

Инженерная графика: теория и практика межпредметных связей

11, ноябрь 2016

Покровская М. В.^{1,*}, Лунина И. Н.¹

УДК 514.18

¹МГТУ им. Баумана, Москва, Россия

* mv.pokrov@mail.ru

*"Начертательная геометрия - звено,
связывающее математические науки с техническими"*

Н.А. Рынин

Современные образовательные стандарты включают необходимый ряд фундаментальных дисциплин, изучение которых, особенно на первых курсах, представляется студенту как набор отдельных "пазлов", трудно сочетаемых в единую целостную картину знаний и умений, необходимых в профессиональной деятельности.

Требования к профессиональным компетенциям современного инженера предполагают в качестве важнейших составляющих: целостное видение мира, способность к творческому поиску, умение находить решения в нестандартных ситуациях, знание полидисциплинарных методов оценки технических решений, способность к переносу знаний и закономерностей из одной области в другую для генерации идей.

Ключевой задачей профессионального образования является формирование инновационной системно-креативной культуры мышления, обучение когнитивным технологиям практической реализации полученных знаний. С этой точки зрения необходимо затронуть вопрос о роли *межпредметных связей* в образовательном процессе, в становлении полипрофессиональной культуры инженера.

Взаимопроникновение и связь наук объективно неизбежны как в своей содержательной, так и в методологической части, так как они отображают объективную целостность мироздания. Корни таких связей уходят в глубокие исторические пласты возникновения наук и их отражения в учебных дисциплинах. Историческим примером может служить парадигма Пифагорейской школы о значении *числа* для познания всего сущего. Истоки обоснования необходимости межпредметных связей в образовании можно найти в трудах многих великих ученых и педагогов. В "Великой дидактике" Ян Амос Коменский писал:

"Все, что находится во взаимной связи, должно преподаваться в такой же связи". Дж. Локку принадлежит идея о стержне, пронизывающем содержание различных учебных дисциплин в качестве "метода нахождения истины". Он считал, что предметы должны взаимообогащать друг друга, чтобы обучающиеся получали не только схоластические знания по основам наук, но и многообразие знаний, связанных с многообразием бытия.

Русские просветители А.И. Герцен, Д.И. Писарев, В.Г. Белинский,

Н.Г. Чернышевский отстаивали мысль о целостности образования, о том, что знания, полученные при изучении какой-либо дисциплины, должны приносить плоды и в других. На воспитательный аспект этой проблемы обращал внимание К.Д. Ушинский: "Не науки должны схоластически укладываться в голове ученика, а знания и идеи, сообщаемые какими бы то ни было науками, должны органически строиться в светлый и, по возможности, обширный взгляд на мир и его жизнь".

На современном этапе, когда перед инженерным корпусом поставлена глобальная задача – перейти от догоняющего развития техники к опережающему, а перед техническими вузами – задача подготовки "несерийных" инженеров с расширенным набором компетенций, то поднимается новая волна интереса к проблеме межпредметных связей. Решение большинства комплексных проблем современности, нетривиальных научных и производственных задач требует знания пограничных наук. Интеграция научных знаний приводит к необходимости интегративного подхода к образовательному процессу, к полидисциплинарности обучения, к умению специалиста применять знания в областях, смежных с его специальностью, и умений комплексно применять их при решении научных и производственных задач.

Модель современного образовательного процесса может быть представлена как гипертекст, фрагментами которого являются единицы учебного процесса – изучаемые дисциплины. Научить студента навигации в знаниевом поле, умению переноса знаний как внутри блоков фундаментальной инженерной базы, так и при креативном решении производственных задач, к переходу от управления знаниями к генерации знаний – это задача, стоящая перед новейшими когнитивными педагогическими технологиями. Одним из актуальных средств интегративного подхода к обучению является использование возможностей межпредметных связей.

Анализ современной педагогической литературы позволяет дать следующее определение: *межпредметные связи – это связи между основами учебных дисциплин, между структурными элементами содержания, выраженными в понятиях, научных фактах, законах, в практических задачах.*

Проблема межпредметных связей в педагогической литературе рассматривается в различных аспектах – философском, психологическом, педагогическом.

Философский аспект межпредметных связей заключается в том, что они играют мировоззренческую роль, способствуя формированию интегрального инженерного мышления, характеризующегося целостным видением окружающего мира, проникновением в сущность взаимосвязи наук, в осознание их исторически сложившихся контактов, когда теория одной науки является языком другой, а прикладная часть одной может стимулировать развитие новых ветвей других наук, Изучение одних и тех же объектов с помощью

различных наук усиливает взаимодействие различных областей знаний. В связи с лавинообразным накоплением знаний и дифференциацией наук для ликвидации разрыва между смежными учебными дисциплинами необходимо применение таких педагогических технологий, которые обеспечивают их взаимосвязанное изучение.

Психологические основы проблемы МПС лежат в учении И.П. Павлова о второй сигнальной системе и динамическом стереотипе – сложной системе постоянных и временных связей в коре головного мозга, обеспечивающих системность знаний человека о мире и об ассоциациях – связях между всеми формами отражения объективного мира, в основе которых лежат ощущения. Эти идеи были развиты Ю.А. Самариным, писавшим в труде "Очерки психологии ума", что межпредметные связи позволяют отразить многообразие знаний об объектах, процессах, явлениях, многообразие умений и навыков и многообразие связей между ними, обеспечивая единство, целостность личности как единство мировоззрения и поведения. При этом одним из психологических барьеров для обучаемых является перенесение смысла или значения выработанного абстрактного понятия на конкретные, прикладные ситуации.

Устойчивости межпредметных ассоциаций можно добиться лишь путем многократного *повторения* сходных сигнальных воздействий. По утверждению И.М. Сеченова, это свойство мыслительной деятельности позволяет сделать вывод о том, что межпредметные связи способствуют не только репродуктивным целям эффективного усвоения знаний, но и продуктивному процессу создания новых образов, развитию творческого мышления, оперативно используя прошлый опыт.

Таким образом, с точки зрения психологии мышления межпредметные связи можно рассматривать как перенос знаний или способов действий в видоизмененные условия, как применение известных понятий к решению новых, нетривиальных задач, что способствует развитию креативной составляющей профессиональной культуры.

Межпредметные связи выполняют и определенные *дидактические* функции, в качестве которых следует выделить: организация формы взаимодействия отдельных учебных дисциплин; установление соотношения между абстрактными теоретическими знаниями и реальными условиями их приложения; расширение области практического применения знаний, умений и навыков; выявление прочности усвоения знаний и как следствие сказанного, повышение эффективности обучения.

Существует ряд способов реализации межпредметных связей в учебном процессе. Одним из вариантов является реализация межпредметных связей через иллюстрацию теории изучаемой дисциплины примерами ее практических приложений.

Связь теории и практики – один из основополагающих принципов дидактики. Уместно привести мысли великих ученых. Аристотелю принадлежит суждение о том, что деяние есть живое единство теории с практикой, а Леонардо да Винчи афоризм: "Наука – полководец, а практика – солдаты". П.Л. Чебышев считал, что "сближение теории с практикой дает самые благоприятные результаты, и не одна только практика от этого выигрывает, сами науки развиваются под влиянием ее: она открывает им новые предметы для исследования или новые стороны в предметах, давно известных". Д.И. Менделеев утвер-

ждал: "Промышленность и истинная наука друг без друга не живут, друг от друга получают силу, и этот союз родит блага".

Особенно показательным в этом аспекте является практическое приложение теории графического отображения, которая дает "теоретические знания в области визуализации любой научной, технической, учебной информации, умения творческого применения многообразных способов графического отображения в конкретных условиях решения поставленной задачи и *навыки* представления наглядно-образной графической информации: в виде наброска-эскиза, чертежа или файла компьютерной графики".

Инженерная графика, включающая дисциплину "Начертательная геометрия" в качестве теоретического ядра, является одной из базовых учебных дисциплин инженерного образования, дающей знания в области геометрического моделирования, способов отображения и преобразования геометрических фигур и технических форм, умения и навыки создания и оформления конструкторской документации. На современном этапе эту дисциплину можно рассматривать как *технология визуального представления и выражения когнитивного процесса инженерной и научной деятельности, как метод графической иллюстрации и интерпретации технических и научных текстов.*

В любой области познания результаты понимания фиксируются в виде текстов, создаваемых с использованием принятых знаковых систем, при этом под *текстом* (книга, картина, чертеж, музыкальное произведение) будем понимать конечную совокупность высказываний, реализованных на любом естественном или формальном языке. Из всего многообразия знаковых систем и языков, созданных мировой культурой, графический язык в силу ряда своих свойств является уникальным в коммуникативном процессе.

Этот язык – *древнейший* из языков мира. Письменность развилась из пиктографических образов. Это язык – *точный, наглядный и лаконичный*. Истинна поговорка: "Одна картинка стоит тысячи слов". Язык графики *универсален*. Любая визуализация информации об объектах, процессах и явлениях в любой области человеческих знаний осуществляется средствами графического языка, алфавитом которого является визуальный ряд простейших геометрических фигур – точек отрезков прямых и дуг кривых линий. Это древние и современные алфавиты, знаки препинания, цифры (римские и арабские), математические символы, азбука Морзе, нотная азбука, карты, схемы, диаграммы, графики, товарные знаки, чертежи. Это – *международный язык общения* [1].

Эти свойства позволили графическому языку занять превалирующее место в представлении научно-технической информации и стать профессионально-ориентированным языком в инженерной проектно-конструкторской деятельности. С точки зрения реализации межпредметных связей графический язык является интегративным средством представления первичной информации об объектах, процессах и явлениях.

Если обратиться к истории, то необходимо отметить, что в области преподавания графических дисциплин по пути связи теории с практикой издавна шли крупнейшие авторитеты – ученые и педагоги в России и за рубежом.

Гаспар Монж в своем основополагающем труде "Geometrie Descriptive" приводил многочисленные примеры приложения начертательной геометрии к решению военно-инженерных задач, делению сводов на клинчатые камни и искусству гравирования. Он

писал: "Народному образованию будет дано полезное направление, если наши молодые специалисты привыкнут применять начертательную геометрию к графическим построениям, необходимым во многих областях, пользоваться ею для построения и определения элементов машин, при помощи которых человек, используя силы природы, оставляет за собой только работу разума" [2].

Русский педагог В.И. Курдюмов, оставивший фундаментальные труды в области начертательной геометрии, отдал много сил и работам по ее приложениям к строительному делу. П.К. Галактионов, издавший в 1841г. труд "Начертательная геометрия для руководства во всех военно-учебных заведениях", предлагал приложение ее к потребностям архитектуры, артиллерийскому и горному делу, к мастерствам: плотницкому, кузнечному, токарному и др. Ему принадлежат редко упоминаемые строки: "Начертательная геометрия, наука пространства, неподчиненная никаким пределам, рассматривает подлежащие ей предметы во всей их общности. Она при изложении своем, чуждая всяких предположений, заставляет учащихся мыслить, воображать, представлять пред собою предметы ясно, в надлежащем их положении... Из этого видно, как обширен и как многосложен круг занятий приложений начертательной геометрии, в объем его должны входить все предметы, видимые на небе и на земле, в водах и в недрах земли, потому что она должна показывать правильное изображение их на бумаге. Способом начертательной геометрии можно представить весь вещественный мир в одной прекрасной верной картине, понятной для каждого".

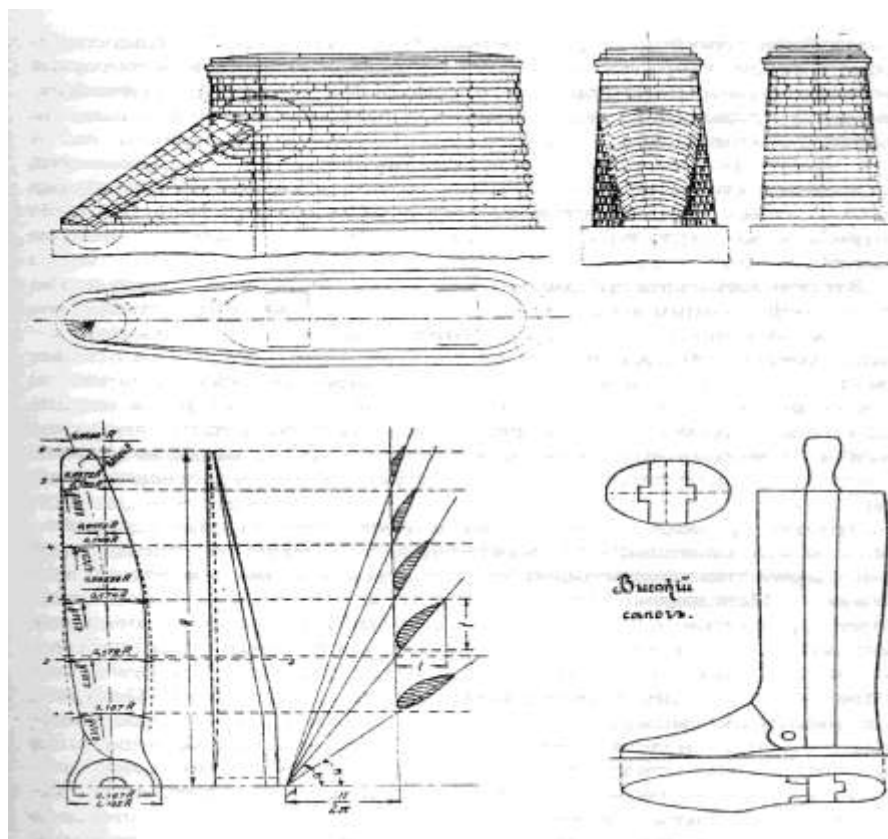


Рис.1. Примеры технических задач из книг Н.А. Рынина: чертежи ледорезов, проектные чертежи лопасти пропеллера, эспюры по сапожному делу

Эту эстафету принял Н.А. Рынин, русский ученый, педагог, практик, популяризатор начертательной геометрии. В его учебнике "Ортогональные проекции" и в сборнике задач по начертательной геометрии [3] дано более 10000 задач из различных областей ее приложения: построение откосов земляного полотна и ледорезов, пересечение сводов, эпюры по сапожному и портняжному делу, по воздушной кинематике и построению театральной перспективы. задачи на обзор, обстрел и освещенность и многие другие, отличающиеся широтой охвата и нетривиальным разнообразием. Каждый теоретический раздел его учебника сопровождался примерами практических приложений, которые, создавая проблемную ситуацию, служили целеполаганию в изучении предмета (рис.1).

В 1978 году в Париже П.Л. Чебышев сделал доклад "О крае одежды", который впоследствии академик В.А.Стеклов назвал редким слиянием практики с самой, по виду, отвлеченной теорией. Теория изгибания криволинейной сети, называемая ныне "чебышевской сетью", применима к укладке тканей в легкой промышленности (рис.2а), при крое покрытий для каркасных и надувных поверхностей (рис.2б), парусов, куполов парашютов, радиозондов и разнообразных летательных аппаратов (рис.2в).



Рис.2а. Укладка тканей в легкой промышленности



Рис.2б. Надувное покрытие

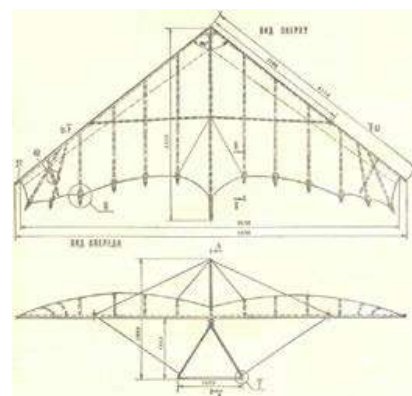


Рис.2в. Чертеж летательного аппарата

В 1917 году Е.С. Федоров в труде "Новая начертательная геометрия" [4] предложил оригинальный способ графического отображения. Переосмыслить теорию Монжа его заставила необходимость изображать сложные кристаллические структуры и горные выработки. Федоровский способ "векториальных кругов" позволил компактно и наглядно только на одной плоскости проекций отображать пространственные структуры кристаллов (рис.3). Способ "векториальных проекций" был применен ученым для чертежей в горном деле. "Новая начертательная геометрия" Е.С.Федорова – наглядный пример тому, как практика пробуждает к жизни новые ветви науки.

Комплексный, синтетический метод научного и инженерного творчества, неразрывное единство вопросов проектирования, его научного, в том числе, геометрического обоснования, изготовления и монтажа конструкций является собой итог плодотворной деятельности В.Г. Шухова. Радио- и водонапорные башни на основе теории однополостного гиперболоида (рис.4), сетчатые маяки и башни для линий электропередач, сферические и

цилиндрические резервуары для нефтехранилищ, оригинальные покрытия – сетчатые и висячие над вокзалами и выставками, более 400 мостов построены по проектам великого инженера. Блистательная инженерная интуиция, интерес к новациям сочетались у него с глубоким математическим анализом, техническим расчетом, учетом рентабельности и принципом аналогий.

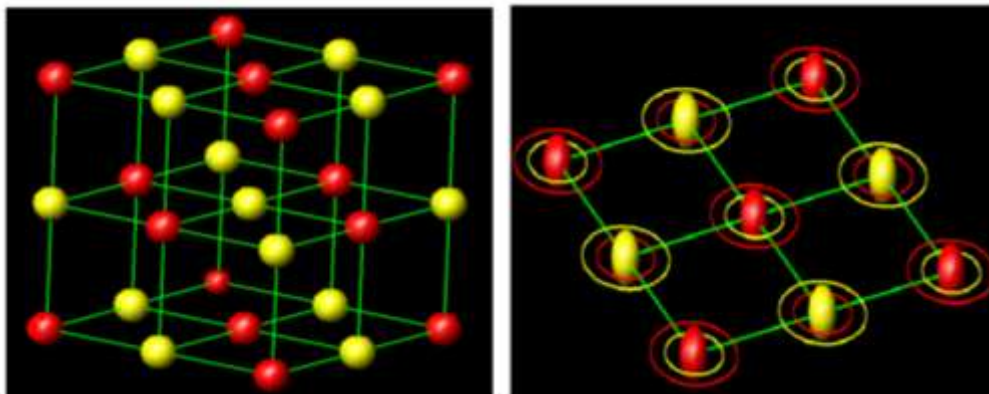


Рис.3. Пространственная модель и плоское изображение (по теории Е.С. Федорова) молекулы NaCl

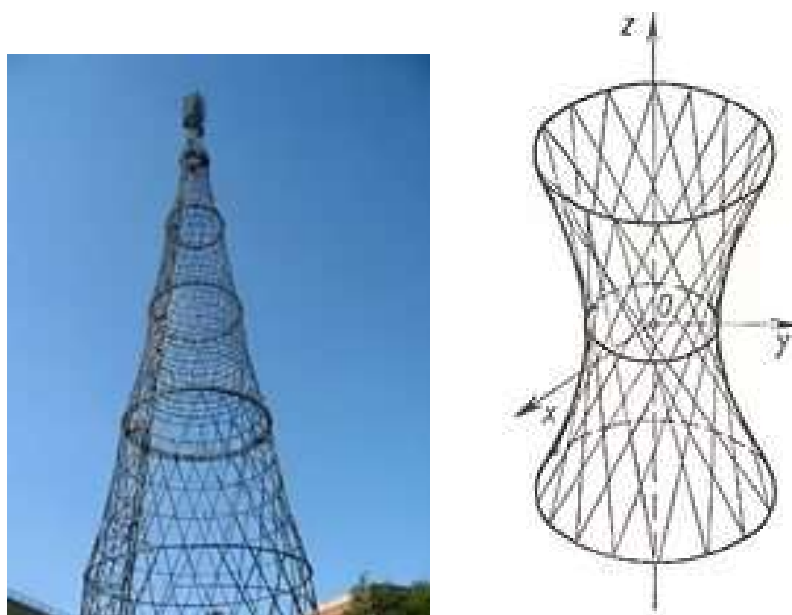


Рис.4. Башня В.Г.Шухова (фотография и геометрическая модель однополостного гиперболоида как ее конструктивного элемента)

Таковы основные контуры традиций научно-технического творчества, отражающие диалектическое единство теории и практики и объективную необходимость взаимопроникновения, переплетения различных отраслей знания.

После Н.А. Рынина со страниц многочисленных учебников постепенно стали уходить практические приложения, что погашало интерес студентов к важному в инженерной практике предмету. Исключение составляли, пожалуй, учебник С.К. Боголюбова и А.В. Воинова [5], а также задачки А.С. Куликова "Начертательная геометрия в применении к

черчению, конструированию и проектированию" [6] и Н.Ф. Траутман "Сборник задач по начертательной геометрии в применении к различным областям науки и техники" [7]. Многолетний опыт преподавания дисциплин "Инженерная графика" и "Начертательная геометрия" в традициях тесной связи теории с практикой позволил нам сделать некоторые выводы, касающиеся как содержательной стороны практических междисциплинарных задач, так и методики их включения в учебный процесс.

Первый источник практических примеров – окружающая предметная среда. Вслед за Галилеем мы можем утверждать: "Природа говорит языком математики. Буквы этого языка – круги, треугольники и другие математические фигуры". Нужно научить *искусству видеть* за фактурой объектов живой природы их геометрическую структуру и сухие абстракции теоретических положений подтверждать их аналогами, созданными руками человека: концентрические круги на воде или кольца радуги, спираль моллюска и спираль патрона (рис.5а), пространственные кривые развязок скоростных автотрасс (рис.5б), сферы и цилиндры нефтехранилищ, параболические отражатели фар и антенн, винтовые поверхности болтов, гаек и пружин.

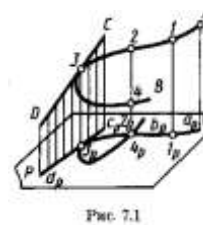
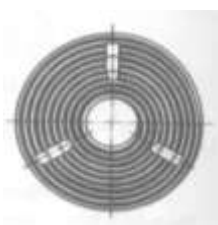


Рис.5а. Спиральный панцирь моллюска и спираль самоцентрирующегося патрона

Рис.5б. Развязка дорог и чертеж пространственной кривой

Второй слой межпредметных задач – графическое моделирование информации в области фундаментальных дисциплин, изучаемых на начальных курсах технических вузов, в виде визуально-образных геометро-графических моделей. Начертательную геометрию следует рассматривать как раздел математики, являющийся базовой частью теории геометрического моделирования пространственных форм, процессов и явлений различной структуры и различной размерности.

Рис.6а. Затухающие колебания	Рис.6б. Магнитное поле постоянного магнита	Рис.6в. Молекулярная решетка бора	Рис.6г. Молекулярная решетка алмаза

При изучении физики очень наглядной является, например, графическая интерпретация различных видов физических процессов и явлений (рис.6а и рис. 6б). В химии пониманию структур кристаллов будет способствовать их трехмерное моделирование (рис.6в и рис.6г). Профессор В.Я. Аносов в книге "Начертательная геометрия в применении к химическим диаграммам тройных и четверных систем" писал, что "в области физико-химического анализа графические методы изображения являются важнейшим орудием исследования. Ряд вопросов, касающихся как гомогенного, так и гетерогенного равновесий решаются с помощью начертательной геометрии".

В курсе аналитической геометрии пониманию сути формообразования поверхностей и пересечения поверхностей способствует их отображение в ортогональных и аксонометрических проекциях (рис.7). Уместно напомнить слова Г. Монжа, внесшего свой вклад в развитие не только начертательной, но и аналитической геометрии: "Если бы мне пришлось начать все сначала, то я изучал бы две эти науки параллельно: аналитическая геометрия внесла бы в начертательную присущую ей точность, начертательная в аналитическую – свойственную ей наглядность".

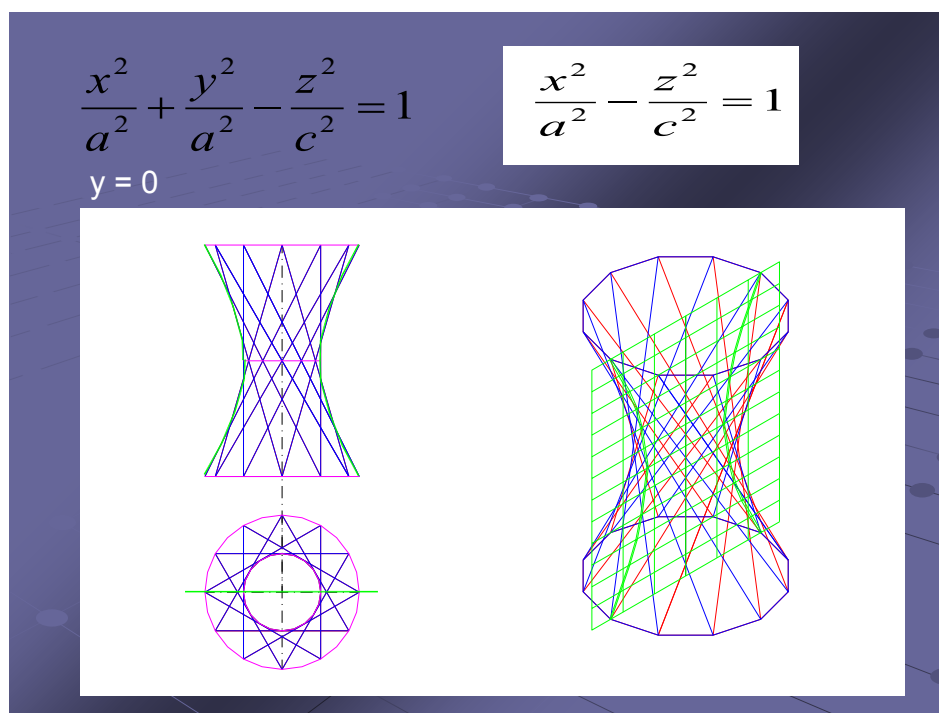


Рис.7. Графическая иллюстрация аналитического решения задачи сечения плоскостью однополостного гиперболоида

Третий уровень задач связан с тематикой будущей профессиональной деятельности студентов. Обращение к такому роду задач основано на психологическом принципе "опережающего отражения". Начертательная геометрия может и должна стать *обеспечивающей* дисциплиной при изучении разделов по геометрическому моделированию спецкурсов. С другой стороны, этот дидактический прием имеет функцию и обратной связи – мо-

тивации современных, прагматично настроенных к усвоению знаний студентов к изучению самих дисциплин – начертательной геометрии и инженерной графики, когда они видят необходимость знаний и умений, даваемых ими, в приложении к решению будущих профессиональных задач (рис.8).

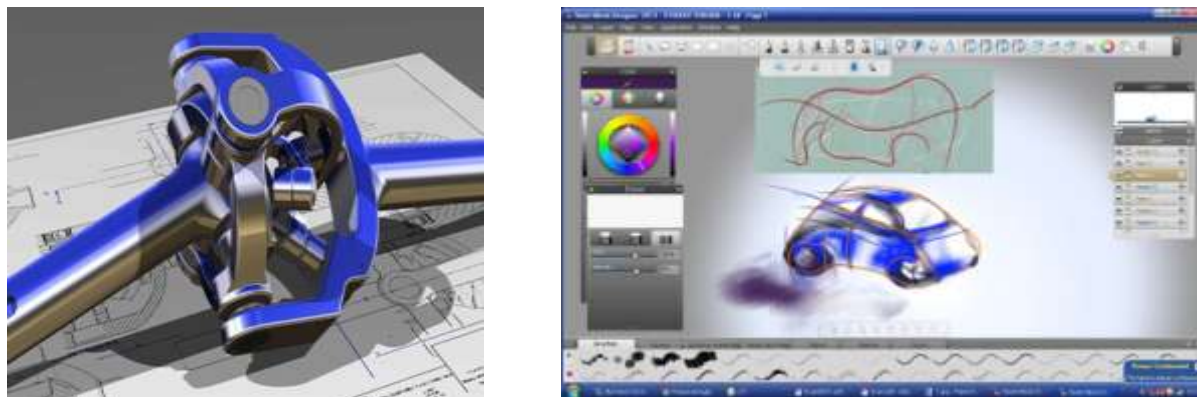


Рис.8. Геометрическое моделирование в проектно-конструкторской деятельности

Использование информационных технологий значительно повышает возможность визуализации наглядного представления материала средствами анимации, включения демонстрационных видеоклипов, обращению к Интернету. Однако, парадоксально то, что компьютерные технологии, кардинально изменившие технологию и идеологию проектной деятельности, дающие огромный выигрыш в качестве и времени освоения образовательных программ, оказывают зачастую негативное влияние на психологию познавательной деятельности, формируя дробное, "пазловое" восприятие информации и так называемое "клиповое" мышление [8].

Теория начертательной геометрии дает уникальную возможность для философских размышлений, для геометрической иллюстрации законов диалектики: соотношения общего и частного, единичного и множественного, перехода количества в качество.

Что касается формы преподнесения материала, то она может быть различной: проблемная постановка задачи в начале лекции и ее решение в конце после необходимого теоретического материала, контрольная задача на семинаре, вступительная лекция в начале курса или лекция ретроспективного характера в конце курса, иллюстрирующая практическими приложениями изученные теоретические абстракции.

В качестве пропедевтической лекции, дающей мотивацию к изучению предмета, нами был разработан материал по истории инженерной графики, который прокладывает трассы не только по предметной горизонтали, но и по вертикали исторических экскурсов. Знаменитые задачи древности, загадки инженерного искусства строителей пирамид и других "чудес света", чертежи древнего Египта, содержащие элементы современной инженерной графики (рис.9а), взлеты озарений творцов инженерного искусства в России (рис.9б) и за рубежом, проникновение в творческие лаборатории великих инженеров,

примеры их научного подвига и гражданского мужества могут служить основой становления профессиональной культуры и нравственного возмужания будущих инженеров.

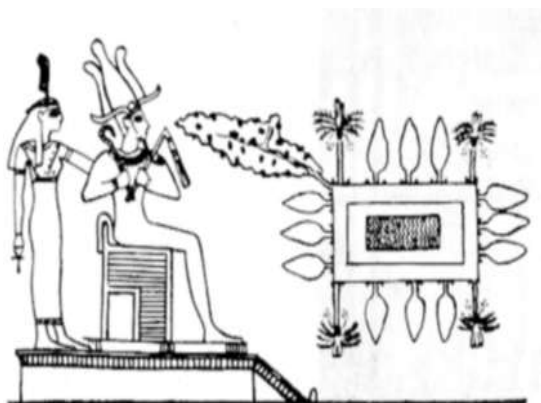


Рис.9а. Чертеж водоема и сада (древний Египет)

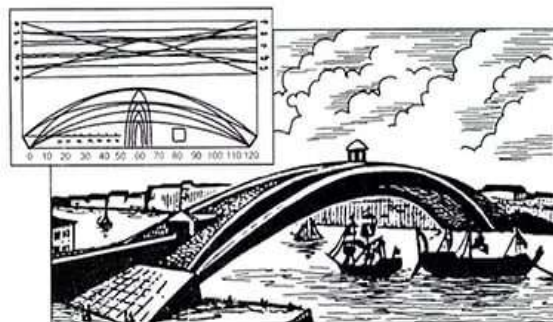


Рис.9б. Однопролетный мост через Неву (И.П. Кулибин)

В рабочих тетрадях по начертательной геометрии для плохослышащих студентов дан раздел, включающий практические задачи, решаемые с помощью изучаемой теории (рис.10а и 10б). С самого начала учебной деятельности следует подбирать задачи, взятые из разнообразных, иногда очень удаленных друг от друга, областей науки и техники, причем при сопоставлении задач выявляется внутренняя связь между ними и общие подходы в их решении. Задачи могут включать и числовые данные, что приближает их к требованиям реальной инженерной практики. Из методических соображений могут вводиться упрощения: схематизация изображений, изменение пропорций, представление размеров в условных единицах и т.д.

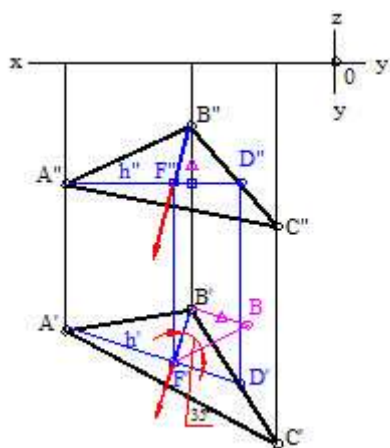


Рис.10а. Вертикальные буровые скважины встречают плоский наклонный пласт угля в точках А, В и С. Определить направление ската пласта и угол его наклона к горизонтальной поверхности.

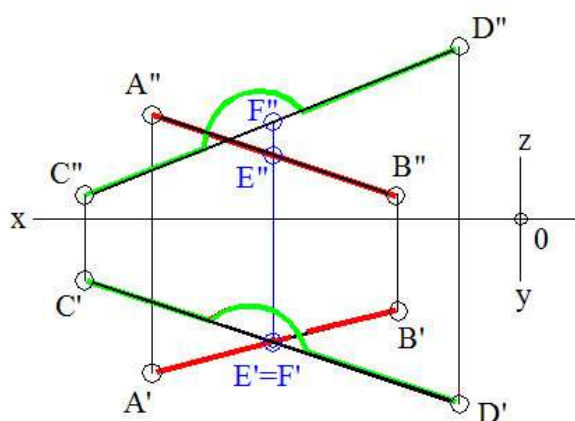


Рис.10б. Железная дорога идет из пункта А в пункт В, а шоссейная из пункта С в пункт D. Для какой дороги должен быть построен мост?

Разнообразие таких задач при кажущейся их простоте способствует развитию *рефлексии* студентов, стимулируя их к самоконтролю и самокритичности в получении *знания*, рассматривая его не как обладание суммой единиц информации, а как процесс его применения в предлагаемых обстоятельствах. Учебная деятельность при этом усвершенствуется с помощью механизмов *ассимиляции* – приспособлении решения новой задачи к уже имеющейся схеме действия, и *аккомодации* – стремлении изменить свои умения и навыки в новой учебной ситуации. Сочетание этих механизмов рождает *адаптацию* к новому знанию, что в целом отвечает развитию необходимых общекультурных и общепрофессиональных компетенций.

Одним из наиболее действенных методических приемов является привлечение самих студентов к поиску подобных иллюстраций в рамках студенческой научно-технической работы. Ряд примеров, приведенных выше, был выбран студентами кафедры "Реабилитация инвалидов" МГТУ им. Н.Э. Баумана при подготовке к ежегодным конференциям "Студенческая научная весна" в рамках проекта "Обучаясь – обучаю".

В настоящее время в качестве одной из образовательных технологий, начиная со школьных ступеней, активно применяется *метод проектов*, который успешно решает не только учебные, но и воспитательные задачи. *Проект* в переводе – «брошенный вперед», а *проектирование* – процесс создания проекта. Метод проектов – это совместная креативная и продуктивная деятельность преподавателя и обучающихся, направленная на поиск решения возникшей проблемы. В основе этой образовательной технологии лежат идеи американских философов Дьюи, Лая, Торндайка о том, что образование есть процесс накопления и реконструкции уже имеющегося опыта с целью углубления его содержания. Метод проектов получил широкое распространение в США к 1919 году, в России он стал известен в 1925 году. Применение метода проектов дает возможность внедрить системно - деятельностный подход к обучению, что приводит к развитию творческих способностей учащихся.

Цели командного проекта "Обучаясь – обучаю", осуществляемого в течение двух последних десятилетий: расширение научного кругозора студентов в контексте межпредметных связей, формирование профессиональных, творческих и личностных компетенций, работа в команде, создание силами студентов *продукта* – учебных электронных библиотек, используемых как специализированный учебный материал, повышающий доступность образовательной среды. Темы проектов, выбранные студентами ("Геометрия и наука", "Геометрия и искусство", "Геометрия и природа" и др.) свидетельствуют о формировании личности, обладающей информационной полидисциплинарной культурой, форма представления проектов – о владении современными информационными технологиями, а стиль выступлений – об успешной социализации студентов.

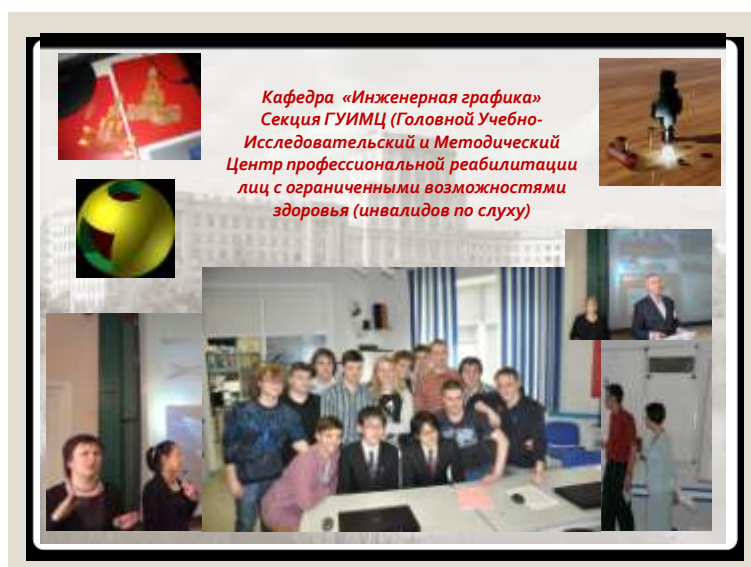


Рис.11. Фрагмент виртуальной выставки

Обобщенные результаты проекта представлены в виртуальной выставке "Об опыте организации и проведения студенческой научно-исследовательской работы на кафедре "Инженерная графика" МГТУ им. Н.Э. Баумана" на сайте библиотеки Университета [9]. Фрагмент виртуальной выставки представлен на рисунке 11.

Выводы

- Межпредметные связи благодаря ассоциативным особенностям мыслительного процесса дают новое качество получения и закрепления основных элементов понятийного аппарата как изучаемой, так и смежных дисциплин.
- Закрепление теоретических знаний на основе решения практических задач способствует переносу знаний, обеспечивает опережающее знание, дает основу для создания новых образов и развивает творческую компоненту инженерного мышления.
- Межпредметные связи дают качественно новое многоэкранное видение изучаемых дисциплин – начертательной геометрии и инженерной графики, осознание их места среди других дисциплин, способствуя целостному восприятию картины мира, внося социокультурную составляющую в профессиональные компетенции инженера.

Список литературы

1. Фролов С.А., Покровская М.В. В поисках начала. Рассказы о начертательной геометрии, изд. 2-е, переработанное. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. –192 с.
2. Монж Г. Начертательная геометрия: Пер. с фр. – М.: Изд-во АН СССР, 1947.
3. Рынин Н.А. Сборник задач по начертательной геометрии. – Петроград: 1-я Типолитография "Транспечати" НКПС, 1923.

4. Федоров Е.С. Новая начертательная геометрия // Изв. Академии наук, 6 серия, т.П, 1917.
5. Боголюбов С.К., Воинов А.В. Курс технического черчения. – М.: Машиностроение, 1987.
6. Куликов А.С. Начертательная геометрия в применении к черчению, конструированию и проектированию. – М.: Машгиз, 1959.
7. Траутман Н.Ф. Сборник задач по начертательной геометрии в применении к различным областям науки и техники. – М.: Машгиз, 1953.
8. Лунина И.Н., Покровская М.В., Резчикова Е.В. Об опыте интеграции педагогических технологий в техническом университете // Высшее образование в России. 2013. №2. С. 90–95.
9. <http://library.bmstu.ru/static/Presentations/SNTR/default.aspx> (Режим доступа 14.11.2016).