

УДК 514.18 + 004.92

## НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ В ПАКЕТЕ SOLIDWORKS

*А.Н. Логиновский*

Рассмотрены вопросы ведения курса начертательной геометрии в пакете SolidWorks. Приведены примеры задания геометрических фигур, решения позиционных и комплексных задач.

Ключевые слова: комплексный чертеж; 3D модель; эскиз; геометрические тела; поверхности; 3D пространство; взаимосвязи; SolidWorks.

Современные графические пакеты позволяют решать геометрические задачи непосредственно в 3D пространстве без преобразования его в 2D. В то же время чертеж пока остается одним из основных средств документирования проекта. Поэтому в рамках курса начертательной геометрии необходимо сочетать вопросы теоретических основ чертежа и компьютерного геометрического моделирования.

### Образование комплексного чертежа

Графический редактор пакета SolidWorks предназначен для создания 3D моделей объектов. Плоские изображения – эскизы носят вспомогательный характер и предназначены для последующих преобразований в пространственные 3D модели. Ортогональное проектирование выполняется командой «Преобразование объектов» на выбранную плоскость эскиза. В качестве плоскостей проекций могут быть «штатные» плоскости триады, плоские грани или «справочные плоскости» (рис. 1, а).

Комплексный чертеж объекта формируется по команде «создать чертеж из детали» на специальных листах с образованием отдельного файла, сохраняющим ассоциативную связь с 3D моделью (рис. 1, б). Перед созданием чертежа следует в параметрах установить: *настройки пользователя – отображение/выбор кромки – по первому углу*. По умолчанию действует американский стандарт, где главным является вид сверху.

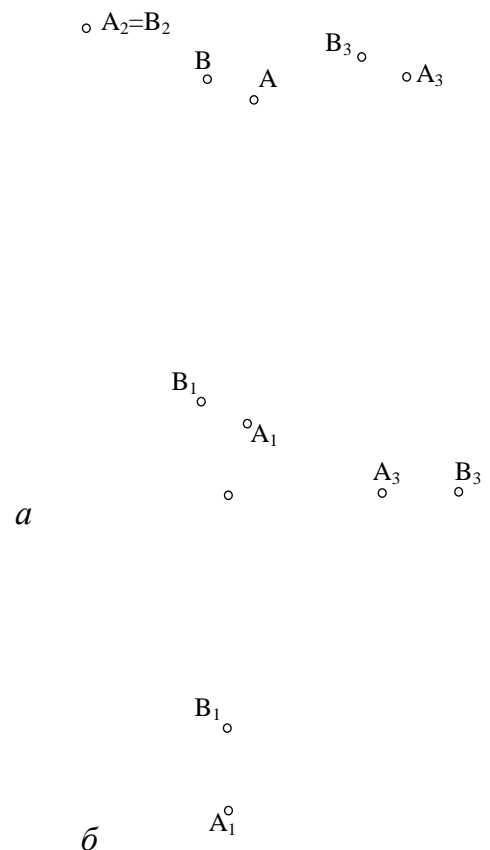


Рис. 1. а – пространственная модель образования комплексного чертежа; б – комплексный чертеж

### Создание 3D модели по комплексному чертежу

В зависимости от типа заданных геометрических фигур возможны два метода преобразования 2D модели в 3D. Геометрические тела удобнее задавать размерами, отрезки прямых – координатами.

Например, эллиптический гиперboloид задан тремя скрещивающимися отрезками. На комплексном чертеже проводятся оси  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и измеряются численные значения координат конечных точек отрезков (рис. 2, *a*). Затем в 3D эскизе произвольно строят три отрезка, активируют их конечные точки и задают им координаты, взятые с комплексного чертежа (рис. 2, *б*).

#### Плоские и пространственные линии

Положение прямых относительно плоскостей проекций и между собой в SolidWorks задается взаимосвязями: параллельность, перпендикулярность, коллинеарность, вдоль координатной оси. Прямую общего положения целесообразно задавать в 3D эскизе по координатам, как это показано на рис. 2, *б*. Истинную величину отрезка прямой и ее углы наклона к плоскостям проекций, расстояние между скрещивающимися прямыми определяют командой «измерить». Данные измерения можно сохранить во вкладке «датчики».

Кривые линии алгебраические и трансцендентные задаются различными способами: с использованием «штатных» примитивов (рис. 3, *a*) или уравнений. Например, эвольвенту окружности можно построить, задав ее уравнением:  $x_t = r \cdot \cos(t) + r \cdot t \cdot \sin(t)$ ;  $y_t = r \cdot \sin(t) - r \cdot t \cdot \cos(t)$ . Уравнение пространственной спирали, «намотанной» на глобоид:  $x_t = R \cdot \cos(t)$ ;  $y_t = a - (a - R \cdot \sin(t)) \cdot \cos(b \cdot t)$ ;  $z_t = (a - r \cdot \sin(t)) \cdot \sin(b \cdot t)$  (рис. 3, *б*).

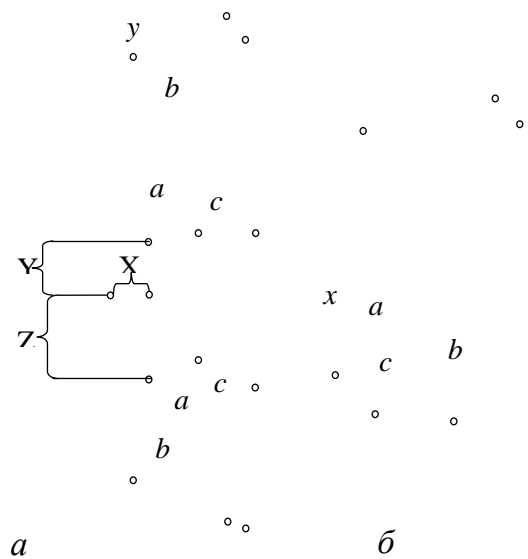


Рис. 2. *a* – построение осей координат на комплексном чертеже; *б* – 3D модель, построенная по координатам



Рис. 3. *a* – «штатные» коники; *б* – кривые, заданные параметрическими уравнениями

### Поверхности, геометрические тела

Пакет SolidWorks дает возможность задать, практически, любые поверхности, тела, рассматриваемые в начертательной геометрии. Наличие 3D параметризации значительно облегчает процесс построения поверхностей, геометрический определитель которых состоит из ряда прямых или кривых линий. Например, линейчатая поверхность, заданная тремя скрещивающимися прямыми  $a, b, c$  (рис. 4, *a*). Для построения образующей  $k$  на заданных прямых строят точки  $1, 2, 3$  с взаимосвязью «совпадение» и проводят произвольную прямую. Прямой поочередно придают взаимосвязь «совпадение» с указанными точками. Прямая, перемещаясь в пространстве, занимает положение образующей  $k$ . Аналогично проводят построение образующей  $l$ .

Чтобы построить сечения, задают плоскость, которая пересекает все образующие. В плоскости определяют точки пересечения  $1, 2, 3, 4, 5$  ( точки пронзания) прямых с плоскостью (рис. 4, *б*). Строят произвольный эллипс, который взаимосвязью «совпадение» совмещают с точками. Задав ряд параллельных плоскостей, аналогично создают необходимое количество сечений. Командой «по сечениям», используя построенные эллипсы, строят эллиптический гиперboloид (рис. 4, *в*).

Линейчатую поверхность, заданную тремя направляющими кривыми, строят после создания достаточно плотного каркаса из образующих отрезков (рис. 4, *г*). Образующие отрезки  $l, l', l'' \dots$ , строят с использованием взаимосвязи «совпадение» аналогично каркасу гиперboloида, предварительно задав точки на направляющих кривых  $a, b, c$ . Поверхность формируют командой «поверхность границы».

Для построения эвольвентного геликоида необходима направляющая – цилиндрическая гелиса  $s$  и образующая – прямая  $k$ , касательная к гелисе (рис. 4*д*). Гелиса создается с использованием «штатной» команды спираль. Затем в трехмерном эскизе, используя взаимосвязи «совпадение» «касательность»,

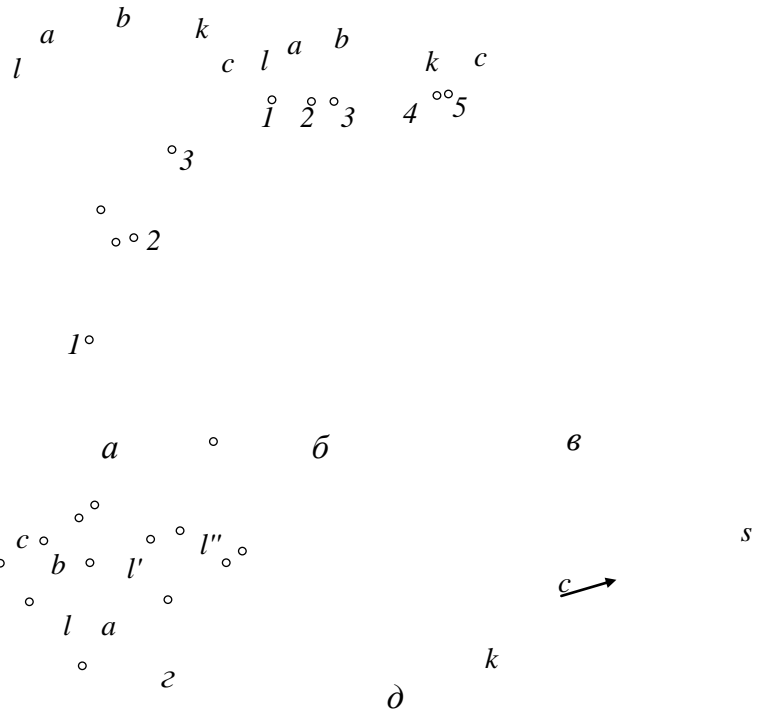


Рис. 4. *a* – построение образующих гиперboloида; *б* – эллиптические сечения; *в* – эллиптический гиперboloид; *г* – линейчатая поверхность общего вида; *д* – эвольвентный геликоид

строят образующую. Поверхность создают командой «поверхность по траектории», указав в качестве профиля касательную прямую, а направления – гелису.

### Позиционные и комплексные задачи

В качестве примера рассмотрим задачу, содержащую как фрагменты позиционных, так и комплексных задач.

Условие задачи (рис. 5, а): даны окружность  $c$ , сфера  $\sigma$  и плоскость  $\alpha(m \cap n)$ . Построить конус  $k$  с основанием  $c$  и вершиной в некоторой точке  $S$ , принадлежащей плоскости  $\alpha$ , пересекающийся со сферой по окружностям [1].

Плоскость  $\alpha$  заменим справочной плоскостью  $\Delta$ , проведя ее через пересекающиеся прямые  $m \cap n$  (рис. 5, б). Зададим справочной плоскостью  $\Sigma$  плоскость симметрии, используя центр сферы  $A$  и диаметр  $1-2$  окружности  $c$ . Вершина конуса  $S$  должна принадлежать как плоскости  $\Sigma$ , так и плоскости  $\Delta$ , то есть их линии пересечения  $g$ . В 3D эскизе проводим линию  $g$  в виде произвольной прямой и назначаем ей взаимосвязь «на плоскости» с плоскостями  $\Sigma$  и  $\Delta$ . Командой «эскиз вдоль линии пересечения тел» построим окружность  $\delta$ , как результат пересечения сферы с плоскостью симметрии  $\Sigma$ . На прямой  $g$  зададим произвольно точку  $S$  и соединим ее с конечными точками  $1, 2$  диаметра окружности  $c$ . Соединим хордами точки пересечения прямых  $S-1, S-2$  с окружностью  $\delta$ . Из центра сферы  $A$  к серединам хорд  $3-4, 5-6$  проведем отрезки. Назначим хордам взаимосвязи:  $3-4$  «параллельность» диаметру  $1-2$ ;  $5-6$  «перпендикулярность» отрезку  $A-7$ . Точка  $S$ , скользя по прямой  $g$ , занимает нужное положение.

Командой «по сечениям», указав точку  $S$  и окружность  $c$  в качестве профилей и отрезки  $S-1, S-2$  – в качестве направляющих, создаем искомый конус (рис. 5, в).

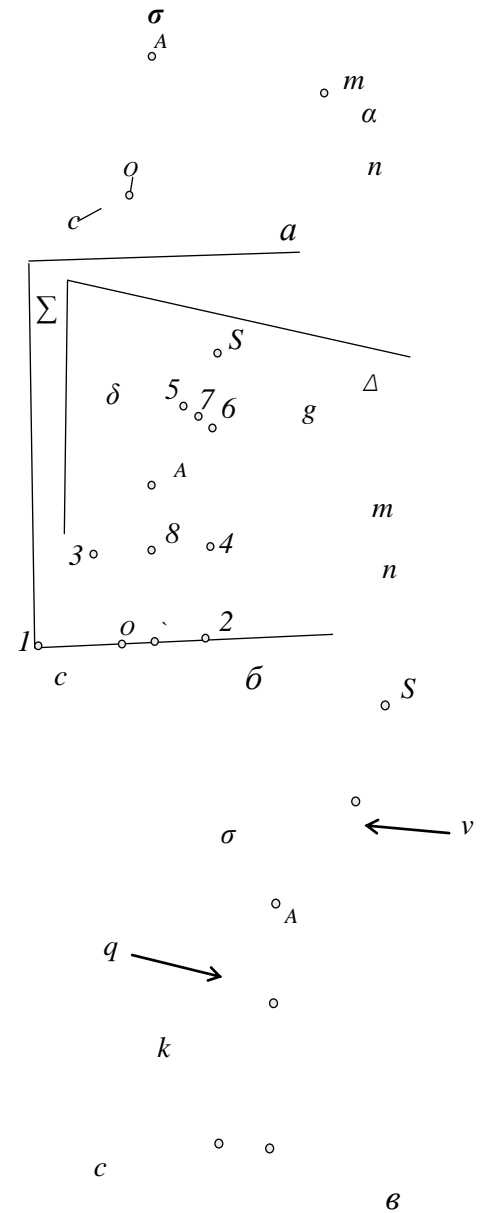


Рис. 5. а – условия задачи;  
б – этапы решения; в – результат решения

### Библиографический список

1. Пеклич, В.А. Задачи по начертательной геометрии: учебное пособие / В.А. Пеклич, С.Н. Павленко. – М.: Высшая школа, 1999. – 139 с.

[К содержанию](#)