравные части, при котором большая часть так относится к целому, как меньшая — к большей. В эпоху Возрождения художниками было выявлено, что любая картина имеет определенные точки, невольно приковывающие внимание зрителя. Они были названы зрительными центрами. Вне зависимости от формата картины, таких точек четыре и расположены они на расстоянии  $\frac{3}{8}$  и  $\frac{5}{8}$  частей от формата той или иной картины [5]. В округленном процентном значении пропорция частей целого будет соотноситься как 62% на 38%. Золотое сечение выражают обычно числом 1,618 или обратным ему числом 0,618 [2].

*1.1. Достоинства и области применения золотого сечения.* Наблюдения показывают, что с эстетической точки зрения золотое сечение имеет определённые достоинства. В конце XX века был проведён эксперимент: из десяти прямоугольников, среди которых был и «золотой» (со сторонами, отношение длин которых давало золотое сечение), испытуемый должен был выбрать один. И вот, около 22% общего числа испытуемых выбрало именно «золотой прямоугольник» [6]. Если от «золотого» прямоугольника отрезать квадрат или к большей стороне «золотого» прямоугольника пристроить квадрат, то получится снова «золотой» прямоугольник [7].

Широкое применение золотое сечение находит в архитектуре и искусстве, медицине, биологии, астрономии, физике, экономике, литературе, музыке. Соблюдение пропорций означает умение соподчинять размеры всех частей изображаемого предмета по отношению друг к другу и к целому [3]. Эта же пропорция лежит в основе многих бессмертных творений Фидия, Тициана, Леонардо да Винчи, Рафаэля. Форму золотого прямоугольника имеют книги, почтовые открытки, бумажники, шоколадные плитки и множество других предметов.

*1.2. Числа Фибоначчи.* В науке и истории пропорцию золотого сечения связывают с именем математика средневековой Европы Фибоначчи, который вывел последовательность из чисел, где значение каждого последующего равно сумме двух предыдущих. Например: 0, 1, 1 (0+1), 2 (1+1), 3 (1+2), 5 (2+3), 8 (3+5), 13 (5+8), 21 (8+13), 34 (13+21), 55 (21+34), 89 (34+55), 144 (55+88), 233 (88+144), 377 (144+233), 610 (233+377), 987 (377+610), 1597 (610+987), 2584 (987+1597), 4181 (1597+2584), 6765 (2584+4181), 10946 (4181+6765), 17711 (6765+10946), ... [8]. Если выполнить деление последующего числа на предыдущее, то

получится коэффициент золотого сечения ( $89 \div 55 \approx 1,618$ ). Если рассматривать в процентах, то меньшая величина занимает 38%, а большая 62%. Данную формулу применяют для расчета пропорций золотого сечения в любой отрасли. На практике чаще всего используют округленные значения 0,38 и 0,62.

*1.3. Золотое сечение в геометрии.* В геометрии золотое сечение называется также делением отрезка в крайнем и среднем отношении. Говорят, что точка С производит золотое сечение отрезка АВ, если

$$AC : AB = CB : AC \quad (1)$$

Если длину отрезка АВ обозначить через  $a$ , а длину отрезка АС — через  $x$ , то длина отрезка СВ будет  $a - x$ , и пропорция (1) примет следующий вид:

$$x : a = (a - x) : x \quad (2)$$

Золотое сечение можно проиллюстрировать на отрезке: возьмем отрезок АВ; из точки В проводим перпендикуляр к АВ; откладываем на перпендикуляре отрезок ВС, равный половине АВ; на АС откладываем отрезок CD, равный ВС; на АВ откладываем отрезок АЕ, равный AD [6]. (см. Приложение 1).

*1.4. Золотой прямоугольник. Спираль Архимеда.*

Золотой прямоугольник — это прямоугольник, длины сторон которого находятся в золотой пропорции [8]. Золотой прямоугольник можно построить с помощью последовательности чисел Фибоначчи. Построим квадрат со стороной 1; под нашим квадратом размером 1:1 строим точно такой же с такими же размерами; справа от полученных квадратов строим квадрат со стороной, равной сумме предыдущих двух, т.е. 2:2; далее сверху размером 3:3; слева 5:5; снизу 8:8; справа 13:13; сверху 21:21; слева 34:34. Если через вершины полученных квадратов провести плавную линию, то получим спираль Архимеда, или же золотую спираль (см. Приложение 2).

*Выводы:* в математике «Золотое сечение» называют «асимметричной симметрией», представить его можно с математической точки зрения в виде квадратичной иррациональности [5]:

$$\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1,6180339887 \dots$$

Данную формулу применяют для расчета пропорций золотого сечения в любой отрасли.



## Золотое сечение в архитектуре города Мурманска

Анисимов Никита Александрович,

Россия, Мурманская область, г. Мурманск, МБОУ г. Мурманска «Гимназия № 7», 11 класс

### Дневник регистрации данных

Для достижения цели исследования были использованы эмпирические методы.

#### 1. Сравнение. Золотое сечение в античной архитектуре. Парфенон.

Для того, чтобы понимать, на какие объекты архитектуры города Мурманска стоит обращать внимание для расчета пропорций золотого сечения по конкретной формуле, были изучены внешние признаки ярких примеров применения золотого сечения в архитектуре древности и современных объектов города. Одним из ярких примеров применения золотого сечения в архитектуре является древнегреческий храм Парфенон, являющийся воплощением гармонии и строгости [2]. Парфенон имеет 8 колонн по коротким сторонам и 17 по длинным. Отношение высоты здания к его длине равно 0,618 (см. Приложение 3).

*Элементы «золотого сечения» в архитектуре города Мурманска.* Для установления наличия элементов «золотого сечения» в строениях Мурманска методом сравнения с древнегреческим храмом Парфенон были сопоставлены следующие объекты: Мурманский областной краеведческий музей, Мурманский областной драматический театр, Драматический театр Северного Флота, Мурманский областной дворец культуры и народного творчества имени С.М. Кирова, Областной художественный музей, Дом детского творчества имени А. Бредова, Дом детского творчества имени А. Торцева. Администрация города Мурманска, а также строения современного Мурманска – парклеты.

2. *Анализ и синтез.* Для проверки гипотезы о том, что при строительстве сооружений города Мурманска до сих пор применяются и сочетаются законы симметрии и принципы «золотого сечения», нами были произведены следующие действия:

- 1) Запрошены технические характеристики отобранных объектов архитектуры. В результате обращения получен письменный ответ от инженерных работников Мурманского областного краеведческого музея, Мурманского областного драматического театра, Мурманского областного дворца культуры и народного творчества имени С.М. Кирова. Организованы личные встречи с инженерными сотрудниками названных объектов.
- 2) Изучены предоставленные проектные чертежи и планы экспликации данных объектов (см. Приложение 4).
- 3) С помощью лазерной линейки при участии инженерных работников произведены необходимые замеры частей зданий. Обговорены допустимые погрешности запланированных и реальных размеров.

- 4) Самостоятельно сделаны схематические чертежи, отображающие пропорции, отношения величин и позволяющие заметить присутствие элементов золотой пропорции в объектах архитектуры города Мурманска (см. Приложение 5).

Имея образец деления Парфенона по «золотому сечению», были сделаны схематические чертежи, доказывающие наличие элементов «золотого сечения» в строениях города Мурманска. Вычисления проводились по формуле:

$$\frac{h}{b} = \frac{b}{a} = \frac{s}{10k} = \phi = 1,618... \quad (3)$$

Все произведенные вычисления показали, что отношение величин, используемых для расчета «золотой пропорции», приближено к значению золотого числа  $\phi$ .

**Здание Мурманского областного краеведческого музея**, так же как Парфенон, имеет 8 колонн. (см. Приложение 5, рисунок 14). На рисунке 15 (см. Приложение 5) представлено отношение расстояния от левого края первой колонны слева до правого края последней колонны справа (на фасадной части здания) к длине и ширине основания колонны. В формуле (3)  $s$  - расстояние от левого края первой колонны слева до правого края последней колонны справа на фасадной части здания ( $s = 23,5$  м),  $k$  - длина и ширина основания колонны ( $k = 1,4$  м)

$$\frac{s}{10k} = \frac{23,5}{10 \cdot 1,4} = \phi \approx 1,678...$$

**Здание Мурманского областного драматического театра**. Аналогичным способом был сделан схематический чертёж золотого прямоугольника (см. Приложение 6, рисунок 16). Методом сравнения были установлены сходства данного объекта с древнегреческим храмом Парфенон. Здание театра имеет 6 колонн. На рисунке 17 (см. Приложение 6) представлено отношение расстояния от левого края первой колонны слева до правого края последней колонны справа (на фасадной части здания) к диаметру колонны. В формуле (3)  $s$  - расстояние от левого края первой колонны слева до правого края последней колонны справа на фасадной части здания ( $s = 24,259$  м),  $k$  - диаметр колонны ( $k = 1,5$  м)

$$\frac{s}{10k} = \frac{24,259}{10 \cdot 1,5} = \phi \approx 1,617...$$

**Здание Мурманского областного дворца культуры и народного творчества имени С.М. Кирова** так же, как Парфенон, имеет 8 колонн. На рисунке 18 (см. Приложение 7) представлено отношение расстояния от левого края первой колонны слева до правого края последней колонны справа (на фасадной части здания) к диаметру колонны, а также отношение высоты здания к высоте колонны.

Вычисления проводились по формуле:  $\frac{h}{b} = \frac{b}{a} = \frac{s}{10k} = \phi = 1,618...$  (3)

В формуле (3)  $h$  – высота здания ( $h = 19$  м),  $b$  - высота колонны ( $b = 11,25$  м),  $s$  - расстояние от левого края первой колонны слева до правого края последней колонны справа на фасадной части здания ( $s = 17,490$  м),  $k$  - диаметр колонны ( $k = 1,0$  м)

$$\frac{s}{10k} = \frac{17,490}{10 \cdot 1,0} = \phi \approx 1,749\dots \qquad \frac{h}{b} = \frac{19}{11,25} = \phi \approx 1,688\dots$$

**Парклеты** - уличные конструкции (удобная зона отдыха со скамейками и столом). На рисунке 19 (Приложение 8) представлено отношение расстояния от конечной точки парклета слева до конечной точки парклета справа к ширине скамейки, а также отношение высоты боковой границы конструкции к высоте скамейки.

Вычисления проводились по формуле:  $\frac{h}{b} = \frac{b}{a} = \frac{s}{10k} = \phi = 1,618\dots$  (3)

В формуле (3)  $h$  – высота боковой границы конструкции ( $h = 83$  см),  $b$  - высота скамейки ( $b = 50$  см),  $s$  - расстояние от конечной точки парклета слева до конечной точки парклета справа ( $s = 400$  см),  $k$  – ширина скамейки ( $k = 42$  см)

$$\frac{s}{10k} = \frac{400}{10 \cdot 42} = \phi \approx 0,95\dots \qquad \frac{h}{b} = \frac{83}{50} = \phi = 1,66$$

Результаты расчетов показывают, что формула работает только в одном варианте произведенных замеров (в отношении высот  $\frac{h}{b}$ ). В отношении расстояний  $\frac{s}{10k}$  коэффициент «золотого сечения» не получен. Следовательно, можно утверждать, что принципы «золотого сечения» учтены в данном строении лишь в некоторых его элементах.

**Выводы:** в ходе изучения архитектуры города Мурманска было установлено, что золотая пропорция применяется и в строительстве таких зданий, как Мурманский областной краеведческий музей, Мурманский областной драматический театр, Мурманский областной дворец культуры и народного творчества имени С.М. Кирова, парклеты. В произведенных вычислениях допустимы погрешности, так как некоторые показания по чертежам могут немного отличаться от реальной картины (особенно это актуально для размеров колонн) и зависят от толщины штукатурки, качества используемого материала. В перспективе хотелось бы добыть технические характеристики других зданий для расширения круга объектов и доказательства их принадлежности к строениям, построенным по принципам «золотого сечения». Планируя связать свою профессиональную деятельность с инженерной специальностью, считаю необходимым рекомендовать применение принципов «золотого сечения» при строительстве различных сооружений.

### Заключение

Данная работа посвящена доказательству того, что золотая пропорция не потеряла своей актуальности. Результаты исследования показали, что в архитектуре города Мурманска существуют здания, при строительстве которых использовались принципы «золотого

сечения» и дают возможность утверждать, что *практическая значимость* работы заключается в сознательном использовании образцов зданий, построенных с использованием пропорций «золотого сечения», а продукт исследовательской работы является актуальным и может быть востребованным в качестве образца при разработке инженерных и практических проектов с целью удовлетворения запросов граждан при обращении к проектировщикам и архитекторам, а также с целью соблюдения меры и целесообразности и создания универсальных композиций в окружающем мире. Таким образом, цель достигнута, гипотеза подтвердилась.

### Список литературы

#### *Учебные пособия:*

1. Энциклопедический словарь юного художника. Сост. Н.И. Платонова, В.Д. Синюков. – М., Педагогика, 1983. – 416 с., ил.
2. Зарецкая Д.М., Смирнова В.В. Мировая художественная культура. Учебное пособие для учащихся старших классов школ, гимназий, лицеев, а также студентов высших учебных заведений. – М.: Издательский центр АЗ, 1998, 332 с., ил.
3. Школа изобразительного искусства: Вып. 1: Учеб.пособие. – 3-е изд., испр. И доп. – М.: Изобраз. искусство, 1986. – 176 с.: ил.

#### *Электронные ресурсы:*

4. Радзюкевич А.В. Критический анализ Адольфа Цейзинга - основоположника гипотезы «золотого сечения» // Архитектура и современные информационные технологии. – 2014. - № 4 (29). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22469715>
5. Направления модернизации современного инновационного общества: экономика, социология, философия, политика, право: материалы международной научно-практической конференции (26 декабря 2014г.). – В 3-х частях. – Ч. 3. / отв. ред. Н.Н. Понарина, С.С. Чернов – Саратов: Изд-во «Академия управления», 2015. – С.8-11. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://academymanag.ru/files/sbornik261214\\_1.pdf](http://academymanag.ru/files/sbornik261214_1.pdf)
6. Бендукидзе А. Д. Золотое сечение // Научно-популярный физико-математический журнал "Квант" – 1973. - № 8. – с. 22-27. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://kvant.mccme.ru/1973/08/zolotoe\\_sechenie.htm](http://kvant.mccme.ru/1973/08/zolotoe_sechenie.htm)
7. Шмигевский Н. В. Формула совершенства // Страна знаний. — 2021. — № 1. — [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.krainaz.org/2021-01/711-golden-ratio>
8. Н. Н. Воробьев. Числа Фибоначчи. — Наука, 1978. — Т. 39. // Популярные лекции о математике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.mathedu.ru/text/vorobjev\\_chisla\\_fibonachchi\\_1984/p0/](https://www.mathedu.ru/text/vorobjev_chisla_fibonachchi_1984/p0/)

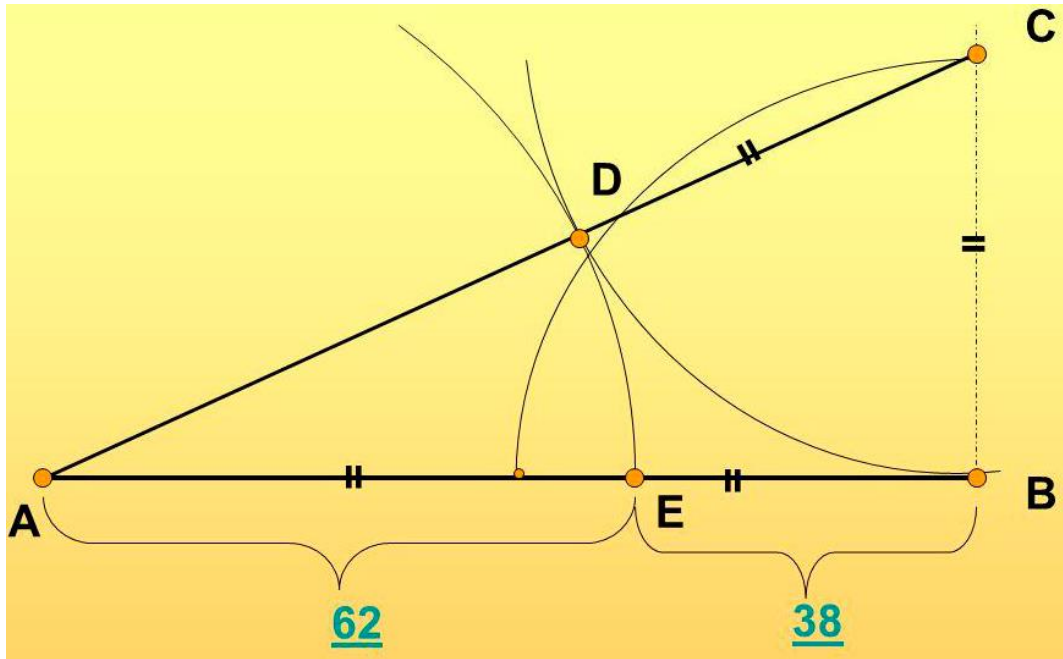


Рисунок 7. «Золотой треугольник»

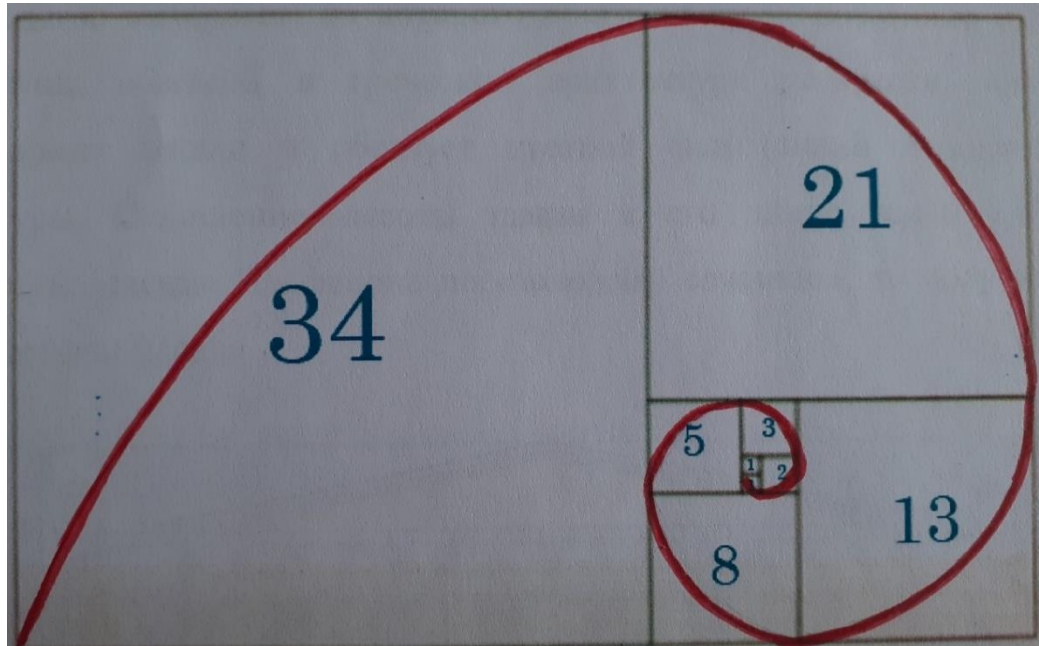


Рисунок 8. «Золотая спираль»

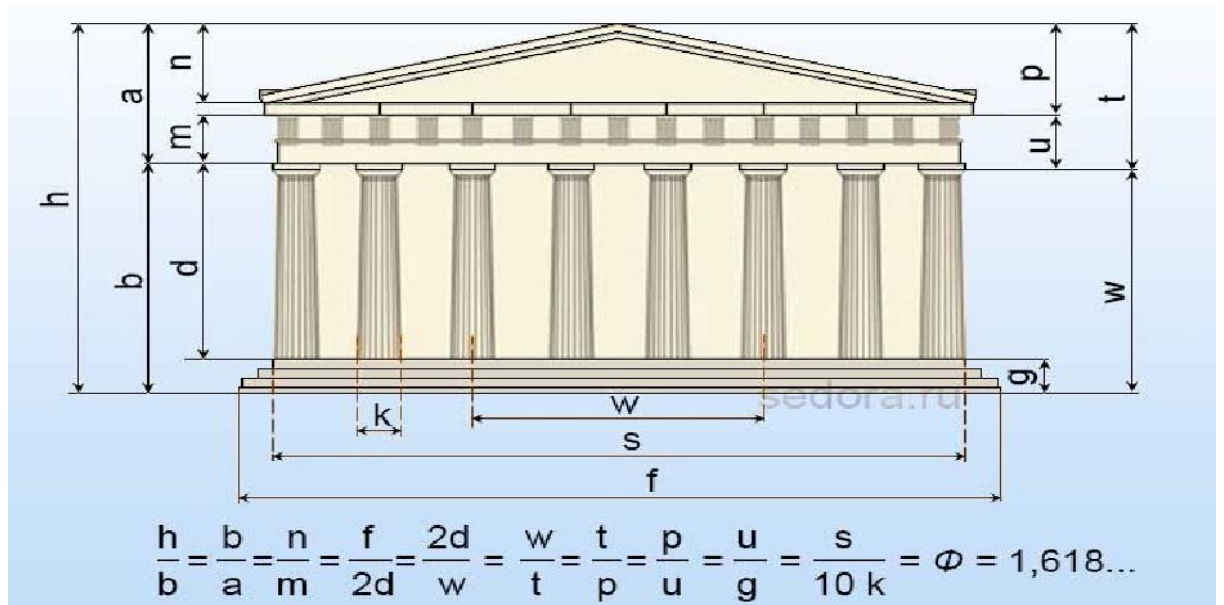


Рисунок 9. Пропорции «Золотого сечения» Парфенона

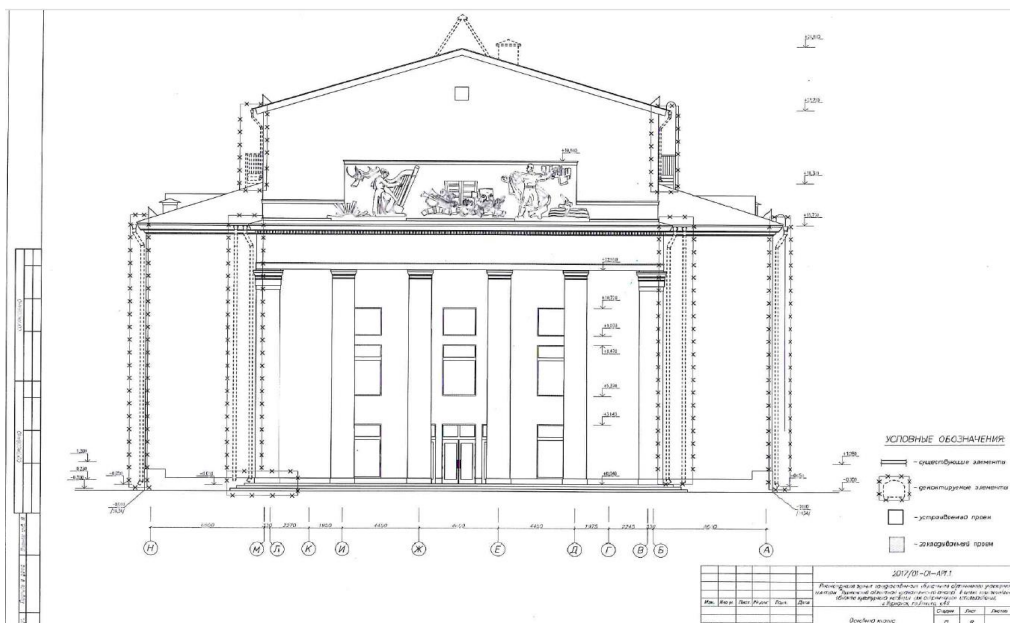


Рисунок 10. Реконструкция здания государственного областного автономного учреждения культуры Мурманский областной драматический театр в целях приспособления объекта культурного наследия для современного использования, г. Мурманск, пр. Ленина, д.49

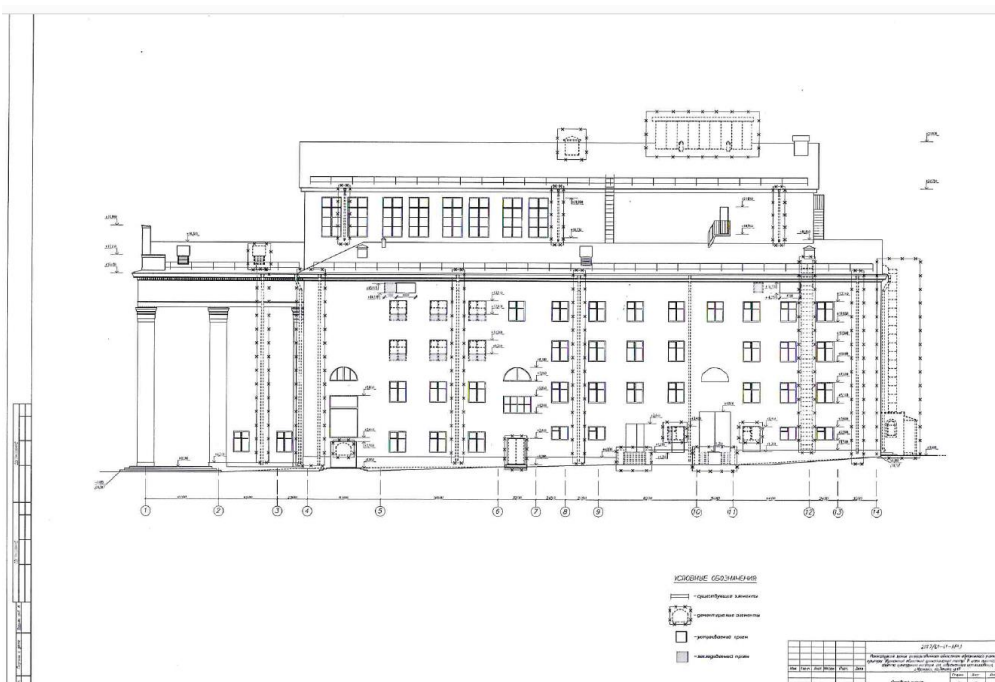


Рисунок 11. Реконструкция здания государственного областного автономного учреждения культуры Мурманский областной драматический театр в целях приспособления объекта культурного наследия для современного использования, г. Мурманск, пр. Ленина, д.49



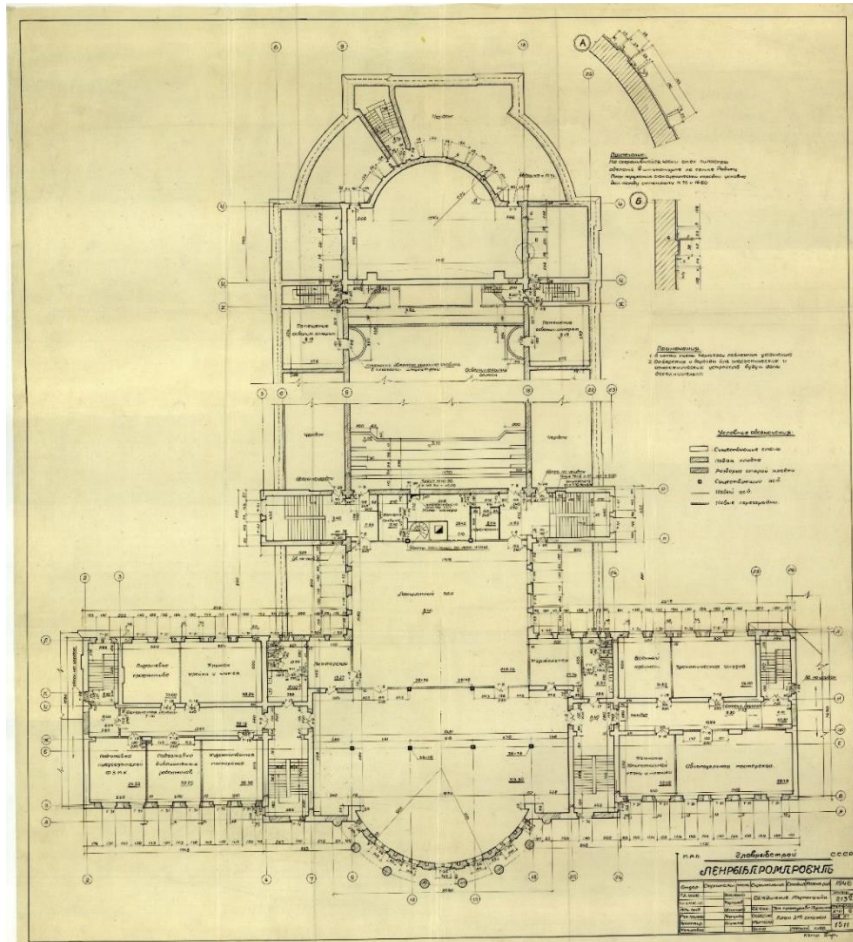


Рисунок 12. ЛЕНРЫБПРОМПРОЕКТ. Дом культуры в городе Мурманске (проект Мурманского областного дворца культуры и народного творчества имени С.М. Кирова).

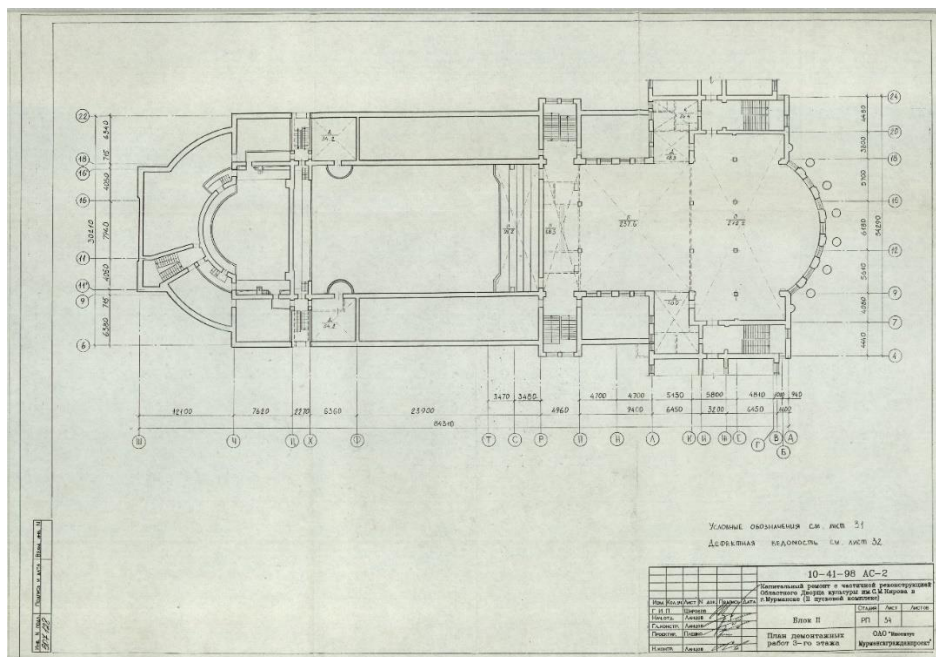


Рисунок 13. Капитальный ремонт с частичной реконструкцией Областного Дворца культуры им. С.М. Кирова в г. Мурманске (II пусковой корпус).



Рисунок 14. Краеведческий музей и «золотой прямоугольник»



Рисунок 15. Мурманский областной краеведческий музей и соотношения величин.

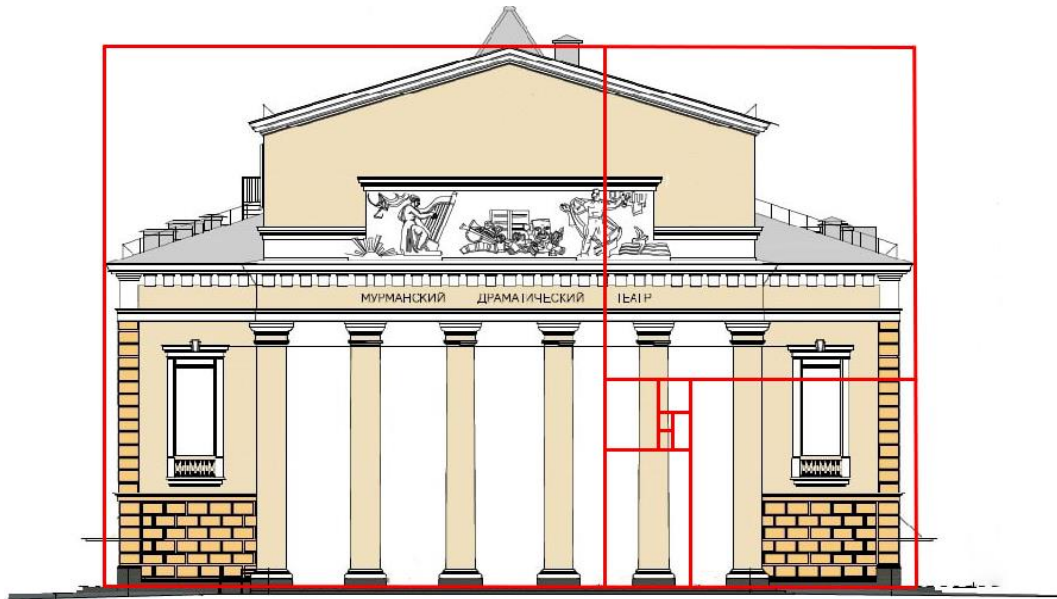


Рисунок 16. Мурманский областной драматический театр и «золотой прямоугольник»

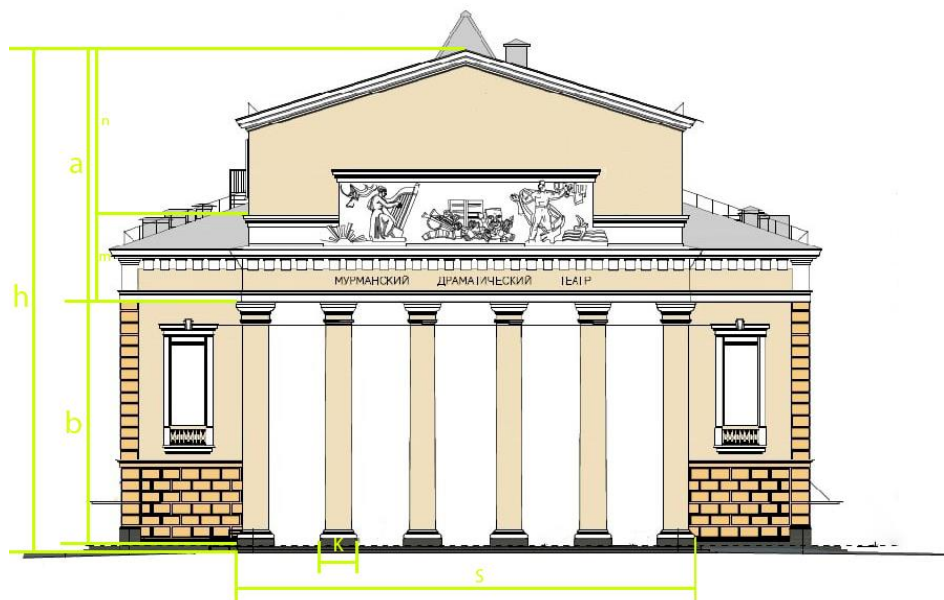


Рисунок 17. Мурманский областной драматический театр и соотношения величин.

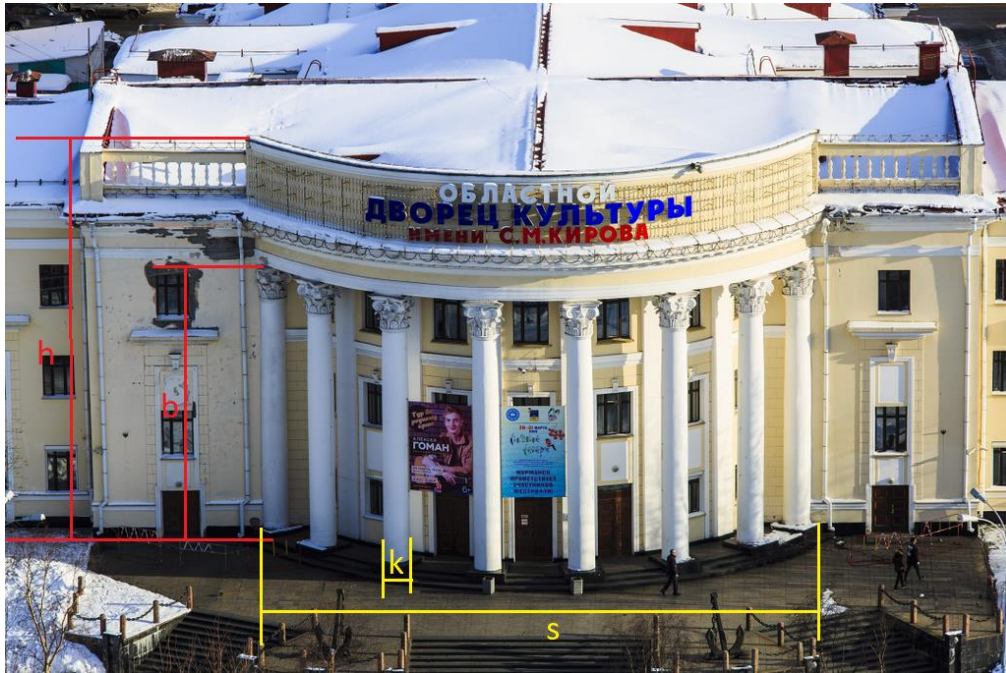


Рисунок 18. Мурманский областной дворец культуры и народного творчества имени С.М. Кирова и соотношения величин.



Рисунок 19. Парклеты (г. Мурманск, ул. Воровского)