

# ЛК 8. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

1. Проекции.

2. Каркасная визуализация.

3. Показ с удалением невидимых точек.

4. Сортировка граней по глубине.

5. Метод плавающего горизонта.

6. Метод z-буфера.

# 1. ПРОЕКЦИИ

// Слово проекция в переводе с латинского означает «выбрасывание вперед».

*Перспективой называется наглядная центральная проекция объектов трехмерного пространства на плоскость или другую поверхность, соответствующая зрительному восприятию.*

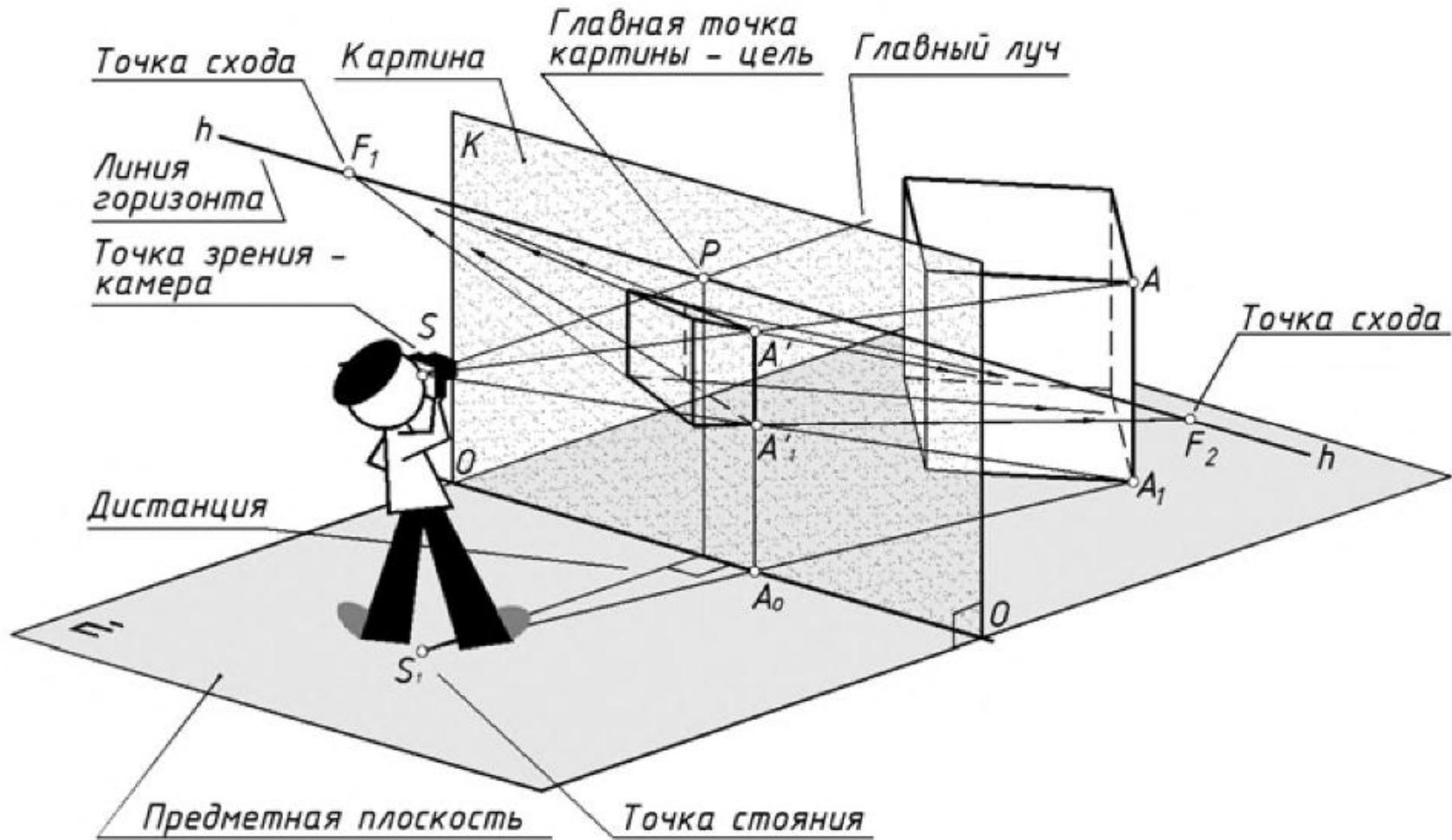
# 1. ПРОЕКЦИИ

*Виды перспективных проекций:*

- *на плоскую поверхность;*
- *на цилиндрическую поверхность;*
- *на сферическую поверхность;*
- *etc.*

# 1. ПРОЕКЦИИ

## Линейная перспективная проекция на плоскую поверхность:



# 1. ПРОЕКЦИИ

*Проекция объектов на картинную плоскость – это совокупность образов точек объекта на картинной плоскости.*

*Образы точек на картинной плоскости представляют собой точки пересечения проектирующих лучей с картинной плоскостью.*

# 1. ПРОЕКЦИИ

*Проектирующими лучами (проекторами) называют прямые, выходящие из центра проекции, проходящие через точки объекта (прообразы) и пересекающие картинную плоскость.*

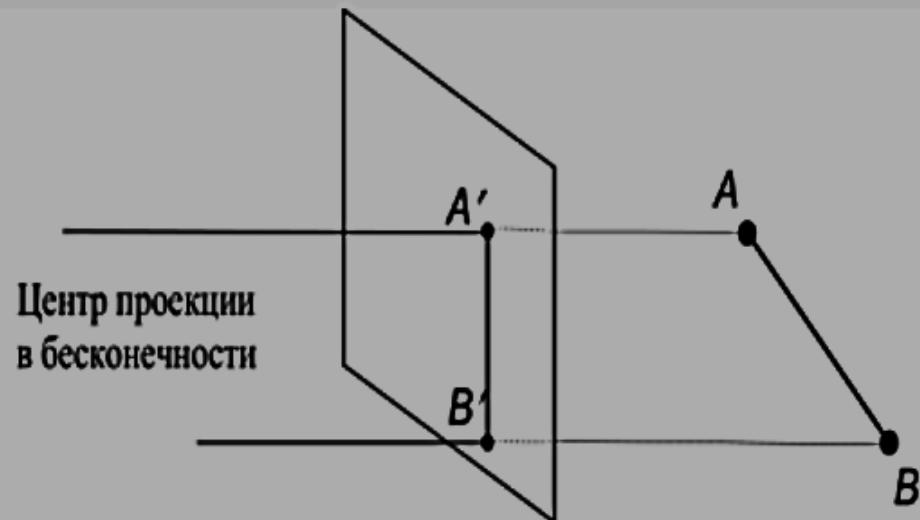
# **1. ПРОЕКЦИИ**

Определенный таким образом класс проекций существует под названием **плоских геометрических проекций**, так как проецирование производится на плоскость, а не на искривленную поверхность и в качестве проекторов используются прямые, а не кривые линии.

# 1. ПРОЕКЦИИ

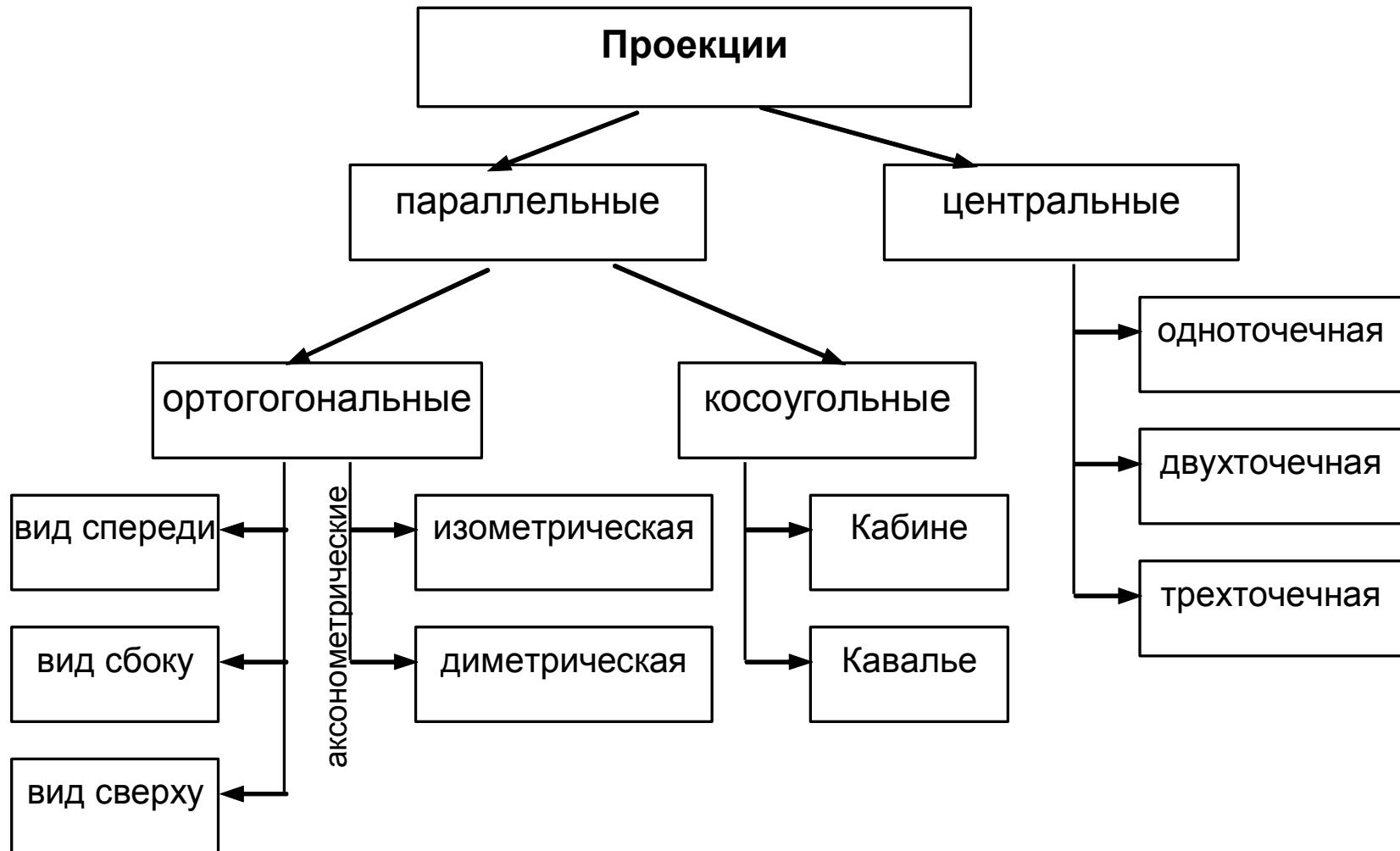
Проекции делятся на два основных класса:

- центральные (перспективные);
- параллельные (аксонометрические).



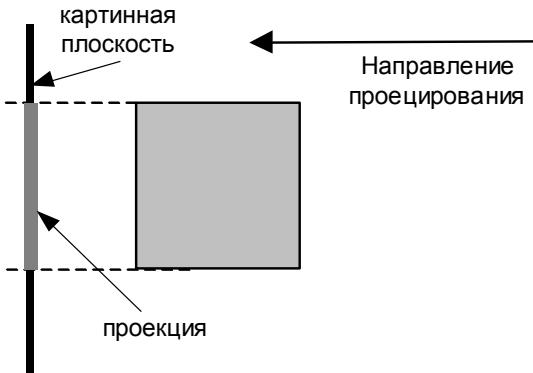
# 1. ПРОЕКЦИИ

Полная классификация проекций // почти) :

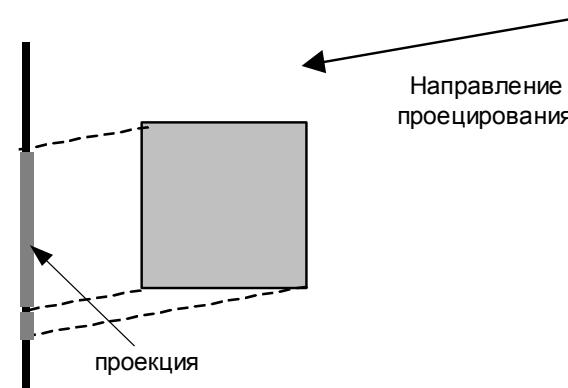


# 1. ПРОЕКЦИИ

- **ортогональные** – направления совпадают, т. е. направление проецирования является нормалью к проекционной плоскости;
- **косоугольные** – направление проецирования и нормаль к проекционной плоскости не совпадают.



ортографические проекции



косоугольные проекции

# 1. ПРОЕКЦИИ

Наиболее широко используемыми видами ортографических проекций является вид спереди, вид сверху(план) и вид сбоку, в которых картинная плоскость перпендикулярна главным координатным осям.

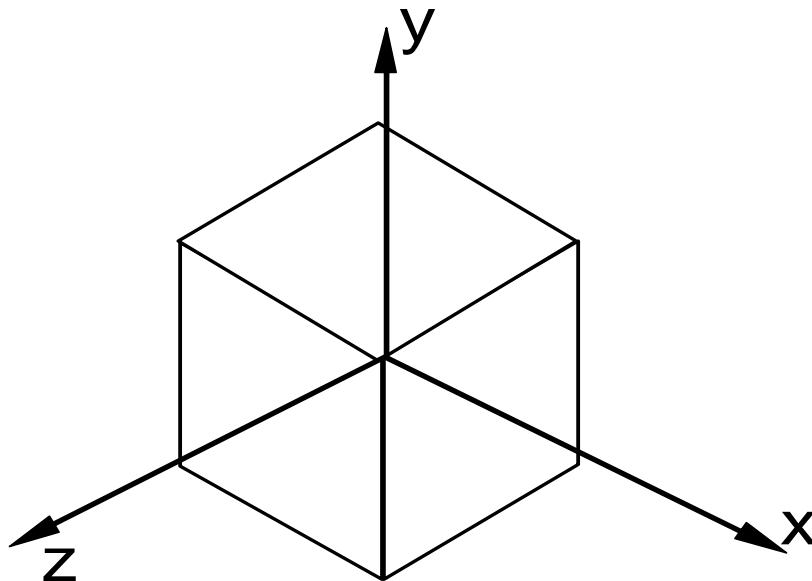
Если проекционные плоскости не перпендикулярны главным координатным осям, то такие проекции называются **аксонометрическими**.

# 1. ПРОЕКЦИИ

// При аксонометрическом проецировании сохраняется параллельность прямых, а углы изменяются; расстояние можно измерить вдоль каждой из главных координатных осей (в общем случае с различными масштабными коэффициентами)

# 1. ПРОЕКЦИИ

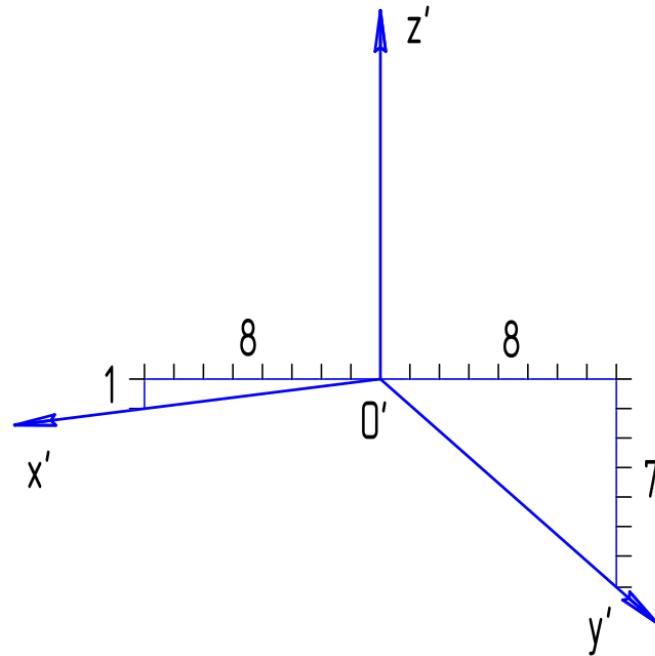
**Изометрическая проекция** – нормаль к проекционной плоскости, (а следовательно и направление проецирования) составляет равные углы с каждой из главных координатных осей.



# 1. ПРОЕКЦИИ

**Диметрическая проекция -**

аксонометрическая проекция, у которой коэффициенты искажения по двум осям имеют равные значения, а искажение по третьей оси может принимать иное значение.



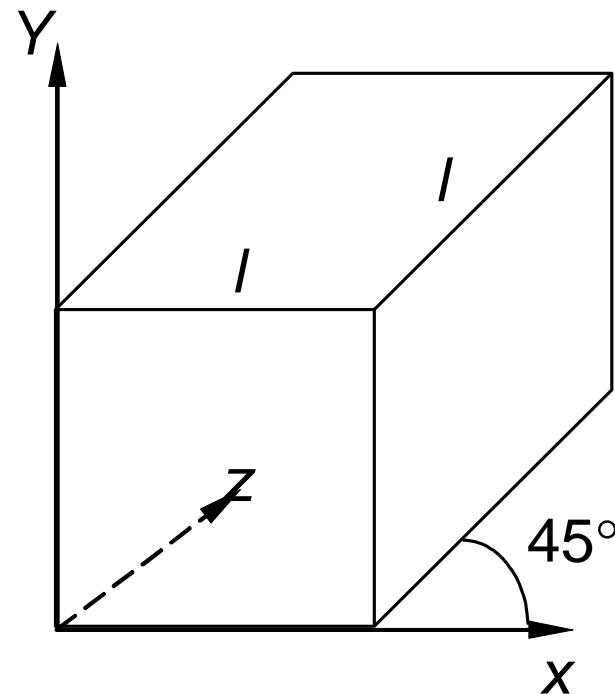
# 1. ПРОЕКЦИИ

**Косоугольные** (наклонные) проекции сочетают в себе свойства ортографических проекций (видов спереди, сверху и сбоку) со свойствами аксонометрии. В этом случае проекционная плоскость перпендикулярна главной координатной оси, поэтому сторона объекта, параллельная этой плоскости, проецируется так, что можно измерить углы и расстояния.

# 1. ПРОЕКЦИИ

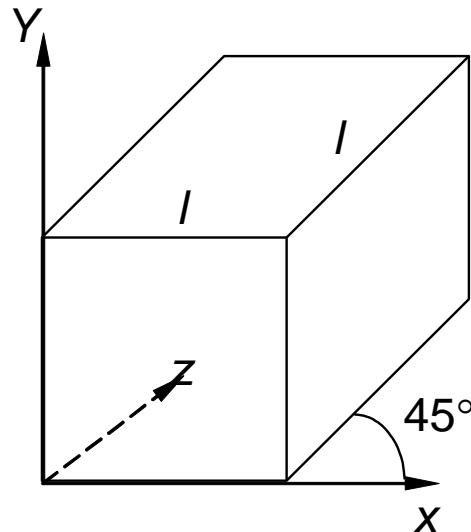
Двумя важными видами косоугольных проекций являются проекции:

**Кавалье** (cavalier) – горизонтальная косоугольная изометрия (военная перспектива);



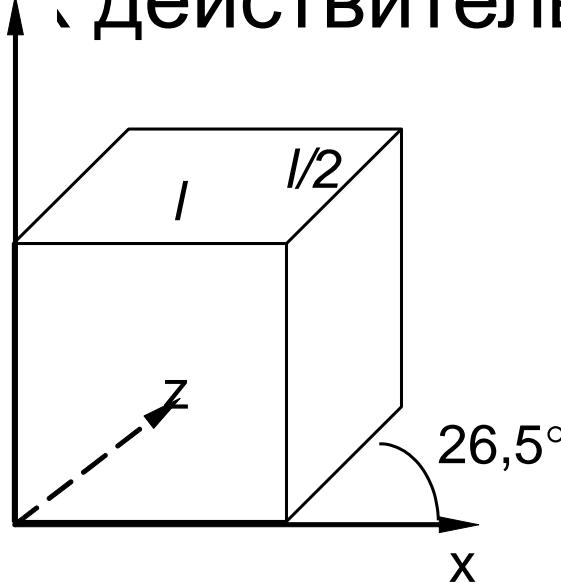
# 1. ПРОЕКЦИИ

В проекции *Кавалье* направление проецирования составляет с плоскостью угол  $45^\circ$ . В результате проекция отрезка, перпендикулярного проекционной плоскости, имеет ту же длину, что и сам отрезок, т. е. укорачивание отсутствует.



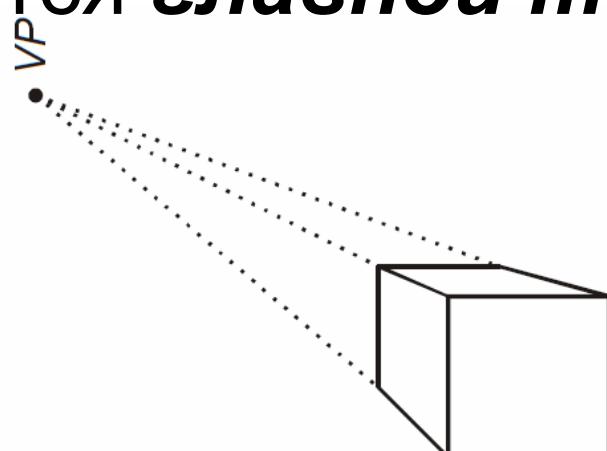
# 1. ПРОЕКЦИИ

Проекция **Кабине** имеет направление проецирования, которое составляет с проекционной плоскостью угол  $\gamma = \arctg(\frac{1}{2})$  ( $\approx 26,5^\circ$ ). При этом отрезки, перпендикулярные проекционной плоскости, после проецирования составляют  $\frac{1}{2}$  действительной длины.



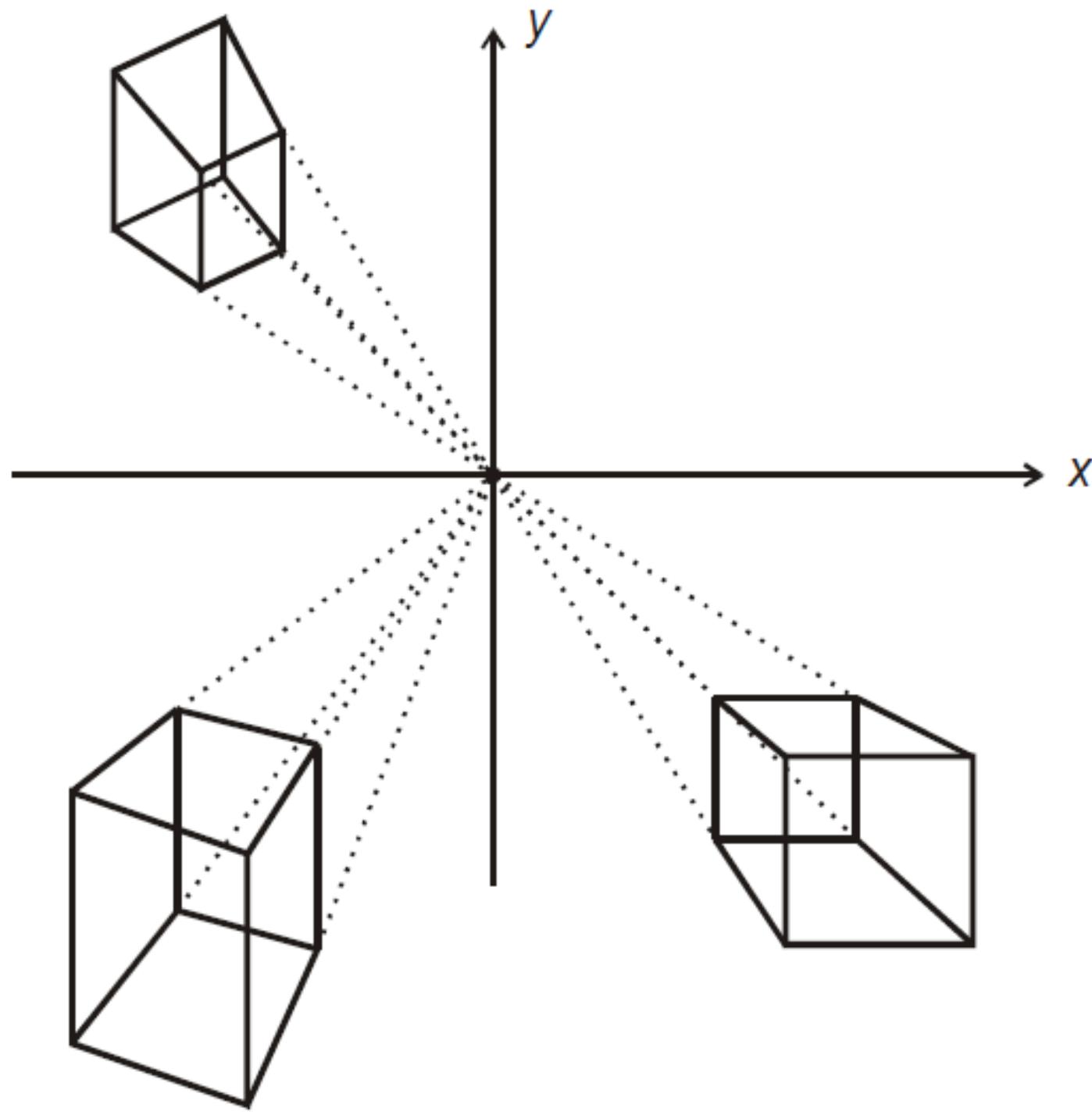
# 1. ПРОЕКЦИИ

**Центральная** проекция любой совокупности параллельных прямых, которые не параллельны проекционной плоскости, будет сходиться в точке схода. Точек схода бесконечно много. Если совокупность прямых параллельна одной из главных координатных осей, то их точка схода называется **главной точкой схода**.



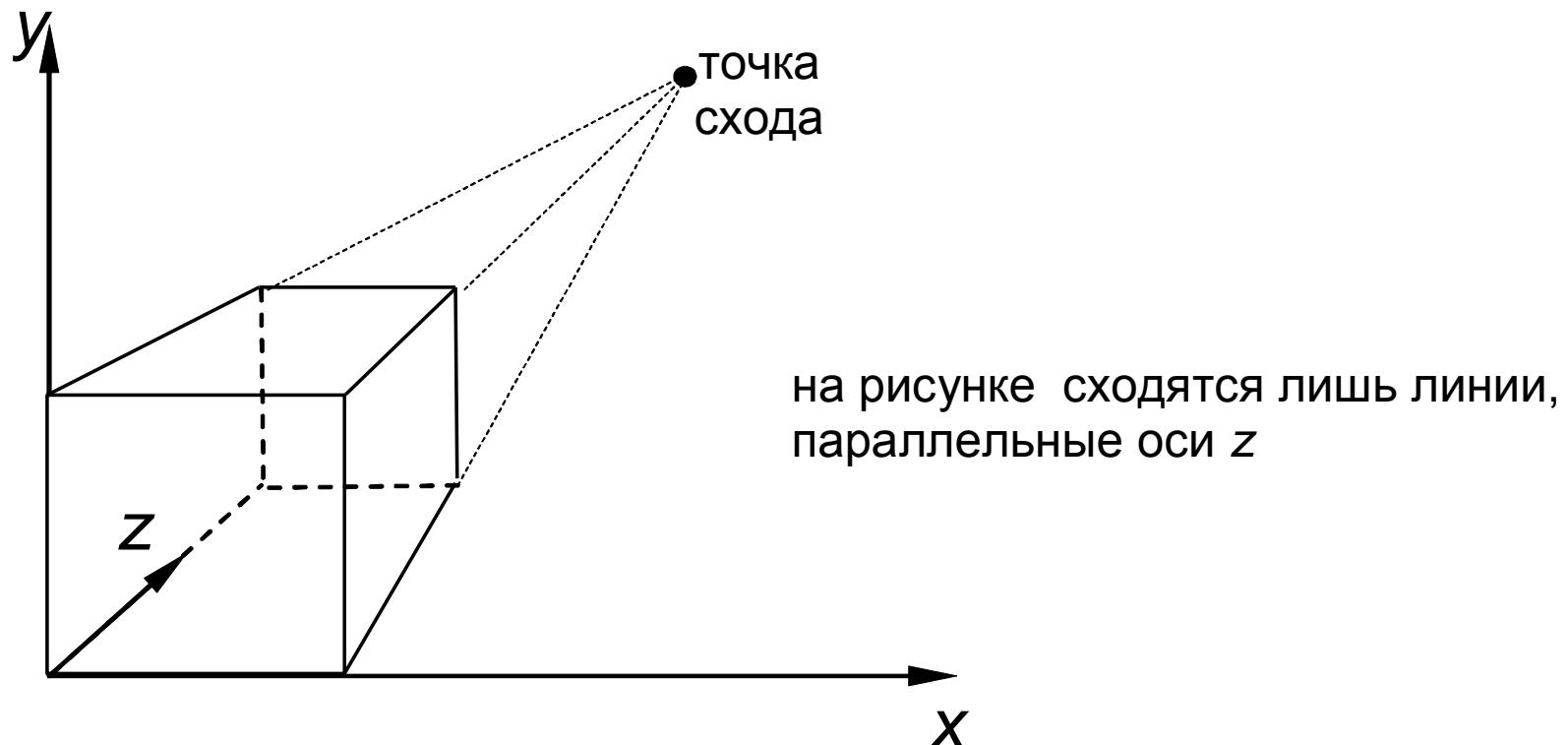
# 1. ПРОЕКЦИИ

Центральные проекции классифицируются в зависимости от числа главных точек схода, которыми они обладают, а следовательно и от числа координатных осей, которые пересекают проекционную плоскость.



# 1. ПРОЕКЦИИ

## 1. Одноточечная проекция

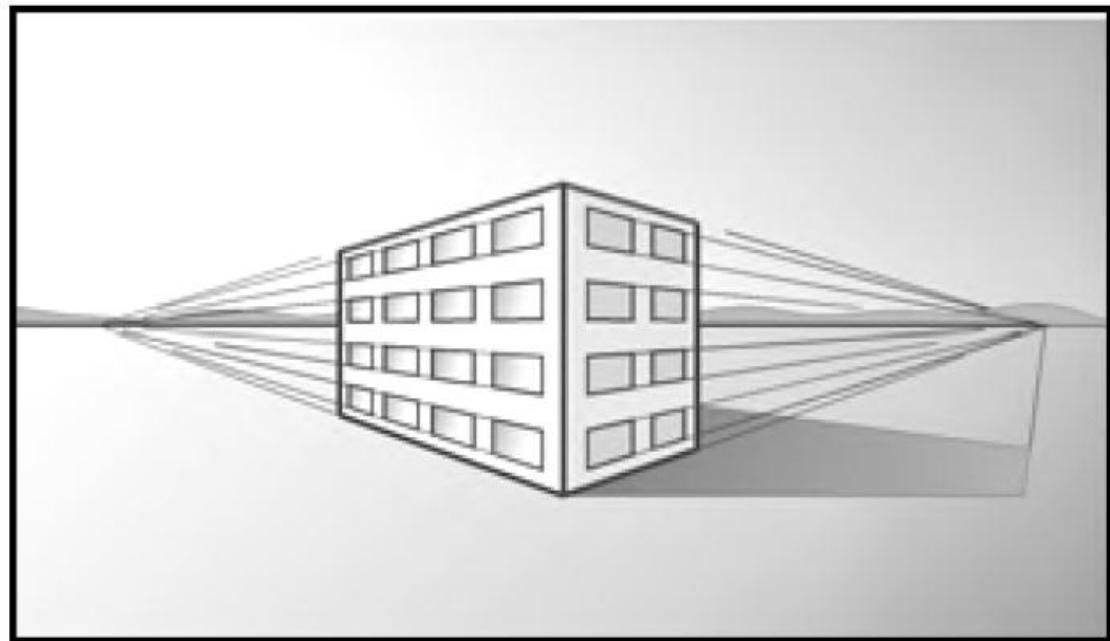
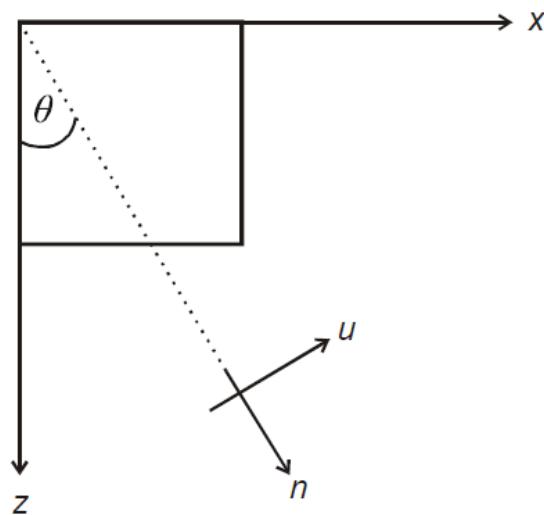
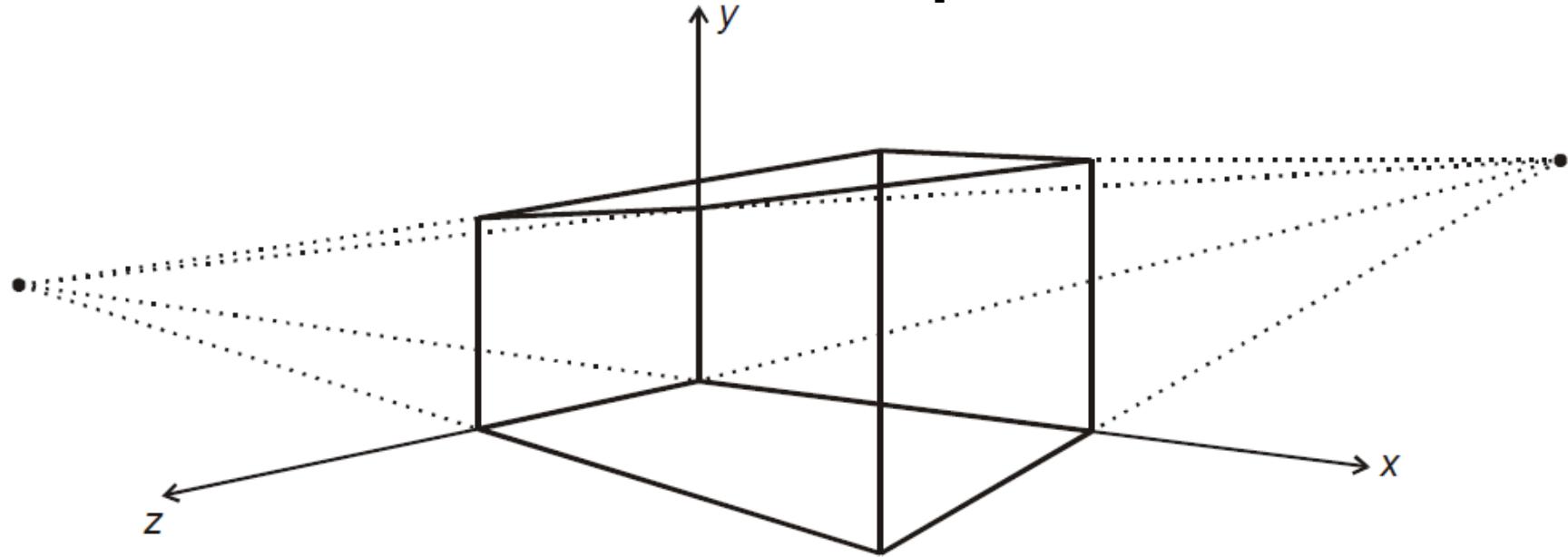


## 1. ПРОЕКЦИИ

2. *Двухточечная* проекция широко применяется в архитектурном, инженерном и промышленном проектировании.

В случае с двухточечной перспективной проекцией конечными точками схода обладают две главные оси.

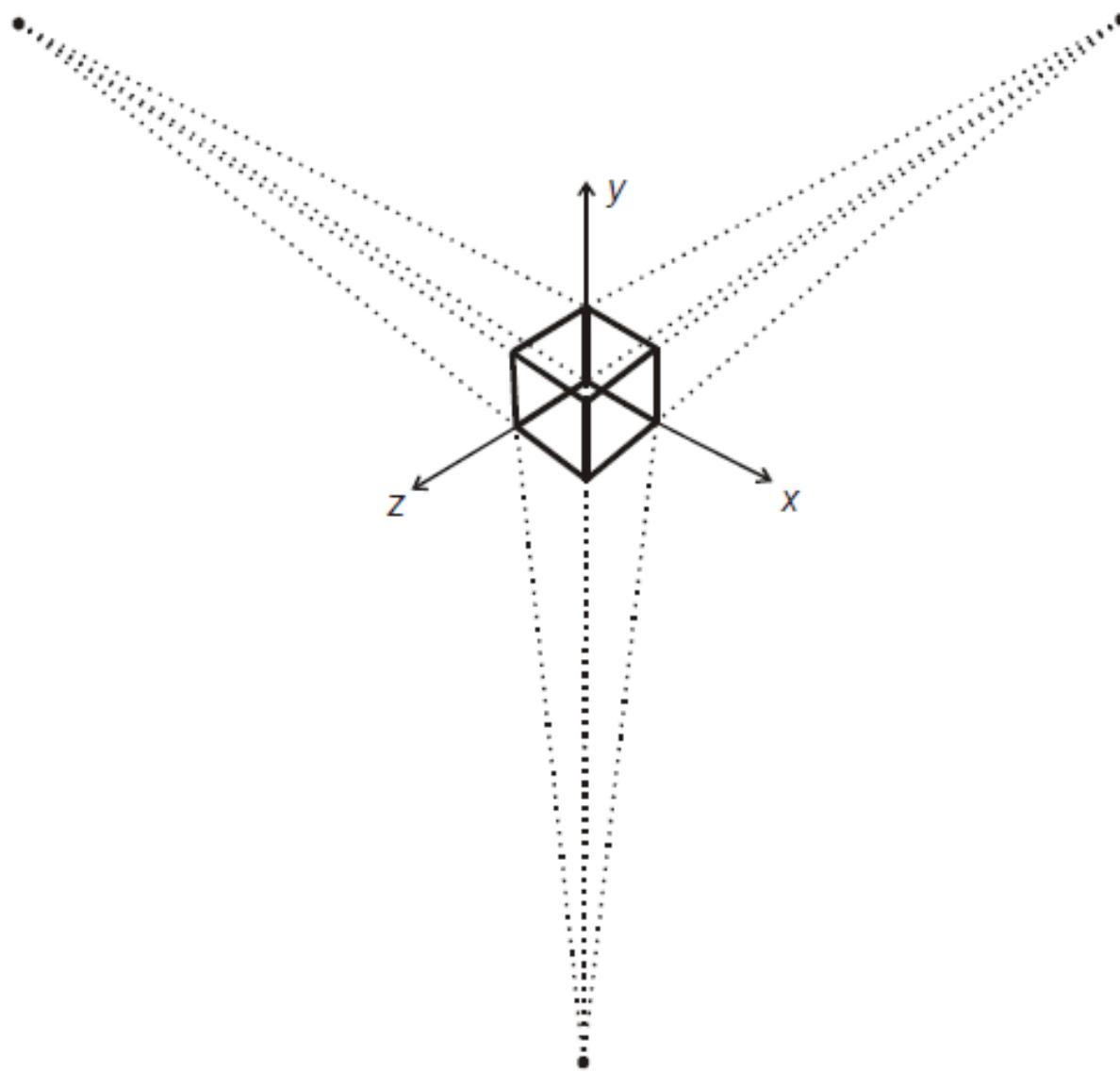
# 1. ПРОЕКЦИИ



# 1. ПРОЕКЦИИ

3. *Трехточечные* центральные проекции почти совсем не используются, во-первых, потому, что их трудно конструировать, а во-вторых, из-за того, что они добавляют мало нового с точки зрения реалистичности по сравнению с двухточечной проекцией.

# 1. ПРОЕКЦИИ



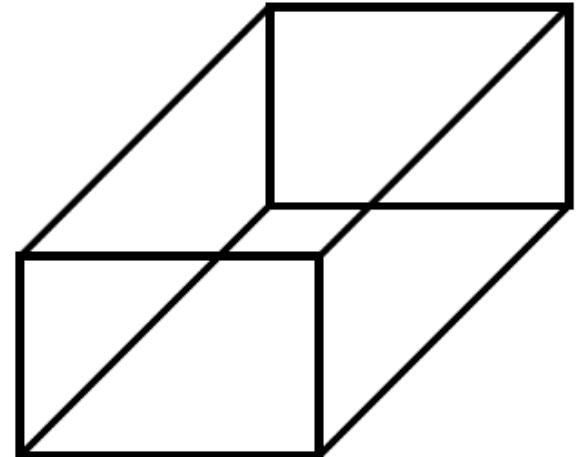
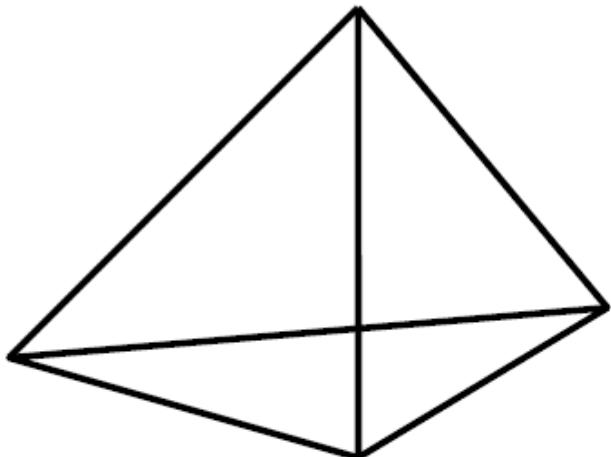
## **2. КАРКАСНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ**

**Каркасная модель - модель объекта в трехмерной графике, представляющая собой совокупность вершин и ребер, которая определяет форму отображаемого многогранного объекта.**

*// Каркас обычно состоит из отрезков прямых линий (соответствует многограннику), хотя можно строить каркас и на основе кривых, в частности сплайновых кривых Безье.*

## 2. КАРКАСНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

*Все ребра, показанные в окне вывода, видны – как ближние, так и дальние.*



## 2. КАРКАСНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

- *Определение координат всех вершин в мировой системе координат.*
- *Преобразование координаты каждой вершины в экранные координаты в соответствии с выбранной проекцией.*
- *Выполнение цикла вывода в плоскости экрана всех ребер как отрезков прямых (или кривых), соединяющих вершины.*

### **3. ПОКАЗ С УДАЛЕНИЕМ НЕВИДИМЫХ ТОЧЕК**

*Вывод на экран «правильного» изображения трехмерных объектов требует определения, какие части объектов (ребра, грани) будут видны при заданном проектировании, а какие будут закрыты другими гранями объектов.*

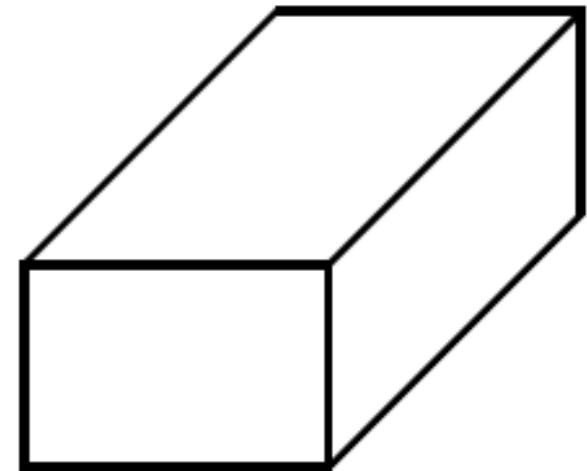
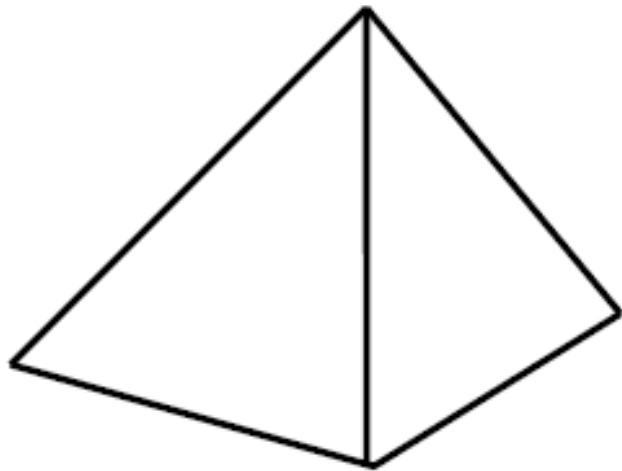
*// В качестве возможных видов проектирования рассматриваются параллельное и центральное (перспективное) проектирования*

### **3. ПОКАЗ С УДАЛЕНИЕМ НЕВИДИМЫХ ТОЧЕК**

*Далее будем считать, что все объекты представлены набором выпуклых плоских граней, которые пересекаются только вдоль своих ребер.*

*В качестве примера на рис показаны ранее изображенные фигуры, у которых удалены невидимые грани.*

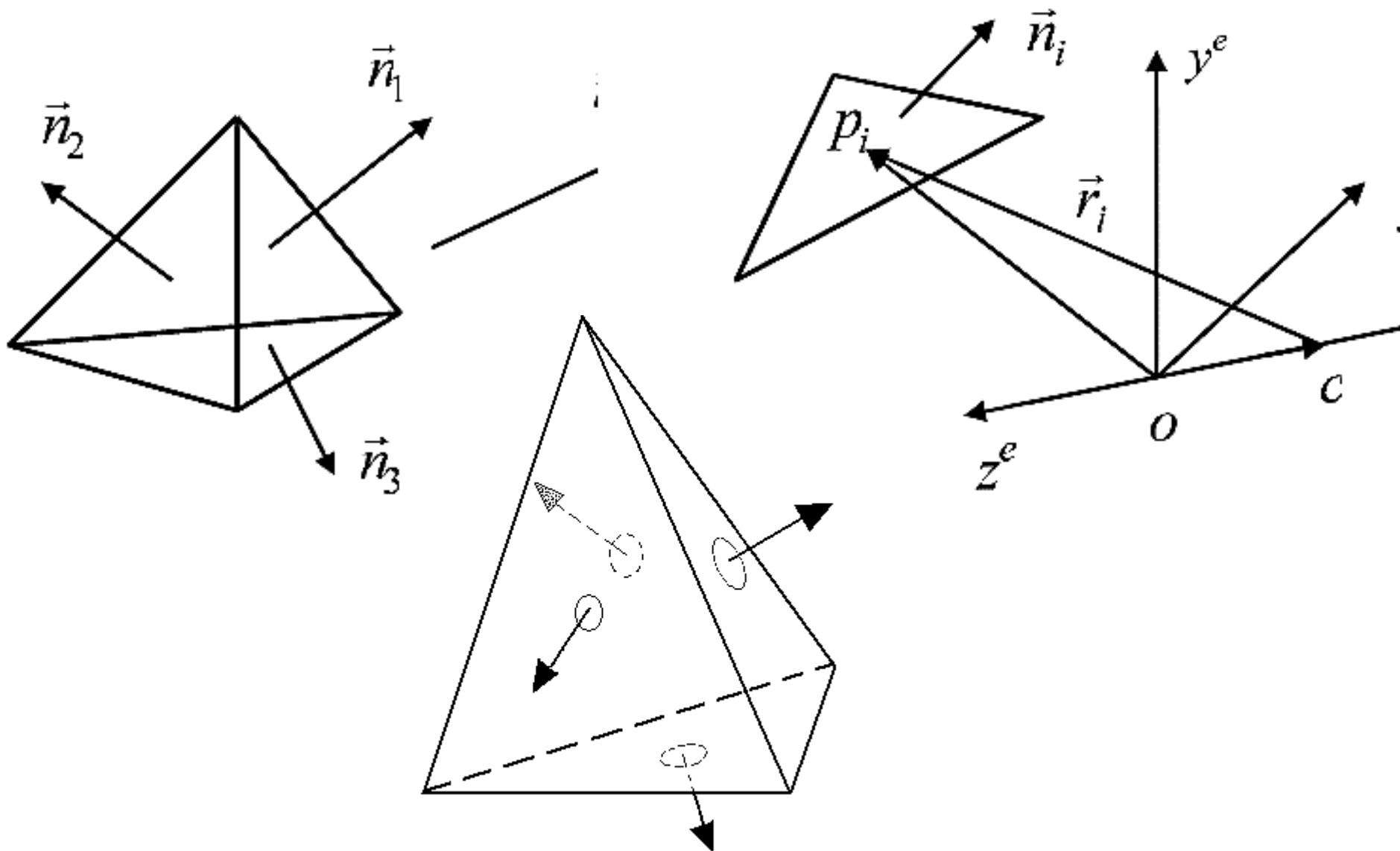
### **3. ПОКАЗ С УДАЛЕНИЕМ НЕВИДИМЫХ ТОЧЕК**



### 3. ПОКАЗ С УДАЛЕНИЕМ НЕВИДИМЫХ ТОЧЕК

*Рассмотрим многогранник, для каждой грани которого задан вектор внешней нормали. Несложно заметить, что если вектор нормали грани  $p_i$  составляет с вектором  $r$ , задающим направление проектирования, тупой угол, то эта грань **заведомо не может быть видна**. Такие грани называются **не лицевыми**. Когда соответствующий угол является **острым**, грань называется **лицевой**.*

### 3. ПОКАЗ С УДАЛЕНИЕМ НЕВИДИМЫХ ТОЧЕК



### **3. ПОКАЗ С УДАЛЕНИЕМ НЕВИДИМЫХ ТОЧЕК**

Пусть  $\phi$  – угол между вектором нормали к некоторой грани и направлением проектирования  $r$ , которые заданы в мировой системе координат.

Так как для случая **параллельного** проектирования направление проектирования не зависит от грани, то условие отбора лицевой грани с номером  $i$  можно записать в виде

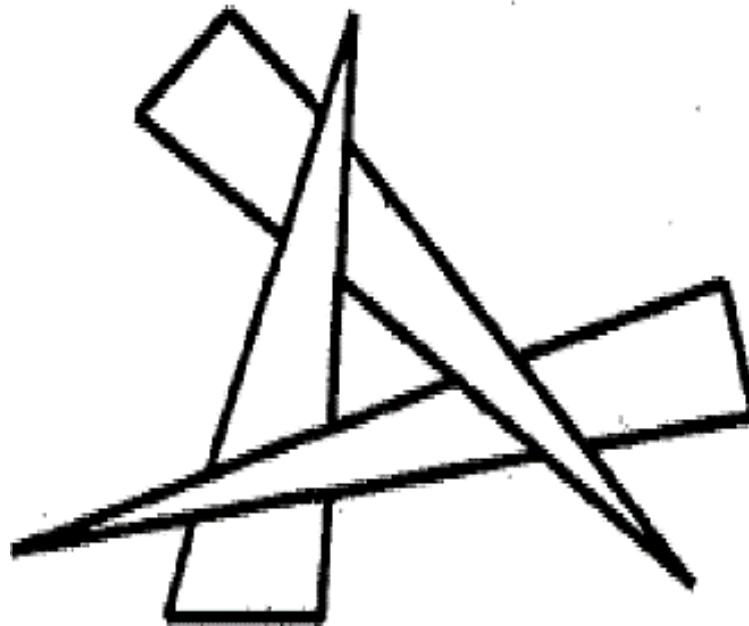
### 3. ПОКАЗ С УДАЛЕНИЕМ НЕВИДИМЫХ ТОЧЕК

$$\cos \varphi_i = \frac{\vec{n}_i \cdot \vec{r}}{|\vec{n}| |\vec{r}|} \geq 0$$

что говорит о том, что угол является острым и его значение принадлежит отрезку  $[0, \pi /2]$ .

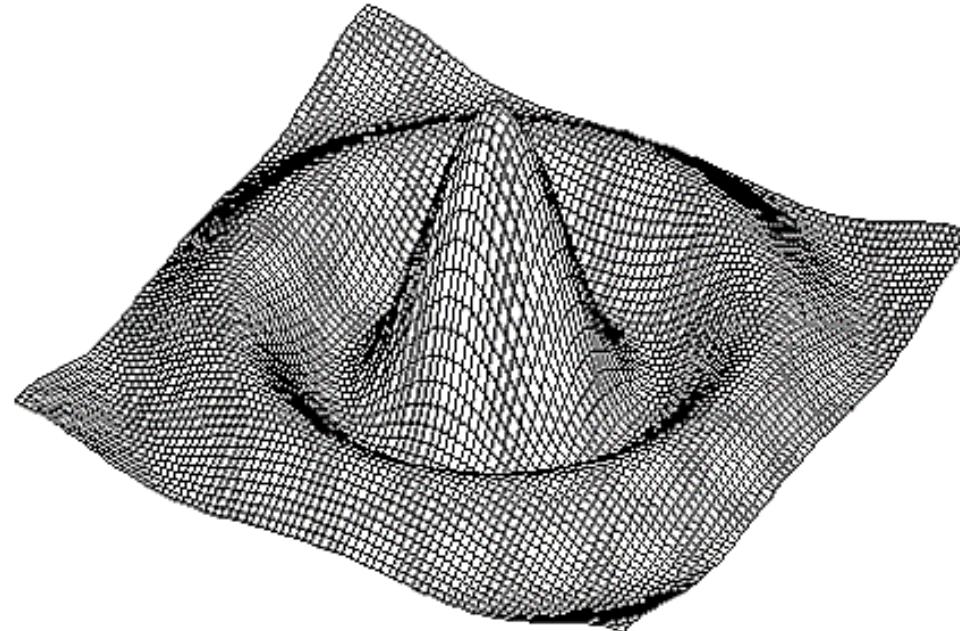
## 4. СОРТИРОВКА ГРАНЕЙ ПО ГЛУБИНЕ

Это означает рисование полигонов граней в порядке от самых дальних к самым близким. Этот метод не является универсальным, ибо иногда нельзя четко различить, какая грань ближе



## 4. СОРТИРОВКА ГРАНЕЙ ПО ГЛУБИНЕ

Известны модификации этого метода, которые позволяют корректно рисовать такие грани. Метод сортировки по глубине эффективен для показа поверхностей заданных функциями  $z=f(x,y)$



## 5. МЕТОД ПЛАВАЮЩЕГО ГОРИЗОНТА

В отличие от предыдущего метода при методе плавающего горизонта грани выводятся в последовательности от ближайших к самым дальним.

На каждом шаге границы граней образуют две ломаные линии – верхний горизонт и нижний горизонт.

## 5. МЕТОД ПЛАВАЮЩЕГО ГОРИЗОНТА

Во время вывода каждой новой грани рисуется только то, что выше верхнего горизонта, и то, что ниже нижнего горизонта.

Соответственно, каждая новая грань поднимает верхний и опускает нижний горизонты.

## 6. МЕТОД Z-БУФЕРА

Метод основывается на использовании дополнительного массива, буфера в памяти, в котором сохраняются координаты **z** для каждого пикселя растра.

Координата **z** отвечает расстоянию точек пространственных объектов до плоскости проецирования.

## 6. МЕТОД Z-БУФЕРА

Пусть, чем ближе точка в пространстве к плоскости проецирования, тем больше значение  $z$ . Тогда сначала  $z$ -буфер заполняется минимальными значениями. Потом начинается вывод всех объектов. Причем не имеет значение порядок вывода объектов. Для каждого объекта выводятся все его пиксели в любом порядке.

## 6. МЕТОД Z-БУФЕРА

Если рисуемый пиксель имеет большее значение **z**, чем значение в **z**-буфере, то это означает, что эта точка ближе к объекту. В этом случае пиксель действительно рисуется, а его **z**-координата записывается в **z**-буфер.

*Благодарю за внимание!)*

