

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 378:514.18

**НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ – НЕОТЪЕМЛЕМАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ
СОВРЕМЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ИЛИ ПЕРЕЖИТКИ ПРОШЛОГО?****Назарова Ж.А.***ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения», Екатеринбург,
e-mail: ZhNazarova2020@gmail.com*

В данной статье приводится литературный обзор публикаций последних двух-трех лет, посвященных начертательной геометрии. Это одна из немногих дисциплин, напрямую нацеленная на развитие пространственного мышления будущих инженеров, и многими специалистами отмечается как неотъемлемая составляющая качественного технического образования. Часто в исследованиях выделяются факторы, осложняющие ее изучение: абстрактность изучаемых объектов, необходимость предварительной графической подготовки и развитого пространственного мышления, совпадение с периодом адаптации на первом курсе. Автор статьи анализирует общепринятое отношение к этим факторам. В противовес им выделяются факторы, способствующие успешному изучению дисциплины: ритмичность изучения, постоянная практика, мотивация студента, опыт преподавателя. В последнее время много внимания уделяется вопросам внедрения в процесс изучения и преподавания начертательной геометрии современных компьютерных технологий и САПР, ведутся споры о необходимости изучения всего объема материала для современных специалистов, рассматриваются различные варианты перерождения классической начертательной геометрии в нечто новое на основе синтеза начертательной геометрии, вычислительной и компьютерной графики. Приводится авторская оценка о необходимости подобных реорганизаций в образовательном процессе высшей технической школы.

Ключевые слова: начертательная геометрия, пространственное мышление, техническое образование, САПР, вычислительная графика

**IS DESCRIPTIVE GEOMETRY AN INTEGRAL PART
OF MODERN TECHNICAL EDUCATION OR REMNANTS OF THE PAST?****Nazarova Zh.A.***Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ural State University
of Railway Transport, Yekaterinburg, e-mail: ZhNazarova2020@gmail.com*

This article provides a literary review of publications of the last 2–3 years devoted to descriptive geometry. This is one of the few disciplines directly aimed at the development of spatial thinking of future engineers and is noted by many specialists as an integral component of high-quality technical education. Often, research highlights factors that complicate its study: the abstractness of the studied objects, the need for preliminary graphic preparation and developed spatial thinking, coincidence with the period of adaptation in the first year. The author of the article analyzes the generally accepted attitude to these factors. In contrast to them, the factors contributing to the successful study of the discipline are highlighted: the rhythm of study, constant practice, student motivation, teacher experience. Recently, much attention has been paid to the introduction of modern computer technologies and CAD into the process of studying and teaching descriptive geometry, there are debates about the need to study the entire volume of material for modern specialists, various options for the rebirth of classical descriptive geometry into something new based on the synthesis of descriptive geometry, computational and computer graphics are being considered. The author's assessment of the need for such reorganizations in the educational process of the higher technical school is given.

Keywords: descriptive geometry, spatial thinking, technical education, CAD, 3D modeling, computational graphics

Начертательная геометрия – дисциплина, направленная на развитие пространственного представления и воображения, конструктивно-геометрического мышления, способности к анализу и синтезу пространственных форм и отношений на основе графических моделей пространства, практически реализуемых в виде чертежей конкретных пространственных объектов и зависимостей [1].

В данной статье приводится литературный обзор публикаций последних двух-трех лет, посвященных начертательной геометрии. Это дисциплина с целым рядом факторов, усложняющих ее изучение первокурсниками разных вузов и специально-

стей. В то же время это одна из немногих дисциплин, напрямую нацеленная на развитие пространственного мышления будущих инженеров, и многими специалистами отмечается как неотъемлемая составляющая качественного технического образования.

В последнее время много внимания уделяется вопросам внедрения в процесс изучения и преподавания начертательной геометрии современных компьютерных технологий и САПР, ведутся споры о необходимости изучения всего объема материала для современных специалистов, рассматриваются различные варианты перерождения классической начертательной геометрии в нечто новое на основе синтеза начерта-

тельной геометрии, вычислительной и компьютерной графики.

Цель исследования – заново рассмотреть факторы, влияющие на успешное изучение начертательной геометрии, а также провести анализ публикаций авторов, придерживающихся различных мнений по вопросам внедрения САПР в процессы изучения и преподавания начертательной геометрии, необходимости ее реорганизации путем сокращения объема изучаемого материала, включения некоторых разделов в рамки других дисциплин.

Уже неоднократно отмечались факторы, осложняющие изучение начертательной геометрии [2]:

- отсутствие школьного изучения черчения;
- изучение новой дисциплины совпадает с периодом адаптации вчерашних школьников к системе высшего образования;
- большое количество новых терминов, не встречавшихся ранее в повседневной жизни, взаимосвязь изучаемых разделов, эффект «снежного кома»;
- необходимость высокого уровня развития пространственного мышления;
- изучение абстрактных объектов.

Если говорить о предварительной графической подготовке, то черчение в школе давало не только базовую графическую подготовку, но и начальное представление о необходимости и пользе от изучения этой дисциплины специалистами технического профиля. Выпускники техникумов на базе ранее изученного материала чаще представляют неординарные решения и способны к научно-исследовательской работе. Но если рассматривать другие дисциплины, то можно отметить, что высшая математика, например, также является одной из самых сложных дисциплин, несмотря на многолетнюю математическую подготовку выпускников, зачастую получивших углубленную подготовку перед поступлением в технический вуз. Подобные сложности возникают и по многим другим дисциплинам, поэтому можно сделать вывод, что не настолько критично отсутствие предварительной графической подготовки для успешного изучения начертательной геометрии, как об этом принято говорить.

Система высшего образования подразумевает самостоятельность и сознательность студентов. Лекции проходят без записи домашнего задания. По умолчанию преподаватель понимает, что студенты дома самостоятельно будут изучать теоретический материал перед практическими и лабораторными занятиями, студенты же понимают, что, побывав на лекции, они все знают.

Уже не существует школьного дневника, чтобы напротив каждого занятия записывать домашние задания. Родительский контроль резко ослабевает или исчезает вовсе в случае, если студент живет в другом городе. Для решения этой проблемы во многих вузах сейчас действует рейтинговая оценка деятельности студентов, которая во время семестра несколько раз показывает и студентам, и их родителям, насколько успешно проходит обучение по всем дисциплинам и по каждой в отдельности [3].

На фоне таких значительных изменений в жизни студента начертательная геометрия по своей структуре преподавания остается максимально приближенной к школьному принципу изучения нового материала: прочитана лекция с максимальным изложением материала, далее на практическом занятии показано решение типовых задач по изучаемой теме, в конце практического занятия задано домашнее задание. И все равно возникают сложности, потому что учить теорию без родительского контроля сложно себя заставить, на практическом занятии без теоретической базы половина осталась непонятной, чертежи решений недочерченными, домашние задачи, хоть и похожи на те, что решались с преподавателем, но остаются такими же недоступными для понимания и решения.

Многие дисциплины отличаются возможностью изучения по отдельности различных тем и разделов. В результате во время аттестации студенты показывают знания по нескольким темам, но остается неясным, знают ли они дисциплину полностью в рамках преподаваемого объема. По начертательной геометрии для успешного решения задач недостаточно знать только теорию, также необходимы практические навыки: умение писать шрифтом, проводить линии разных типов, пользоваться инструментами и т.д. Кроме того, если по многим дисциплинам весь материал можно выучить разом или перед экзаменом доучить главы, которые были пропущены во время семестра, то по начертательной геометрии одна невыученная тема влечет за собой невозможность изучения и полного понимания последующего материала. Таким образом получается эффект «снежного кома», когда пропущенное занятие в начале семестра отражается на непонимании последующего материала, который студент пытается усвоить вовремя.

Существует достаточно много исследований о влиянии начертательной геометрии на развитие пространственного мышления [4, 5]. И тут же отмечается, что чем выше уровень в начале изучения дисциплины, тем

легче происходит ее изучение и понимание. Для успешной профессиональной деятельности будущих инженеров, конструкторов, проектировщиков, строителей развитое пространственное мышление, умение заранее представить результат своих будущих действий является неотъемлемой составляющей развития личности и профессионального успеха. В связи с этим исключать начертательную геометрию или сокращать время ее изучения видится автору данной статьи нецелесообразным и поспешным.

Н.П. Абарихин отмечает [6], что начертательная геометрия видится сложной дисциплиной в том числе из-за изучения абстрактных элементов (точка, прямая, плоскость), что в большинстве своем не подкреплено примерами дальнейшего практического применения, что в итоге снижает интерес к изучению. А.И. Лысков и И.А. Лысков подчеркивают, что теоретическая основа начертательной геометрии – результат многовекового накопления знаний человечеством, развития мысли, а студентам выдается лишь результат без пояснения, как человечество до этого дошло и где эти знания могут пригодиться в будущей деятельности [7]. Это упущение большинства лекторов, но и уделять много внимания этому аспекту нет возможности из-за ограниченности учебного времени. И тем не менее существует немало наработок в области практического применения начертательной геометрии, о которых можно либо рассказать, либо решить несколько задач на практических занятиях [8–10]. Это вопрос об умении заинтересовать своих студентов новыми для них знаниями, и это может относиться не только к лектору именно начертательной геометрии.

Л.А. Феоктистова, Т.В. Рзаева и А.Р. Фардеев в своей статье отмечают, что современные студенты с трудом перестраиваются с трехмерного видения мира на двухмерные проекции [1]. Одним из решений авторы считают методику внедрения компьютерных технологий при изучении начертательной геометрии. Многие практики сводятся к тому, что задание сначала выполняется традиционно на бумаге, а затем повторяется в графическом редакторе (пересечение плоскостей или поверхностей) [1, 11, 12]. Но из-за недостаточного учебного времени внедрять вопрос освоения графического редактора на фоне изучения начертательной геометрии видится автору данной статьи нецелесообразным, хотя работать в графическом редакторе студентам интересно, изучаемые объекты становятся наглядными и понятными. Кроме того, чертеж решения задачи по начертательной геометрии насы-

щен надписями: каждый объект в двух-трех плоскостях проекций только в исходном условии, а если речь идет о преобразовании чертежа, то почти все время вычерчивания такого решения сводится к использованию одной операции ввода текста. Автору видится более логичным изучение графического редактора как инструмента создания более громоздких чертежей на фоне изучения инженерной графики, когда речь идет о создании и детализации сборочных чертежей, изучении проекционного черчения, аксонометрии, числовых отметок или архитектурно-строительного черчения. В данном случае ручное выполнение чертежей действительно в современном мире уже видится неоправданным, так как вся рабочая документация, которая так или иначе родом из инженерной графики, разрабатывается с помощью САПР.

Совсем иначе автору видится применение компьютерных технологий с точки зрения преподавания дисциплины. Здесь действительно открывается безграничное поле возможностей, чтобы донести изучаемый материал до студентов максимально полно, развернуто, масштабно.

Во-первых, больше нет необходимости во время лекции преподавателю что-либо вычерчивать на доске, все чертежи можно показывать через презентации Microsoft PowerPoint. Это могут быть последовательно и анимированно появляющиеся элементы одного чертежа, как если бы преподаватель их по мере изложения материала вычерчивал на доске. Такой чертеж более четкий, ровный, с соблюдением шрифта, типов линий, пропорций, применением цвета. Если говорить о таких темах, как пересечение плоскостей или поверхностей, сечениях поверхностей, то демонстрация моделей в руках преподавателя также может быть заменена на демонстрацию трехмерного пространства САПР с этими моделями, которые также можно рассматривать с разных сторон.

Во-вторых, на практических занятиях появляется возможность использовать практикумы в качестве раздаточного материала. Применение практикумов уже неоднократно описывалось [13, 14], выделим основные преимущества:

- есть возможность сократить время на решение одной задачи за счет того, что не нужно вычерчивать исходное условие;
- все студенты решают один и тот же вариант задачи и получают один результат, хотя при незначительных вариациях исходного условия могут получиться совершенно разные ответы-чертежи, что в обучающем процессе отвлекает многих студентов.

В-третьих, современные технологии позволяют применять электронные образовательные среды, что дает возможность вести диалог, обмен информацией между студентами и преподавателем не только во время занятия [15].

В современных научных публикациях отмечается, что произошел своего рода раскол: одни ученые говорят, что начертательную геометрию изучать уже нет смысла из-за внедрения компьютерных технологий и широкого распространения САПР [16], другие, напротив, доказывают, что САПР не может работать вместо инженера, это лишь инструмент, которым нужно уметь пользоваться и который не всегда может оказаться под рукой [17].

Начертательная геометрия остается базовой дисциплиной технического образования, но В.И. Гиль и В.С. Исаченков отмечают, что мало изысканий по этой науке, что специалисты по начертательной геометрии уходят либо в педагогику, либо в машиностроение [18]. С этим утверждением сложно спорить. Действительно, со времен основателя Гаспара Монжа к исходным сведениям добавились некоторые разделы в XIX в. (теория теней, сечение кривых поверхностей, вопросы аксонометрии), но в учебной программе идет процесс сокращения времени на изучение, поэтому дисциплина становится все более фрагментарной, оттого ее изучение не становится проще [8].

В.И. Гиль и В.С. Исаченков говорят, что изучение начертательной геометрии уже не столь необходимо, так как существуют САПР, которые сами могут преобразовывать положение объектов в пространстве, показывать их взаимодействие, поэтому не нужно так много времени уделять изучению взаимного положения в пространстве точки, прямой и плоскости, преобразованию чертежей [18]. С другой стороны, А.И. Лысков и И.А. Лысков отмечают, что начертательная геометрия гораздо шире и богаче, чем тот ограниченный объем материала, который принято изучать в первом семестре первого курса, преподнося дисциплину только как «грамматику чертежа» [7].

Существует достаточно много работ, посвященных применению начертательной геометрии в области вычислительной графики [19, 20]. Е. Г. Евсеева предлагает вместо начертательной геометрии ввести новую дисциплину «Инженерная геометрия» на основе синтеза начертательной геометрии, компьютерной и вычислительной графики [20]. Но дальнейшее развитие вычислительной графики невозможно представить без базовых элементарных сведений по начертательной геометрии, которые сейчас преподают-

ся на первом курсе студентам технических специальностей. Отрадно, что специалисты в области начертательной геометрии нашли применение накопленным знаниям, но это не должно привести к отмене изучения классической теории по начертательной геометрии, как предлагают В.И. Гиль и В.С. Исаченков [18] или Е.Г. Евсеева [20].

Итак, действительно существует достаточно большой перечень факторов, влияющих на успешность изучения дисциплины, но мы постарались показать, что даже при низком начальном уровне развития пространственного мышления и отсутствии предварительной графической подготовки ритмичность изучения материала и постоянная практика могут стать решающими факторами успешности. К.А. Вольхин, проведя довольно обширное исследование и выделив большое количество факторов успеха, в результате делает вывод, что «наличие положительной мотивации у студента к изучению дисциплины и профессионализм преподавателя являются ключевыми факторами, определяющими успешность изучения начертательной геометрии» [21].

На первый взгляд, САПР значительно облегчает работу инженера. Может показаться, что не обязательно изучать ручные методы преобразования чертежей и уделять столь много внимания метрическим задачам. Но без понимания, как это сделать вручную, специалист не сможет от компьютера получить максимум информации, да и не всегда компьютер есть в наличии. Еще остаются профессии, связанные с работой «в поле»: строители, геодезисты, геологи и т.д. Им не только приходится читать чертежи, созданные с помощью САПР, но и самим делать ручные чертежи в блокноте для дальнейшей работы в офисе. Ручной труд не скоро исчезнет из нашей жизни, чтобы можно было спокойно вычеркнуть начертательную геометрию из курса подготовки инженеров различных областей.

Анализируя слова Е.Г. Евсеевой о применении начертательной геометрии в вычислительной графике, ее интеграции с компьютерной графикой [20], давайте опять обратимся к примеру коллег. Да, в области математики, химии и физики регулярно происходят открытия, инновации, синтез междисциплинарных знаний. Но сколько из этого преподается нашими коллегами преподавателями-предметниками для первокурсников технических специальностей? Давно нас окружают компьютеры, а там до сих пор изучается ручное решение уравнений, интегралов, дифференциалов. Так может быть и нам, геометрам, не стоит столь

самокритично говорить о бесполезности науки и дисциплины, которую мы преподаем?

Список литературы

1. Феоктистова Л.А., Рзаева Т.В., Фардеев А.Р. Возможности средств компьютерной графики при преподавании начертательной геометрии // Научно-технический вестник Поволжья. 2021. № 3. С. 31–33.
2. Зиганшина Ф.Т., Мунирова Л.Н. Инновации в преподавании дисциплин «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика» // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2020. № 4 (34). С. 112–118. DOI: 10.17122/2541-8904-2020-4-34-112-118.
3. Хрящев В.Г. Опыт организации модульно-рейтинговой системы обучения на факультетах РЛ и БМТ МГТУ им. Н.Э. Баумана // Инженерный вестник. 2014. № 1. С. 8.
4. Пьянкова Ж.А. Формирование готовности студентов оперировать пространственными объектами в процессе изучения геометро-графических дисциплин: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. Екатеринбург, 2015. 174 с.
5. Глянцев И.М. Актуальность развития пространственного мышления на занятиях «инженерной графики». [Электронный ресурс]. URL: http://www.rusnauka.com/14_NPRT_2010/Pedagogica/67147.doc.htm (дата обращения: 06.01.2021).
6. Абарихин Н.П. Использование систем трехмерного моделирования при изучении курса «Начертательная геометрия» // Инновационная кластеризация науки и практики в условиях цифровизации: сб. науч. статей по итогам Международ. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 14–15 февраля 2020 года. СПб.: Санкт-Петербургский гос. экономический университет, 2020. С. 76–78.
7. Лысков А.И., Лысков И.А. Начертательная геометрия – новое или «давно забытое старое» // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2021. Т. 1. С. 82–84.
8. Назарова О.Н., Шагарова А.А., Мельникова И.А., Зимина Н.Г. К вопросу решения прикладных задач начертательной геометрии авиационного профиля средствами САД-систем // Наукосфера. 2021. № 3–2. С. 64–70.
9. Туркина Л.В. Применение интерактивных творческих заданий в курсе начертательной геометрии // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 4. С. 75. DOI: 10.17513/spno.30075.
10. Дубанов А.А. Применение методов многомерной начертательной геометрии при анализе скоростей в задаче группового преследования множества целей // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Т. 21. № 4. С. 64–72. DOI: 10.14529/build210408.
11. Вяткина С.Г., Туркина Л.В. Решение задач по начертательной геометрии с применением трехмерного моделирования в системе КОМПАС-3D v17 // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 4–2. С. 277–282. DOI: 10.17513/snt.38010.
12. Хамракулов А.К., Жамалов Б.И. Организация эффективного использования традиционных и компьютерных технологий в обучении начертательной геометрии // Universum: психология и образование. 2020. № 12 (78). С. 4–8.
13. Легкова И.А. Начертательная геометрия и современные возможности в процессе ее изучения // NovalInfo.Ru. 2017. № 58–4. С. 400–404.
14. Хубиев А.И. Совершенствование преподавания основ черчения и начертательной геометрии в условиях реализации компетентностного подхода в обучении // Мир науки, культуры, образования. 2016. № 3. С. 90–92.
15. Пьянкова Ж.А., Полуянов В.Б. Организация геометро-графической подготовки студентов с применением электронной обучающей среды MOODLE // Инновационные проекты и программы в образовании. 2016. № 3. С. 21–29.
16. Сазонов С.Е., Стреляная Ю.О., Тараховский А.Ю. Трансформация дисциплин «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика» в интегрированную дисциплину «Компьютерная графика». Journal of Advanced Research in Technical Science. 2021. № 24. С. 72–75. DOI: 10.26160/2474-5901-2021-24-72-75.
17. Кулдыбаев А.К., Шахтыбаева Ж.А., Карасаева Г.Р. Совершенствование преподавания начертательной геометрии в условиях цифровизации образования // Актуальные научные исследования в современном мире. 2021. № 1–8 (69). С. 81–84.
18. Гиль В.И., Исаченков В.С. Перспективы изучения дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» в современном образовательном процессе // Высшее техническое образование. 2019. Т. 3. № 1. С. 40–42.
19. Савельев Ю.А., Черкасова Е.Ю. Вычислительная графика в решении нетрадиционных инженерных задач / Ю.А. Савельев // Геометрия и графика. 2020. Т. 8. № 1. С. 33–44. DOI: 10.12737/2308-4898-2020-33-44.
20. Евсеева Е.Г. Новые подходы к геометро-графической подготовке студентов технического университета // Геометрия и геометрическое образование: сб. трудов IV Междунар. науч. конф. (к 80-летию Е.В. Потоскуева), Тольятти, 29–30 ноября 2019 года / Под общ. ред. Р.А. Утевой. Тольятти: Тольяттинский гос. ун-т, 2020. С. 189–194.
21. Вольхин К.А. Начертательная геометрия глазами студентов // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. 2019. Т. 1. С. 30–38.