

УДК 514.18

## **ВЫБОР РАССТОЯНИЯ ОТ ЦЕНТРА ПРОЕЦИРОВАНИЯ ДО КАРТИННОЙ ПЛОСКОСТИ В ГЕОМЕТРИЧЕСКОМ АППАРАТЕ ПЕРСПЕКТИВЫ**

Ницын А.Ю., д.т.н.

*НТУ «Харьковский политехнический институт»*

Тел. (057) 707-6431

**Аннотация** – в статье приводится доказательство утверждения о том, что в геометрическом аппарате перспективы, близкой зрительному восприятию, центр проецирования располагается в точке, удалённой от картинной плоскости на расстояние, вчетверо превышающее высоту точки зрения.

**Ключевые слова** – зрительное восприятие, перспектива.

*Постановка проблемы.* Представим, что мы сидим в корзине воздушного шара и поднимаемся к облакам. Если мы перевесимся через борт и бросим взгляд на землю, то увидим, что с подъёмом на высоту предметы, расположенные на земле, как будто приползают к нашим ногам, а их длина уменьшается. Между тем если мы выполним перспективы трехмерной сцены при разных высотах точки зрения и постоянстве расстояния от центра проецирования до картинной плоскости, то увидим, что с увеличением высоты точки зрения размеры центральных проекций отрезков прямых линий, перпендикулярных картинной плоскости, увеличиваются, а центральная проекция предмета устремляется к линии горизонта.

Таким образом, задача о выборе главных элементов построения перспективы в зависимости от высоты точки зрения существует в природе и заслуживает того, чтобы уделить время её решению.

*Анализ последних исследований.* К сожалению, наука не ведаёт о существовании проблемы, обусловленной влиянием высоты точки зрения на ощущение глубины пространства при созерцании перспективы, – наука молчит о том, что делать с главными элементами построения перспективы при изменении высоты точки зрения. Не удивительно, что в учебной литературе композиция перспективы излагается в предположении, что расстояние от центра проецирования до картинной плоскости является постоянным и не зависящим от высоты точки зрения [1].

*Формулирование целей статьи.* Таким образом, цель настоящей работы – предложить правило выбора расстояния от центра

проецирования до картинной плоскости в зависимости от высоты точки зрения, которое обеспечивает построение перспективы, близкой зрительному восприятию.

*Основная часть.* Рассмотрим результаты реставрации главных элементов построения перспективы в полиптихе Святого Антония кисти Пьеро делла Франческа и на фреске Мазаччо «Троица». Результаты реконструкции аппарата центрального проецирования показали, что в сцене «Благовещение» полиптиха Святого Антония кисти Пьеро делла Франческа пространственные построения были выполнены при условии, что расстояние от центра проецирования до картинной плоскости составляло 8 м [2], а в фреске Мазаччо «Троица» – при условии, что расстояние от центра проецирования до картинной плоскости составляло 6 м [3]. С одной стороны, результаты реставрации главных элементов перспективных построений с достаточной точностью согласуются с результатами эксперимента, согласно которым для построения перспективы, близкой зрительному восприятию, расстояние от центра проецирования до картинной плоскости должно равняться приблизительно 8 м [4]. С другой стороны, мы испытали глубокое разочарование, когда вопреки ожиданиям не обнаружили в экспериментальных данных, полученных при исследовании пространственных построений в творениях мастеров эпохи Возрождения, никакой закономерности.

Спустя некоторое время мы обратили внимание, что если взять отношение расстояния от картинной плоскости до центра проецирования  $S$  к его высоте  $H$ , то в полиптихе Пьеро делла Франческа расстояние от картинной плоскости до центра проецирования больше его высоты в 4,0 раза, в фреске Мазаччо – в 3,53 раза, а в проведенном нами эксперименте по определению условий, при которых перспектива приближается к зрительному восприятию, – в 4,7 раза, то есть получаются числа, близкие 4. В учебнике В. Е. Петерсона приведено правило, согласно которому «перспективное изображение на плоскости картины, в наибольшей степени близкое зрительному восприятию, получается только тогда, когда оно заключается в пределах угла  $28^\circ$ . Практически для удобства построений обычно принимается угол  $28^\circ 4'$  – угол при вершине равнобедренного треугольника с основанием, вдвое меньшим высоты» [5]. Следовательно, угол  $14^\circ 2'$ , то есть половина угла  $28^\circ 4'$ , соответствует вершине прямоугольного треугольника, в котором один катет больше другого катета в 4 раза.

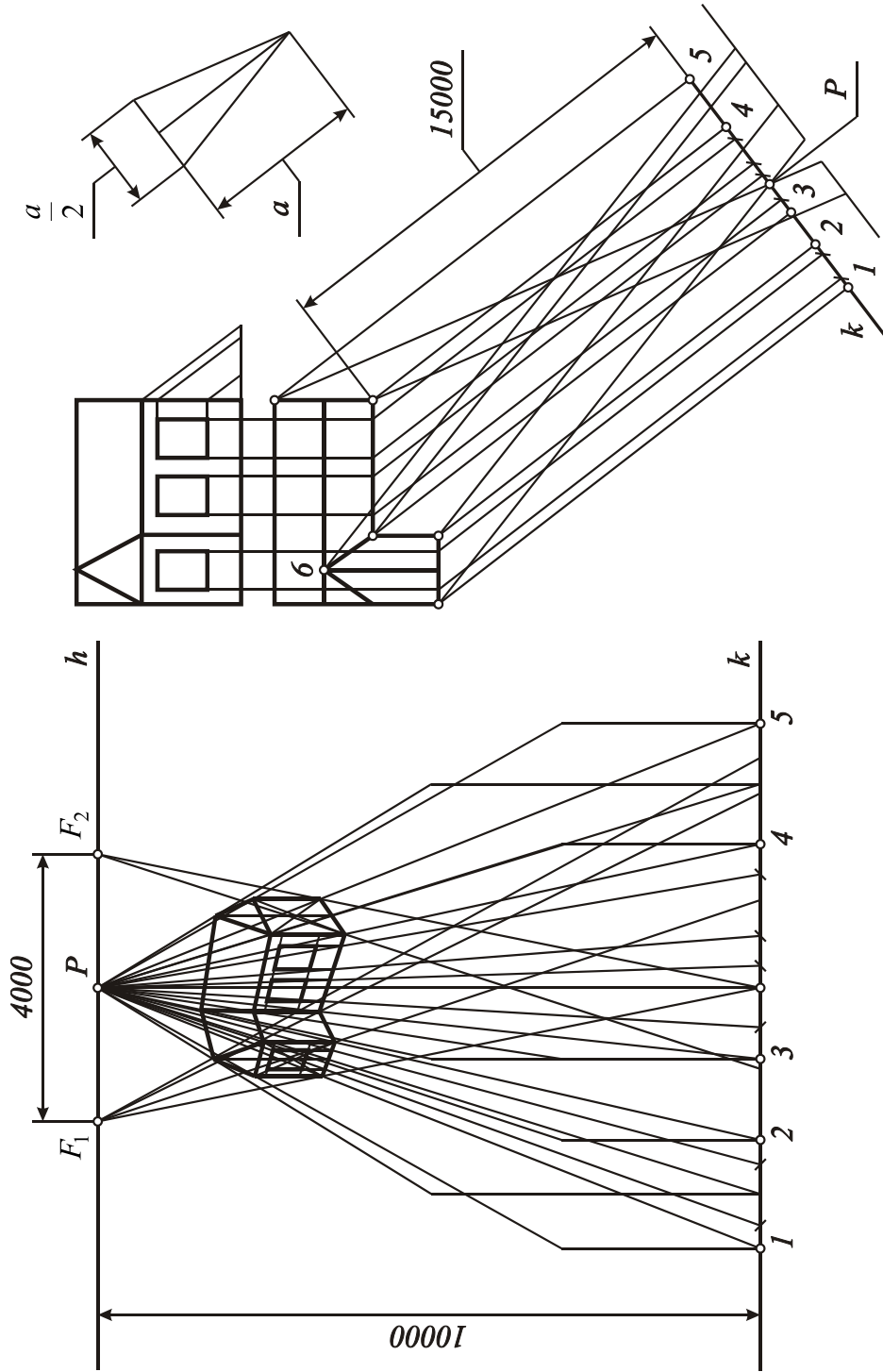


Рис. 1. Перспектива геометрического объекта при условии, что расстояние от центра проецирования до картинной плоскости не зависит от высоты точки зрения.

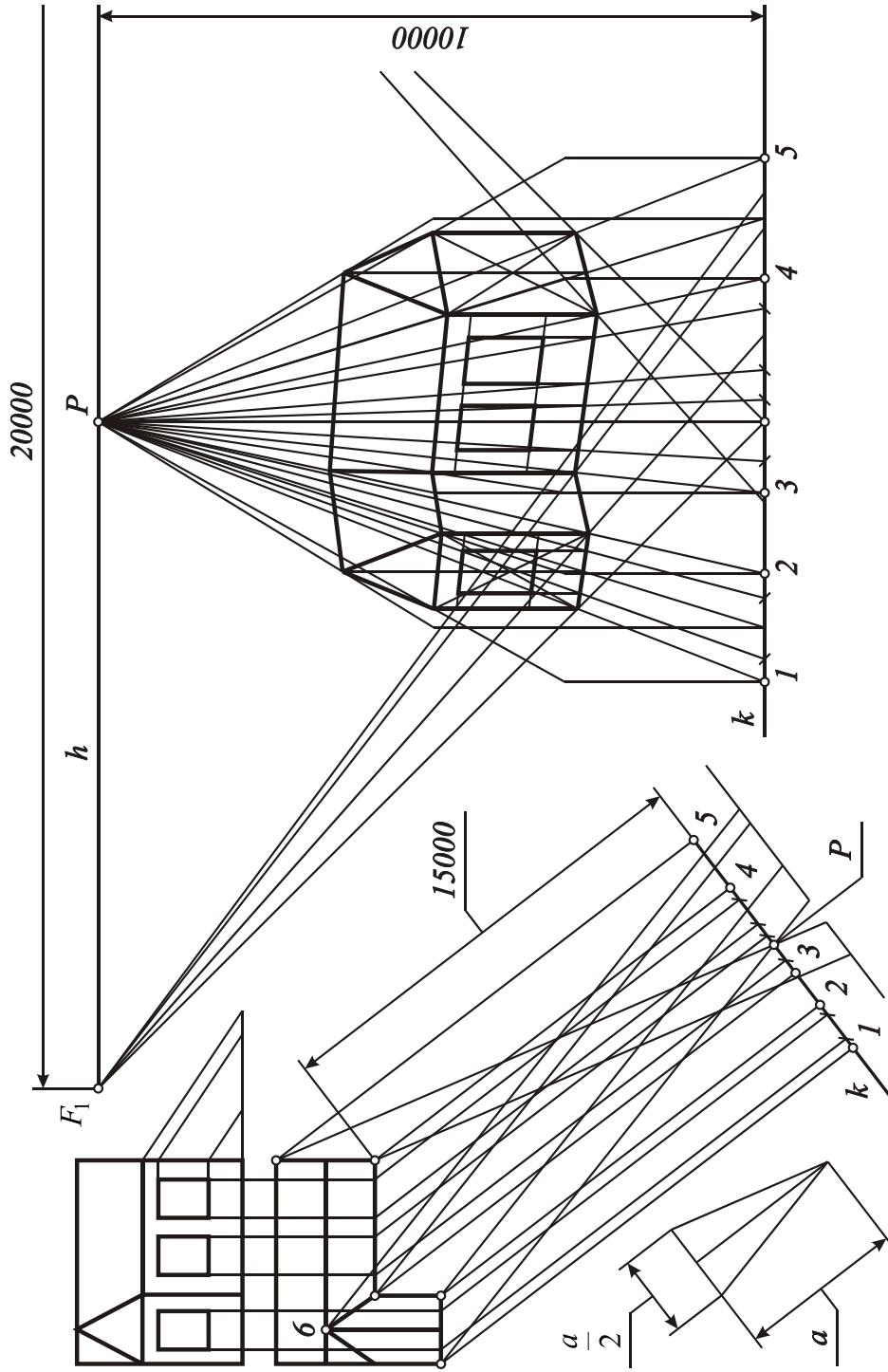


Рис. 2. Перспектива геометрического объекта при условии, что расстояние от центра проецирования до картинной плоскости больше высоты точки зрения в 4 раза.

Представим прямоугольный треугольник, в котором длина большего катета равна расстоянию от картинной плоскости до центра проецирования, а длина меньшего катета – его высоте. Если углу при вершине, совпадающей с центром проецирования, присвоить значение, равное  $14^{\circ}2'$ , то расстояние от картинной плоскости до центра проецирования будет больше его высоты в 4,0 раза, то есть получим соотношение между расстоянием от картинной плоскости до центра проецирования и его высотой, близкое к числу, которое было выявлено при реконструкции аппарата центрального проецирования в полиптихе Пьеро делла Франческа и фреске Мазаччо «Троица».

Предположим, что центр проецирования должен отстоять от картинной плоскости на расстояние, при котором высота точки зрения вписывается в угол  $14^{\circ}2'$  между главным лучом зрения и прямой, проведенной из центра проецирования в основание главной точки картины. Рассмотрим построение перспективы при расположении точки зрения в главной точке картины  $P$ , а центра проецирования  $S$  – в точке, отстоящей от картинной плоскости на расстояние, равное 8 м. При этом положение картинной плоскости было выбрано таким образом, чтобы стороны угла, проведенного из проекции главной точки картины на предметную плоскость и равного  $28^{\circ}4'$ , были касательными к плану геометрического объекта. Поднимем точку зрения на высоту, равную 10 м, а расстояние от центра проецирования до картинной плоскости оставим без изменений. Покажем на рис. 1 построение перспективы при условии, что расстояние от центра проецирования до картинной плоскости не зависит от высоты точки зрения. Теперь закрепим точку зрения на высоте 10 м, а расстояние от центра проецирования до картинной плоскости увеличим до 40 м. Покажем на рис. 2 построение перспективы при условии, что расстояние от центра проецирования до картинной плоскости больше высоты точки зрения в 4 раза.

Представим на рис. 3 результаты построения обеих перспектив. Обратим внимание, что на картине, построенной при постоянном расстоянии от центра проецирования до картинной плоскости, с подъемом высоты точки зрения размеры центральных проекций отрезков прямых линий, перпендикулярных картинной плоскости, увеличиваются, а центральная проекция предмета устремляется к линии горизонта. В то время как на картине, построенной при условии, что расстояние от центра проецирования до картинной плоскости больше высоты точки зрения в 4 раза, с увеличением высоты точки зрения размеры центральных проекций отрезков прямых линий, перпендикулярных картинной плоскости,

уменьшаются, а центральная проекция предмета приближается к основанию картинной плоскости. Это говорит о том, что перспектива, размещённая в правой части рис. 3, является более близкой зрительному восприятию, чем перспектива, представленная в левой части рис. 3. Действительно, опыт зрительного восприятия подсказывает, что с подъёмом на высоту предметы, расположенные под нами, как будто удаляются от линии горизонта, а их длина уменьшается.

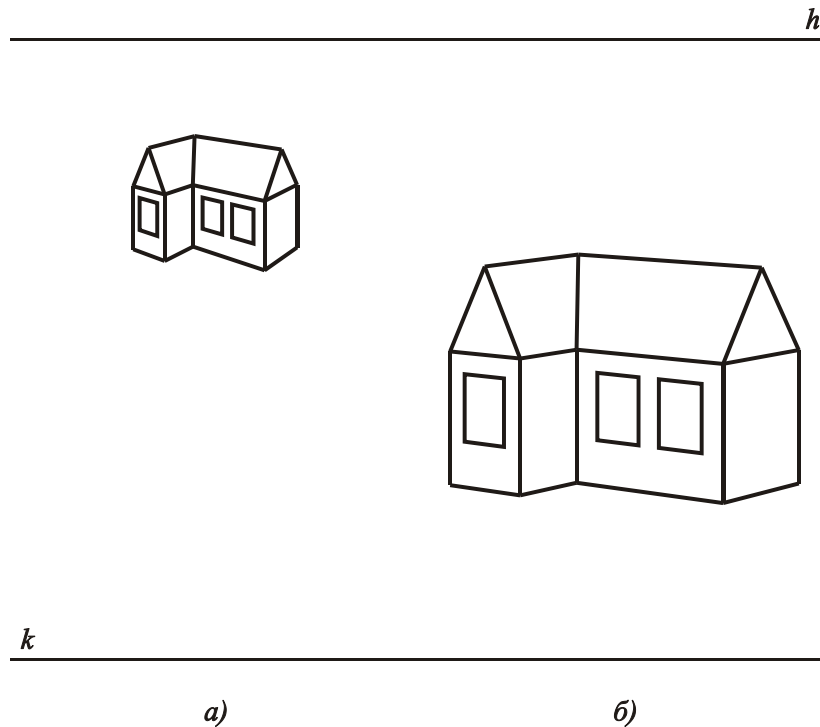


Рис. 3. Перспективы объекта при условии, что расстояние от центра проецирования до картинной плоскости: а) не зависит от высоты точки зрения; б) больше высоты точки зрения в 4 раза.

Когда-то в работе [6] нами было высказано предположение о том, что с увеличением высоты точки зрения размеры центральных проекций отрезков прямых линий, перпендикулярных картинной плоскости, остаются без изменений, если расстояние от центра проецирования до картинной плоскости увеличивается прямо пропорционально высоте точки зрения, но не было сказано, каким должен быть коэффициент пропорциональности. Теперь мы можем дать формулировку следующего правила построения перспективы, более близкой зрительному восприятию, чем перспектива, построенная по правилам, изложенным в трудах мастеров эпохи Возрождения:

чтобы перспектива лучше передавала глубину пространства, расположите центр проецирования в точке, удалённой от картинной

плоскости на расстояние, вчетверо превышающее высоту точки зрения.

Мы не зря в определении правила упомянули глубину пространства. Это обусловлено тем, что перспектива является результатом преобразования трёхмерного пространства в двумерную плоскость, и поэтому передать на плоскости зрительный образ пространства и вложенных в него предметов без потери информации об их форме и взаимном положении не представляется возможным. Отсюда следует, что если мы выигрываем в точности передачи ширины и высоты предмета, то проигрываем в передаче его длины, и наоборот, чем точнее мы передаём глубину пространства, тем с большими нарушениями зрительного восприятия отображаем ширину и высоту предмета [7]. Действительно, если картина, показанная в правой части рис. 3, лучше передаёт глубину пространства, то картина, расположенная в его левой части, более точно воспроизводит размеры геометрического объекта по ширине и высоте. Однако мастера эпохи Возрождения для того и создавали перспективу, чтобы в полном соответствии с картиной, которую человек видит из окна, передать на плоскости картины как раз глубину пространства, – поэтому из двух вариантов перспективы мы предпочитаем тот, который с наибольшей достоверностью передаёт величину предмета, измеренную в направлении, перпендикулярном картинной плоскости.

*Выводы.* Таким образом, представлено правило, связывающее выбор расстояния от центра проецирования до картинной плоскости с изменением высоты точки зрения. Показано, что применение этого правила усиливает ощущение глубины пространства при созерцании перспективы. Заметим, что в учебниках по начертательной геометрии при построении перспективы с низкой или высокой точек зрения рекомендуется пользоваться перспективой на наклонной плоскости [1]. Однако перспектива на наклонной плоскости с помощью искусственно введенных линейных искажений передаёт изменение видимой ширины предмета в зависимости от высоты точки зрения, но задачу о передаче видимой длины предмета с подъёмом точки зрения перспектива на наклонной плоскости не решает. Отсюда следует, что работа над усовершенствованием аппарата центрального проецирования должна быть продолжена.

#### Литература

1. *Климухин А. Г.* Начертательная геометрия / А. Г. Климухин. – М.: Стройиздат, 1978. – 334 с.
2. *Ницын А. Ю.* Реконструкция аппарата центрального проецирования в полиптихе Святого Антония кисти Пьеро делла Франческа /

- А. Ю. Ницын // Технічна естетика і дизайн. – К.: Віпол, 2013. – Вип. 12. – С.148–162.
3. *Ницын А. Ю.* Реставрація головних елементів побудови перспективи на фреске «Троїца» кисти Мазаччо / А. Ю. Ницын // Теорія та практика дизайну. – К.: Вид-во «Дія», 2014. – Вип. 6. Технічна естетика. – С. 127–138.
  4. *Ницын А. Ю.* Результати експеримента по определению расстояния от центра проецирования до картинной плоскости / А. Ю. Ницын // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Харків: ХДУХТ, 2006. – Вип. 15. – С.91–94.
  5. *Петерсон В. Е.* Перспектива / В. Е. Петерсон. – М.: Искусство, 1970. – 182 с.
  6. *Ницын А. Ю.* Перспектива перспективы / А. Ю. Ницын // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Х.: ХДУХТ, 2008. – Вип. 21. – С. 38–58.
  7. *Раушенбах Б. В.* Системы перспективы в изобразительном искусстве: общая теория перспективы / Б. В. Раушенбах. – М.: Наука, 1986. – 254 с.

### **ВИБІР ВІДСТАНИ ВІД ЦЕНТРУ ПРОЕКТУВАННЯ ДО КАРТИННОЇ ПЛОЩИНИ У ГЕОМЕТРИЧНОМУ АПАРАТІ ПЕРСПЕКТИВИ**

О.Ю. Ніцин

*Анотація* – у статті наводиться доведення твердження про те, що в геометричному апараті перспективи, близької зоровому сприйняттю, центр проектування розташовується у точці, віддаленій від картинної площини на відстань, що вчетверо перевищує висоту точки зору.

### **CHOICE OF DISTANCE FROM CENTER OF PROJECTION TO PICTURE PLANE IN GEOMETRICAL APPARATUS OF PERSPECTIVE**

A. Nitsyn

#### *Summary*

In the article a proof of assertion that in the geometrical apparatus of perspective, closed to the visual perception, the center of projection lies in a point, remote from a picture plane on distance, fourfold exceeding the height of point of view, is resulted.