

# Геометрия египетских пирамид



# Введение

**Объект изучения:** Египетские пирамиды.

**Предмет изучения:** геометрические особенности египетских пирамид.

**Цель:** изучить историю построения и выявить геометрические особенности.

**Задачи:**

- 1)**Изучить литературу
- 2)**Определить основные понятия
- 3)**Установить геометрические особенности пирамиды Хеопса



# Основные

## понятия

Пирамидой называется многогранник, который состоит из плоского многоугольника – основания пирамиды, точки, не лежащий в плоскости основания – вершины пирамиды, и всех отрезков, соединяющих вершину с точками основания.

Отрезки, соединяющие вершину пирамиды с вершинами основания, называются боковыми ребрами.

Поверхность пирамиды состоит из основания и боковых граней.

Высотой пирамиды называется перпендикуляр, опущенный из вершины пирамиды на плоскость основания.

# Размеры

Высота **137,3** м

Сторона основания **233** м

Общий объем **2250000** куб.м

Площадь **54000** м<sup>2</sup>

Вес сооружения **6400000** тонн



На строительство пирамиды пошло около **2300000** каменных блоков, объема свыше **1** куб.м. и веса **2,5** тонн каждый.

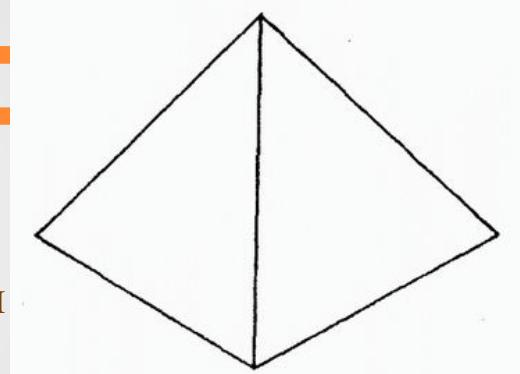
В настоящие времена, для того чтобы перевезти все камни, из которых сложена пирамида Хеопса, понадобилось бы **20** тысяч товарных поездов, по **30** вагонов каждый.

# Форма

Правильные пирамиды – достаточно редкое явление.

Обычно считается, что у нее квадратное основание и четыре треугольные грани с общей вершиной.

Практически все египетские пирамиды этого типа имеют угол на клона боковых граней в **52°**. Это единственный угол, обеспечивающий соотношение периметра основания и высоты пирамиды, равное **2\*Pi**.



Пирамида правильной формы



Большинство разбросанных по миру пирамид вздымается ввысь ступенями. Далеко не у всех ступенчатых пирамид квадратное основание. Многие пирамиды, в частности, Храм надписей в Паленке, имеют в своей основе прямоугольник. У пирамид майя часто почти отвесные боковые поверхности (порядка **70°** ).

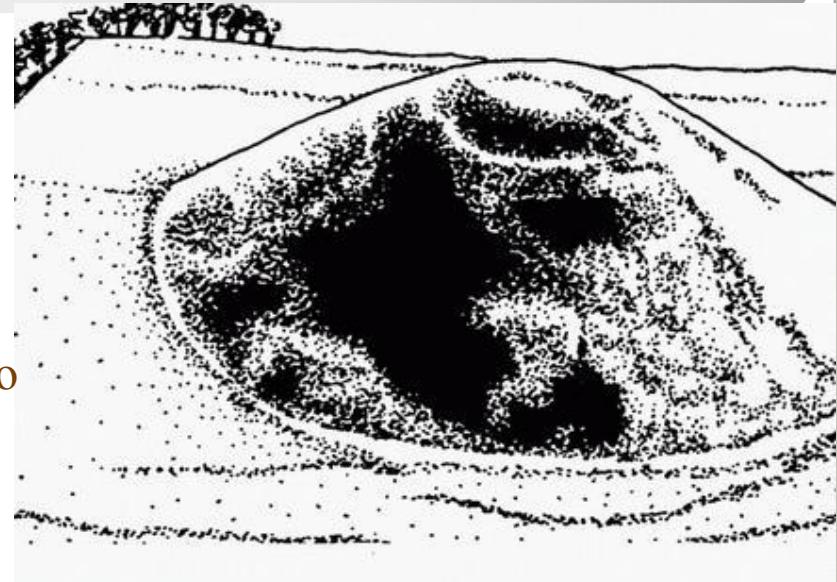
# Форма

Наклонные пирамиды  
**Пирамид** Единственная в мире пирамида такого рода – пирамида Снофру. Когда во время строительства высота пирамиды достигла более половины от намеченной, наклон граней по отношению к основанию был резко изменен и уменьшился с **54** до **43°**, что придало пирамиде ее «притуплённый» вид.



## Пирамиды конической формы

Самой крупной из известных конических пирамид считается холм Силбери-Хилл, расположенный в английском графстве Уилтшир. Холм поднимается на высоту **37,5** м, занимает площадь в **5** акров и возведен из более чем миллиона тонн уложенных вручную природных камней и грунта.



# Золотое сечение



Золотое сечение, или золотая пропорция – деление отрезка таким образом, чтобы отношение всего отрезка к его большей части равнялось отношению большей части к меньшей.

# Золотое сечение

Исходным элементом, определяющим главные пропорции пирамиды, является прямоугольный треугольник  $SMZ$ , в ее осевом сечении.

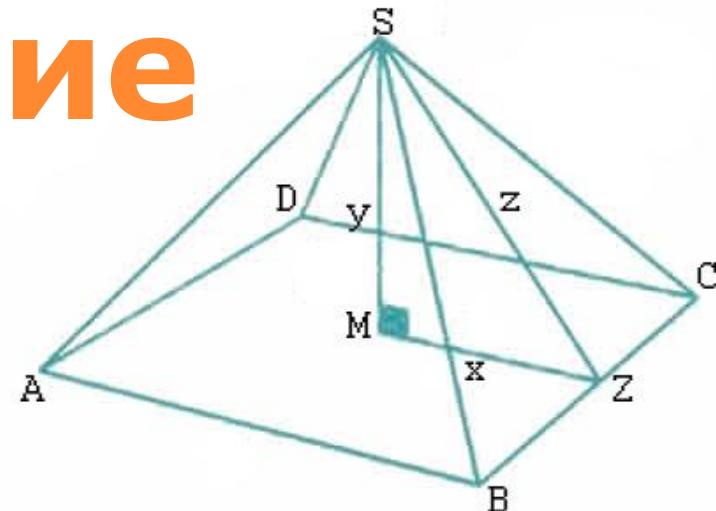
Отношение катетов  $SM$  и  $MZ$  равно отношению гипотенузы  $SZ$  к катету  $SM$ .

Причем,  $SZ:ZM = \varphi$ ,  $\varphi = 1,618003988$ .

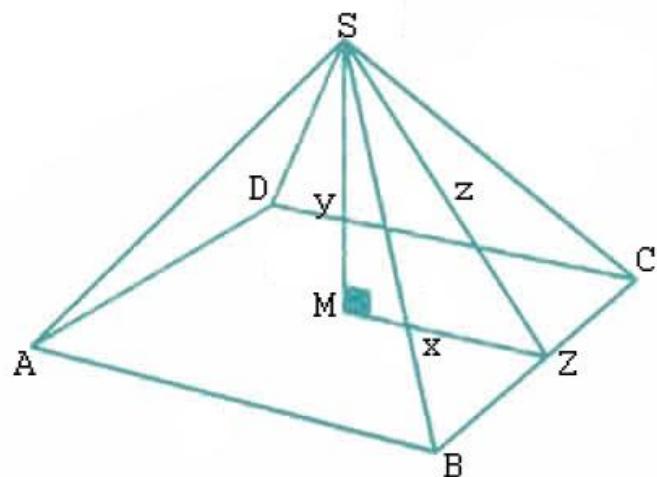
Примем меньший катет  $MZ$  за  $x$ , то из отношения  $SZ:x=\varphi$  получим, что  $SZ=\varphi x$ . Тогда пропорция  $\underline{SM}:MZ=SZ:SM$  дает:  $SM:x=(\varphi \cdot x):SM$ , или  $SM^2=\varphi x^2$ , т.е.  $SM = \sqrt{\varphi x}$

Тогда  $SZ = \sqrt{SM^2 + MN^2} = \sqrt{\varphi x^2 + x^2} = \sqrt{x^2(\varphi + 1)} = \sqrt{x^2\varphi^2} = \varphi x$

Итак, стороны треугольника  $SMZ$  оставляют геометрическую прогрессию:  $x, x\sqrt{\varphi}, x\varphi$ , знаменатель которой равен  $\sqrt{\varphi}$



# Число



В древнеегипетских мерах длина стороны  $\pi$  квадрата, лежащего в основании пирамиды равна 1000 локтям.

Тогда  $SM = 500 \cdot \sqrt{\varphi} \approx 1,26 \cdot 500 = 630$  (локтей).

На рисунке  $X=500$  локтей.

Вычислив отношение удвоенной стороны основания квадрата  $ABCD$  к высоте пирамиды, найдем:  $2000 : 630 = 3,17$

Что весьма близко к числу  $\pi$ , которое египтяне принимали равным  $(16/9)^2$ , т.е. 3,16.

# Заключени<sup>е</sup>

Данная презентация посвящена выявлению основных геометрических особенностей египетских пирамид. В ходе изучения были рассмотрены и описаны 4 варианта формы пирамид.

Также при изучении были найдены следующие особенности:

- наличие в размерах пирамиды золотого сечения;
- отношение удвоенной стороны, лежащего в основании пирамиды, к высоте пирамиды – есть число, очень близкое по значению к числу  $\pi$ .

