

Решение геометрических задач средствами САД-системы

© Н.Е. Суфляева

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Рассмотрена проблема модернизации методик преподавания традиционных графических дисциплин в технических вузах. Доказана необходимость ознакомления студентов с компьютерными приемами решения задач по определению метрических свойств геометрических фигур. Приведены несколько примеров решения метрических задач в 3D-пространстве. Показаны преимущества компьютерных способов определения метрических характеристик объектов над традиционными.

Ключевые слова: начертательная геометрия, САПР, графическое задание

В настоящее время в производственной практике повсеместно применяются автоматизированные технологии проектирования. Однако учебная практика существенно отстает от запросов производства. Впустую тратятся значительные государственные средства, а у студентов отнимаются силы и время на освоение утратившей практическое значение устаревшей информации в ущерб современным перспективным знаниям. Возникла необходимость в обновлении методик обучения студентов технических вузов на основе современных информационных технологий. Архаичные приемы и методы обучения, оторванные от реальности, содержание учебных дисциплин, не отвечающих современным запросам производства, должны быть решительно пересмотрены.

В XX в. традиционными во втузах являлись две графические дисциплины: «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика». В последние десятилетия с появлением систем автоматизированного проектирования (САПР) к этим дисциплинам добавилась «Компьютерная графика». Поскольку графические дисциплины во втузах являются базовыми и изучаются на 1–2-м курсах, то компьютерную графику преподают на основе САД-систем — первичного модуля САПР. До сих пор во многих вузах все три предмета — «Начертательная геометрия», «Инженерная графика» и «Компьютерная графика», на базе которых осуществляется геометро-графическая подготовка инженерных кадров, преподают в виде обособленных дисциплин.

В настоящее время в высшей школе переходят к новым стандартам ФГОС ВПО третьего поколения. В компетенции бакалавров, магистров и специалистов инженерных специальностей в соответствии

с новыми образовательными стандартами должно входить освоение технологии компьютерного проектирования [1]. В учебных планах ФГОС-3 специальность 05.01.00 названа «Инженерная геометрия и компьютерная графика», и ее рекомендовано преподавать как единый предмет, что уже делается в передовых по графической подготовке студентов авиационных вузах.

Поиску новых инновационных подходов к информатизации образования, вопросам повышения качества геометро-графической подготовки инженерных кадров посвящается большое количество методических публикаций [2–5]. Проводится множество научно-практических конференций, на которых преподаватели графических кафедр высшей школы, родственных и специализированных кафедр, работники проектных и производственных организаций широко обсуждают новые идеи и результаты апробации инновационных методических разработок.

Коллективные усилия геометрического сообщества в преподавании дисциплины «Инженерная графика» привели к определенным подвижкам в сторону внедрения в учебный процесс информационных технологий. Парадоксально, но, несмотря на повсеместную информатизацию образования, методика преподавания начертательной геометрии в ряде вузов, к которым относится и МГТУ им. Н.Э. Баумана, практически не претерпела никаких изменений со времени ее создания французским математиком Г. Монжем в 1770-х гг. [6, 7]. До сих пор преподаются исключительно традиционные ручные приемы решения геометрических задач, не применяемые в производственной практике проектирования уже более 25 лет.

Значительная часть материала, излагаемого в курсе начертательной геометрии, не находит применения ни в дальнейшей учебной деятельности, ни, тем более, в производственной практике, и является по сути информационным балластом.

Между тем начертательная геометрия в ряду общеинженерных дисциплин занимает особое место. Она обеспечивает теоретическую базу для составления чертежа, являющегося интернациональным языком техники, и на протяжении более чем двухсотлетнего периода своего существования была единственным средством развития у учащихся пространственного воображения, без которого немислимо никакое инженерное творчество. Однако с появлением принципиально нового инструментария в виде САД-систем, обладающих несравнимо более мощными средствами создания и визуализации технических разработок, роль начертательной геометрии в ее классическом виде существенно снизилась. Появилась потребность постепенной трансформации начертательной геометрии в геометрическое моделирование, на котором основано современное автоматизированное проектирование.

Моделирование — основа проектирования средствами CAD-систем — базируется на глубоком знании геометрических свойств фигур, составляющих конструкцию деталей. Модернизированный курс начертательной геометрии обязан снабдить студентов геометрической культурой и вооружить их современным инструментарием. Очевидно, что внедрение CAD-систем в процесс преподавания начертательной геометрии позволит поднять преподавание этой традиционно сложной графической дисциплины на новый современный уровень и сделать шаг к объединению трех графических дисциплин в одну.

Проблема перевода процесса преподавания начертательной геометрии на информационные технологии является актуальной для инженерного образования во всем мире [8–10].

В данной работе на примере раздела «Метрические задачи» показана возможность модернизации методики преподавания начертательной геометрии на основе применения графического пакета AutoCAD.

В начертательной геометрии задачи условно принято разделять на позиционные, рассматривающие взаимное положение геометрических фигур, и метрические (от греч. *metreo* — мерить). Метрическими называются задачи, решение которых связано с нахождением характеристик геометрических фигур, определяемых линейными и угловыми величинами. К метрическим характеристикам относят длины участков линий, величины углов, площадей и объемов.

Навыки в решении метрических задач необходимы студентам при освоении последующих дисциплин инженерного блока, таких как: «Теория механизмов и машин», «Детали машин», «Теоретическая механика», «Сопrotивление материалов», а также в курсовом и дипломном проектировании по специальным дисциплинам, и, несомненно, в дальнейшей профессиональной деятельности. Без решения метрических задач немислима практическая деятельность буквально во всех инженерных профессиях.

Пространственное решение классических задач по начертательной геометрии удобно реализуется средствами CAD-систем, обеспечивающими быстроту, наглядность и математическую точность результатов. Следует отметить, что способы решения задач по начертательной геометрии с помощью компьютерных технологий радикально отличаются от традиционных ручных. Такие инструменты графических редакторов, как переопределение систем координат, объектные привязки, координатные фильтры и другие средства автоматизации позволяют ускорить и упростить определение требуемых параметров, а инструменты навигации — рассмотреть и оценить полученный результат с любой точки зрения.

Все метрические задачи сводятся к двум видам: задачи на определение расстояния между двумя точками и задачи на нахождение

величины угла между двумя пересекающимися прямыми. В традиционном курсе начертательной геометрии такие задачи решаются способами преобразования комплексного чертежа, которые заключаются в переводе геометрических фигур в частное положение относительно плоскостей проекций (параллельное или перпендикулярное им) [7].

В курсе начертательной геометрии студенты изучают два способа преобразования чертежа: способ замены плоскостей проекций и способ вращения вокруг неподвижной прямой (оси вращения).

В настоящее время в курсе начертательной геометрии в МГТУ им. Н.Э. Баумана студенты изучают раздел «Метрические задачи» на примере определения метрических свойств пирамиды $SABC$ [11] по индивидуальному заданию, в котором требуется найти:

- 1) высоту пирамиды;
- 2) угол между плоскостями граней ABS и ABC ;
- 3) истинный вид основания ABC ;
- 4) угол между ребром AS и основанием ABC .

Задачи 1 и 2 предлагается решить способом замены плоскостей проекций, а задачи 3 и 4 — способом вращения вокруг линии уровня (горизонтали или фронтали). Решение данных задач этими приемами начертательной геометрии хорошо известно. Поэтому здесь приведены примеры выполнения данных заданий средствами графической системы AutoCAD.

Для определения высоты пирамиды в системе AutoCAD нужно выполнить следующие действия: перевести основание пирамиды ABC в координатную плоскость XU с помощью команды «Новая ПСК» (пользовательская система координат) с режимом «3 точки», указав последовательно на точки A , B и C ; провести отрезок прямой из точки S к точке K с координатами X и Y , такими как у точки S , и координатой Z , равной 0, используя программный инструмент «Координатные фильтры» (рис. 1).

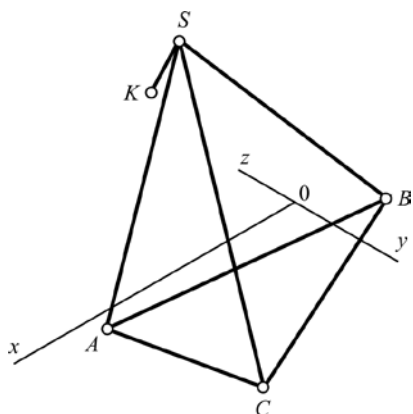


Рис. 1. Пример определения высоты пирамиды средствами системы AutoCAD

Для определения двугранного угла между основанием пирамиды ABC и боковой гранью ABS следует: командой системы AutoCAD «ПСК» (режим «3 точки») основание пирамиды ABC перевести в координатную плоскость XY ; опустить нормаль из точки C на прямую AB ; преобразовать грань ABS в координатную плоскость XZ , в которой построить нормаль к прямой AB . Затем, сделав координатной плоскостью угол, образованный двумя нормальными, определить размер построенного угла с помощью команды «Сведения» или при автоматической простановке размера угла (рис. 2).

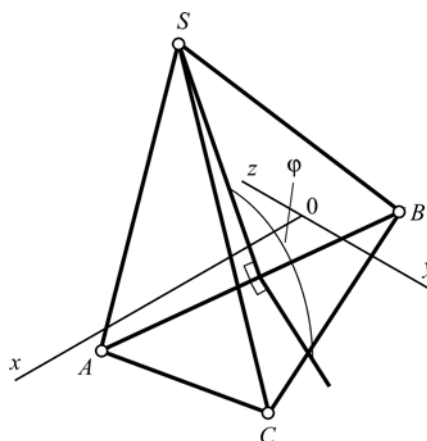


Рис. 2. Пример определения двугранного угла пирамиды средствами системы AutoCAD

Для определения истинной величины основания пирамиды средствами графической системы AutoCAD треугольник ABC должен быть преобразован в координатную плоскость XY . Далее с помощью команды «Сведения» можно узнать любые метрические свойства данной плоской фигуры (рис. 3).

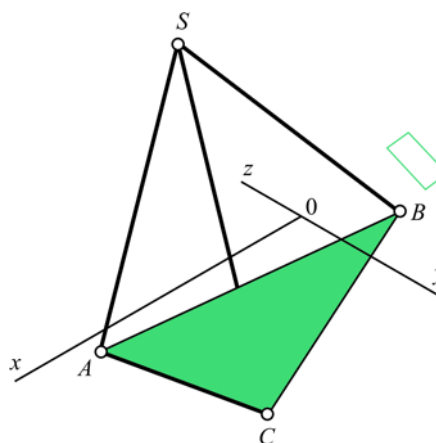


Рис. 3. Пример определения истинного вида основания пирамиды средствами системы AutoCAD

Для нахождения величины угла между боковым ребром AS и основанием ABC пирамиды средствами графической системы AutoCAD следует: преобразовать основание пирамиды ABC в координатную плоскость XU ; провести отрезок прямой из точки A к точке K с координатами X, Y точки S и координатой Z , равной 0 . Угол между отрезками AS и AK — искомый угол φ , значение которого можно узнать с помощью команды «Сведения» или при автоматической простановке углового размера (рис. 4).

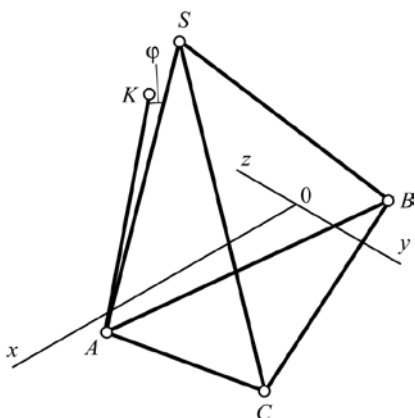


Рис. 4. Пример определения угла между ребром AS и основанием ABC пирамиды средствами системы AutoCAD

Рассмотренные выше компьютерные приемы решения метрических задач в курсе начертательной геометрии были опробованы в рамках эксперимента, проведенного в группах студентов, обучающихся на двух специальностях факультета «Информатика и системы управления» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Результаты эксперимента показали полную готовность современных студентов к освоению компьютерных приемов решения графических задач. Внедрение CAD-систем в преподавание начертательной геометрии существенно повышает интерес студентов к изучению этой традиционно сложной технической дисциплины и способствует ускорению развития у них пространственного инженерного мышления.

Сравнение традиционных и автоматизированных приемов решения метрических задач в курсе начертательной геометрии показало преимущества программных средств над ручными приемами по всем оценочным критериям, а именно:

- точность полученных результатов (до восьмого знака после запятой, а ручную — лишь до десятых долей мм);
- скорость решения, превосходящая ручные способы в десятки раз (решения получаются, образно говоря, «в два клика»);
- наглядность получаемых результатов (возможность просмотра результата с любой точки зрения);
- возможности многократного воспроизведения однотипных построений.

Одним из самых важных результатов внедрения системы AutoCAD в преподавание начертательной геометрии явились интенсификация и оптимизация учебного процесса. У студентов при этом повысился интерес к изучению традиционно сложного графического предмета, что, несомненно, будет способствовать их успехам в дальнейшей учебе и последующей профессиональной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Александрова Е.П., Крайнова М.Н., Столбова И.Д., Корнилова Е.В. Вопросы содержания и реализации графической подготовки в вузе при переходе на образовательные стандарты нового поколения. *Сборник трудов Международной научно-практической интернет-конференции «Проблемы качества графической подготовки в условиях ФГОС ВПО»*. Пермь, ПермГТУ, 2011, с. 12–15.
- [2] Вышнепольский В.И., Сальков Н.А. Цели и методы обучения графическим дисциплинам. *Геометрия и графика: Научно-методический журнал*, 2013, т. 1, № 2, с. 8–9.
- [3] Лепаров М.Н., Попов М.Х. Состояние и тенденции геометро-графической подготовки как компоненты инженерного образования в Болгарии. *Геометрия и графика: Научно-методический журнал*, 2014, т. 2, № 1, с. 22–29.
- [4] Столбова И.Д. Актуальные проблемы графической подготовки студентов в технических вузах. *Геометрия и графика: Научно-методический журнал*, 2014, т. 2, № 1, с. 30–41.
- [5] Суфляева Н.Е. Современные аспекты преподавания графических дисциплин в технических вузах. *Геометрия и графика: Научно-методический журнал*, 2014, т. 2, № 4, с. 28–32.
- [6] Монж Г. *Начертательная геометрия*. Москва, Изд-во АН СССР, 1947, 291 с.
- [7] Гордон В.О., Семенов-Огиевский М.А. *Курс начертательной геометрии*. Москва, Высшая школа, 2000, 272 с.
- [8] Cardone V., Iannizzaro V., Barba S., Messina B. Computer Aided Descriptive Geometry. *Proceedings of the Fifteenth International Conference on Geometry and Graphics, (Montreal, Canada)*. ISGG, 2012, pp. 100–109.
- [9] Cucakovic A.A., Teofilovic N.K., Jovic B.S. Descriptive Geometry Education by Using Multimedia Tools. *Proceedings of the 16th International Conference on Geometry and Graphics*. Innsbruck, Austria, 2014, pp. 262–265.
- [10] Suzuki K. Traditional Descriptive Geometry Education in 3D-CAD/CG Era. *Journal for Geometry and Graphics*, 2014, vol. 18, no. 2, pp. 249–258.
- [11] Шарикян Ю.Э., Одинцова А.Е., Кашу А.А. *Выполнение домашнего задания по начертательной геометрии*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012, 61 с.

Статья поступила в редакцию 18.05.2018

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Суфляева Н.Е. Решение геометрических задач средствами CAD-системы. *Гуманитарный вестник*, 2018, вып. 6. <http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2018-6-531>

Суфляева Наталья Евгеньевна — канд. техн. наук, доцент, МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: sufnat@yandex.ru

Solving geometric problems by means of a CAD system

© N.E. Suflyayeva

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The article considers the modernization problem of methods of teaching traditional graphic disciplines in technical universities. It is proved that students must be introduced to computer techniques for solving problems of determining the metric properties of geometric figures. Some comparative examples of solving 3D metric problems are provided. The advantages of computer methods for determining the metric characteristics of objects over traditional ones are demonstrated.

Keywords: descriptive geometry, CAD-systems, graphic task

REFERENCES

- [1] Aleksandrova E.P., Kraynova M.N., Stolbova I.D., Kornilkova E.V. Voprosy soderzhaniya i realizatsii graficheskoy podgotovki v vuze pri perekhode na obrazovatelnye standarty novogo pokoleniya [Issues of content and implementation of graphic training at the University during the transition to educational standards of the new generation]. *Sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii "Problemy kachestva graficheskoy podgotovki v usloviyakh FGOS VPO"* [Proceedings of the International scientific-practical Internet-conference "Problems of graphic training quality in conditions of FSES HPE"]. Perm, Perm STU Publ., 2011, pp. 12–15.
- [2] Vyshnepolsky V.I., Salkov N.A. *Geometriya i grafika. Nauchno-metodicheskiy zhurnal — Scientific and methodological journal Geometry and Graphics*, 2013, vol. 1, no. 2, pp. 8–9. DOI: 10.12737/issn.2308-4898
- [3] Leparov M.N., Popov M.Kh. *Geometriya i grafika. Nauchno-metodicheskiy zhurnal — Scientific and methodological journal Geometry and Graphics*, 2014, vol. 2, no. 1, pp. 22–29. DOI: 10.12737/issn.2308-4898
- [4] Stolbova I.D. *Geometriya i grafika. Nauchno-metodicheskiy zhurnal — Scientific and methodological journal Geometry and Graphics*, 2014, vol. 2, no. 1, pp. 30–41.
- [5] Suflyayeva N.E. *Geometriya i grafika. Nauchno-metodicheskiy zhurnal — Scientific and methodological journal Geometry and Graphics*, 2014, vol. 2, no. 4, pp. 28–32.
- [6] Monge G. *Géométrie descriptive*. Paris, V. Courcier Publ., 1820 [In Russ.: Monge G. *Nachertatel'naya geometriya*. Moscow, USSR AS Publ., 1947, 291 p.].
- [7] Gordon V.O., Sementsov-Ohiyevsky M.A. *Kurs nachertatel'noy geometrii* [Course of descriptive geometry]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2000, 272 p.
- [8] Cardone V., Iannizzaro V., Barba S., Messina B. Computer Aided Descriptive Geometry. *Proceedings of the Fifteenth International Conference on Geometry and Graphics ICGG*, Montreal, Canada, 2012, pp. 100–109.
- [9] Cucakovic A.A., Teofilovic N.K., Jovic B.S. Descriptive Geometry Education by Using Multimedia Tools. *Proceedings of the 16th International Conference on Geometry and Graphics*, Innsbruck, Austria, 2014, pp. 262–265.
- [10] Suzuki K. *Journal for Geometry and Graphics*, 2014, vol. 18, no. 2, pp. 249–258.
- [11] Sharikyan Yu.E., Odintsova A.E., Kashu A.A. *Vypolnenie domashnego zadaniya po nachertatel'noy geometrii* [Homework on descriptive geometry]. Moscow, BMSTU Publ., 2012, 61 p.

Suflyayeva, N.E., Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Bauman Moscow State Technical University. e-mail: sufmat@yandex.ru