



а)



б)

Рис. 3. Образец суглинка тугопластичного: а) до испытания, б) после испытания



а)



б)

Рис. 4. Образец суглинка полутвердого темно-серого: а) до испытания, б) после испытания

Таблица 1

Разновидность грунтов основания	Относительная деформация набухания без нагрузки
Непросадочный	$e_{si} < 0,01$
Слабопросадочный	$0,01 < e_{si} < 0,03$
Среднепросадочный	$0,03 < e_{si} < 0,07$
Сильнопросадочный	$e_{si} > 0,12$

В дальнейшем предполагается провести исследования степени засоленности представленных образцов грунта с целью оценки изменения их физико-механических свойств.

#### Список литературы

- СП 21.13330.2012. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах : взамен СНиП 2.01.09-91 ; введ. 01.01.2013 Минрегион России, 2012.
- Бакенов Б. Б., Бойко Н. В., Джумашев У. Р. Основания и фундаменты на засоленных грунтах. М. : Стройиздат, 1988.
- Купчикова Н. В., Степанова С. В. Результаты штамповых испытаний и статического зондирования намывных грунтов при берегоукреплении реки Волга // Инвестиции, строительство и недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики : материалы Пятой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 ч. / под ред. Т. Ю. Овсянниковой. 2015. С. 318–324.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ АРХИТЕКТУРЫ И МАТЕМАТИКИ

**Н. М. Качуровская, Н. Н. Баткаева, Г. Б. Сингатуллина**  
*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань (Россия)*

Математика состоит из системы законов, задач и теорий. Конечно, многим она кажется непонятной и сложной. Но многие математические теории стали необходимы в нашей жизни. Архитектура известна с древнейших

времен. Архитектура призвана создавать человеку необходимые для его жизни условия. Архитектура зарождалась вместе с человечеством и сопровождала его в историческом развитии. В архитектуре отражалось все: знание людей, их ценности, а также в ней представлялись особенности культуры разных национальностей. В архитектуре переплетены и уравновешены наука, техника и искусство. Архитектурные и сооружения создавались для удобства человека, они берегли его от холода и палящего солнца. Архитектурные и сооружения должны быть не только красивыми, но и прочными, безопасными, а также долговечными.

А как можно рассчитать прочность сооружений? Конечно с помощью математических расчетов. Поэтому математика необходима в обеспечении прочности и пользе архитектурных сооружений. Математика и архитектура всегда были взаимосвязаны между собой и развивались одновременно. В древнем мире математика и архитектура относились к виду искусства. Зарождающиеся отрасли строительства и архитектура явились стимулом для первых шагов в математике. Хороший архитектор должен знать геометрию, математику и основу высшей алгебры. Благодаря знаниям математики, архитектор облегчил свою работу. Например, для измерения площади участка архитектор должен знать формулы расчета площади и единицы измерения.

В чем же заключается математическая формула в архитектуре? Архитектура сочетает в себе вдохновение, ремесло и логику. Именно древнеримский теоретик зодчества Витрувий вывел формулу единого архитектурного целого. *Внешнюю и внутреннюю красоту архитектурных сооружений задают пропорции, геометрические формы и законы симметрии.*

Для того, чтобы вычертить план жилого объекта нужно решить геометрическую задачу о разбиении многоугольника на части. И здесь используют понятие масштаба. Именно с помощью масштаба можно было изобразить объект с математической точки зрения и представить его в виде фигуры, которую можно было бы увидеть сверху, справа и слева. Для вычислений необходимых размеров выполняются различные расчеты. Чтобы не чертить объект в натуральную величину, архитектор пользуется масштабом уменьшения, стандартным отношением которого является масштаб 1:100. В конце работы на план наносят все надписи и натуральные размеры.

Начиная с древнейших времен, люди задумывались о прочности своих жилищ. Они тратили много усилий на возведение зданий, и благодаря этим усилиям до нас дошли многие памятники архитектуры древних времен. Прочность здания зависит от того, какая геометрическая форма заложена в основании фундамента здания. На прочность также влияют строительные материалы и конструкции. Математик сказал бы, что при строительстве здания очень важна геометрическая фигура, куда вписывается строение.

Самыми прочными сооружениями, дошедшими до наших времен, являются пирамиды. Пирамиды имеют форму правильного четырехугольника. Эта геометрическая форма обеспечивает устойчивость за счет четырехугольника в основании пирамиды. А с другой стороны, форма пирамиды обеспечивает уменьшение массы по мере увеличения высоты. Это также придает ей прочность и устойчивость.

В древней Греции появилась стоечно-балочная система. Она одна из первых конструкций, которую стали использовать при постройке зданий. Первым таким сооружением был дольмен. Дольмен состоял из двух вертикальных камней и на них укладывался третий. И в наше время многие архитекторы отдают предпочтение именно стоечно-балочной системе.

Вслед за стоечно-балочной системой появилась арочно-сводчатая система. На замену прямым линиям и плоскостям пришли окружности, сферы, круговые цилиндры. Эта система нашла популярность в древнеримской архитектуре. Одним из ярких примеров применения такой системы является Колизей или амфитеатр Флавиев.

Следующим этапом развития явилась каркасная система. Основную нагрузку брал на себя аркбутан, он являлся каркасом. Сегодня эта система используется при строительстве современных зданий из стекла, металла, а также бетона. Например, в Эйфелевой башне была использована каркасная система.

В современной архитектуре в стиле «хай-тек», как правило, вся конструкция представляется открытой зрителю. Мы можем наблюдать геометрию линий, которые образуют ажурное пространство.

Очень важное математическое правило организации пространства, которое используется в архитектуре, – это симметрия. Существует много видов симметрии. Например, зеркальная симметрия. Это значит, что обе части фигуры, находящиеся по разным сторонам от оси симметрии, похожи на отражение в зеркале. Существует также центральная или поворотная симметрия. Центральная симметрия – это такая симметрия, когда новое положение фигуры получается при повороте ее на определенный угол вокруг точки. Еще один вид симметрии – переносная симметрия. Эту симметрию используют при построении бордюров. А в архитектуре ее можно увидеть в деталях орнамента. Также ее используют в интерьере здания.

Симметричные объекты обладают большей устойчивостью. И это навело зодчих на мысль, что для получения красивого и устойчивого здания оно должно быть еще и симметричным.

Помимо симметрии в архитектуре применяют и асимметрию.

Асимметрию мы можем видеть в архитектуре собора Василия Блаженного в Москве.

Математика предоставляет нам общие правила организации частей в целое, которые помогают определить соотношение между размерами частей.

Золотое сечение – это гармоничная пропорция, пропорциональное деление отрезка, в соотношении  $a:b=b:c$  или  $c:b=b:a$ .

Отрезки золотой пропорции выражаются иррациональной бесконечной дробью  $0,618\dots$  и  $0,382$ , но для практических целей используют значение  $0,618$ .

Рассмотрим применение золотого сечения в пирамиде Хеопса. Она имеет стороны основания 230, 230, 230, 230. А высота равна 146,70 м. Отношение наклонной образующей, или гипотенузы прямоугольного треугольника, образующего поперечный разрез пирамиды к малому катету, или половине стороны квадратного основания, равно отношению золотого сечения.

На примере Успенского собора (рис. 1) и колокольни Пречистенских ворот (рис. 2) Астраханского кремля рассмотрим применение золотого сечения.



Рис. 1. Применение золотого сечения в куполах Успенского собора

Проводя исследование, мы заметили, что большинство астраханских архитектурных сооружений состоят, в основном, из параллелепипедов, но есть и такие здания, где присутствуют призмы и цилиндры. Многие здания выглядят гармонично и устойчиво благодаря симметрии.

