

Математика в архитектуре.

Исследовательский проект по математике.

Маркина Анастасия Сергеевна,

10А класс

Ушакова Ирина Николаевна,

учитель математики

Излучинск

2022

Автор проекта: Маркина Анастасия Сергеевна

Полное наименование образовательного учреждения, возрастная номинация: Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Излучинская общеобразовательная средняя школа №1 с углубленным изучением отдельных предметов», 15 лет

Полное название работы: Математика в архитектуре.

Руководитель: Ушакова Ирина Николаевна, МБОУ «Излучинская ОСШУИОП №1», учитель математики

Аннотация: Исследовательский проект направлен на создание представлений о математике, как науке, возникшей из потребностей человечества. В работе рассматриваются такие самостоятельные дисциплины как математика и архитектура, определяется их роль в окружающем нас мире, а также приводятся факты, доказывающие их тесную связь. Являясь проявлениями человеческой культуры, они на протяжении веков активно влияли друг на друга. По сути каждую можно рассматривать необходимым и существенным дополнением другой.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	
Понятие архитектуры, взаимосвязь с математикой	6
Прочность сооружений	9
Стойечно-балочная конструкция	9
Арочно-сводчатая конструкция	10
Каркасная система	11
Геометрическая форма	12
Симметрия	14
Зеркальная симметрия	16
Центральная симметрия	16
Переносная симметрия	16
Антисимметрия	17
Золотое сечение	18
Результаты исследования	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	21
Список источников	22
Приложение	23

Введение

Проблема:

Необходимость углубленного изучения математики при поступлении в профильные учебные заведения на специальность «Архитектура».

Актуальность:

Каждый человек в определенный момент жизни задумывается о своем будущем, но с самого детства я знала, что стану архитектором. Знакомство с этой профессией произошло благодаря моей старшей сестре. Она обучалась в университете на специальности «Архитектура». Ее рассказы о профессии меня всегда вдохновляли, поэтому я начала свой путь в этом направлении. Рассматривая ВУЗы для поступления, я задумалась о предметах, которые необходимо сдать на ЕГЭ, при выборе специальности «Архитектура». Список необходимых дисциплин включал в себя сдачу экзамена по профильной математике.

Я задалась вопросом: почему необходимо изучать углубленно математику, учась и работая в сфере архитектуры?

Получить ответ на этот вопрос мне необходимо в ближайшее время, так как я собираюсь учиться и работать в этой сфере.

Цель исследования:

Узнать на сколько велика роль математики в архитектуре.

Гипотеза:

Одним из наиболее важных разделов математики, участвующих в архитектуре, является геометрия.

Задачи исследования:

- Определить на сколько велика роль геометрии в архитектуре.
- Изучить прочность сооружений в зависимости от конструкции и лежащих в ней математических законов.
- Рассмотреть геометрические формы, существующие в архитектуре.

- Рассмотреть роль симметрии в архитектурных сооружениях.
- Исследовать присутствие «золотого сечения» в работе архитекторов.

Литературный обзор:

В ходе создания проекта необходимо осуществлять поиск, редактирование и сортировку информации.

Методика исследования:

В ходе работы над проектом я использовала разные методы исследования: изучение источников информации, сравнение различного материала, анализ полученных данных.

Основная часть

Понятие архитектуры, взаимосвязь с математикой

Что такое математика? Это очень важный вопрос, который до сих пор вызывает интерес и активно обсуждается и математиками, и философами, и историками науки. Известно классическое определение математики, сформулированное Ф. Энгельсом: «Чистая математика имеет своим объектом пространственные формы и количественные отношения действительного мира».

Это определение правильно указывает не только на предмет математики, но и на его происхождение – реальный мир. Однако математика интенсивно развивается, и данное определение нуждается в уточнении.

Новое определение математики предложила группа французских математиков, объединившихся под псевдонимом Никола Бурбаки, которая определяет математику как науку о математических структурах: группах, кольцах, полях, векторных пространствах и т.д. Определение математики, предлагаемое Бурбаки, имеет существенный дефект: оно не отражает отношение математики к окружающему миру.

Математика – наука не только о структурах, но и порядке и отношениях, исторически сложившихся на основе операций подсчета, измерения и описания формы объектов. Математические объекты создаются путем идеализации свойств реальных или других математических объектов и записи этих свойств на формальном языке.

Еще Галилей отмечал, что «книга природы написана на языке математики». В то же время отмечал Ф. Энгельс: «но совершенно неверно, будто в чистой математике разум имеет дело только с продуктами своего собственного творчества и воображения. Понятия числа и фигуры взяты не откуда-нибудь, а только из действительного мира. Зародившись в реальном мире и пройдя путь абстракции и развития в самой математике, математические понятие вновь «спускаются на землю» и идут по ней в своем триумфальном шествии. Именно

«земным происхождением» и объясняется поразительная эффективность математики в естествознании».

Математика не относится к естественным наукам, но широко используется в них как для точной формулировки их содержания, так и для получения новых результатов. Математика – фундаментальная наука, предоставляющая (общие) языковые средства другим наукам; тем самым она выявляет их структурную взаимосвязь и способствует нахождению самых общих законов природы.

Язык математики – это особый язык науки. В отличие от естественного языка (например, русского), который в основном классифицирует предметы и потому является языком качественным, язык математики в основном количественный. Количественный язык представляет собой дальнейшее развитие и уточнение обычного качественного языка, и он не исключает, а дополняет последний. Итак, математика – это не только самостоятельная наука о математических структурах, но и язык других наук, универсальный, общий, точный, простой, а потому красивый.

Об этом хорошо сказал знаменитый русский математик С.Л. Соболев, в 31 год ставший академиком: «Есть одна наука, без которой невозможна никакая другая. Это математика. Ее понятия, представления служат языком, на котором говорят, пишут и думают другие науки. Она объясняет закономерности сложных явлений, сводя их к простым, элементарным явлениям природы. Она предсказывает и предвычисляет далеко вперед с огромной точностью ход вещей».

Архитектура – древнейшая среда человеческой деятельности и ее результат. В ней тесно переплетены и взаимосвязаны наука, техника и искусство. Только гармоничное единство этих начал делают возводимое человеком сооружение памятником архитектуры на все времена, подобно совершенным памятникам литературы, ваяния, музыки. Но архитектура не только древнейшая сфера человеческой деятельности, не только «искусство строить», как определил ее средневековый итальянский архитектор Альберти, но и результат такой деятельности.

Архитектура (зодчество) – искусство и наука строить, проектировать здания и сооружения. И конечно, это совокупность зданий и сооружений, как некое пространство, созданное человеком и необходимое для его жизни и деятельности. Поэтому архитектура зарождается вместе с человеком и сопровождает человечество на всем его историческом пути.

По образному замечанию Н.В. Гоголя, «... архитектура – тоже летопись мира, она говорит, когда уже молчат и песни, и предания и когда уже ничто не говорит о погибшем народе. Пусть же она хоть отрывками является среди наших городов в таком виде, в каком она была при отжившем уже народе, чтобы при взгляде на нее осенила нас мысль о минувшей жизни и погрузила бы нас в его быт, в его привычки и степень понимания, и вызывала бы у нас благодарность за его существование, бывшее ступенью нашего собственного возвышения».

В архитектуре взаимосвязаны функциональные (назначение, польза), технические (прочность, долговечность) и эстетические (красота) свойства объектов.

Архитектура любого времени доносит до нас ощущения того, как люди жили раньше, к чему стремились, как понимали красоту. Она сочетает в себе логику ученого, ремесло мастера и вдохновение художника. «Прочность – польза – красота» – такова знаменитая формула единого архитектурного целого, сформулированная два тысячелетия тому назад древнеримским теоретиком зодчества Витрувием (I в. до н.э.).

Роль математики в формировании «прочности» и «пользы» архитектуры очевидна. Она такова же, какова роль математики в естественных науках и технике, в которых со времен Галилея она «царица всех наук» и ей принадлежат только первые роли.

Математика и архитектура развивались одновременно. Развитие математики требовало знание архитектуры и наоборот. В Древней Греции геометрия считалась одним из разделов архитектуры. Современный архитектор должен быть знаком с различными соотношениями ритмических рядов, позволяющих сделать объект наиболее гармоничным и выразительным. Кроме

того, он должен знать аналитическую геометрию и математический анализ, основы высшей алгебры и теории матриц, владеть методами математического моделирования и оптимизации.

Прочность сооружений

Люди с древних времен, возводя свои жилища, думали, в первую очередь, об их прочности. Прочность связана и с долговечностью. На возведение зданий люди тратили огромные усилия, а значит, были заинтересованы в том, чтобы они простояли как можно дольше. Кстати, благодаря этому, до наших дней дошли и древнегреческий Парфенон, и древнеримский Колизей.

Прочность сооружения обеспечивается не только материалом, из которого оно создано, но и конструкцией, которая используется в качестве основы при его проектировании и строительстве. Прочность сооружения напрямую связана с той геометрической формой, которая является для него базовой. Математик бы сказал, что здесь очень важна геометрическая форма (тело), в которое вписывается сооружение.

Самым прочным архитектурным сооружением с давних времен считаются египетские пирамиды. Как известно они имеют форму правильных четырехугольных пирамид.

Именно эта геометрическая форма обеспечивает наибольшую устойчивость за счет большой площади основания. С другой стороны, форма пирамиды обеспечивает уменьшение массы по мере увеличения высоты над землей. Именно эти два свойства делают пирамиду устойчивой, а значит и прочной в условиях земного тяготения.

Стойечно-балочная конструкция

На смену пирамидам пришла стойечно-балочная система. С точки зрения геометрии она представляет собой многогранник, который получится, если

мысленно на два вертикально стоящих прямоугольных параллелепипеда поставить еще один прямоугольный параллелепипед.

Это одна из первых конструкций, которая стала использоваться при возведении зданий и представляет собой сооружения, которые состоят из вертикальных стоек и покрывающих их горизонтальных балок. Первым таким сооружением было культовое сооружение – дольмен. Оно состояло из двух вертикально поставленных камней, на которые был поставлен третий вертикальный камень.

Кроме дольмена, до нас дошло еще одно сооружение, представляющее простейшую стоечно-балочную конструкцию – кромлех. Это также культовое сооружение, предположительно предназначенное для жертвоприношений и ритуальных торжеств. Кромлех состоял из отдельно стоящих камней, которые накрывались горизонтальными камнями. При этом они образовывали две или несколько концентрических окружностей.

Самый знаменитый кромлех сохранился до наших дней в местечке Стоунхендж в Англии. Некоторые ученые считают, что он был древней астрономической обсерваторией.

Нужно заметить, что до сих пор стоечно-балочная конструкция является наиболее распространенной в строительстве. Большинство современных жилых домов в своей основе имеют именно стоечно-балочную конструкцию.

Арочно-сводчатая конструкция

Камень плохо работает на изгиб, но хорошо работает на сжатие. Это привело к использованию в архитектуре арок и сводов. Так возникла новая арочно-сводчатая конструкция.

С появлением арочно-сводчатой конструкции в архитектуру прямых линий и плоскостей, вошли окружности, круги, сферы и круговые цилиндры. Первоначально в архитектуре использовались только полуциркульные арки или

полусферические купола. Это означает, что граница арки представляла собой полуокружность, а купол – половину сферы.

Например, именно полусферический купол имеет Пантеон – храм всех богов в Риме. Диаметр купола составляет 43 м. При этом высота стен Пантеона равна радиусу полусферы купола. В связи с этим получается, что само здание этого храма как бы «накинута» на шар диаметром 43 м.

Этот вид конструкции был наиболее популярен в древнеримской архитектуре. Арочно-сводчатая конструкция позволяла древнеримским архитекторам возводить гигантские сооружения из камня.

К ним относится знаменитый Колизей или амфитеатр Флавиев. Свое название он получил от латинского слова *colosseus*, которое переводится как колоссальный, или огромный.

Эта же конструкция использовалась при создании гигантских терм Каракаллы и Диоклетиана, вмещавших одновременно до 3 тысяч посетителей.

Каркасная система

Следующим этапом развития архитектурных конструкций явилась каркасная система. Наружные каменные полуарки являлись каркасом, которые окружали сооружение и принимали на себя основные нагрузки. Арочная конструкция послужила прототипом каркасной конструкции, которая сегодня используется в качестве основной при возведении современных сооружений из металла, стекла и бетона. Достаточно вспомнить конструкции известных башен: Эйфелевой башни в Париже и телебашни на Шаболовке.

Телебашня на Шаболовке состоит из нескольких поставленных друг на друга частей однополостных гиперболоидов. Причем каждая часть сделана из двух семейств прямолинейных балок. Эта башня построена по проекту замечательного инженера В.Г. Шухова.

Моду на строительство гиперболоидных башен ввел именно Шухов. Первое сооружение, представлявшее собой сетчатую металлическую

конструкцию, было презентовано им еще в 1896 году, на Всероссийской промышленной выставке. Однако проект телебашни на Шаболовке Шухов разработал в 1919 году. Однополостный гиперboloид – это поверхность, образованная вращением в пространстве гиперболы, расположенной симметрично относительно одной из осей координат в прямоугольной системе координат, вокруг другой оси.

Обратите внимание, что любое осевое сечение однополостного гиперboloида будет ограничено двумя гиперболами.

Другой интересной для архитекторов геометрической поверхностью оказался гиперболический параболоид. Это поверхность, которая в сечении имеет параболы и гиперболу. Появление новых строительных материалов делает возможным создание тонкого железобетонного каркаса и стен из стекла. Достаточно вспомнить американские небоскребы или, например, здание Кремлевского дворца съездов, созданных из стекла и бетона. Именно эти материалы и каркасные конструкции стали преобладающими в архитектурных сооружениях XX века. Они обеспечивают зданиям высокую степень прочности.

Геометрическая форма

Ни один из видов искусств так тесно не связан с геометрией как архитектура.

Архитектурные произведения живут в пространстве, являются его частью, вписываясь в определенные геометрические формы. Кроме того, они состоят из отдельных деталей, каждая из которых также строится на базе определенного геометрического тела. Прочность сооружений напрямую связана с той геометрической формой, которая является для него базовой. Часто геометрические формы являются комбинациями различных геометрических тел.

Здание клуба имени И.В. Русакова в Москве построено в 1929 г. по проекту архитектора К. Мельникова. Базовая часть здания представляет собой прямую невыпуклую призму. Призма является невыпуклой, благодаря выступам,

которые заполнены вертикальными рядами окон. При этом гигантские нависающие объемы также являются призмами, только выпуклыми.

Геометрическая форма сооружения настолько важна, что бывают случаи, когда в имени или названии здания закрепляются названия геометрических фигур. Так, здание военного ведомства США носит название Пентагон, что означает пятиугольник. Связано это с тем, что, если посмотреть на это здание с большой высоты, то оно действительно будет иметь вид пятиугольника. На самом деле только контуры этого здания представляют пятиугольник. Само же оно имеет форму многогранника.

В Спасской башне Московского кремля в основании можно увидеть прямой параллелепипед, переходящий в средней части в фигуру, приближающуюся к цилиндру, завершается же она пирамидой. При более детальном рассмотрении и изучении деталей можно увидеть: круги – циферблаты курантов; шар – основание для крепления рубиновой звезды; полукруги – арки одного из рядов бойниц на фасаде башни и т.д. Таким образом, можно говорить о пространственных геометрических фигурах, которые служат основой сооружения в целом или отдельных его частей, а также плоских фигурах, которые обнаруживаются на фасадах зданий.

Церковь Ильи Пророка в Ярославле была построена в середине XVII века. При ее создании зодчие использовали как шатровые покрытия, так и купола в виде луковок.

Рассмотрим еще один яркий архитектурный стиль – средневековая готика. Готические сооружения были устремлены ввысь, поражали величием, главным образом за счет высоты. И в их формах также широко использовались пирамиды и конусы, которые соответствовали общей идее – стремлению вверх. Характерными деталями для готических сооружений являются стрельчатые арки порталов, высокие стрельчатые окна, закрытые цветными витражами.

Обратимся к геометрическим формам в современной архитектуре.

Во-первых, рассмотрим архитектурный стиль «Хай Тек», где вся конструкция открыта для обозрения. Здесь мы можем видеть геометрию линий,

которые идут параллельно или пересекаются, образуя ажурное пространство сооружения. Примером, своеобразной прародительницей этого стиля, может служить Эйфелева башня.

Во-вторых, современный архитектурный стиль, благодаря возможностям современных материалов, использует причудливые формы, которые воспринимаются нами через их сложные, изогнутые (выпуклые и вогнутые) поверхности.

Чтобы представить эти поверхности достаточно обратиться к зданиям, возведенным Антонио Гауди.

Симметрия

Симметрия – царица архитектурного совершенства. Слово «симметрия» произошло от греч. слова symmetria – соразмерность.

Симметрия – соответствие, неизменность (инвариантность), проявляемые при каких-либо изменениях, преобразованиях (например: положения, энергии, информации и др). Так, например, сферическая симметрия тела означает, что вид тела не изменится, если его поворачивать в пространстве на произвольные углы (сохраняя одну точку на месте).

Рассматривая симметрию в архитектуре, нас будет интересовать геометрическая симметрия – симметрия формы как соразмерность частей целого.

Замечено, что при выполнении определенных преобразований над геометрическими фигурами, их части, переместившись в новое положение, вновь будут образовывать первоначальную фигуру.

При осевой симметрии части, которые, если можно так сказать, «взаимозаменяют» друг друга, образованы некоторой прямой. Эту прямую принято называть осью симметрии.

Архитектурные сооружения, созданные человеком, в большей своей части симметричны. Они приятны для глаза, их люди считают красивыми.

Симметрия воспринимается человеком как проявление закономерности, а значит внутреннего порядка. Внешне этот внутренний порядок воспринимается как красота.

Симметричные объекты обладают высокой степенью целесообразности – ведь симметричные предметы обладают большей устойчивостью и равной функциональностью в разных направлениях. Все это привело человека к мысли – чтобы сооружение было красивым оно должно быть симметричным.

Симметрия использовалась при сооружении культовых и бытовых сооружений в Древнем Египте. Украшения этих сооружений тоже представляют образцы использования симметрии.

Но наиболее ярко симметрия проявляется в античных сооружениях Древней Греции, предметах роскоши и орнаментах, украшавших их. С тех пор и до наших дней симметрия в сознании человека стала объективным признаком красоты.

Соблюдение симметрии является первым правилом архитектора при проектировании любого сооружения. Стоит только посмотреть на великолепное произведение А.Н. Воронихина – Казанский собор в Санкт-Петербурге, чтобы убедиться в этом.

Если мы мысленно проведем вертикальную линию через шпиль на куполе и вершину фронтона, то увидит, что с двух сторон от нее абсолютно одинаковые части сооружения (колоннады и здания собора). Но возможно, что вы не знаете, что в Казанском соборе есть еще одна, если можно так сказать «несостоявшаяся» симметрия.

Дело в том, что по канонам православной церкви вход в собор должен быть с востока, т.е. он должен быть с улицы, которая находится справа от собора и идет перпендикулярно Невскому проспекту. Но, с другой стороны, Воронихин понимал, что собор должен быть обращен к главной магистрали города. И тогда он сделал вход в собор с востока, но задумал еще один вход, который украсил прекрасной колоннадой. Чтобы сделать здание совершенным, а значит симметричным, такая же колоннада должны была располагаться с другой

стороны собора. Тогда, если бы мы посмотрели на собор сверху, то план его имел бы не одну, а две оси симметрии. Но замыслам архитектора было не суждено сбыться.

Зеркальная симметрия

В пространстве аналогом оси симметрии является плоскость симметрии. Таким образом, в пространстве обычно рассматривается симметрия относительно плоскости симметрии.

Например, куб симметричен относительно плоскости, проходящей через его диагональ. Имея в виду обе случая (плоскости и пространства), этот вид симметрии иногда называют зеркальной. Название это оправдано тем, что обе части фигуры, находящиеся по разные стороны от оси симметрии или плоскости симметрии, похожи на некоторый объект и его отражение в зеркале. То есть правая и левая сторона относительно какой-либо плоскости выглядят одинаково.

Центральная симметрия

Кроме зеркальной симметрии рассматривается центральная или поворотная симметрия. В этом случае переход частей в новое положение и образование исходной фигуры происходит при повороте этой фигуры на определенный угол вокруг точки, которая обычно называется центром поворота. Отсюда и приведенные выше названия указанного вида симметрии.

Поворотная симметрия может рассматриваться и в пространстве. Куб при повороте вокруг точки пересечения его диагоналей на угол 90 градусов в плоскости, параллельной любой грани, перейдет в себя. Поэтому можно сказать, что куб является фигурой центрально симметричной или обладающей поворотной симметрией.

Переносная симметрия

Еще одним видом симметрии, является переносная симметрия. Суть этого вида симметрии состоит в том, что части целой формы организованы таким образом, что каждая следующая повторяет предыдущую и отстоит от нее на определенный интервал в определенном направлении. Этот интервал называют шагом симметрии.

Переносная симметрия обычно используется при построении бордюров. В произведениях архитектурного искусства ее можно увидеть в орнаментах или решетках, которые используются для их украшения. Переносная симметрия используется и в интерьерах зданий.

Симметрия – это гармония, базирующаяся на математическом чувстве человека. Художественные чувства гармонии в человеке тесно связаны с математическим.

Кроме представленных различают и другие виды симметрий: вращательная, скользящая, точечная, поступательная, винтовая, неизометричная, фрактальная.

Антисимметрия

Кроме симметрии в архитектуре можно рассматривать антисимметрию и диссимметрию.

Антисимметрия это противоположность симметрии, ее отсутствие. Примером антисимметрии в архитектуре является Собор Василия Блаженного в Москве, где симметрия отсутствует полностью в сооружении в целом. Однако, удивительно, что отдельные части этого собора симметричны и это создает его гармонию.

Диссимметрия – это частичное отсутствие симметрии, расстройство симметрии, выраженное в наличии одних симметричных свойств и отсутствии других. Примером диссимметрии в архитектурном сооружении может служить Екатерининский дворец в Царском селе под Санкт-Петербургом. Практически в

нем полностью выдержаны все свойства симметрии за исключением одной детали. Наличие Дворцовой церкви расстраивает симметрию здания в целом. Если же не принимать во внимание эту церковь, то Дворец становится симметричным.

Завершая, можно констатировать, что красота есть единство симметрии и диссимметрии.

Золотое сечение

Пропорциональность – важнейшее определение в архитектуре. Оно характеризует тектонику здания, то есть его строение, соразмерность его частей по отношению друг к другу и к целому.

От того, насколько гармонично сделаны здания или вещь, насколько пропорциональны, сомасштабны и ритмичны их формы, зависит не только их функциональная значимость, но и художественная ценность, красота.

В IV веке до н.э. древнегреческий математик Евдокс обобщил понятие пропорции на случай несоизмеримых величин (например, стороны и диагонали квадрата).

Золотое сечение – гармоническая пропорция. Это такое пропорциональное деление отрезка на неравные части, при котором весь отрезок так относится к большей части, как сама большая часть относится к меньшей; или другими словами, меньший отрезок так относится к большему, как больший ко всему ($a : b = b : c$ или $c : b = b : a$).

Отрезки золотой пропорции выражаются иррациональной бесконечной дробью 0,618... и 0,382... Для практических целей часто используют приближенные значения 0,62 и 0,38. Если отрезок принять за 100 частей, то большая часть отрезка равна 62, а меньшая – 38 частям.

В книгах о «золотом сечении» можно найти замечание о том, что в архитектуре, как и в живописи, все зависит от положения наблюдателя, и что, если некоторые пропорции в здании, с одной стороны, кажутся образующими

«золотое сечение», то с других точек зрения они будут выглядеть иначе. «Золотое сечение» дает наиболее спокойное соотношение размеров тех или иных длин.

Пропорции пирамиды Хеопса, храмов, барельефов, предметов быта и украшений из гробницы Тутанхамона свидетельствуют, что египетские мастера пользовались соотношениями «золотого сечения» при их создании.

Исследование геометрии Великой пирамиды не дает однозначного ответа на вопрос о первоначальных пропорциях этого строения. Допускается, что египтяне имели представление о «золотом сечении» и числе π , которые были отражены в пропорциях пирамиды: так, соотношение высоты к половине периметра основания равняется $14/22$ (высота = 280 локтей, а основание = 220 локтей, полупериметр основания = 2×220 локтей; $280/440 = 14/22$).

Одним из красивейших произведений древнегреческой архитектуры является Парфенон (V в. до н. э.).

Парфенон имеет 8 колонн по коротким сторонам и 17 по длинным. Выступы сделаны целиком из квадратов пентилейского мрамора. Благородство материала, из которого построен храм, позволило ограничить применение обычной в греческой архитектуре раскраски, она только подчеркивает детали и образует цветной фон (синий и красный) для скульптуры. Отношение высоты здания к его длине равно 0,618. Если произвести деление Парфенона по «золотому сечению», то получим те или иные выступы фасада.

Другим примером из архитектуры древности является Пантеон.

Также известный русский архитектор М. Казаков в своем творчестве широко использовал «золотое сечение».

Его талант был многогранным, но в большей степени он раскрылся в многочисленных осуществленных проектах жилых домов и усадеб. Например, «золотое сечение» можно обнаружить в архитектуре здания сената в Кремле.

По проекту М. Казакова в Москве была построена Голицынская больница, которая в настоящее время называется Первой клинической больницей имени Н.И. Пирогова.

Еще один архитектурный шедевр Москвы с «золотым сечением» – дом Пашкова – является одним из наиболее совершенных произведений архитектуры В. Баженова.

Прекрасное творение В. Баженова прочно вошло в ансамбль центра современной Москвы, обогатило его. Наружный вид дома сохранился почти без изменений до наших дней, несмотря на то, что он сильно обгорел в 1812 г.

Многие высказывания зодчего заслуживают внимание и в наши дни. О своем любимом искусстве В. Баженов говорил: «Архитектура – главнейшее имеет три предмета: красоту, спокойность и прочность здания... К достижению сего служит руководством знание пропорции, перспектива, механика или вообще физика, а всем им общим вождем является рассудок».

Результаты исследования

В результате исследования я узнала, что математика предлагает архитектору ряд, если так можно назвать, общих правил организации частей в целое, которые помогают:

- расположить эти части в пространстве, так, чтобы в них проявлялся порядок;
- установить определенное соотношение между размерами частей и задать для изменения размеров (уменьшения или увеличения) определенную единую закономерность, что обеспечивает восприятие целостности и представление о порядке;
- выделить определенное место в пространстве, где будет размещаться сооружение, описать его определенной математической формой, которая также позволит выделить его из других сооружений и внести в их состав, создав новую композицию, новый архитектурный ансамбль.

Заключение

В заключении хочется отметить, что, изучая материалы для данной работы, было получено много интересных фактов из истории архитектуры и геометрии, что еще раз убеждает меня в многогранности применения геометрии, как части математики, и необходимости ее изучения углубленно.

Рассмотрев достаточное количество материала, я смогла выполнить поставленные задачи и выяснила:

- Геометрия является основой архитектуры и благодаря ей мы можем создать как простую и прочную конструкцию, так и здание причудливой и необычной формы.
- Прочность и долговечность постройки зависит о выбранной архитектором конструкции, в основе которой лежат различные математические законы. Чем точнее архитектор осуществляет подсчет, следуя законам математики, тем надежнее конструкция.
- С развитием науки и технологий в архитектуре появляется все больше различных геометрических форм. Они придают зданиям интересный и необычный вид.
- Привлекательность здания во многом зависит от симметрии и от того какой вид симметрии или диссимметрии выбирает проектирующий архитектор.
- Внешний вид здания определяет и наличие «золотого сечения» с правильным соотношением пропорций.

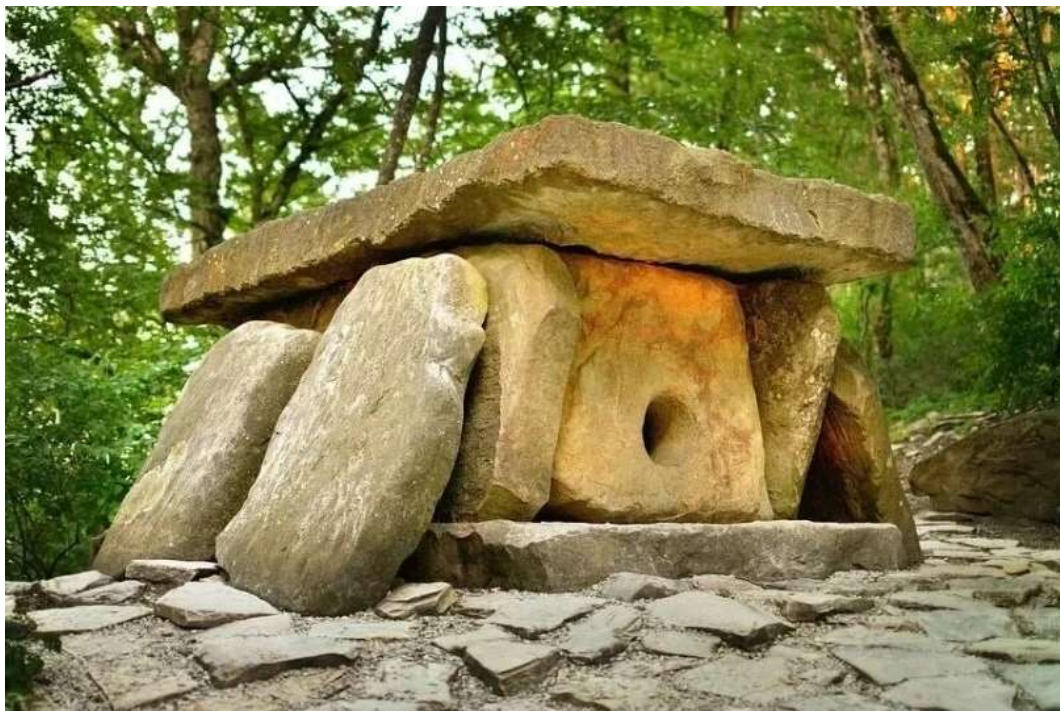
Таким образом, выдвинутая гипотеза доказана.

Список источников

1. <https://wikiway.com/russia/moskva/shukhovskaya-bashnya/>
2. <https://www.hisour.com/ru/mathematics-and-architecture-17802/>
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Математика>
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Архитектура>
5. Венгерова М.Э. Философско-геометрические системы мер длины храмостроения Древней Руси X-XV веков. Архитектура и современные информационные технологии. 2019. No 3 (48). С. 23-37

Приложение

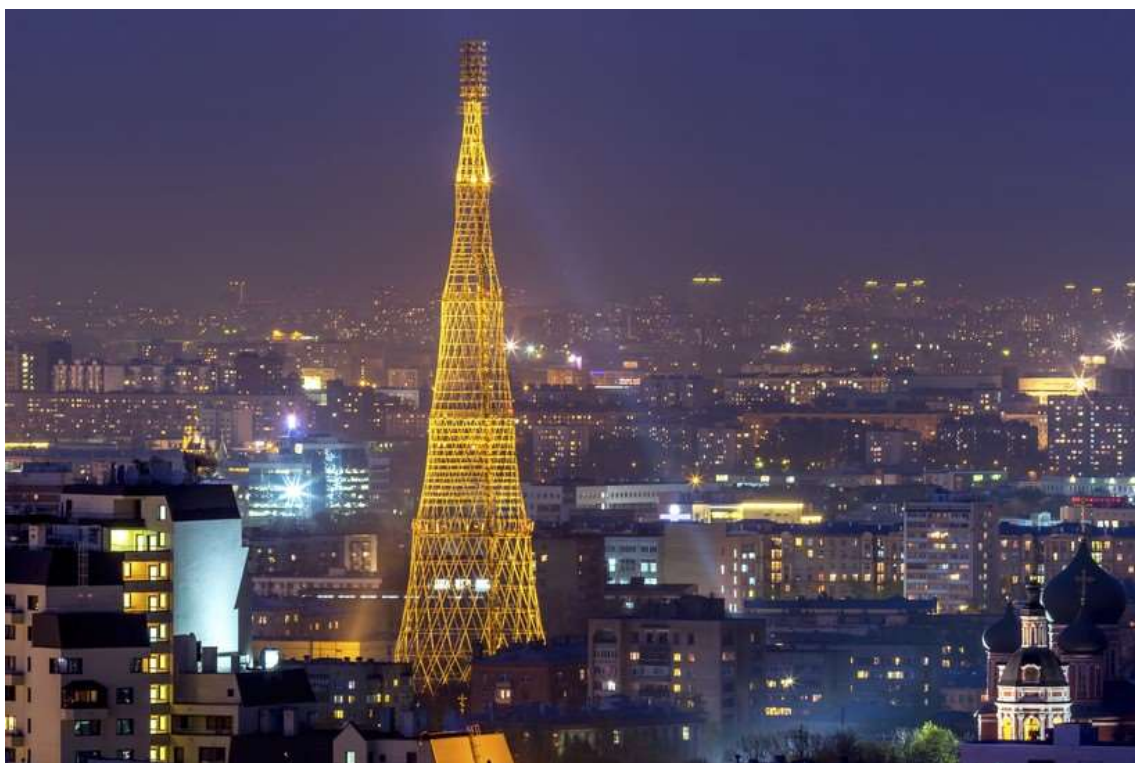
Дольмен



Кромлех «Стоунхендж»



Телебашня на Шаболовке



Эйфелева башня



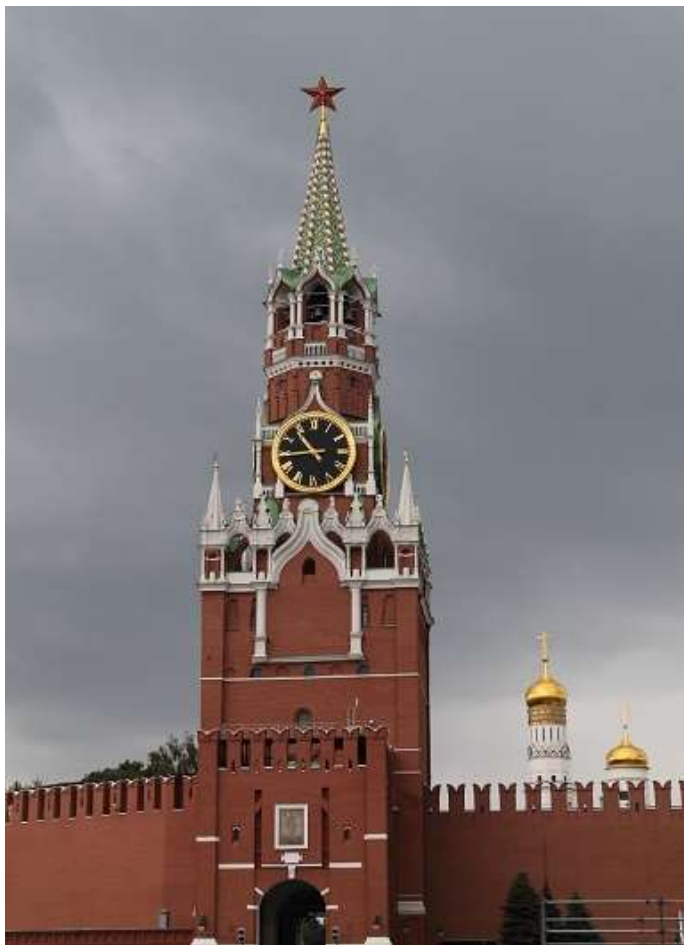
Клуб имени И.В.Русакова



Пектагон



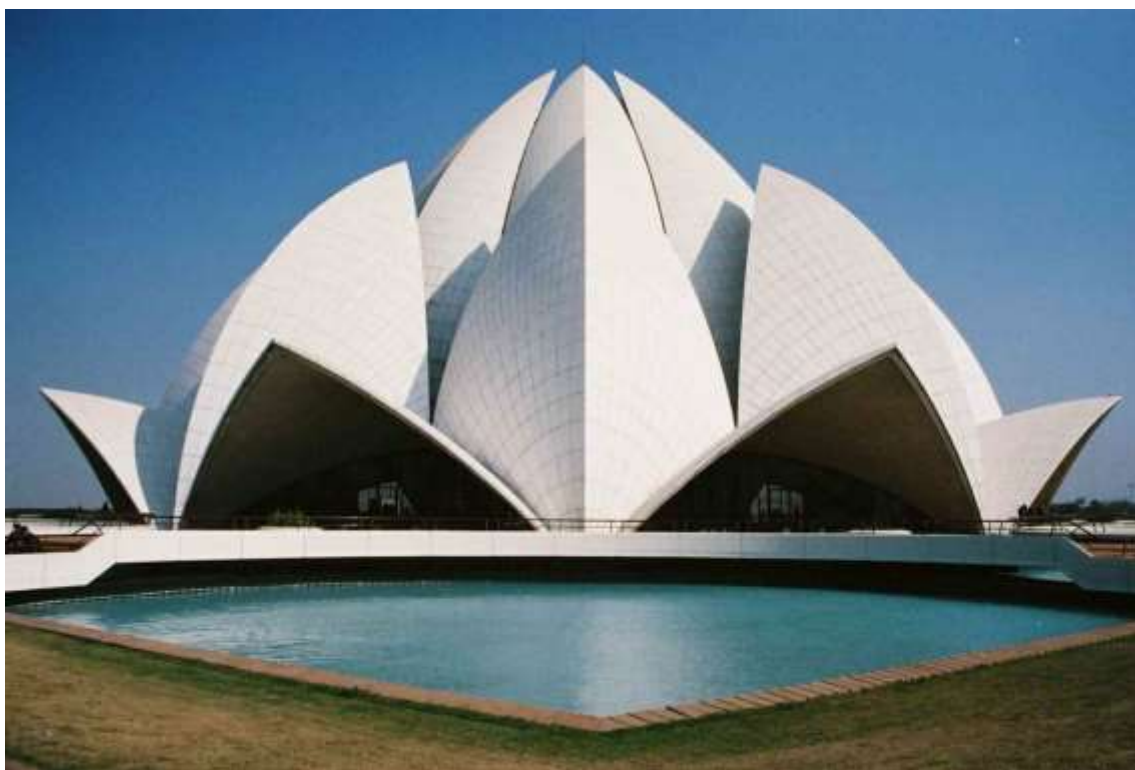
Спасская башня Московского кремля



Казанский кафедральный собор



Храм лотоса Нью-Дели



Тадж – Махал



Собор Василия Блаженного



Екатерининский дворец в Царском селе



Парфенон



Голицинская больница



Дом Пашкова

