

Хозяинова Е.Л., Шинкарева О.И. Математика в архитектуре // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2018. – № 02 (февраль). – АРТ 93-эл. – 0,3 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>

РУБРИКА: ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 517

**Хозяинова Елизавета Львовна,
Шинкарёва Ольга Игоревна**
студентки 2 курс, факультет государственного управления
и международных отношений
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»
г. Курска
e-mail: e-hozyainova@mail.ru

МАТЕМАТИКА В АРХИТЕКТУРЕ

Аннотация: Тесная связь архитектуры и математики определилась давно – грамотный архитектор должен знать основы высшей алгебры и теории матриц, аналитическую геометрию и математический анализ, владеть методами математического моделирования. Прочность сооружения напрямую связана с той геометрической формой, которая является для него базовой. Математик бы сказал, что здесь очень важна геометрическая форма, в которое вписывается сооружение. В современной архитектуре лучше всего видно как математика взаимодействует со строительством. Математические расчёты, измерения и построения – это самые необходимые инструменты архитектора.

Ключевые слова: архитектура, математика, симметрия, зеркальная симметрия, геометрическая симметрия, теорема Фалеса, геометрия, арка, золотое сечение.

**SHINKAREVA OLGA IGOREVNA,
KHOZYAINOVA ELIZAVETA LVOVNA**
2 course, Faculty of Public Administration
and international relations FGBOU IN "Southwestern State University"
of Kursk
e-mail: e-hozyainova@mail.ru

MATHEMATICS IN ARCHITECTURE

The close relationship of architecture and mathematics decided long ago – a competent architect should know the basics of higher algebra and theory of matrices, analytical geometry and mathematical analysis, to know the methods of mathematical modeling. The strength of the structure is directly related to the geometric shape, which is his base. A mathematician would say that it is very important geometric form that fits the structure. In modern architecture it is best to see how mathematics interacts with construction. Mathematical calculations, measurement and construction are the most essential tools of an architect.

Keywords: architecture, mathematics, symmetry, mirror symmetry, geometric symmetry, the theorem of Thales, geometry, arch, the Golden ratio.

Архитектура – одна из древнейших сфер человеческой деятельности наряду с математикой. Смысл понятия архитектура состоит в том, что это искусство и наука строить, проектировать здания и сооружения, а также сама совокупность зданий и сооружений, создающих пространственную среду для жизнедеятельности человека. Математика, в свою очередь – наука о структурах, порядке и отношениях, исторически сложившаяся на основе операций подсчёта, измерения и описания формы объектов.

В Древней Греции геометрия считалась одним из разделов архитектуры. Не случайно при подготовке архитекторов за рубежом большое внимание уделяется математической подготовке и владению компьютером.

В древности математика, как и архитектура, относилась к искусствам, и развивались одновременно. Между ними нельзя было провести строгую границу. Развитие архитектуры требовало знаний математики и наоборот.

Тесная связь архитектуры и математики определилась давно – грамотный архитектор должен знать основы высшей алгебры и теории матриц, аналитическую геометрию и математический анализ, владеть методами математического моделирования. Незнание архитектором математики чревато большими растратами ресурсов, а иногда и катастрофами. Порой из-за недостаточного знания математики архитектору приходится делать немало лишней работы.

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. 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.

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 стне равна радиусу полусферы данного купола Пантеона-храма богов в Риме. 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.

Для того чтобы понять насколько крепко взаимосвязана математика и архитектура, обратимся к используемым математическим моделям и вычислениям которые помогают при строительстве реальных сооружений.

В своих проектах архитекторы должны совмещать функциональность, эстетическую красоту, комфортабельность, экономичность и долговечность. Во всём этом им помогает знание математики. Например, для измерения площади земельного участка, необходимы формулы расчета площади и единиц измерения. При расчете размеров жилого помещения архитектору необходимо учитывать средний рост человека, для этого применяется формула вычисления среднего арифметического действия. [1, с. 33-77] Даже чтобы отложить несколько последовательно равных отрезков, используется теорема Фалеса, поскольку при возведении любых строений, жилых или хозяйственных необходимо учитывать и рассчитывать всё до сантиметра. [2, с. 56-130]

Исходя, из всех этих фактов можно сказать, что математические расчёты, измерения и построения – это самые необходимые инструменты архитектора.

Также математика используется и менее прозаичными способами. Например, одним из важнейших параметров сооружения является прочность, которая в свою очередь связана с геометрической формой конструкции. Самым прочным архитектурным сооружением древности считаются египетские пирамиды, которые имеют форму правильных четырёхугольных пирамид. Именно эта форма обеспечивает наибольшую устойчивость за счет большей площади основания, а также благодаря уменьшению массы по мере роста высоты над землёй. Если вспомнить ландшафт преобладающий на территории Египта, то можно с уверенностью сказать, что именно устойчивость играла важнейшую роль при постройке таких монументальных сооружений как пирамиды Хеопса. Ведь из-за большой “парусности” объекты другой геометрической формы разрушались бы от частых и долгих ветров. [3, с. 22-40]

В современной архитектуре лучше всего видно как математика взаимодействует со строительством. Это влияние выражено в работах многих современных архитекторов. В погоне за функциональностью они всё чаще обращаются к простейшим геометрическим формам – кубы, пирамиды, прямые и наклонные призмы, различного вида многогранники. Такие проекты разрабатываются не только для рационального использования жилого пространства, но и для того, чтобы преобразить современный город новыми футуристичными постройками, но, что важно, при этом не нарушить его органичность. [4, с. 98-145]

Ещё одной немаловажной составляющей подавляющего большинства архитектурных сооружений является симметрия. В пространстве обычно рассматривается симметрия относительно плоскости симметрии, или как её называют зеркальная симметрия. Кроме зеркальной симметрии рассматривается центральная симметрия. В этом случае симметрия

образуется при повороте фигуры на определенный угол вокруг точки, которая обычно называется центром поворота. Еще одним видом симметрии является переносная симметрия, когда части фигуры образованы так, что каждая следующая повторяет предыдущую в определенном направлении. Переносная симметрия часто используется для построения бордюров. В архитектурном искусстве она применяется в орнаментах или решетках, которые используются для украшения.

Разные виды симметрии применяют в орнаментальном декоре. Основные типы орнаментов - сетчатые, прямолинейные орнаментальные полосы, круговые орнаментальные композиции, центрические, основанные на симметрии многоугольников, и др.

Симметричные объекты обладают высокой степенью рациональности – ведь они обладают большей устойчивостью и равной функциональностью в разных направлениях. Соблюдение симметрии является одним из важнейших правил архитектора при проектировании любого сооружения. [5, с. 78-145]

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. 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.

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° в плоскости, параллельной любой грани, перейдет в себя. Поэтому можно сказать, что куб является фигурой центрально симметричной или обладающей поворотной симметрией.

Если говорить об особых формах применения математики в архитектуре, то нельзя не упомянуть “золотое сечение”.

Золотое сечение (или золотая пропорция) – деление отрезка на части в таком соотношении, при котором большая часть относится к меньшей, как сумма к большей. Принято считать, что понятие о золотом делении ввел в науку Пифагор, древнегреческий философ и математик. Существует мнение, что Пифагор это знание позаимствовал у египтян и вавилонян. И действительно, пропорции пирамиды Хеопса, храмов, барельефов, предметов быта свидетельствуют, что египетские строители и ремесленники пользовались соотношениями золотого сечения при их создании.

Сооружения, построенные по принципу золотого сечения, визуально будут восприниматься наблюдателем более красивыми и гармоничными, нежели обычные постройки. Одним из красивейших сооружений древней

Греции является Парфенон. Если рассмотреть его детальнее можно заметить, что отношение высоты здания к его длине равно 0,618. Также при делении любого из выступов фасада получается то же самое соотношение. Наряду с золотым сечением в архитектуре используется и спираль Фибоначчи. Множество конструкций лестниц геометрически соответствует спирали Фибоначчи. [6, с. 256-278]

Таким образом, явно видна прямая связь между математикой и архитектурой. Они непрерывно влияли друг на друга на протяжении веков, и чем больше развивался человек, тем яснее становилась видна зависимость архитектурных предпочтений человека от математических моделей и законов. Современное градостроительство не обходится без огромного количества математических расчетов, влияющих на все его сферы – от расчета необходимого количества материалов, до разработки уникальной конструкции самого сооружения. Благодаря совместному развитию архитектуры и математики появилась возможность рационального использования городского пространства и существенного ускорения темпа застройки, соответствующего современным реалиям.

Список использованной литературы:

1. Алгебра и геометрия в инженерном ВУЗе / М.Л. Каган – М: АСВ 2008. – 174с.
2. Математика в строительном вузе. Дифференциальное исчисление. Учебник. / К. Мэрилин, М. В. Самохин – М: Издательство Ассоциации строительных вузов 2012.- 248с.

3. Долговечность сборных конструкций многоэтажных зданий./ Х. А. Асанбеков – М: Стройиздат 1985.- 102с.
4. Урбанистика и архитектура городской среды./ Е. Щербина, Г. Малоян, Т. Смолицкая, В. Селивёрстов – М: ДРОФА 2014.- 272с.
5. Архитектура зданий: Учебник. 2-е изд. Н.П. Вильчик – М: ИНФРА-М 2015.- 319с.
6. Архитектурные конструкции. Учебник./ З. Казбек-Казиев – М: Архитектура-С 2011.- 346с.

Дата поступления в редакцию: 20.02.2018 г.

Опубликовано: 24.02.2018 г.

*© Академия педагогических идей «Новация». Серия «Студенческий научный вестник»,
электронный журнал, 2018*

© Хозяинова Е.Л., Шинкарева О.И., 2018