

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»**

«НОБЕЛЕВСКИЕ НАДЕЖДЫ КНИТУ - 2020»

Номинация «Математика»

Творческая работа

«Архитектура через призму симметрии и химии»

Выполнил: Багавеев Артур Марселевич,
ученик __8__ класса
лицея-интерната для одаренных детей
с углубленным изучением химии –
филиала ФГБОУ ВО «КНИТУ» в п. Дубровка
Руководитель: учитель математики,
Галанина О.А.

Казань, 2019 (20)

Содержание

Введение	3
Основная часть работы	
1. Теоретическая часть.....	5
1.1. Симметрия в архитектуре.....	5
1.2 Симметрия в архитектуре зданий п. Дубровка.....	9
1.3. Химия в архитектуре	9
2. Практическая часть.....	12
2.1 Изготовление макета Большого театра.....	12
2.2 Масштабирование, расчеты.....	15
2.3 Химическая составляющая работы.....	16
Заключение	17
Список литературы	18

Введение

На одном из уроков геометрии учитель начала урок с цитаты Л.Н.Толстого: «Стоя перед черной доской и рисуя на ней мелом разные фигуры, я вдруг был поражен мыслью: почему симметрия приятна глазу? Что такое симметрия? Это выраженное чувство, отвечал я сам себе. На чём же оно основано?». Поэтому мне захотелось исследовать симметрию через призму архитектуры и химии, так как я учусь в лицее - интернате с углубленным изучением химии. На самом деле, между этими категориями теснейшая связь. Химия - одна из важнейших и обширных областей естествознания, наука о веществах, их свойствах, строении и превращениях, происходящих в результате химических реакций, она присутствует везде, во всем окружающем нас мире. Так же и симметрия, с проявлениями которой мы встречаемся буквально на каждом шагу. Взгляните на порхающую бабочку, загадочную снежинку, мозаику в храме, морскую звезду, кристалл граната, бактерии или вирусы – всё это примеры симметрии.

Поэтому мы остановились на творческой работе на тему «Архитектура через призму симметрии и химии».

Были составлены вопросы и проведено анкетирование учащихся 7-9-ых классов нашего лицея.

Вопросы анкеты:

1. Знаете ли вы что такое «симметрия»?
2. Укажите виды симметрии.
3. Где вы встречаетесь с явлением симметрии?
4. Укажите симметричные объекты, расположение на территории Республики Татарстан.
5. Какие химические свойства строительных материалов нужны при строительстве архитектурных сооружений?

На первый вопрос большинство учеников отвечает не полностью, так как они утверждают, что знают, что такое симметрия, но в тоже время не дают четкого определения.

На второй вопрос некоторые школьники приводят примеры из учебника геометрии (центральная и осевая виды симметрии), а другие вообще не знают видов симметрии.

Отвечая на третий вопрос, учащиеся называют школьные предметы (геометрия, биология, химия, физика), архитектуру, также популярным ответом было нахождение симметрии в окружающем мире. Самым популярным ответом на четвертый вопрос стал наш химический лицей. Однако как оказалось в ходе работы выяснилось, что лицей не является симметричным объектом. При анализе ответов на пятый вопрос, определилась проблема для большинства учащихся сформулировать основные химические свойства строительных материалов, необходимые при строительстве архитектурных сооружений. В связи с результатами анкетирования мы определили цель нашей работы.

Цель работы - изучить понятие симметрии и виды симметрии, а также выделить элементы рассмотренных видов симметрии на примерах различных объектов окружающей среды. Изучить химические вещества, используемые при строительстве архитектурных сооружений.

Для этого были решены следующие задачи:

1. Познакомиться с понятием симметрии из различных источников.
2. Рассмотреть виды симметрии, свойства строительных материалов, используемых для строительства архитектурных сооружений.
3. Создать свой макет архитектурного сооружения (произвести расчеты, анализ материалов и выбрать необходимые для создания макета).

Ход работы:

1. Найти симметричные фигуры и предметы в окружающем мире;
2. Рассмотреть здания улиц нашего поселка Дубровка.
3. Определить значение и использование симметрии.
4. Провести сравнительный анализ и оценку химических веществ при использовании их в строительстве архитектурных сооружений.

Методы работы: систематизация и обобщение теоретического материала, сравнительный анализ и оценка химических веществ при использовании в строительстве архитектурных сооружений.

Основная часть работы

1. Теоретическая часть

1.1 Симметрия в архитектуре.

Все сталкиваются с явлением симметрии в широком смысле этого слова и с её конкретными видами. Большинство связывает это понятие с целесообразностью, упорядоченностью, красотой. В нашей работе мы хотим более подробно остановиться на симметрии в окружающем нас мире, особенно на территории нашего поселка. Тема актуальна, чем больше мы увидим связь математики с реальным миром, тем понятнее станет она.

Материалы работы могут быть использованы при изучении темы: «Понятие симметрии» на уроках геометрии.

Архитектура - это строительное искусство, умение проектировать и создавать города, жилые дома, общественные и производственные здания, площади и улицы, парки. Во многих городах мира можно встретить церкви, дворцы и особняки, современные здания театров, библиотек перед которыми захочется остановиться и повнимательнее их рассмотреть. Это потому, что здания и улицы, площади и парки, комнаты и залы своей красотой могут волновать воображение и чувства человека, как и другие произведения искусства. Шедевры архитектуры запоминаются как символы народов и стран. Всему миру известны Кремль и Красная площадь в Москве, Эйфелева башня в Париже, древний Акрополь в Афинах. Однако в отличие от других искусств, произведения архитектуры люди не только созерцают, но и постоянно используют. Архитектура окружает нас и образует пространственную среду для жизни и деятельности людей.

Ещё в древности задачи архитектуры определяли тремя качествами - пользой, прочностью, красотой. Известное стремление человека к красоте и совершенству вдохновляет творческую фантазию архитектора на поиск всё новых необычных архитектурных форм, неповторимости облика и яркости художественного образа сооружения.

Каждое здание производит своё впечатление: одно имеет торжественный, праздничный облик, другое - строгий, третье - лирический. Памятники архитектуры, относящиеся к разным эпохам и странам, отличаются друг от друга по внешнему виду или по стилю, как отличались условия проживания и художественные вкусы людей тех времен.

Впечатление от здания во многом зависит от ритма, т.е. от четкого распределения и повторения в определенном порядке объемов зданий или отдельных архитектурных форм на здании (колонн, окон, рельефов и т.д.). Преобладание элементов вертикального ритма - колонн, арок, проемов, - создает впечатление облегченности, устремленности вверх.

Наоборот, горизонтальный ритм - карнизы, фризы, пояса и - придает зданию впечатление приземистости, устойчивости. В архитектуре, как и в других видах искусства, существует понятие стиля, т.е. исторически сложившейся совокупности художественных средств и приемов.

Наиболее распространена в архитектуре зеркальная симметрия. Ей подчинены постройки Древнего Египта и храмы античной Греции, амфитеатры и триумфальные арки римлян, дворцы и церкви Ренессанса, равно как и многочисленные сооружения современной архитектуры. Каждая деталь в симметричной системе существует как двойник своей обязательной паре, расположенной по другую сторону оси, и благодаря этому она может рассматриваться лишь как часть целого. На чертежах такое соответствие показывается линией, получившей название ось



симметрии. Именно поэтому данный архитектурный вид получил название осевая симметрия.

Симметрия относительно точки называется центральной. Данный вид называют поворотным, он предполагает наличие двух идентичных элементов по разным сторонам от центра. Данное равенство используется в архитектуре реже осевой. Она присуща античным круглым храмам, используется в колоннах. Своеобразный мастер советской архитектуры Мельников, любил экспериментировать в данном направлении. Его конкурсный проект дворца Советов представлял собой круг, пересеченный вертикальной плоскостью. Памятник Колумбу, того же архитектора, подчинен симметрии относительно горизонтальной плоскости. Античные амфитеатры, термы проектировались по принципу центральной симметрии.



Прочие виды симметрии в архитектуре используются крайне редко, но и они могут обеспечить практическую и художественную целесообразность формы. К редко используемым видам симметрии относится и винтообразная. Она издавна применялась для элементов здания - винтовых лестниц и пандусов, витых стволов колонн.

Абсолютная симметрия в крупных и сложных сооружениях, строго говоря, невозможна. Сложность функциональных систем вызывает частичные отклонения от основной, определяющей характер композиции симметричной схемы. Нарушенную, частично расстроенную симметрию мы называем диссимметрией.

Диссимметрия — явление, широко распространенное в живой природе. Она характерна и для человека. Человек диссимметричен, несмотря на то, что очертания его тела имеют плоскость симметрии. Диссимметрия сказывается в лучшем владении



одной из рук, в несимметричном расположении сердца и многих других органов, в строении этих органов.

Частично нарушенная симметрия, отвечающая сложности жизненных процессов и в то же время служащая художественным средством выражения этой сложности, часто встречается и в современной зарубежной архитектуре.

С точки зрения математических понятий асимметрия - лишь отсутствие симметрии. Однако обширная категория приемов композиции совсем не покрывается этим негативным определением. В архитектуре - симметрия и асимметрия - два противоположных метода закономерной организации пространственной формы. Подчиненная собственным внутренним законам, асимметрия отнюдь не исчерпывается разрушением симметрии. Единство является целью построения асимметричной системы так же, как и симметричной, однако достигается оно иным путем. Тождество частей и их расположения заменяется зрительным равновесием. Асимметричные композиции в процессе развития архитектуры возникли как воплощение сложных сочетаний жизненных процессов и условий окружающей среды. Конкретные формы таких композиций вырастают как результат неповторимого сочетания факторов. Асимметрия поэтому индивидуальна, в то время как в самом принципе симметрии заложена общность, признак, связывающий все сооружения, имеющие симметрию данного типа.

Соподчиненность частей - основное средство объединения асимметричной композиции. Соподчинение проявляется не только в соотношении размеров, расстановке силуэтных и пластических акцентов, но в направленности системы пространств и объемов к главным частям здания или ансамбля, расположение которых не совпадает с геометрическим центром.

Асимметричная композиция может складываться из симметричных частей, связи между которыми не подчиняются закономерностям симметрии. Такой



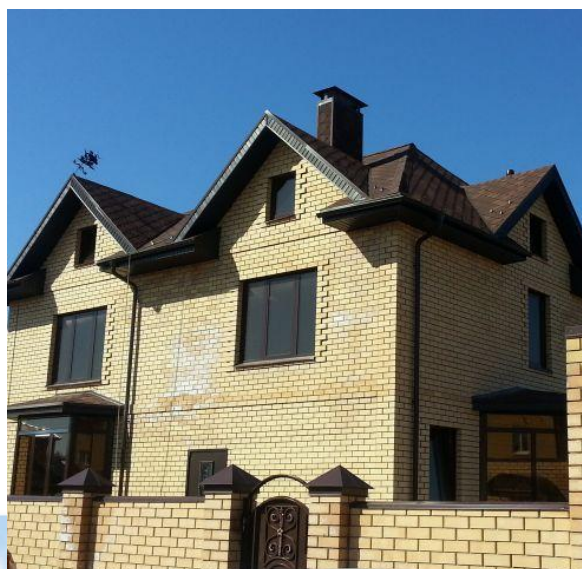
характер имеют и многие природные формы — симметрии подчинены части, целое асимметрично (пример — листья и дерево в целом).

1.2 Симметрия в архитектуре зданий п. Дубровка.

Интересные образцы симметрии демонстрируют здания нашего поселка Дубровка. Большинство зданий не симметричны. Общие планы построек, фасады, орнаменты, карнизы, колонны обнаруживают достаточную соразмерность и гармонию.

Примером удивительного сочетания симметрии и диссимметрии является наш лицей-интернат для одаренных детей с углубленным изучением химии - филиал ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Я провел мысленно оси симметрии и измерения. Лицей обладает выверенными пропорциями, строгой симметрией некоторых фасадов, при взгляде на нее создается ощущение ясности и уравновешенности.



1.3 Химия в архитектуре

На протяжении веков человек строит невероятные архитектурные произведения искусства, используя различные строительные материалы, даже самые невзрачные материалы, которые невзрачны на вид, а получают уникальные произведения искусства. При строительстве сооружений, используются материалы, в которые входят минералы, такие как известняк,

кварц, асбест, гипс и многие другие. Они совсем невзрачны на вид. Я задался вопросами: «Может ли из этих веществ получиться что-то красивое?»; «Каким образом можно придать зданиям привлекательный вид?»; «Что для этого необходимо?».

Химия это фундаментальная наука о природе, тесно взаимодействующая с другими естественными науками. Основное значение для жизни общества имеют прикладные возможности химии. Поэтому самые великие сооружения не обошлись без помощи химии. Например, небоскрёбы Нью-Йорка. Историческим ядром города Нью-Йорка является Манхэттен. Небоскрёбы Эмпайр-стейт-билдинг, Крайслер-билдинг и Флэтайрон-билдинг были построены в 20 веке. Самым молодым небоскребом является Флэтайрон-билдинг, построенный в 1902 году. Все три небоскреба объединены схожими строительными материалами - это стекло, цемент и алюминий.

Стекло - вещество и материал, один из самых древних и, благодаря разнообразию своих свойств, - универсальный в практике человека. Все виды стёкол при формировании преобразуются в агрегатном состоянии — от чрезвычайной вязкости жидкого до так называемого стеклообразного. К стеклообразующим веществам относятся: оксиды (SiO_2 , B_2O_3 ,) и некоторые фториды (AlF_3).

SiO_2

- Относится к группе кислотных оксидов.
- При нагревании взаимодействует с основными оксидами и щелочами.
- Растворяется в плавиковой кислоте.
- SiO_2 относится к группе стеклообразующих оксидов, то есть склонен к образованию переохлажденного расплава — стекла.
- Один из лучших диэлектриков (электрический ток не проводит).
- Имеет атомную кристаллическую решетку.

B_2O_3

- Физические свойства
- бесцв. стеловидная масса

- Термические свойства
- Температура плавления 480 °С
- Температура кипения 1680 °С
- Химические свойства
- Растворимость в воде

AlF₃

- Физические свойства
- белое твердое кристаллическое вещество без запаха
- Плотность 2,88 г/см³

Состав цемента неоднозначен, так как зависит от химического состава минералов, из которых изготавливается непосредственно цемент. В основном, цемент состоит из оксидов кремния, железа и алюминия, соотношение которых влияет на цвет и свойства цемента. Так, например, высокое содержание железа делает цемент серым. Специальное сокращение железа приводит к осветлению цемента и материалов из него, эта операция дает возможность использовать цемент в декоративных целях – это, так называемый белый цемент.

Алюминий - относится к группе лёгких металлов. Наиболее распространённый металл и третий по распространённости химический элемент в земной коре. Простое вещество алюминий — лёгкий, парамагнитный металл серебристо-белого цвета, легко поддающийся формовке, литью, механической обработке. Широко применяется как конструкционный материал. Основные достоинства алюминия в этом качестве — лёгкость, податливость штамповке, высокая теплопроводность, неядовитость его соединений.

Химические свойства строительных материалов

Поскольку строительные материалы – это тоже вещества, они имеют свои химические свойства. К основным из них относятся:

1. Химическая стойкость – это свойство показывает, насколько материал устойчив к воздействию других веществ: кислот, щелочей, солей и газов. Например, мрамор и цемент могут разрушаться под воздействием кислоты, однако к щелочи они устойчивы. Строительные материалы из силиката наоборот устойчивы к кислотам, но не к щелочи.

2. Коррозионная устойчивость – свойство материала противостоять воздействиям окружающей среды. Чаще всего это относится к способности не пропускать влагу. Но есть еще и газы, способные вызвать коррозию: азот и хлор. Биологические факторы тоже могут быть причиной коррозии: воздействие грибов, растений или насекомых.

3. Растворимость – свойство, при котором материал имеет способность растворяться в различных жидкостях. Данную характеристику следует учитывать при подборе строительных материалов и их взаимодействии.

4. Адгезия – свойство, которое характеризует способность соединяться с другими материалами и поверхностями.

5. Кристаллизация – характеристика, при которой материал может в состоянии пара, раствора или расплава образовывать кристаллы.

Химические свойства материалов необходимо учитывать при проведении строительных работ, чтобы не допустить несовместимости или нежелательной совместимости некоторых строительных веществ.

2. Практическая часть

2.1 Изготовление макета Большого театра

В практической части своей творческой работы мне хотелось применить полученную информацию, которую я собрал и проанализировал из различных источников, для изготовления макета Государственного академического Большого театра России (ГАБТ), или просто Большой театр - один из крупнейших в России и один из самых значительных в мире театров оперы и балета. Комплекс зданий театра расположен в центре Москвы, на Театральной

площади. Выбор данного архитектурного сооружения не случаен, поскольку его фотография находится как пример осевой симметрии в учебнике «Геометрия 7-9» авторов: Л.С. Атанасян, В.Ф. Бутузов, С.Б. Кадомцев, Э.Г. Позняк, И.И. Юдин.

История театра очень уникальна и ее принято вести с марта 1776 года, когда губернский прокурор князь Пётр Васильевич Урусов получил высочайшее соизволение императрицы Екатерины II «содержать... театральные всякого рода представления, а также концерты, воксалы и маскарады». Князь начал строительство театра, который — по месту расположения на улице Петровка (на правом берегу Неглинки) — был назван Петровским. Театр Урусова сгорел ещё до его открытия, и князь передал дела своему компаньону, английскому предпринимателю Майклу (Михаилу) Меддоксу. Именно под руководством Меддокса по проекту архитектора Христиана Розберга в 1776—1789 годах был построен Большой Петровский театр. Театр получил название по улице Петровке, в начале которой он стоял на тесном участке, окружённый хаотичной застройкой.

Трёхэтажное кирпичное здание с белокаменными деталями и под тесовой крышей поднялось за пять месяцев и обошлось Меддоксу в 130 тысяч рублей серебром, на 50 тысяч больше сметы. Торжественное открытие состоялось 30 декабря 1780 года. Театр имел партер, три яруса лож и галерею, вмещавшие около 1 тыс. зрителей, «маскерадную залу в два света», «карточную» и другие специальные помещения; в 1788 году к театру пристроили новый круглый маскарадный зал — «Ротунду». По другим источникам, зал вмещал 800 посетителей: «В театре было четыре яруса с ложами и две просторные галереи. В партере насчитывалось два ряда с закрытыми по бокам сиденьями. Роскошно украшенные ложи стоили от трёхсот до тысячи рублей и дороже. Билет в партер стоил один рубль. Театральный зал вмещал 800 зрителей и ещё столько же публики вмещалось на галереях». За первые 14 лет владения театром Меддоксом в Петровском театре было поставлено 425 оперных и балетных спектаклей. В 1794 году Меддокс из-за финансовых трудностей вынужден был

передать театр в казну; театр стал Императорским. Петровский театр Медокса простоял 25 лет — 8 октября 1805 года здание сгорело.

В 1816 году Комиссия о строении Москвы объявила конкурс на возведение нового здания театра, обязательным условием которого стало включение в постройку обгоревшей стены театра Медокса. Проект сооружения театра был утверждён 10 ноября 1821 года; ещё до его утверждения Бове приступил к постройке фундаментов театра по намеченному им плану, при этом часть фундаментов сгоревшего здания были сохранены. По замыслу Бове, претворявшего в жизнь идеи разработанного им и утверждённого в 1817 году генерального плана Москвы, театр должен был стать композиционным центром ампиричного города-храма, восславлявшего победу в Отечественной войне. Величие театра подчёркивалось разбитой перед ним строгой прямоугольной площадью, в 1820-е называвшейся Петровской, но вскоре переименованной в Театральную. Бове привёл спроектированный Михайловым объём в соответствие с площадью и развернул квадригу Аполлона к зрителям.

Открытие состоялось в 1825 г. Об этом открытии сохранились воспоминания С. Аксакова: «Большой Петровский театр, возникший из старых, обгорелых развалин... изумил и восхитил меня... Великолепное громадное здание, исключительно посвященное моему любимому искусству, уже одной своею внешностью привело меня в радостное волнение». Но, к сожалению, 11 марта 1853 года театр сгорел; от пожара, длившегося несколько дней, уцелели только каменные внешние стены здания и колоннада портика. Театр был восстановлен за три года. В основном объём здания, и планировка были сохранены, однако несколько увеличили высоту здания, изменили пропорции и полностью переработали архитектурный декор, оформив фасады в духе ранней эклектики.

История реконструкций и реставраций здания Большого театра началась практически с первых лет его существования. К моменту начала нынешней реконструкции износ здания составлял по разным оценкам от 50 до 70 процентов. Реставрация длилась 6 лет, с 1 июля 2005 года. 28 октября 2011

года состоялось открытие Большого театра. По сей день он остается самым востребованным театром в России. Самые лучшие театральные постановки находят свое воплощение на его сцене и зрители с трепетом и восхищением любуются работой труппы и зданием театра. Большой театр это один из главных символов России.

2.2 Масштабирование

Для того чтобы сделать миниатюрную копию какого-либо здания или строения, модельщики прибегают к помощи масштаба. Масштаб-соотношение, которое показывает, во сколько раз каждая линия, нанесённая на карту или чертёж, меньше или больше её действительных размеров.

Я взял размеры настоящего Большого театра (ширина, длина, высота). Проанализировав информацию на данную тему в интернете, я понял, что самым оптимальным масштабом для большого театра, является масштаб 1:1770. Каждые данные (длина, ширина, высота), я поделил на число 1770. К примеру, высота настоящего Большого театра составляет 40,7 м или 40700 м. Производим операцию деления: $40700 : 1770 = 23$ см. аналогичные операции мы проделываем с каждым данными.



Итого, масштаб моего театра составляет: 1:1770.

Характеристика макета

Для лучшего понимания габаритов макета, я произвел необходимые замеры и расчеты.

Первым делом я измерил длину, ширину и высоту с помощью сантиметровой линейки, и получил следующие результаты:

1) Длина: 32,5 см.

2) Ширина: 26 см. л

3) Высота: 23 см.

Далее я стал вычислять общую площадь, общий объем макета и общий периметр. Вычисления я произвел с помощью формул площади и объема:

Общая площадь (S):

1) Формула: $[S=a*b]$, где «а» - длина макета, а «b» - ширина макета.

Подставляем значения и получаем: $32,5*26=845$ кв.см.

Общий объем (V):

2) Формула: $[V=a*b*c]$, где «а» - длина макета, «b» - ширина макета, а «с» - высота макета. Подставляем значения и получаем: $32,5*26*23=19435$ куб.см.

Общий периметр (P):

3) Формула: $[P=(a+b)*2]$, где «а» - длина макета, а «b» - ширина макета.

Подставляем значения и получаем: $(32,5+26)*2 = 166$ см

Теперь дело осталось за малым – измерить вес макета. Я взвешивал макет на электронных весах. Вес макета составляет 350 грамм.

2.3 Химическая составляющая работы

В процессе изготовления макета я использовал химически синтезированные материалы. Это такие материалы как: пеноплекс, акриловые краски, клей марки «Титан». Очень важно, чтобы материалы из которого изготавливается макет был прочным, долговечным и экологичным.

Пеноплекс $[-CH_2-C(C_6H_5)H-]$

Пеноплекс имеет пористую структуру, благодаря которому клей и краски (некоторые виды). Данный материал, ввиду своего химического строения, это вещество не содержит металлов, пеноплекс обладает коррозионной и адгезией.

Акриловые краски $CH_2=CH-COOH$. Для покрытия и разукрашивания макета я выбрал акриловые краски, потому что в составе акриловой краски есть некоторая доля акриловой кислоты. А именно акриловая кислота хорошо

проникает в поры пеноплекса. Благодаря этому, акриловая краска хорошо впитывается в пеноплекс, тем самым дольше сохраняется и макет не теряет своего яркого вида.

Клей «Титан» [$-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OCONH}_2)-$]

Для склейки деталей макета между собой, я решил использовать клей титан. Во-первых, агрегатное состояние данного клея позволяет ему лучше впитываться в поры пенопласта, тем самым делает прочным место скрепления. Также, благодаря своему химическому строению, он хорошо затвердевает. В заключение, хочется отметить, что все материалы и их использования является безопасным и экологичным. Правда, я использовал клей «Титан», но его доля настолько мала, что никакого вреда он не нанесет. Также, мой макет и материалы, отвечают всем химическим требованиям материалов.

Заключение

На уроках математики, изучая симметрию, многие из нас задаются вопросом: «Зачем нам это нужно?». В ходе работы над темой «Архитектура через призму симметрии и химии» мы поняли, что при строительстве невероятных архитектурных произведений искусства невозможно обойтись без знаний законов симметрии и химических свойств веществ, поэтому, даже из самых невзрачных материалов получают уникальные произведения искусства. С помощью математических законов и химических формул описываются различные природные явления и объекты. Теперь мы знаем, что симметрия – это не только то, что можно видеть глазами, но, более того, она в основе всего. Принципы симметрии и законы химии играют исключительно важную роль в архитектуре, природе, технике, искусстве... в великом таинстве, именуемом научным познанием мира. Следовательно, математика и химия являются универсальными инструментами познания мира.

Мы надеемся, что после знакомства с нашей работой, вы, как и мы, убедитесь в том, что математика и химия - прекрасны и удивительны.

Список литературы

1. Геометрия: красота и гармония. Симметрия вокруг нас. 8-9 классы: элективные курсы/ авт.-сост. Л. С. Сагателова, В. Н. Студенецкая. – Волгоград: Учитель, 2007. – 158 с.
2. Курс наглядной геометрии: Метод. Разработка для 6 кл.: Кн. Для учителя / Е. С. Смирнова. – М.: Просвещение, 2002.- 173 с.: ил.
3. Л. С. Атанасян Геометрия 7 – 9 класс.
4. wikipedia.org
5. http://window.edu.ru/resource/457/21457/files/0005_052.pdf