

**Золотое сечение  
в архитектуре  
и построении  
3-D модели  
Успенского собора  
Тульского Кремля**

*Выполнил обучающийся  
11 А класса МБОУ «ЦО № 49»  
Шувалов Алексей Викторович*

# Актуальность

«Геометрия владеет двумя сокровищами: одно из них - это теорема Пифагора, а другое - деление отрезка в среднем и крайнем отношении ... Первое можно сравнить с мерой золота, второе же больше напоминает драгоценный камень.»  
*Иоганн Кеплер*

## Актуальность исследования

обусловлена возможностью глубже понять такое направление в архитектуре как православное зодчество, интересом к последовательности чисел Фибоначчи и «золотому сечению» в православной архитектуре и построению 3-D модели Успенского собора в облачном сервисе [Tinkercad.com](http://Tinkercad.com)

# Гипотеза исследования

В ходе исследования мною была выдвинута **гипотеза**: заложены ли пропорции «золотого сечения» в «математическом каркасе» Успенского собора, расположенного на территории Тульского кремля, возможно ли воспроизвести архитектурное строение в 3-D on-line редакторе Tinkercad.

# Цель исследования

**Цель работы:** установить закономерность ряда Фибоначчи, исследовать его интересные свойства, выявить гармоничность постройки собора с точки зрения «золотого сечения», построить 3-D модель собора средствами on-line редакторе Tinkercad.

# Задачи

- Рассмотреть рекуррентную формулу ряда Фибоначчи и найти связь с «золотым сечением».
- Изучить информацию из различных источников об Успенском соборе Тульского кремля.
- Подготовить коллекцию фотографий собора.
- Исследовать пропорции в архитектуре собора, провести математические расчеты в вычислении пропорций «золотого сечения»;
- Построить 3-D модель собора.
- Обобщить полученные результаты и сделать вывод.



# Объект и предмет исследования

- **Объект исследования:**  
архитектурное здание собора
- **Предмет исследования:**  
закономерности ряда Фибоначчи, отражение «золотого сечения» в архитектуре Успенского собора Тульского кремля, построение 3-D модели собора в on-line сервисе Tinkercad.

# Новизна и методы исследования

**Новизна работы** состоит в том, что при исследовании культового зодчества с точки зрения гармоничности его пропорций, я построил 3- D модель собора в on-line сервисе Tinkercad.

## **Научные методы исследования:**

- теоретические (анализ, синтез, аналогия, формализация);
- эмпирические (измерение, работа с чертежами, фотографиями, наблюдение, сравнение, математические расчеты)

# Методика и этапы исследования

## Методика исследования.

- В ходе исследования мы провели необходимые методологические мероприятия, которые можно разбить на несколько этапов.
- **Первый этап** – подготовительный. На данном этапе определены цели и задачи исследования. После этого проведён сбор и анализ информации по выбранной теме, изучены книги по архитектуре и прикладной геометрии, исторические сведения о соборе.
- **Второй этап** – основной. Данный этап включает в себя систематизацию полученных сведений, методы, определения технических характеристик зданий и работе с фотографией. Вычисление отношений, сравнение полученных результатов с пропорциями «золотого сечения» и оформление выводов.
- **Третий этап** – итоговый, заключается в построении 3-D с помощью on-line редактора Tinkercad.



# Исторические сведения

Строительство Успенского собора началось 7 мая 1762 года по благословению епископа Коломенского и Каширского Порфирия.

На постройку собора и его отделку было израсходовано около 30 тысяч рублей. Это были средства, пожертвованные тульским купечеством и налоговые средства с производства вина и водки.

Главным строителем храма был купец Лукьян Коптельцев с «товарищами» Софроном Сидневым и Андреем Володимировым. Здание возвели быстро, за два года, к 8 мая 1764 года.

# Архитектура

Имя зодчего, автора проекта собора, неизвестно. Возведением храма занимались тульские мастера-кирпичники Емельян Цыбин и Онисий Васильев Добрынин. Тульский кузнец Осип Журов с помощниками отковал металлические стропила четырёхскатной кровли, каркасы куполов и другие детали. Золотил главы собора тульский купец Ларион Сорокин.

# Описание строения

Над мощным, почти кубическим объёмом храма возвышаются пять восьмигранных световых барабанов, увенчанных луковичными главами с простыми коваными крестами. С востока к основному объёму примыкает низкий алтарь. Строение напоминает типичные городские соборы XVI-XVII веков.

С простым объемным построением храма контрастирует его богатое декоративное оформление в стиле русского барокко.



# Роспись собора

Успенский собор расписывали **ярославские мастера**, работавшие в лучших традициях **ярославской школы** периода её расцвета. Роспись продолжалась два года в течение летнего времени 1765 и 1766 года, а 36 живописцами руководил Афанасий Андреевич Шустов. В числе художников были представители знаменитых династий ярославских изографов — Сопляковы, Иконниковы, Горины. Монументальная живопись Успенского собора выполнена в крупном плане, в спокойном, торжественном ритме.

# Колокольня

Четырёхъярусная колокольня Успенского собора строилась с 1772 по 1776 год при городском голове Илларионе Лугинине.

Строителями были избраны купцы Сафрон Сиднев, Иван Гурьев, Иосиф Журов.

Металлический шпиль колокольни по заказу городского общества выполнил Иосиф Журов.

Шпиль позолотили в 1826 году. Высота колокольни от земли до креста составляла 70,4 метра. На ней было размещено 22 колокола, а над колоколами разместили часы с боем.



# Числа Фиббоначи и «золотое сечение»

Один из основателей современной европейской математики Леонардо Пизанский (Leonardo Pisano; около 1170 — около 1250) по прозвищу Фибоначчи открыл последовательность чисел, которая имеет следующий вид : **1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610 ,987, 1597, 2584, 4181, 6765...** Каждое следующее число получается путем суммирования двух предыдущих.

В числах Фибоначчи существует одна очень интересная особенность: при делении любого числа из последовательности на число, стоящее перед ним, результатом будет всегда величина 1,618

$$233/144=1.618 \quad 377 /233 = 1.618$$

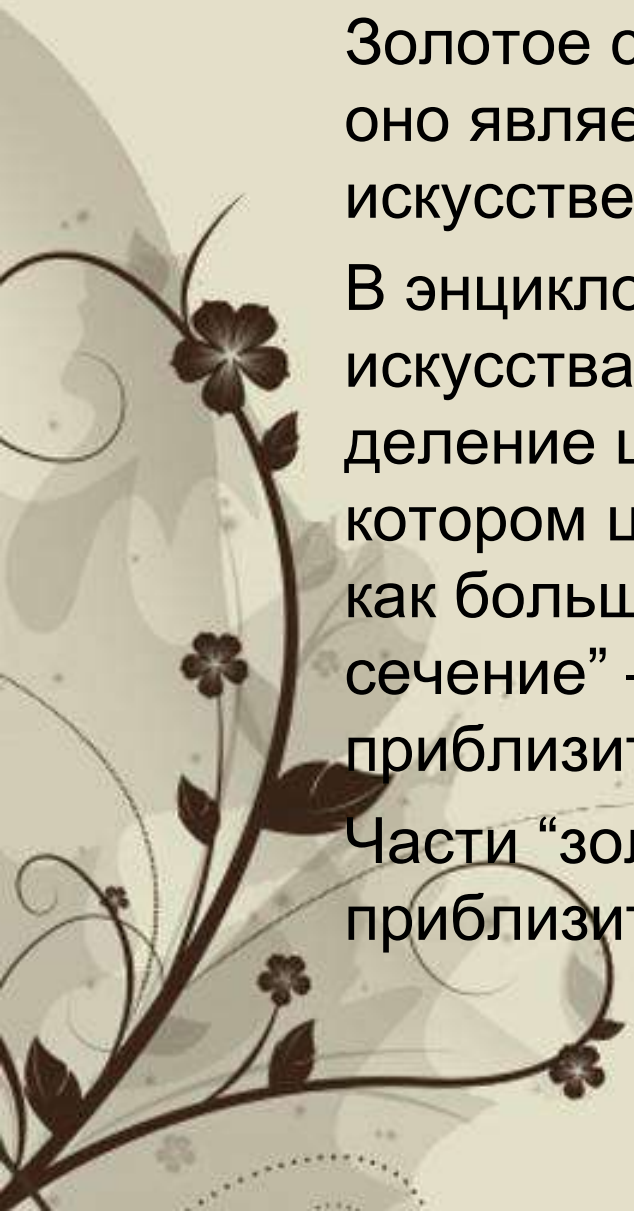
Итак, «Золотая пропорция» равна соотношению единицы к 1,618

# Архитектура и роль геометрии в ней

**Архитектура:** искусство и наука проектирования и строительства зданий и других объектов .

Архитектурное строение должно удовлетворять трем принципам:

- прочность – постройка должна быть крепкой и со временем оставаться в хорошем состоянии,
- польза – постройка должна удовлетворять потребности людей в соответствии со своим назначением,
- красота – постройка должна восхищать своим видом.

A decorative graphic on the left side of the page, featuring a dark brown, stylized vine with several five-petaled flowers and leaves. The background behind the vine is a light beige color with faint, circular patterns.

Золотое сечение – понятие математическое, но оно является критерием гармонии и красоты в искусстве.

В энциклопедическом словаре изобразительного искусства “Золотое сечение” «– это такое деление целого на две неравные части, при котором целое так относится к большей части, как большая к меньшей». Итак, “золотое сечение” – это иррациональное число, оно приблизительно равно 1,618.

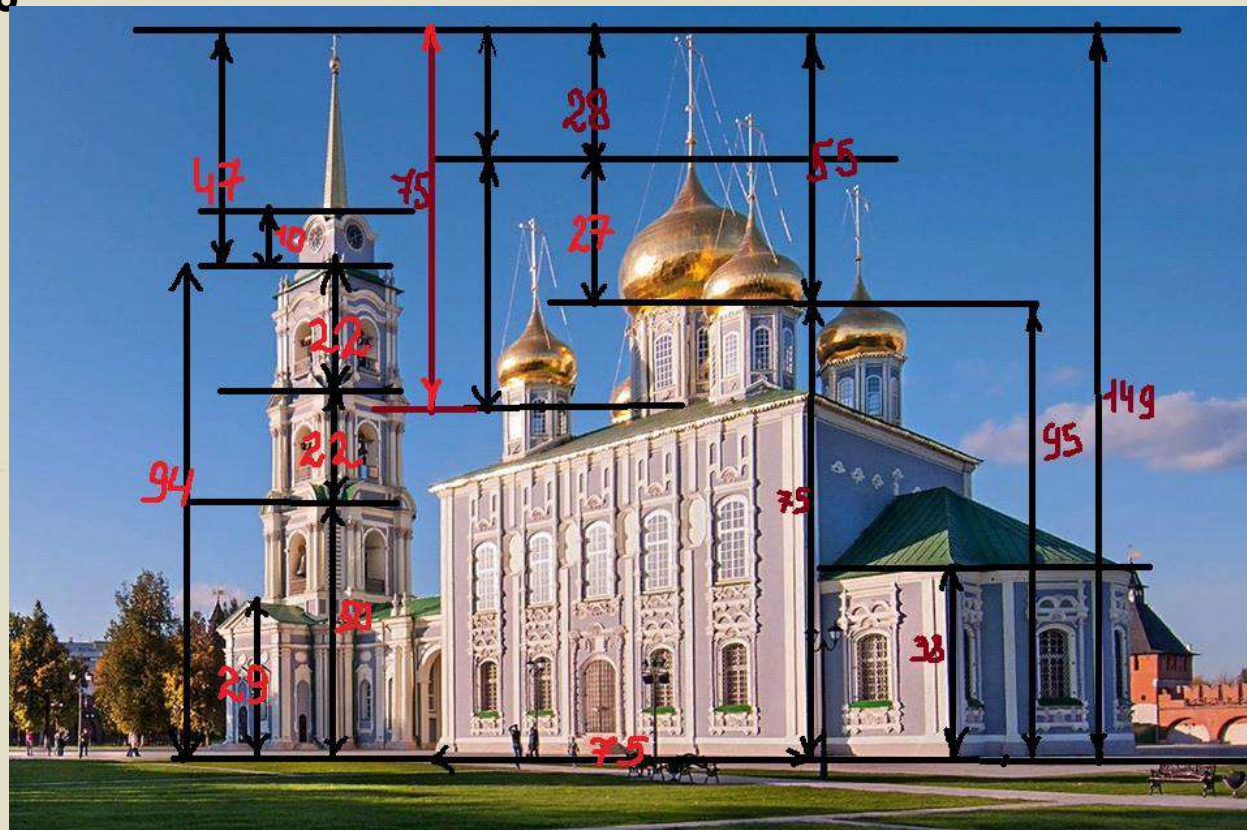
Части “золотого сечения” составляют приблизительно 62% и 38% всего отрезка.

# Исследование математического каркаса собора

Храм почти кубическое объемное строение. Основа храма – куб. Высоту храма я определил по фотографиям, где пропорции сохраняются (уменьшенная копия собора) (Приложение 1.).

1. Определил высоту основной части собора до куполов, равна 95.

Высота собора 149. Отношение большей части ко всей  $95/149=0,636\approx 0,6$

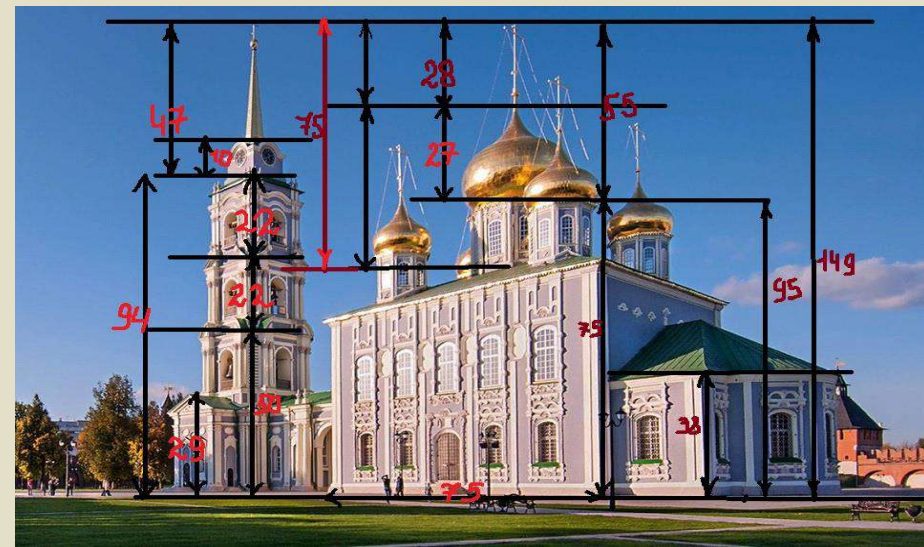




# Исследование пропорций колокольни

Рассмотрим главные вертикали колокольни, определяющие её силуэт. Взгляд на колокольню с любой стороны позволяет проследить её деление на основные части.

Я работал с фотографией собора, это уменьшенная модель копии храма в 375 раз. (Не исключаю погрешность сохранения пропорций фотографии)  
Действительная высота храма около 40 метров. Всю работу рассчитываю в мм.





# Исследование пропорций колокольни

- Фасад нижней части колокольни – прямоугольник, разделённый поясом карниза.
- Высота до карниза = 28,5, высота карниза с первой аркой=50. Отношение приблизительно равно:  $28/50=0,56$ . Высота каждой следующей из двух арок = 22, вся высота колокольни (70,4 м в реальности) , а фотографии равна 141. Высота четырех ярусов до башни с часами и шпилем =94, а высота башни со шпилем равна 47. Отношение равно  $47/94=0,5$



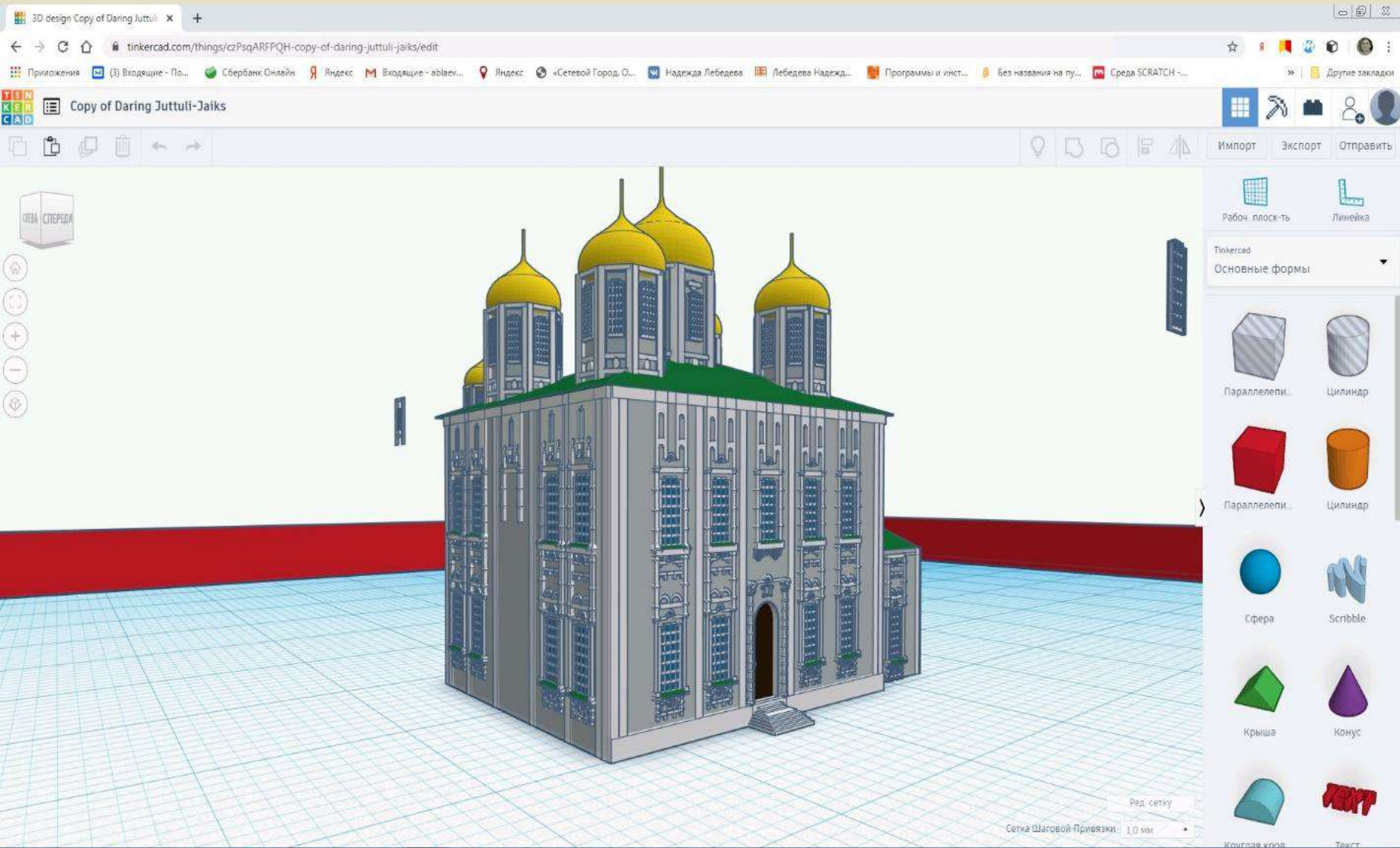
# Неизвестный архитектор использовал свою гармоничную систему пропорционирования, приближенно равную «золотой пропорции»

Средняя часть колокольни поделена на 3 части: 22, 22,22, Здесь мы также можем наблюдать гармоничную пропорцию :  $22/44 \approx 0,5$  Венчает колокольню узкогранный шпиль и маленький купол луковичной формы.

Отношение высоты всей колокольни к высоте её большей части равно  $141/94=1,5$  близка к «Золотому сечению».

Как видим, в главной вертикали колокольни, описывающей её силуэт, заложена система пропорций, близких к «золотому сечению».

# 3- D модель собора



**Спасибо  
за внимание**

