

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





# Форма пирамид

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 клон 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 пирамид

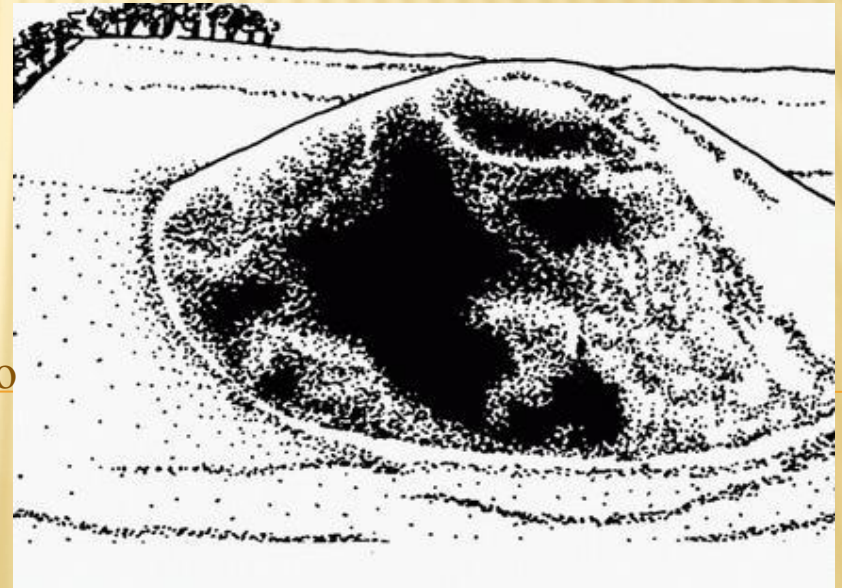
Наклонные пирамиды

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.

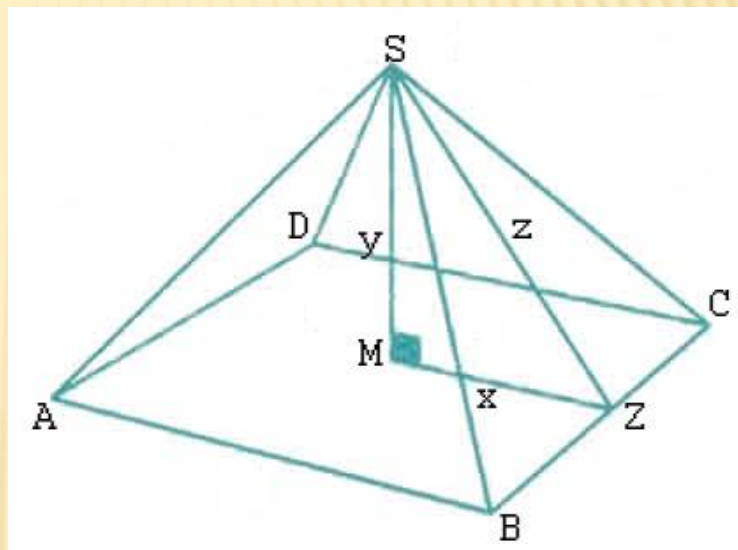
Отношение катетов  $SM$  и  $MZ$  равно отношению гипотенузы  $SZ$  к катету  $SM$ .

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  $SM:MZ=SZ:SM$  дает:  $SM:x=(\varphi \cdot x):SM$ , или  $SM^2=\varphi x^2$ , т.е.  $SM = \sqrt{\varphi x}$

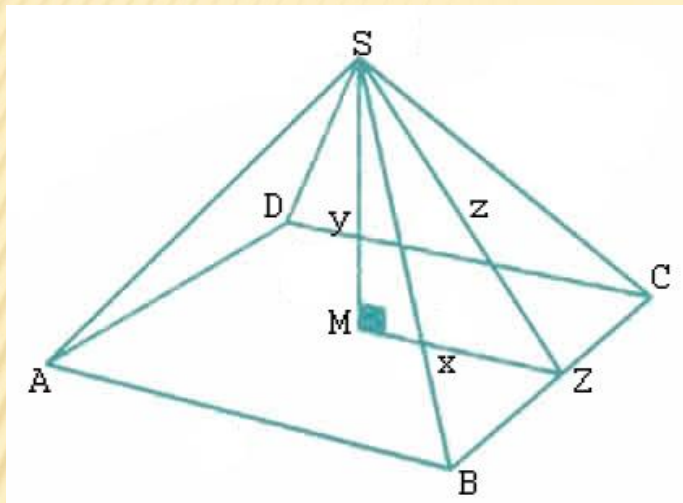
$$\text{Тогда } SZ = \sqrt{SM^2 + MN^2} = \sqrt{\varphi x^2 + x^2} = \sqrt{x^2(\varphi + 1)} = \sqrt{x^2 \varphi^2} = \varphi x$$

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





# Число $\pi$



В древнеегипетских мерах длина стороны 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.

# Заключение

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  $\pi$ .

