

# Лекция 12

- Теоретические основы построения теней. Общие сведения.
- Построение теней в аксонометрических проекциях
- Тень от точки
- Тень от прямой
- Методы построения теней
- Построение теней от геометрических тел

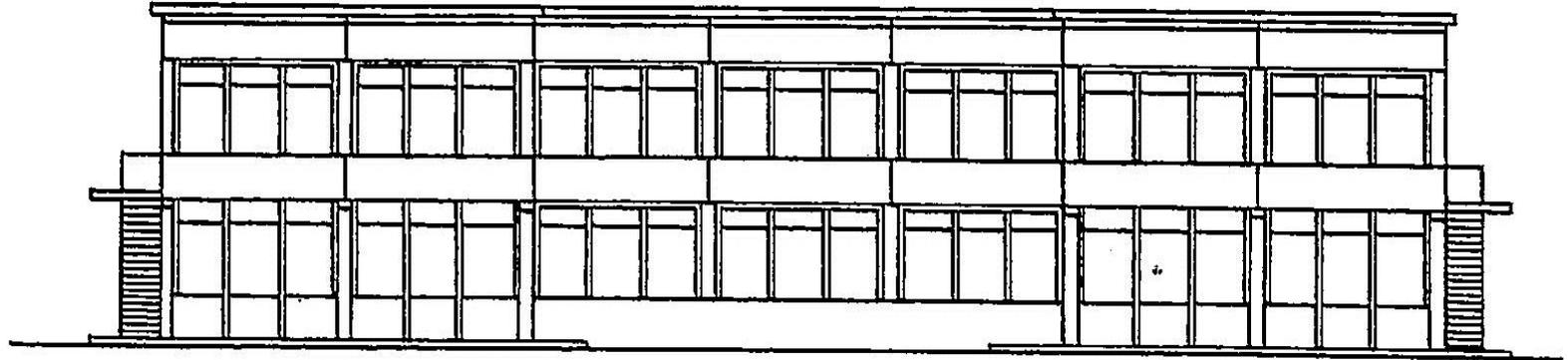
# Общие сведения

- Построение теней на архитектурных чертежах здания помимо придания им большей наглядности и выразительности имеет и другие цели. Построение теней уменьшает основной недостаток чертежей в ортогональных проекциях – их малую наглядность. Светотень как бы компенсирует отсутствие третьего измерения (на плане – высоты, а на фасаде – глубины).

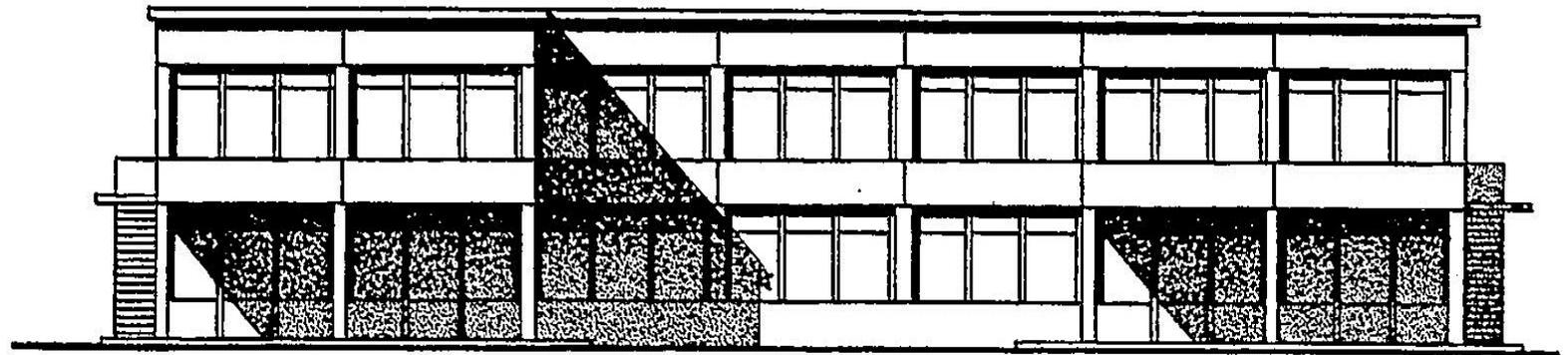
# Общие сведения

- Архитектурный чертеж с изображением светотени значительно полнее и нагляднее выявляет объемно пространственную структуру объекта, чем чертеж, выполненный в линейной графике.
- Зная масштаб чертежа, можно без плана определить размер или «вынос» любой выступающей от плоскости фасада части здания

a



b

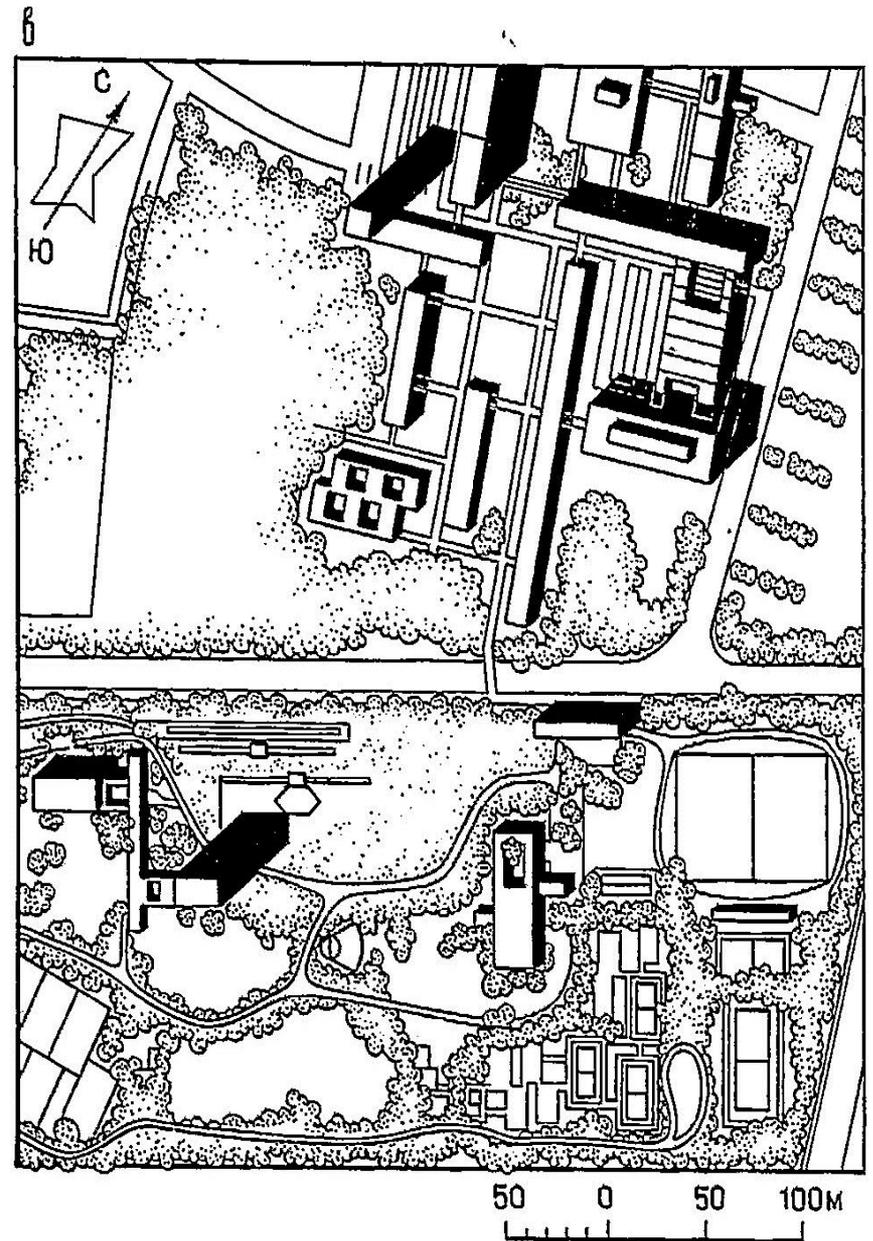


← 6,0 →

0 5 10M

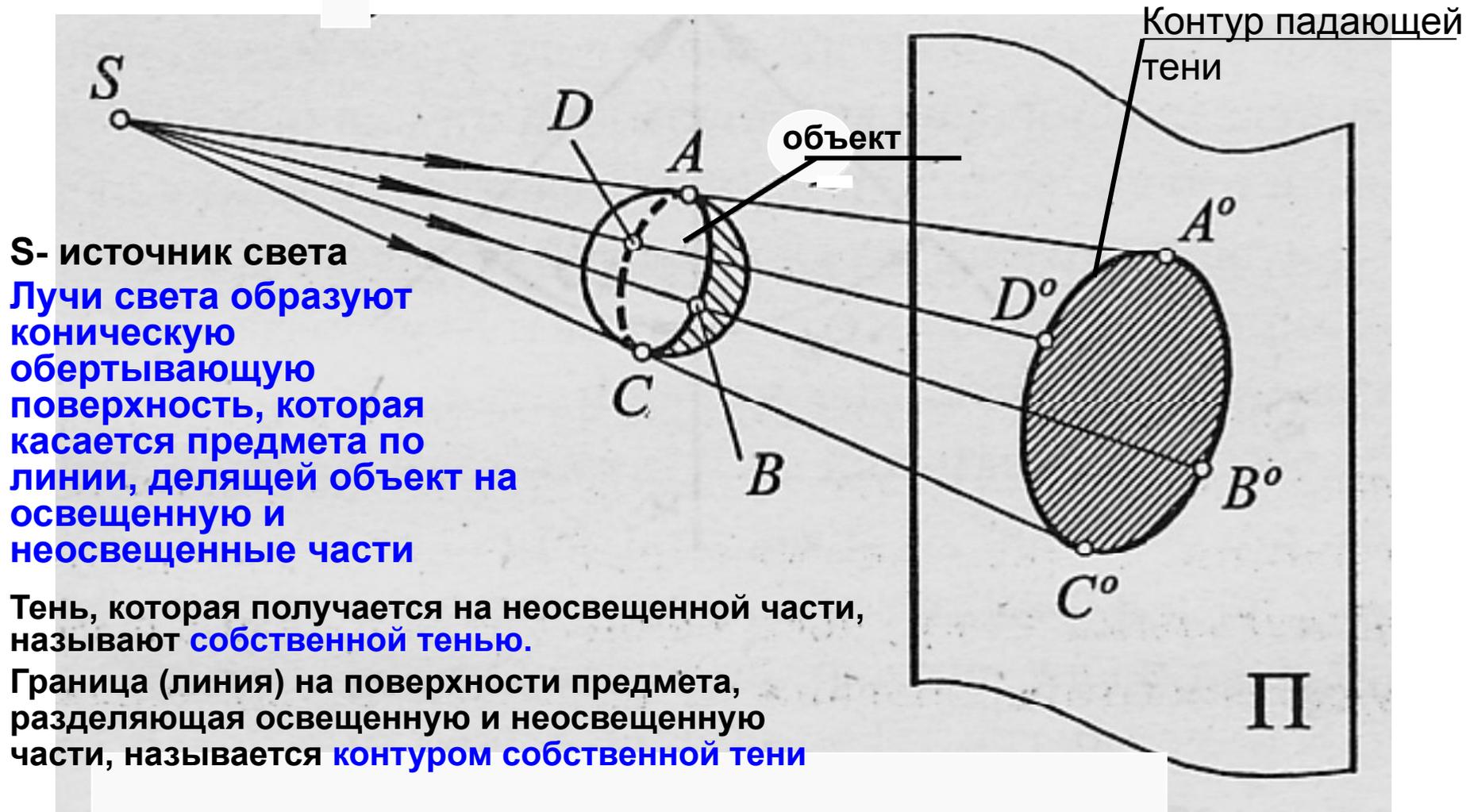
A horizontal scale bar with three main segments. The first segment is labeled '0', the second '5', and the third '10M'. There are smaller tick marks between these segments, indicating a finer scale.

- Аналогичную роль могут выполнять тени на чертежах генеральных планов застройки.
- По величине тени, падающей на землю, можно судить о высоте здания.



- Поэтому тени должны строиться точными приемами геометрических построений в соответствии с формой и размерами элементов проектируемого сооружения.
- Рисование теней «на глаз», не имеющее проекционной связи с формой объекта, ведет к ошибкам в оценке объемно-пространственной композиции будущего сооружения

При искусственном освещении объекта источник света расположен на незначительном (близком) расстоянии.



$S$ - источник света  
Лучи света образуют коническую обертывающую поверхность, которая касается предмета по линии, делящей объект на освещенную и неосвещенные части

Тень, которая получается на неосвещенной части, называют **собственной тенью**.

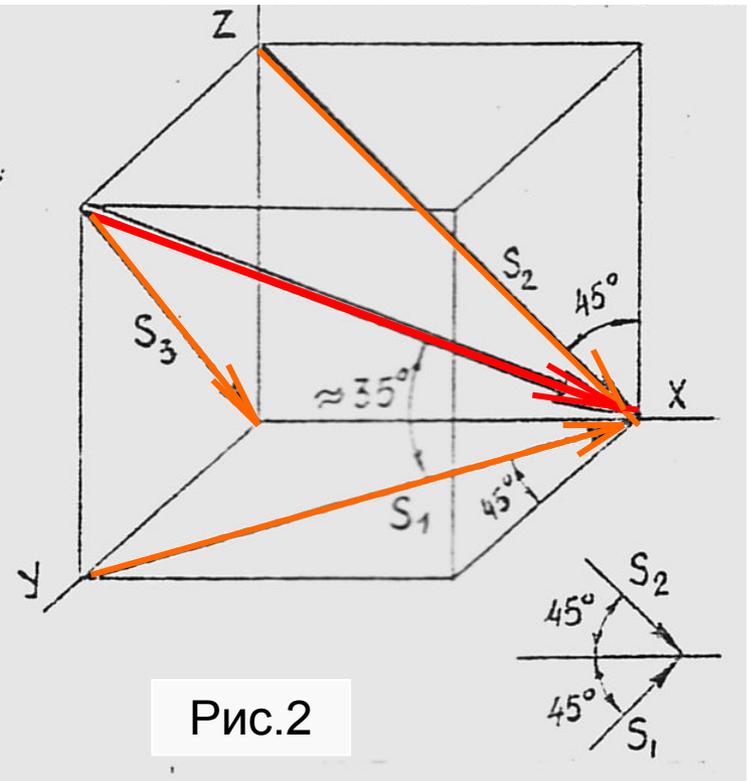
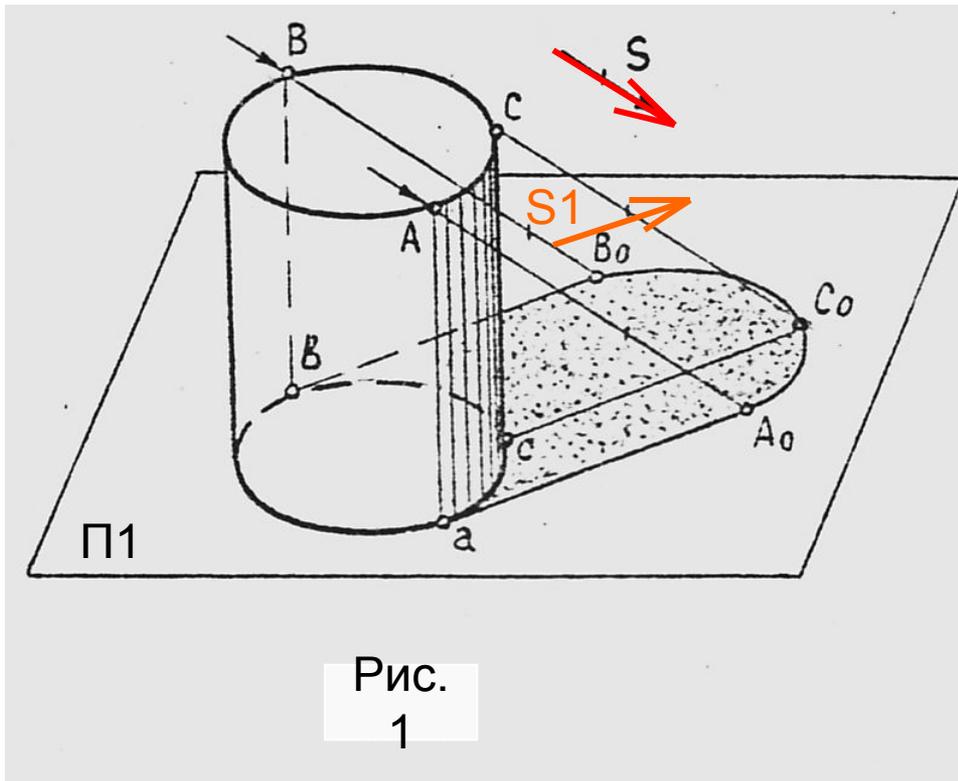
Граница (линия) на поверхности предмета, разделяющая освещенную и неосвещенную части, называется **контуром собственной тени**

- **Контур собственной тени** представляет собой линию касания обертывающей лучевой поверхности с поверхностью предмета.
- Тень, отбрасываемая предметом на какое-либо препятствие, называется **падающей тенью**, а линия, ограничивающая ее- **контуром падающей тени**
- **Контур падающей тени является тенью от контура собственной тени предмета**
- При естественном (солнечном) освещении источник света удален в бесконечность и световые лучи параллельны друг другу.

# Направление светового луча

- При построении теней в ортогональных проекциях направление лучей света принимают параллельным **диагонали куба**, грани которого совмещены с плоскостями проекций
- Проекциями диагонали куба являются диагонали квадратов, т.е. горизонтальная и фронтальная проекции светового луча составляют с осью X угол  $45^\circ$
- Истинный угол наклона луча к плоскости проекций равен  $35^\circ$  (рис.2)

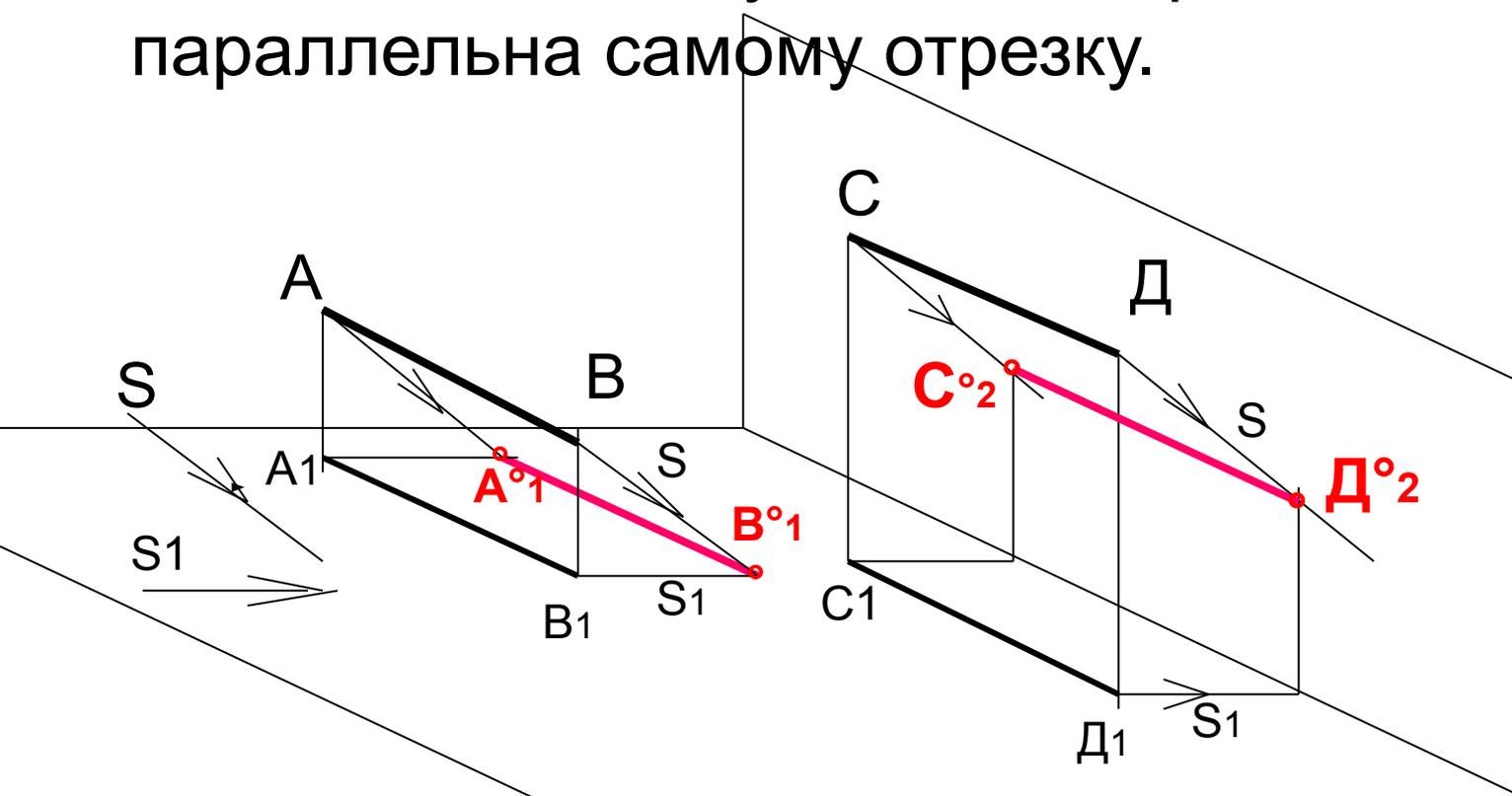
# Направление светового луча



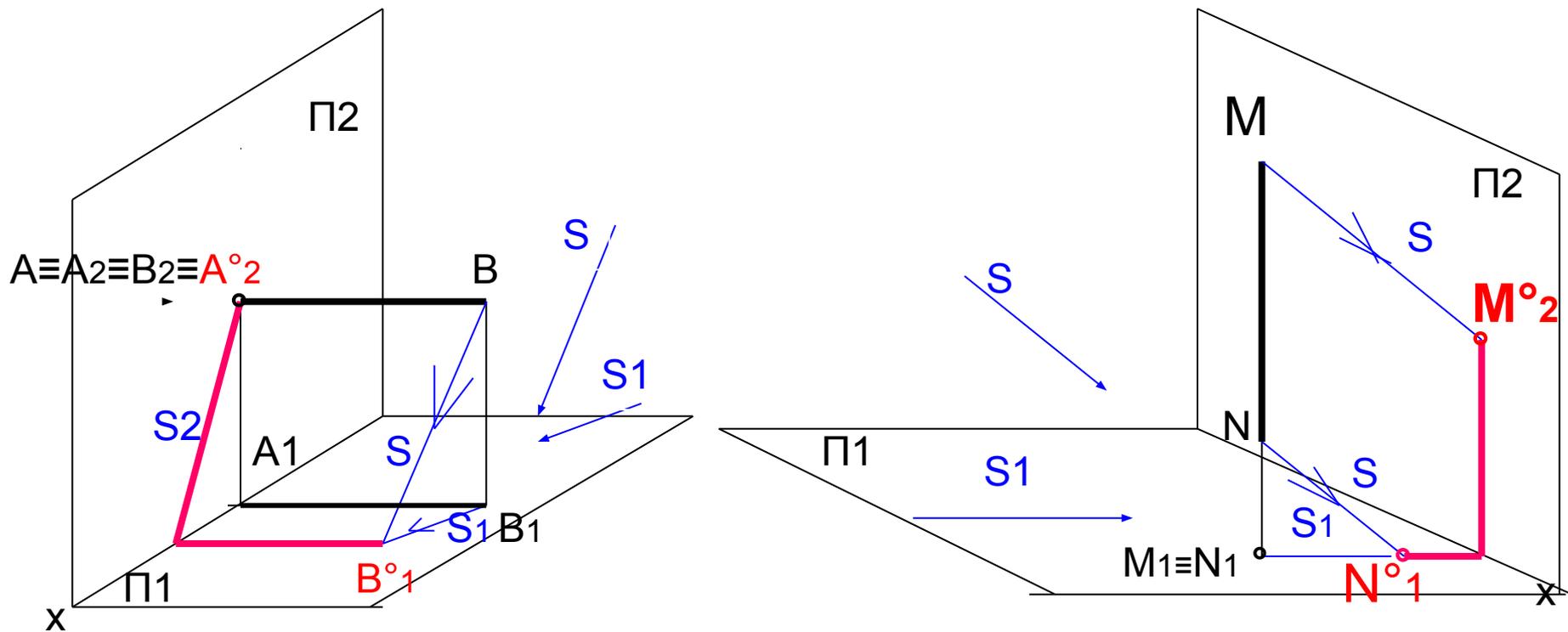
В аксонометрии направление светового луча выбирают произвольным с тем, чтобы лучше выразить форму объекта. Задают **направление луча S** вместе с его **вторичной проекцией** на какую-либо плоскость проекций (рис.1).



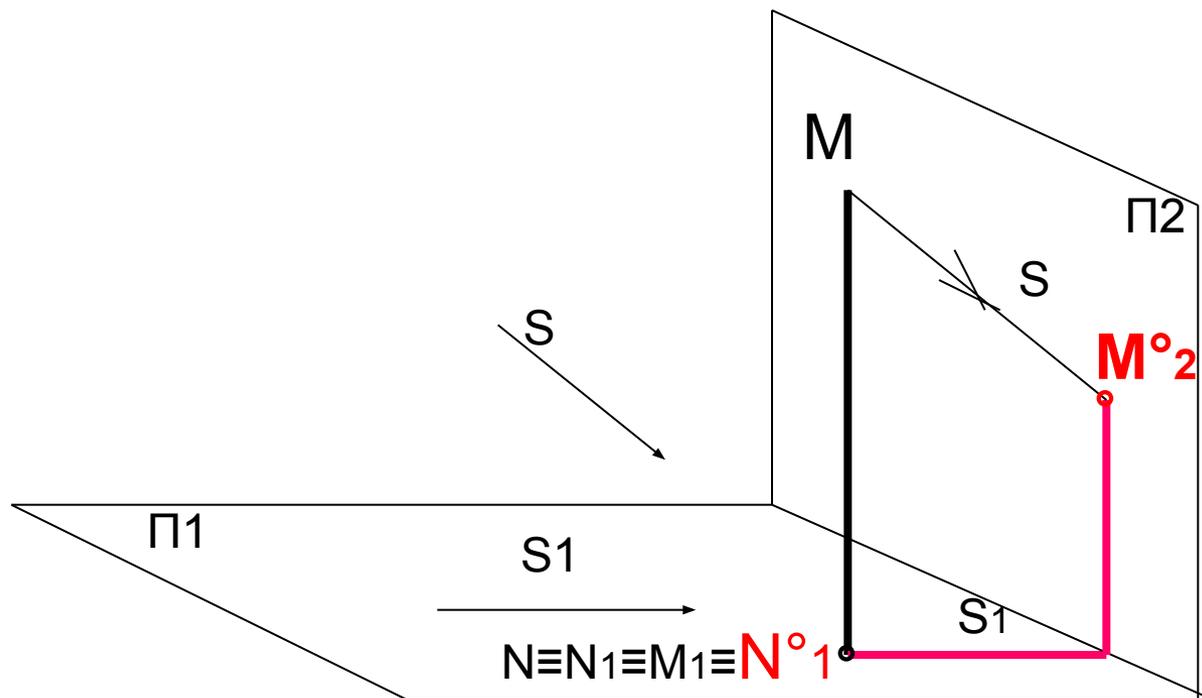
2. Если отрезок прямой параллелен плоскости, **ТЕНЬ** от него на эту плоскость равна и параллельна самому отрезку.



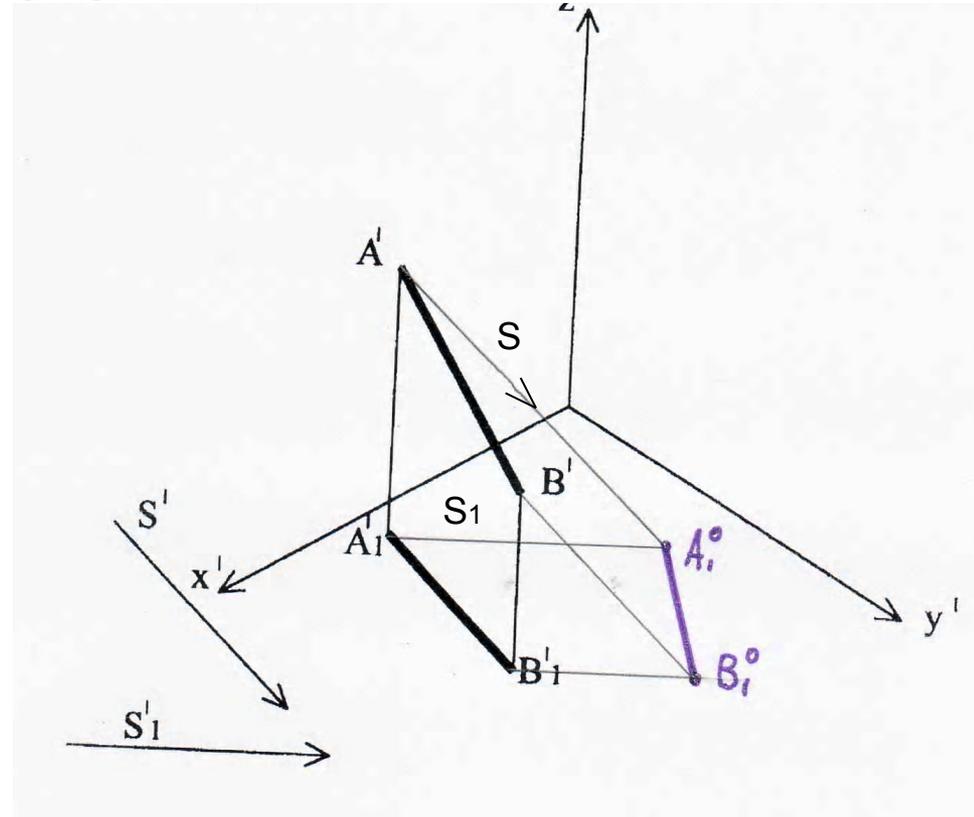
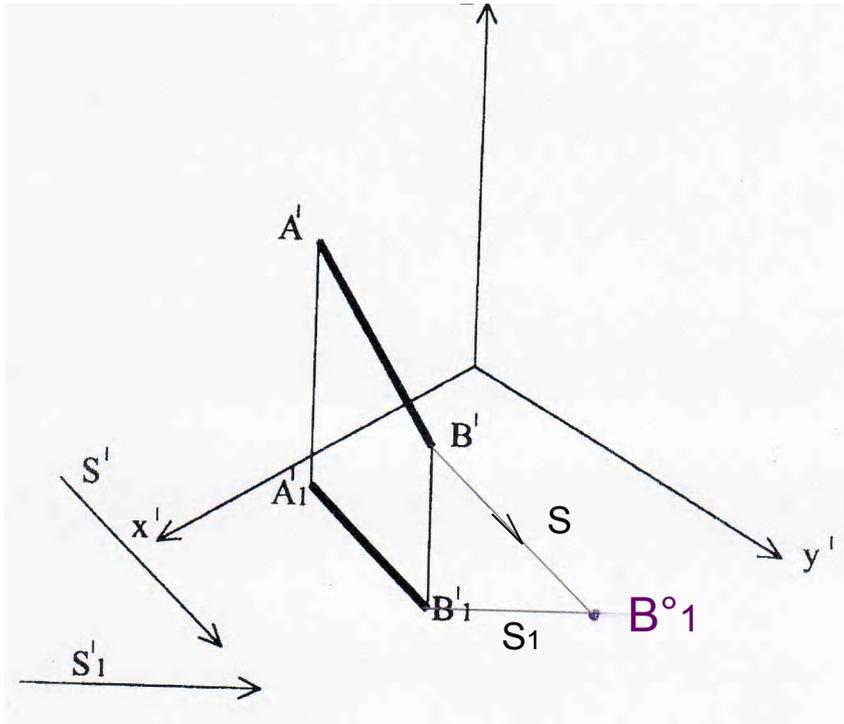
3. Если отрезок прямой перпендикулярен плоскости, тень от него совпадает с проекцией луча на эту плоскость.



4. Если прямая упирается в плоскость, тень в точке упора в ней самой



# Задача 11.1 а) стр.64: Построить тень от отрезка АВ



**Решение:** Чтобы построить тень от точки, необходимо через нее пропустить световой луч и найти его пересечение с препятствием.

1. Находим тень от точки В: через точку В' проводим луч параллельно заданному  $S'$ , через вторичную проекцию точки В'1 – параллельно проекции луча  $S'1$  и находим их пересечение. Тень упала на  $\Pi_1$  ( $B1^\circ$ ).

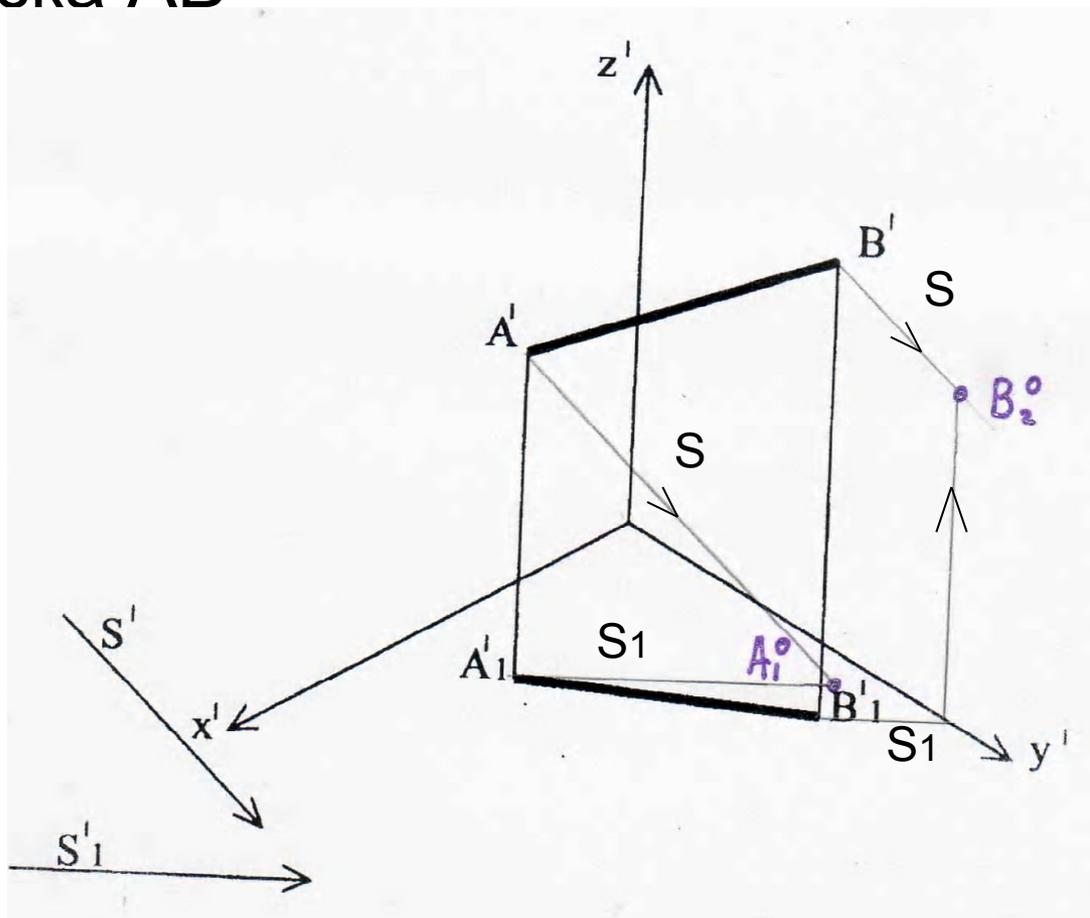
2. Аналогично находим тень от точки А и соединяем с тенью от точки В.

# Метод промежуточной точки

Задача 11.1 б) стр.64: Построить тень от отрезка АВ

Решение:

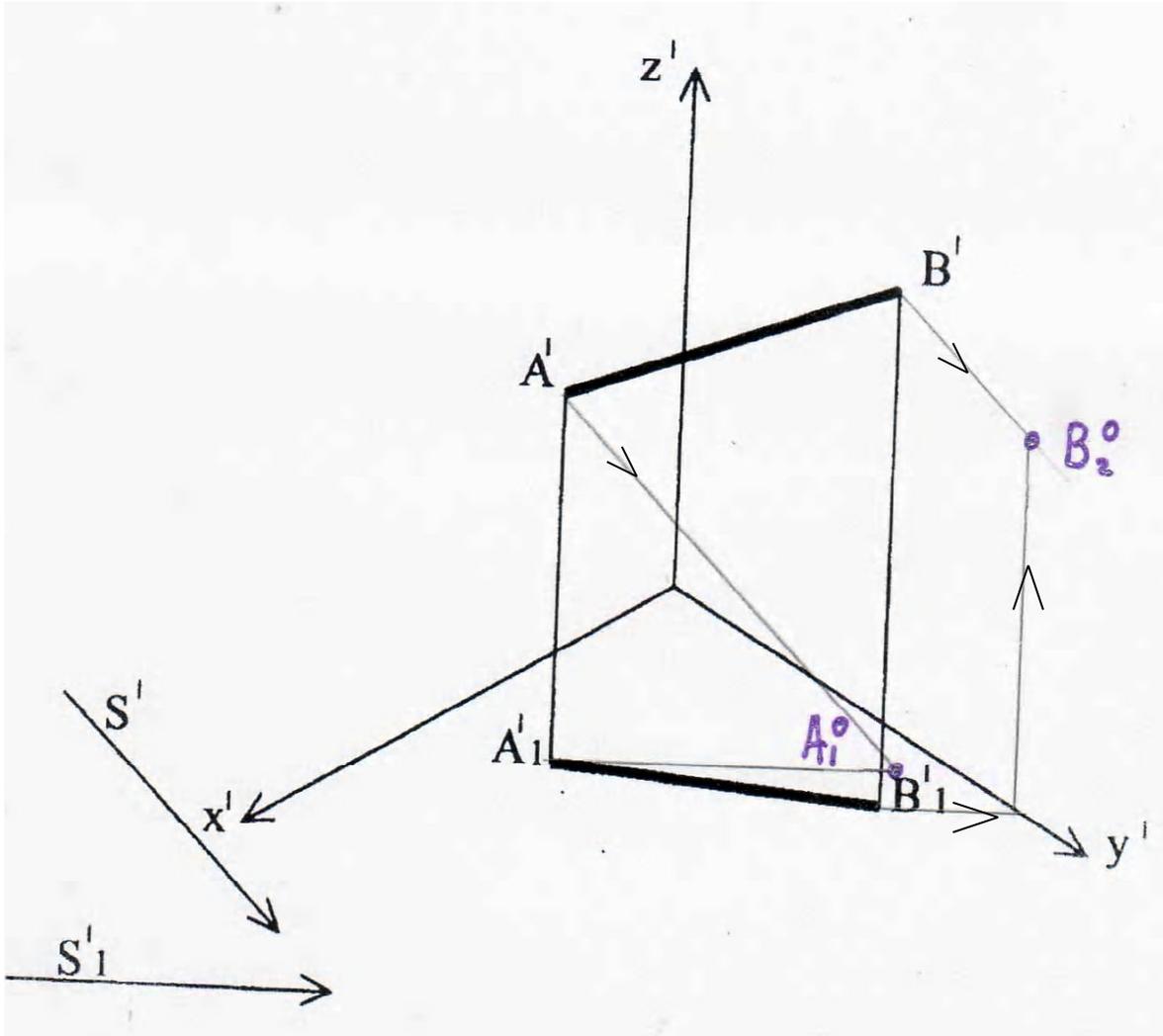
1. Находим тени от концов отрезка: от точки А упала на П1 ( $A_1^\circ$ ), от точки В – на П2 ( $B_2^\circ$ ).





# Метод ложной тени

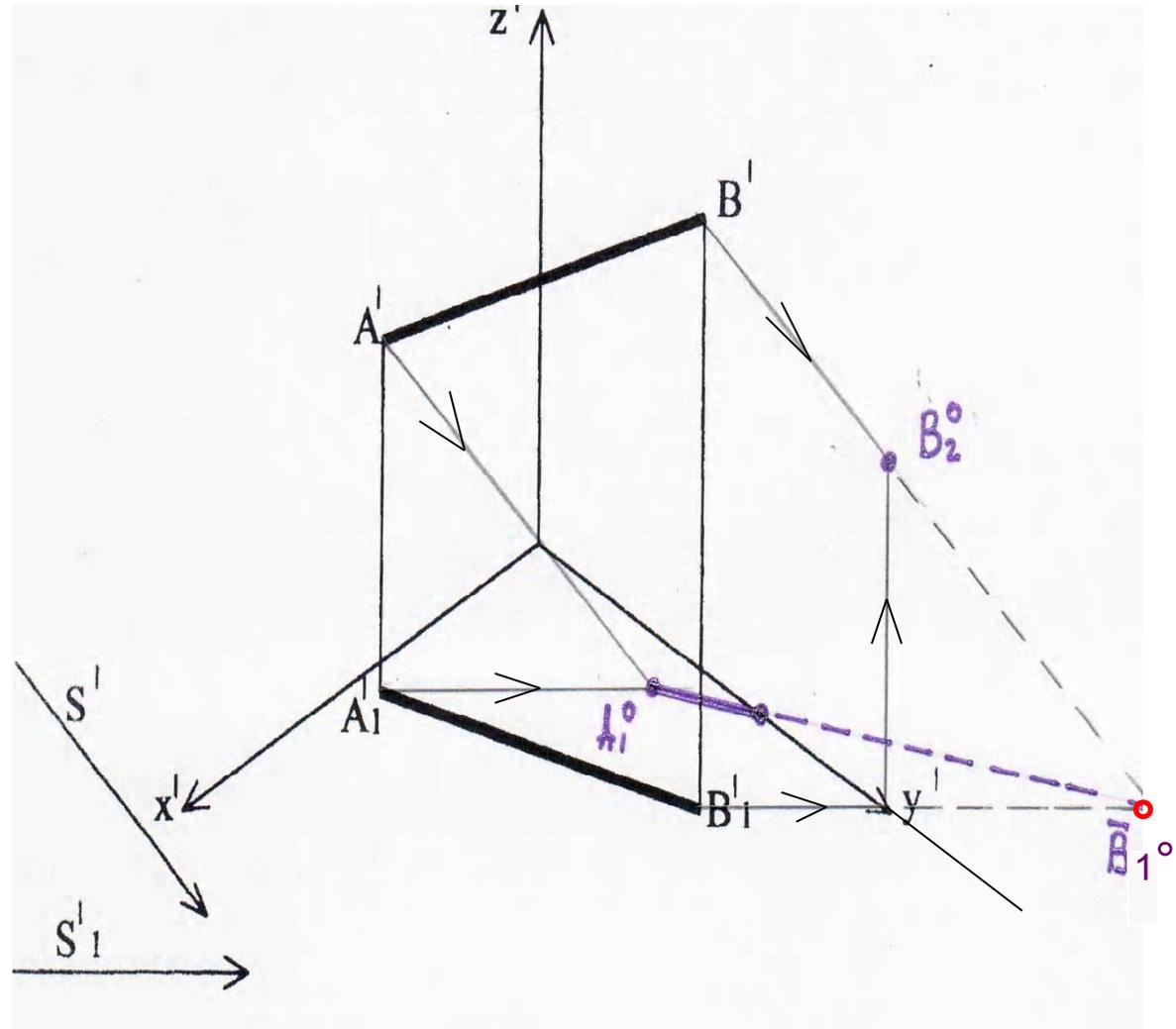
Задача 11.1 в) стр.65: Построить тень от отрезка АВ



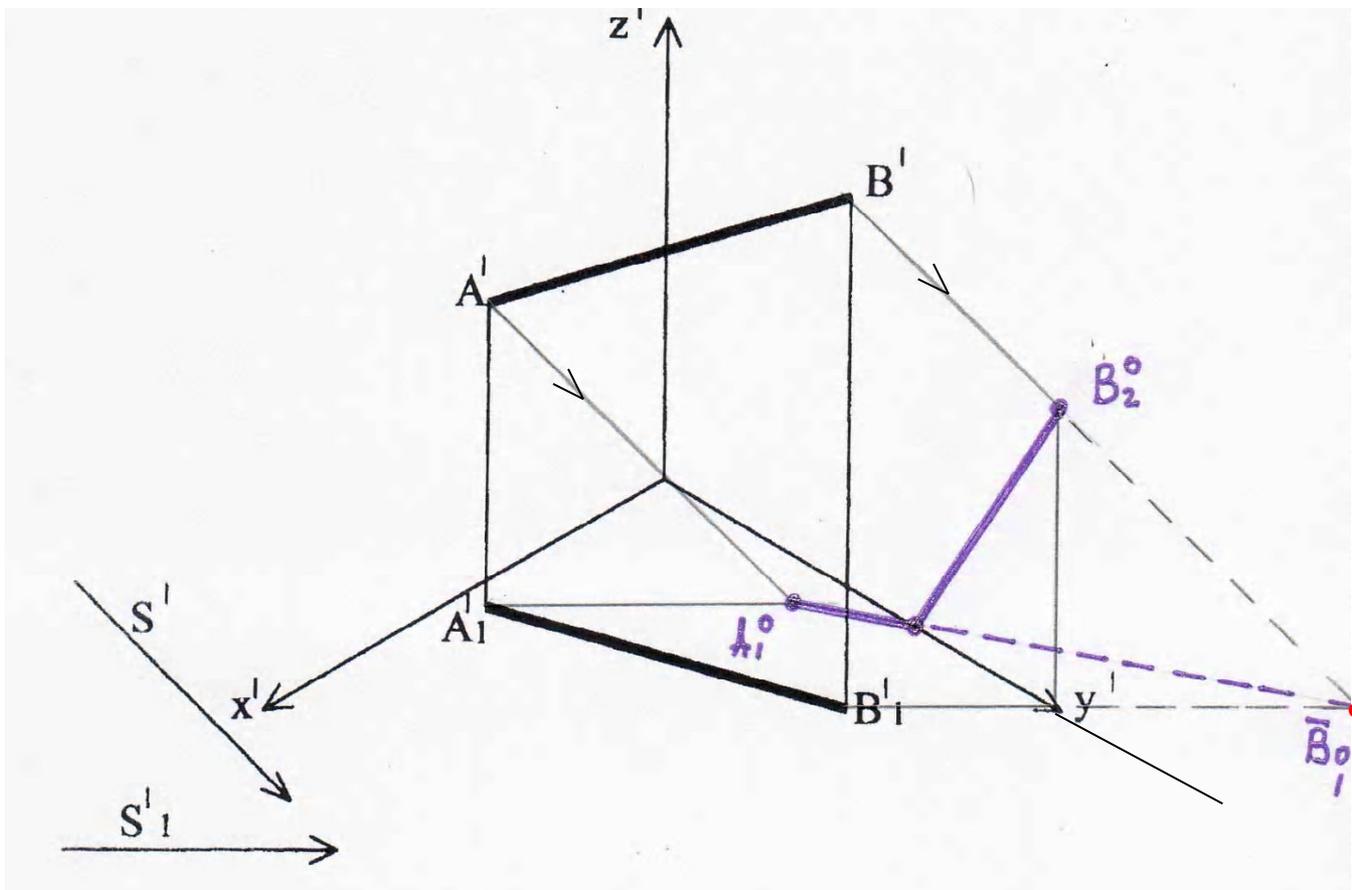
**Решение:**

1. Находим тени от концов отрезка: от точки А упала на П1 ( $A_1^\circ$ ), от точки В – на П2 ( $B_2^\circ$ ).

2. Представим, что стены П2 не существует.  
Находим тень от точки В на П1  $\rightarrow \overline{B_1^{\circ}}$ .  
3. Т.к. тени от точек А ( $A_1^{\circ}$ ) и ложная тень от точки В ( $\overline{B_1^{\circ}}$ ) лежат в одной плоскости П1, строим **тень** от отрезка АВ на П1 и, таким образом, определяем точку излома **тени**

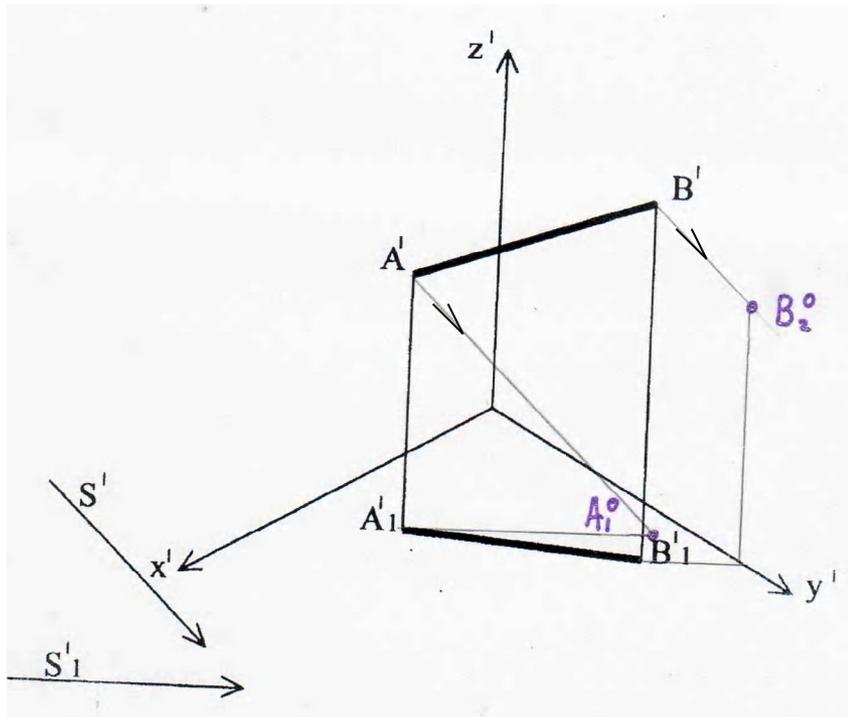


4. Завершаем построение **реального участка тени** от точки излома до  $B_2^\circ$



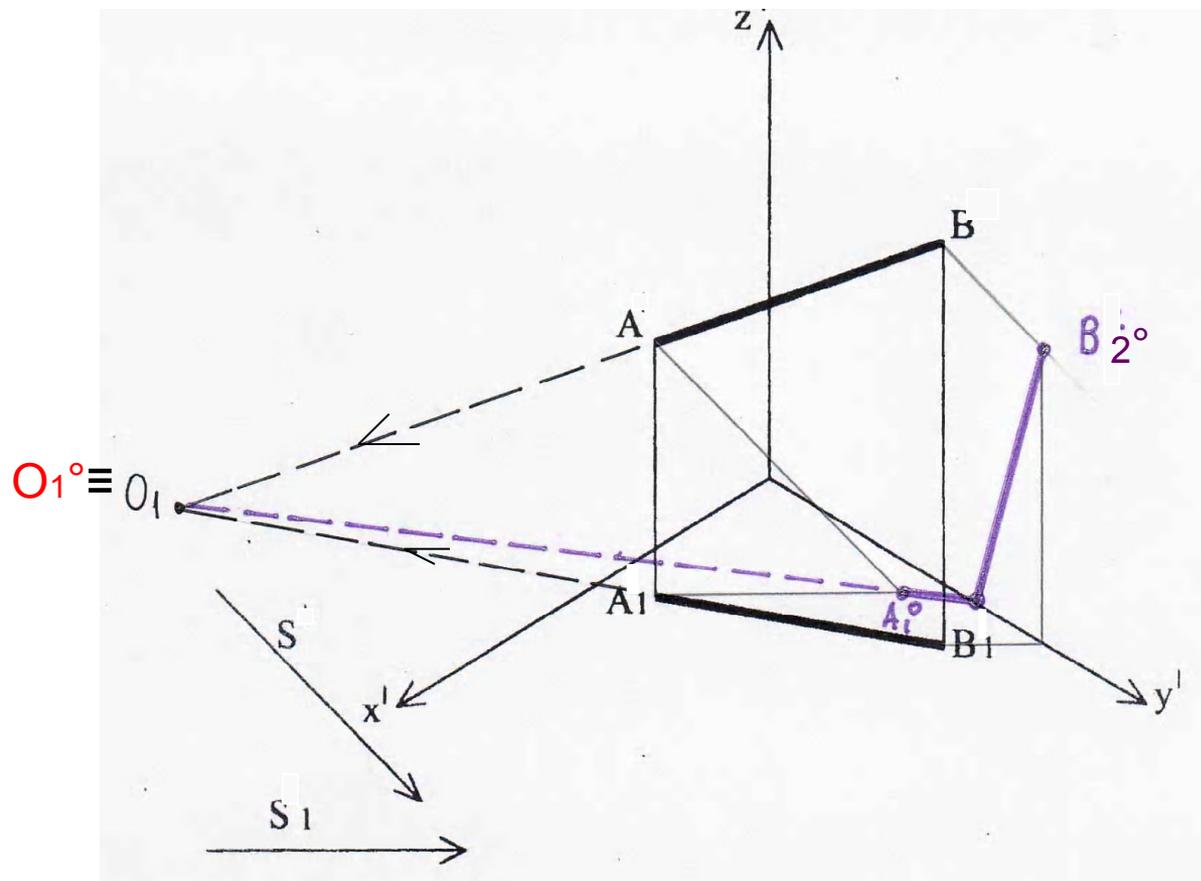
# Метод следа прямой

Задача 11.1 г) стр.65: Построить тень от отрезка АВ



**Решение:** 1. Находим тени от точек А и В. Они попали на разные плоскости.

2. Находим горизонтальный след прямой АВ (для этого продлим прямую АВ до пересечения с ее горизонтальной проекцией  $A_1B_1$  — (.)  $O_1$ ). Т.к. тень в точке упора в ней самой ( $O_1^\circ \equiv O_1$ ), соединив точки  $O_1^\circ$  и  $A_1^\circ$ , получим направление тени на  $\Pi_1$  и найдем точку излома тени.



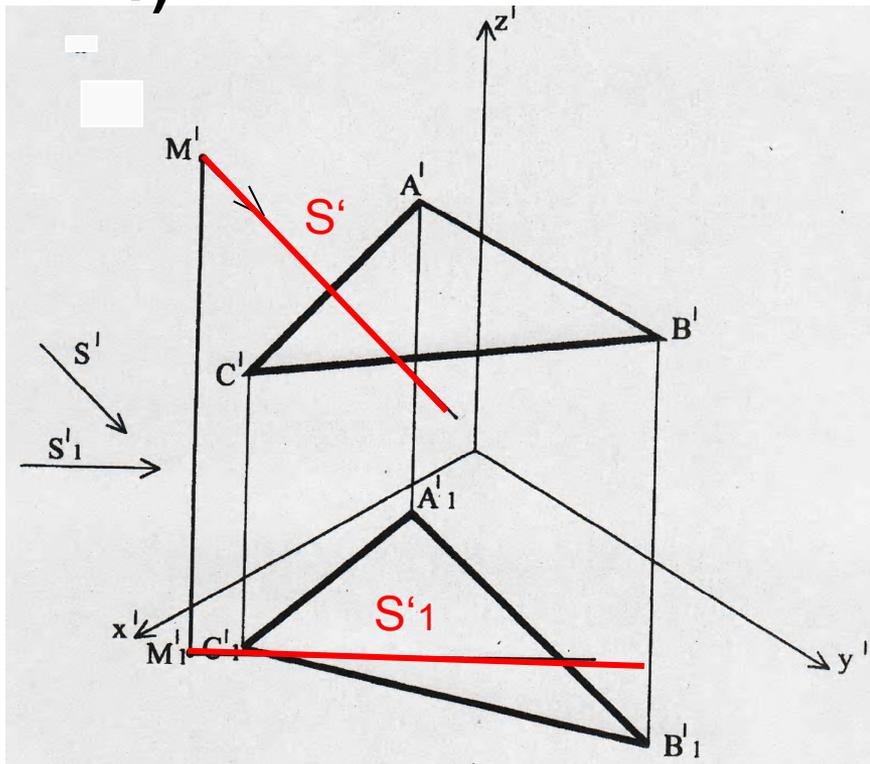
# Метод лучевых сечений

- **Сущность способа** состоит в том, что для построения тени, падающей от одного объекта на другой, через характерные (опорные) точки первого объекта проводят световые лучи и находят их пересечение с препятствием (вторым объектом). Световой луч – это прямая. Поэтому несколько раз решается задача пересечения прямой со вторым объектом.

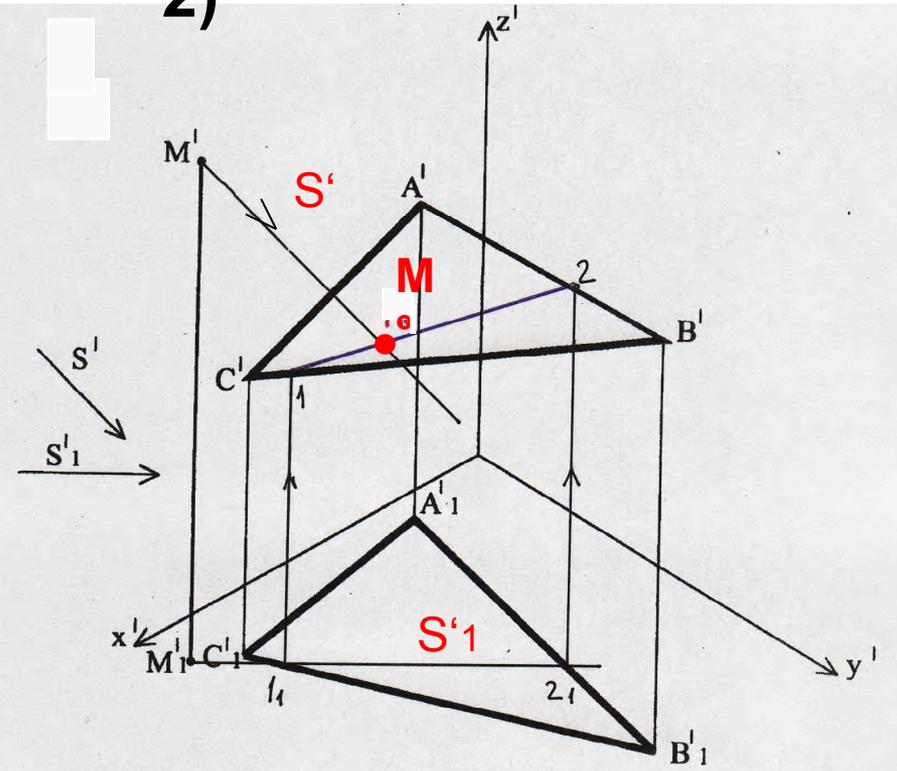
Таким образом, способ лучевых сечений основан на главных позиционных задачах начертательной геометрии - это задачи на определение точки пересечения прямой с плоскостью или поверхностью и на пересечение поверхности лучевой плоскостью

**Задача 11.2 а) стр.66:** Построить падающую тень от треугольника и тень от точки М на плоскость треугольника

1)



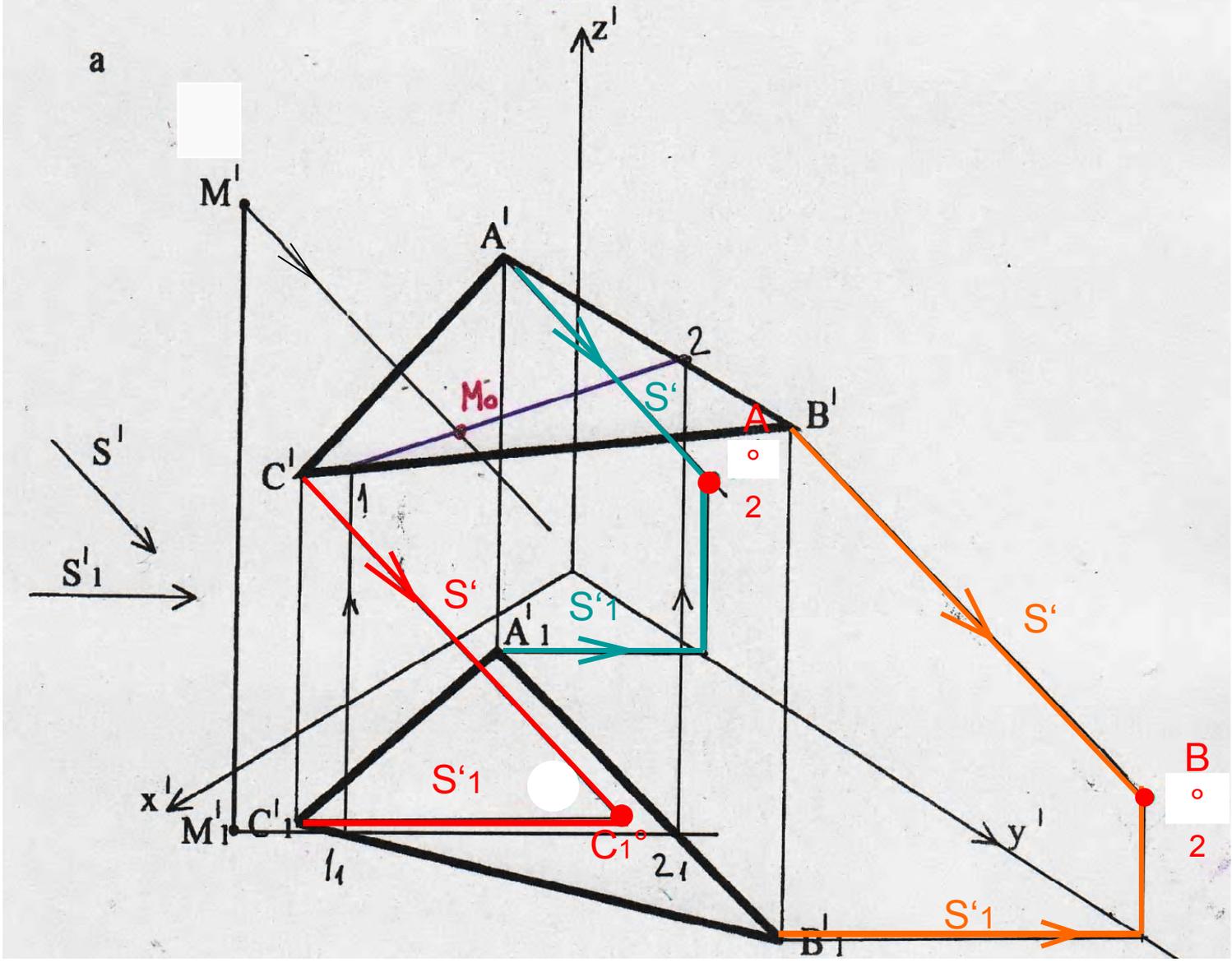
2)



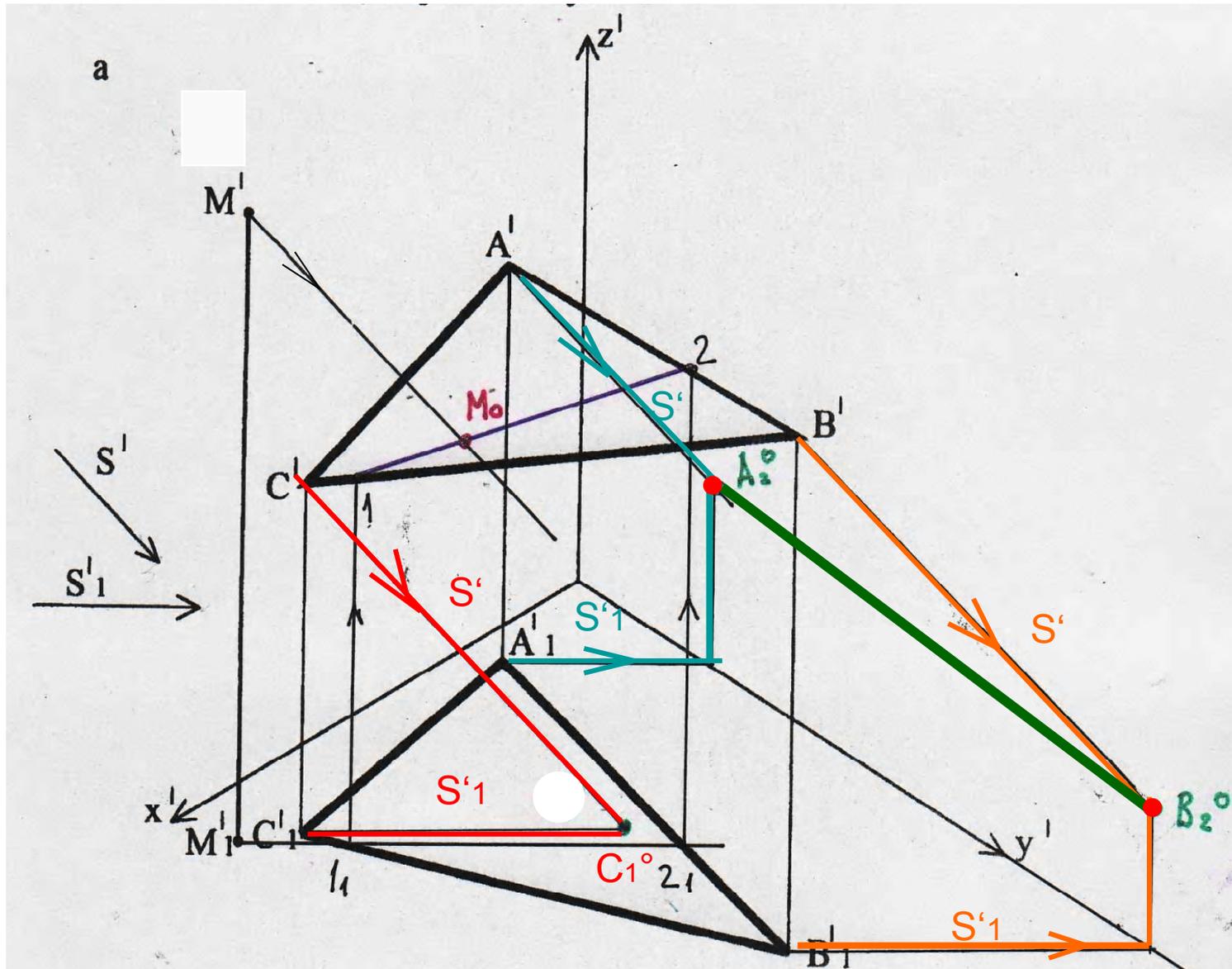
**Решение: 1).** Находим тень от (.) М на плоскость треугольника ABC. Для этого через (.)М' проведем **световой луч S'**, параллельно заданному S', а через вторичную проекцию точки М1' – **проекцию луча**  $\parallel S'1$ .

**2).** Находим пересечение луча с плоскостью  $\Delta ABC$  (решаем задачу пересечения прямой с плоскостью) и определяем **(.)М°**

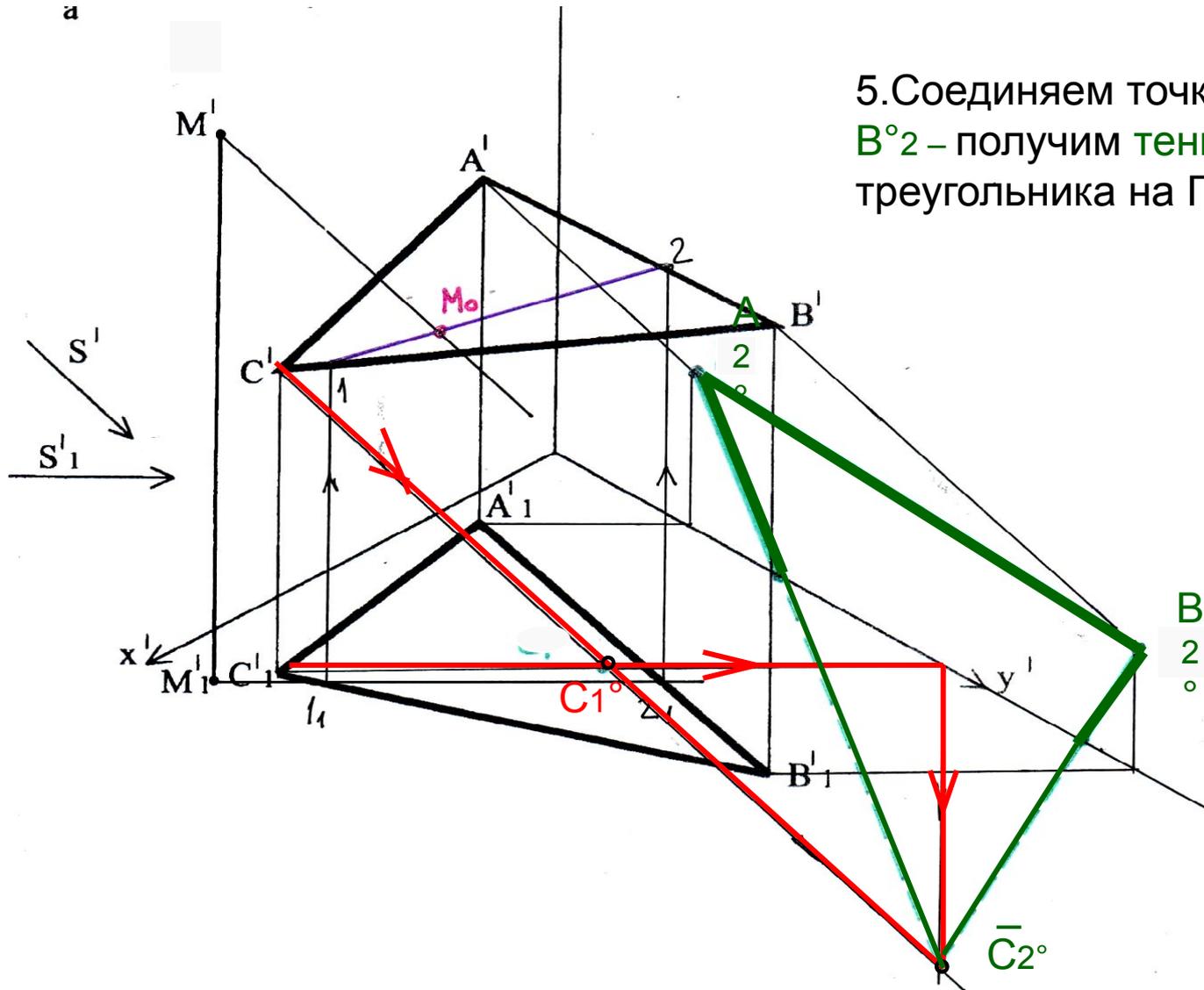
2. Находим тень от  $\Delta ABC$  на  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ . Тень от  $(.)C$  ( $C1^\circ$ ) упала на  $\Pi_1$ , а от  $A$  и  $B$  ( $A2^\circ$  и  $B2^\circ$ ) – на  $\Pi_2$



3. Соединяем **ТОЧКИ**  $A_2^\circ$  и  $B_2^\circ$  – получим **ТЕНЬ** от отрезка АВ на П2

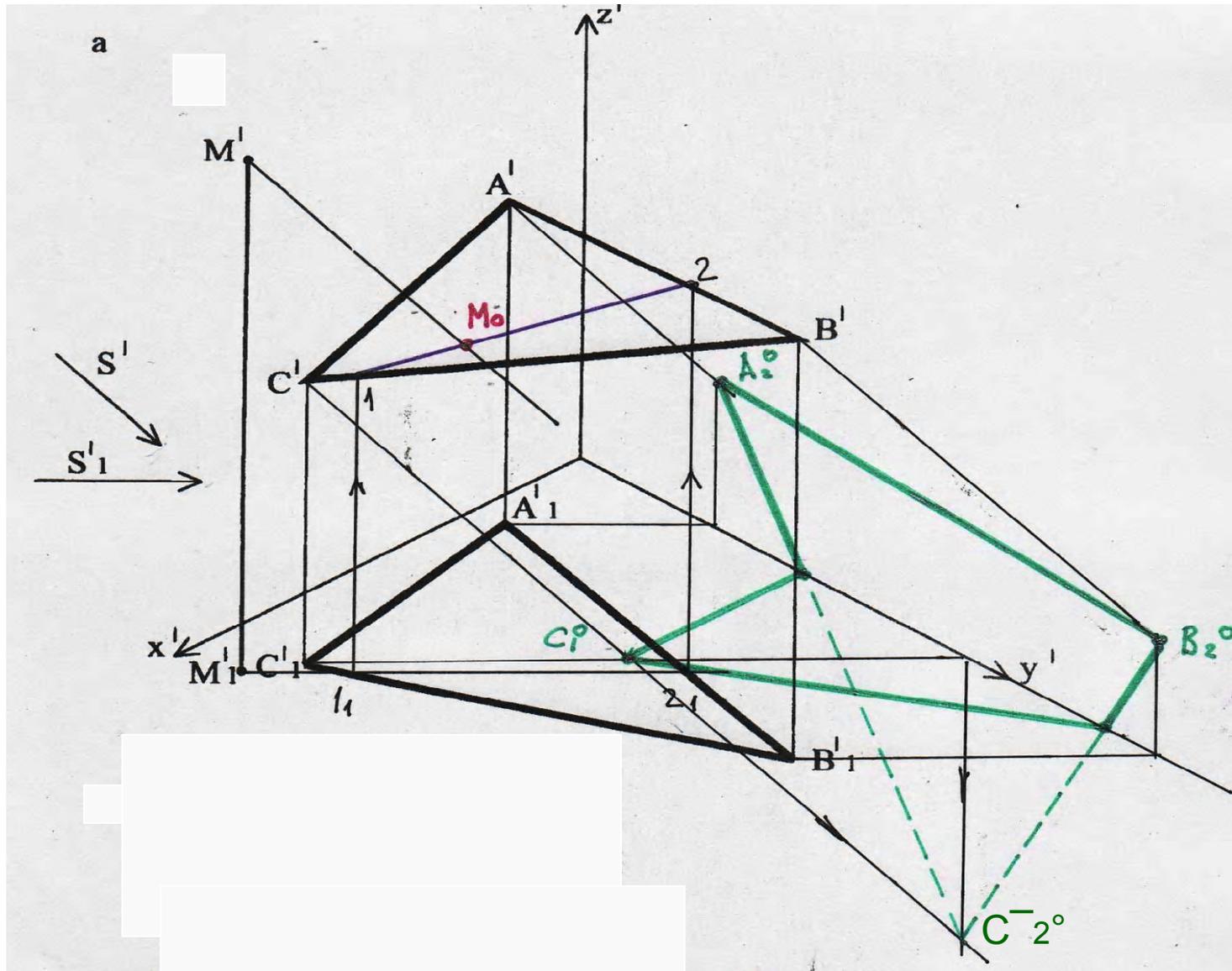


4. Для построения точек излома тени от треугольника ABC, построим ложную тень от (.)C на П2. Представим, что плоскость П1 прозрачная и луч не задерживается в (.)C°1, а попадает на П2 ниже оси У



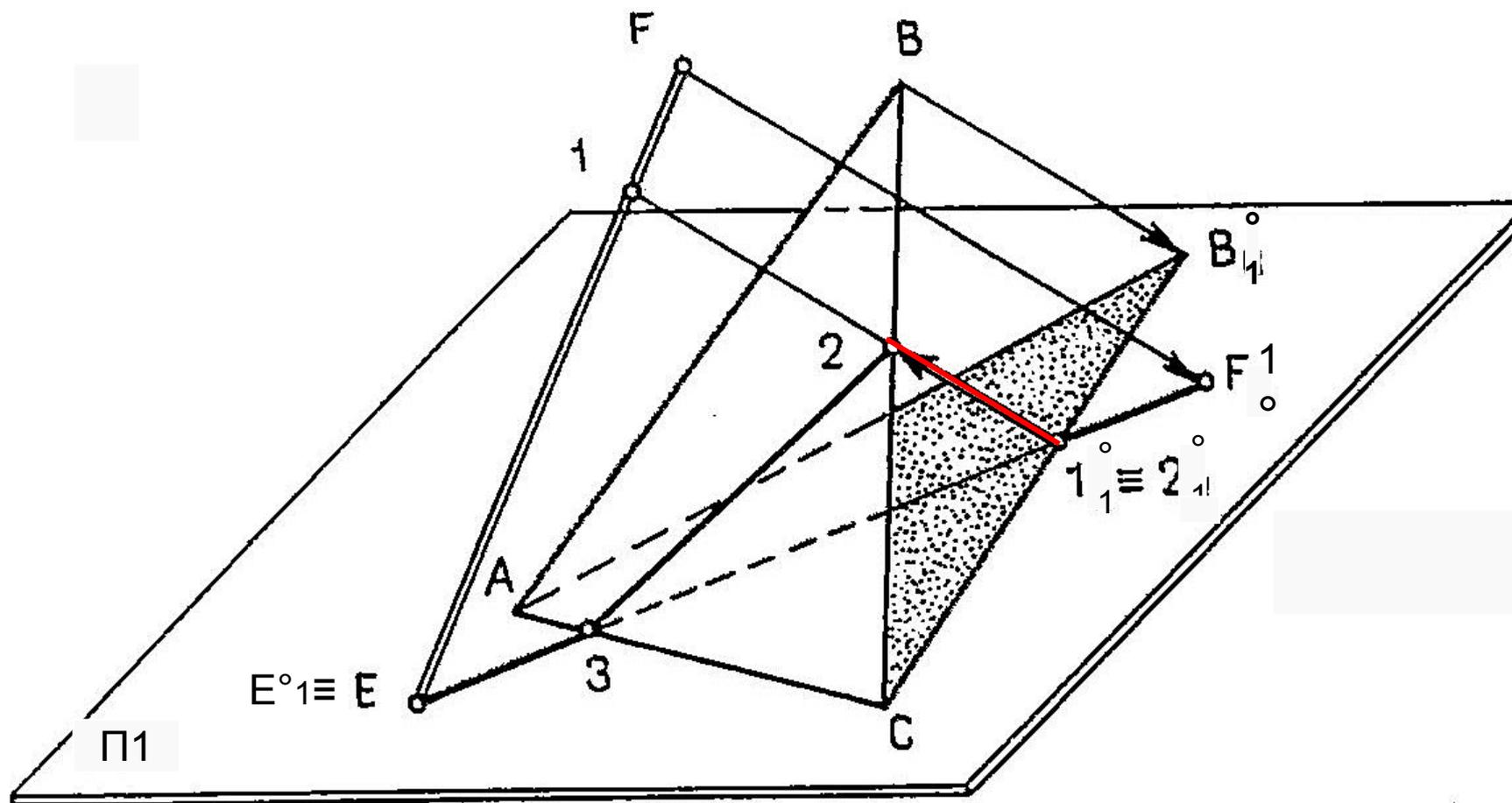
5. Соединяем точки  $\bar{C}^{\circ}2, A^{\circ}2, B^{\circ}2$  – получим тень от треугольника на П2

6. Завершаем построение **реальной тени**, соединив точки излома на оси  $Y$  с точкой  $C^{\circ}1$



# Метод обратного луча

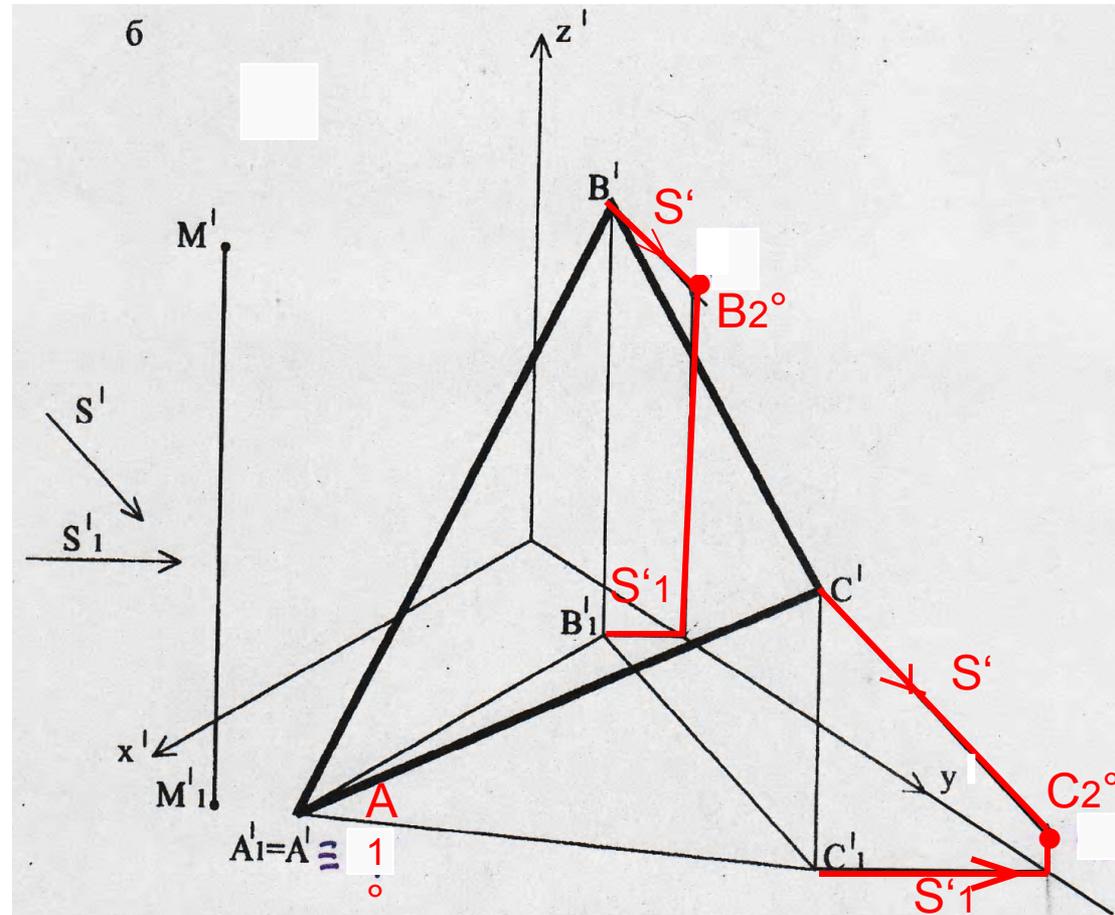
**Суть метода:** заключается в том, что падающие тени от обоих объектов строятся независимо друг от друга. И если происходит накладка контуров падающих теней, то с помощью обратных лучей точки накладки возвращают на каркас второго объекта



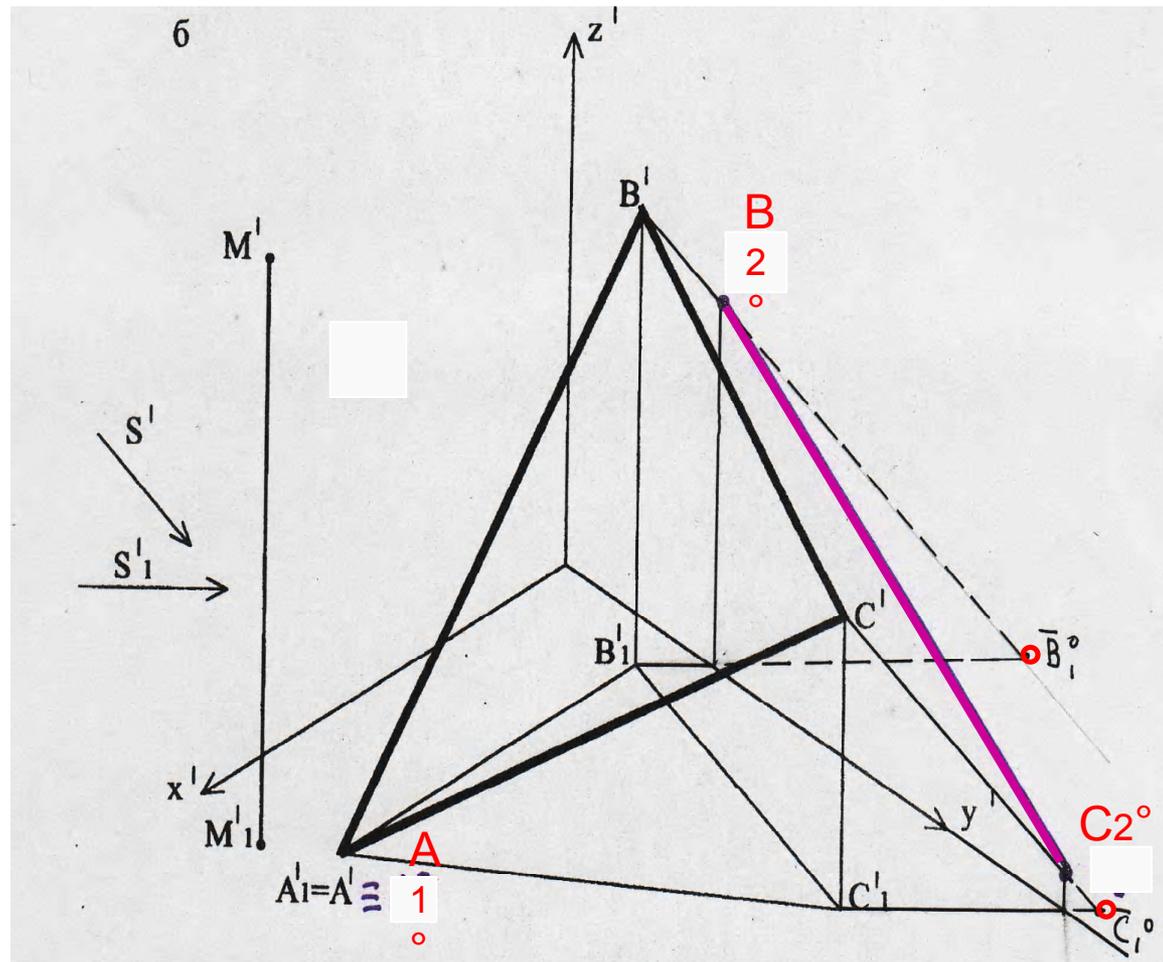
**Задача 11.2 б) стр.66:** Построить падающую тень от треугольника и тень от точки  $M$  на плоскость треугольника

**Решение:**

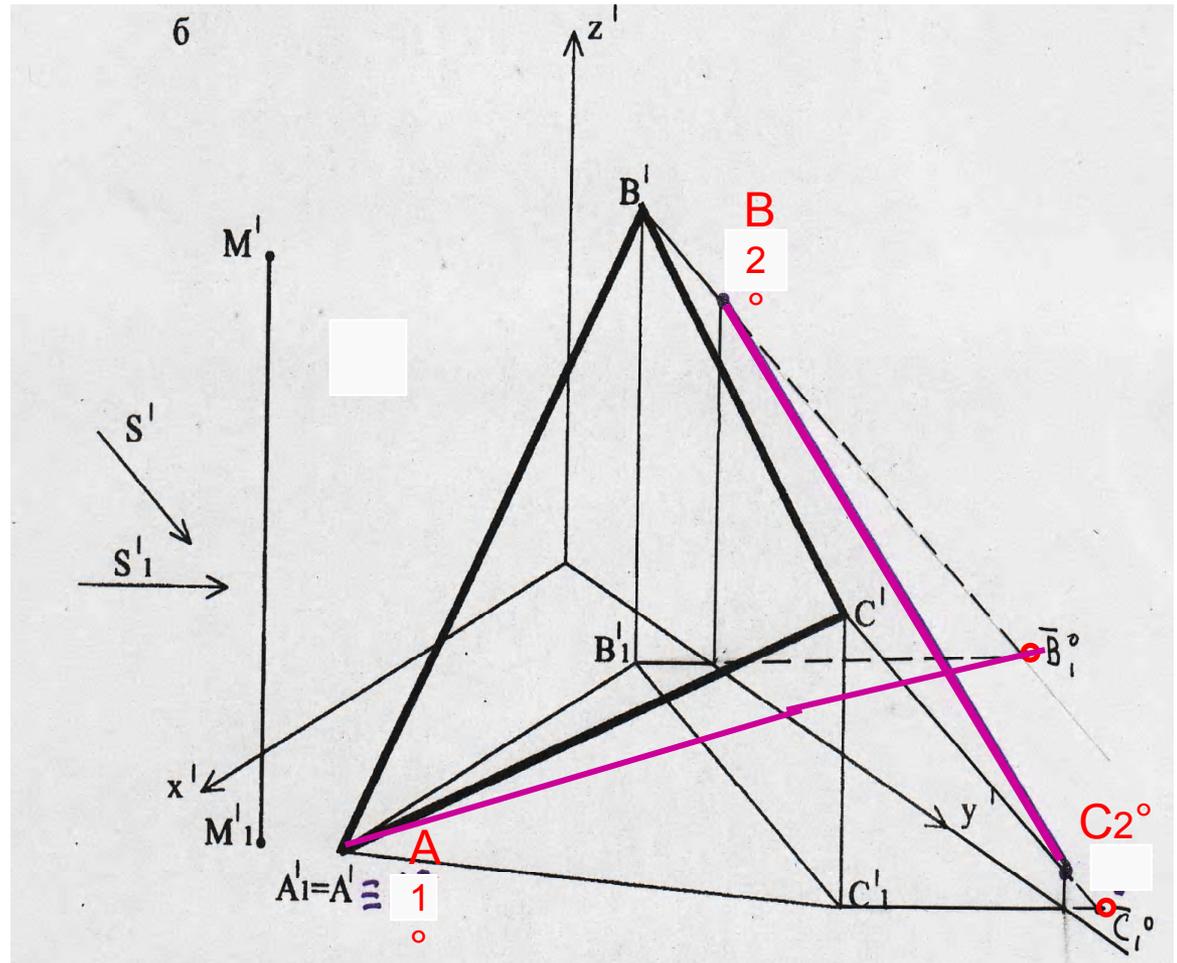
1. Строим падающую тень от треугольника  $ABC$ . Через точки  $B'$  и  $C'$  проводим **световые лучи**, параллельные заданному направлению  $S'$ , а через вторичные проекции  $B_1'$  и  $C_1'$  параллельно  $S'_1$ . Ищем их ближайшие следы ( $B_2^\circ$  и  $C_2^\circ$ ). Тени упали на  $\Pi_2$ .
2. В точке  $A$  треугольник упирается в плоскость  $\Pi_1$ , поэтому тень в ней самой  $A_1' \equiv A_1^\circ$ .



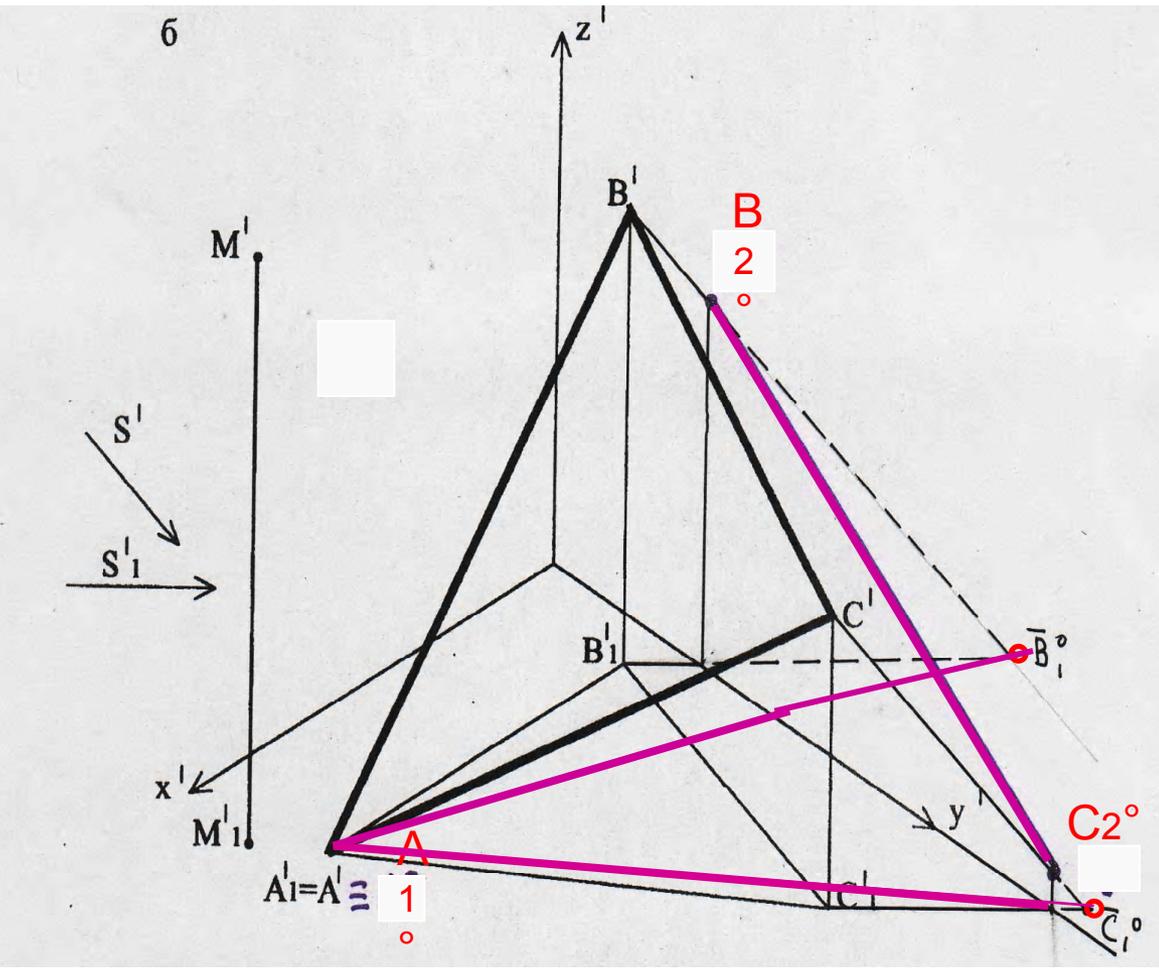
3. Т.к. тени от точек В и С попали на стену, можем их соединить и т.о. получим **тень** от отрезка ВС на П2. Находим ложные тени от точек В и С на П1 ( $B_1^\circ$  и  $\overline{C_1^\circ}$ ), представив, что П2 прозрачная.



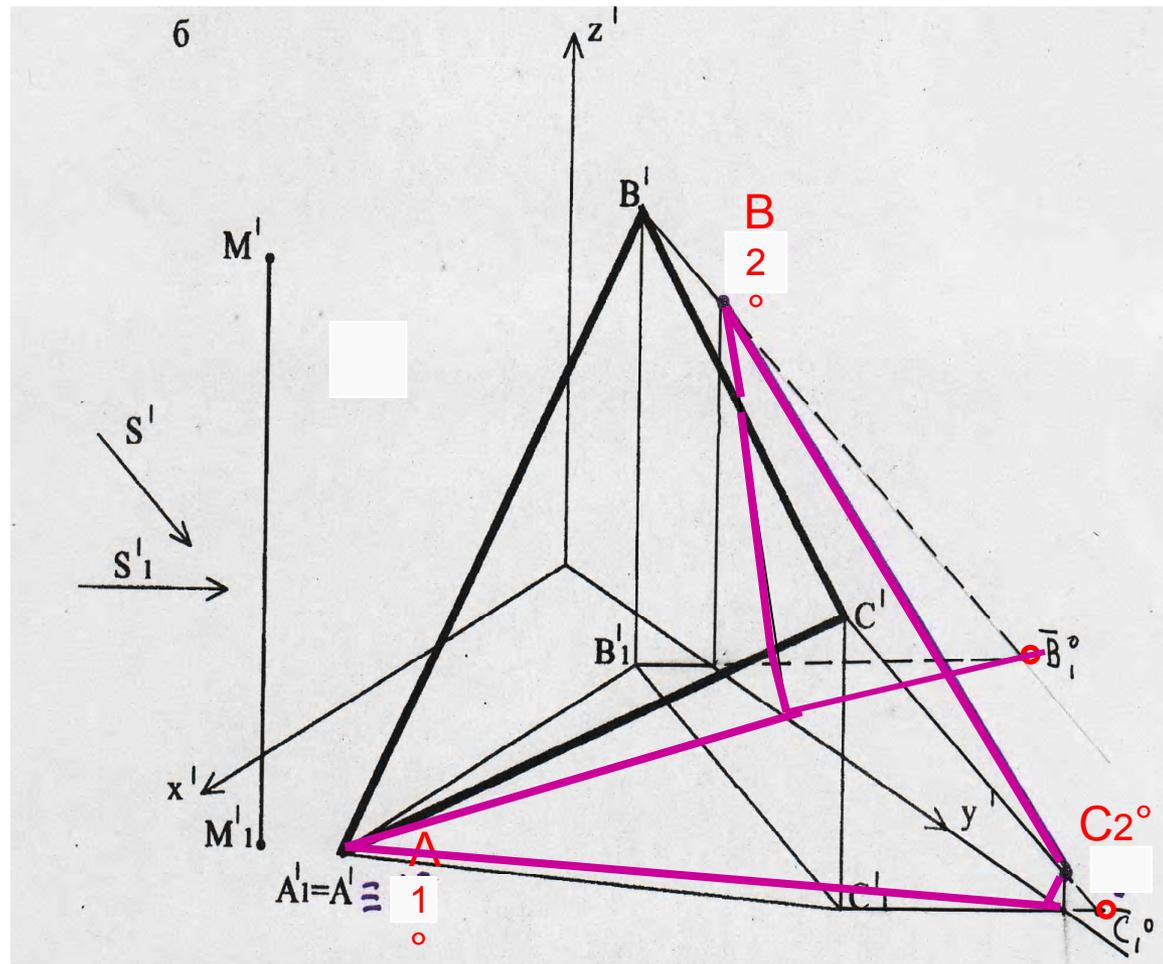
4. Соединяем ложную тень от точки В на П1 ( $B_1^\circ$ ) с  $A_1^\circ$ , так как они лежат в одной плоскости П1 и выделяем участок **реальной тени** и точку перегиба



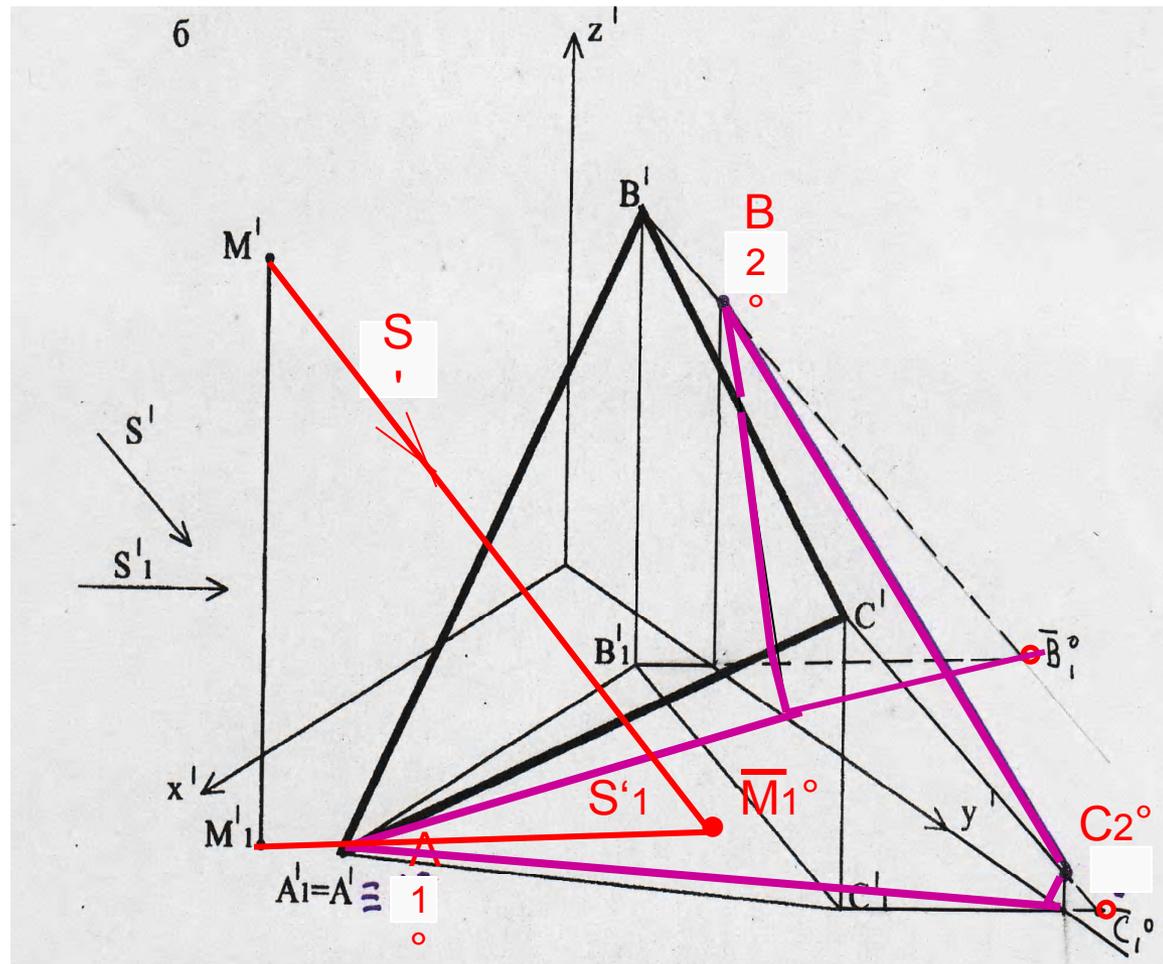
5. Соединяем ложную тень от точки С на П1 ( $C_1^\circ$ ) с  $A_1^\circ$ , так как они лежат в одной плоскости П1 и выделяем участок **реальной тени** и точку перегиба



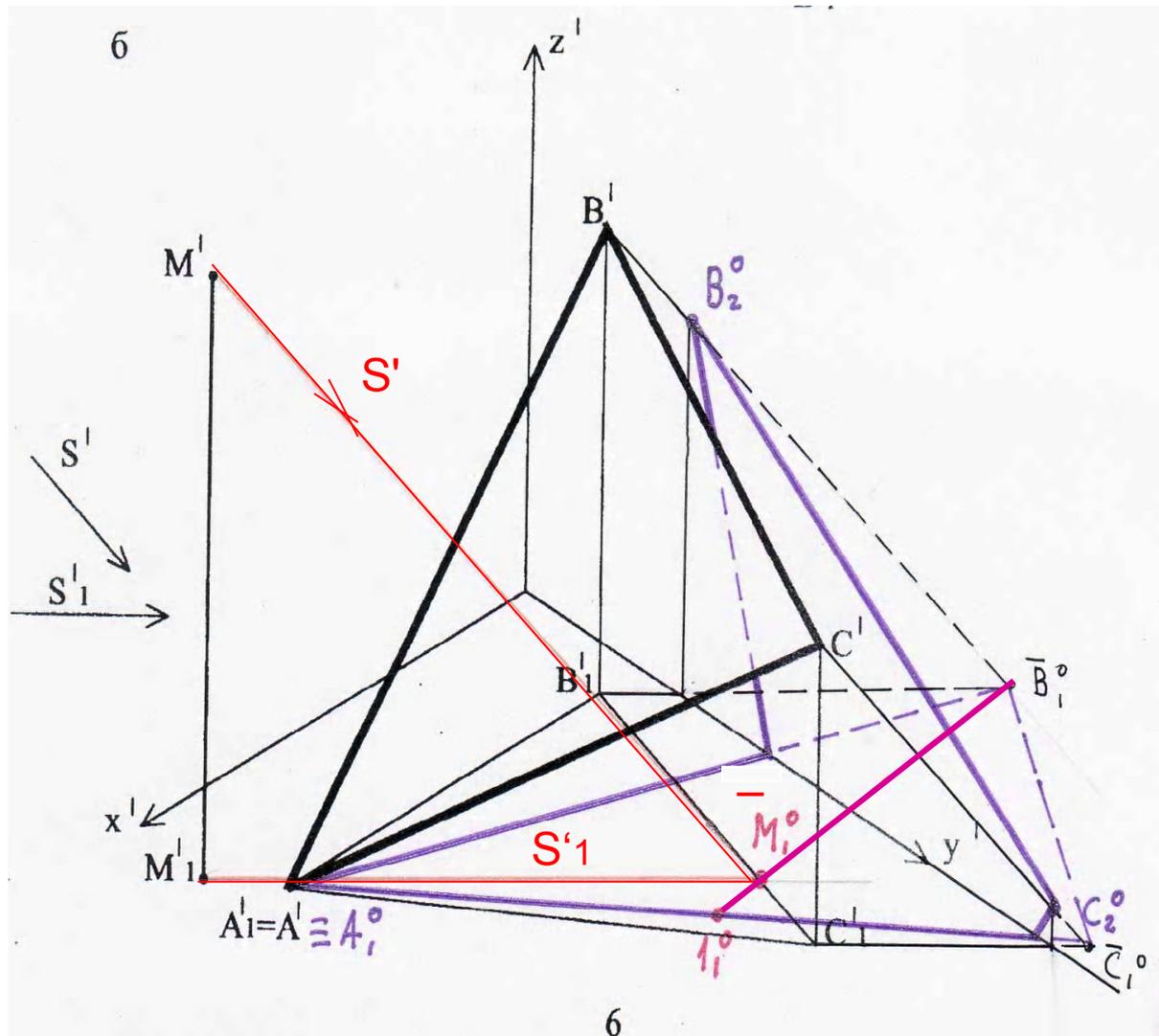
6. Завершаем  
построение  
тени от  
треугольника  
на П2.



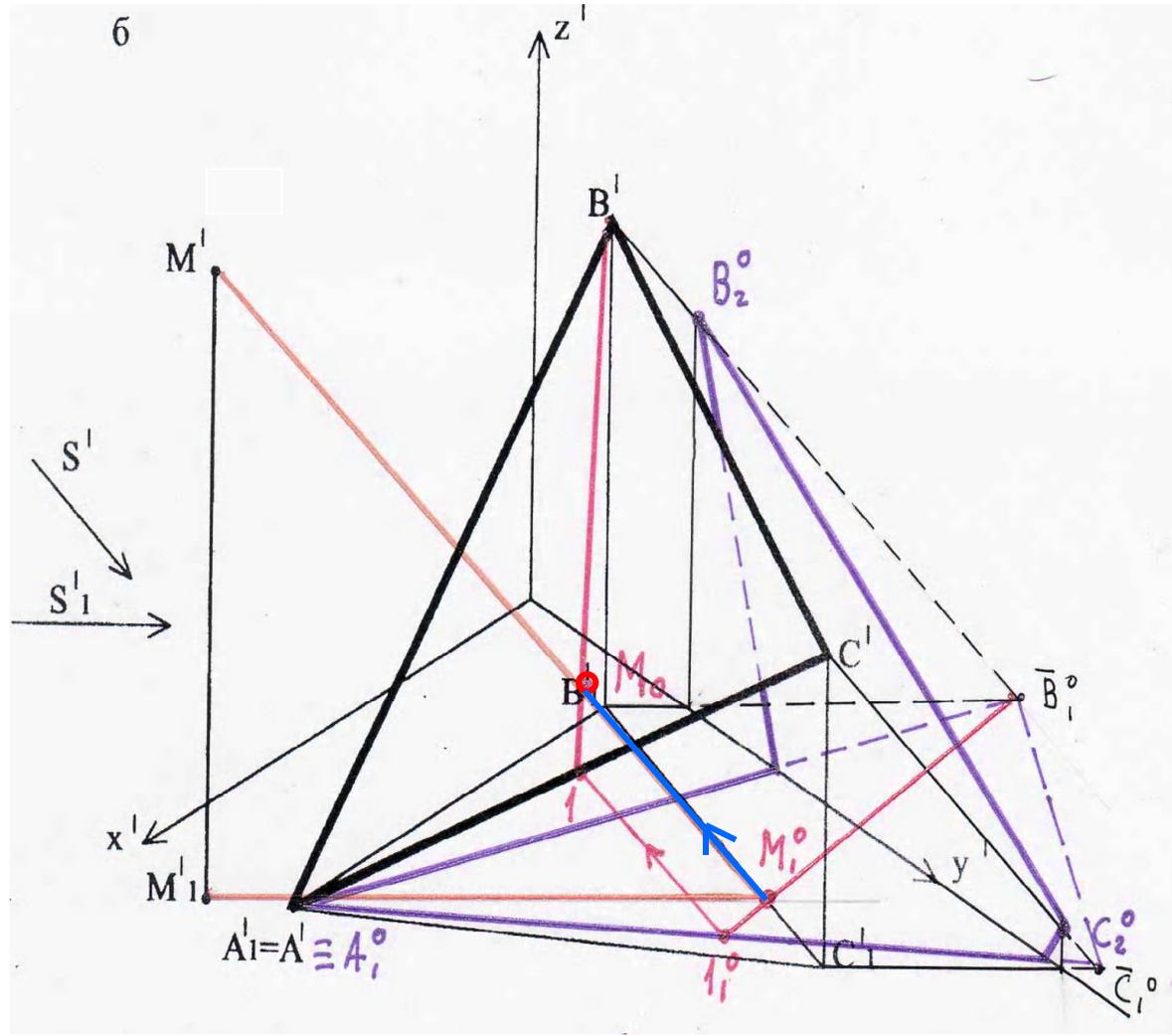
7. Строим тень от точки М как будто треугольника нет (тень упала на П1 и оказалась внутри тени от треугольника, следовательно она является ложной ( $\overline{M_1^\circ}$ ))



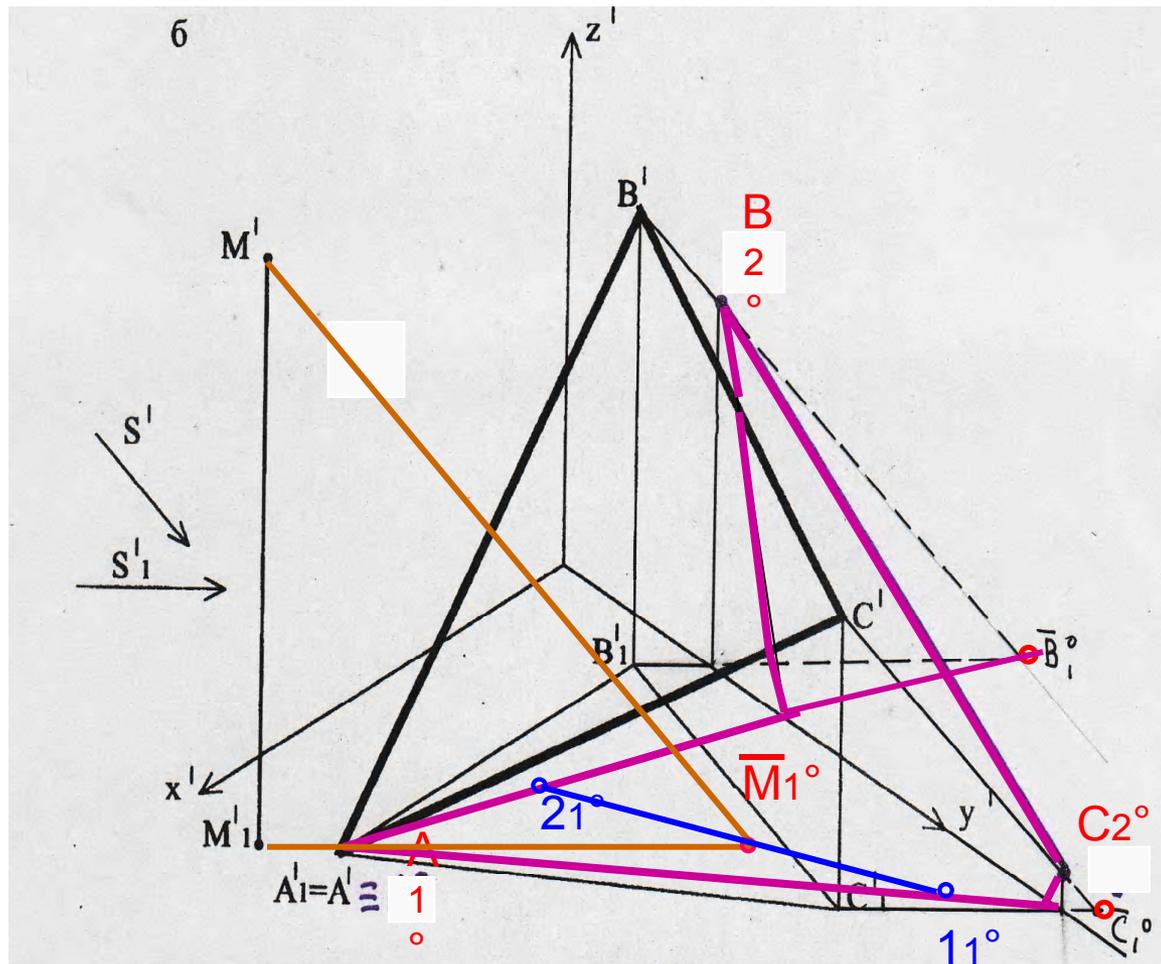
8. Через ложную  
 тень  $\bar{M}_1^\circ$   
 проводим **тень**  
 от любой  
 прямой  
 (например,  
 $1_1^\circ - \bar{B}_1^\circ$ )



9. Находим прямую, от которой падала бы данная тень: с помощью **обратного луча**, проведенного через  $11^\circ$  накладке контуров падающих теней, определяем точку **1**, лежащую на прямой  $A'C'$ . Соединив ее  $(.)B'$ , получим **прямую 1- $B'$** , от которой падала бы тень  $11^\circ - B_1^{-\circ}$  и возвращаем **обратным лучом**  $(.)M_1^{\circ}$  на **прямую 1- $B'$** . Получаем реальную тень от точки  $M$  ( $M^\circ$ ) на треугольник  $AB$

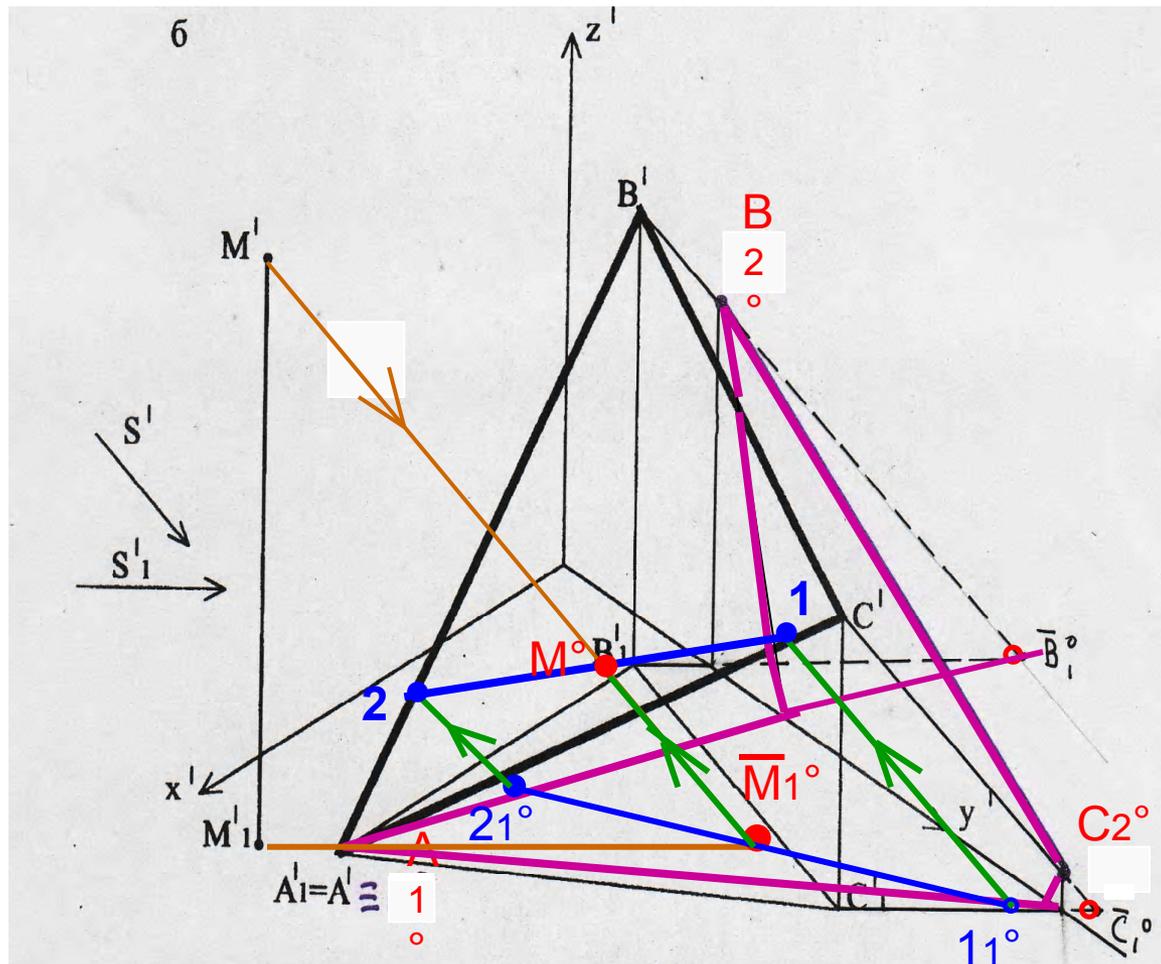


Рассмотрим другой вариант нахождения реальной тени от  $(.)M$  на  $\triangle ABC$ .  
 Проведем через  $(.)\overline{M1}^\circ$  тень от произвольной прямой  $11^\circ-21^\circ$





Найдем **реальную тень** от точки  $M$  на  $\triangle ABC$  (обратным лучом вернем точку  $(.)\bar{M}_1^\circ$  на прямую  $1-2 \rightarrow M^\circ$

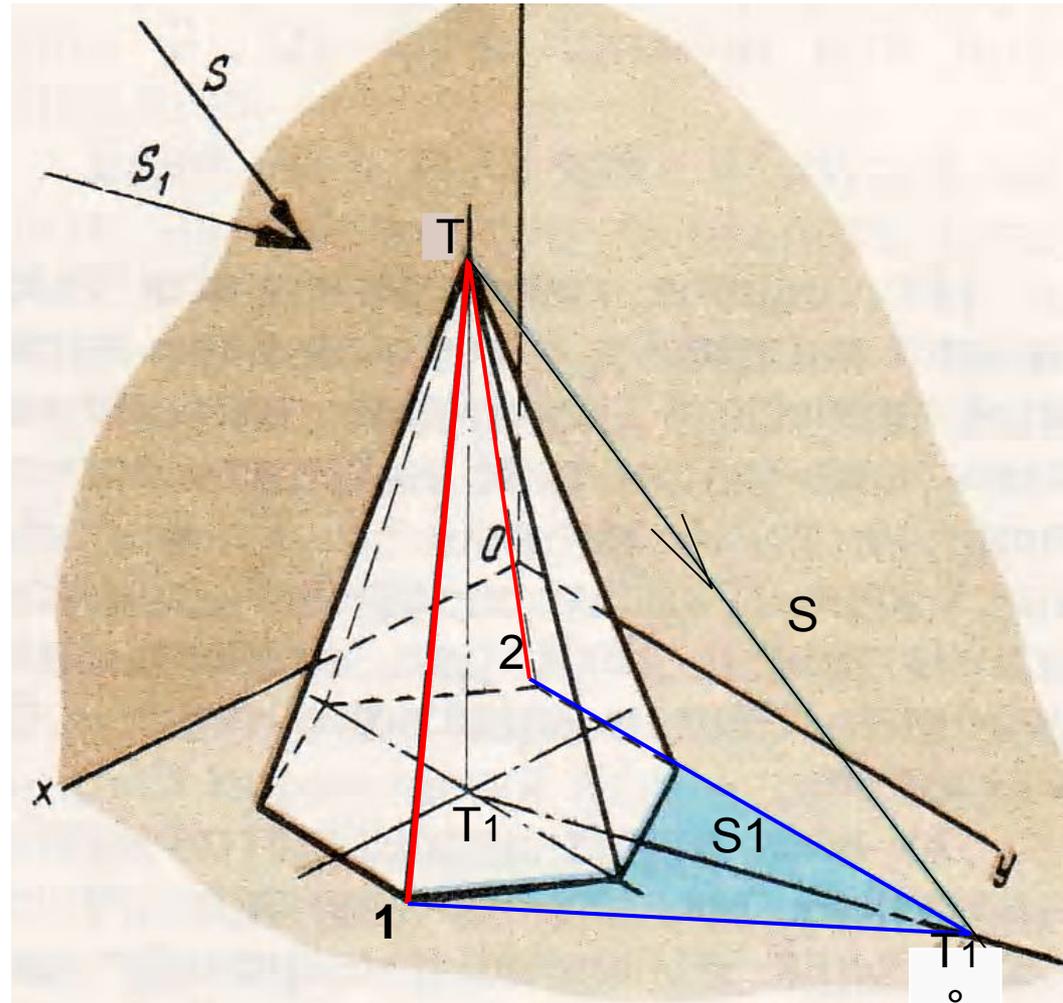


# Построение теней геометрических тел

Для построения падающей тени от пирамиды, надо найти тень от ее вершины. Если пирамида стоит на  $\Pi_1$ , тень от основания совпадает с ним. Далее из  $(\cdot)T_1^\circ$  проводим касательные к основанию пирамиды и определяем контур падающей тени.

По контуру падающей тени определяем контур собственной тени (1-Т, 2-Т).

Т.о. в собственной тени находятся три задние грани пирамиды

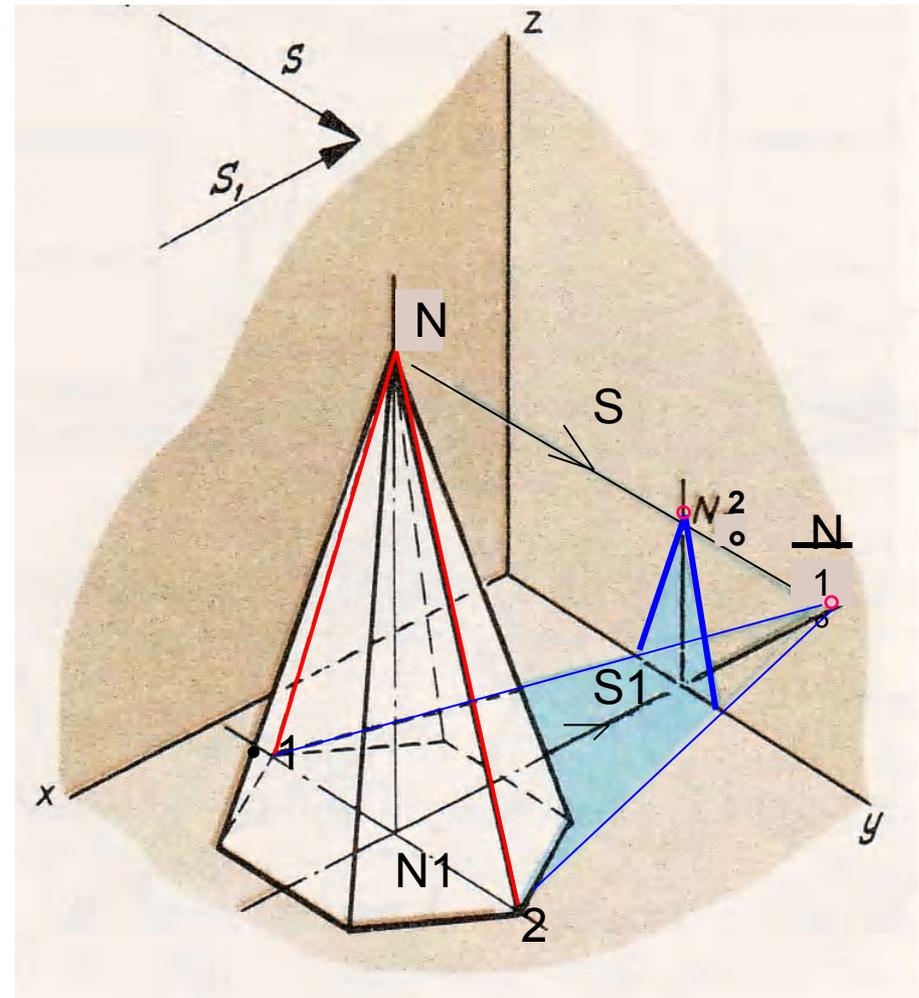


# Построение теней геометрических тел

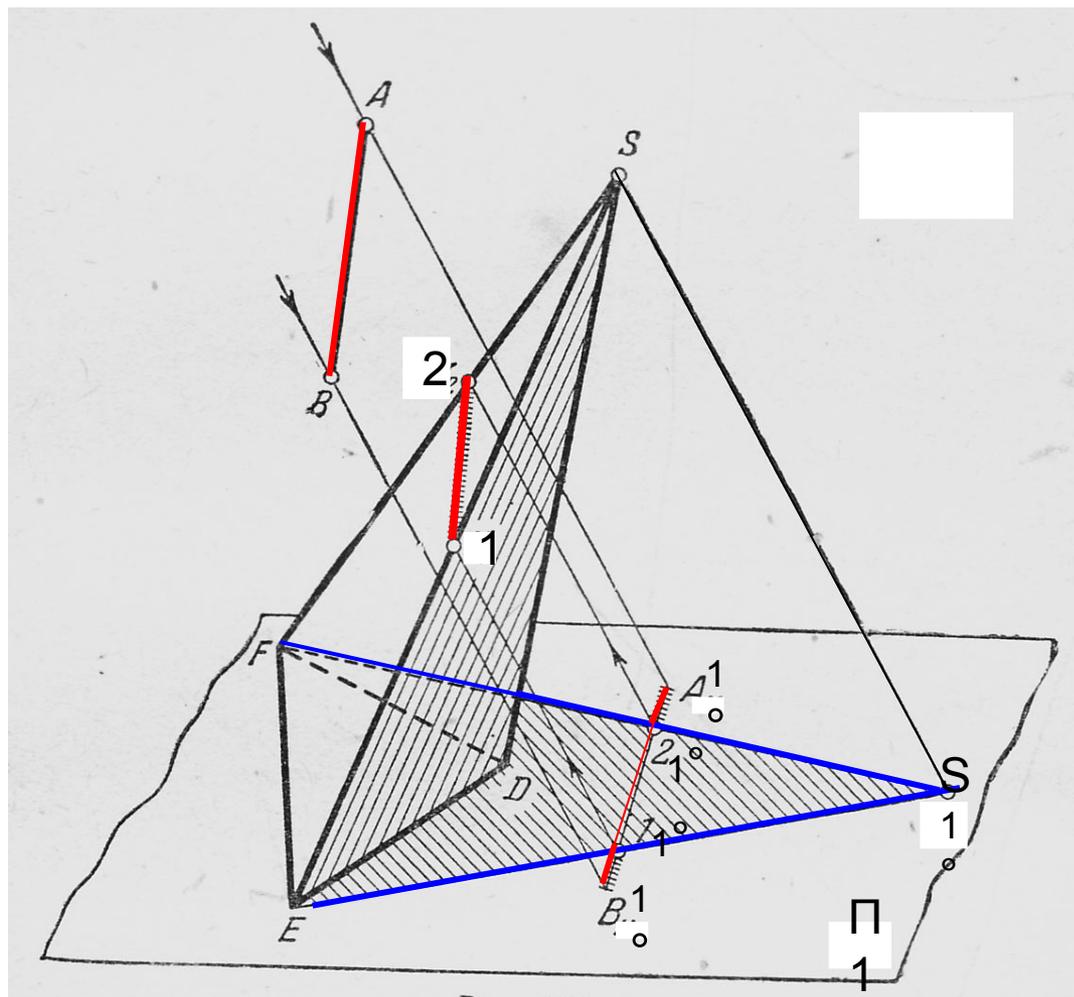
Если падающая тень от вершины падает на П2 ( $N_2^\circ$ ), то ищем ложную тень на П1 ( $\bar{N}_1^\circ$ ), проводим касательные к основанию и определяем падающую тень от пирамиды на П1 и точки излома на оси У.

Завершаем построение реальной тени на П2 и определяем контур собственной тени

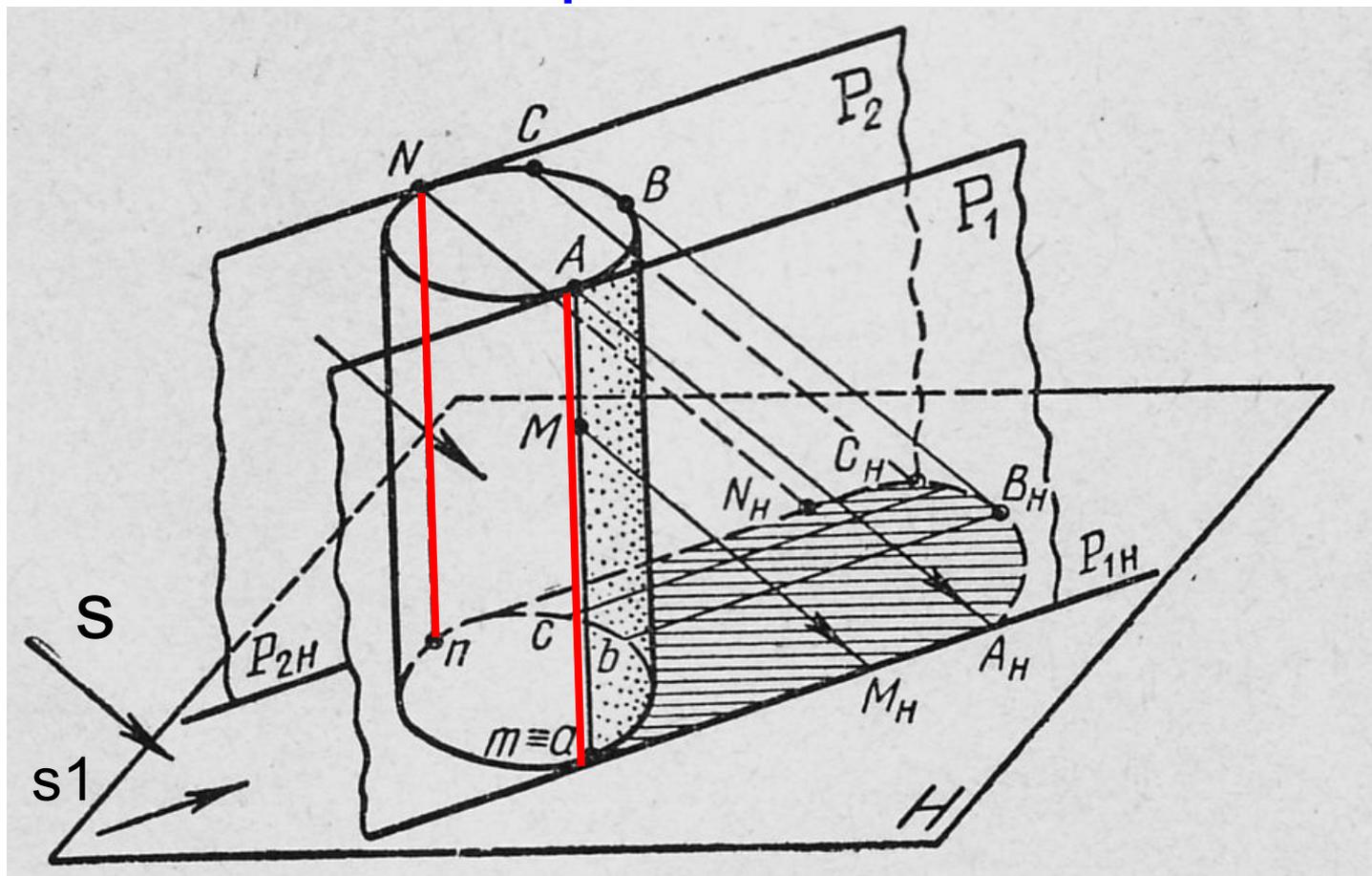
1-N и 2-N



# Построение тени от отрезка прямой на пирамиду методом обратного луча

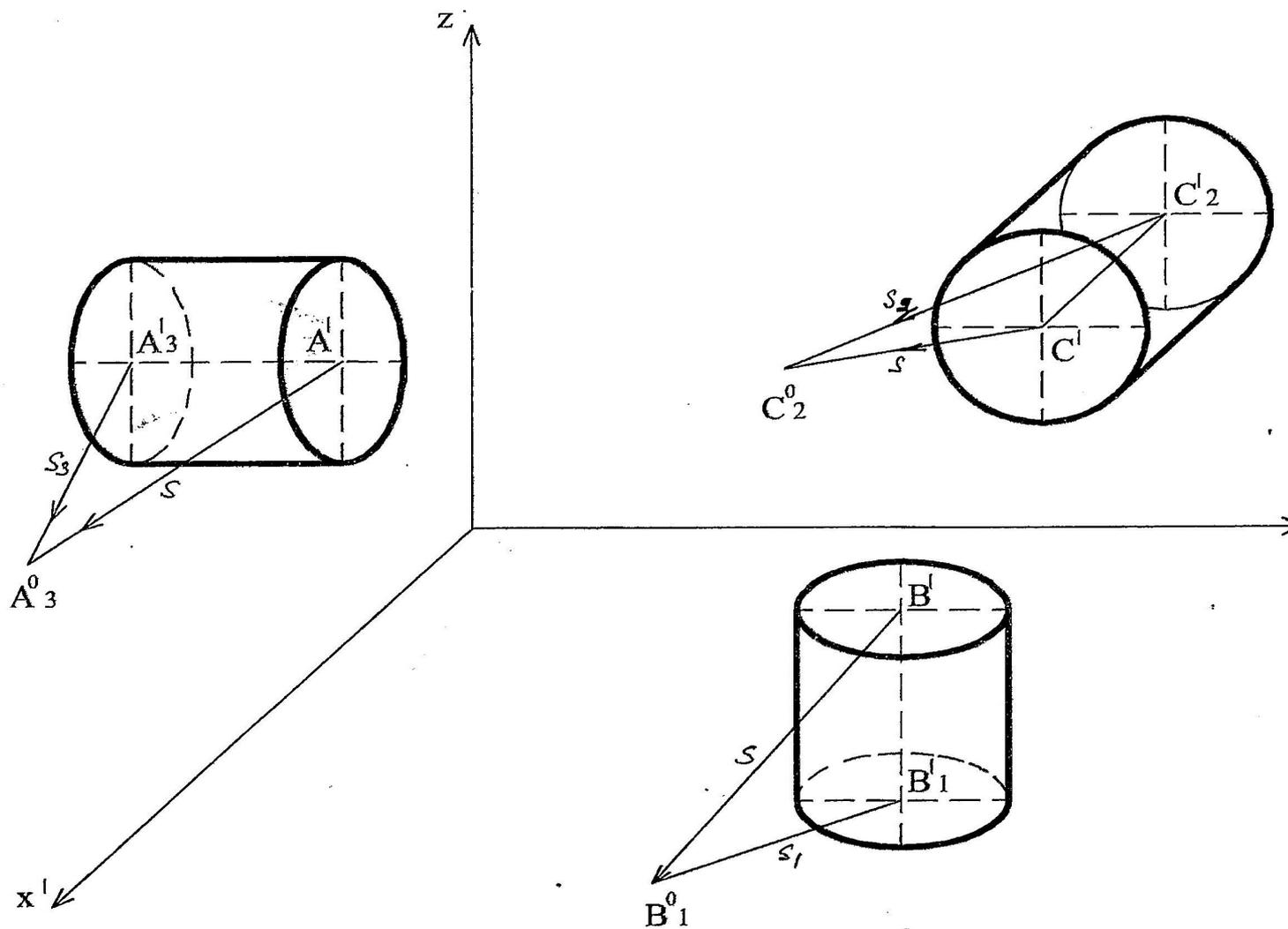


# Построение собственной и падающей теней цилиндра



1. Проведем две касательные к цилиндру плоскости  $P_1$  и  $P_2$ , параллельно лучевой плоскости— определим контур **собственной тени**.
2. Строим падающую тень

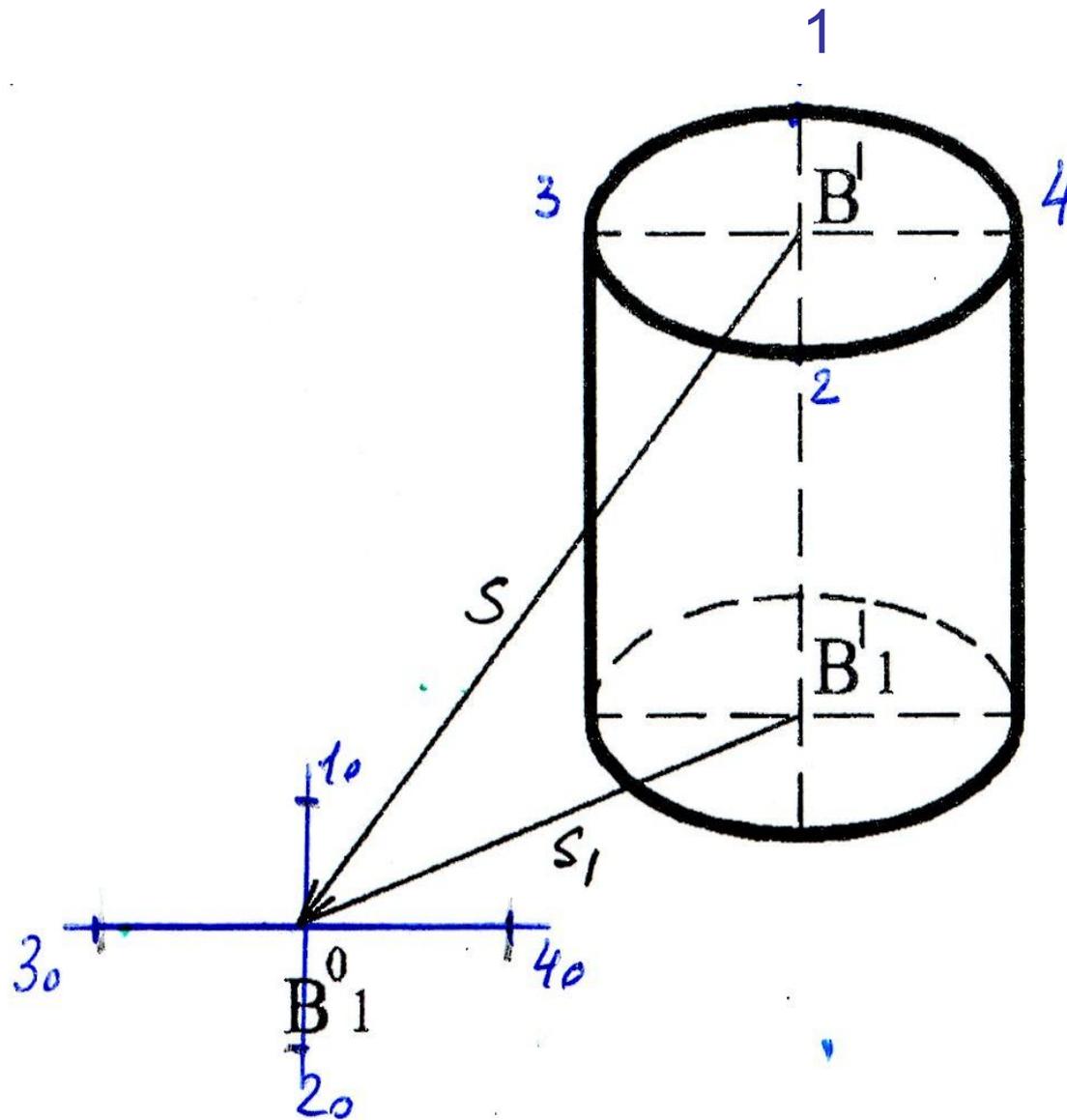
**Задача 11.3 стр. 67:** Построить собственные и падающие тени цилиндров, оси которых расположены перпендикулярно плоскостям проекций



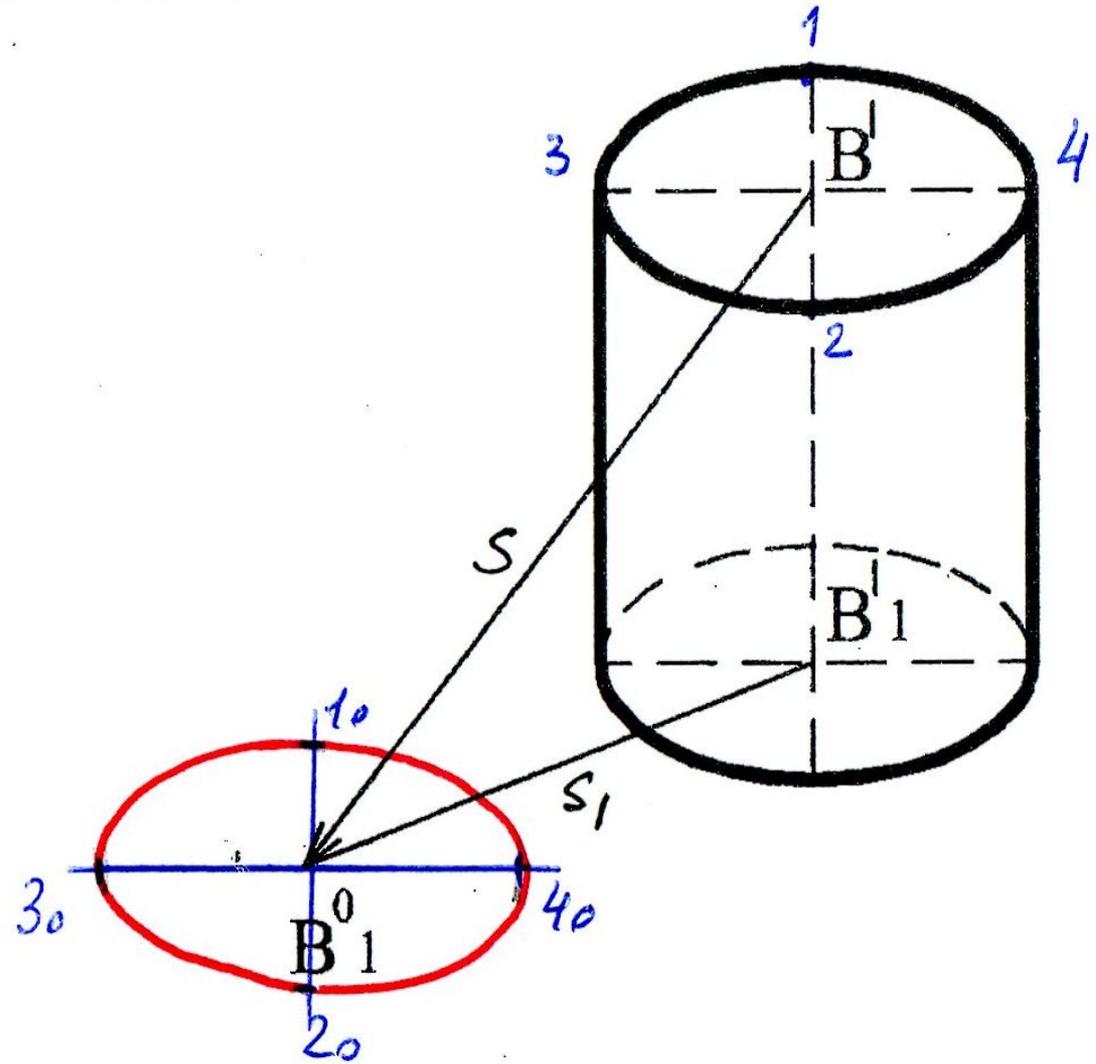
Т.к. верхнее  
 основание  
 параллельно  $\Pi_1$ ,  
 тень от него  
 равна и  
 параллельна  
 ему. Поэтому  
 строим тени от  
 осей эллипса

$$1-2=1^{\circ}-2^{\circ},$$

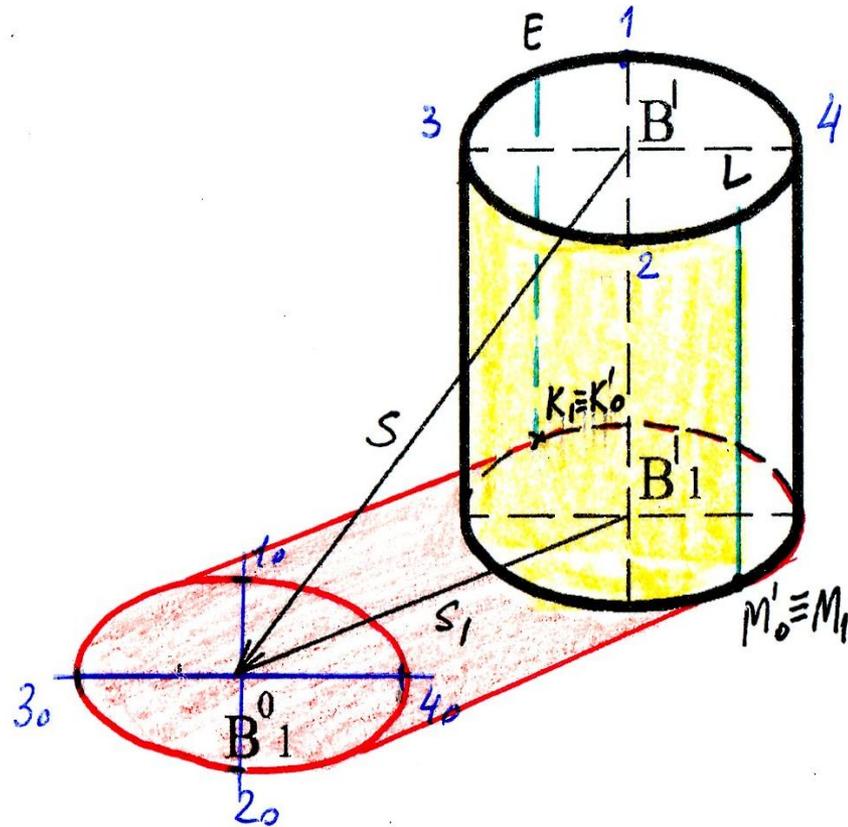
$$3-4=3^{\circ}-4^{\circ}$$



Строим  
падающую  
тень от  
верхнего  
основания

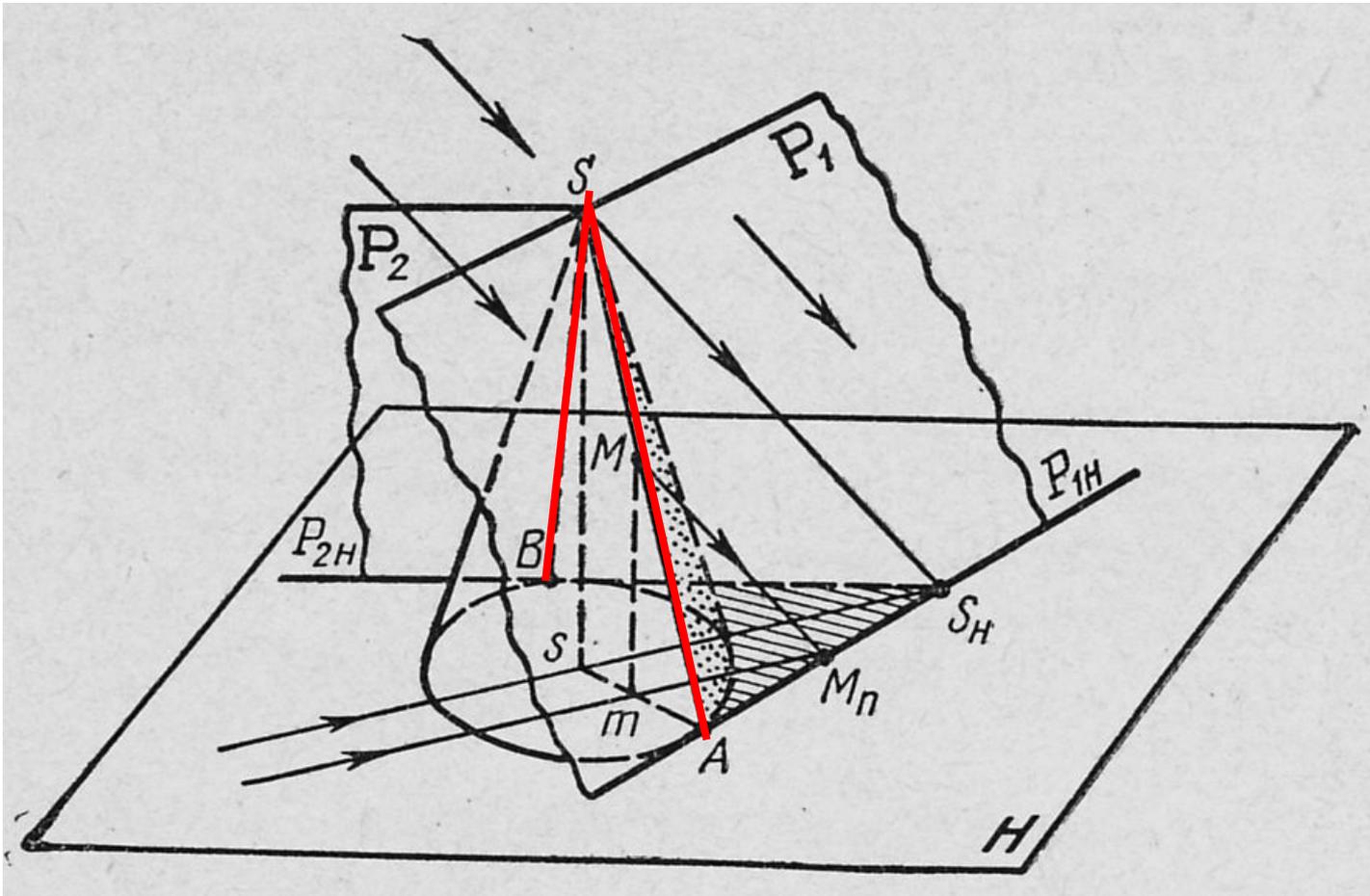


- Падающая тень от нижнего основания находится под ним (совпадает). Проводим **касательные** к теневым эллипсом по направлению  $S_1$ , получаем **контур падающей тени**. Определяем **контур собственной тени**



# Построение тени от конуса

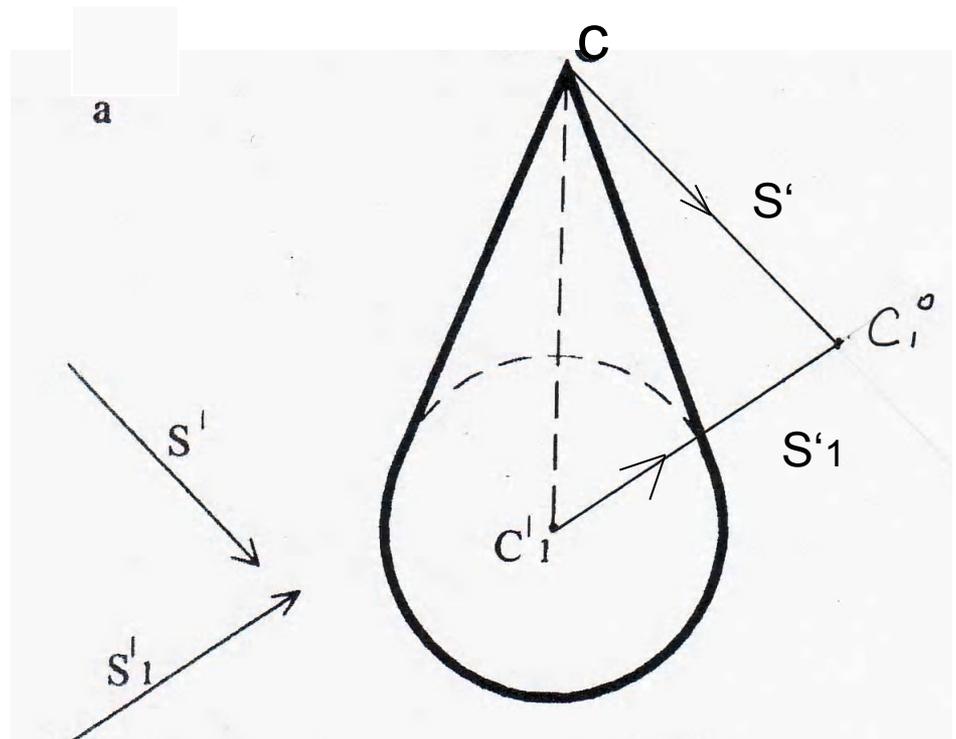
1. Строим падающую тень.
2. По контуру падающей определяем контур собственной тени



# Построение тени от конуса

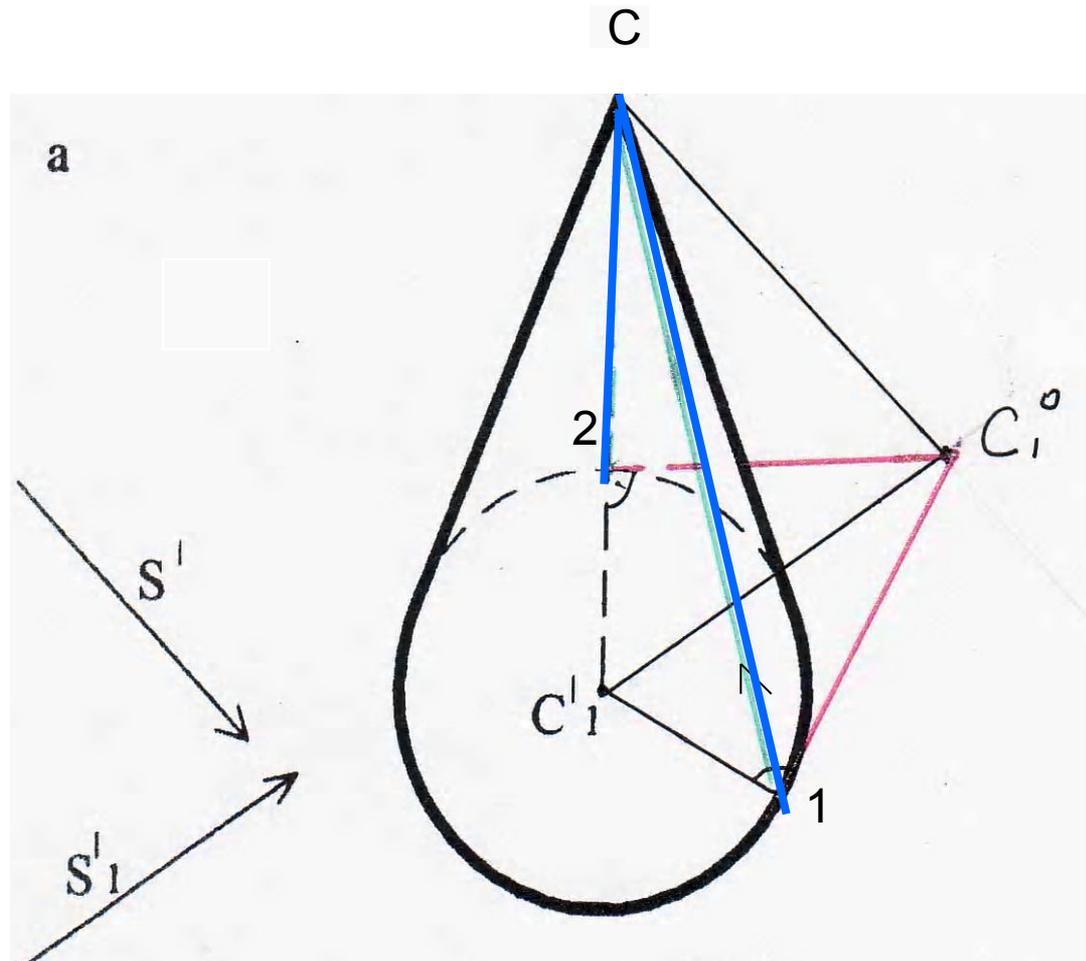
Задача 11.4 а) стр.68 :

построить  
собственные и  
падающие тени  
конуса

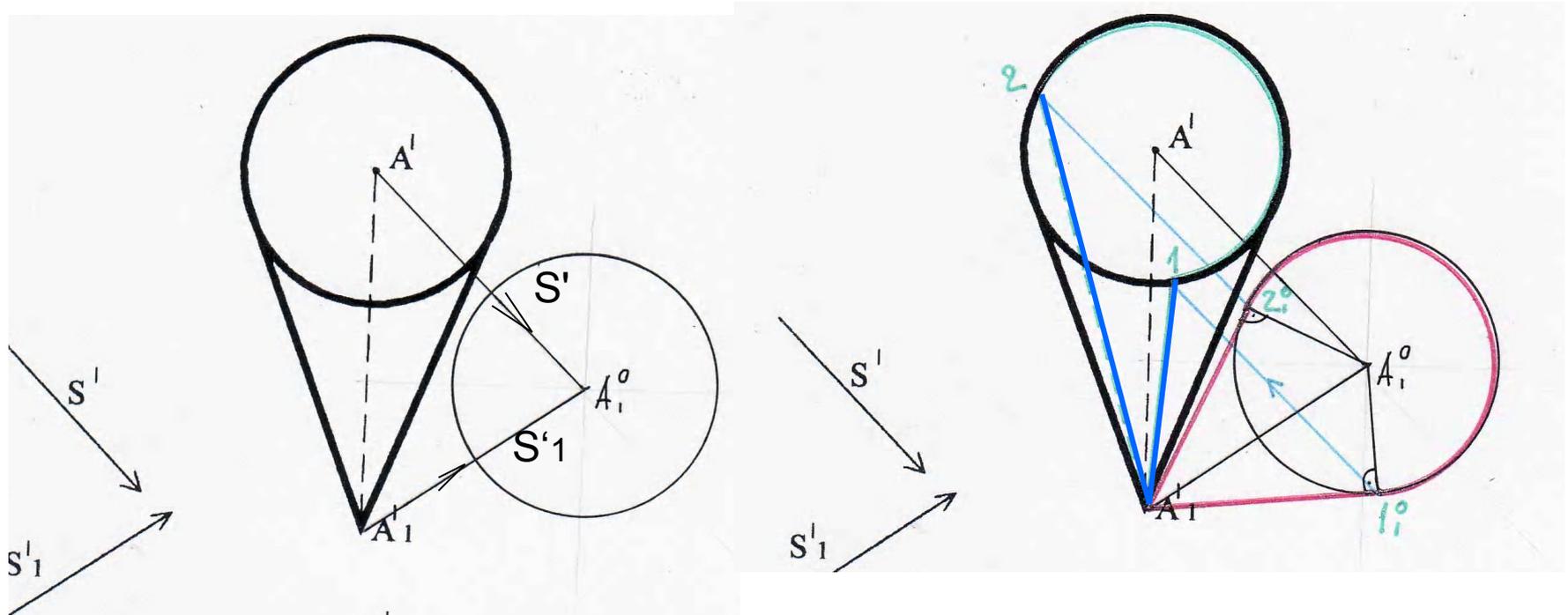


## Решение:

1. Строим падающую тень от вершины  $C$  ( $C_1^0$ ).  
Через вершину проводим луч, параллельно  $S'$ , через вторичную проекцию  $C_1'$  проводим проекцию луча параллельно  $S_1'$  до взаимного пересечения
2. Проводим касательные к окружности основания и **определяем контур падающей тени**
3. Определяем **собственную тень** конуса ( $1-C$ ,  $2-C$ )



# Задача 11.4 б) стр.68 : построить собственные и падающие тени конуса



**Решение:** 1. Т.к. окружность основания конуса параллельна  $\Pi_1$ , тень от нее равна и параллельна ей самой. Поэтому достаточно найти тень от  $(.)A'$  – центра окружности и построить падающую тень от основания конуса.

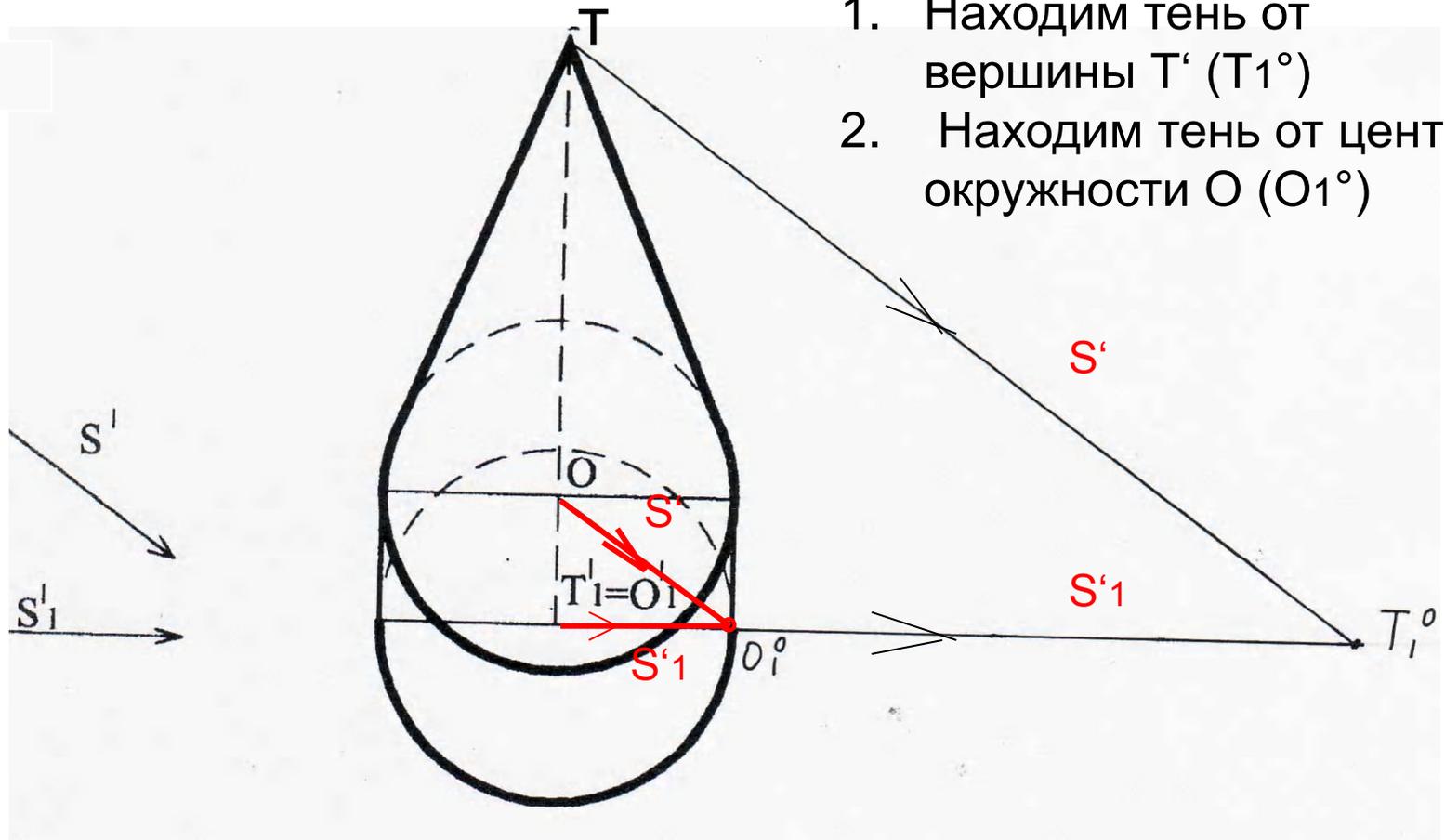
2. Находим падающую тень от конуса – проводим касательные через вершину конуса к теневой окружности и определяем точки касания  $1^o$  и  $2^o$

3. Обратным лучом находим точки  $1$  и  $2$ , от которых падают тени  $1^o$  и  $2^o$  и строим **контур собственной тени** конуса

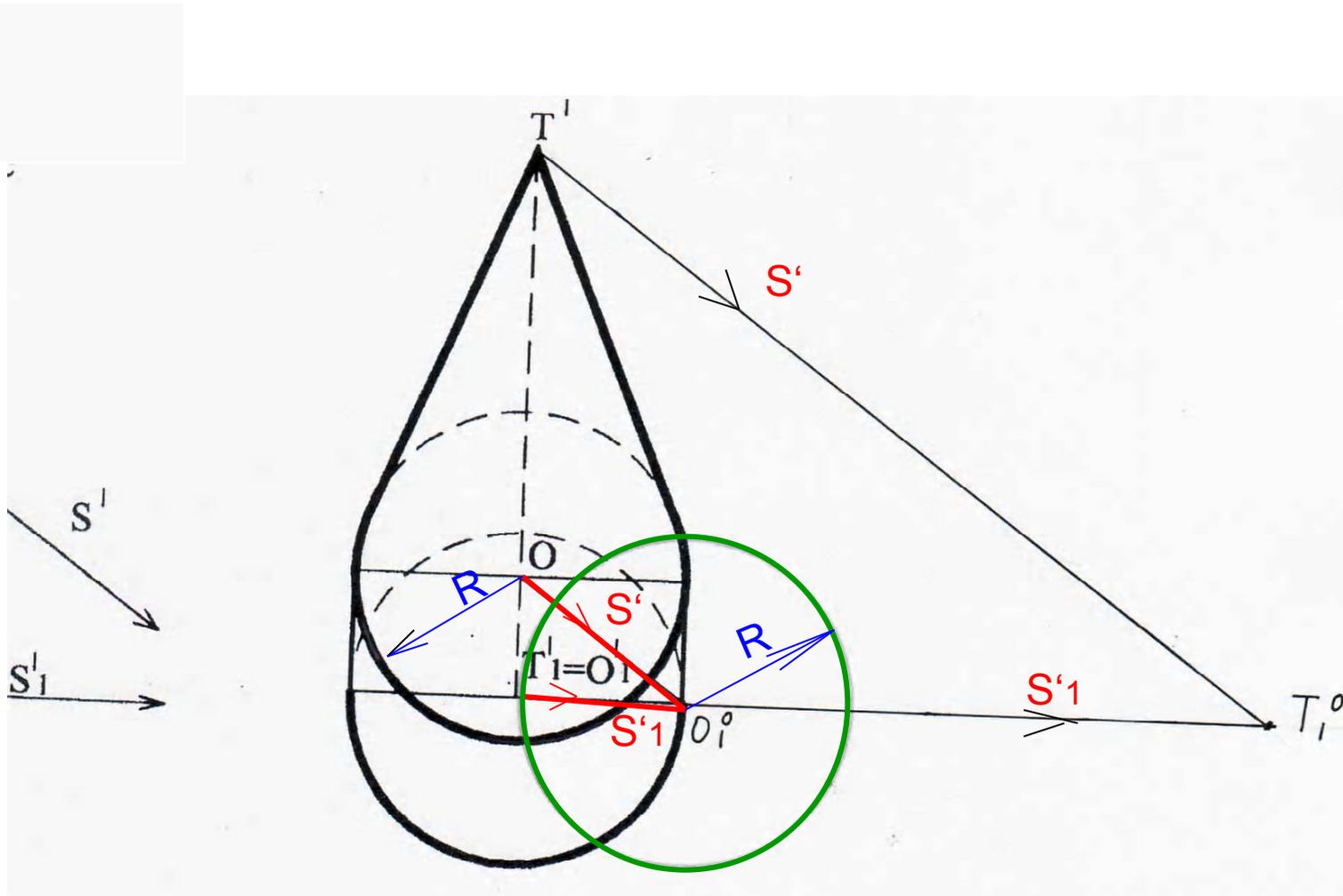
**Задача 11.4 с) стр.68:** Построить собственные и падающие тени составной фигуры

**Решение:**

1. Находим тень от вершины  $T'$  ( $T_1^\circ$ )
2. Находим тень от центра окружности  $O$  ( $O_1^\circ$ )



3. Строим **падающую тень** от окружности основания конуса (тенева окружность равна исходной)



3. Строим **падающую тень** от цилиндра: а) окружность основания совпадает с тенью, т.к. цилиндр стоит на  $\Pi_1$ ;

б) по проекции луча проводим **касательные** к теневым окружностям, определяем **точки касания 1 и 2**







