

## К УСТАНОВЛЕНИЮ ПРИЧИН РАЗЛИЧИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЕЛИКИХ ПИРАМИД

В статье рассматриваются возможные причины различия геометрических и физических параметров 3-х сохранившихся Великих пирамид Гизы (общее число пирамид 118), созданных согласно «Истории» Геродота за 80 лет с 2550 по 2470 гг. до н. э. во времена последовательного правления фараонов IV династии - Хеопса-Хуфу, Хефрена-Хафра, Микерина-Менкаура (вначале стоят имена фараонов на греческом языке).

В предыдущей статье автора [1] показано, что 1-я построенная пирамида – пирамида Хеопса является идеальным геометрическим объектом, так как имеет идеальный вурф. При этом для этой пирамиды были найдены нетривиальные экстремальные соотношения для аддитивных функций - потенциалов и напряжённостей собственных гравитационных полей вдоль оси пирамиды.

Как показано в данной статье, пирамиды Хефрена и Менкаура не обладают идеальным вурфом ни по линейным, ни по угловым параметрам. Одной из причин геометрической неидеальности этих пирамид может быть их более точная, чем для пирамиды Хеопса, «настройка» на точку перегиба - ноль 2-й производной от неаддитивной функции - собственной гравитационной энергии.

Исходным началом расчётов, проведённых в [1] для пирамиды Хеопса, было допущение того, что измеряемый в наше время угол наклона боковых граней этой пирамиды к ее основанию  $\alpha_{\text{exp}} \approx 51,8^\circ$  должен точно равняться очень близкому по величине углу  $\alpha_{\text{th}} = \arccos(\phi) = \arctg(\sqrt{\Phi}) \approx 51,827\ 292\ 313^\circ$ , где  $\phi = (-1 + \sqrt{5}) / 2 \approx 0,618\ 033\ 989$ ,  $\Phi = (1 + \sqrt{5}) / 2 = \phi + 1 = 1 / \phi \approx 1,618\ 033\ 989$  - константы золотого сечения. Разработчики пирамид, по-видимому, обладали уникальными знаниями, так как первое упоминания о золотом сечении (в началах Евклида) появилось минимум через 2000 лет после создания пирамид.

Основанием пирамиды Хеопса (см. рис. 1) является квадрат со стороной  $AB \approx 230,3$  м. Высота пирамиды  $SO \approx 146,6$  м, рёбра  $SA = SB = SC = SD \approx 225$  м.

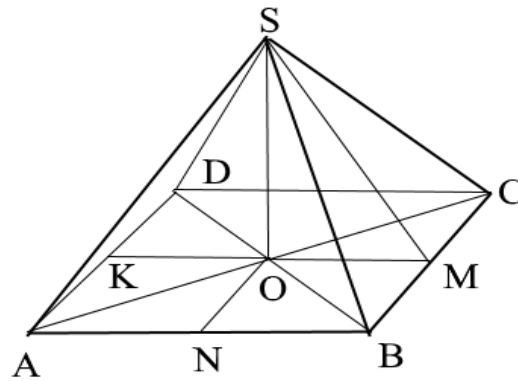


Рис. 1

Основные геометрические параметры пирамиды Хеопса в её фронтальном сечении плоскостью, проходящей через  $\triangle SMK$ , показаны на рис. 2

Пусть  $\angle SMO = \alpha = \arctg\sqrt{\Phi} \approx 51,827\ 292\ 373^\circ$  и единицей длины является  $l = 115,15$  м, тогда  $AB = d = 2$ ,  $OM = ON = 1$ ,  $SO = h = \sqrt{\Phi} \approx 1,272\ 019\ 649$ ,  $SM = L = \sqrt{\Phi + 1} = \Phi$ ,  $SA = \sqrt{\Phi + 2}$ ,  $\angle OSM = \beta = \arctg\sqrt{\phi} \approx 38,172\ 707\ 627^\circ$ ,  $\angle SAO \approx \arctg\sqrt{\Phi / 2} \approx 41,969\ 915\ 234^\circ$ . Отметим, что отношение периметра основания пирамиды к её высоте  $4d / h \approx 6,289 \approx 2\pi$  !

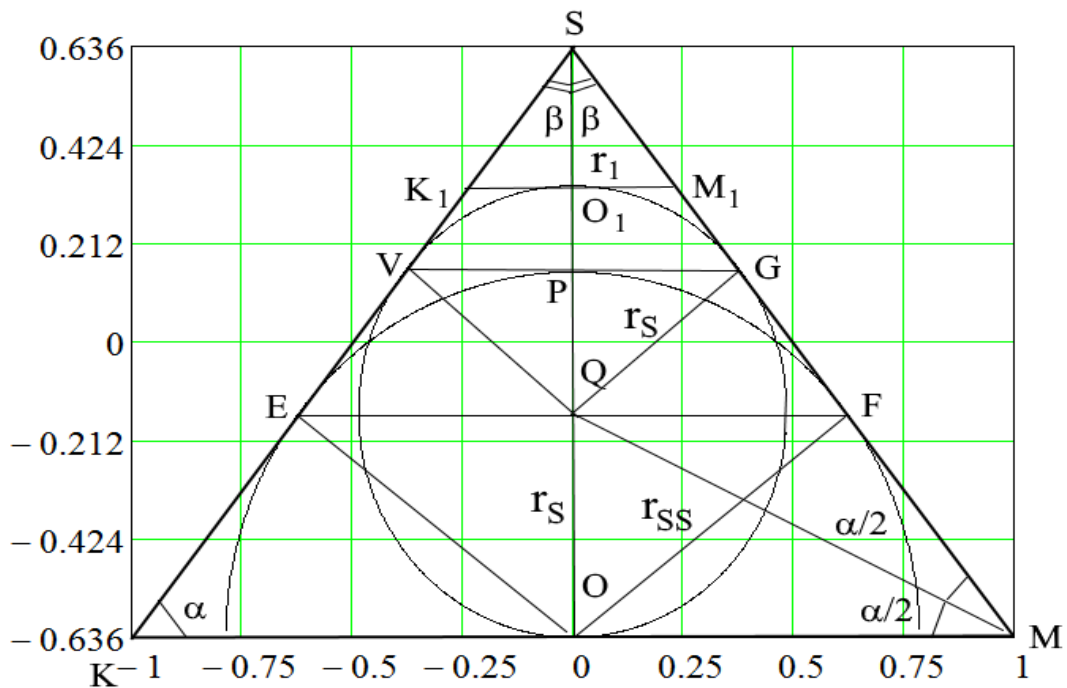


Рис. 2

В ходе детальных расчётов установлено, что, полагая заданной длину сторон основания пирамиды, характерными размерами, определяющими идеальный вурф пирамиды Хеопса будут высота пирамиды  $h$  и радиусы различных вписанных и описанных сфер  $r, R$ .

Радиус сферы  $r_s = QO = QG$  ( $s$  – sphere), вписанной в пирамиду (см. рис.2) с  $SO = h$ ,  $\angle SMO = \angle SKO = \alpha$  и  $KO = OM = r$  ( $r$  – радиус основания конуса, вписанного в пирамиду, равный половине длины  $d$  основания пирамиды) определяется соотношением:

$$r_s = r \cdot \operatorname{tg}(\alpha / 2) = r \cdot [\sqrt{h^2 + r^2} - r] / h \quad (1)$$

Зависимость же радиуса полусферы  $r_{ss} = OF$  ( $ss$  - semisphere), вписанной в пирамиду (см. рис. 2) так, что плоскость, проходящая через центр полусферы совпадает с плоскостью, в которой лежит основание пирамиды, имеет вид:

$$r_{ss} = r \cdot \sin \alpha = r \cdot h / \sqrt{h^2 + r^2} \quad (2)$$

При длине основания пирамиды Хеопса  $d = 2r = \operatorname{const}$  радиусы  $r_s(h)$  и  $r_{ss}(h)$  монотонно растут с ростом высоты пирамиды  $h$ , при этом трудно предсказуемым явилось, обнаружение, во-первых, того, что разность радиусов  $\Delta r(h) = r_{ss}(h) - r_s(h)$  (см. рис. 3, кривая 1) имеет экстремум – максимум и именно при  $h = \sqrt{\Phi}$  !!. Во-вторых, разность  $\Sigma r(h) - h = r_s(h) + r_{ss}(h) - h$  (кривая 2 на рис. 3) оказалась равной нулю также при  $h = \sqrt{\Phi}$ .

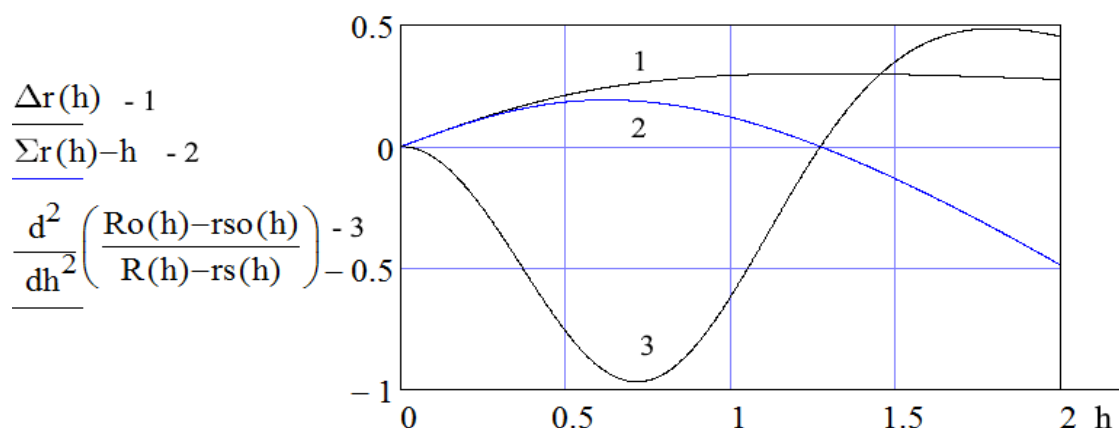


Рис. 3

Уникальность пирамиды Хеопса подтверждает также и найденное весьма нетривиальное соотношение - обращение в ноль при  $h = \sqrt{\Phi}$  второй производной, определяющей точку перегиба в такой сложной функции как  $f(h) = [R_O(h) - r_{SO}(h)] / [R(h) - r_S(h)]$  (кривая 3 на рис. 3), где  $R, r_S$  - радиусы окружностей описанной около  $\Delta SMK$  и вписанной в него,  $R_O, r_{SO}$  - радиусы окружностей описанной около  $\Delta SAC$  и вписанной в него (см. рис. 1, 2).

При фиксированном радиусе шара  $r_S = \Phi^{3/2}$ , вписанного в пирамиду Хеопса было найдено следующее экстремальное соотношение: длина образующей конуса, вписанного в пирамиду,  $SM = L(\alpha)$  имеет наименьшее значение, причём равное  $\Phi$ , также именно при  $\alpha = \arctg(\sqrt{\Phi})$ :

$$L(\alpha) = r_S / \tg(\alpha / 2) + r_S / \tg(\pi / 2 - \alpha), \quad L_{\min} = L(\arctg(\sqrt{\Phi})) = \Phi \quad (3)$$

Следует указать и два инварианта, найденных для пирамиды Хеопса:

$$\angle KQK_1 = \angle MQM_1 = \pi / 2, \quad r_S = \sqrt{OM \cdot O_1M_1} = \sqrt{r \cdot r_1} \quad (4)$$

В итоге для пирамиды Хеопса были установлены следующие важные соотношения:

$$r_{SS}(\sqrt{\Phi}) = \phi^{1/2}, \quad r_S(\sqrt{\Phi}) = \phi^{3/2}, \quad r_{SS}(\sqrt{\Phi}) / r_S(\sqrt{\Phi}) = \Phi \quad (5),$$

$$r_{SS}(\sqrt{\Phi}) + r_S(\sqrt{\Phi}) = \phi^{1/2} + \phi^{3/2} = \sqrt{\Phi} = h \quad (6),$$

$$OQ = r_S = r_{SS} \cos \alpha, \quad OP = r_{SS} = r_S + r_S \cos \alpha, \quad \alpha = \arctg(\sqrt{\Phi}) \quad (7)$$

Таким образом, получаем что отрезки длиной  $r_{SS}(\sqrt{\Phi})$ ,  $r_S(\sqrt{\Phi})$  делят высоту пирамиды  $h = \sqrt{\Phi}$  в отношении золотого сечения !

Также важно и то, что отрезок  $OF$ , перпендикулярный отрезку  $SM$ , делит  $SM$  также в отношении золотого сечения:

$$SF = h^2 / \sqrt{h^2 + 1}. \quad FM = 1 / \sqrt{h^2 + 1}, \quad SF / FM = SM / SF = h^2 = \Phi \quad (8),$$

при этом поскольку  $SM$ - диаметр окружности, описанной около  $\Delta SOM$ ,

$$r_{SS} = OF = \sqrt{SF \cdot FM} = h / \sqrt{h^2 + 1} = 1 / \sqrt{\Phi} = \sqrt{\phi} \quad (9)$$

Рассмотрим теперь такую важную характеристику геометрических объектов, как вурф [2,3]. Для 3-х отрезков длиной  $a, b, c$  понятие вурф  $W_{abc}$ , введённое немецким математиком К. Штаудтом в 1856 г. при рассмотрении задач проективной геометрии, определяется выражениями:

$$W_{abc} = (a + b)(b + c) / b(a + b + c) = 1 + ac / b(a + b + c) \quad (10)$$

В общем случае 3 отрезка можно переставить  $3! = 6$  способами, и так как  $W_{abc}$  не изменяется при перестановке крайних величин ( $W_{abc} = W_{cba}$ ), то при переменных  $a \neq b \neq c$  будем иметь лишь 3 разных функции  $W_{abc}, W_{cab}, W_{acb}$ .

Согласно принятым эмпирическим канонам, напр., в архитектуре и даже в живой природе значение вурфа  $W_{abc} = \Phi^2 / 2 = 1 + \phi / 2 = 1,309\,016\,994$  считается идеальным [4].

Математическим обоснованием этого мнения могут служить расчёты определённого ниже предела функции  $W_{n,n+1,n+2}$  из членов фундаментальной последовательности Фибоначчи  $F_n$ , открытой ещё в 12 веке при наблюдении за ростом популяции кроликов и характеризующейся соотношениями:

$$F_{n+2} = F_{n+1} + F_n, \quad \{F_n\} = 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, \dots \quad (11),$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} F_n / F_{n+1} = \phi, \quad \lim_{n \rightarrow \infty} F_{n+1} / F_n = \Phi \quad (12)$$

Вычисляя заданный в (13) предел функции  $W_{n,n+1,n+2}$ , получим:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} W_{n,n+1,n+2} = (F_n + F_{n+1}) \cdot (F_{n+1} + F_{n+2}) / F_{n+1} (F_n + F_{n+1} + F_{n+2}) = \quad (13)$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} F_{n+2} / F_{n+1} \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} F_{n+3} / 2F_{n+2} = \Phi \cdot \Phi / 2 = \Phi^2 / 2 \approx 1,309\,016\,994$$

Проведённые расчёты показали, что идеальные вурфы реализуются в случаях, в которых рассматриваемые элементы (отрезки или даже площади

некоторых областей) относятся в отношении золотого сечения. Ниже указаны четыре различных геометрических варианта получения идеальных вурфов в рассматриваемых нами пирамидах.

1. Полагая согласно рис. 1, 2 длину основания пирамиды равной 2 (в отн. единицах), высоту пирамиды равной  $h$  получим, что площадь основания пирамиды  $S_o = 4 = a$ , площадь боковой поверхности  $S_b = 4 \cdot \sqrt{h^2 + 1} = b$ , площадь полной поверхности  $S = S_o + S_b = 4(1 + \sqrt{h^2 + 1}) = c$ . Используя эти выражения для  $a(h)$ ,  $b(h)$ ,  $c(h)$  получим зависимость вурфа  $W_{abc}(h)$  для площадей, показанную на рис. 4 (кривая 1), а также зависимости отношений площадей  $b(h)/a(h)$  (кривая 2) и  $c(h)/b(h)$  (кривая 3).

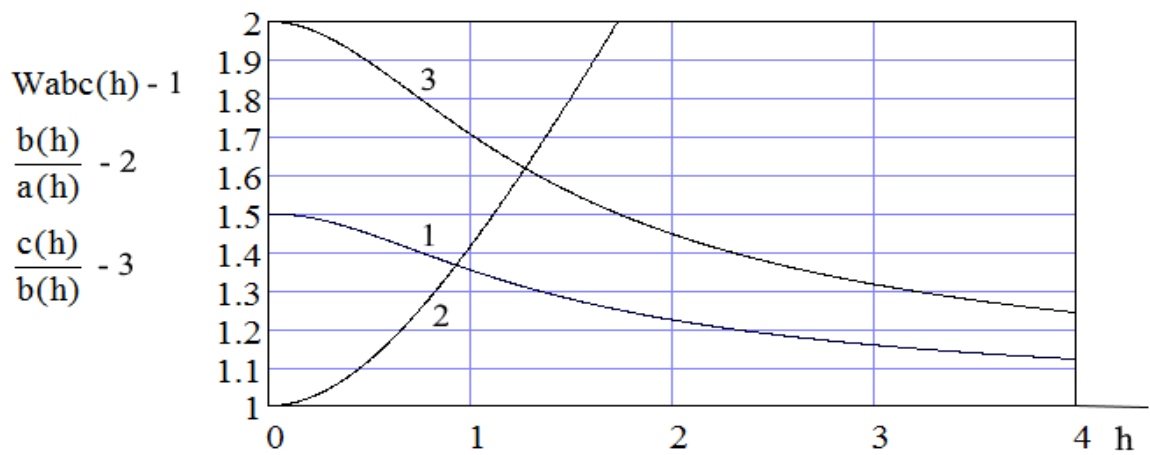


Рис. 4

Из расчётов и рис. 4 следует, что вурф для площадей равен идеальному значению  $W_{abc} = \Phi^2 / 2$  при  $h = \sqrt{\Phi} \approx 1,272$ , т.е. при высоте пирамиды Хеопса ! При этом же значении  $h = \sqrt{\Phi}$  отношения площадей равны константе золотого сечения:  $S_b / S_o = a / b = S / S_b = c / b = \Phi$  (!) и, кроме того, площади связаны через их среднее геометрическое:  $S_b = \sqrt{S_o \cdot S}$ .

2. Рассмотрим вурфы для отрезков прямоугольного  $\Delta SOM$  на рис. 2. Пусть  $FM = 1 / \sqrt{h^2 + 1} = a$ ,  $SF = h^2 / \sqrt{h^2 + 1} = c$ ,  $OF = r_{SS} = h / \sqrt{h^2 + 1} = \sqrt{a \cdot c} = b$ .

На рис. 5 показаны зависимости вурфа  $W_{labc}(h)$  (кривая 1) для отрезков

а, b, c и вурфа  $W_{2abc}(h)$  (кривая 2) для квадратов этих отрезков  $a^2, b^2, c^2$ , а также зависимость отношения отрезков  $c(h) / a(h) = SF / FM$  (кривая 3).

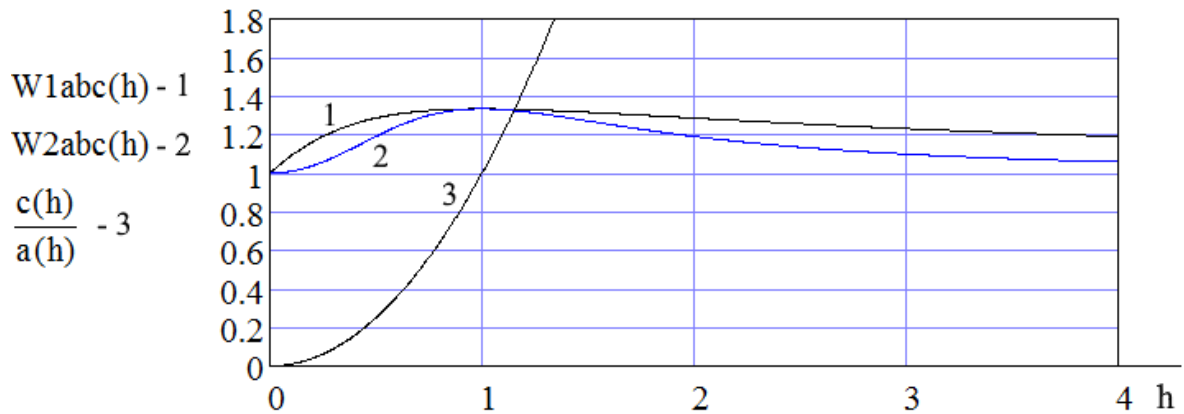


Рис. 5

Из расчётов и рис. 5 следует целый ряд важных соотношений:

$$W_{1abc}(\phi) = W_{1abc}(\Phi) = \Phi^2 / 2, \quad W_{1abc}(1) = 4 / 3 \quad (14),$$

$$W_{1abc}(\sqrt{\phi}) = W_{1abc}(\sqrt{\Phi}) = 1 + 1 / (1 + \Phi^{3/2}) \approx 1,327 \quad (15),$$

$$W_{2abc}(\sqrt{\phi}) = W_{2abc}(\sqrt{\Phi}) = \Phi^2 / 2, \quad W_{2abc}(1) = 4 / 3 \quad (16),$$

$$W_{2abc}(\phi) = W_{2abc}(\Phi) = 5 / 4 = (\phi + \Phi)^2 / (\Phi^3 - \phi^3) \quad (17),$$

$$c(\phi) / a(\phi) = \phi^2, \quad c(\sqrt{\phi}) / a(\sqrt{\phi}) = \phi, \quad c(\sqrt{\Phi}) / a(\sqrt{\Phi}) = \Phi, \quad c(\Phi) / a(\Phi) = \Phi^2 \quad (18)$$

Существенно, что для пирамиды Хеопса идеальный вурф реализуется для квадратов отрезков, так как  $W_{2abc}(h = \sqrt{\Phi}) = \Phi^2 / 2$ . При этом гипотенуза  $SM$  делится точкой  $F$  в отношении золотого сечения:  $c(\sqrt{\Phi}) / a(\sqrt{\Phi}) = \Phi$ . Кроме того, возможен и другой идеальный треугольник с дополнительными к  $\pi / 2$  углами, в котором  $W_{2abc}(h = \sqrt{\phi}) = \Phi^2 / 2$  и точка  $F$  также делит гипотенузу  $SM$  в отношении золотого сечения  $c(\sqrt{\phi}) / a(\sqrt{\phi}) = \phi$ , при этом углы наклона боковых граней у дополнительных пирамид связаны соотношением:  $\arctg(\sqrt{\Phi}) = \pi / 2 - \arctg(\sqrt{\phi})$ .

Подчеркнём, что прямоугольный треугольник с равными катетами, в

котором точка  $F$  делит гипотенузу  $SM$  пополам, вопреки возможным ожиданиям, не является идеальным по вурфу. Как следует из рис.5,  $c(1) / a(1) = 1$ , при этом вурф  $W2_{abc}(h = 1) = 4 / 3 = 1,3(3) > \Phi^2 / 2$ .

Из рис. 5 также следует, что идеальные вурфы можно получить и для линейных отрезков  $\Delta SMO$ .  $W1_{abc}(h = \phi) = W1_{abc}(h = \Phi) = \Phi^2 / 2$ . Однако в этом случае  $c(\phi) / a(\phi) = \phi^2$ ,  $c(\Phi) / a(\Phi) = \Phi^2$ , т. е. в отношении золотого сечения делятся не сами отрезки гипотенузы, а квадратные корни из длин отрезков. Отметим, что соответствующие углы наклона боковых граней пирамид равны:  $\arctg(\phi) \approx 31,717\ 474\ 411^\circ$ ,  $\arctg(\Phi) \approx 58,282\ 525\ 588^\circ$ .

3. Рассмотрим далее соотношения для отрезков прямоугольного  $\Delta MQM_1$ :

$$QG = r_S(h) = (\sqrt{h^2 + 1} - h) / h = b, \quad M_1G = r_1(h) = (h - 2r_S(h)) / h = a, \quad GM = 1 = c.$$

На рис. 6 показаны зависимости вурфа  $W1_{abc}(h)$  (кривая 1) для отрезков  $a, b, c$ , вурфа  $W2_{abc}(h)$  (кривая 2) для квадратов отрезков  $a^2, b^2, c^2$ , а также для отношения  $c(h) / a(h) = 1 / a(h)$  (кривая 3).

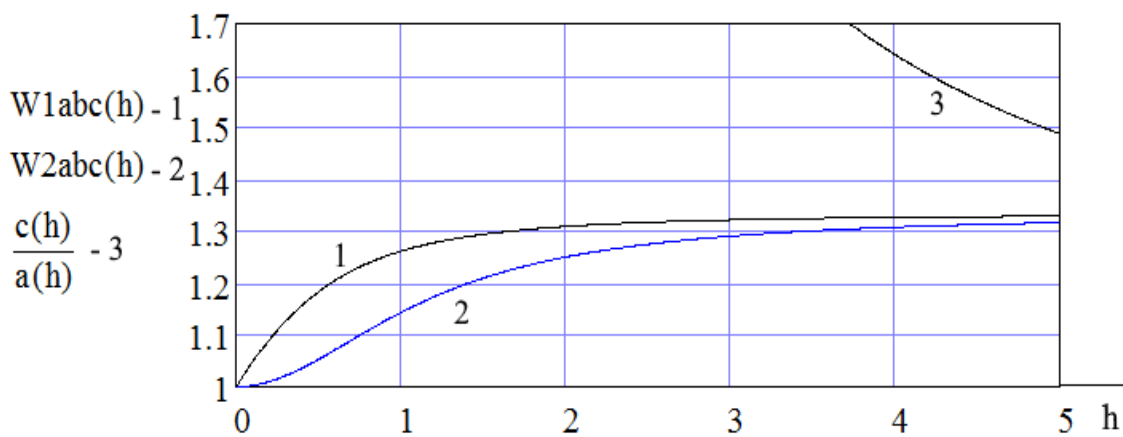


Рис. 6

Из расчётов и рис. 6 следует, что идеальный вурф для отрезков  $a, b, c$   $W1_{abc}(h) = \Phi^2 / 2$  реализуется при  $h = 2$ . При этом  $b(2) = r_S(2) = \phi$ ,  $a(2) = \phi^2$ ,  $b(2) / a(2) = \Phi$ ,  $c(2) / a(2) = \Phi^2$ ,  $a(2) + b(2) = c(2) = 1$ ,  $\alpha = \arctg(2) = 63,434\ 948^\circ$ .

Идеальный же вурф для квадратов отрезков  $a^2, b^2, c^2$   $W2_{abc}(h) = \Phi^2 / 2$



реализуется при  $h = 2\Phi^{3/2} \approx 4,116\,342$ . В этом случае  $b(2\Phi^{3/2}) = r_S(2\Phi^{3/2}) = \phi^{1/2}$ ,  $a(2\Phi^{3/2}) = \phi$ ,  $c(2\Phi^{3/2}) / a(2\Phi^{3/2}) = 1 / a(2\Phi^{3/2}) = \Phi$ ,  $a^2(2\Phi^{3/2}) + b^2(2\Phi^{3/2}) = 1$ ,  $\alpha = \arctg(2\Phi^{3/2}) = 76,345\,415^\circ$ .

4. Наконец, рассмотрим вурфы для 3-х отрезков, равных радиусу вписанной в пирамиду окружности  $a = r_S(h) = (\sqrt{h^2 + 1} - 1) / h$  (см. рис. 2), радиусу вписанной полуокружности  $b = r_{SS}(h) = h / \sqrt{h^2 + 1}$  и высоте пирамиды  $c = h$ .

На рис. 7 показаны зависимости вурфа  $W1_{abc}(h)$  (кривая 1) для отрезков  $a, b, c$ , вурфа  $W2_{abc}(h)$  (кривая 2) для квадратов отрезков  $a^2, b^2, c^2$  и также для отношений отрезков  $c(h) / b(h)$  (кривая 3) и  $b(h) / a(h)$  (кривая 4).

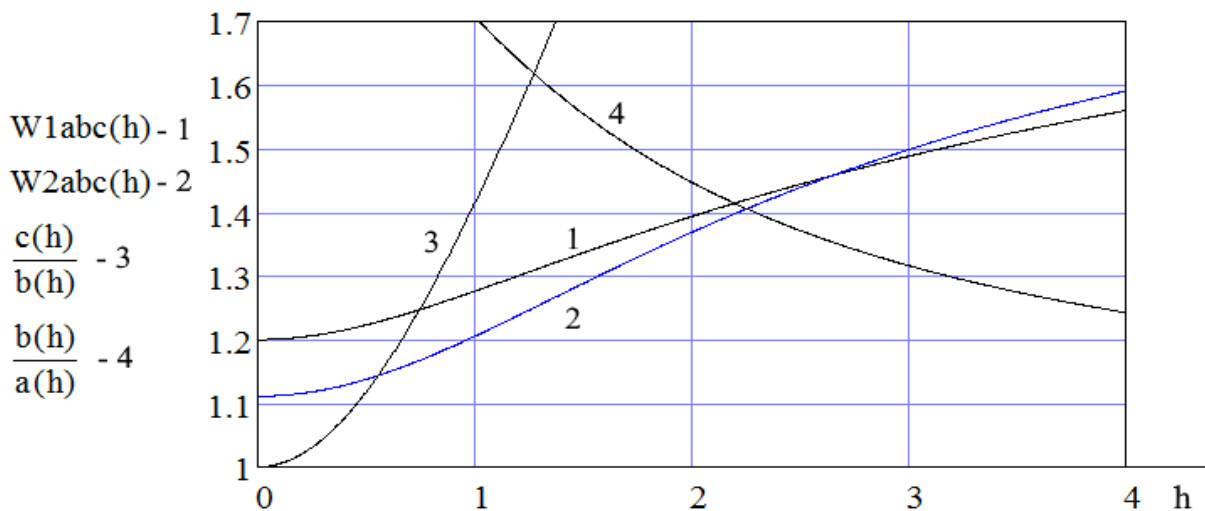


Рис. 7

Из расчётов и рис. 7 следует, что вурф для отрезков  $a, b, c$  равен идеальному значению  $W1_{abc}(h) = \Phi^2 / 2$  при  $h = \sqrt{\Phi}$ , когда отношения отрезков равны константе золотого сечения  $c / b = b / a = \Phi$  и  $b = \sqrt{a \cdot c}$ . Как было указано раньше, именно эти соотношения выполняются для пирамиды Хеопса с углом наклона боковых граней пирамиды  $\alpha = \arctg(\sqrt{\Phi}) \approx 51,827\,292^\circ$ .

Вурф для квадратов отрезков  $a^2, b^2, c^2$  равен идеальному значению  $W2_{abc}(h) = \Phi^2 / 2$  при  $h \approx 1,624\,724\,735 \approx 3 / 8 = 1,625$ , угол наклона боковой грани  $\alpha = \arctg(1,624\,724) \approx 58,388\,165^\circ$ . Интересно также то, что, как это

следует из рис. 7, вурф для данных отрезков равен вурфу для квадратов этих отрезков  $W1abc(h) = W2abc(h) = 1,457\ 794\ 301$  при  $h \approx 2,648\ 691\ 065 \approx 2(1 + \Phi/5)$ ,  $\alpha = \arctg(2,648\ 691) \approx 69,316\ 222^\circ$ .

Таким образом, проведённый анализ позволяет сделать важный вывод – пирамида Хеопса является идеальным геометрическим объектом, поскольку имеет идеальные вурфы, причём по нескольким комбинациям параметров !!

Перейдём теперь к рассмотрению геометрических характеристик двух других Великих пирамид - Хефрена и Менкаура. Их основные параметры также можно выразить через константы золотого сечения  $\phi, \Phi$  !

Для пирамиды Хефрена высота  $h \approx 143,9$  м, длина стороны основания  $d \approx 215,3$  м. Угол наклона боковых граней к основанию  $\alpha \approx 53,200^\circ$  можно аппроксимировать либо углом  $\alpha = \arctg(4/3) = 53,130\ 102^\circ$  «египетского» треугольника, либо углом  $\alpha = 2 \cdot \arctg(1/2) = 2 \cdot (\arctg\Phi - \arctg\phi) \approx 53,126\ 102^\circ$ . Укажем при этом, что любое целое число можно точно выразить через константы золотого сечения, напр.,  $2 = \phi\Phi + \Phi\phi$ ,  $3 = (\phi + \Phi)^2$ ,  $4 = \Phi^3 - \phi^3$ ,  $5 = (\phi + \Phi)^2$ ,  $7 = \phi^3 + \Phi^3$ ,  $11 = \Phi^5 - \phi^5$  и т.д.

Для пирамиды Микерина  $h \approx 65,55$  м,  $d \approx 102,2 - 104,6$  м. Углы наклона боковых граней к основанию  $\alpha \approx 51,415^\circ - 52,062^\circ$  можно аппроксимировать, напр., углами  $\alpha_1 = \arctg(\sqrt{11/7}) \approx 51,420^\circ$  и  $\alpha_2 = \arctg(\sqrt{41/25}) \approx 52,015^\circ$ .

Однако, сравнение углов наклона боковых граней у этих пирамид с углами наклона, найденными выше в вариантах 1-4 и обеспечивающими получение идеальных вурфов, показывает, что ни один из рассмотренных вариантов для пирамид Хефрена и Микерина точно не реализуется.

Укажем, что среднее-арифметическое углов наклона боковых граней у пирамиды Микерина близко к углу наклона боковой грани у пирамиды Хеопса.

Наибольшее же отклонение от угла  $\alpha$  пирамиды Хеопса имеет место для пирамиды Хефрена, у которой  $\alpha \approx 53,200^\circ$ .

Детальные расчёты гравитационных параметров пирамид показали, что угол наклона боковой грани пирамиды Хефрена наиболее близок к углу  $\alpha$ , при котором 2-я производная от собственной гравитационной энергии 4-х угольной пирамиды проходит через ноль, и, соответственно, 1-я производная имеет максимальное значение.

Гравитационная энергия  $W$  тела, занимающего объём  $V$  и имеющего плотность  $\rho(x, y, z)$  и потенциал  $\phi(x, y, z)$  определяется выражением:

$$W = -(1/2) \iiint_V \rho \phi dx dy dz \quad (19)$$

Гравитационная энергия равна работе, которую нужно совершить, чтобы все частицы, из которых состоит тело, удалить друг от друга на бесконечно большие расстояния, когда взаимодействием частиц можно пренебречь, и, следовательно, их энергия связи становится равной нулю. Учитывая это обстоятельство, в формуле (19) ставится знак минус.

Гравитационная энергия является неаддитивной функцией. Так, напр., гравитационные энергии однородных ( $\rho = \text{const}$ ) сферы  $W_S$  и полусферы  $W_{SS}$  радиуса  $R$  равны:

$$W_S = -16\pi^2 \rho^2 G R^5 / 15, \quad W_{SS} = -4\pi(16/3 - \pi/2) \rho^2 G R^5 / 15 \quad (20),$$

где  $G$  - гравитационная постоянная. Интересно то, что отношение этих энергий (не равное двум !) можно аппроксимировать с помощью констант золотого сечения:

$$W_S / W_{SS} = 4\pi / (16/3 - \pi/2) \simeq 3,339\,867 \simeq (\phi + \Phi)^{3/2} \simeq 3,343\,701 \quad (21)$$

Получение аналитических выражений для гравитационной энергии даже для однородных тел - сложная проблема. К настоящему времени такие выражения получены лишь для некоторых сферических и осесимметричных тел [5]. Для пирамид эта проблема, по крайней мере, пока не решена, Поэтому аппроксимируем пирамиду вписанным в неё однородным по плотности конусом, получаемым при вращении  $\Delta SMK$  вокруг оси  $SO$  (см. рис. 2) и

имеющем угол полураствора конуса при его вершине  $\beta$  ( $\beta = \pi/2 - \alpha$ ).

Сложные и длительные расчёты позволяют получить следующее непростое интегрально-тригонометрическое выражение для относительной гравитационной энергии конуса  $W(\beta)$ , нормированной на коэффициент  $k = -\pi r^2 GL^5 / 20$  ( $L = SM$  - длина образующей конуса):

$$W(\beta) = \sin^2 \beta \cos^2 \beta \{ \sin^2 \beta (5 \cos^2 \beta - 1) I(\beta) + \sin \beta (4/3 + 10 \sin^2 \beta) + \beta \cos \beta (26/3 - 10 \cos^2 \beta) - \pi \sin^2 \beta [5 \cos \beta - (5 \cos^2 \beta - 1) a \sinh(\text{ctg} \beta)] \} \quad (22),$$

$$I(\beta) = \int_0^{\pi/2} \ln[(1 + \sin \beta \cos x) / (1 - \sin \beta \cos x)] dx \quad (23)$$

Зависимости относительной гравитационной энергии конуса  $W(\beta)$  (кривая 1) и 2-й производной  $d^2W(\beta) / d\beta^2$ , уменьшенной по величине в 10 раз (кривая 2), показаны на рис. 8.

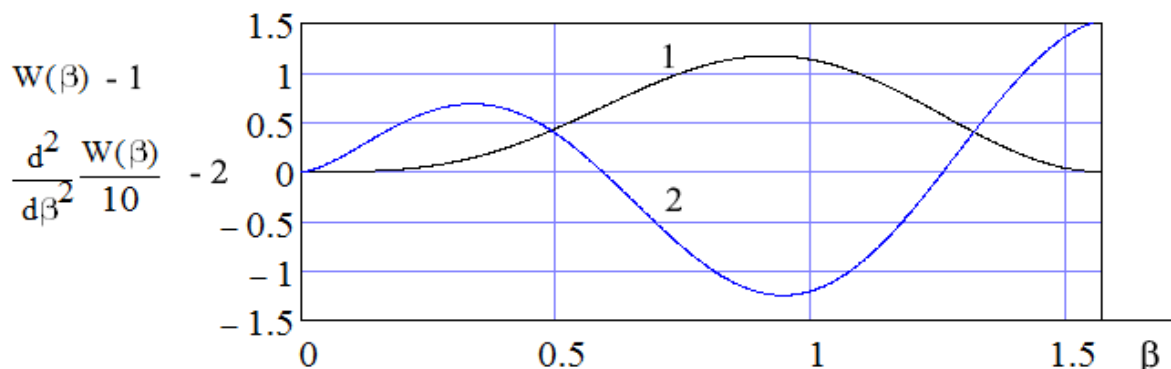


Рис. 8

Из численных расчётов и рис. 8 следует, что зависимость гравитационной энергии конуса от угла полураствора конуса при вершине  $\beta$  имеет максимум при  $\beta_{\max} \approx 52,781\,206\,069^\circ$ , при этом угол  $\alpha = 90^\circ - \beta_{\max} \approx 37,218\,793\,390^\circ$ , что не соответствует углам наклона боковых граней к основанию у Великих пирамид.

Однако меньший угол полураствора конуса, при котором 1-я производная в зависимости  $W(\beta)$  имеет максимум, а 2-я производная обращается в ноль, (см. рис. 8, кривая 2) равен  $\beta_1 \approx 33,870\,024\,411^\circ$ . Для этого случая расчётный

угол  $\alpha \approx 90^\circ - \beta_1 = 56,129\,975\,589^\circ$  уже близок к углам наклона боковых граней у Великих пирамид и, прежде всего, к углу наклона у пирамиды Хефрена  $\alpha \approx 53,200^\circ$ , Такое небольшое отклонение, естественно, может быть объяснено тем, что расчёт гравитационной энергии проводился не непосредственно для пирамиды, а для вписанного в пирамиду конуса.

Отметим, что второй угол полураствора конуса, при котором 2-я производная от гравитационной энергии конуса обращается в ноль, равен  $\beta_2 = 72,176\,178\,747^\circ$ , при этом угол наклона боковой грани пирамиды  $\alpha = 90^\circ - \beta_2 = 17,823\,822^\circ$  весьма далёк от угла  $\alpha$  у Великих пирамид.

Таким образом, в данной работе для неаддитивной функции – гравитационной энергии, также как и в предыдущей работе [1] для аддитивных функций - гравитационного потенциала и напряжённости поля, вновь установлена следующая очень важная особенность Великих пирамид, если рассматривать их как детекторы гравитационных (и электростатических) возмущений: Великие пирамиды «настроены» на точки перегиба - ноль 2-х производных от энергетических и силовых параметров потенциальных полей. Так как точная настройка одновременно по всем параметрам невозможна, то можно предположить, что различие геометрических параметров у Великих пирамид обусловлено их настройкой на разные экстремальные зависимости.

В любом случае полученные нетривиальные результаты важны не только для раскрытия тайн самых знаменитых Чудес света, но и являются актуальными в наше время при поиске новых необычных свойств идеальных по вурфу пирамидальных структур, которые могут реализовываться как на макро-, так и на микроуровне.

В качестве примера можно привести пирамидальные нейроны – основные возбуждающие клетки мозга, пирамидальные молекулы метана  $\text{CH}_4$ , аммиака  $\text{NH}_3$ . Последняя молекула используется, в частности, в мазерах для генерации высокостабильного излучения в стандартах частоты.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *А.Н.Шелаев*. К раскрытию геометрических и физических тайн Великих пирамид и их возможных аналогов. Академия тринитаризма, [www.trinitas.ru](http://www.trinitas.ru), М., Эл. № 77-6567, публ, 21783, 13.02.2016. - 18 С.
2. *А.Н.Шелаев*. Кинематическая модель внутренних и внешних золотых сечений и соответствующих им вурфов – отношений гармонических отношений. Академия тринитаризма, [www.trinitas.ru](http://www.trinitas.ru), М. Эл. № 77-6567, публ. 21326, 21.10.2015.- 12 С.
3. *М. Комацу*. Многообразие геометрии. Пер. с японс.М., Мир,1981. - 208 С.
4. *С.В.Петухов*. Матричная генетика, алгоритмы генетического кода, помехоустойчивость. М.- Ижевск, Регулярная и хаотическая динамика, 2008. - 316 С.
5. *Б.П.Кондратьев*.Теория потенциала. Новые методы и решения. М., Мир. 2007. – 512 С.
6. Dimentions of Pyramid of Khufu (Cheops). [www.Khufu.dk](http://www.Khufu.dk)

