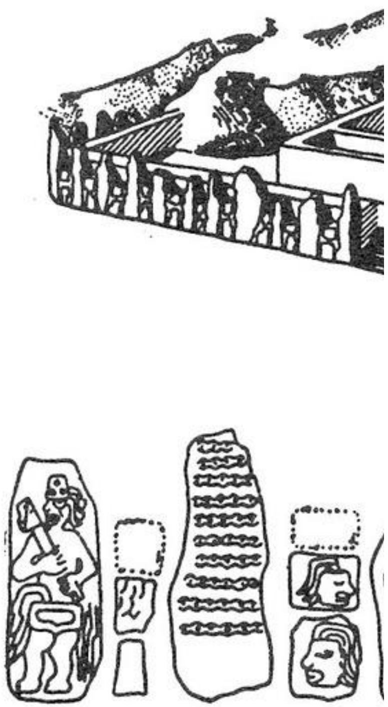
Математические вычисления в строительном деле

(на примере архитектурных сооружений г.Алматы)

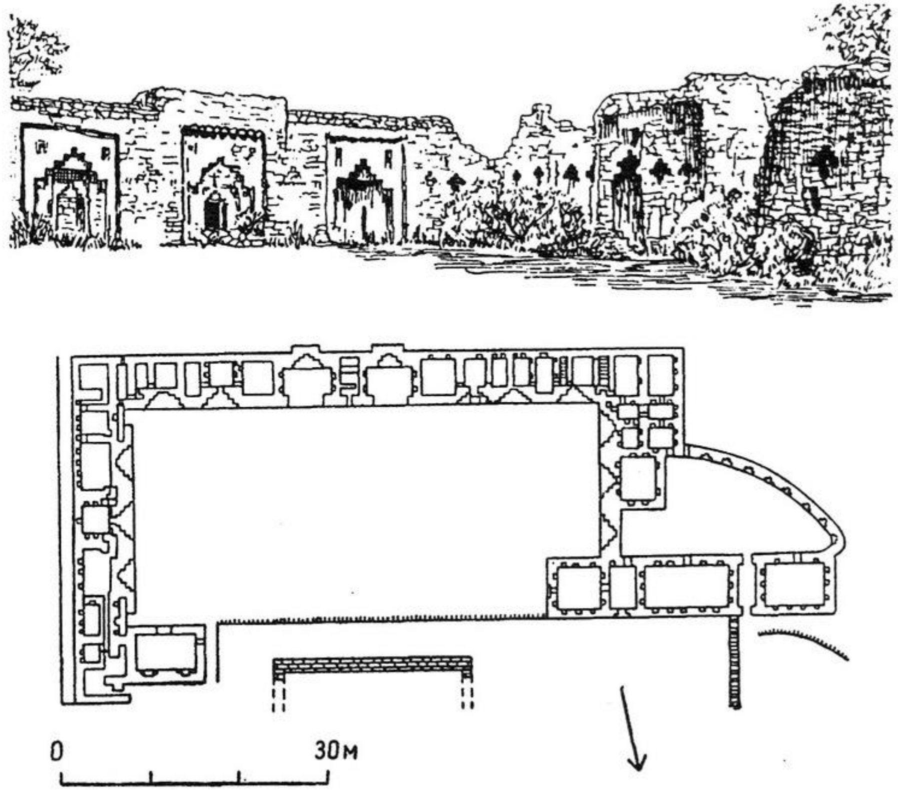
Выполнили ученицы 9 класса
УВК «Арман»
Анощенко Камилла и Кадырова Мадина

Содержание

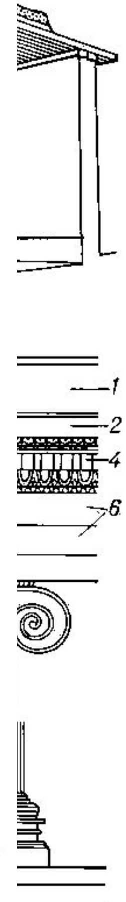
ктуальность сследования	дела; необходимость решения задач с практическим содержанием для более глубокого, не формального изучения основ математики.
ьект ледования	Строительство и архитектурные сооружения.
дмет едования	Применение математических знаний при проектировании и строительстве архитектурных сооружений.
ль следования	Показать использование математических знаний в строительстве и при проектировании архитектурных сооружений, рассмотреть архитектуру с точки зрения «Золотого сечения»
ды исследован	Изучение и анализ теоретических сведений по данному вопросу. Наблюдение, сравнение, сопоставление, анализ, аналогия. Анкетирование, опрос. Измерительные работы и расчеты, анализ полученных результатов.
рактическая начимость	Данный материал можно использовать в школе для привития интереса учащихся к математике и формирования у них представления о прикладных возможностях математики, её связи с архитектурой. Разработанный проект детской площадки можно реализовать во дворах домов, школ, детских садов.

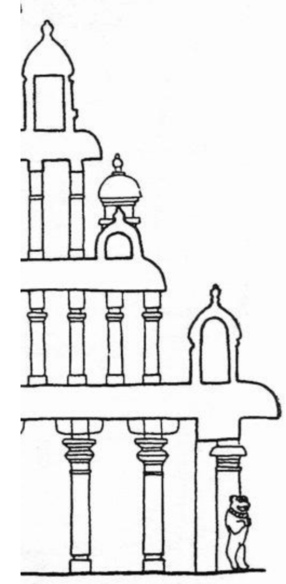


Серро Сечин. Хр
Реконструкция



Остров Коати на озере Титикака. Монастырь дев Солнца, конец XV в. Общий вид и план



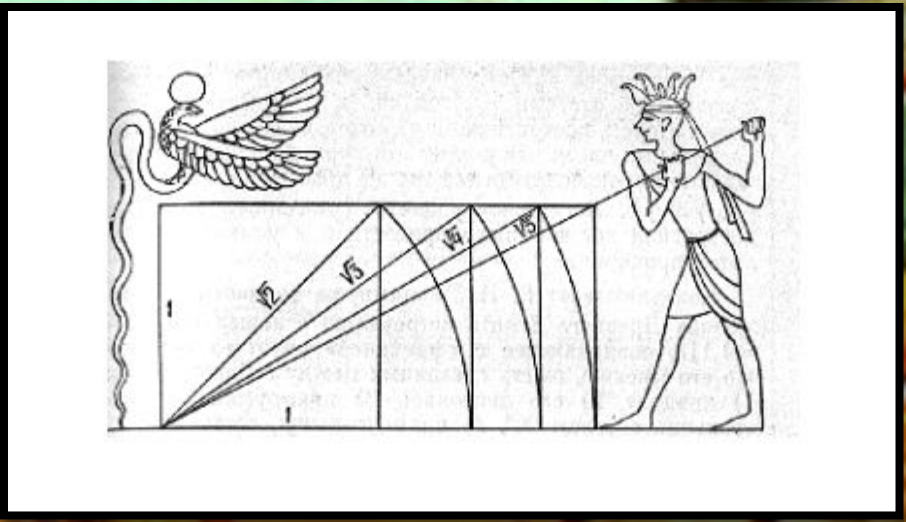


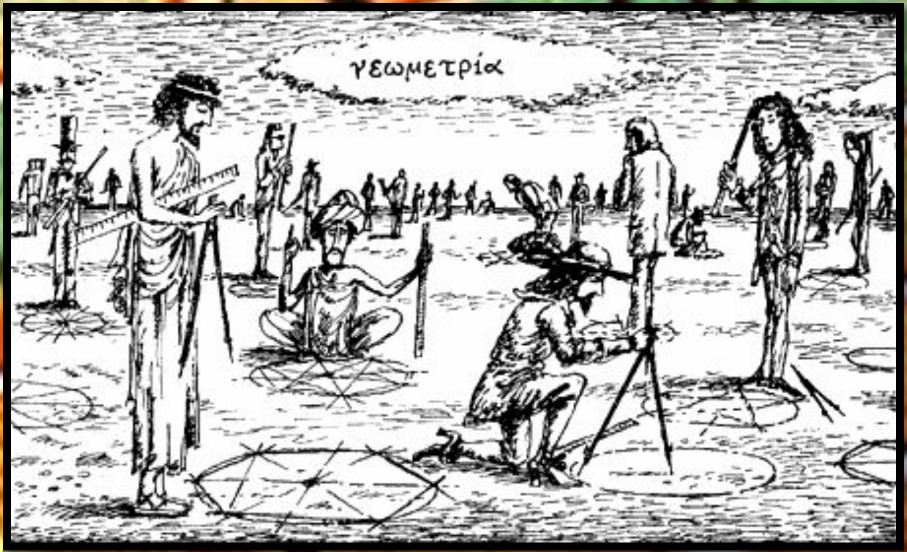
монастырское зда-
ция Фергюссона)

ИСТОРИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ РАСЧЕТО СТРОИТЕЛЬСТВЕ

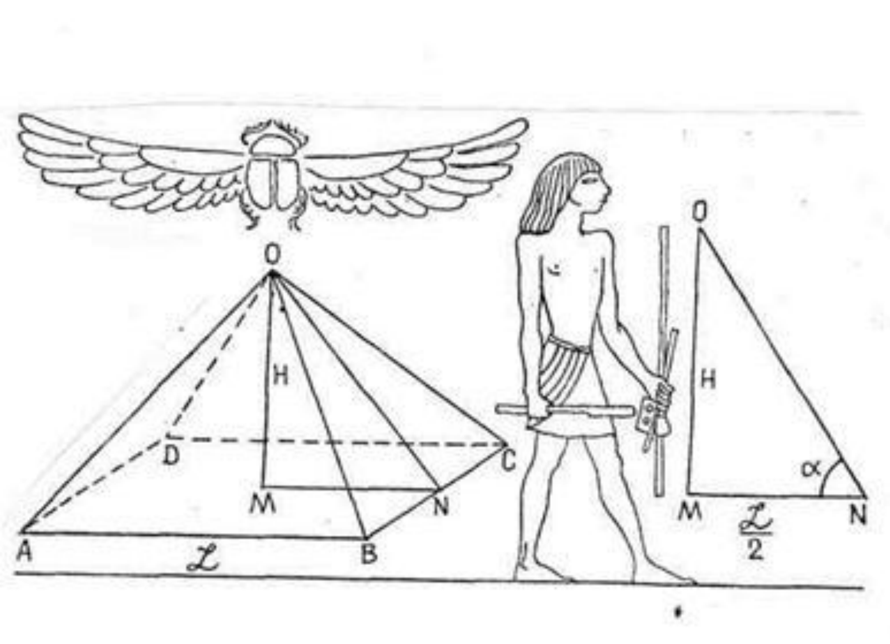
♥ Строительство и архитектура зарождаются вместе с человечеством, сопровождают его в историческом развитии.

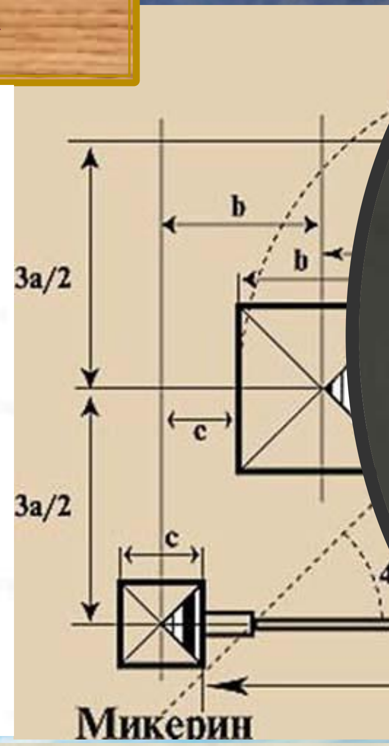
♥ Взаимосвязь архитектуры и математики прослеживается на протяжении всей истории человечества.





Нахождение прямого угла





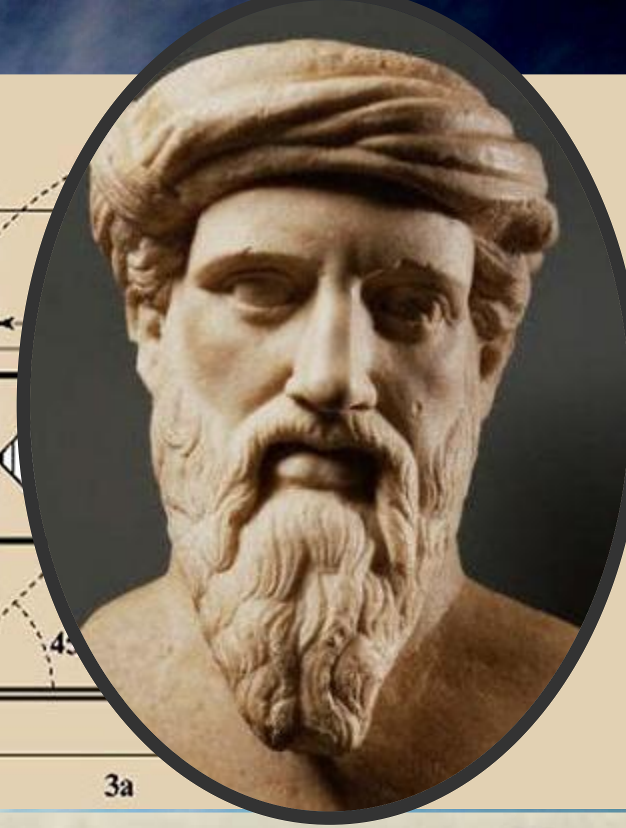


РИС. 1

Собор святого Петра в Ватикане

Некоторые виды математических задач в строительном деле

строительном деле возникает огромн
ичество задач различной сложности, решаемых
ользованием математических знаний. В наш
боте мы рассмотрим только несколько прост
дов прикладных задач, которые чаще встречают
деятельности строителя-практика. С подобны
просами может столкнуться и профессионал,
битель, затеявший несложный капитальн
онт.

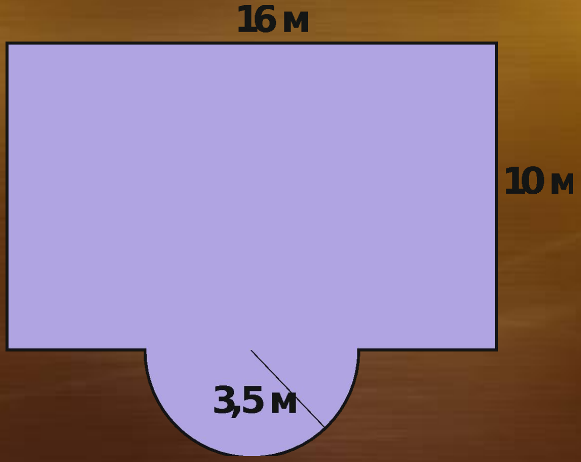
Определение площади нестандартной формы

Принцип деления сложной геометрической фигуры на несколько простых

Нахождение площадей простых фигур.

ЗАДАЧА

Дано: Дом; h - 3 м.; 2 окна; S окна - 1,5 х2м; дверь; S двери - 1х2,3м



Вычислить: площадь стен для облицовки

Решение.

Основание дома составляют две геометрические фигуры: полуокружность радиусом 3,5 м и прямоугольник со сторонами 10 и 16 метров.

Чтобы найти площадь стен дома надо найти общую площадь боковой поверхности дома и вычесть площади окон и двери:

$S_{стен} = S_{бок.пов.} - S_{окон} - S_{двери}$;

$S_{бок.пов.} = P_{основ.} \cdot h$; $P_{основ.} = P_{прям} + l/2 - 2r$; $l = 2\pi r$;

Следовательно,

$S_{бок.пов.} = (P_{прям} + \pi r - 2r) \cdot h = (2ab + r(\pi-2))\cdot h$,

где h – высота стен, l – длина окружности, r – радиус окружности, a и b – стороны прямоугольника

Тогда

$S_{бок.пов.} = (2 \cdot (16 + 10) + 3{,}5 \cdot (3{,}14 - 2)) \cdot 3 = 167{,}97 \approx 168$ (м^2),

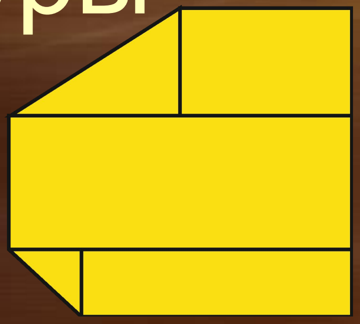
$S_{окон} = 2 \cdot 1{,}5 \cdot 2 = 6$ (м^2), $S_{двери} = 1 \cdot 2{,}5 = 2{,}5$ (м^2),

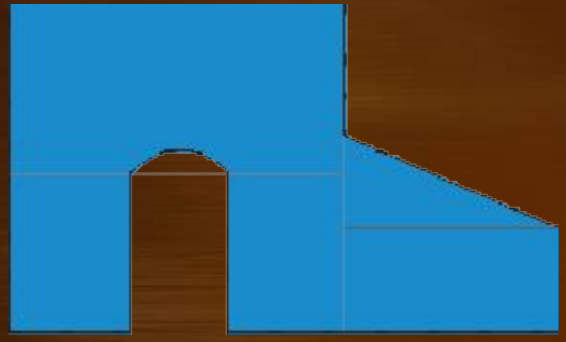
$S_{стен} = 168 - 6 - 2{,}5 = 159{,}5$ (м^2).

Ответ: площадь стен дома составляет 159,5 м^2.

Алгоритм решения задач вычисления площади нестандартной фигуры

- Разбить фигуру на множество стандартных фигур.
- Найти площадь каждой из полученных стандартных фигур.
- Найти сумму этих площадей.
- Вычесть из этой суммы площади форм, не входящих в эту фигуру





Определение количества расходного материала

Строители часто встречаются с задачей определения количества и стоимости расходного материала для строительства или отделки стен или пола.

Задача 1. Сколько краски понадобится, чтобы покрасить стену размером 3м х 4м в два слоя, расход краски 0,07 кг/м^2.

Решение.

1) $S = 3м \cdot 4м = 12м^2$;
2) $0,07 \cdot 12 = 0,84$кг;
3) $0,84 \cdot 2 = 1,68$кг;

Ответ: Достаточно одной двухкилограммовой банки краски.

Задача 2.

Необходимо выложить кафельной плиткой пол в ванной комнате. Размер пола: 3х3,5м. Размер плитки 40х40см. Сколько кафельной плитки понадобится?

Решение:

1. Найдѐм площадь пола: $S_{пола} = 3 \cdot 3,5 = 10,5м^2$;

2. Площадь одной плитки: $S_{плитки} = 0,4 \cdot 0,4 = 0,16м^2$;

3. Определим, сколько плиток понадобится:

$N = S_{пола} : S_{плитки} = 10,5 : 0,16 = 65,625 \approx 66$ штук.

Ответ: **нужно примерно 66 плиток.**

Алгоритм решения задач на определение количества расходного материала

при покраске, штукатурке, побелке и т.д.:

- 1. Определить общую площадь поверхности (S) для отделки.
- 2. Рассчитать количество расходного материала на единицу площади (E).
- 3. Полученную величину умножить на площадь поверхности ($K=S\cdot E$).

при облицовке (кирпичом, плиткой и т.д.):

- 1. Вычислить общую площадь поверхности (S) для отделки.
- 2. Определить площадь единицы расходного материала ($S_м$ – площадь одной облицовочной плитки);
- 3. Найти количество расходного материала (N – количество облицовочных плиток) как частное: $N=S : S_м$.

Задачи на оптимизацию расходов материала в строительном деле

Под "оптимизацией" мы подразумеваем выбор вариантов строительной деятельности в целях минимизирования финансовых затрат и поиск различных путей экономии с учетом математических вычислений. Известно, что более 60% прямых затрат в строительстве занимают материалы, поэтому задача оптимизации расходов строительства является актуальной, поскольку с ростом цен на материалы возрастает и стоимость жилья.

Задача 1.
Выше был приведен пример задачи на определение площади стен дома в целях их облицовки. Теперь решим следующую задачу.
Перед нами стоит выбор: облицовка кирпичом или облицовка сайдингом. Найти самый экономичный вариант отделки.
Решение.
Мы определили, что общая площадь стен дома составляет 160 м^2. Расчитаем стоимость материалов при облицовке кирпичом и сайдингом.
Стоимость 1 облицовочного кирпича- 40 тг. На 1 м^2 требуется 52 кирпича, площадь стен дома – 160 (м^2), тогда $52 \cdot 40 \cdot 160 = 332\,800$ тг – стоимость кирпича на полную облицовку стен.
Стоимость сайдинга 1800 тг за 1 м^2, тогда $18000 \cdot 160 = 288\,000$ тг – стоимость сайдинга на полную облицовку стен.
Ответ: **наиболее экономичным является вариант облицовки стен сайдингом.**

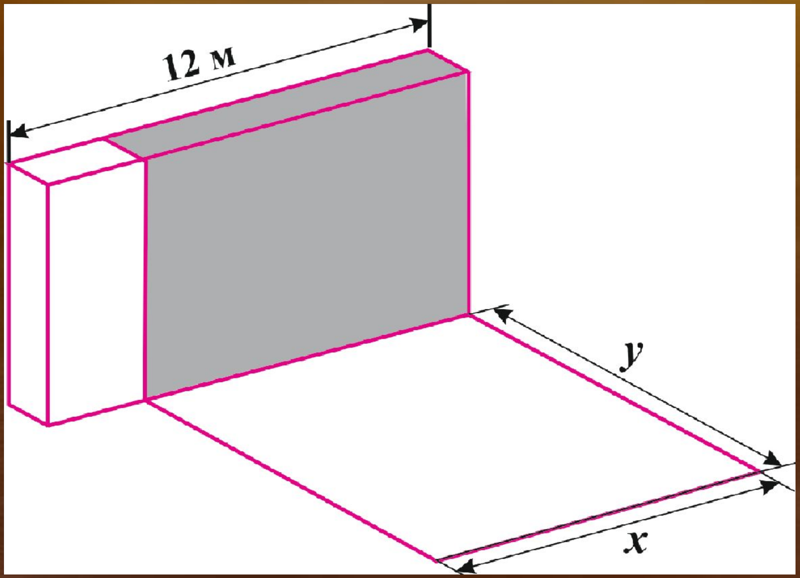
Задача 2.

На месте разрушенного дома, от которого уцелела стена, надо построить новый. Длина уцелевшей стены – 12 м. Площадь нового дома должна равняться 112 кв. м. Хозяйственные условия работы таковы:

1) Ремонт погонного метра стены обходится в 25% стоимости кладки новой;

2) разбор погонного метра старой стены и кладка из полученного материала новой стены стоит 50% того, во что обходится постройка погонного метра стены из нового материала.

Как при таких условиях наиболее выгодным образом использовать уцелевшую стену?



Решение:

Пусть от прежней стены сохраняется x метров, а остальные $12 - x$ метров разбиваются так, чтобы из полученного материала возвести заново часть стены нового дома. Если стоимость кладки погонного метра стены из нового материала равна a, то ремонт x метров старой стены будет стоить $ax/4$; возведение участка длиной $12 - x$ будет стоить $a(12 - x)/2$; прочей части этой стены $a[y - (12 - x)]$, т. е. $a(y + x - 12)$; третьей стены ax, четвертой ay. Вся работа обойдется в $ax/4+a*(12-x)/2+a(y-x+12)+ax+ay=a(7x+8y)/4-6a$.

Последнее выражение достигает наименьшей величины тогда же, когда будет минимальной и сумма $7x + 8y$. Мы знаем, что площадь дома xy равна 112; следовательно, $7x \cdot 8y = 56 \cdot 112$. При постоянном произведении сумма $7x + 8y$ достигает наименьшей величины тогда, когда $7x = 8y$, откуда $y = 7x/8$. Подставив это выражения для y в уравнение $xy = 112$, имеем: $7x^2/8=112$; $x^2=128$; $x \approx 11{,}3$.

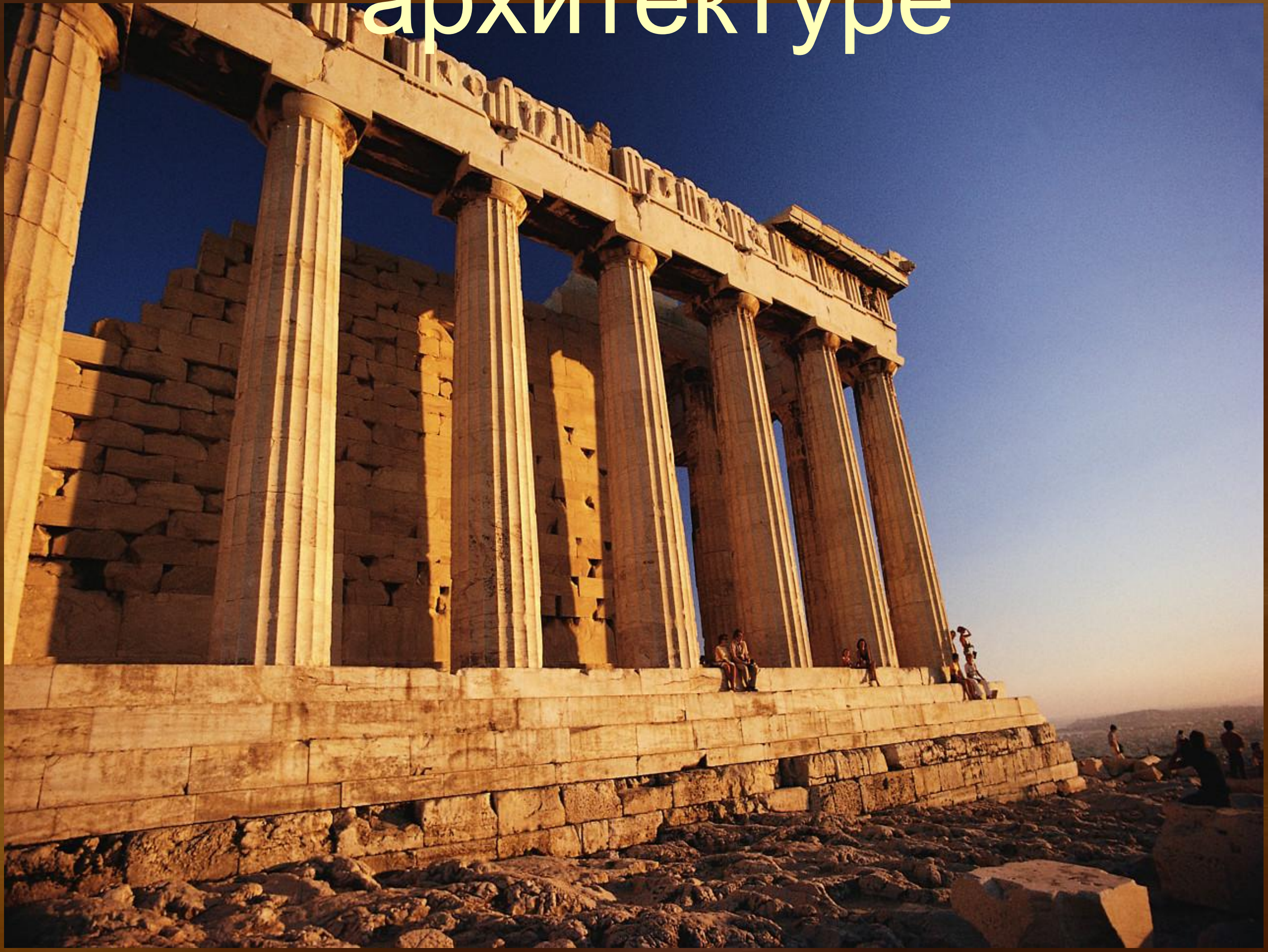
А так как длина старой стены 12 м, то подлежит разборке $12 - 11{,}3 = 0{,}7$ м этой стены.

Ответ: необходимо разобрать 0,7м старой стены.

Общий алгоритм решения задач по оптимизации расхода материала в строительном деле

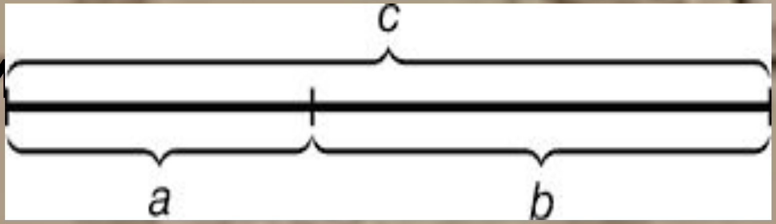
- 1. Выявить все подходящие типы расходного материала (n вариантов);
- 2. Рассчитать количество расходного материала каждого из вариантов (K_1, K_2, …K_n).
- 3. Определить стоимость расходного материала каждого из вариантов (C_1, C_2, …C_n).
- 4. Найти наименьшее значение C_n. Значение n будет соответствовать номеру наиболее оптимального варианта.

Золотое сечение в архитектуре



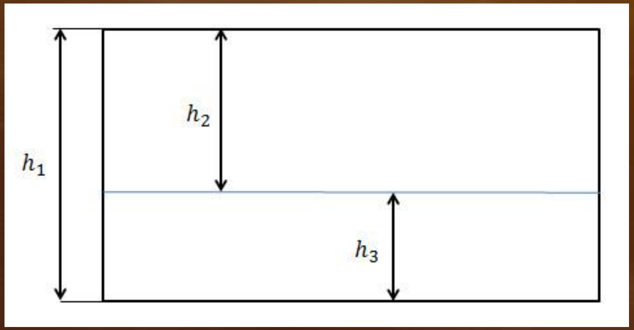
Математический смысл «Золотого сечения»

- Золотое сечение — это такое пропорциональное деление отрезка на неравные части, при котором весь отрезок так относится к большей части, как сама большая часть относится к меньшей; или другими словами, меньший отрезок так относится к большему, как больший ко всему
- *a* : *b* = *b* : *c* или



Числовое значение золотого сечения

- *На рисунке изображены прямоугольник и отрезки, соответствующие пропорциям:*



$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{h_2}{h_3}$$

Пусть высота ***h*$_1$ *= 1***, а расстояние от верхнего края до средней линии обозначим за ***x* (*h*$_2$ *= x*)**. Тогда получим:

1 : x = x : (1 – x)

x^2 – x – 1 = 0

Решение этого уравнения:

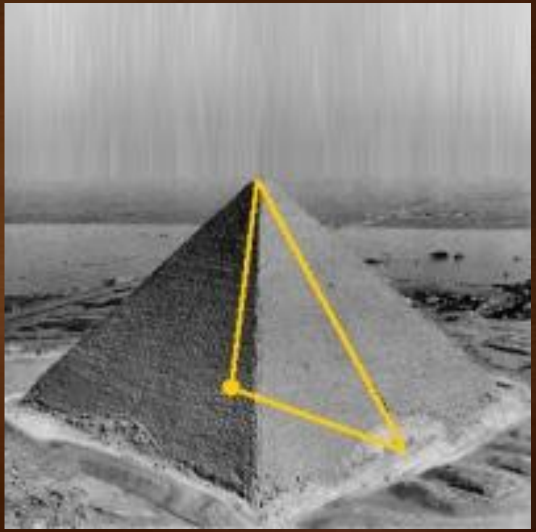
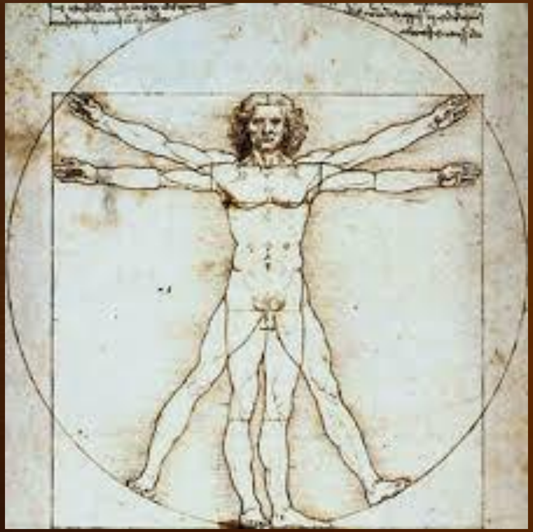
$x_{1,2}$ = (1±√5)/2

Положительный корень этого уравнения ***(√5 + 1) / 2 ≈ 1,618…*** ,

это и есть приближенное значение «Золотого сечения».

История «Золотого сечения»

- *Принято считать, что понятие о золотом делении ввел в научный обиход Пифагор, древнегреческий философ и математик (VI в. до н.э.). Есть предположение, что Пифагор свое знание золотого деления позаимствовал у египтян и вавилонян.*
- *В дошедшей до нас античной литературе золотое деление впервые упоминается в "Началах" Евклида.*
- *Во времена Ренессанса принципы золотого сечения использовали в своих работах такие известные личности как Леонардо да Винчи и Альбрехт Дюрер.*

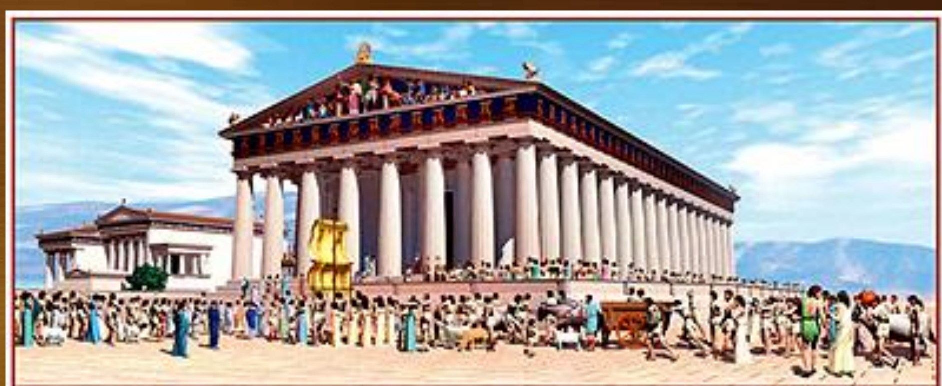




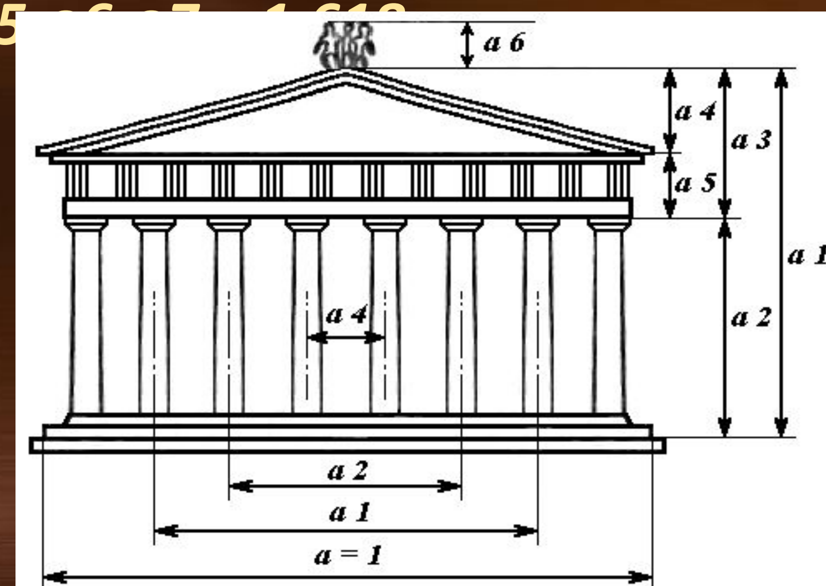
Ряд Фибоначчи

- Существует тесная связь Золотого сечения с числами Фибоначчи. Последовательностью Фибоначчи называется последовательность, первые два члена которой равны 1, а каждый последующий - сумме двух предыдущих. Таким образом, эта последовательность (обозначим ее через $\{a_n\}$) определяется следующим образом:
- $a_1=1,\ \ a_2=1,\ \ a_{n+2}=a_{n+1}+a_n;\ \ (n=1,2,3,\ \ldots).$
- Вот первые члены этой последовательности: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144,..., а отношение смежных чисел ряда приближается к отношению золотого деления. Так, отношение любого члена последовательности a_n (n>3) к предшествующему члену a_{n-1} будет приближаться к значению ***φ=1.61803398875…*** при увеличении значения n. Например, 34 : 21 = 1,617, а 55 : 34 = 1,618. То есть это приближение тем лучше, чем больше номер взятого члена. Обратное соотношение $a_n : a_{n+1}$ = 0,618… .

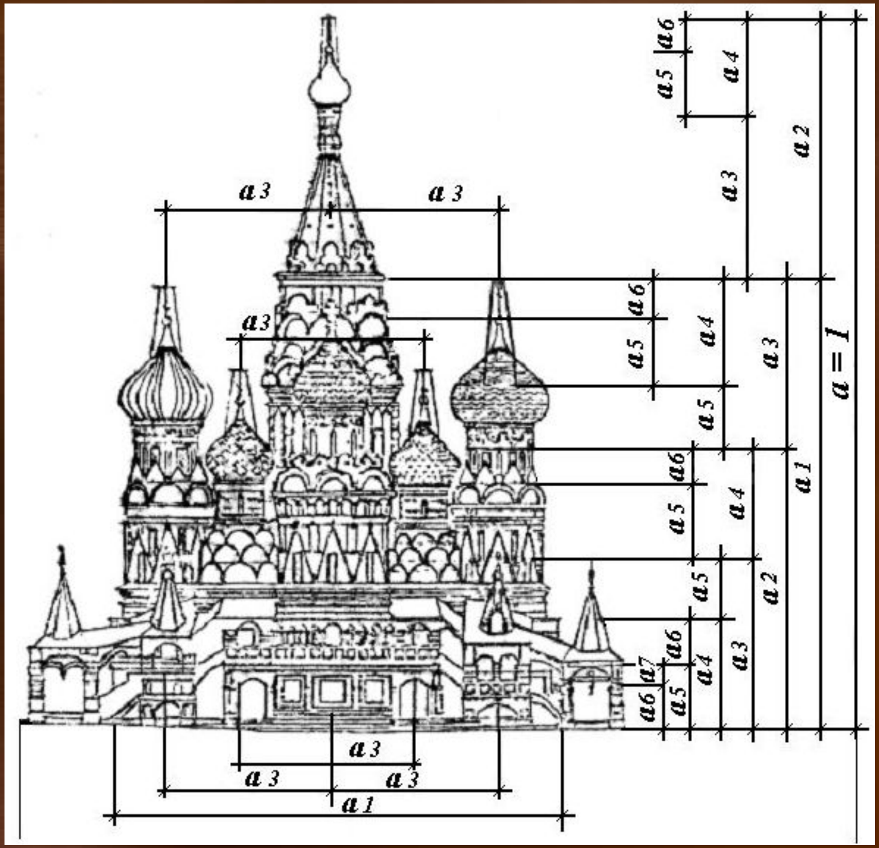
Золотое сечение в исторических зданиях

- *Одним из красивейших произведений древнегреческой архитектуры является Парфенон.*
- *Если принять за единицу ширину торцового фасада храма, то основные пропорции фасада Парфенона образуют прогрессию, состоящую из 8 членов ряда: 1:a1:a2:a3:a4:a5*





- *Такое же соотношение наблюдается в пропорциях храма Василия Блаженного, но в нем за единицу принята высота храма: : 1:а1:а2:а3:а4:а5:а6:а7 = 1,618… .*

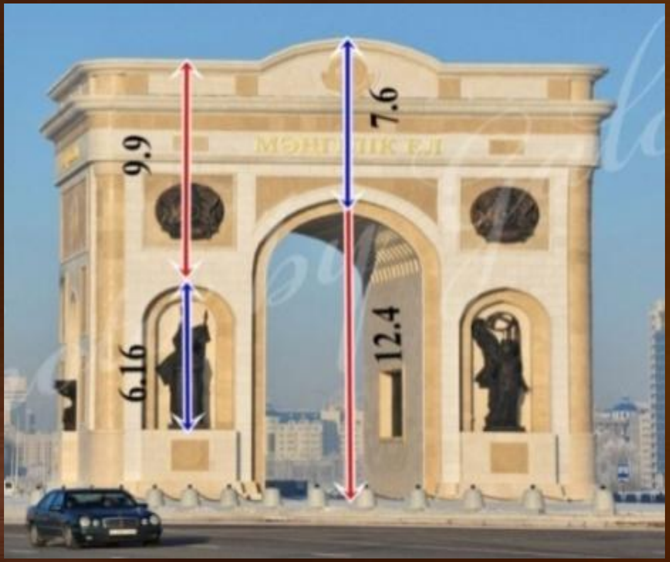


Золотое сечение в современной архитектуре Казахстана

- *Дворец мира и согласия — пирамида, созданная архитектором сэром Норманом Фостером в Астане.*
  В соответствии с принципом «Золотого сечения Фибоначчи», основанием пирамиды является квадрат, со стороной, равной высоте пирамиды – 61.803399 м., высота пирамиды также составляет 61.803399м. Т.е. в размерах дан коэффициент золотого сечения, умноженный на 100 и выраженный в метрах.

- Триумфальная Арка в Астане, которая символизирует успех молодой республики за первые 20 лет ее становления и развития.

  Высота арки - 20 метров, ширина - 13 метров. За ее основу принята классическая Триумфальная арка.
- По размерам арки, указанным на рисунке, вычислим пропорции:
- 20 : 12,4 = 1,612…; 12,4 : 7,6 = 1,63…



«Золотое сечение» в архитектурных сооружениях г. Алматы

- *Чтобы узнать, какие архитектурные строения являются самыми примечательными, по мнению окружающих, мы провели опрос среди учеников, предложив им на выбор двенадцать известных зданий нашего города.*







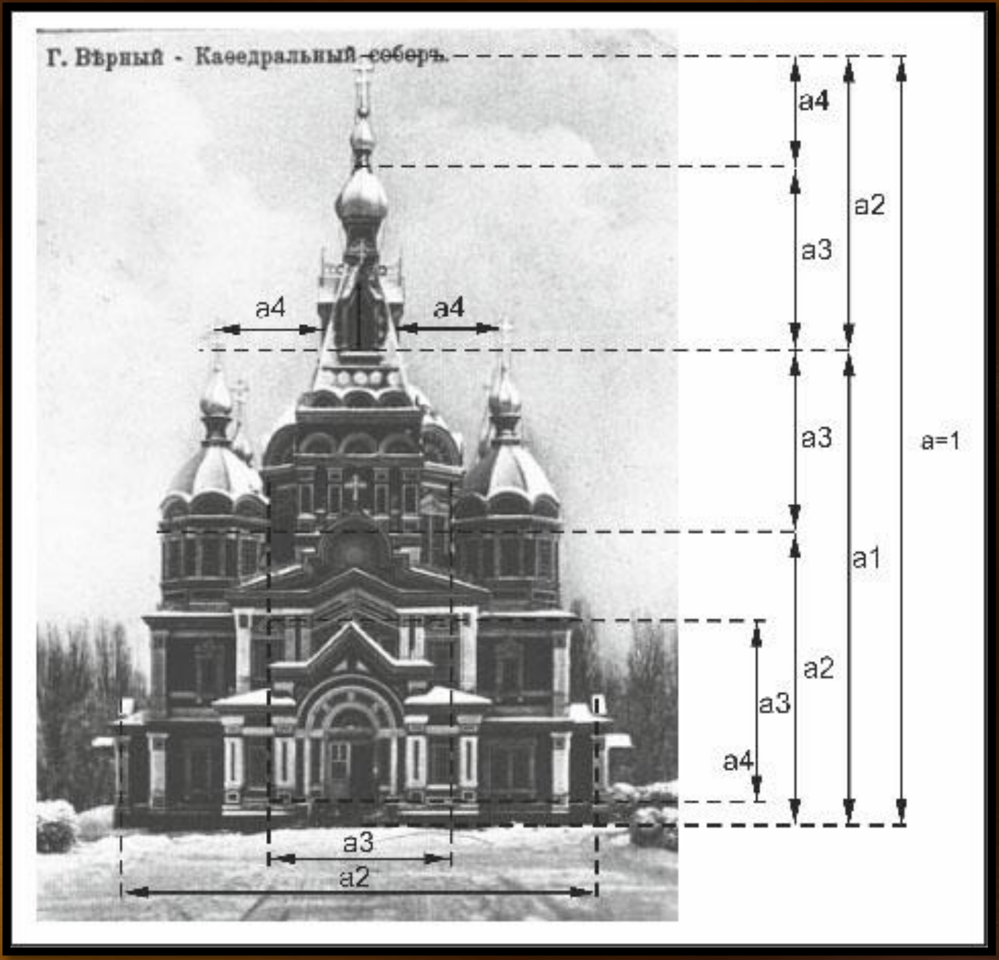





Результаты опроса среди учащихся

По результатам опроса мы выбрали для анализа шесть архитектурных объектов города Алматы

Свято-Вознесенский кафедральный собор



Главная достопримечательность парка 28 гвардейцев-панфиловцев. Уникальное по инженерной конструкции сооружение высотой в 56 метров, построенное в 1904 году без единого гвоздя из голубой тяньшаньской ели по проекту архитектора А.П. Зенкова.

Мы определили следующие пропорции:

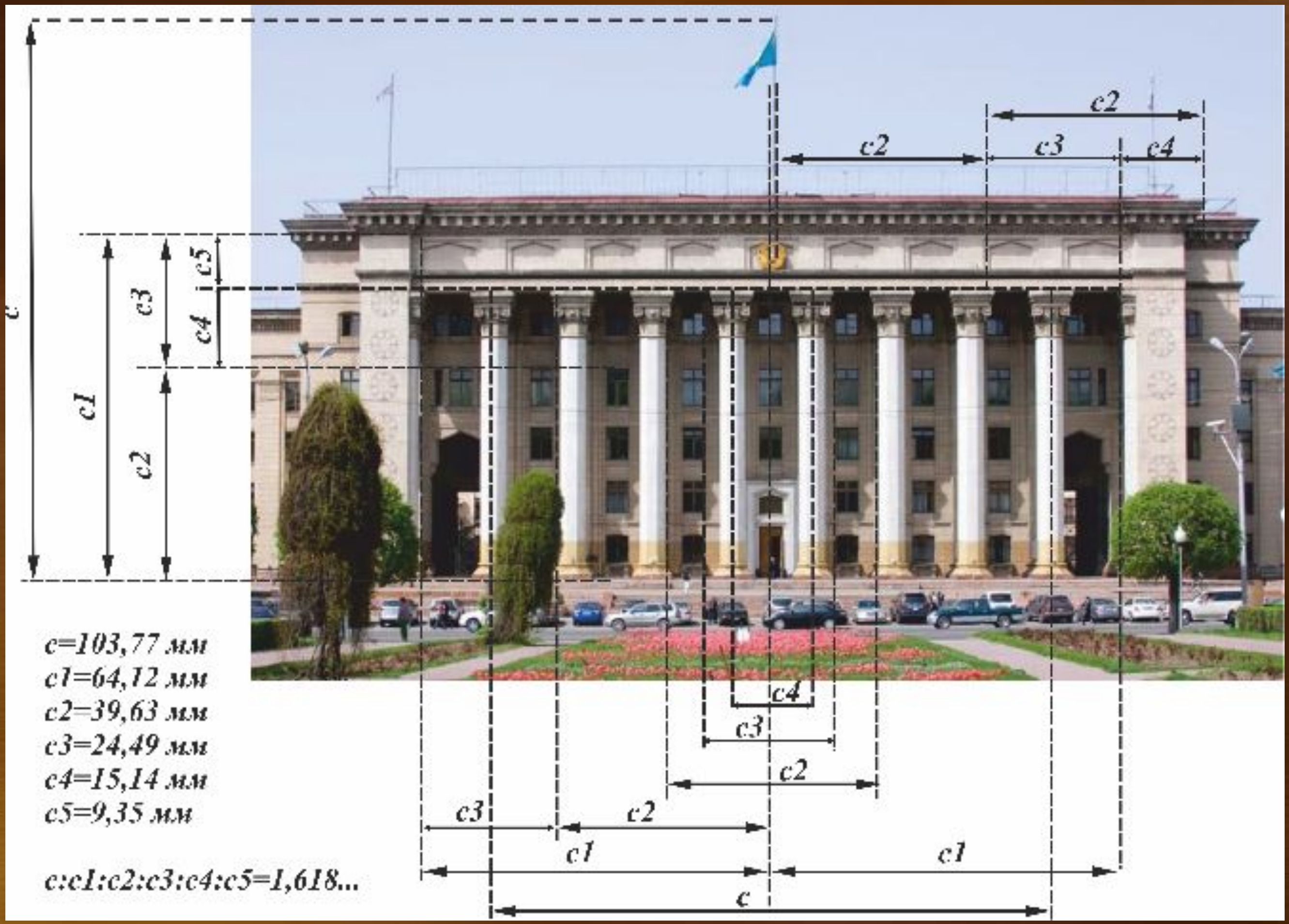
a:a1:a2:a3:a4=1,618

Здание Государственного академического театра оперы и балета имени Абая

- Яркий пример конструктивизма, совет- ского авангардистского стиля, получившего развитие в 1920–1930-х годах; характеризуется строгостью, геометриз- мом, лаконичностью форм и монолитностью внешнего облика.

б:б1:б2:б3=1,618

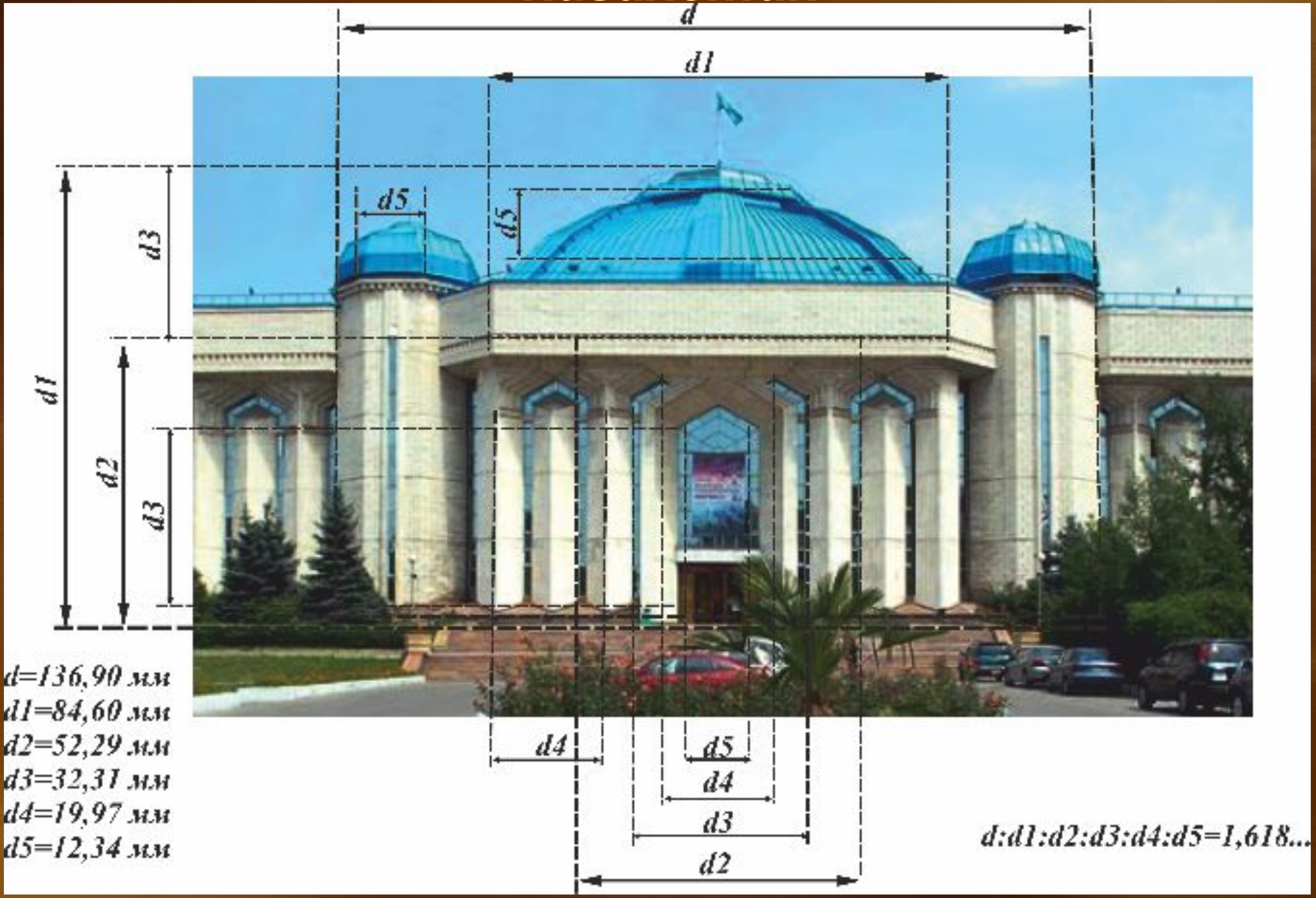
Казахстанско-Британский технический университет



Здание Бывшего Дома правительства Казахской ССР – 5-этажное здание, прямоугольное в плане, поставленное на высокий постамент. Построено в стиле конструктивизма. Строительство завершено в 1957 г.

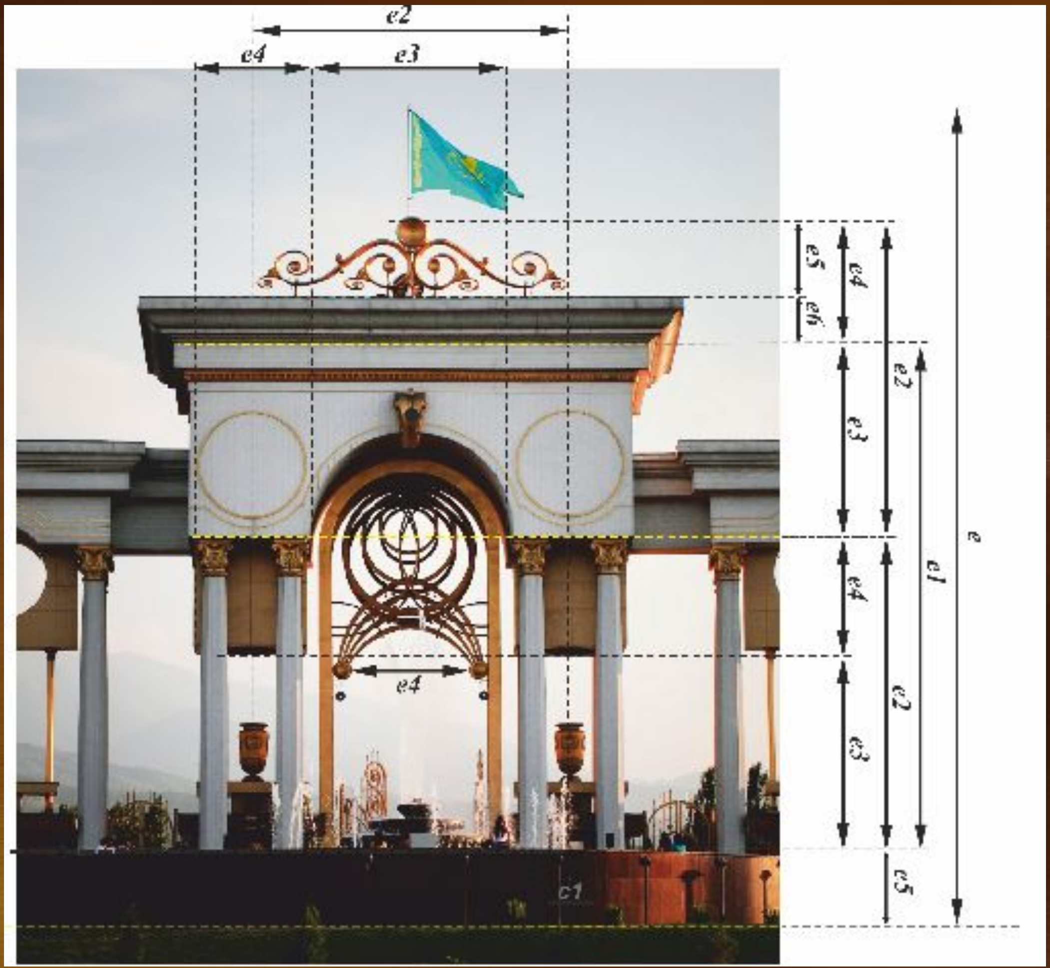
1972 г. произведена реконструкция здания – были пристроеы два крыла.

Центральный Государственный музей Республики Казахстан



Современное здание музея было построено в 1985 г. по проекту архитекторов Ю. Ратушного, З.Мустафиной и Б.Рзагалиева.

Парк имени первого президента



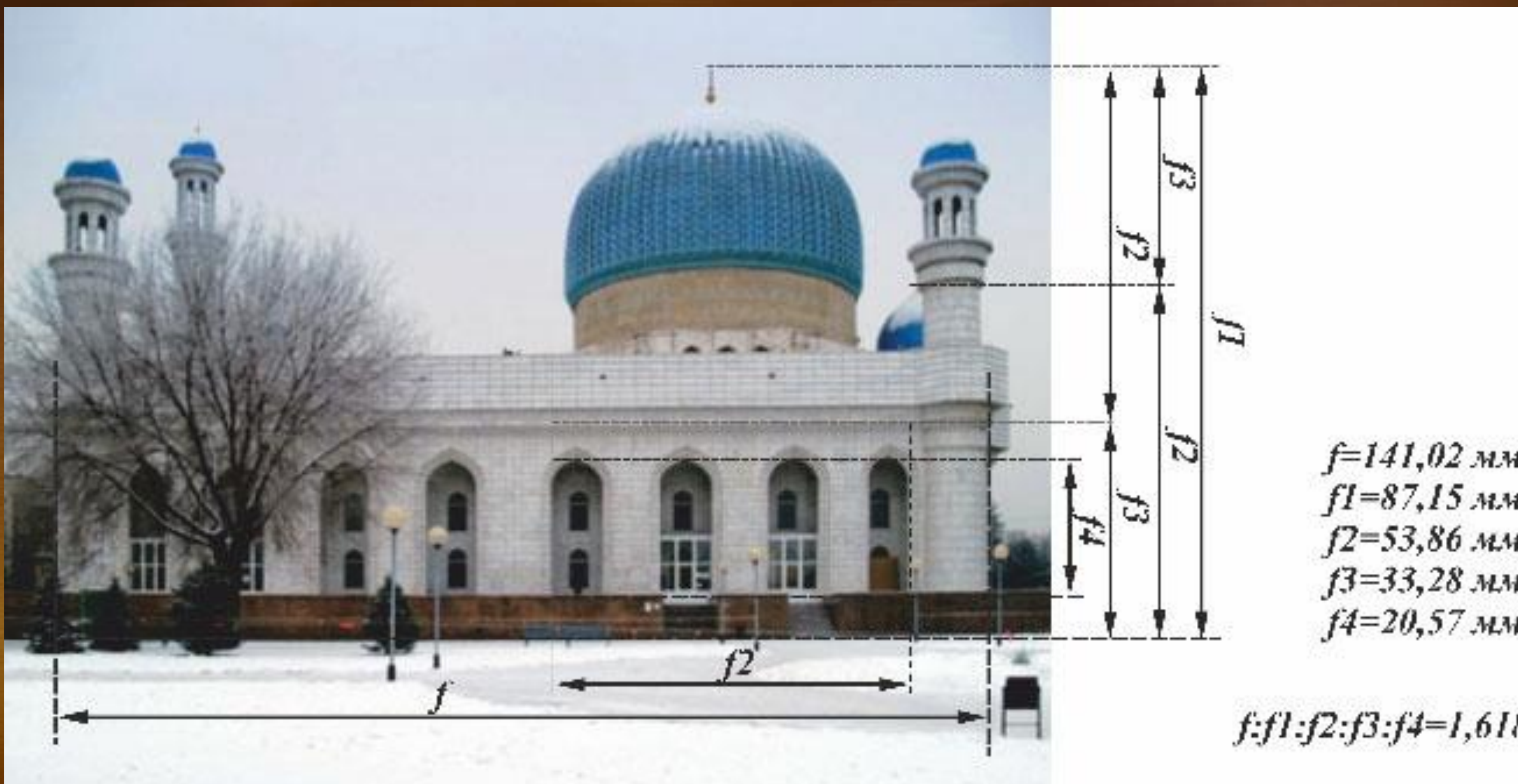
e:e1:e2:e3:e4:e5:e6=1,618

Главная идея парка – соединение уникального природного ландшафта Алматы и научных достижений XXI века.

Главный вход в парк представлен полукруглой аркадой. Архитектурно-композиционное решение входной группы основано на сочетании декоративной колоннады, вынесенной на верхнюю отметку рельефа и полуподземного объема помещений общественного и

Центральная мечеть

Главная городская мечеть Алматы была открыта в 1999 году, на сегодня, это монументальное сооружение являетcя одним из современных грандиозных памятников в Казахстане.



Проект детской игровой площадки «Құлыншақ».

- В проектировании детской игровой площадки мы использовали результаты нашего исследования по решению простых математических задач в строительном деле и применению пропорций «Золотого сечения».

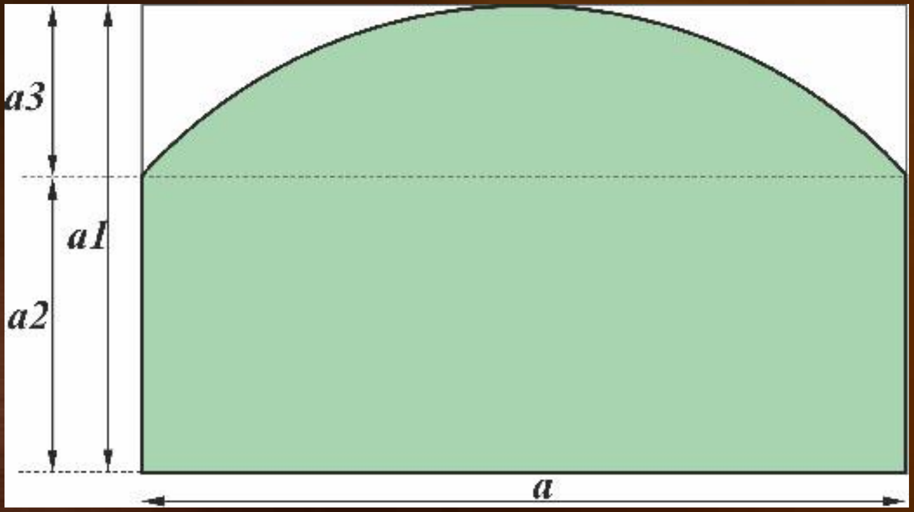
Основные этапы работы над проектом

- Сбор и анализ информации о требованиях к проектируемому объекту, изучение аналогов.
- Разработка концепции будущей площадки.
- Определение формы и размеров детской площадки.
- Ограждение участка и разбивка территории детской площадки на игровые зоны.
- Выбор игровых элементов детской площадки и места их расположения. Расчеты занимаемой площади, зоны безопасности, стоимости и т.д.
- Разработка схем и чертежей общего плана площадки и игровых элементов.
- Расчет общей стоимости расходных материалов для детской площадки.

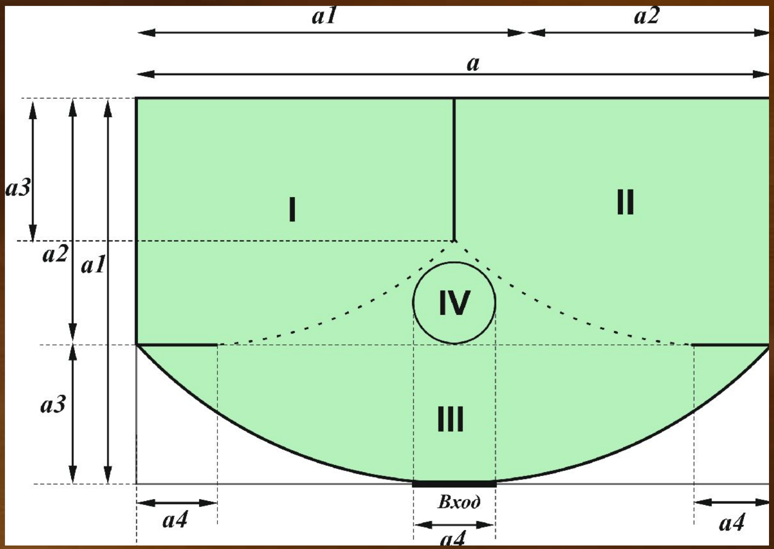
- **Детская площадка — место, предназначенное для игры детей, преимущественно дошкольного возраста, на котором расположены элементы детского уличного игрового оборудования с целью организации содержательного досуга.**
- **Основная концепция проекта детской игровой площадки:**
- **наиболее эффективное конструирование и расположение элементов игровой площадки с использованием пропорций «Золотого сечения» при минимальных затратах на его строительство.**
- **Тематическое оформление: использование элем… …ы.**

Форма площадки

- Форму участка мы выбрали в виде нестандартной фигуры, включающей в себя прямоугольник и круговой сегмент.
- Мы выбрали следующие размеры (масштаб 1:200): ***a=28м~14см; a_1=17м ~8,5см; a_2=10,5м~5,3см; a_3=6,5м~3,3см, a_4=4м~2см***. Соотношения этих сторон соответствуют пропорции: ***$a:a_1=a_1:a_2=a_2:a_3=a3:a4\approx 1,6$***.
- Площадь этого участка найдем как сумму площадей прямоугольника (***S_1***) и сегмента (***S_2***):
- ***$S = S_1+S_2;\ S_1= a\cdot a_2;\ \ S_2 = 2\cdot a\cdot a_3/3$***
- ***$S = a\cdot a_2+2\cdot a\cdot a_3/3 =$***
- ***$= a\cdot(a_2+2a_3/3) =$***
- ***$= 28\cdot(10,5+2\cdot 6,5/3) \approx 415,33$м^2.***



Деление участка на зоны



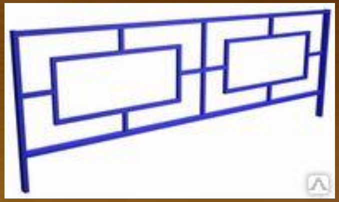
- Также по принципу «Золотого сечения» мы поделили площадку на три части:
- I – для младшей возрастной группы,
- II – для средней,
- III – общая зона отдыха.
- IV – в центре расположена беседка в виде юрты.

Перед обустройством детской площадки поверхность должна быть выровнена по максимуму. В нашем проекте площадка находится на готовом участке, засеянном травой.

Установка ограждения

- *Необходимо установить ограждение по периметру и частично обозначить границы зон . Можно установить готовое металлическое (или деревянное) ограждение или высадить кустарники.*
- Найдем периметр этой нестандартной фигуры как сумму периметра прямоугольника без одной стороны и длины дуги.
- ***$P = P_1 + L - a4 + a3 + 2 \cdot a4 = P_1 + L + a3 + a4$; $P_1 = 2 \cdot a_2 + a = 21+28 = 49$м; $L = 2 \cdot 15{,}4 + 0{,}93 = 31{,}73$м; $P = 49 + 31{,}73 + 6{,}5 + 4 = 91{,}23 \approx 91$ м.***

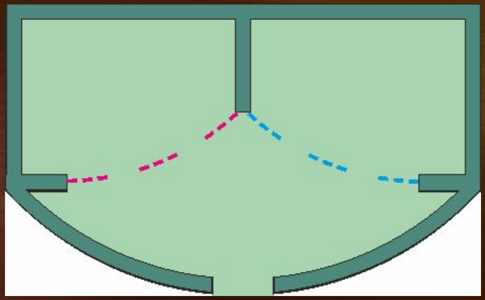
В Казахстане можно посадить кустарники для живой изгороди за 2000 тг на один квадратный метр. Примерная стоимость живой изгороди: 91 · 2000 = 182000тг.



Простое металлическое ограждение (высота 0,5 м, длина 2,5 м) стоит 9200 тг. Посчитаем какое количество таких ограждений нам понадобится: 91:2,5=36,4 ≈ 37 (округляем с избытком) , т.е. надо закупить 37 штук. Определим стоимость: 37 · 9200 = 340400 тг

Простое сравнение показывает, что выгоднее высадить живую изгородь.

- Для обозначения границ трех зон также применим использованные автомобильные покрышки, наполовину вкопанные в землю. Это экономически выгодный вариант, так как не требует затрат. Выступающую часть покрышек надо покрасить яркими экологически чистыми красками.
- Определим количество краски, необходимое для покраски выступающей части автомобильных шин. Возьмем средние размеры: А=20см=0,2м (ширина профиля шины); Н=12см=0,12м (высота профиля шины); D=63см=0,63м (наружный диаметр шины) R = 39см = 0,39м (посадочный диаметр). Тогда площадь поверхности половины шины равна: $S_ш = S_1 + S_2$, где S_1 площадь наружной поверхности, S_2 площадь боковых поверхностей.
- $S_1 = A \cdot D \cdot \pi/2 = 0{,}2 \cdot 0{,}63 \cdot 3{,}14/2 \approx 0{,}2м^2$;
- $S_2 = \pi \cdot (D/2)^2 - \pi \cdot (R/2)^2 = \pi/4 \cdot (D^2 - R^2) = 3{,}14/4 \cdot (0{,}63^2 - 0{,}39^2) \approx 0{,}19м^2$;
- $S_ш = 0{,}2 + 0{,}19 \approx 0{,}4м^2$.
- Для 18 покрышек общая площадь для покраски составит $S = 9 \cdot 0{,}4 = 3{,}6м^2$.
- Для прочности окраски лучше всего покрасить покрышки в два слоя. Если расход краски ***Е=0,07кг/м2***, то понадобится $K = 2 \cdot S \cdot E = 2 \cdot 0{,}07 \cdot 3{,}6 \approx 0{,}5кг$

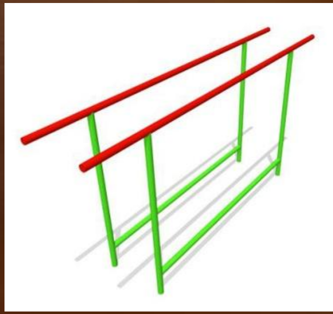
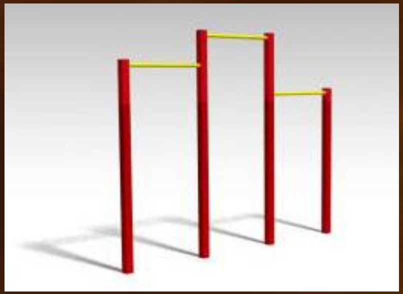


Игровые комплексы

- На игровой площадке младшей группы (I) расположим песочницу, горку с домиком, качель-балансир «Лошадки» и одноместные качели.




- На игровой площадке средней группы (II) – турники трех видов и комплекс из трех видов качелей.

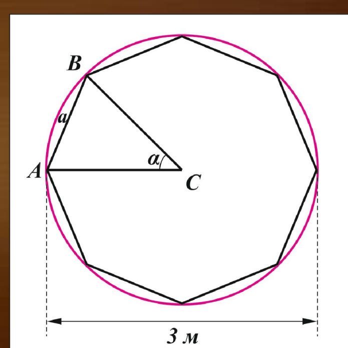

В зоне отдыха расположена беседка. Для отдыха на площадке также разместим 8 парковых скамеек со спинками. Можно установить небольшие скульптуры жеребенка и верблюжонка.

Заключение

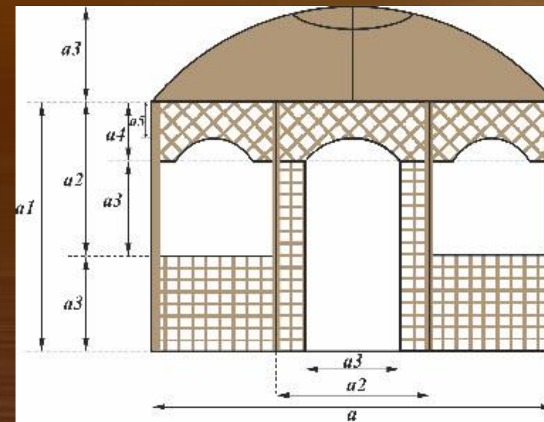
- *Анализируя все вышеизложенное можно еще раз подивиться грандиозности процесса познания мира, открытием все новых его закономерностей и сделать вывод: математика играет очень важную роль в строительстве и архитектуре.*

Расчет массы песка для песочницы

- Рассчитаем массу песка, необходимого для заполнения песочницы, а для этого нужно знать объем песочницы. Заполнять будем на 2/3 от высоты бортика. Песочница имеет форму восьмиугольной призмы, поэтому ее объем вычисляем по формуле $V_п = S_{осн} \cdot h$, где $S_{осн}$ – площадь основания, $h=2H/3$ – высота наполнения бортика.
- Основание песочницы – правильный восьмиугольник. Нам известны радиус описанной окружности $R=D/2=1,5$м и угол $\alpha=360º:8=45º$. Площадь правильного восьмиугольника найдем как сумму площадей треугольников: $S=8 \cdot S_{\Delta ABC}$.
- $S_{\Delta ABC} =(1/2) \cdot AC \cdot BC \cdot \sin\alpha =(1/2) \cdot R^2 \cdot \sin 45^o = (\sqrt{2}\ R^{2)}\ /4 \approx (1,4 \cdot 1,5^2)/4 \approx 0,788$м^2, тогда $S_{осн} = 8 \cdot S_{\Delta ABC} = 8 \cdot 0,788 \approx 6,3$м2.
- Объём песочницы: $V = S_{осн} \cdot h = 6,3 \cdot 0,2 = 1,26$м3.
- Теперь вычислим массу песка: $m_п = V_п \cdot \rho_п = 1,26м^3 \cdot 1500кг/м^3 = 1890\ кг \approx 1,9т$

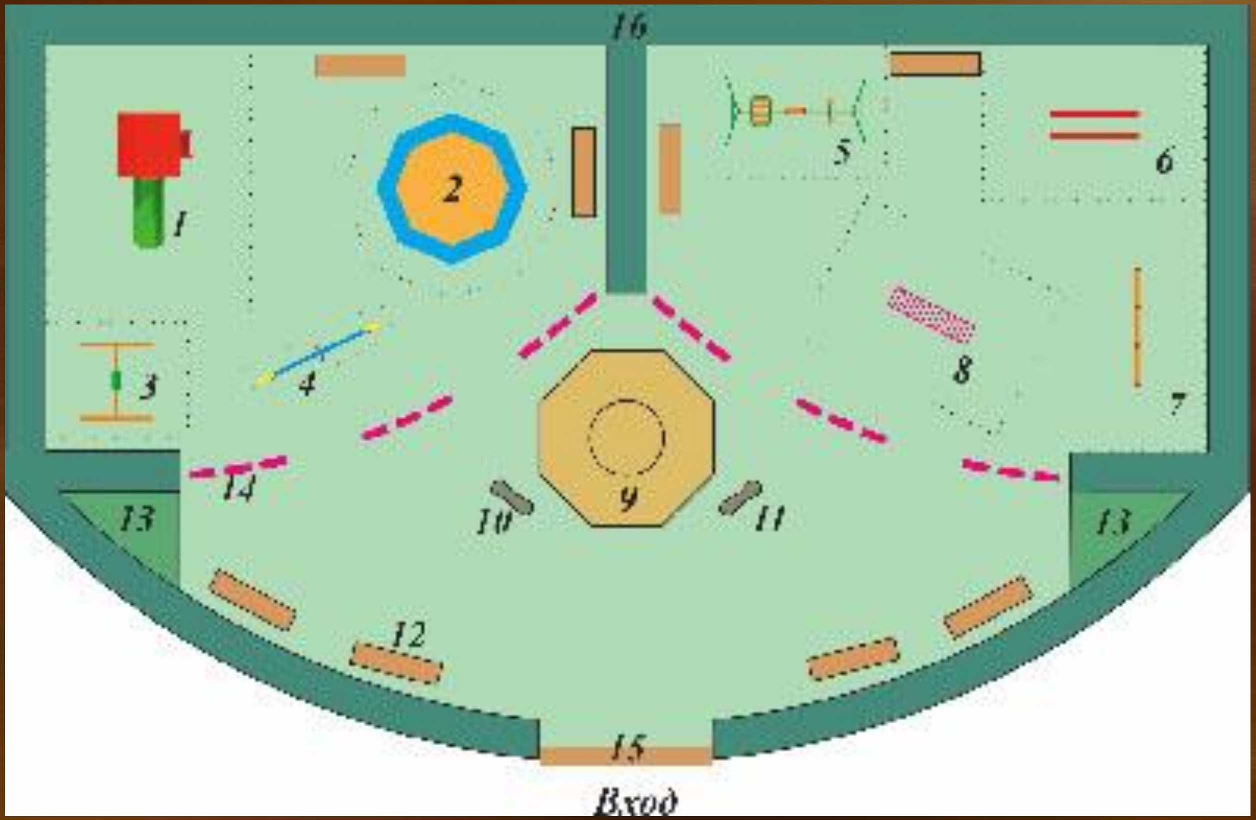


Беседка



- **Беседка**, *стилизованная под казахскую юрту, расположена в зоне отдыха. В основании беседки лежит правильный восьмиугольник. На схеме указаны размеры беседки в прямой проекции, а=4м, а1=2,47м, а2=1,53м, а3=0,94м, а4=0,58м. Здесь использованы пропорции «Золотого сечения»: а:а1=а1:а2=а2:а3=а3:а4=а4:а5=1,618…*
- *Беседку можно украсить казахским национальным орнаментом, внутри беседки расположим по периметру лавки и посередине круглый стол.*

Генеральный план



- 1. Горка с домиком.
- 2. Детская песочница.
- 3. Качели одноместные.
- 4. Качель-балансир «Лошадки».
- 5 Качели тройные.
- 6. Брусья параллельные.
- 7. Турник – перекладина.
- 8. Рукоход прямой.
- 9. Беседка.
- 10. Скульптура жеребенка.
- 11. Скульптура верблюжонка.
- 12. Скамейки парковые.
- 13. Деревья.
- 14 Покрышки.
- 15. Входная арка.
- 16. Живая изгородь.