

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ – ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ БАЗА ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Тараховский А.Ю.

Севастопольский государственный университет, Севастополь

Ключевые слова: начертательная геометрия, инженерная графика, 3D-моделирование, реверс-инжиниринг, 3D-сканирование, технические чертежи, автоматизированное проектирование, образовательные стандарты, современные технологии.

Аннотация. Современные САПР упростили проектирование, но принципы начертательной геометрии остаются важными для эффективного использования САПР и исключение дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» из учебного процесса было бы ошибочно. Некоторые аспекты, такие как ручное черчение и сложные задачи, могут быть сокращены, однако базовые понятия, такие как чтение чертежей и основы координатной геометрии, должны сохраняться. Сама дисциплина требует модернизации с точки зрения сочетания традиционных знаний и САПР.

DESCRIPTIVE GEOMETRY IS THE FUNDAMENTAL BASIS FOR MODERN 3D MODELING

Tarakhovskiy A.Yu.

Sevastopol State University, Sevastopol

Keywords: descriptive geometry, engineering graphics, 3D modeling, reverse engineering, 3D scanning, technical drawings, computer-aided design, educational standards, modern technologies.

Abstract. Modern CAD systems have simplified the design, but the principles of descriptive geometry remain important for the effective use of CAD, and it would be a mistake to exclude the discipline "Descriptive Geometry and Engineering Graphics" from the educational process. Some aspects, such as manual drawing and complex tasks, can be shortened, but basic concepts such as reading drawings and basic coordinate geometry must be preserved. The discipline itself requires modernization in terms of combining traditional knowledge and CAD.

В современном мире САПР практически полностью вытеснили ручное черчение, за исключением случаев, когда нет возможности использовать компьютер, например в ремонтном производстве, расположенном вне доступа к сети Internet и при отсутствии стабильного электричества. Согласно этим последним тенденциям, во многих ВУЗах дисциплина «Начертательная геометрия и инженерная графика» беспощадно уничтожается, урезаются часы на лекции и практические работы. В качестве объяснений приводится аргумент, что одним движением и кликом мыши, при помощи существующих САПР, современные специалист сможет в трехмерном пространстве решить задачи, на которые у него ушло бы несколько часов при ручном черчении.

Начертательная геометрия – это дисциплина, которая обучает студентов визуализировать и изображать трехмерные объекты на плоскости [1-3].

Рассмотрим, какие разделы входят в данную дисциплину.

1. *Методы проецирования*: ортогональное (прямоугольное) проецирование, косоугольное проецирование, аксонометрические проекции (изометрическая, диметрическая, триметрическая).

2. *Проекционные связи между точками, линиями и плоскостями*: проекция точки, проекция прямой линии, положение плоскости относительно системы координат, взаимное положение прямых линий и плоскостей.

3. *Построение изображений геометрических фигур*: изображение многогранников (например, куба, пирамиды, призмы), изображение кривых поверхностей (цилиндра, конуса, сферы), разрезы и сечения тел.

4. *Пересечение геометрических элементов*: пересечение двух плоскостей, пересечение прямой линии с плоскостью, пересечение поверхности с плоскостью (линии пересечения).

5. *Позиционные задачи*: определение видимости частей объекта при проецировании, методы решения задач на пересечение и принадлежность точек к поверхностям.

6. *Кривые линии и поверхности второго порядка*: окружности, эллипсы, параболы, гиперболы, поверхности вращения (сфера, цилиндр, конус).

7. *Аксонометрия и перспективные проекции*: основные виды аксонометрического проецирования, перспективные проекции и построение перспективы.

Рассмотрим теперь какие из принципов «Начертательной геометрии и инженерной графики» активно используются в современных САПР.

1. Определение координат и использование системы отсчёта.

Принцип. В начертательной геометрии используется декартова система координат для описания положения точек, линий и плоскостей в пространстве.

Применение в САПР. При создании трёхмерной модели в САПР каждая точка определяется своими координатами (x , y , z) в выбранной системе отсчёта. Эти координаты служат основой для построения всех последующих элементов модели [4].

2. Использование примитивов.

Принцип. Начертательная геометрия оперирует базовыми элементами, такими как точки, прямые, плоскости, окружности и другие простые фигуры.

Применение в САПР. В САПР создание сложной модели начинается с базовых примитивов, таких как точки, линии, круги, прямоугольники и т.д. Эти элементы затем объединяются для формирования более сложных форм [5].

3. Метод ортогональных проекций.

Принцип. В начертательной геометрии часто используют ортогональные проекции для представления трёхмерных объектов на плоскости. Этот метод, разработанный Гаспаром Монжем, основан на проецировании объекта на три взаимно перпендикулярные плоскости (фронтальная, горизонтальная и профильная) – метод.

Применение в САПР. Многие программы САПР предоставляют возможность переключения между различными видами (спереди, сверху, справа и т.д.), что соответствует ортогональным проекциям. Это позволяет пользователю точно контролировать форму создаваемого объекта со всех сторон.

4. Построение криволинейных поверхностей.

Принцип. В начертательной геометрии рассматриваются различные типы кривых и поверхностей, включая цилиндры, конусы, сферы и поверхности второго порядка.

Применение в САПР. Для создания сложных форм в САПР используются те же методы построения криволинейных поверхностей. Например, можно построить цилиндрическую поверхность путём вращения круга вокруг оси, или создать сферическую поверхность из набора концентрических окружностей [6].

5. Сечения и разрезы.

Принцип. В начертательной геометрии большое внимание уделяется сечению объектов плоскостями и определению линий пересечения различных геометрических элементов.

Применение в САПР. В процессе проектирования часто требуется выполнение сечений и разрезов для анализа внутренней структуры детали или для создания чертежей. Современные САПР позволяют легко получать сечения любой сложности, используя аналогичные методы, применяемые в начертательной геометрии [7].

6. Перемещения, повороты и масштабирование.

Принцип. В начертательной геометрии существуют методы перемещения, поворота и масштабирования объектов в пространстве.

Применение в САПР. Эти же операции доступны в большинстве САПР. Пользователь может перемещать, поворачивать и изменять размер отдельных элементов модели, что позволяет быстро корректировать её форму и расположение.

7. Аксонометрические и перспективные проекции.

Принцип. В начертательной геометрии используются аксонометрические и перспективные проекции для получения объёмного изображения объекта.

Применение в САПР. В САПР также предоставляются возможности просмотра модели в аксонометрической или перспективной проекции. Это помогает лучше понять форму и пропорции объекта, а также выявить возможные ошибки в проектировании [8].

8. Параметризация.

Принцип. В современном проектировании активно используется понятие параметризации, когда параметры объекта определяются заранее, и изменения этих параметров приводят к изменениям всего объекта.

Применение в САПР. Параметризованные модели в САПР создаются на основе тех же принципов, что и в начертательной геометрии. Например, если изменить радиус основания цилиндра, то вся модель будет перестроена соответствующим образом [9-12].

Таким образом, можно сделать вывод, что принципы начертательной геометрии находят своё применение на каждом этапе создания трёхмерных моделей, и полностью исключать дисциплину «Начертательная геометрия и инженерная графика» из учебных планов нецелесообразно. Тем не менее, с учётом дальнейшего изучения студентами технических специальностей систем автоматизированного проектирования (САПР), некоторые аспекты дисциплины

«Начертательная геометрия и инженерная графика» могут быть сокращены или адаптированы. Вот несколько возможных направлений для сокращения материала:

Традиционное ручное черчение. Чертить в современных САПР быстрее и проще, но необходимо оставить изучение ГОСТов, дающих понимание основных правил оформления чертежей, стандартов и условных обозначений, используемых в технической документации.

Детальные методики построения эпюр Монжа. Современные САПР автоматически строят проекции объектов, поэтому подробное изучение методов построения эпюр вручную может быть излишним, но необходимо дать понятие о принципах ортогонального проецирования и понимании взаимосвязи между проекциями.

Решение сложных позиционных задач вручную. Пересечение линий и плоскостей, определение их видимости и т.п. давно автоматизированы в САПР. Но без понимания принципов, лежащих в основе позиционных задач и подходов к их решению будущему специалисту будет сложно.

Построение аксонометрических проекций вручную. Аксонометрические проекции легко генерируются в САПР, но в лекциях необходимо донести до студентов принципы аксонометрии и её применения для наглядного представления трёхмерных объектов.

Что важно сохранить.

Основы координатной геометрии. Понимание декартовой системы координат и принципов определения положения точек, линий и плоскостей в пространстве остаётся важным.

Базовые навыки чтения чертежей. Способность интерпретировать технические чертежи и понимать, какие данные они содержат, остаётся актуальной.

Анализ геометрических форм. Знание основных типов поверхностей (плоскости, цилиндры, конусы, сферы) и их свойств необходимо для успешного проектирования.

Принципы сечений и разрезов. Понимание того, как выполнять сечения и разрезы объектов, полезно для анализа внутренних структур и создания чертежей.

Таким образом, несмотря на значительные изменения в области проектирования благодаря внедрению САПР, начертательная геометрия остается важной составной частью образования инженеров, требующей лишь частичной адаптации к современным условиям.

Список литературы

1. Буланже Г.В., Гущин И.А., Гончарова В.А. Проецирование геометрических тел. – М.: Изд-во "КУРС", 2024. – 196 с.
2. Кувшинов Н.С., Скоцкая Т.Н. Инженерная графика. – М.: Изд-во "КноРус", 2024. – 350 с.
3. Константинов А.В. Начертательная геометрия: Учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во Юрайт, 2024. – 401 с.
4. Тараховский А.Ю. Трёхмерное моделирование объекта на основе данных лазерного 3D сканирования // Автоматизированное проектирование в машиностроении. – 2023. – № 14. – С. 16-19. – DOI: 10.26160/2309-8864-2023-14-16-19.

5. Солодилова Н.А., Мещеряков С.В., Маркова Т.В. Автоматизация машиностроительного проектирования. Разработка конструкторской документации в САПР КОМПАС-3D: Учебное пособие. – СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2024. – 89 с.
6. Денисова Е.В., Гурьева Ю.А. Аналитическое и компьютерное моделирование поверхностей методом криволинейного проецирования // Онтология проектирования. – 2023. – Т. 13, №2(48). – С. 204-216. – DOI: 10.18287/2223-9537-2023-13-2-204-216.
7. Лысый С.П., Оводов В.А., Киселев М.Р. Трехмерное моделирование в программе AUTOCAD // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2024. – № 5(54). – С. 112-121.
8. Тараховский А.Ю., Стреляная Ю.О. Современные подходы к инженерно-графической подготовке в образовании // Мехатроника, автоматика и робототехника. – 2024. – № 14. – С. 46-50. – DOI: 10.26160/2541-8637-2024-14-46-50.
9. Тараховский А.Ю., Даньков А.В. Анализ CAD/CAM/CAE систем с точки зрения проектирования и расчета пресс-форм // Вестник современных технологий. – 2020. – №3(19). – С. 32-41.
10. Основы САПР изделий и процессов. – М.: Московский политех, 2023. – 94 с.
11. Куропаткина О.В., Федорова Е.С., Кривоносова Е.И. Применение средств компьютерного моделирования в среде КОМПАС-3D для решения инженерных задач повышенной сложности // Заметки ученого. – 2023. – № 6. – С. 170-174.
12. Тараховский А.Ю., Смирнов И.А. Реверс-инжиниринг коленчатого вала компрессора // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2023. – №18. – С. 91-97. – DOI: 10.26160/2658-3305-2023-18-91-97.

Сведения об авторе:

Тараховский Алексей Юрьевич – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Цифровое проектирование».