

УДК 378.1

В.Г. Серeda, доцент, канд. техн. наук

Севастопольский национальный технический университет

г. Севастополь, 99053, Украина

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

СТАНОВЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Предлагается оригинальный подход к изучению начертательной (изобразительной) геометрии, способствующий становлению пространственного воображения и конструктивно-геометрического мышления.

*Инженер должен хорошо чувствовать пространство,
иначе он не сумеет самостоятельно разрабатывать проекты.
М. Леви*

Одной из основных задач инженерного образования является становление у студентов творческих способностей, пространственного воображения и конструктивно-геометрического мышления. Развитием общей геометрической культуры инженера, конструктивного мышления – геометрической интуиции, умения «видеть» пространственные формы и их изображения занимается начертательная геометрия. При изучении этой дисциплины студенты встречаются с целым рядом трудностей, вызываемых тремя основными причинами:

- большое число новых понятий и терминов, которые не изучались в школе;
- быстрый переход от конкретных геометрических фигур к их абстрактным графическим моделям;
- забытые основные положения элементарной геометрии, изучавшейся в школе.

В начертательной геометрии изучаются различные способы решения геометрических задач, при этом классификации задач не придается существенного значения [1,2].

Анализ работ, связанных с рассматриваемой темой показывает, что вопрос становления конструктивно-геометрического мышления в курсе начертательной геометрии, являющейся одной из первых и основных общеинженерных дисциплин, остается практически не раскрытым [3,4,5,6].

Целью данной работы является создание четкой классификации задач начертательной геометрии, позволяющей обеспечить ажурный отбор минимального количества задач с системой алгоритмов их решения, способствующих быстрейшему становлению конструктивно-геометрического мышления студентов.

Все задачи начертательной геометрии разделим на три группы (рисунок 1):

- **задачи кодирования геометрической информации** (задачи, связанные с построением проекций объекта);
- **задачи декодирования геометрической информации** (задачи, связанные с чтением чертежа);
- **задачи переработки геометрической информации** (задачи, связанные с исследованием геометрических свойств объекта).

К задачам кодирования геометрической информации отнесем следующие:

- простые конструктивные задачи;
- задачи конструирования, задания и изображения поверхностей;
- задачи на касание геометрических объектов.

Простые конструктивные задачи – это задачи построения проекций пар геометрических элементов в заданном взаимном расположении.

В этих задачах положение моделируемого геометрического элемента, относительно заданного, определяется одним условием. Решение таких задач предполагает знание проективных, аффинных и метрических свойств ортогональных проекций, а также знание школьного курса стереометрии.

На комплексном чертеже проекции объекта создаются с помощью простых конструктивных задач. При этом заданные расстояния откладываются на линиях уровня, а заданные углы строятся в плоскостях уровня. К простым конструктивным задачам относятся проективные, аффинные и метрические задачи.

Проективные задачи – это задачи, в которых взаимное расположение геометрических элементов определяется только условиями принадлежности.

Аффинные задачи – это задачи, в которых, наряду с условиями принадлежности, имеются условия параллельности.

Метрические задачи – это задачи, в которых, наряду с условиями принадлежности и параллельности, задаются величины расстояний и углов. Простые конструктивные задачи используются при составлении алгоритмов решения позиционных и метрических задач.

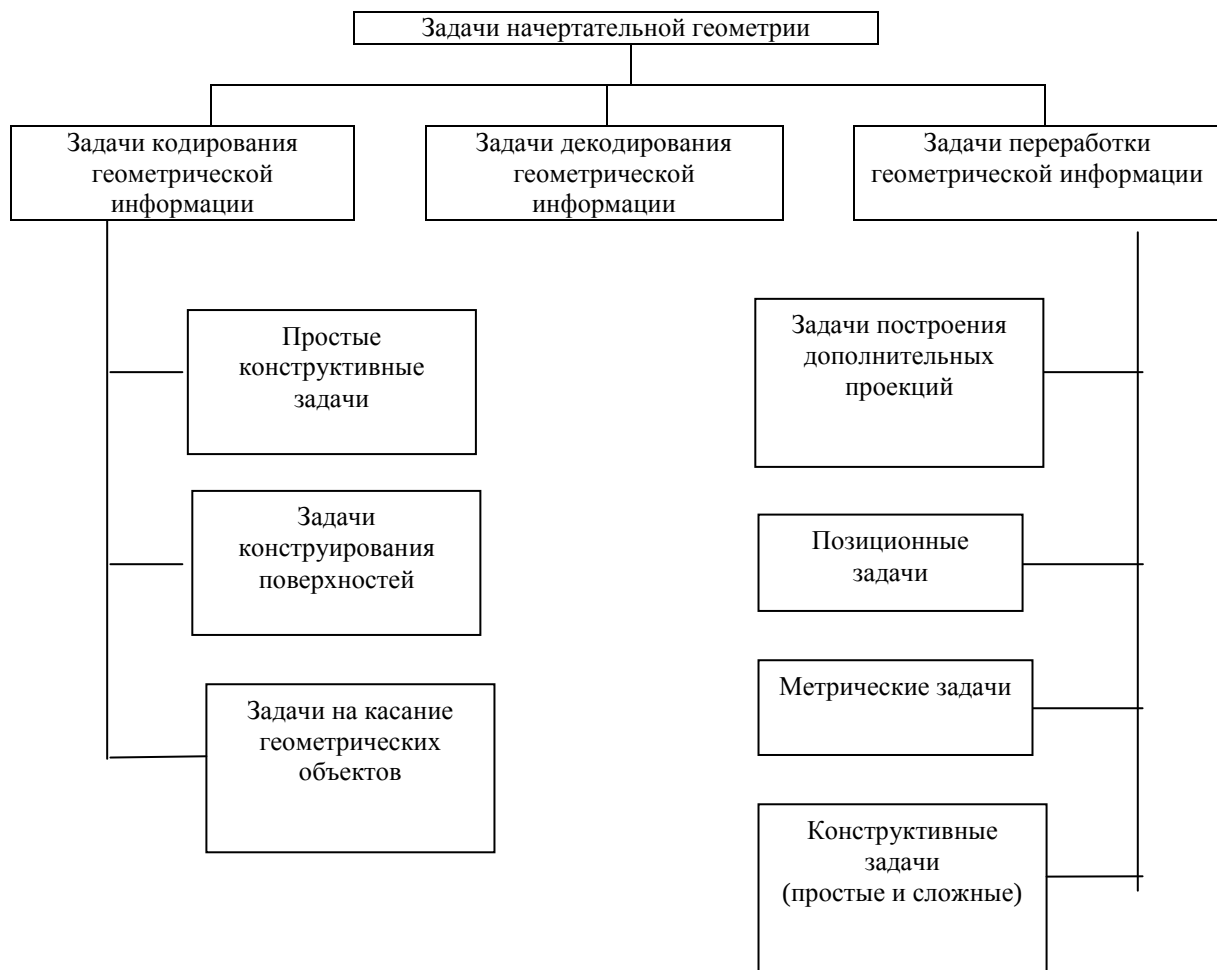


Рисунок 1 — Структура задач начертательной геометрии

Задачи конструирования, задания и изображения поверхностей предполагают знание свойств многогранников, цилиндра, конуса, сферы, тора, поверхностей вращения, линейчатых поверхностей, циклических поверхностей, винтовых поверхностей и поверхностей второго порядка.

Задачи на касание объектов предполагают знание свойства проецирования кривых заданного порядка и касательных к кривым. Плоскость, касательная к поверхности, определяется двумя касательными к двум кривым поверхности, проходящим через точку касания.

Решения задач кодирования геометрической информации основаны на знании неизменных свойств (инвариантов) ортогонального проецирования.

Задачи декодирования геометрической информации являются обратными по отношению к задачам кодирования геометрической информации. При самостоятельном решении задач второй группы студенты учатся по известным свойствам проекций выявлять геометрические свойства изображенного объекта.

К задачам переработки геометрической информации относятся следующие:

- задачи на построение дополнительных проекций;
- позиционные задачи;
- метрические задачи;
- конструктивные задачи.

При решении этих задач используется преобразование проекций и способ сечений.

Задачи построения дополнительных проекций (преобразование проекций). Решение этих задач предполагает знание алгоритмов решения четырех основных задач (конструктов) преобразования комплексного чертежа:

- 1) преобразовать комплексный чертеж так, чтобы заданная прямая линия стала параллельной плоскости проекций;

2) преобразовать комплексный чертеж так, чтобы заданная прямая линия стала перпендикулярной плоскости проекций;

3) преобразовать комплексный чертеж так, чтобы заданная плоскость стала перпендикулярной плоскости проекций;

4) преобразовать комплексный чертеж так, чтобы заданная плоскость стала параллельной плоскости проекций.

Преобразования проекций на комплексном чертеже выполняют:

– способом замены плоскостей проекций (изменением положения плоскостей проекций по отношению к неподвижному объекту);

– способом перемещения (изменением положения объекта относительно неподвижных плоскостей проекций).

Позиционные задачи – задачи, в которых определяются проекции точек и линий, принадлежащих одновременно двум геометрическим элементам или поверхностям. К позиционным задачам относятся задачи на взаимную принадлежность, пересечение и порядок расположения геометрических объектов. Решение задач на взаимную принадлежность объектов основано на знании свойств принадлежности точки и линии поверхности.

Простые позиционные задачи – задачи пересечения заданной поверхности (плоскости) с проецирующей плоскостью или поверхностью.

Для построения проекций линии пересечения многогранников проецирующей плоскостью применяют следующие способы:

– способ ребер (многократное решение задачи построения точки пересечения прямой с плоскостью);

– способ граней (многократное решение задачи на построение линии пересечения двух плоскостей).

Сложные (главные) позиционные задачи – это задачи на пересечение линии с поверхностью и поверхности с поверхностью.

Решение задач на пересечение линии с поверхностью основано на использовании способа сечений.

Для построения линии пересечения поверхностей применяют следующие способы:

– способ плоскостей - посредников;

– способ сфер - посредников (концентрических или эксцентрических).

Метрические задачи – это задачи, в которых определяются величины расстояний и углов между геометрическими элементами, принадлежащими одному или двум объектам.

Между парами геометрических элементов можно составить одиннадцать метрических задач. Среди метрических задач различают лонгометрические и гониометрические задачи.

Элементарные лонгометрические задачи – это задачи, в которых по заданным проекциям определяются величины расстояний между парами геометрических элементов.

Элементарные гониометрические задачи – это задачи, в которых по заданным проекциям объекта определяются величины углов между его геометрическими элементами.

Развертывание поверхностей – это задачи, в которых по заданным проекциям поверхности определяются совмещенные с плоскостью истинные величины ее отсеков. Решение этих задач основано на знании свойств развертываемых поверхностей.

При построении разверток применяют следующие способы:

– способ триангуляции (поверхность приближенно заменяется треугольными гранями, а затем развертывается);

– способ нормального сечения (цилиндрическая поверхность приближенно заменяется призматической поверхностью, а затем развертывается вдоль истинной величины нормального сечения);

– способ раскатки (цилиндрическую поверхность приближенно заменяют призматической поверхностью, а затем последовательно вращают ребра поверхности вокруг предыдущих ребер до их совмещения с плоскостью);

– способ цилиндров (поверхность вращения заменяется последовательно цилиндрическими и призматическими отсеками, а затем развертывается);

– способ конусов (поверхность вращения заменяется последовательно коническими и призматическими отсеками, а затем развертывается).

К конструктивным задачам относятся простые и сложные (комбинированные) конструктивные задачи.

Простые конструктивные задачи – это задачи, в которых строятся проекции нового геометрического элемента по заданным геометрическим условиям (расстояниям и углам), характеризующим его положение относительно уже изображенного элемента. При частных положениях геометрических элементов относительно плоскостей проекций алгоритмы решения этих задач вытекают

непосредственно из свойств ортогональных проекций. В общем случае, простые конструктивные задачи решаются с преобразованием проекций по алгоритму, состоящему из четырех операций:

- определяют (мысленно) решающее положение объекта относительно дополнительной плоскости проекций (для каждой конструктивной задачи оно такое же, как и для метрической задачи);
- строят дополнительную проекцию объекта;
- строят на дополнительной плоскости проекций проекцию искомого элемента по заданным геометрическим условиям;
- строят проекции искомого элемента на заданных плоскостях проекций.

Для того чтобы каждая из задач имела единственное решение, необходимы дополнительные условия. После наложения дополнительных условий каждая простая конструктивная задача становится сложной конструктивной задачей.

Задачи, в которых одна проекция задана, а другую следует достроить, исходя из широких познаний геометрической науки, следует отнести к занимательным задачам начертательной геометрии.

Сложные (комбинированные) конструктивные задачи – задачи, в которых моделируется взаимное расположение трех и более геометрических элементов. Дополнительные условия для каждой элементарной задачи могут быть различными. В связи с этим каждая элементарная задача порождает определенный тип сложных конструктивных задач.

При решении каждой задачи необходимо ответить на три вопроса:

1. При каких значениях параметров, определяющих взаимное положение заданных и искомого геометрических элементов, задача имеет решение?
2. Сколько решений задача имеет, в общем, и частных случаях?
3. Какие способы решения с точки зрения начертательной геометрии являются более рациональными?

Алгоритмы решения сложных конструктивных задач состоят из алгоритмов простых конструктивных задач, главных позиционных задач и конструктивных метрических задач. При этом часто приходится использовать множество точек, принадлежащих плоскости или какой-нибудь закономерной поверхности. Некоторые комбинированные конструктивные задачи можно решить без преобразования комплексного чертежа. Однако решение получается проще и нагляднее, если используется преобразование комплексного чертежа.

Решение каждой сложной конструктивной задачи состоит из трех частей:

- алгоритмическая часть, в которой используется алгоритм решения элементарной метрической задачи с помощью преобразования проекций.
- творческая часть, в которой на дополнительных проекциях моделируется решение задачи в пространстве. Каждая задача обыкновенно имеет несколько пространственных решений. Выбор наиболее рационального способа решения зависит от знаний и творческих способностей студента.
- алгоритмическая часть, в которой используется алгоритм перехода от дополнительных проекций к основным проекциям.

При самостоятельном решении задач студенты учатся по известным проекциям объекта исследовать проективные, аффинные и метрические свойства объекта, выполняя на чертеже дополнительные геометрические построения.

Задачи начертательной геометрии можно излагать на языке модели (операций выполненных на чертеже) или на языке объекта (операций выполненных в пространстве). Для краткости алгоритм решения задачи формулируется в свернутом виде на языке объекта, как некоторая последовательность геометрических операций выполняемых в пространстве и приводящих к искомому решению. Чтобы развернуть такой алгоритм, т.е. сформулировать его на языке модели, следует знать реализацию на чертеже каждой операции, выполненной в пространстве. Развернутый алгоритм представляется как совокупность элементарных графических операций, выполнение которых основано на свойствах ортогонального проецирования.

Итак, использование в учебном процессе простой логической структуры курса, четкой классификации задач с системой легко запоминаемых алгоритмов решения обеспечит быстрее развитие конструктивно-геометрического мышления и творческих способностей студентов. Представляется целесообразным дальнейший поиск путей развития у студентов конструктивно-геометрического мышления при изучении смежных дисциплин.

Библиографический список:

1. Михайленко В.Е. Сборник задач по начертательной геометрии (с элементами программирования) / В.Е. Михайленко. — К.: Выща шк., 1976. — 224 с.
2. Рускевич Н.Л. Сборник задач по начертательной геометрии / Н.Л. Рускевич. — К.: Выща шк., 1978. — 184 с.

3. Гервер В.А. Графические задачи, связанные с мысленным преобразованием пространственных форм и их изображений / В.А. Гервер // Новые исследования в педагогических науках. — М.: Педагогика, 1970. — №3. — С. 37–42.

4. Сурин Е.Л. Роль пространственного воображения в практике конструкторской работы и в преподавании графических дисциплин во втузах / Е.Л. Сурин // Проблемы восприятия пространства и пространственных представлений. — М.: Изд-во АПН РСФСР, 1972. — С. 62–78.

5. Середа В.Г. Формирование творческих способностей в курсе начертательной геометрии / В.Г. Середа, А.Ф. Медведь // СВЧ техника и телекоммуникационные С255 технологии: матер. 15-ой междунар. Крымской конференции КрыМиКоэ. — 2005, Севастополь, 12 – 16 сентября 2005г. — Материалы конференции в 2 т. — Севастополь: «Вебер», 2005. — С. 123–124.

6. Середа В.Г. Творческий тренинг в начертательной геометрии / В.Г. Середа // СВЧ-техника и телекоммуникационные С255 технологии: матер. 16-ой междунар. Крымской конф. КрыМиКоэ — 2006, Севастополь, 12 — 16 сентября 2006г. — Материалы конференции в 2 т. — Севастополь: «Вебер», 2006. — С. 91–92.

Поступила в редакцию 18.11.2008 г.