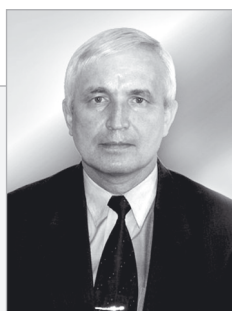


НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

И. Ф. Боровиков, Л. А. Потапова



БОРОВИКОВ
Иван
Федорович

Доцент кафедры механики и инженерной графики Юргинского технологического института Томского политехнического университета, кандидат технических наук. Область научных интересов – нелинейные преобразования плоскости и пространства в конструировании технических форм. Автор 92 научных работ, 3 учебных пособий и 1 изобретения.

в самостоятельную науку, исследующую методы отображения многомерных пространств на пространства более низких размерностей и разрабатывающая способы решения геометрических задач с помощью графических моделей. То, что это наука действующая, живая, подтверждают многочисленные научно-исследовательские работы, выполняемые по заказу крупных машиностроительных предприятий и авиапромышленных фирм, монографии, выпускающиеся солидными издательствами, а также действующие специализированные советы по защите диссертаций. Поэтому до недавнего времени преподаванию начертательной геометрии в высших технических учебных заведениях уделялось

Введение

Современному производству нужны специалисты, умеющие разрешать нестандартные ситуации. Их подготовка возможна на основе непрерывного развития творческих начал уже с первых дней учебы. Начертательная геометрия – одна из дисциплин, составляющих фундамент инженерной подготовки. Давид Гильберт сравнивал геометрию с прекрасным садом, в котором каждый может подобрать себе цветок по вкусу. Ныне благодаря труду известных отечественных ученых Глаголева Н.А., Четверухина Н.Ф., Котова И.И., Иванова Г.С., Якунина В.И., Тевлина А.М., Волкова В.Я., Фролова С.А., Левицкого В.С., Джапаридзе И.С. и многих других начертательная геометрия превратилась



ПОТАПОВА
Любовь
Августинловна

Доцент кафедры механики и инженерной графики Юргинского технологического института Томского политехнического университета. Область научных интересов – новые методы и методики преподавания начертательной геометрии в инженерно-графической подготовке студентов. Автор 28 научных работ, 2 учебных пособий и 1 электронного учебника.

© И.Ф. Боровиков, Л.А. Потапова, 2009

серьезное внимание. Трудно представить себе грамотного инженера, не знающего теоретических основ построения чертежей.

Начертательная геометрия как фундаментальная дисциплина инженерной подготовки

В последнее время все чаще звучат призывы изъять начертательную геометрию из учебных планов. Примером может служить статья А. Тунакова [1]. Что же является основанием для столь серьезных заявлений? Постараемся разобраться в состоятельности доводов противников начертательной геометрии.

1. «Аналитическая геометрия победила окончательно и бесповоротно, а начертательная стала умирающей наукой».

Во-первых, победа аналитической геометрии, о которой еще в начале прошлого века заявлял Ф. Клейн, в настоящее время не является несомненной. С появлением многомерной и фрактальной геометрий, топологии, нанотехнологий методы начертательной геометрии позволяют обеспечить развитие науки и преодолеть тупиковые ситуации, возникающие в результате использования аналитических методов. Во-вторых, известно, что со времен Г. Монжа две геометрии постоянно соперничают друг с другом, еще раз подтверждая справедливость диалектического закона отрицания отрицания. В многократно возникающих и вновь разрешающихся противоречиях аналитической и начертательной геометрий происходит развитие каждой из них. Более того, в процессе такого соперничества, возникли графоаналитические методы, которые сочетают в себе преимущества обоих методов. Подтверждением тому являются труды известных ученых в области начертательной геометрии Котова И.И., Иванова Г.С., Якунина В.И., Полозова В.С. В-третьих, если «аналитическая геометрия победила окончательно и бесповоротно», то почему она не торжествует на просторах вузовского образовательного пространства? Те жалкие несколько часов вместо ранее существовавших обширных курсов не дают оснований праздновать победу.

2. «На современных системах компьютерной графики, например «Компас», любая задача начертательной геометрии решается просто, наглядно, точно и быстро».

Весьма сомнительно существование таких графических редакторов, которые могли бы без использования начертательной геометрии

решать «любые задачи начертательной геометрии». Самая простая, основная первая позиционная задача не может быть решена с помощью существующих редакторов без знания алгоритма ее решения.

Стремительное развитие вычислительной техники определило необходимость использования компьютерных технологий в инженерно-графической подготовке студентов. Однако компьютеры не должны заслонять собой дисциплину. Их неразумное использование поможет рукам, но нанесет огромный вред голове. Компьютер, являясь инструментом, должен помогать в усвоении дисциплины (электронные учебники, справочные материалы, обучающие и контролирующие программы, мультимедийные технологии обучения). Решение студентами задач на базе ЭВМ помогает избежать рутинных графических операций и делает процесс решения творческим. Но факт использования компьютеров не означает, что начертательную геометрию нужно немедленно заменить машинной графикой или другим аналогичным курсом, которые, кстати, «начинены» серьезной геометрией. Даже если предположить, что «умный» компьютер может все, отменять проверенные дисциплины крайне опасно. Во-первых, кто-то и компьютер должен «научить». Во-вторых, при использовании вычислительной техники могут происходить сбои по техническим причинам, бывают погрешности в программах, перебои с электропитанием и т.д. В-третьих, если следовать логике противников начертательной геометрии, даже таблицу умножения знать не нужно – есть калькуляторы. Однако такой подход приведет к интеллектуальному обнищанию общества: компьютер – это инструмент. Более совершенный, более результативный, но инструмент. И смена рабочего инструмента отнюдь не предполагает замену одной науки на другую. Напротив, происходит расширение научного знания, укрепление и возмужание науки.

3. «Мы вынуждены учить студентов решению задач, которые совершенно не нужны даже профессионалам».

Продолжая логику противников начертательной геометрии, можно поставить вопрос о том, нужны ли конструктору в профессиональной деятельности квантовая физика, оптика, теория относительности, интегралы, теория вероятности и многое другое. В таком случае, не целесообразно ли порекомендовать противникам изучения «ненужных дисциплин» переместить

сферу своих интересов в фабрично-заводские училища. Такой поверхностный подход неуместен в образовательной деятельности. Невозможно «на глазок», интуитивно определить онтологический статус начертательной геометрии, как, впрочем, и любой другой дисциплины. Многие разделы и дисциплины вроде бы и не нужны в будущей профессиональной деятельности. Однако они так прочно связаны с «нужными» дисциплинами, что стоит их убрать и процесс познания тут же обрушится. Кроме того, во время обучения трудно определить, в какой степени нужна та или иная учебная дисциплина, так как неизвестно, где будет работать специалист.

4. *«Пространственное мышление развивается только у преподавателя, а не у студента».*

Вывод автора статьи [1] о том, что пространственное воображение в процессе изучения начертательной геометрии у студентов не развивается, по нашему мнению, является ошибочным. Результаты тестирований, контрольных «срезов», итогового контроля показывают, что около 85% студентов после изучения дисциплины имеют хорошее пространственное мышление. И проблема здесь кроется не в студентах, а в преподавателях. Как правило, кафедры начертательной геометрии и инженерной графики укомплектовываются специалистами других, чаще всего выпускающих, кафедр. Несколько аспирантур, осуществляющих «штучную» подготовку научно-педагогических кадров в этом направлении, не могут существенно изменить ситуацию. Если в советской высшей школе кадровая проблема частично решалась за счет обучения на ФПК, прохождения стажировок, участия в конференциях, семинарах, то сейчас вследствие недостаточного финансирования такое повышение квалификации стало невозможным. Получается, что преподаватели не всегда представляют в полном объеме учебную дисциплину, которую ведут. Студентам остается только ждать, пока они разовьют свое пространственное мышление. Хотя справедливости ради стоит отметить, что большая часть из преподавателей становятся добросовестными и грамотными специалистами, любящими свой предмет. Гораздо хуже ситуация, когда начертательную геометрию берет на себя человек с учеными степенями и званиями, область научных интересов которого находится за пределами кафедры. Такой специалист, углубленный

в свои научные исследования, с трудом осваивает учебный курс, вынашивая планы сокращения, закрытия или замены дисциплины.

5. *«Можно увеличить число часов на компьютерную графику только за счет начертательной геометрии».*

В настоящее время объемы учебных курсов находятся у той черты, за которой уже не будет смысла говорить о существовании курса начертательной геометрии. Таким образом, вряд ли за счет начертательной геометрии удастся существенно увеличить объем часов, отводимых на компьютерную графику. Для этой цели следовало бы воспользоваться другими возможностями, предусмотренными Государственными образовательными стандартами, например, за счет часов, отводимых на национально-региональный (вузовский) компонент или на дисциплины по выбору студентов.

Следовало бы обратить внимание на сакральный смысл начертательной геометрии. Еще Платон говорил о том, что боги любят геометрию. Поскольку вся геометрия тогда была начертательной, то это с полным основанием можно отнести к нашей дисциплине. Начертательная геометрия – это божественная дисциплина, позволяющая «плоское» мышление превратить в пространственное. Это уникальное средство для «путешествия по пространствам». Кроме того, начертательная геометрия обеспечивает понимание взаимосвязи «формула – чертеж – явление», что очень важно для грамотного инженера. И несомненной является тесная связь начертательной геометрии с инженерной графикой, существование которой без теоретических основ построения чертежей было бы просто невозможным.

Таким образом, нет никаких оснований, считать начертательную геометрию умирающей наукой. Действительно, сейчас она, не являясь модной наукой, переживает далеко не лучшие времена. Но уже в ближайшем будущем ситуация должна измениться. Это связано с нанотехнологиями, на развитие которых до 2012 года государство намерено вложить около 250 млрд рублей. Возможен вопрос: «Каким образом нанотехнологии могут повлиять на статус начертательной геометрии?». Самым непосредственным. Во-первых, появляется острая необходимость в смене всей системы организации и финансирования науки и образования. Отраслевой принцип, по которому они построены сейчас, должен быть заменен междисци-

плинарным подходом. Начертательная геометрия, как никакая другая учебная дисциплина, обладает свойством междисциплинарности. Во-вторых, методы геометрии придется использовать при проведении исследований в области нанотехнологий. Описание самоорганизации наноструктур возможно в рамках проективной и алгебраической геометрий. Поэтому, именно в курсе начертательной геометрии будущим инженерам, которым независимо от их желания придется иметь дело с нанотехнологиями, необходимо давать достаточно обширный материал, посвященный многогранникам, основным положениям проективной, алгебраической, многомерной и фрактальной геометрий. Было бы неправильным считать, что содержание начертательной геометрии как учебной дисциплины со времен Г. Монжа должно оставаться без изменений. Это оскорбило бы память Монжа и других ее создателей. Начертательная геометрия – развивающаяся наука, и вряд ли здесь уместен консерватизм.

Научно-исследовательская работа студентов по начертательной геометрии

Кроме изменения содержания дисциплины необходимо решить ряд проблем, связанных с обеспечением учебной литературой, подготовкой научно-педагогических кадров, внедрением инновационных технологий обучения. В рамках данной статьи мы хотели бы остановиться на научно-исследовательской работе студентов (НИРС), которая является одной из самых эффективных и перспективных форм организации учебного процесса. В условиях дефицита времени она позволяет познакомить наиболее способных студентов с дополнительными разделами геометрии, ввести их в курс научных проблем и научить поиску решений прикладных задач.

Применительно к начертательной геометрии можно использовать следующие формы НИРС:

- участие в олимпиадах;
- написание рефератов;
- работа в научных кружках.

Участие в олимпиадах, на наш взгляд, является первым опытом научной работы студентов. Именно здесь им практически впервые приходится выходить за рамки программы для решения предлагаемых задач. Кроме того, нестандартный характер заданий предполагает нестандартность мышления, что является

характерной чертой ученого-исследователя. Олимпиадное задание студенту необходимо выполнить за короткий промежуток времени, что возможно при наличии упорства, выдержки, способностей мобилизовать свои возможности.

Важным видом НИРС на младших курсах является составление рефератов. В ходе реферирования студенты овладевают методикой библиографического исследования, учатся находить необходимую информацию, критически анализировать и оценивать ее, делать собственные заключения и выражать суждения. Работа над рефератом позволяет студенту понять особенности научного творчества. Наиболее интересные рефераты должны быть рекомендованы для докладов на занятиях, что позволит ознакомить всех остальных студентов с научными проблемами дисциплины.

Наиболее перспективной формой НИРС являются кружки, к работе в которых привлекаются наиболее сильные студенты. Численность таких кружков не должна превышать семи человек. Тематика занятий может быть самой разнообразной. Определяет ее либо преподаватель, либо сами студенты. Последнее, впрочем, возможно лишь после того, как студенты ознакомятся с кругом современных научных проблем.

Тематика студенческих научных исследований

Считаем целесообразными следующие направления студенческих научных исследований:

- конструирование кривых и поверхностей на основе геометрических преобразований;
- моделирование зависимостей многофакторных процессов;
- исследование фрактальных структур.

Конструирование технических форм с помощью геометрических преобразований

Инженер должен уметь конструировать кривые линии, так как ни одна задача формообразования технических объектов не решается без их использования. Наиболее приемлемым способом, на наш взгляд, является способ геометрических преобразований [2]. Предлагаем следующий план организации научно-исследовательской работы в этом направлении.

1. Ознакомление с ортогональными преобразованиями плоскости (симметрия, перенос, поворот). Написание рефератов и выступления на семинарах.

2. Исследование нелинейных преобразований, расслаивающихся в пучках прямых на проективные преобразования.

Для их задания вся плоскость заполняется прямыми некоторого пучка (F_0), и на каждой прямой задается свой проективитет. На начальных стадиях исследований в качестве проективных преобразований можно выбирать ортогональные преобразования, например центральную симметрию. Далее можно усложнить задачу, предложив студентам исследовать случаи нелинейных преобразований, расслаивающихся на проективитеты в общем виде. Примером таких преобразований является инверсия.

3. Конструирование кривых на основе креновых преобразований с пучками слабоинвариантных окружностей.

Студентам целесообразно рекомендовать частные случаи таких преобразований, когда пучками являются эллиптический, параболический и гиперболический пучки окружностей [3]. Причем здесь возможно получение двух типов преобразований – центральных и нецентральных. Изменение вида преобразований, их положений относительно элементов аппарата преобразования позволяют получить достаточно большое количество кривых, отличающихся как формой, так и характеристиками.

4. Моделирование технических поверхностей.

Любая поверхность может рассматриваться как совокупность кривых. Поэтому тематика НИРС, посвященная кривым, непосредственно связана с вопросами моделирования поверхностей. Перед студентами ставится задача конструирования линий дискретного каркаса поверхностей и разработки способов его уплотнения. Решение этой задачи возможно при расслоении пространства плоскостями пучка с несобственным носителем и задании в каждой плоскости нелинейных инволюций.

5. Решение прикладных задач с использованием нелинейных преобразований.

После исследования студентами теоретических вопросов нелинейных преобразований необходимо на основе полученных результатов решить конкретную прикладную задачу. Она может быть посвящена конструированию всевозможных аэро- и гидродинамических профилей, осей трубопроводов, шпангоутов, линий-параметроносителей, поверхностей лопаток

турбин, воздухозаборников и т.д. При этом желательно использовать вычислительную технику, что позволит значительно ускорить решение задачи и получить наиболее приемлемый результат.

Следовало бы обратить внимание на возможность использования многозначных соответствий в конструировании кривых. Однако теория многозначных соответствий до сих пор практически не изучена. Хотя на наш взгляд, именно в этом направлении могли бы быть получены наиболее впечатляющие результаты, и возможно, наши сегодняшние студенты внесут в разработку этого вопроса существенный вклад.

Моделирование зависимостей многофакторных процессов

Уже на первых курсах студенты сталкиваются с решением многопараметрических задач, где появляется необходимость в конструировании гиперповерхностей, моделирующих те или иные технологические процессы, зависимости «состав–свойство» и т.д. Конструирование гиперповерхностей многомерных пространств удобно осуществлять на основе нелинейных преобразований. Такой подход позволяет заранее, на стадии задания аппарата преобразования и преобразования гиперповерхности прогнозировать свойства гиперповерхности и, следовательно, в достаточно широких пределах управлять этими свойствами. Для получения гиперповерхностей студентам предлагается использовать нелинейные инволюции с пучками слабоинвариантных гиперквадрик.

Не следует забывать и про такие модели гиперповерхностей, как номограммы. Обладая простотой в использовании, достаточной точностью для практики, они позволяют быстро и достоверно решать многие прикладные задачи. Для демонстрации этого можно предложить студентам построить номограмму для определения одного из углов установки резца на заточном станке по заданным значениям двух других углов. Другим интересным примером, показывающим возможности номографии, является задача на определение кратчайшего расстояния между двумя объектами (например, самолетами), движущимися с заданными скоростями в определенных направлениях. Следует указать на ошибочное мнение о том, что номография устарела. Графоаналитические методы на основе способов построения номограмм при использовании вычислительной техники позво-

ляют значительно упростить решение многокритериальных задач.

Исследование фрактальных структур

В последнее время на кафедре механики и инженерной графики Юргинского технологического института сформировалось новое направление НИРС, посвященное изучению фракталов и их свойств [4]. Многие природные системы очень сложны и нерегулярны. Для их моделирования невозможно использовать методы классической геометрии. В то время как фракталы являются подходящим средством для исследования подобных вопросов. Изучая свойства фракталов, составляя алгоритмы и программы их построения, студенты приобщаются к божественной красоте геометрии и понимают ее неограниченные возможности.

Заключение

Следовательно, нет никаких обоснованных причин для исключения начертательной геометрии из учебных планов инженерных специальностей. Такой шаг был бы губительным для образовательного процесса. Мы убеждены в том, что эта дисциплина, обогащенная новыми разделами, поможет студентам стать грамотными инженерами, умеющими формулировать

и решать научные и прикладные задачи. Кроме того, мы уверены, что начертательная геометрия будет служить фундаментом для создания новых средств автоматизированного проектирования.

Список литературы

1. Тунаков А. Начертили и забыли. – Поиск, 16 марта 2007 г.
2. Иванов Г.С. Конструирование технических поверхностей (математическое моделирование на основе нелинейных преобразований). – М.: Машиностроение, 1987. – 192 с.
3. Игнатъев Е.П., Ильюшкин П.В. Конструирование технических кривых на основе нецентральных квадратичных преобразований плоскости// Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: Труды X научно-практической конференции студентов и учащейся молодежи, Юрга, 23–25 апреля 2006 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. С. 54–55.
4. Бурмасов С.В., Нога Н.Г. Фракталы и исследование их свойств// Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: Труды X научно-практической конференции студентов и учащейся молодежи, Юрга, 23–25 апреля 2006 г. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. С. 63–64.