

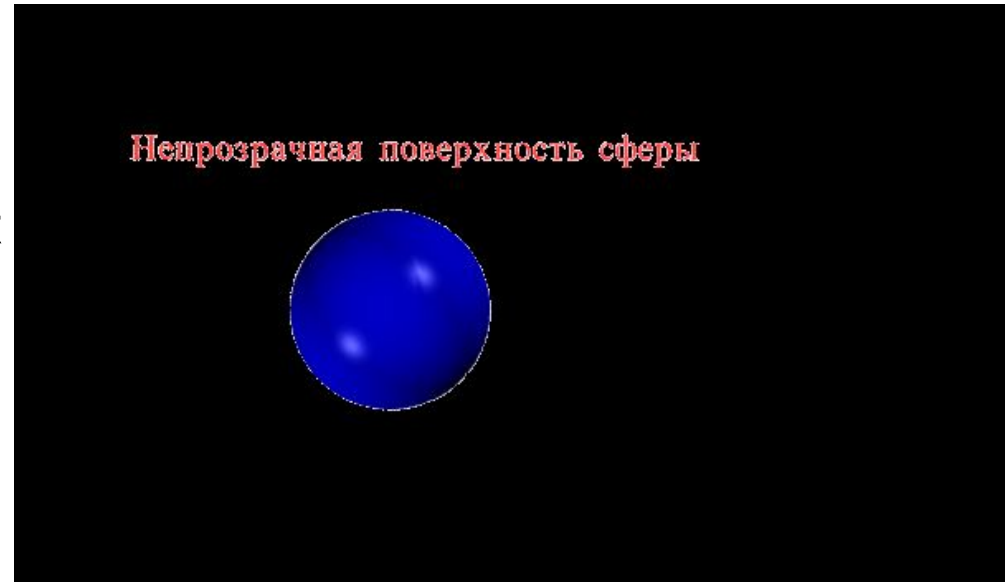
# Лекция 12.ТЕНИ.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Тени показывают на ортогональных, аксонометрических и перспективных проекциях различных строительных конструкций, зданий и сооружений для придания большей наглядности и рельефности их изображениям.
- Чертежи пространственных фигур с нанесенными на них тенями позволяют более определенно судить об их взаимном расположении в пространстве, о форме их отдельных фрагментов.

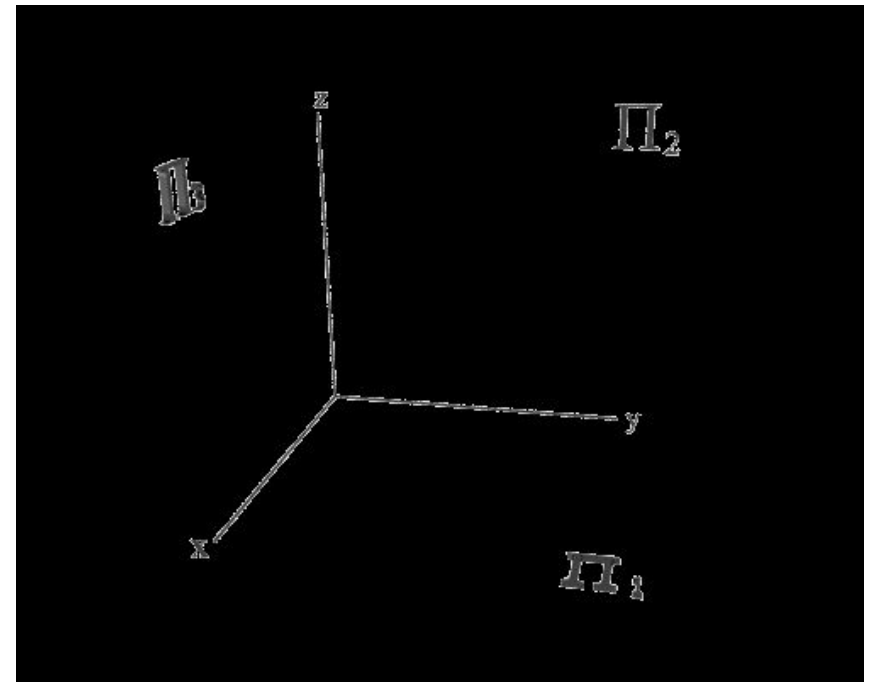
# ПОСТРОЕНИЕ ТЕНЕЙ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОМ ПРОЕЦИРОВАНИИ

- При построении теней в ортогональных и аксонометрических проекциях чаще используется солнечное освещение.
- Построение теней сводится к определению контуров собственной и падающей теней, которые взаимосвязаны так: контур падающей тени является тенью или параллельной проекцией контура собственной тени



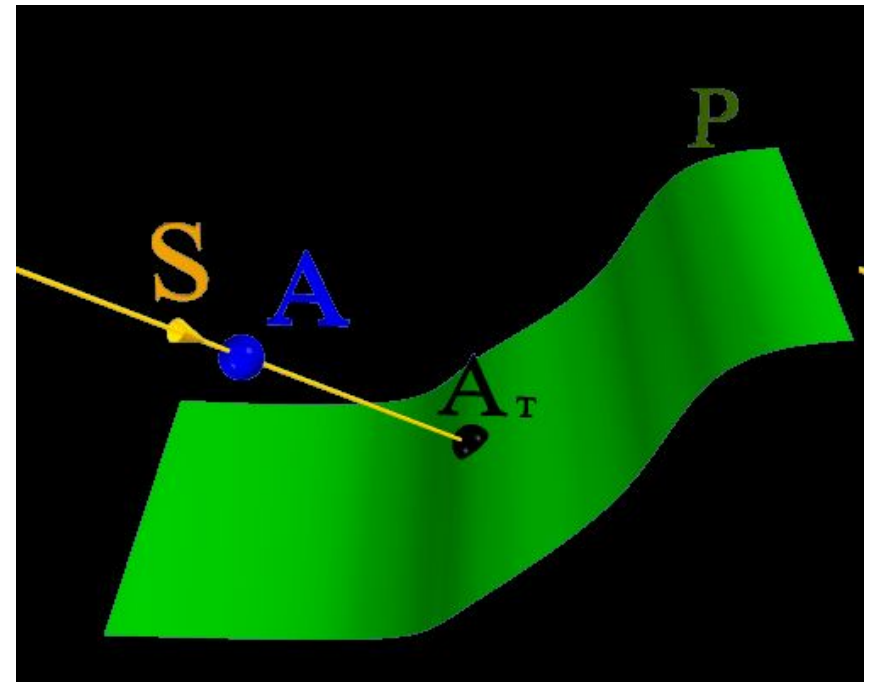
# НАПРАВЛЕНИЕ СВЕТОВЫХ ЛУЧЕЙ

- Направление световых лучей  $S$  принимается параллельным диагонали куба, три грани которого совпадают с плоскостями проекций  $\Pi_1$ ,  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$  левой системы координат. Такое направление световых лучей соответствует направлению солнечных лучей в полдень в средних широтах нашей страны и считается **стандартным**.
- Для получения светотеневого рисунка, выявляющего наилучшим образом объемный рельеф и конфигурацию здания или сооружения в аксонометрии, применяют как стандартное, так и произвольное направление лучей света.



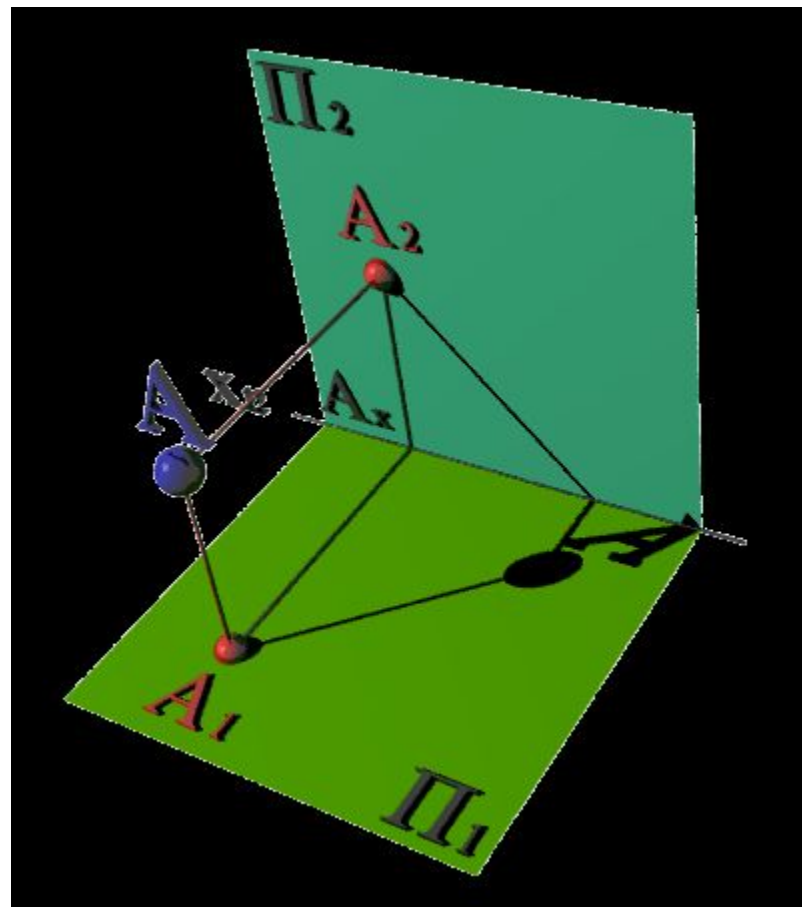
# ТЕНЬ ОТ ТОЧКИ

- Тенью от точки  $A$  на любую поверхность  $P$  называется точка пересечения светового луча  $S$ , проходящего через эту точку, с поверхностью  $P$ .

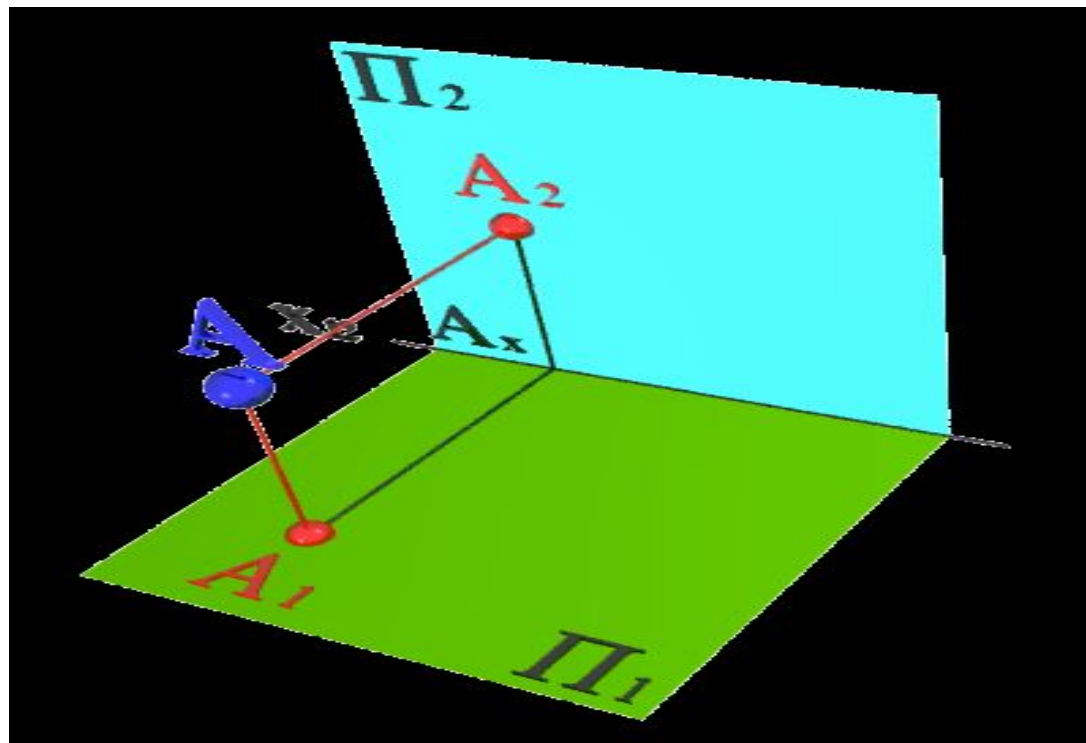


# ТЕНЬ ОТ ТОЧКИ НА ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ

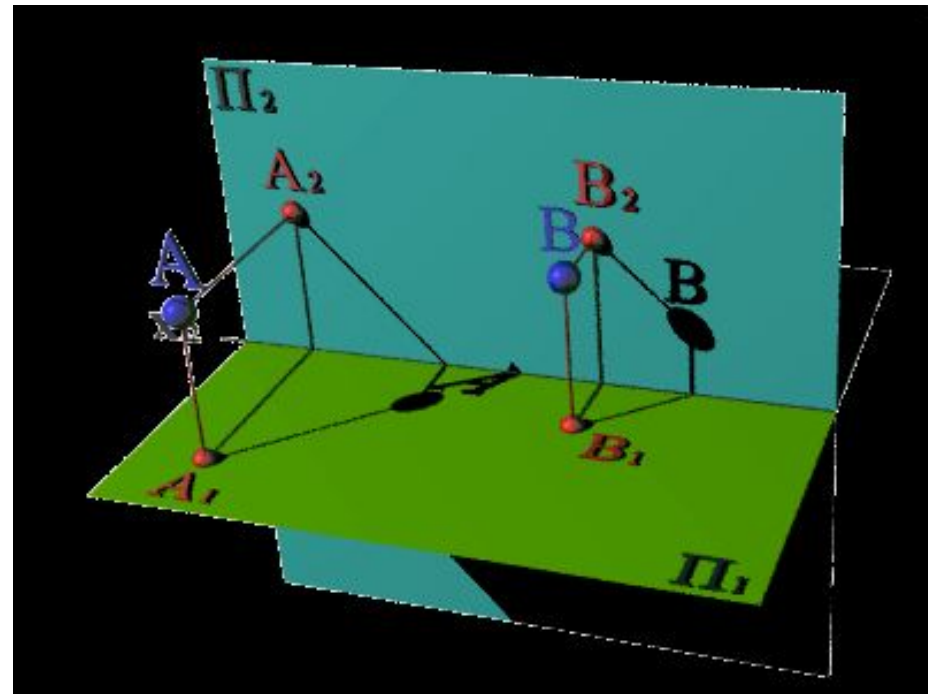
- Тенью от точки  $A$  на плоскость проекций является след на этой плоскости светового луча  $S$ , проходящего через точку  $A$
- $Am$  – тень от точки  $A$  на плоскость проекций;
- $Am1$  – горизонтальная проекция тени точки  $A$ ;
- $Am2$  – фронтальная проекция тени точки  $A$



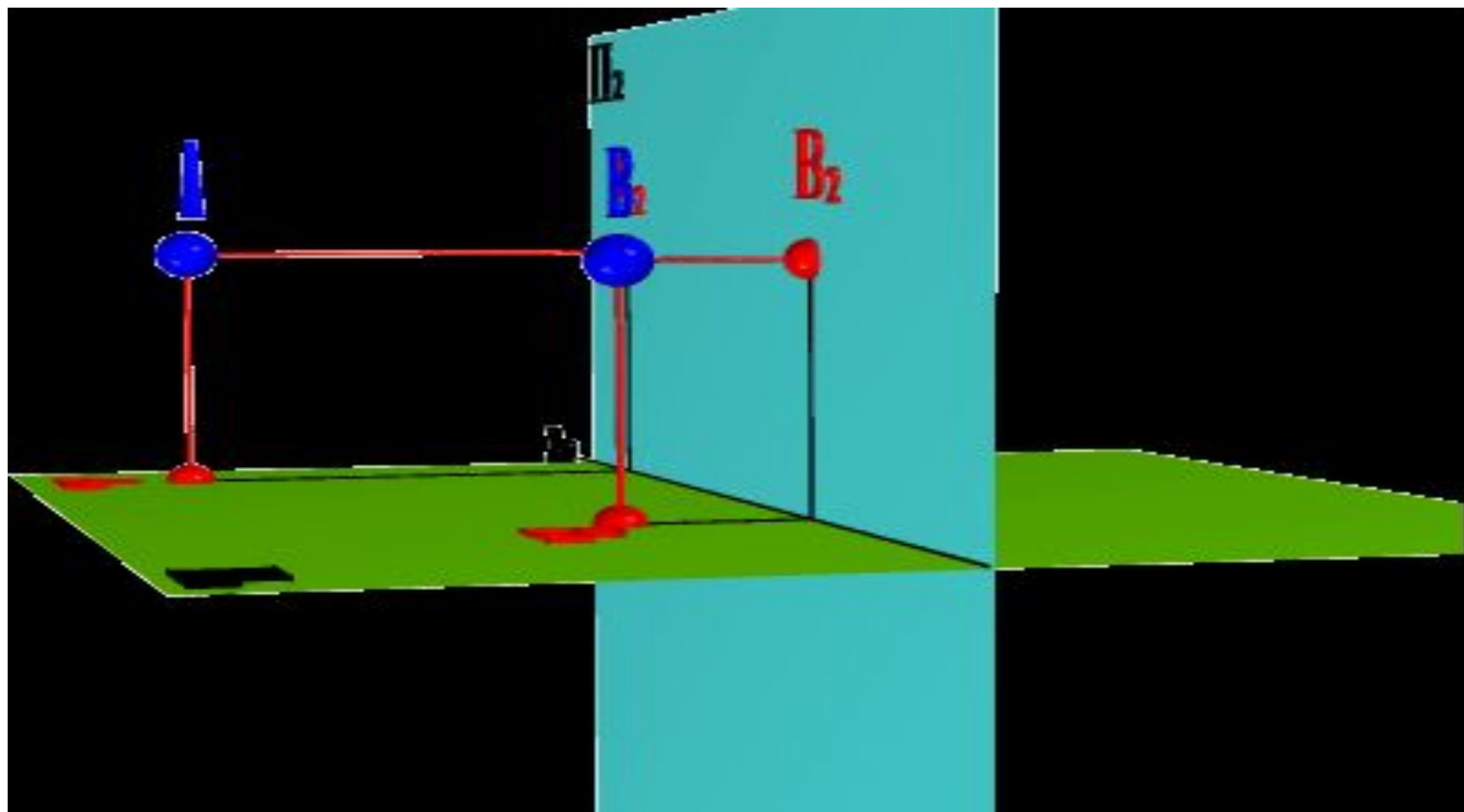
Построение тени точки **A** на плоскости проекций с помощью модели.



- Тени от точек на верхнем поле  $\Pi_2$  и на переднем поле  $\Pi_1$  называются **действительными** тенями ( $AT$ ,  $BT$ ).
- Тени от точек на нижнем поле  $\Pi_2$  и на заднем поле  $\Pi_1$  называются **мнимыми** (**ложными**) тенями ( $A'T$ ,  $B'T$ ).



Построение действительных и мнимых теней точек **A** и **B** на модели.

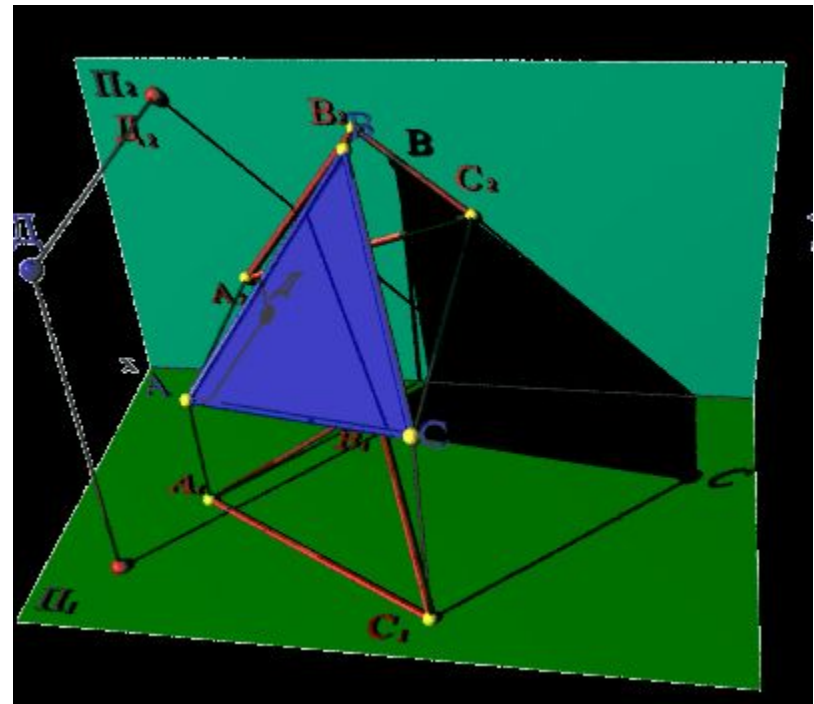






# ТЕНЬ ОТ ТОЧКИ НА ПЛОСКИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ

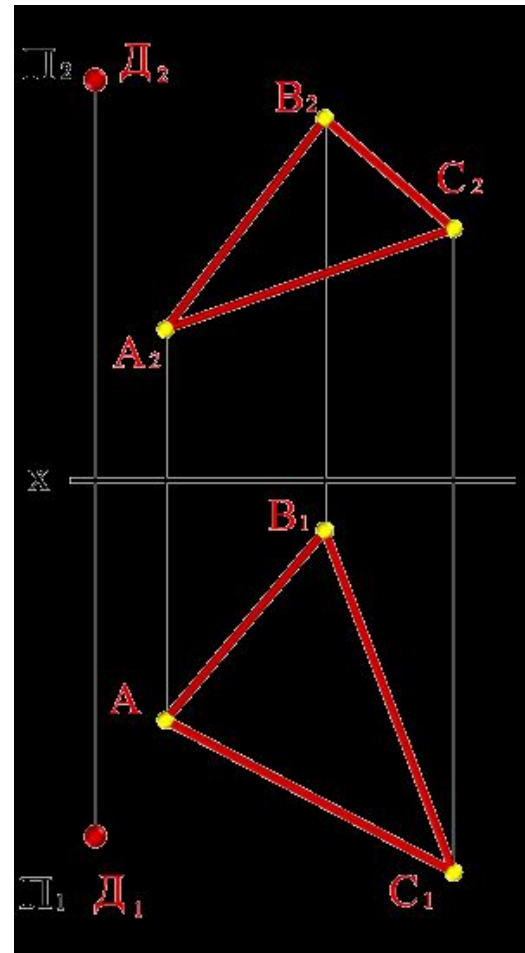
- Тенью от точки  $D$  на произвольный плоский геометрический объект является точка  $D_s$  пересечения светового луча  $S$ , проходящего через точку  $D$ , с этим объектом. Следовательно, построение тени от точки на плоском геометрическом объекте заключается в определении точки пересечения прямой линии (светового луча) с этим объектом.





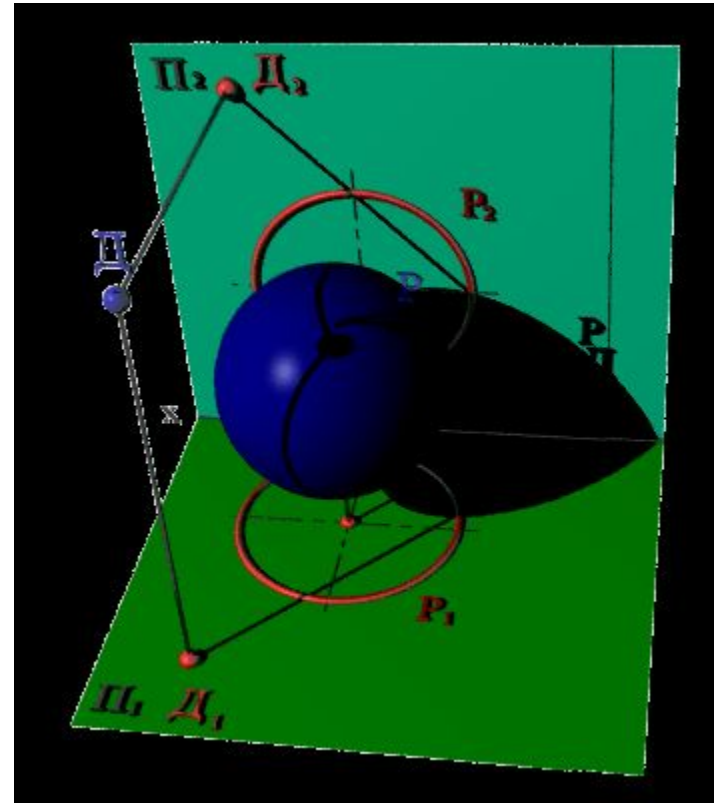
# Задача

- Построить тень от точки  $D$  на треугольник  $ABC$ .

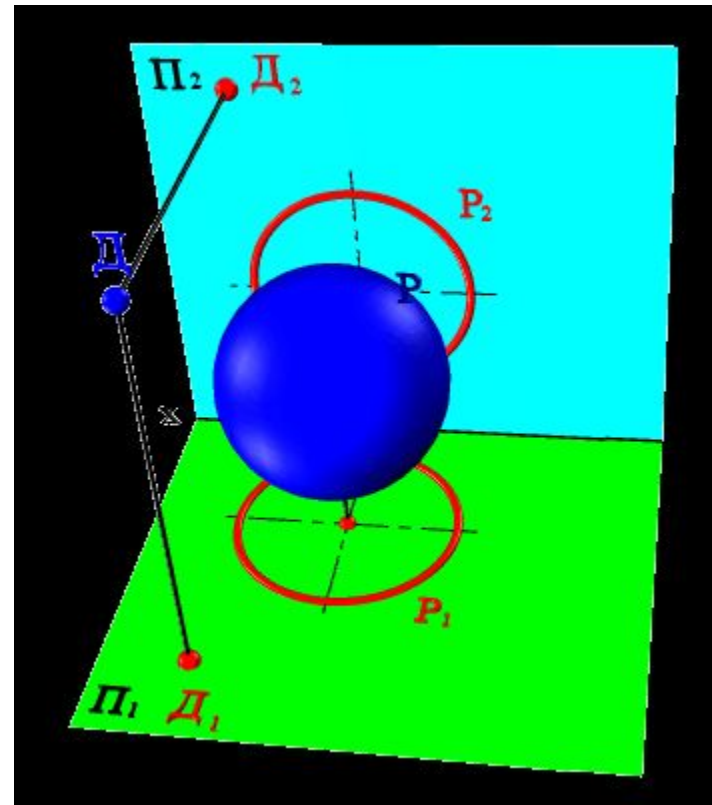


# ТЕНЬ ОТ ТОЧКИ НА ПОВЕРХНОСТЬ

- Тенью от точки  $A$  на любую поверхность  $P$  называется точка пересечения светового луча  $S$ , проходящего через эту точку, с поверхностью  $P$ .
- Таким образом, построение тени на любую поверхность заключается в определении точки пересечения прямой линии с поверхностью.

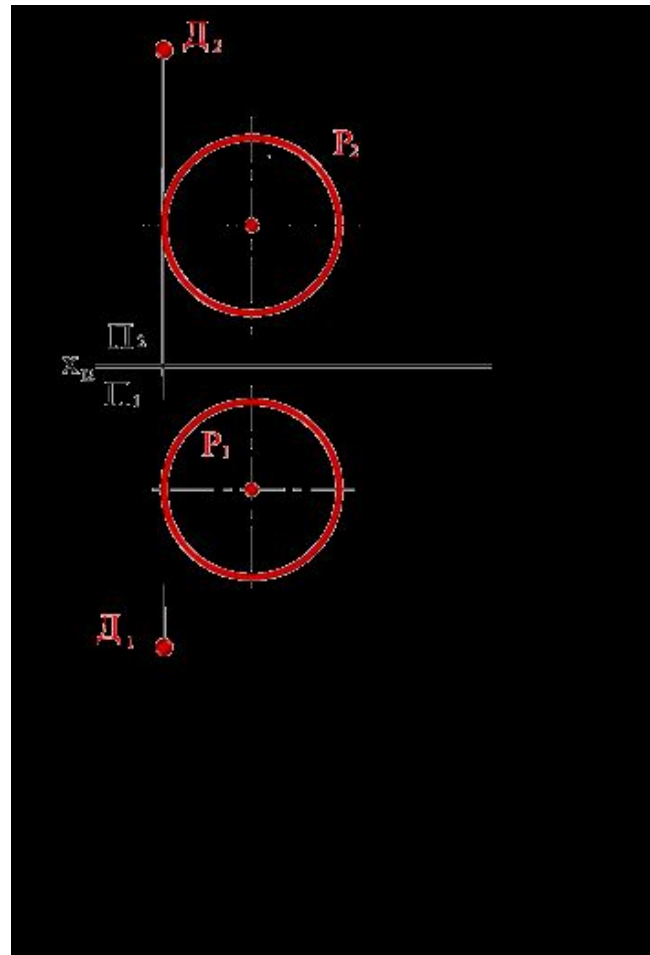


- Построение тени от точки  $D$  на сферическую поверхность  $P$  с помощью трехмерной модели.



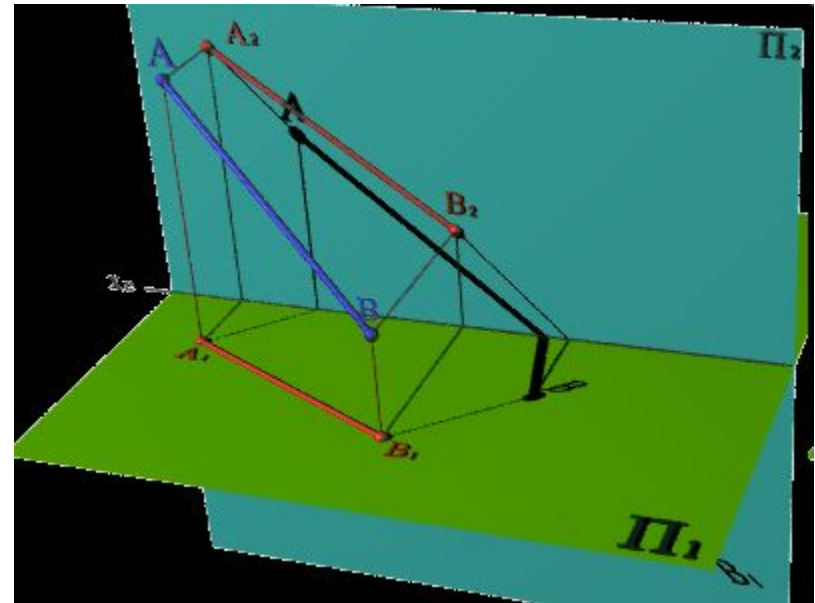
# Задача

- Построить тень от точки  $D$  на сферическую поверхность  $P$ .



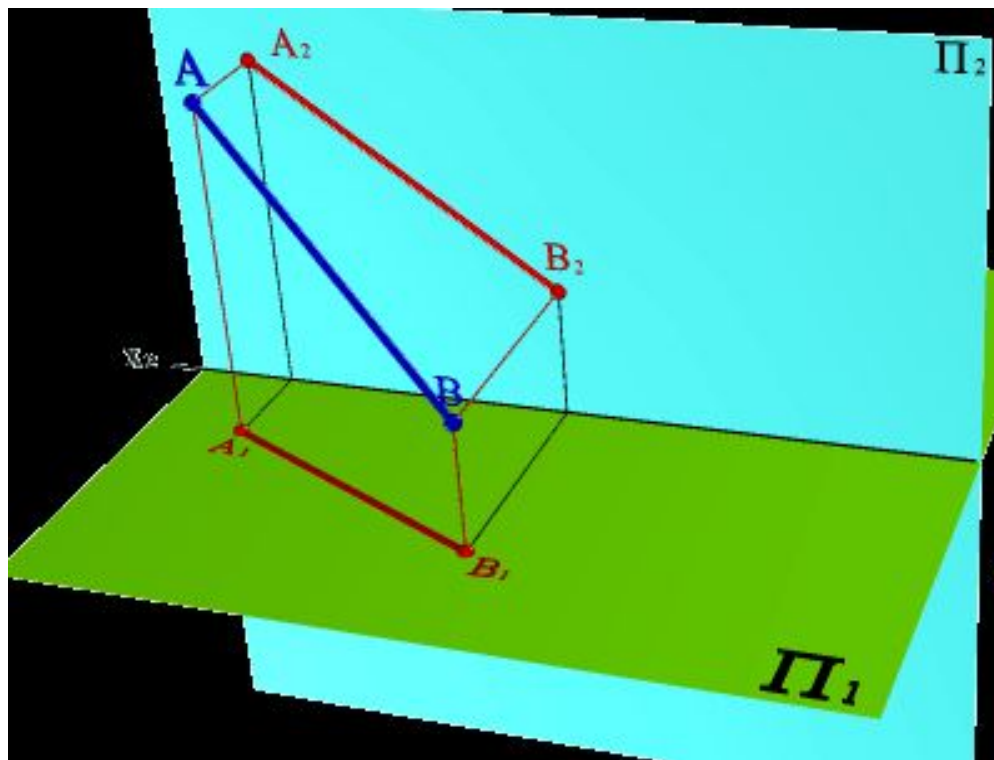
# ТЕНЬ ОТ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ ЛИНИИ

- Для построения тени отрезка  $AB$  прямой линии на плоскость достаточно построить тени точек  $A$  и  $B$  на эту плоскость и соединить их прямой линией.
- 
- **Тень от отрезка прямой общего положения**
- Тень  $A_m B_m$  от отрезка  $AB$ , падающая на пересекающиеся плоскости  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ , имеет точку излома  $C_m$ , лежащую на линии их пересечения (оси  $x$ ), которая также является точкой пересечения теней отрезка на каждую из плоскостей проекций  $A_m B'_m$  и  $A'_m B_m$ .
- 

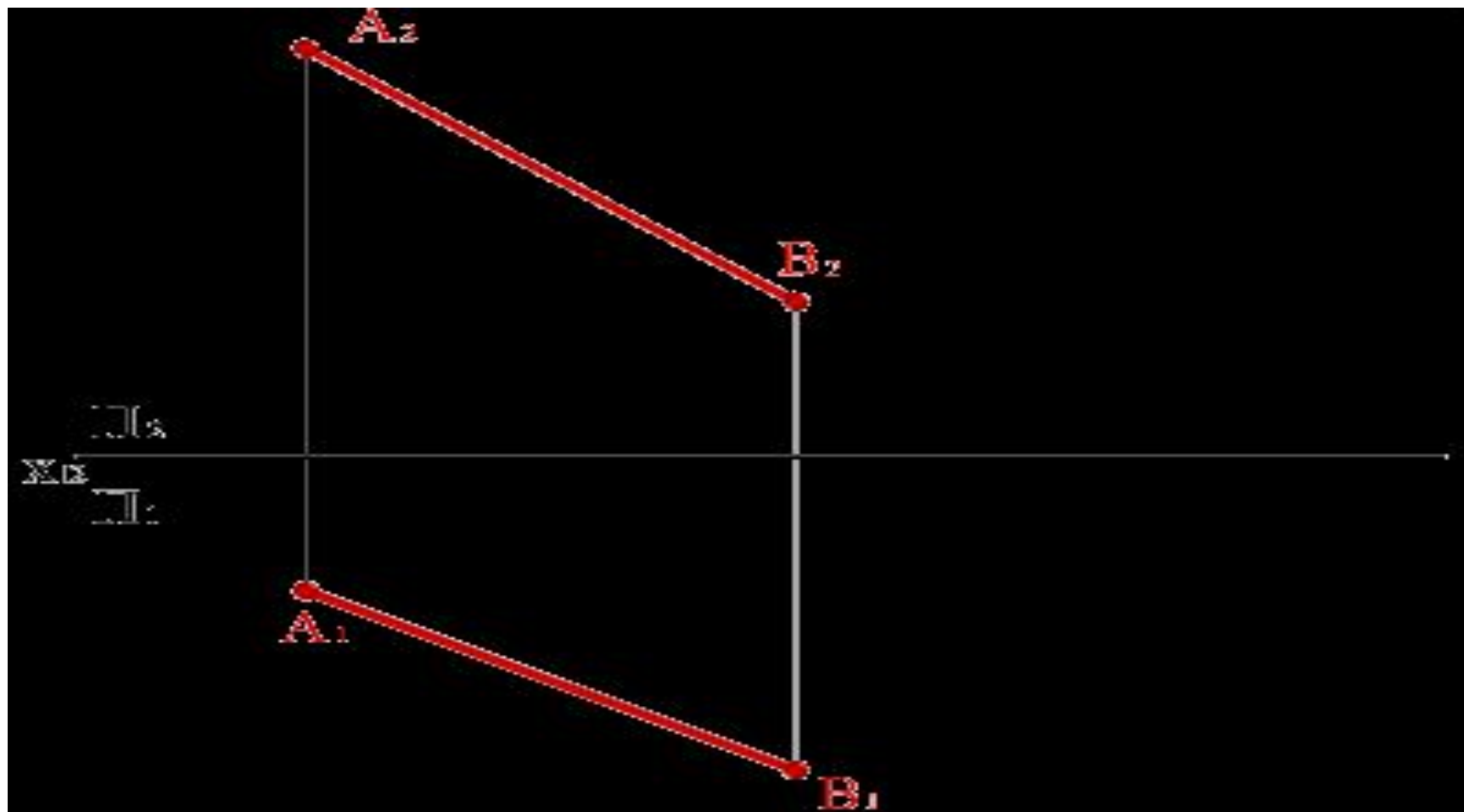




# Построение тени прямой общего положения $AB$ на модели.

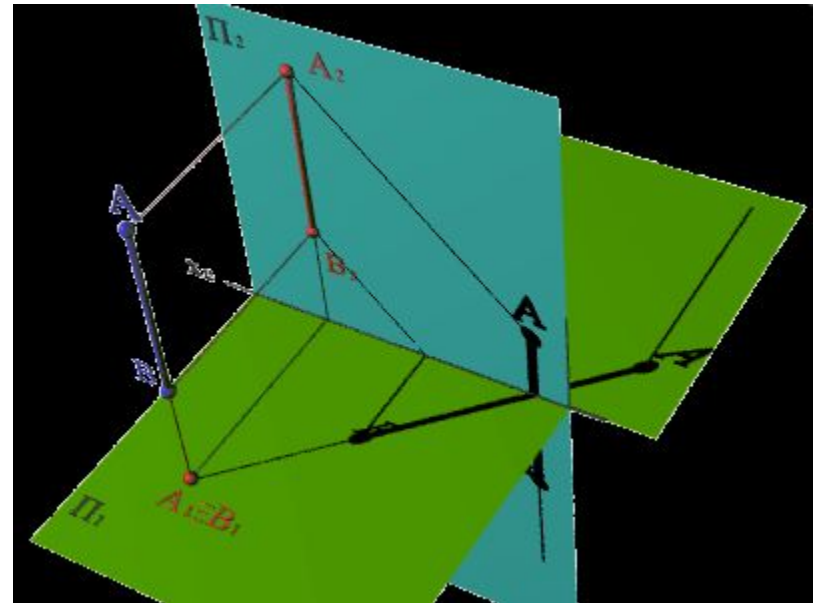


# Построение тени прямой общего положения $AB$ на эпюре.

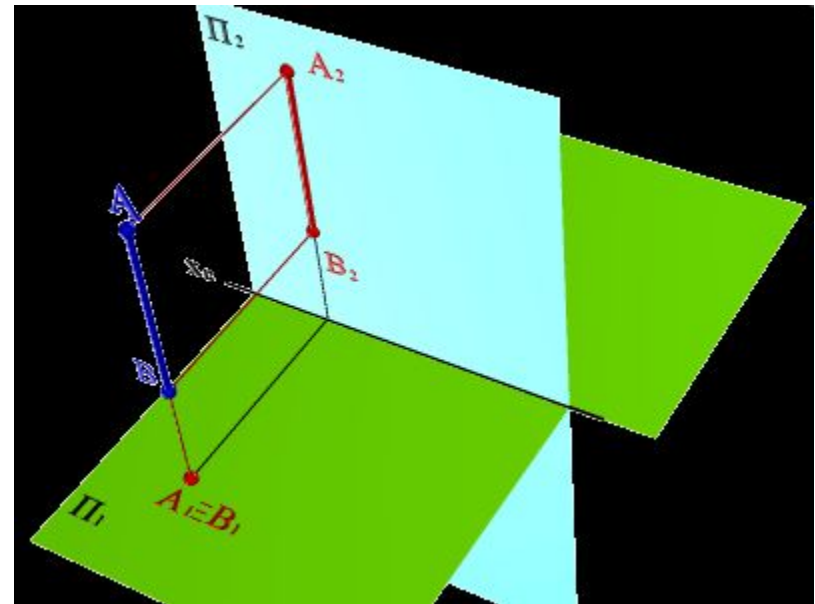


# ТЕНЬ ОТ ОТРЕЗКА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПРЯМОЙ

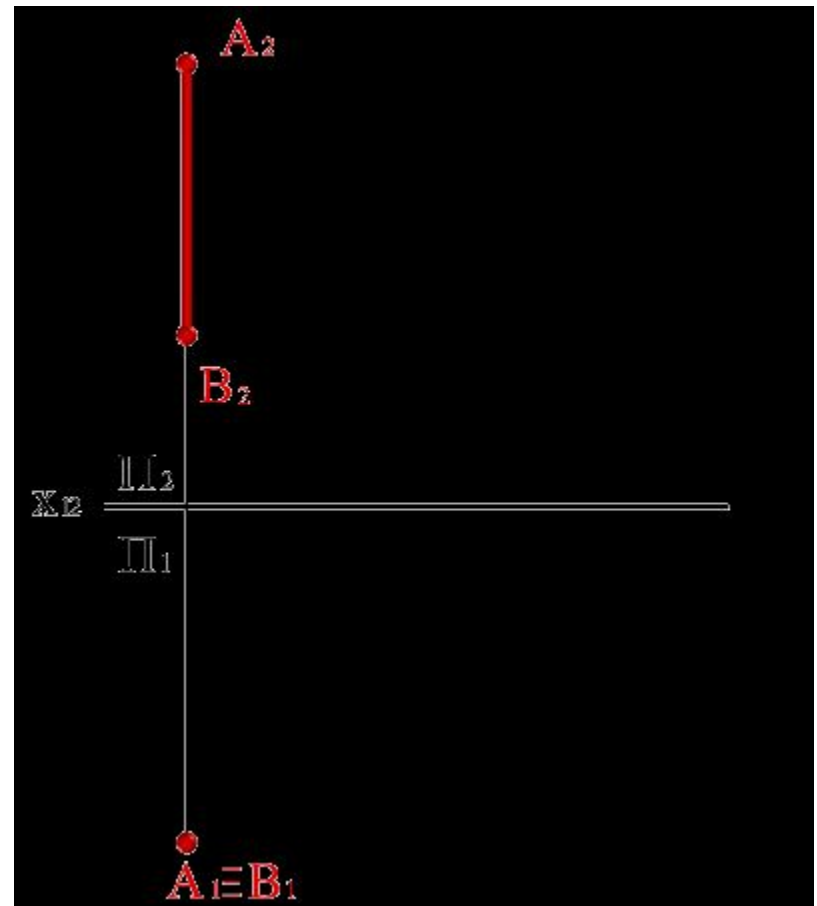
- Проекция тени, падающая на любую плоскость от отрезка прямой, перпендикулярной этой плоскости, совпадает с проекцией светового луча на эту плоскость и является прямой линией.
- Таким образом, тень от вертикального отрезка прямой на горизонтальной плоскости совпадает с горизонтальной проекцией светового луча, а на фронтальной плоскости параллельна самому отрезку, т. е. является отрезком вертикальной прямой линии.



- Построение тени отрезка ***AB***, перпендикулярного горизонтальной плоскости проекций, на модели.

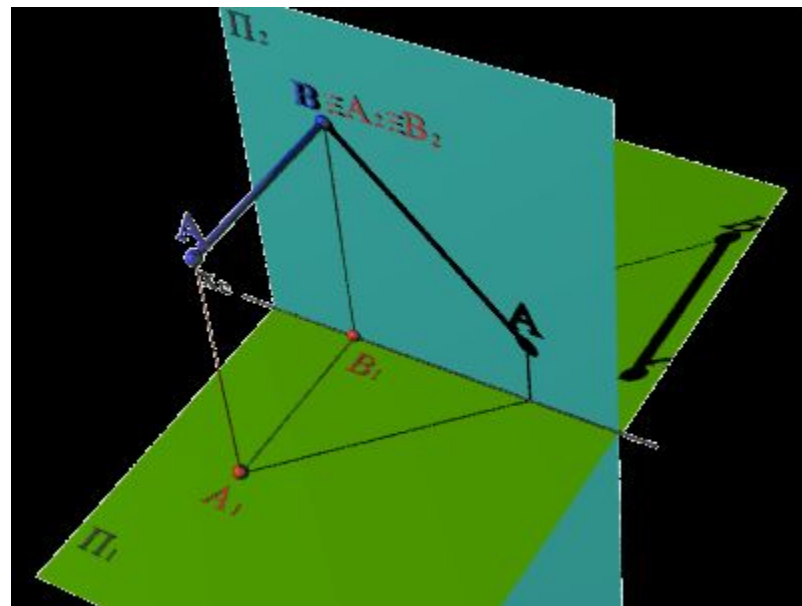


- Построение тени отрезка ***AB***, перпендикулярного горизонтальной плоскости проекций, на эюре.

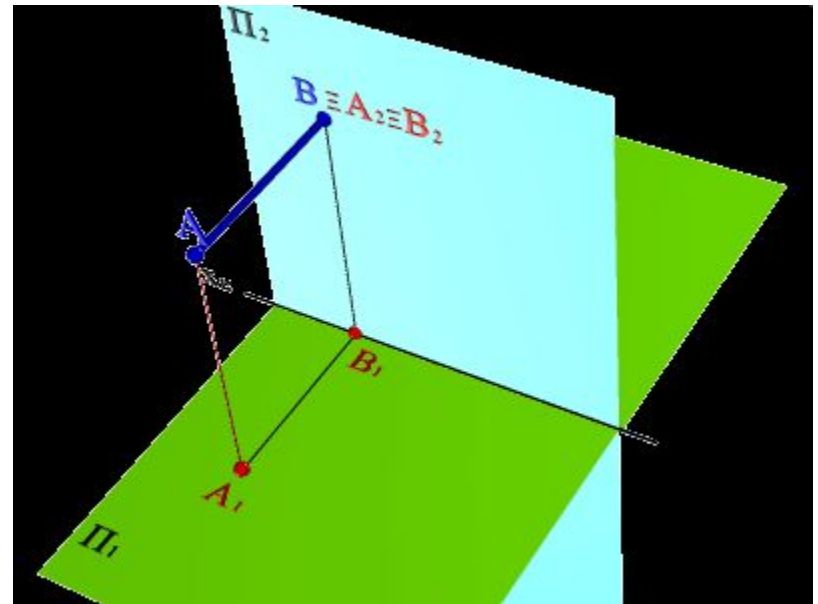


# ТЕНЬ ОТ ОТРЕЗКА, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОГО ФРОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ

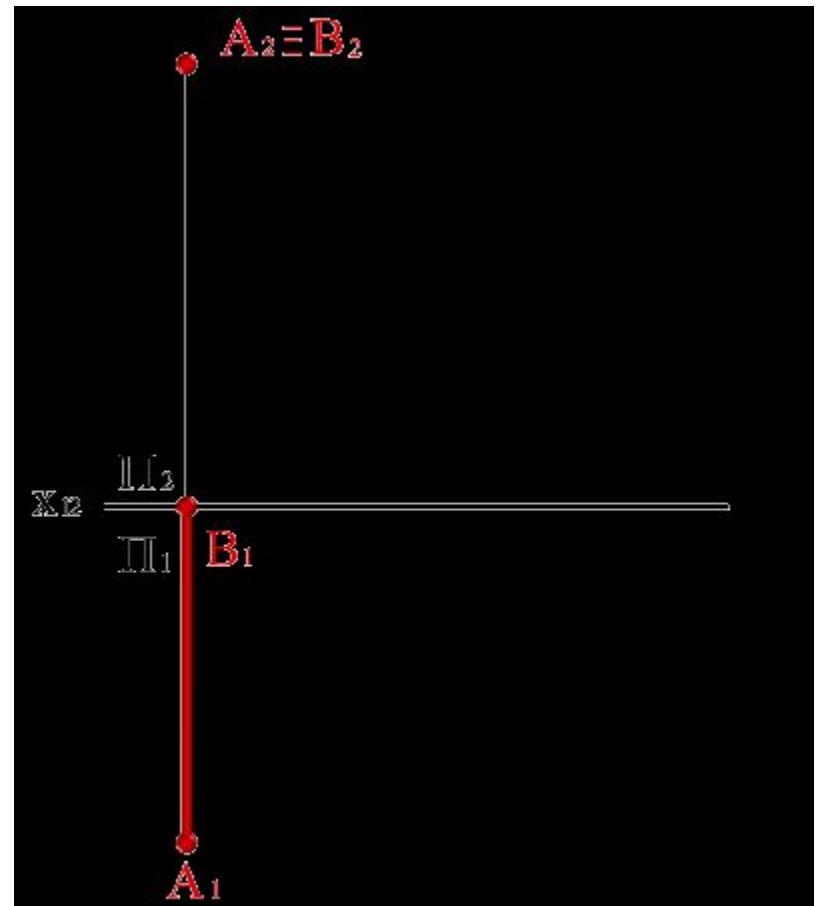
- Тень от отрезка прямой, перпендикулярной фронтальной плоскости проекций, на фронтальной плоскости совпадает с фронтальной проекцией светового луча, а на горизонтальной плоскости параллельна самому отрезку, т.е. перпендикулярна фронтальной плоскости проекций.



- Построение тени отрезка прямой, перпендикулярной фронтальной плоскости проекций, на модели.



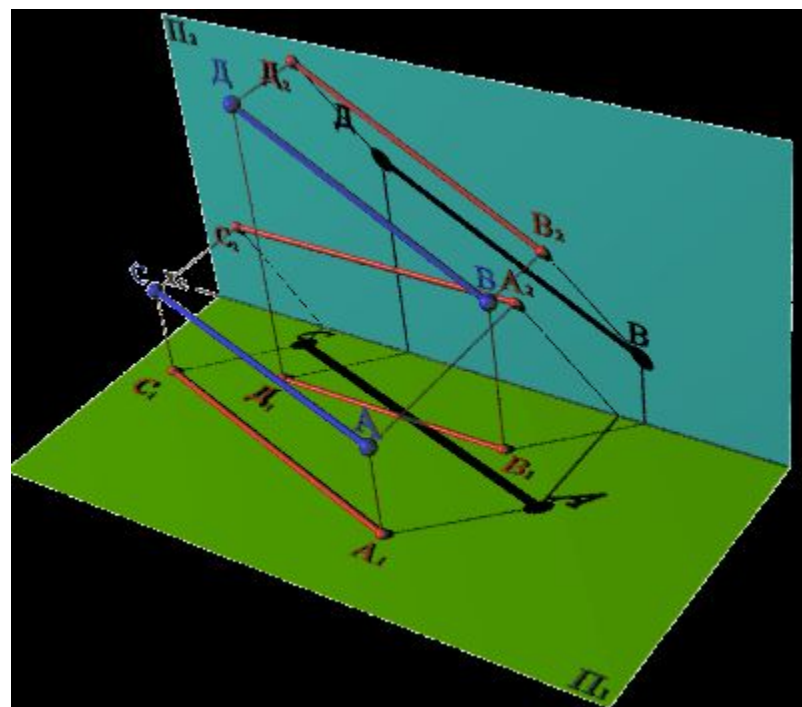
- Построение тени отрезка прямой, перпендикулярной фронтальной плоскости проекций, на эюре.



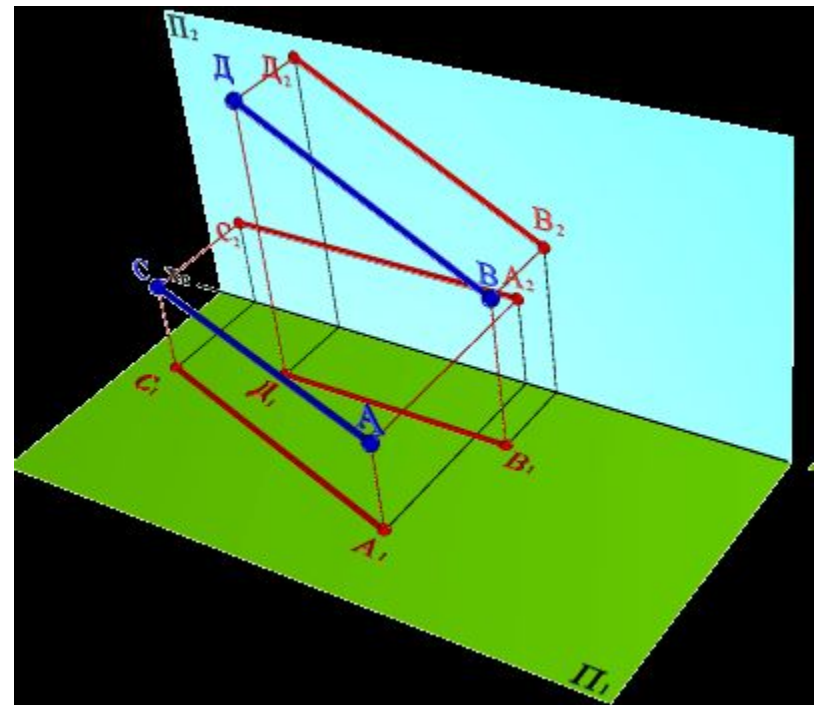


# ТЕНЬ ОТ ОТРЕЗКА, ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ

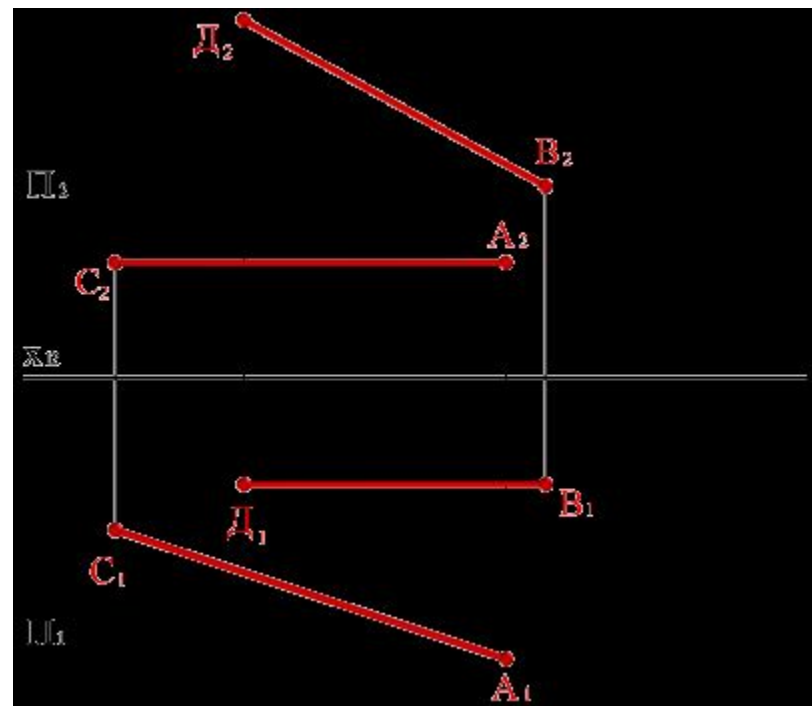
- Тень, падающая на плоскость от отрезка линии, параллельной этой плоскости, равна и параллельна самому отрезку линии.



- Построение теней отрезков, параллельных плоскостям проекций, на модели.

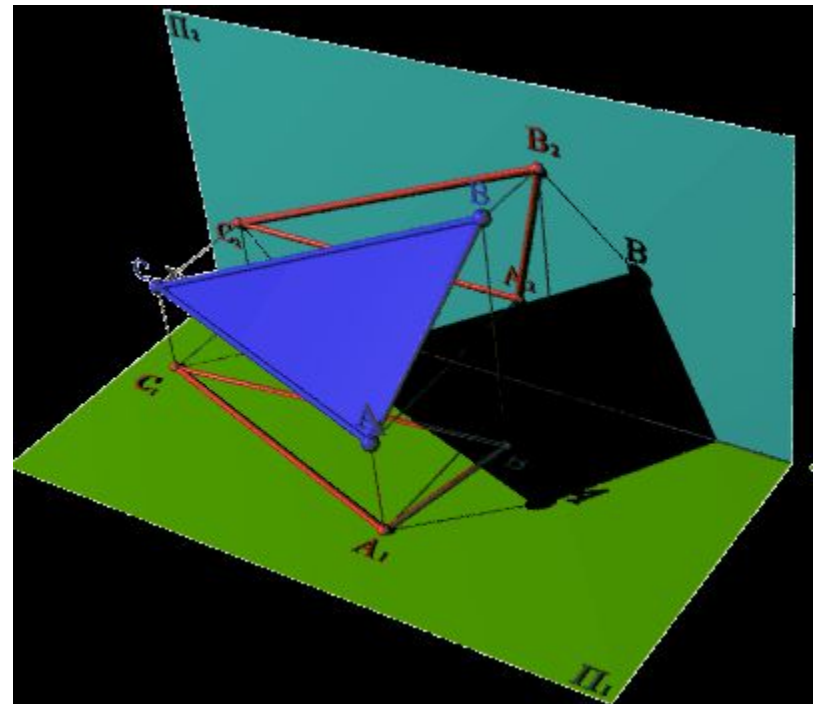


- Построение теней отрезков, параллельных плоскостям проекций, на эюре.



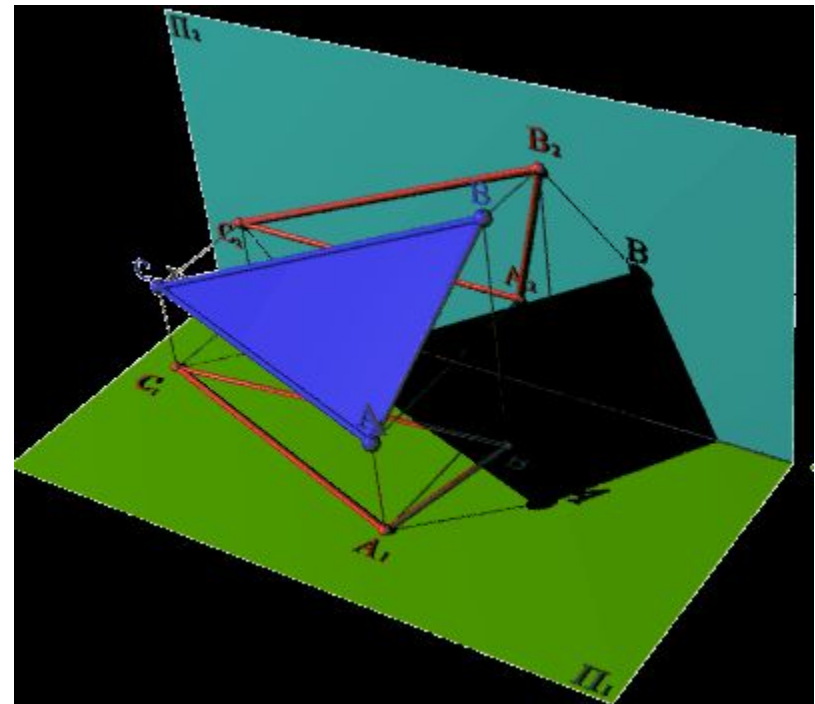
# ТЕНЬ ОТ ПЛОСКОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

- Тень любого плоского геометрического объекта можно построить как совокупность теней точек и линий, составляющих этот объект.

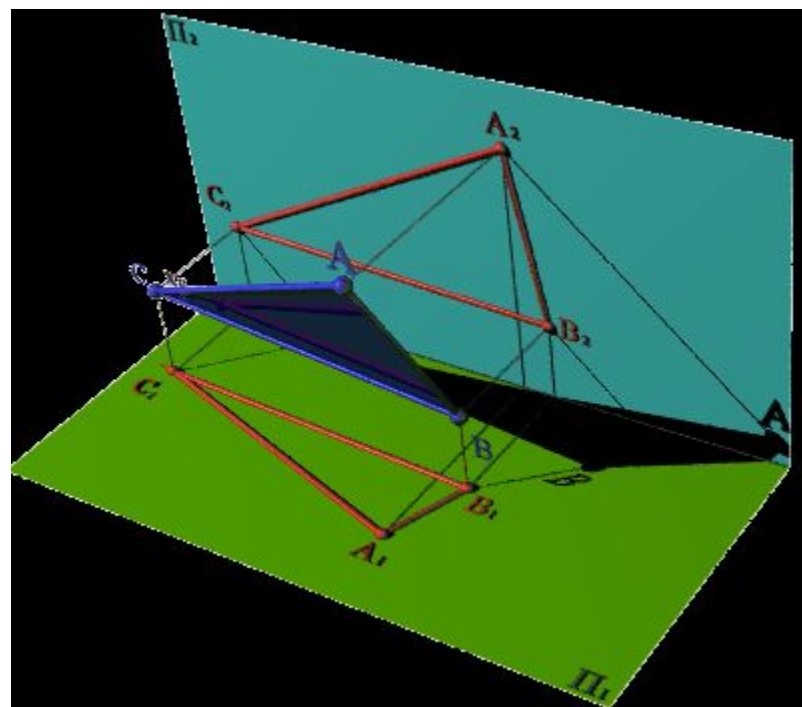


# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ ТРЕУГОЛЬНИКА

- Плоский геометрический объект может быть обращен к наблюдателю освещенной или неосвещенной стороной (т.е. стороной, находящейся в собственной тени).

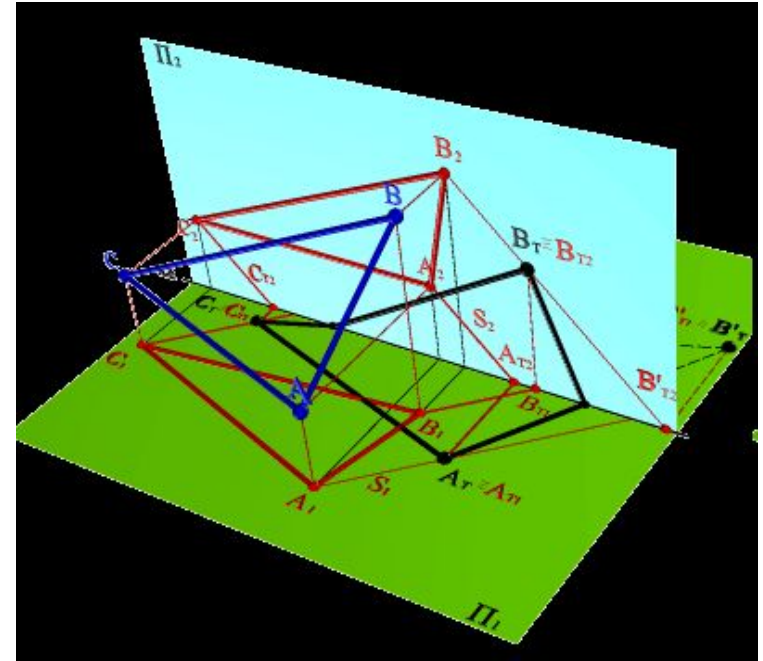


- Существует практический прием определения собственной тени: если при обходе вершин проекций любого многоугольника и вершин его падающей тени в одном направлении порядок обозначения одинаков, то видимая сторона плоскости освещена.

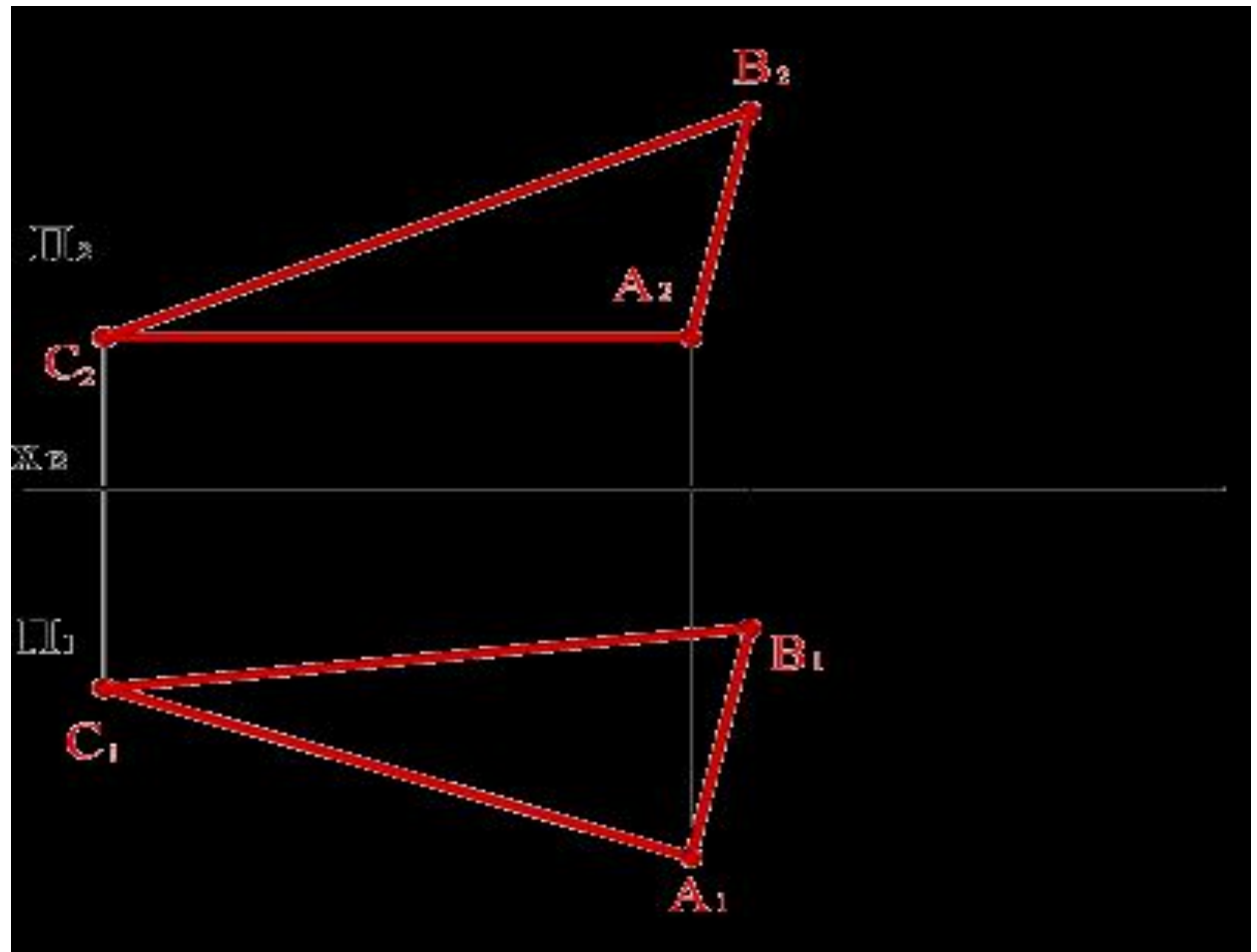


# ПОСТРОЕНИЕ ТЕНИ ТРЕУГОЛЬНИКА

Контур тени  
треугольника  
как плоской  
геометрической  
фигуры  
можно  
построить как  
совокупность  
теней его  
сторон.



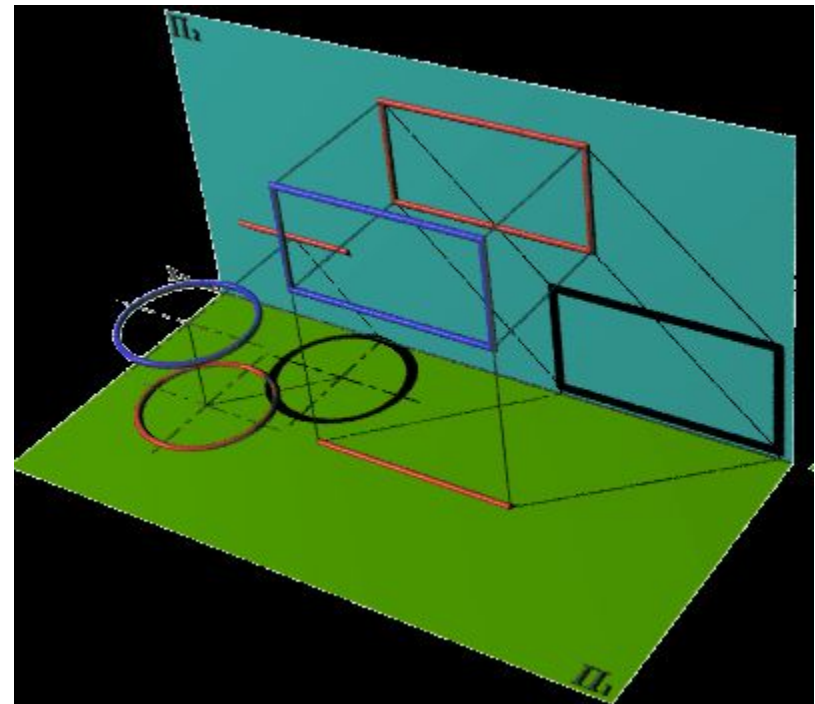
# Построение тени треугольника *ABC* на эпюре.





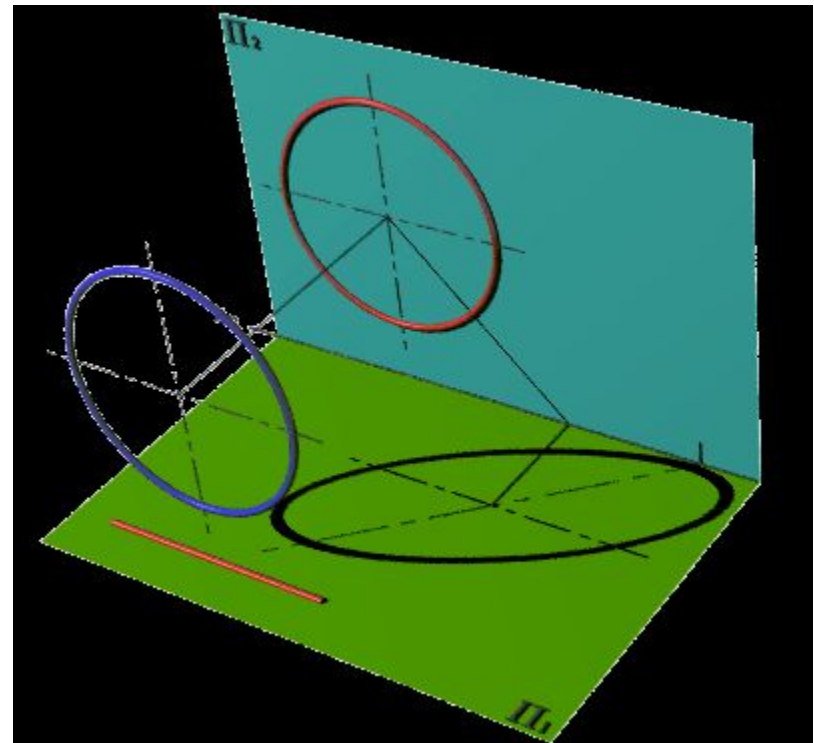
# ТЕНИ ПЛОСКИХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ

- При изображении архитектурных фрагментов, строительных конструкций и сооружений часто приходится строить падающие тени от плоских геометрических объектов, которые находятся в частном положении относительно плоскостей проекций.
- В соответствии с основным свойством параллельного проецирования падающая тень плоского геометрического объекта, параллельного плоскости проекций, параллельна ортогональной проекции объекта и конгруэнтна самому объекту.
- Для построения тени круга достаточно найти тень его центра и провести окружность радиуса данного круга.
- Для построения тени многоугольника достаточно найти тень одной вершины и построить конгруэнтный многоугольник.

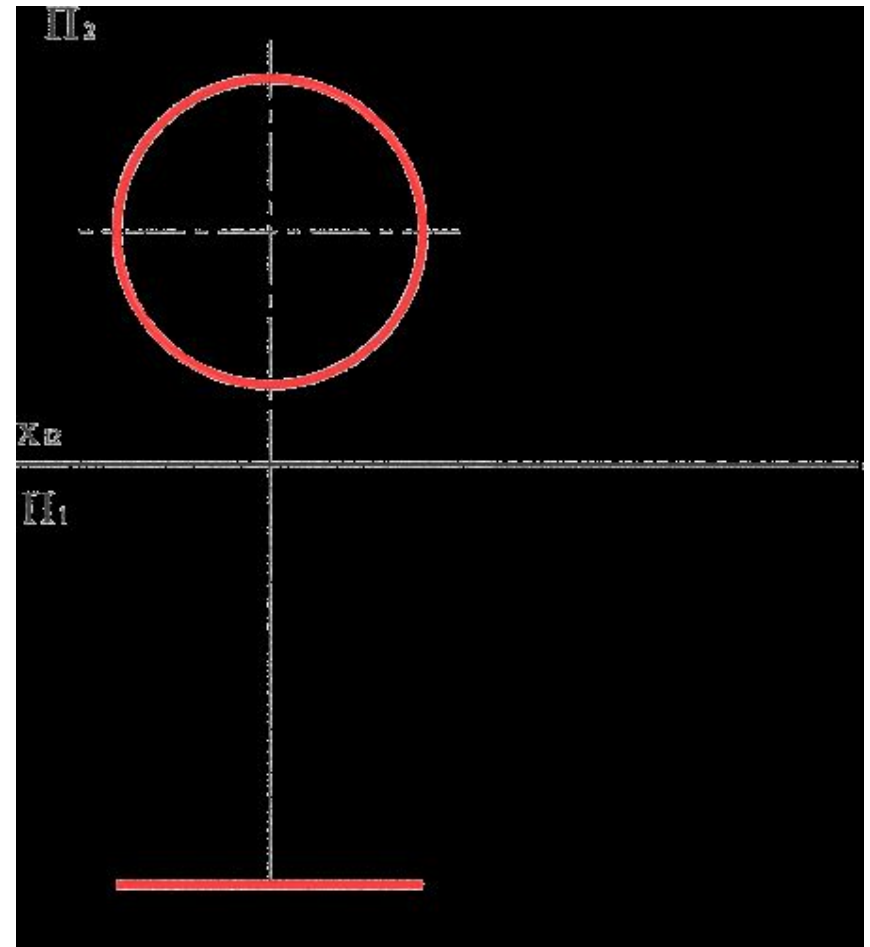


# ПОСТРОЕНИЕ ТЕНИ КРУГА, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ

- Контуром тени круга, перпендикулярного горизонтальной плоскости проекций, на эту плоскость является эллипс. Большая диагональ эллипса – тень вертикальной прямой.

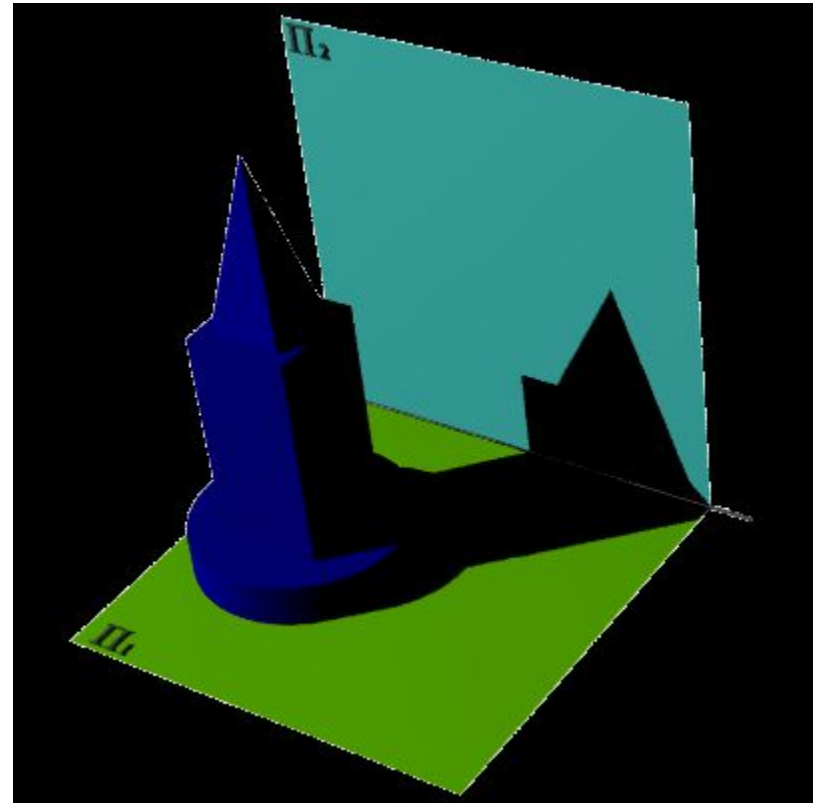


- Построение тени круга на эюре.
- В параллелограмм, который является тенью описанного вокруг окружности квадрата, по восьми точкам вписывается эллипс.



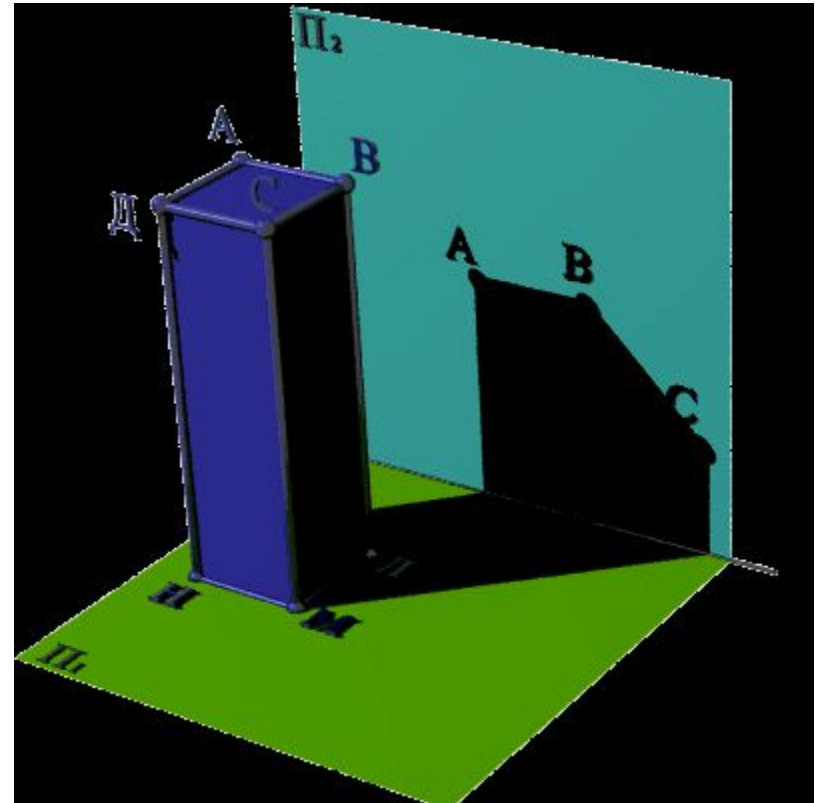
# ТЕНЬ ОТ ТРЕХМЕРНОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

- При построении теней трехмерных геометрических объектов в первую очередь определяется контур собственной тени, т.е. линия раздела освещенных и находящихся в тени частей поверхности объекта. По контуру собственной тени потом строится контур падающей тени.

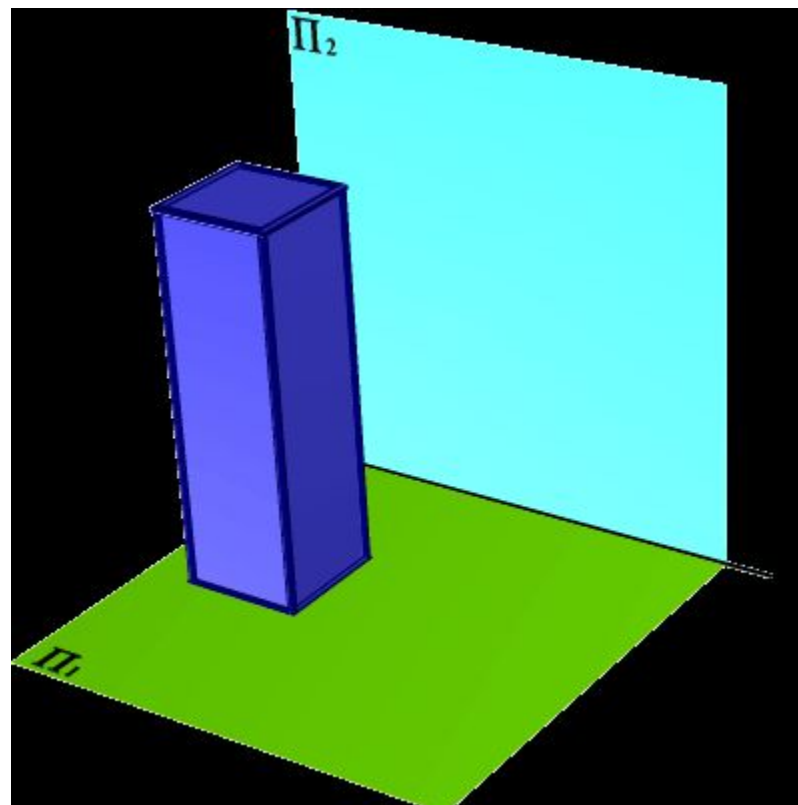


# ТЕНЬ ОТ ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕДА

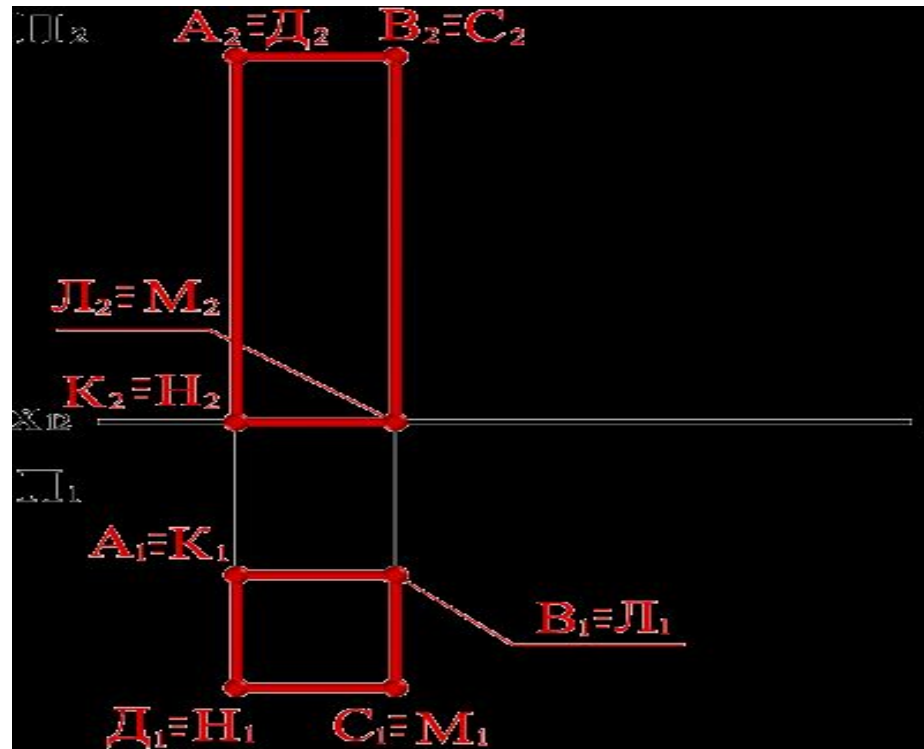
- Задняя и правая боковые грани параллелепипеда находятся в собственной тени. Ребра, разделяющие освещенные и затемненные грани, образуют контур собственной тени. Они представляют собой прямые частного положения, падающие тени от которых строятся просто.



- Построение собственной и падающей тени параллелепипеда сводится к определению собственных и падающих теней граней – плоских геометрических объектов.
- В собственной тени находятся две грани параллелепипеда **АВЛК** и **ВСЛМ**. Поэтому падающей тенью параллелепипеда будет совокупность падающих теней этих граней.
- Грани **АВЛК** и **ВСЛМ** являются прямоугольниками частного положения относительно плоскостей проекций, поэтому для построения их теней могут быть использованы известные приемы построения теней плоских фигур частного положения.

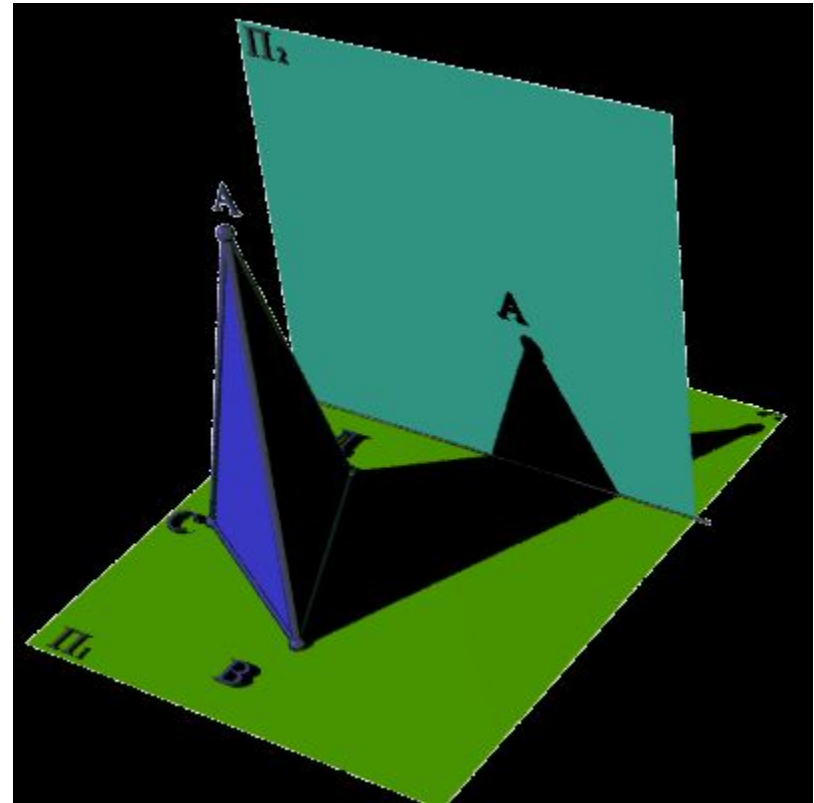


# Построение тени параллелепипеда на эюре.



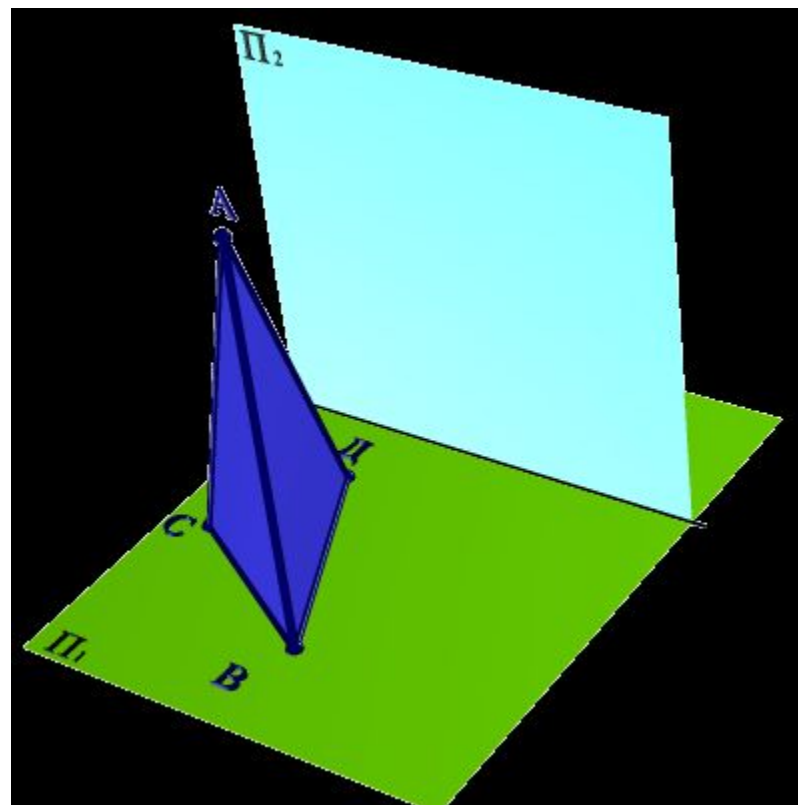
# ТЕНЬ ОТ ПИРАМИДЫ

- Грань **ABD** пирамиды находится в собственной тени. Ребра, разделяющие освещенные и затемненные грани, образуют контур собственной тени. Для построения контура падающей тени нужно построить тени ребер **AD** и **AC**. Так как основание пирамиды расположено на горизонтальной плоскости, для построения теней ребер достаточно найти действительную и мнимую тени точки **A**.

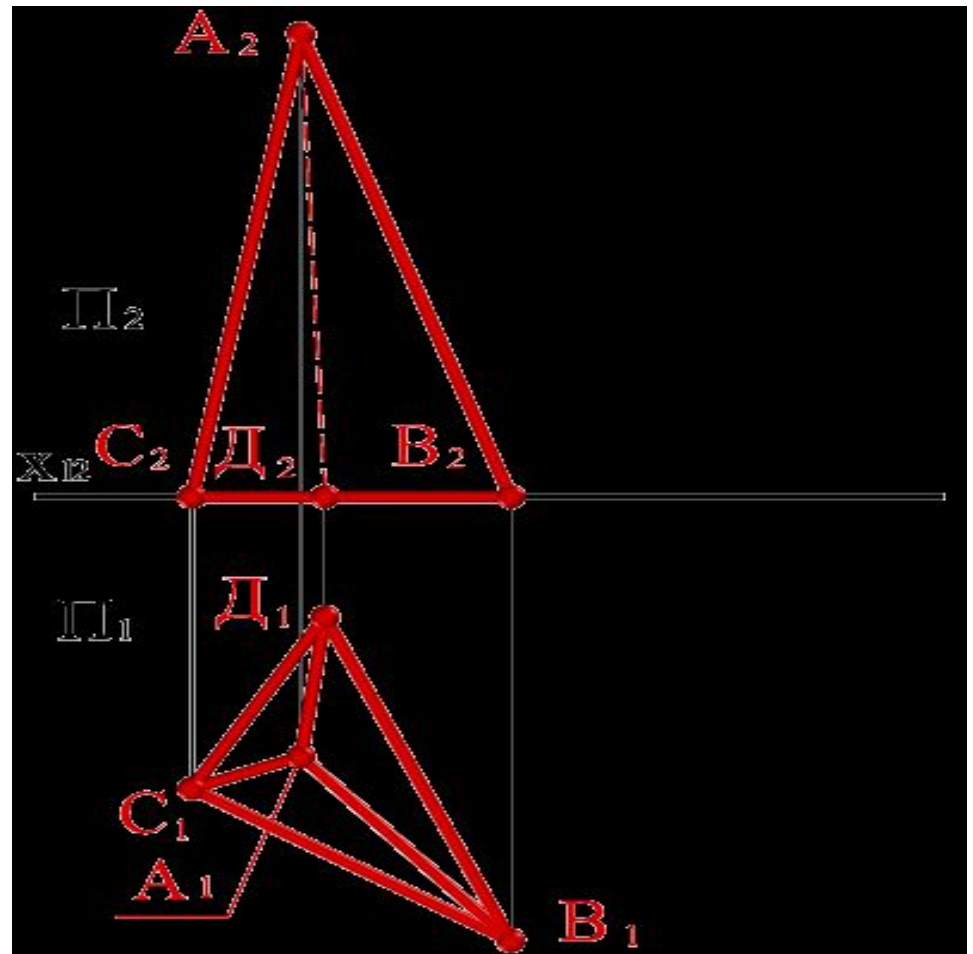




- Построение собственной и падающей тени пирамиды сводится к определению собственных и падающих теней граней – плоских геометрических объектов. В собственной тени находится одна грань пирамиды **ABD**. Поэтому падающей тенью параллелепипеда будет падающая тень этой грани. Грань является треугольником общего положения относительно плоскостей проекций. Сторона **BD** лежит на горизонтальной плоскости проекций, т.е. совпадает со своей тенью. Для нахождения теней отрезков **AB** и **AD** требуется построить падающую действительную и мнимую тени точки **A**.

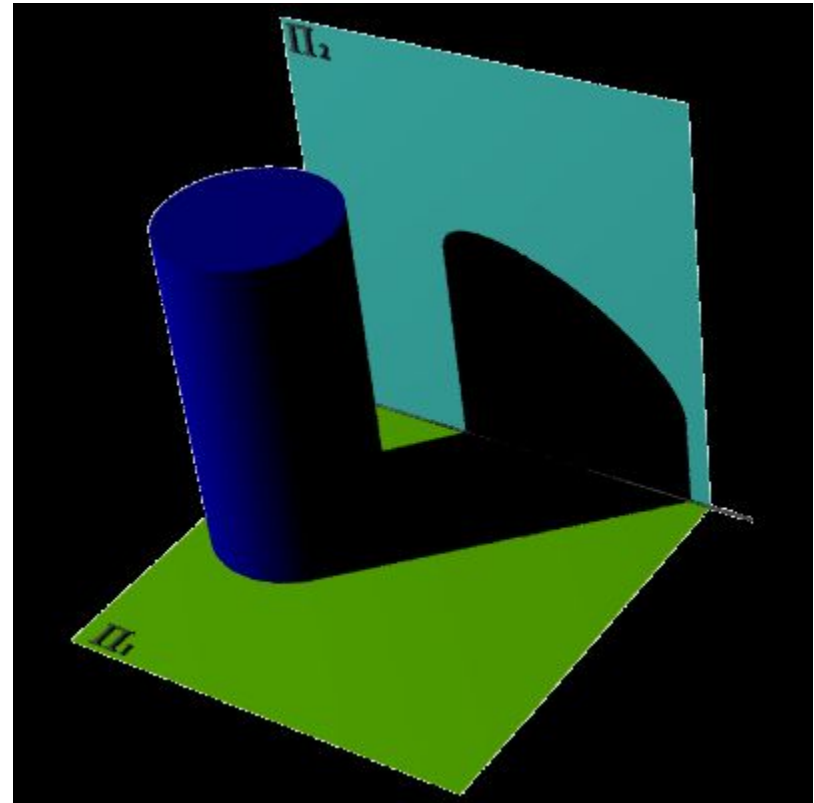


# Построение тени пирамиды на эюре.



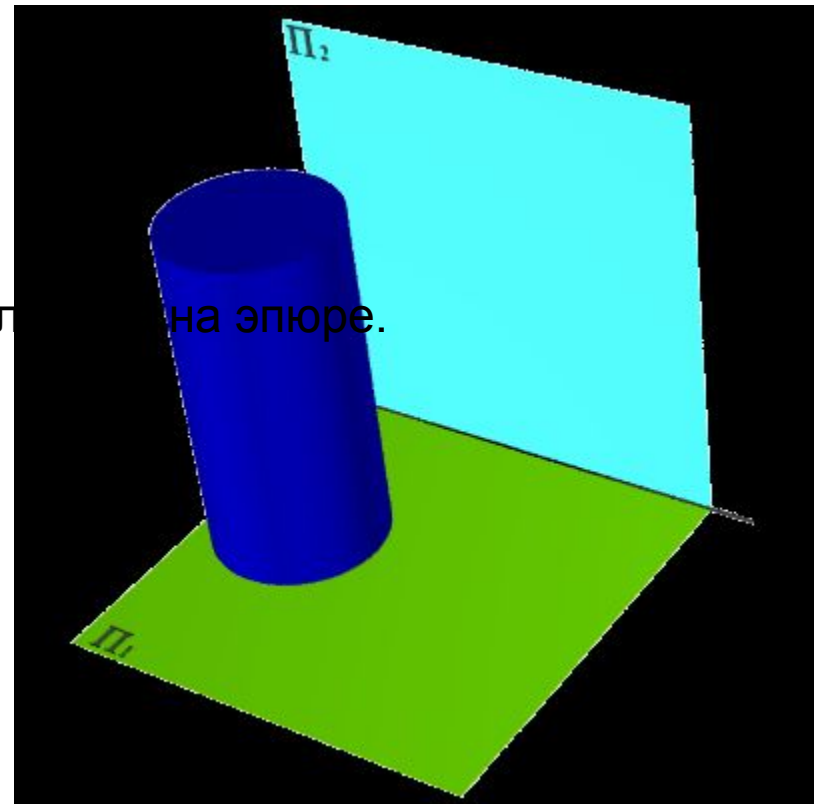
# ТЕНЬ ОТ ЦИЛИНДРА

- Контур собственной тени цилиндра определяется двумя образующими, по которым лучевые плоскости касаются его боковой поверхности. Для нахождения контура падающей тени необходимо построить тени этих образующих и тень от верхнего основания цилиндра.

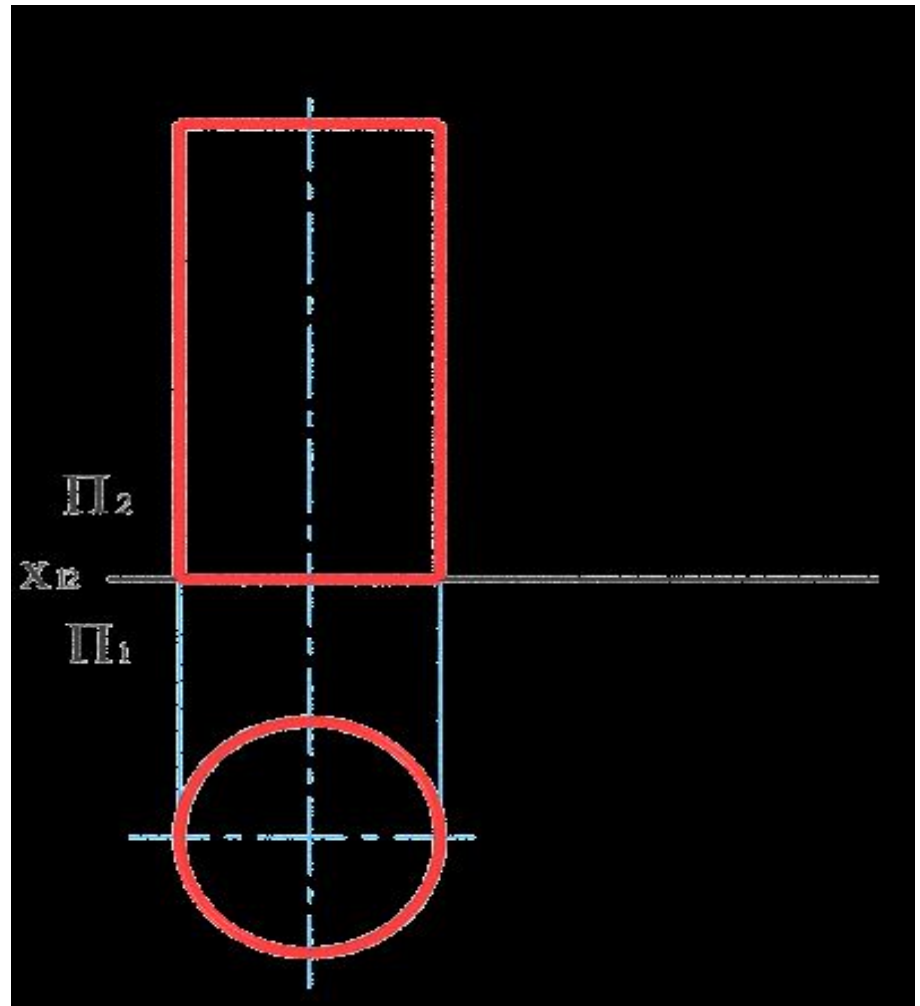


## Построение тени цилиндра на эюре.

- Для определения контура собственной тени прямого кругового конуса проведем две горизонтально проецирующие лучевые плоскости, касательные к поверхности цилиндра и составляющие с фронтальной плоскостью проекций угол  $45^\circ$ .
- Образующие **AB** и **CD**, по которым плоскости касаются цилиндра, и полуокружности верхнего и нижнего оснований определяют контур собственной тени.
- Падающая тень цилиндра ограничена тенью от контура собственной тени.
- Тени от образующих строятся как тени вертикальных прямых.
- Нижняя полуокружность совпадает с основанием цилиндра и расположена на горизонтальной плоскости.
- Верхняя полуокружность строится как тень от сектора окружности, параллельной горизонтальной плоскости.

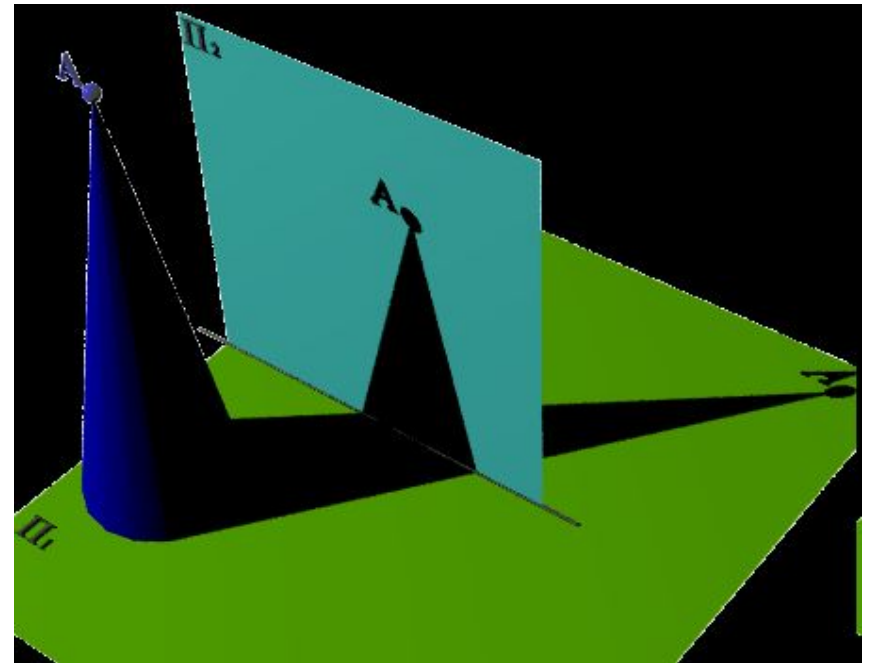


# Построение тени цилиндра на эюре.

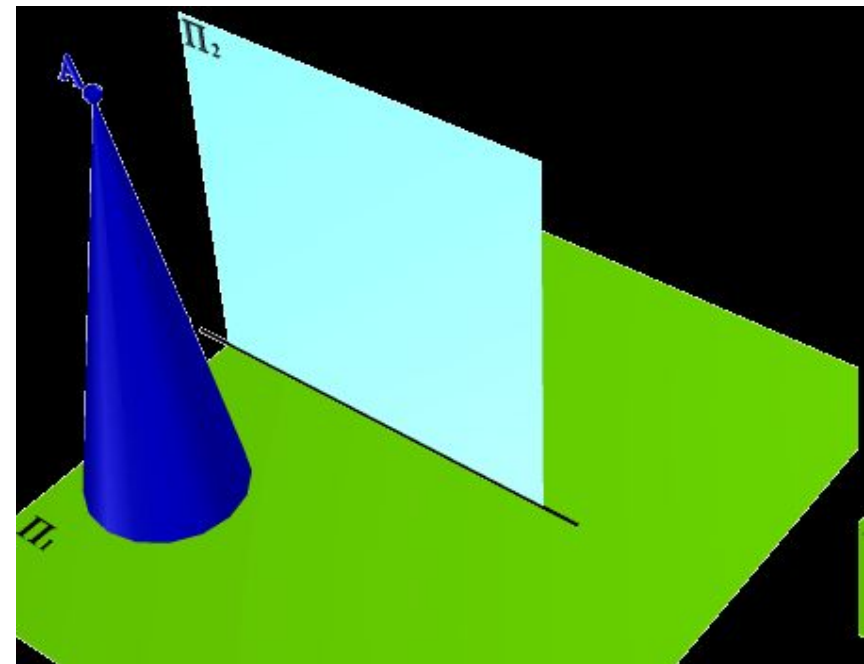


# ТЕНЬ ОТ КОНУСА

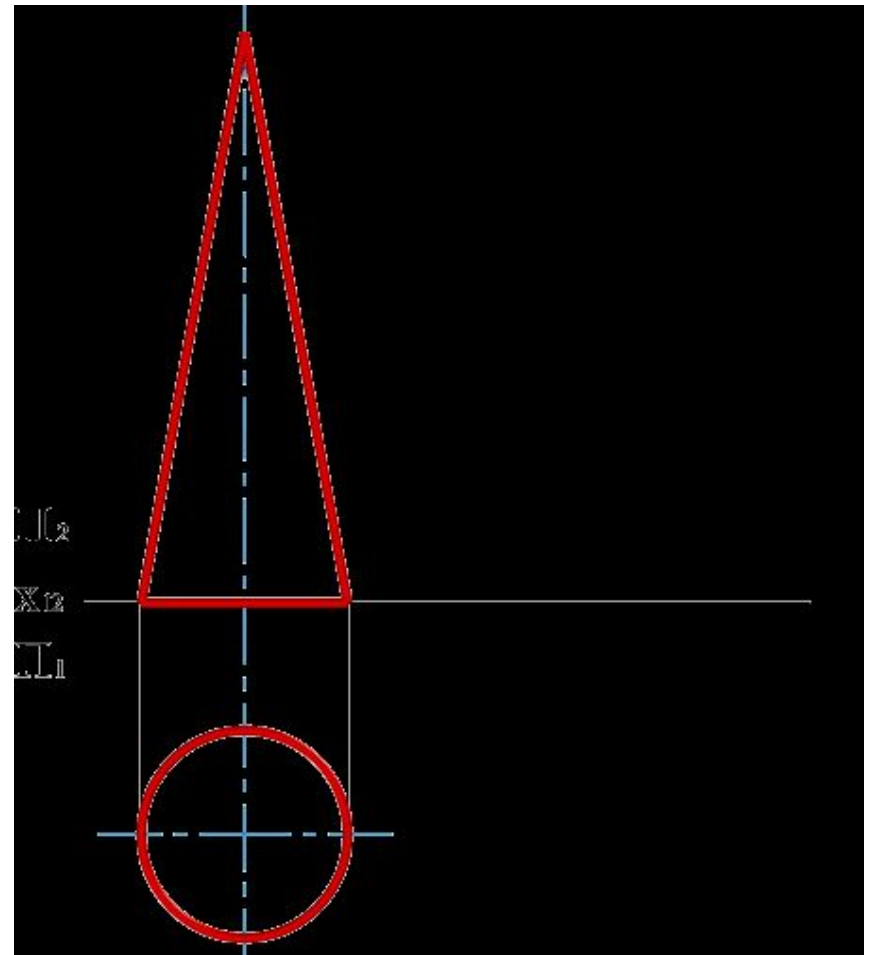
- При построении тени конуса сначала строят падающую тень, с помощью которой затем определяют контур собственной тени.



- Построение собственной и падающей теней прямого кругового конуса, основание которого расположено в горизонтальной плоскости, выполняется в следующей последовательности: 1. Определяем действительную или мнимую тень от вершины **A** на горизонтальную плоскость проекций. 2. Из горизонтальной проекции полученной тени проводим две прямые, касательные к окружности основания конуса. Точки касания этих прямых к окружности основания конуса определяют положение образующих конуса, которые являются контуром собственной тени конуса. 3. Меньшая дуга окружности основания конуса и построенные образующие определяют контур падающей тени.



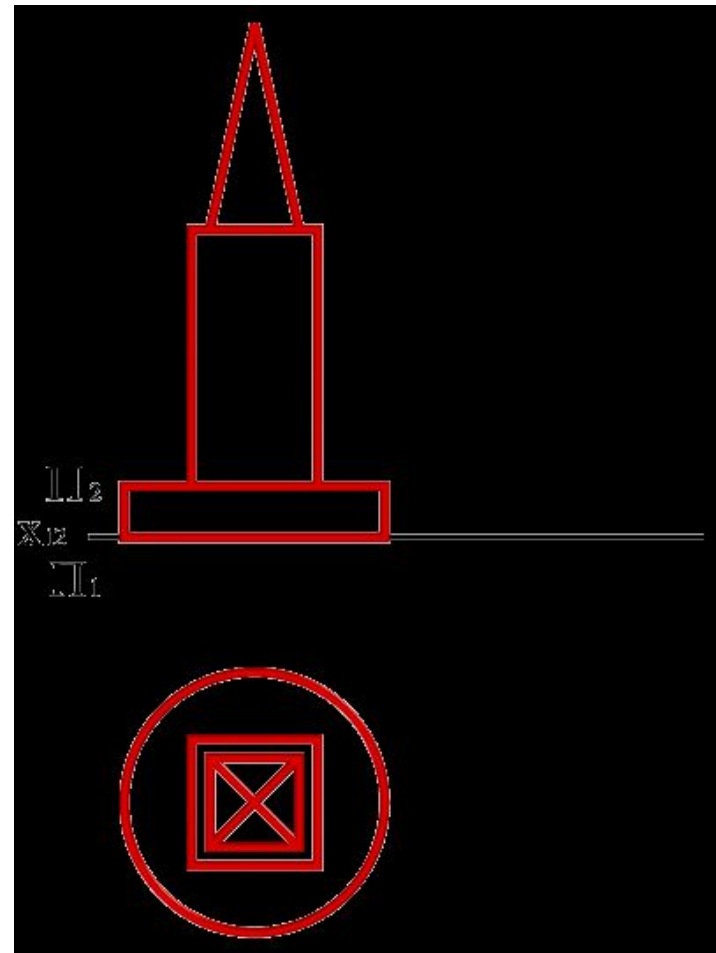
# Построение тени конуса на эпюре.





# ПОСТРОЕНИЕ ТЕНИ ОТ ТРЕХМЕРНОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

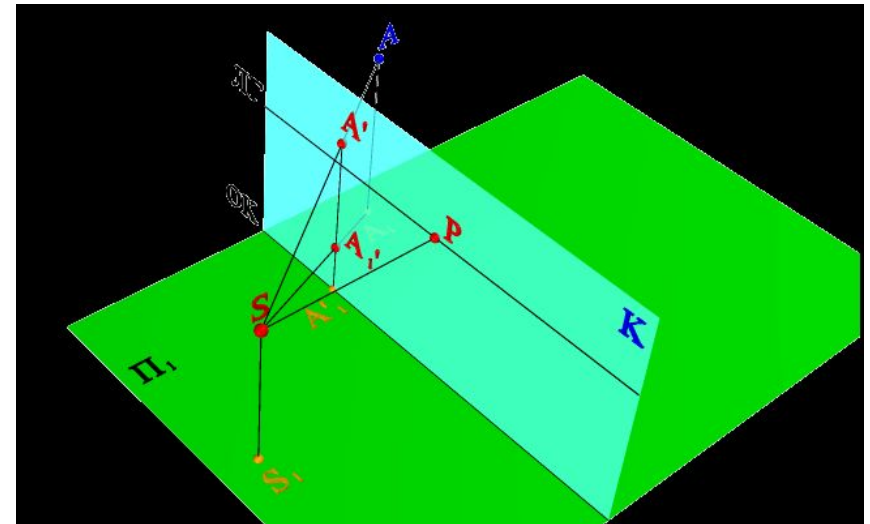
- Построим тень трехмерного геометрического объекта, представляющего собой сооружение, составные части которого являются прямым круговым цилиндром, параллелепипедом и пирамидой.
- Если построить последовательно тени от каждого простого геометрического объекта, то при их сложении получим тень от всего сооружения.



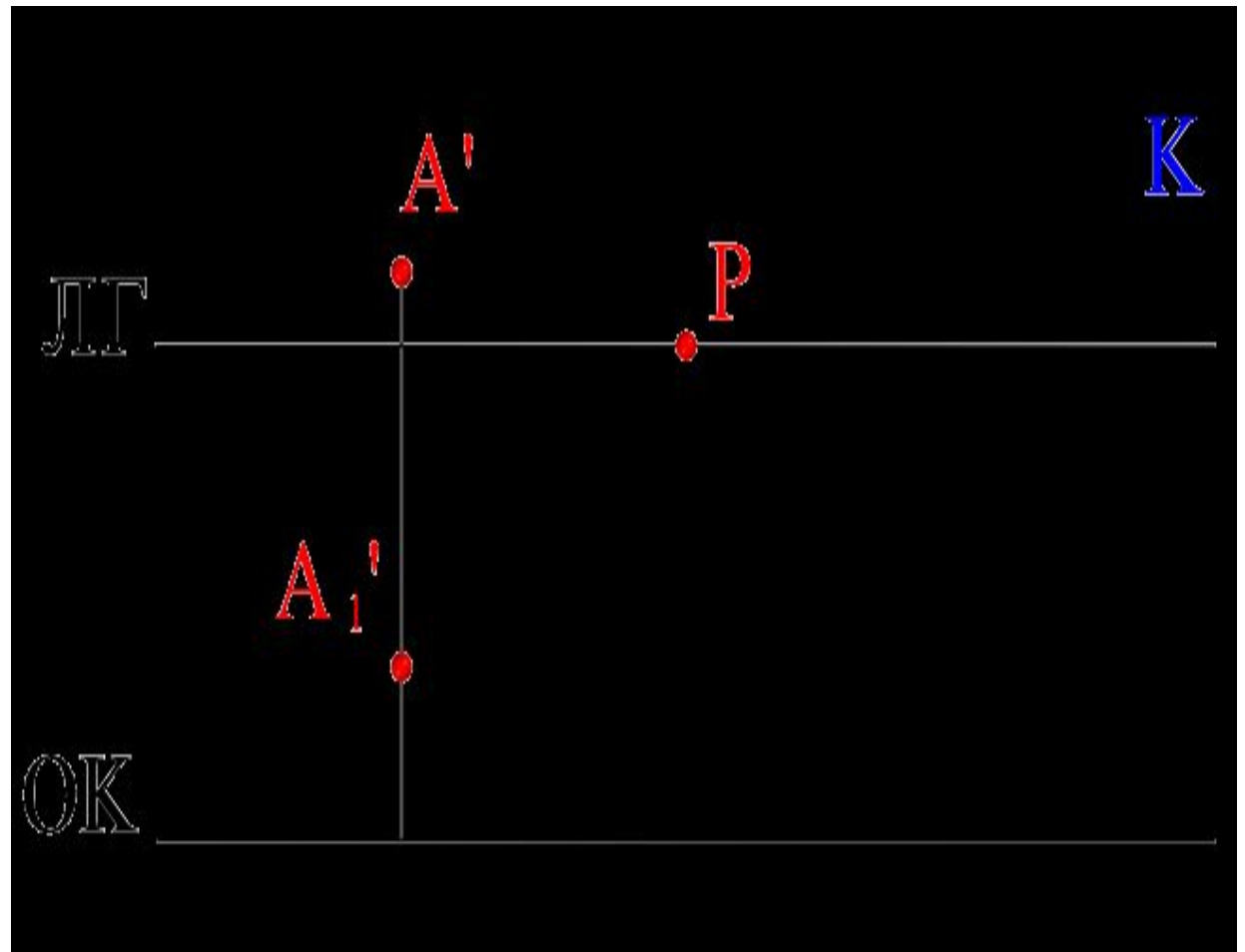


# ТЕНЬ ОТ ТОЧКИ В ПЕРСПЕКТИВЕ

- Тенью точки, падающей на плоскость или поверхность, является точка пересечения светового луча, проходящего через данную точку, с плоскостью или поверхностью.
- Тень от точки **A** определяется как точка пересечения перспективы светового луча, проходящего через точку, и перспективы вторичной проекции этого луча.



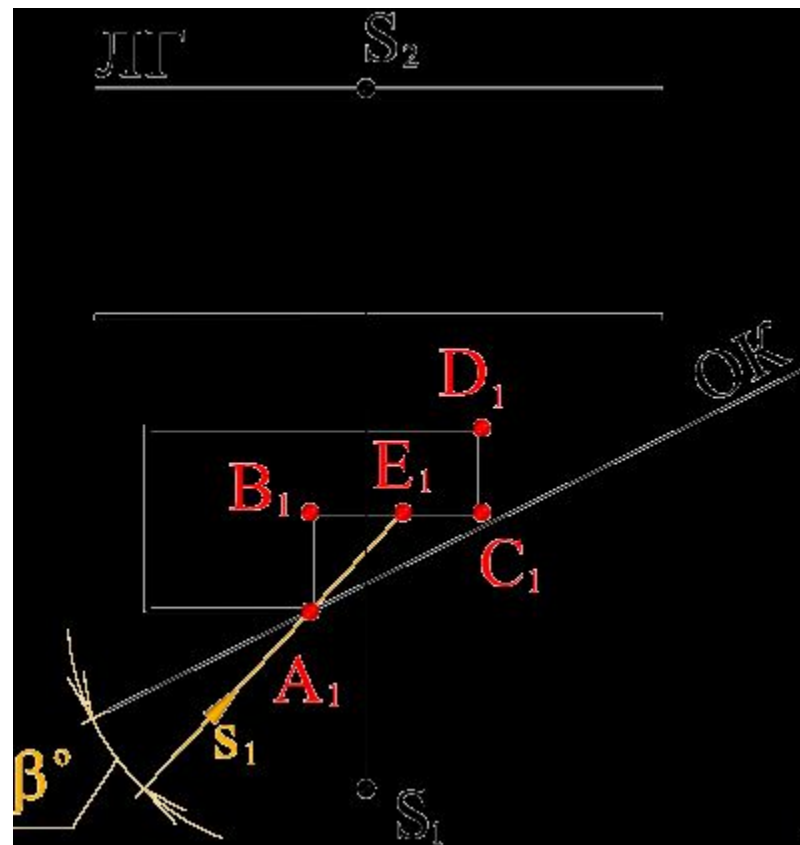
# Построение тени точки в перспективе на эпюре



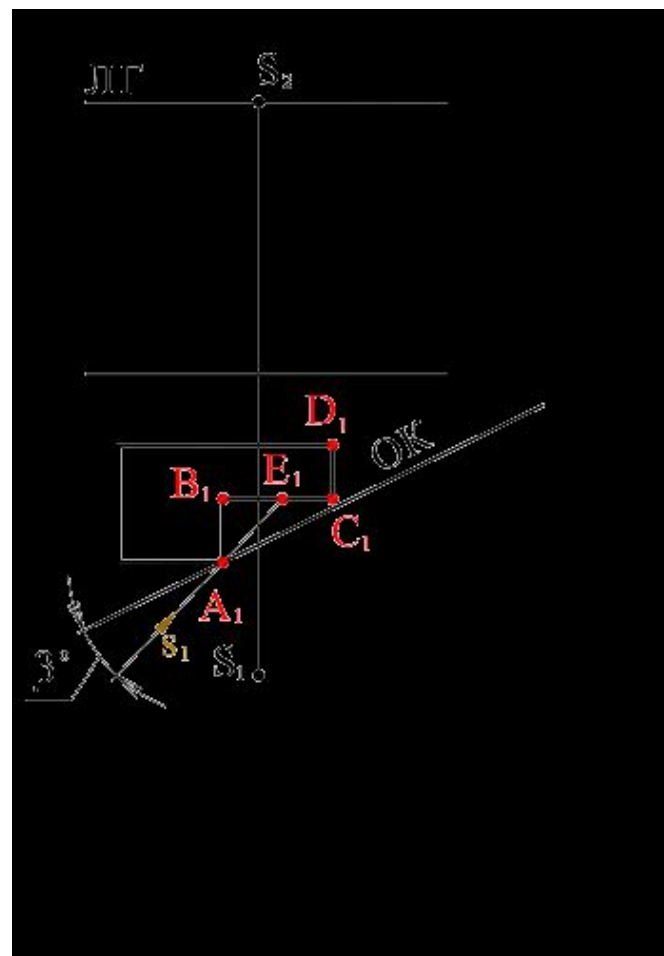
# НАПРАВЛЕНИЕ СВЕТОВЫХ ЛУЧЕЙ В ПЕРСПЕКТИВЕ

- Направление световых лучей в перспективе определяется двумя геометрическими параметрами:
- 1.  $\alpha$  – углом наклона световых лучей к предметной плоскости  $\Pi_1$ .
- 2.  $b$  – углом наклона горизонтальных проекций световых лучей к картинной плоскости  $K$ .
- Угол наклона световых лучей к предметной плоскости принимается равным углу наклона диагонали куба, грани которого совпадают с плоскостями проекций,  $\alpha = 35^{\circ}15'54''$ .
- Угол наклона горизонтальных проекций световых лучей к картинной плоскости выбирается в зависимости от конфигурации изображаемого объекта и от необходимой его освещенности.

- Рассмотрим алгоритм выбора направления световых лучей, определения точек схода световых лучей и их горизонтальных проекций.
- Задаем направление горизонтальных проекций световых лучей  $s_1$ , т.е. выбираем угол  $b$  в зависимости от желаемой освещенности заданного объекта.
- Пусть источник света (солнце) расположен слева от наблюдателя так, что стены здания  $AB$  и  $CD$  будут находиться в собственной тени. В зависимости от величины угла  $b$  меняется освещенность стены  $BC$  здания (часть стены  $BE$  будет находиться в падающей тени от стены  $AB$ ). Таким образом, величина угла выбирается так, чтобы в тени находилась желаемая часть стены  $BC$  здания.



- Через горизонтальную проекцию точки зрения  $S_1$  проводим луч, параллельный горизонтальной проекции светового луча  $s_1$ , до пересечения с основанием картины в точке  $FS_1$  (горизонтальной проекции точки схода горизонтальных проекций световых лучей). Из этой точки проводим линию проекционной связи до пересечения с линией горизонта. Полученная точка является точкой схода горизонтальных проекций световых лучей.
- Из точек  $F$   $S_1$  и  $S_1$  проводятся прямые под углом соответственно  $45^\circ$  и  $90^\circ$  к горизонтальной проекции светового луча, которые пересекаются в точке  $1$ .
- Строим угол  $35^\circ 15' 54''$  – натуральную величину угла наклона световых лучей к предметной плоскости.
- Отрезок  $S_1 3$  определяет разность координат  $D$   $Z$  точек схода  $F$   $S$  световых лучей и  $F$   $S_1$  горизонтальных проекций световых лучей.



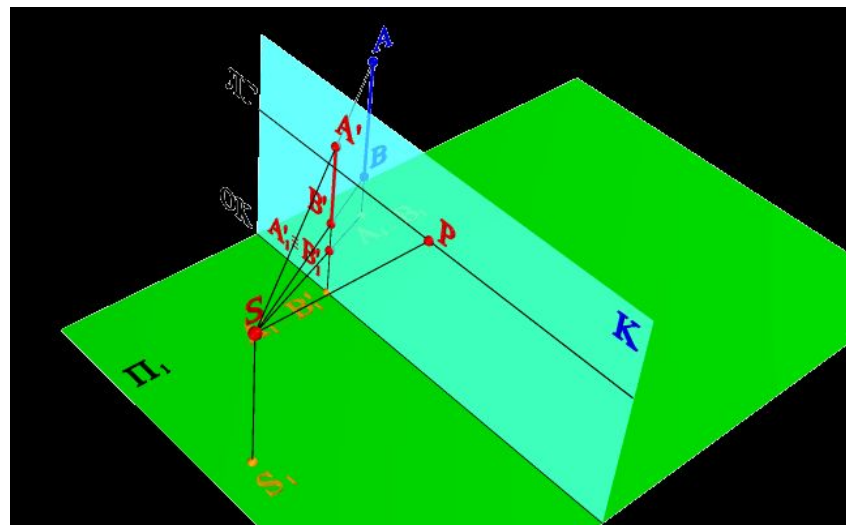
# ТЕНЬ ОТ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОТРЕЗКА

- Построим перспективу падающей тени вертикального отрезка при различном направлении световых лучей:
- 1. Источник света расположен перед отрезком и слева от него.
- 2. Источник света за отрезком и слева от него.
- 3. Световые лучи параллельны плоскости картины.
-



# Источник света расположен перед отрезком и слева от него

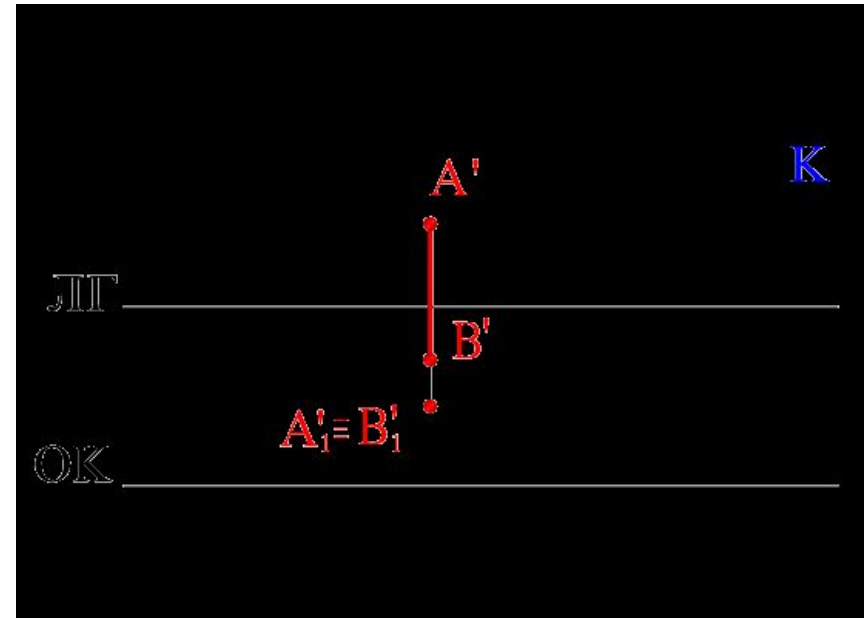
- Если источник света расположен перед прямой, слева от нее, то точка схода горизонтальных проекций световых лучей  $F S_1$  будет находиться на линии горизонта справа от перспективы прямой, а точка схода световых лучей  $F S$  – ниже линии горизонта.
- Так как прямая  $AB$  перпендикулярна предметной плоскости, то тень, падающая от нее на эту плоскость, параллельна горизонтальной проекции светового луча. Для построения падающей тени от прямой следует найти тени от точек  $A$  и  $B$  на горизонтальной проекции световых лучей, проходящих через эти точки.





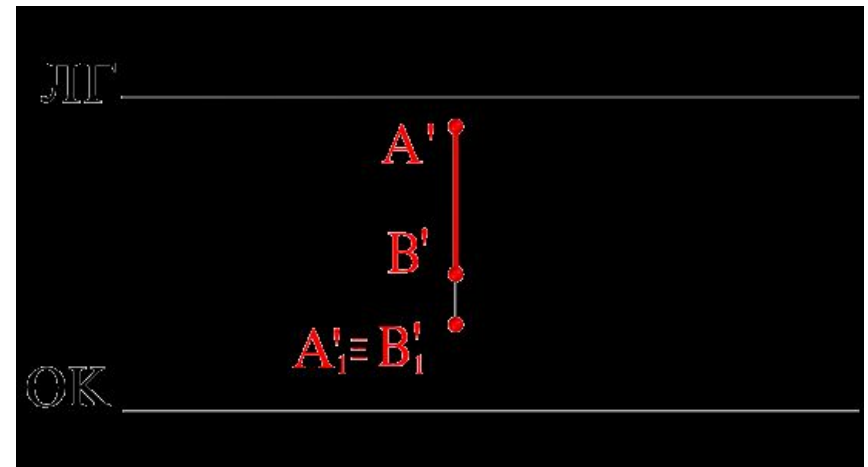
# Источник света за отрезком и слева от него

• При таком расположении источника света точка схода горизонтальных проекций световых лучей  $F S_1$  будет находиться на линии горизонта слева от перспективы прямой, а точка схода световых лучей  $F S$  – выше линии горизонта.



# Световые лучи параллельны плоскости картины

- Часто для упрощения построения направление световых лучей выбирают параллельно плоскости картины. При этом перспективы горизонтальных проекций световых лучей будут параллельны основанию картины, а перспективы световых лучей – параллельны между собой. Угол наклона световых лучей выбирается в зависимости от требуемой величины тени.



# ПОСТРОЕНИЕ ТЕНИ СООРУЖЕНИЯ

- Тень простейшего сооружения строится как тень призматических тел.

