

Пичугина Дарья Юрьевна, студентка,
Альметьевский государственный университет
“Высшая школа нефти”

Герасимов Кирилл Александрович, студент,
Альметьевский государственный университет
“Высшая школа нефти”

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИКИ В АРХИТЕКТУРЕ И ДИЗАЙНЕ

Аннотация: архитектура тесно связана с математикой, поскольку каждое архитектурное решение требует точных расчетов. Недооценка роли математических принципов может привести не только к эстетическим дефектам, но и к техническим ошибкам, ставящим под угрозу безопасность зданий. Статья рассматривает ключевые математические методы, применяемые в архитектурном проектировании, включая геометрию, симметрию, пропорции, алгебраические расчеты и современные цифровые технологии.

Ключевые слова: архитектурная математика, пропорции, золотое сечение, симметрия, геометрия, тригонометрия, алгебра, параметрическое моделирование, архитектурные расчеты, BIM

С древнейших времён архитекторы опирались на математические знания при возведении зданий. Хотя в прошлом методы были в основном эмпирическими, развитие архитектуры напрямую способствовало прогрессу в математике – появлению точных моделей, формул и вычислительных методов. На современном этапе эта связь усиливается благодаря цифровым инструментам, использующим математические алгоритмы.

Одним из фундаментальных инструментов архитектурной композиции является геометрия. Простейшие фигуры – круги, треугольники, прямоугольники – формируют основу конструкций и придают им эстетическую завершенность.

Пропорции, особенно золотое сечение, придают пространству визуальную гармонию. Симметрия обеспечивает баланс и стабильность восприятия.

Эти математические принципы находят отражение в выдающихся архитектурных сооружениях. Так, в Парфеноне – одном из символов античной архитектуры – соотношения элементов фасада подчинены золотому сечению, что придает зданию удивительное чувство гармонии и завершенности. Архитекторы использовали это правило для формирования идеальных пропорций, воспринимаемых как эстетически совершенные. В Сиднейском оперном театре четко прослеживается роль геометрии. Его форма основана на параболических сегментах, образующих узнаваемый динамичный силуэт. Сложные криволинейные поверхности не только эстетически выразительны, но и функционально обоснованы. Пример симметрии в современной архитектуре – Бурдж-Халифа в Дубае. Его структура построена таким образом, чтобы сохранять равновесие и устойчивость на большой высоте, несмотря на сильные ветровые нагрузки. Симметричная компоновка позволила распределить нагрузку равномерно и обеспечить прочность конструкции.

Расчёты углов, высот, нагрузок требуют использования алгебры и тригонометрии:

- 1) определение длины опор и их наклона;
- 2) вычисление площадей и объёмов;
- 3) создание чертежей с масштабированием.



Представим, что архитектор разрабатывает дизайн фасада здания с полукруглым арочным окном. Для правильного подбора стеклопакета и каркаса необходимо точно рассчитать длину дуги. Допустим, радиус окна составляет 5 метров, а угол дуги равен 60° . Чтобы узнать длину дуги L , используем формулу: $L = r \times \theta$, где $r = 5$ м, $\theta = \pi/3$ рад. $L \approx 5.235$ м. Таким образом, для изготовления арки потребуется заготовка длиной примерно 5,24 метра, что важно учесть при заказе материала и изготовлении по индивидуальному проекту.

Теперь представим другую задачу. Дизайнер оформляет жилую комнату и хочет добиться визуальной гармонии, используя принцип золотого сечения – математического соотношения, которое часто встречается в природе и архитектуре. Если известно, что ширина комнаты составляет 4 метра, то, чтобы её форма воспринималась наиболее эстетично, длина должна быть рассчитана с применением коэффициента золотого сечения: ширина = 4 м $\rightarrow$ длина ≈ 6.472 м. Таким образом, оптимальная длина помещения – около 6,47 метра. Такое соотношение сторон делает пространство визуально сбалансированным и комфортным для восприятия.

При проектировании интерьера важно учитывать не только форму помещения, но и его освещённость, особенно если речь идёт о рабочем или учебном пространстве. Предположим, необходимо осветить комнату площадью 20 м^2 , предназначенную для офиса или мастерской. Согласно строительным нормативам, в таких помещениях требуется освещённость не менее 1000 люмен на квадратный метр: $20 \text{ м}^2 \times 1000 \text{ лм} / 500 \text{ лм} = 40$ ламп. Значит, для комфортной работы и соответствия нормам потребуется установить 40 ламп. Однако на практике стоит учитывать и другие факторы: отражающую способность поверхностей, высоту потолков, наличие окон – это позволит при необходимости скорректировать расчёт и избежать избыточной яркости.

При планировании строительных работ архитектору или сметчику необходимо заранее определить объём необходимых материалов. Допустим, требуется построить стену длиной 10 метров, высотой 3 метра и толщиной 30 см (0,3 м). Объём стены = 9 м^3 . Стандартный строительный кирпич имеет размеры примерно $250 \times 120 \times 65$ мм, что даёт объём = 0.0011 м^3 . Чтобы определить необходимое количество кирпичей разделим объём стены на объём кирпича и получим ответ = 8182 кирпича. На практике к этому числу добавляют 10–15% запаса на бой, обрезку и неровности укладки, что важно учесть при заказе партии.

Сегодня архитектура активно использует цифровые решения, основанные на математике:

- Параметрическое моделирование: изменение параметров формы в реальном времени.
- BIM (Building Information Modeling): интеграция расчетов, чертежей и визуализации.
- Численные методы: оптимизация использования материалов и пространств.

Математика выступает неотъемлемой частью архитектурной деятельности – от чернового эскиза до готового объекта. Современные архитекторы, обладая математическим мышлением, способны создавать не только устойчивые и безопасные, но и эстетически уникальные сооружения. В условиях цифровизации роль математики лишь возрастает.

Список литературы:

1. Арнольд В.И. Заметки о современной математике / В.И. Арнольд. – М.: МЦНМО, 2016. – 256 с.
2. Шаригин В.А. Геометрия в архитектуре: учебное пособие / В.А. Шаригин. – М.: Архитектура-С, 2012. – 184 с.
3. Качурин И.И. Математика в архитектурном проектировании / И.И. Качурин. – СПб.: Питер, 2019. – 320 с.



4. Oxman R. The thinking eye: visual thinking in design and digital architecture / R. Oxman // Design Studies. – 2004. – Vol. 25. – P. 1–23.

5. Mitchell W.J. The Logic of Architecture: Design, Computation, and Cognition / W.J. Mitchell. – Cambridge: MIT Press, 1990. – 312 p.

