

# Координатный метод построения электронного чертежа в модельном пространстве компьютера

## A coordinate method for constructing an electronic drawing in a computer model space

Соколова Л.С.

канд. техн. наук, доцент кафедры «Инженерная графика» МГТУ им. Н.Э.Баумана  
e-mail: sls@bmstu.ru

**Sokolova L.S.**

Ph.D. of Engineering, associate professor of department Engineering graphics of BMSTU - Bauman  
Moscow State Technical University  
sls@bmstu.ru

### Аннотация

Рассмотрено применение теоремы Польке при поиске координатного метода построения чертежа в модельном пространстве компьютера при 2D-моделировании в условиях перехода на цифровые технологии и новые инструментальные средства в инженерной и компьютерной графике.

Показаны преимущества координатного метода создания электронного чертежа в сравнении с классическим способом прямоугольного проецирования на две плоскости проекций.

Показана возможность обучения созданию электронного чертежа с натурной детали в учебном процессе при 2D-моделировании в системе аксонометрических осей на изометрическом изображении как обладающем наглядностью, однократностью и обратимостью.

**Ключевые слова:** теорема Польке; аксонометрия; 2D-геометрическое моделирование; электронный чертеж.

### Abstract

The application of Polke's theorem in the search for a coordinate method for constructing a drawing in the model space of a computer in 2D modeling under conditions of transition to digital technologies and new tools in engineering and computer graphics is considered.

The advantages of the coordinate method of creating an electronic drawing in comparison with the classical method of rectangular projection on two projection planes are shown.

The possibility of learning how to create an electronic drawing from a full-scale part in the educational process with 2D modeling in the system of axonometric axes on an isometric image as having visibility, singleness and reversibility is shown.

**Keywords:** Polke's theorem; axonometry; 2D geometric modeling; electronic drawing.

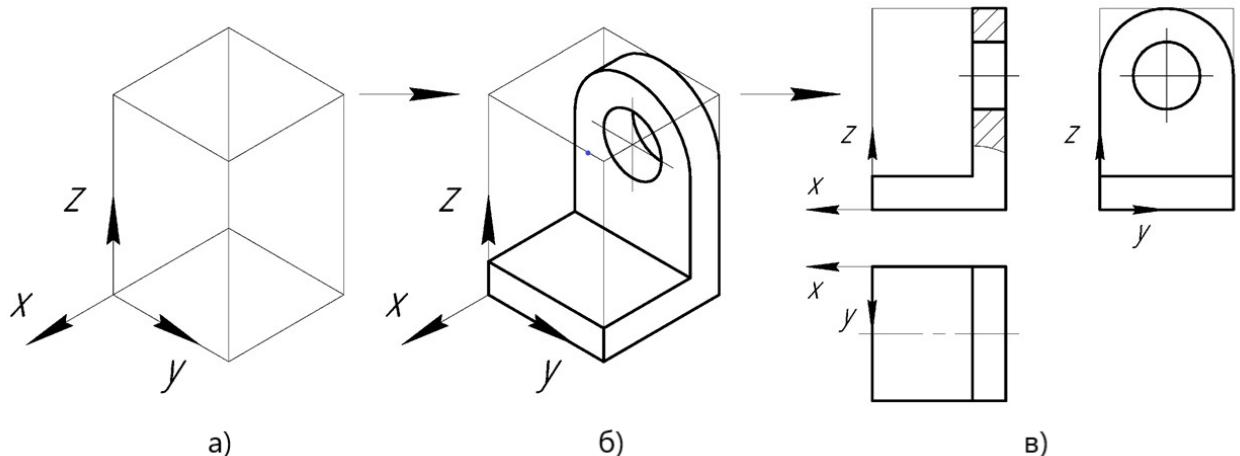
С позиции теории множеств любую геометрическую фигуру следует рассматривать как множество всех принадлежащих ей точек. Моделирование геометрических фигур в точечном пространстве выполняется по схеме классического метода двух изображений [3, 5]. Отображение геометрической фигуры на плоскости получаются путем проецирования ее точек на плоскость.

Наиболее известные из применяемых в технике и учебном процессе обратимых чертежей являются: чертеж Монжа, аксонометрия и перспектива [2], создаваемые по схеме классического метода двух изображений.

Современные цифровые технологии дополнили понятие чертежа, получаемого проецированием на плоскость проекций, понятием электронного чертежа, возникшим в связи с понятием электронной модели в модельном пространстве компьютера. Используемый в проект-

но-конструкторской деятельности способ создания электронного чертежа базируется на основе твердотельного моделирования при 3D-геометрическом моделировании [1]. Заметим, однако, что при создании самой 3D-электронной модели изделия используют чертеж Монжа.

Обращение к теореме Польке [4] в условиях перехода на цифровые технологии позволило по-новому прочитать сформулированную в теореме координатную взаимосвязь между прямоугольной системой координат в пространстве и системой аксонометрических осей. Что позволило предложить координатный метод построения электронного чертежа в модельном пространстве компьютера при 2D-моделировании вместо классического способа построения чертежа проецированием на плоскость проекций.



**Рис. 1. Координатный метод построения электронного чертежа  
в модельном пространстве компьютера:**

а) изометрический вид габаритного параллелепипеда локальной координатной зоны в каркасном исполнении; б) вычерчивание изометрического вида объекта в локальной координатной зоне; в) создание видового электронного чертежа из стандартных прямоугольных видов.

Особенностью предложенного метода является создание в модельном пространстве компьютера в его мировой системе координат локальной координатной зоны известного размера в каркасном исполнении.

С целью построения этой локальной зоны, сначала пространственный объект в натуральной системе координат имитируется его 3D-моделью подходящей геометрической фигуры, например, параллелепипедом, в габаритных размерах объекта в каркасном исполнении с обмером этих габаритных размеров. При этих построениях объект ориентируется таким образом, чтобы его основные измерения были направлены вдоль осей координат.

Естественен дальнейший перевод построенной в натуральных координатах каркасной 3D-модели объекта в аксонометрический вид как обладающей наглядностью, однокартинностью и обратимостью с сохранением обмерных размеров. (рис. 1, а).

Программное обеспечение современного компьютера предлагает частные виды системы аксонометрических осей, обеспечивающие простоту построений и дающие достаточно наглядные изображения. Для них нет необходимости определять углы между аксонометрическими осями и показатели искажений. Это: стандартные прямоугольные изометрические и стандартные диметрические системы аксонометрических осей.

Как было отмечено ранее, при моделировании точечного пространства все геометрические фигуры в нем рассматриваются как множество течек. Поэтому построенное изображение в виде каркаса из линий, заполнено точками (см. рис.1, а). В созданном локальном координатном изометрическом изображении в каркасном исполнении можно определить координаты любых точек.

Следующим шагом в реализации предлагаемого метода является вычерчивание (рисование) конструируемого объекта в созданной локальной зоне (рис. 1, б). Построения выполняют по правилам построения изометрических изображений: сохраняется параллельность прямых между собой и координатным осям, сохраняются натуральные размеры и т.д.

Для избежания пересчетов при переходе от натуральных координат к изометрическим и обратно при данных построениях электронного чертежа не оправдан учет искажений изометрического вида, т.е. коэффициент искажений  $K$  принимают равным 1. Это соответствует масштабированию изометрического изображения.

Современное программное обеспечение (например, AutoCAD) автоматически переводит изометрические размеры в натуральные и наоборот. В этом случае целесообразно разделить экран компьютера на четыре части, из которых на одном – строят прямоугольный изометрический вид, а на трех других – воспроизводятся эти построения, например, главный вид, вид сверху и вид слева (рис.1, в).

Рассмотренная технология создания видового чертежа эффективна при обучении созданию электронного чертежа с натурной детали в учебном процессе при 2D- геометрическом моделировании как обеспечивающая наглядность, однокартинность и обратимость построений.

При вычерчивании изометрического изображения очень просто вносить изменения в рисунок простым стиранием и перечерчиванием; при этом они автоматически будут воспроизводиться на прямоугольных видах.

На изометрическом виде выполняют основные построения соответствующих частей объекта. На нем нецелесообразно вычерчивать простые геометрические элементы (фаски, скругления, сколы, отверстия и т.д.). Их удобнее вычерчивать на прямоугольных видах. На них же выполняют разрезы, сечения, дополнительные построения, а также штриховку и др. Однако, все построения не должны выходить за пределы созданной локальной размерной зоны.

После завершения построений на прямоугольных и изометрических видах, границы локальной зоны убираются и построенные изображения оказываются в модельном пространстве компьютера в мировой системе координат.

Этот этап построения электронного чертежа является сигналом к простановке размеров и завершает создание электронного чертежа с его оформлением согласно требованиям ЕСКД.

## **Выводы.**

1. Обращение к теореме К. Польке в условиях перехода на новые инструментальные средства и цифровые технологии в инженерной и компьютерной графике позволило реализовать координатный метод построения электронного чертежа в модельном пространстве компьютера вместо классического прямоугольного проецирования на две плоскости проекций.

2. Метод заключается в создании в модельном пространстве компьютера в его мировой системе координат локальной размерной зоны как в аксонометрической системе координат, так и прямоугольной системе координат. В этих зонах вычерчиваются и изометрическое изображение объекта, и его электронный чертеж.

## **Литература**

1. Гузненков В.Н., Журбенко П.А. Autodesk Inventor 2012. Трехмерное моделирование деталей и создание чертежа. Учебное пособие. М.: Изд-во ДМК, 2013. 220 с.
2. Иванов Г.С. Теоретические основы начертательной геометрии: Учебное пособие. М.: Машиностроение, 1998. 157 с.
3. Сальков Н.А. Об изображениях // Геометрия и графика. 2022. Т.10. №2. С. 3–10. DOI:10.12737/2308-4898
4. Соколова Л.С. Теорема К. Польке в модельном пространстве компьютера при 2d-моделировании // Геометрия и графика. 2024. Т.12. №1. С.12–21. DOI: 10.12737/ISSN2308-4898
5. Четверухин Н.Ф. Проективная геометрия. М.: Просвещение, 1969. 368 с.