

Роль визуального мышления в формировании проектно-конструкторских компетенций инженера

06, июнь 2016

Гудков В. В.¹, Назарова И. Р.^{1,*}

УДК: 378

¹Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

[*nazirrad@yandex.ru](mailto:nazirrad@yandex.ru)

«Начиная с школы надо предостеречь школу от левополушарного обучения. Это воспитывает людей не способных к реальным действиям в реальной ситуации».

Н.Н. Трауготт

Сегодня совершенно очевидно, что любой из видов инженерной деятельности – научно-исследовательской, проектно-конструкторской или производственно-технологической – будут эффективными только в случае самого широкого использования информационных технологий. Понимание данного обстоятельства нашло свое отражение и в таких основополагающих для любого вуза документах, как Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО) [1,2].

При этом представляет интерес сравнение содержания стандартов разных поколений [1,2] на предмет определения области будущей профессиональной деятельности выпускников и роли в этой деятельности информационных технологий. Из текста стандартов [1,2] следует, что основополагающей целью практической деятельности инженеров всегда является «создание конкурентоспособной продукции машиностроения». Но, если стандарт [1] указывает, что этой цели служат некие «разделы науки и техники, содержащие совокупность средств, приемов, способов и методов человеческой деятельности», то в стандарте [2] указанная выше цель достигается за счет «исследований, разработок и технологий». Совершенно очевидно, что в последнем случае области деятельности выпускников вузов определены более четко и актуально. Применительно к теме данной статьи важно, что и в стандарте [1], и в стандарте [2] поставленная основополагающая цель достигается за счет «применения современных методов и средств проектирования, математического, физического и компьютерного моделирования технологических процессов». Кроме того, в стандарте [2] сформулированы дополнительные, так называемые общепрофессиональные, компетенции (ОПК), четыре (!) из которых (при общем числе ОПК – пять) напрямую предусматривают владение и использование информационных технологий выпускниками

вузов в их практической деятельности. Это однозначно указывает на постоянно возрастающую роль этих технологий в инженерии.

Зададимся вопросом: что должно лежать в основе процесса формирования у студентов компетенций, соответствующих их будущей проектно-конструкторской деятельности, и какова в этом процессе роль информационных технологий?

По нашему мнению, одной из таких основ следует считать развитое визуальное мышление будущего инженера, представляющее собой умственную деятельность, "в основе которой лежит оперирование наглядными графиками, пространственно-структурированными схемами" [3]. Специалист в области теории познания Д.В. Пивоваров в статье "Визуальное мышление" обращает внимание на то, что конструкторский образ (у инженера, художника) - это, как правило, органический сплав зрительной информации (60 - 80%) и вербальных определений (20 - 40%), причем зрительная информация нередко соотносится с умозрительными конструкциями, не имеющими прямых аналогов в существующей практике [3].

Такой процесс умозрительного представления и воспроизводства характерных черт предметов и явлений прекрасно выразил известный теоретик в области теории и психологии искусства Р. Арнхейм: «восприятие и мышление нуждаются друг в друге, их функции взаимодополнительны: восприятие без мышления было бы бесполезно, мышлению без восприятия не над чем было бы размышлять» [4]. В итоге происходит порождение визуально-логической, или умозрительной ступени мышления. Рассуждения в данном русле мы можем обнаружить и у известного психолога С. Л. Рубинштейна, который замечает, что: «Зрение дает нам наиболее совершенное, подлинное восприятие предметов... Зрительные восприятия — наиболее «опредмеченные», объективированные восприятия человека. Именно поэтому они имеют очень большое значение для познания и для практического действия» [5].

Обратим внимание и на социокультурный аспект данной проблемы. В.П. Зинченко и Е.Б. Моргунов в своей работе «Человек развивающийся» отмечают: «Современная наука, техника требуют от человека все большей и большей визуальной культуры. Эти требования скоро станут такими же, как требования к культуре речи. Визуальная культура становится существенной составной частью профессионального облика многих видов человеческой деятельности» [6]. Современное развитие информационных технологий позволяет говорить о всеобщей тенденции "визуализации" мышления человека XX столетия и о новой "аудиовизуальной культуре" [7]. Новые технические средства позволяют визуализировать сложнейшие объекты макро- и микромира, их структуру, динамику функционирования. Другими словами, у человека появился инструмент, помогающий буквально зеркально воспроизводить факты действительности. Нечто подобное человечество переживало в эпоху Возрождения, когда глаз, по образному выражению Леонардо да Винчи, становился прерогативой познания [8]. Многочисленные похвалы зрению, глазу, который он ставит выше всего того, чем одарила нас природа, великолепно согласуется с мыслью С.Л. Рубинштейна о том, что человек в процессе филогенеза сформировался, прежде всего, как

существо "оптическое" [5]. Только сегодня оптические свойства глаза могут быть многократно усилены за счет современных информационных технологий.

Обратим внимание еще на ряд особенностей визуального мышления. Первое - это его знаковый характер. Визуализация в данном случае реализуется на основе использования иконических знаков и символов. Собственно, это и обеспечивает его высокий познавательный потенциал. По сути, у человека появляется возможность представлять скрытые от непосредственного восприятия характеристики объектов за счет наглядных преобразований их схематических изображений. Кроме того, визуальное мышление выполняет функцию синтеза чувственного и рационального, выступая в роли своеобразного посредника между внешним восприятием и абстрактно-логическим освоением мира [3].

Все, отмеченные выше, особенности визуального мышления дают нам основание утверждать, что именно его развитие должно стать основой формирования проектно-конструкторских компетенций у студентов. Помимо этого, с методической точки зрения, важным обстоятельством является и то, что процесс развития и формирования у студентов визуального мышления прекрасно вписывается в концепцию «контекстного - проблемно – ориентированного обучения» [9]. При этом современные информационные технологии могут быть использованы как для анализа проблемных ситуаций, так и для нахождения путей решения рассматриваемых проблем.

Проиллюстрируем данное утверждение применительно к двум сторонам проектно-конструкторских компетенций: расчетно-исследовательским и графически – конструкторским. Так, например, для того, чтобы найти поперечные сечения изучаемого объекта – балки в которых имеют место наибольшие напряжения, студенты сегодня, решают соответствующие задачи по дисциплине «Сопротивление материалов». Это сводится, прежде всего, к построению эпюр изгибающих и крутящих моментов, затем нахождению по ним «опасных» сечений, а лишь затем расчету значения напряжений в этих сечениях. Компьютерные же программы позволяют на 3D - модели изучаемой балки, благодаря изменению окраски ее различных точек под действием соответствующих внешних силовых факторов и использованию анимации, увидеть в объеме, максимально наглядно всю картину напряженно – деформированного состояния изучаемого объекта. Но самое важное: у студентов появляется возможность не только решать заданную им детерминированную задачу, а осуществлять анализ «поведения» изучаемого объекта при изменении параметров как внешних силовых факторов (их абсолютных величин и сочетаний, точек приложения и др.), так и самого объекта (прочностные характеристики, форма и размеры поперечных сечений и др.). Таким образом, качественно меняется уровень решаемых студентами задач и обеспечивается максимальное приближение их к тем, которые придется решать выпускникам в их будущей практической деятельности.

Подобного рода примеры и в большом количестве можно привести применительно и к другим изучаемым студентами «инженерным» дисциплинам. Например, «Теория механизмов и машин», «Детали машин» и др. Но, безусловно, в наибольшей степени визуаль-

ное мышление формируется и проявляет себя в процессе приобретения студентами графически – конструкторских компетенций.

Традиционно считается, что «точкой отсчета» в формировании графической составляющей указанных компетенций является дисциплина «Начертательная геометрия», которая формирует базовые знания, необходимые для изучения специальных дисциплин [9]. А вот тут, как раз, и возникает серьезнейшая проблема, оказывающая непосредственное влияние на содержание и методику образовательного процесса. Дело в том, что содержанием дисциплины «Начертательная геометрия» является совокупность графических методов, приемов, процедур и т.п., позволяющих объемные трехмерные объекты представить в виде их двухмерного изображения на соответствующем количестве ортогональных (чаще всего) плоскостей. Отсюда логическим продолжением начертательной геометрии в нынешнем ее виде является «Проекционное черчение». При этом, по мнению Е. И. Кривоносой [9], только после того, как студенты освоят обе вышеуказанные дисциплины и таким образом научатся «самостоятельно чертить и читать чертежи», они могут «переходить к освоению компьютерных программ, помогающих значительно сократить время выполнения графических работ».

Проанализируем, является ли данное мнение обоснованным. Обратимся к авторитету Д.В. Пивоварова, отмечающего, что «чертежи, т. е. преднамеренный перевод основного содержания объекта в визуально-графическую форму, нередко более успешно выполняют функцию интерпретации, нежели приблизительные фотографии объектов» [3]. Но это утверждение относится к восприятию чертежей не студентом, а инженером-конструктором, то есть специалистом, умеющим не только самостоятельно чертить и "читать" чертежи, но и имеющим практический опыт создания на их основе реальных изделий в рамках, так называемого, «авторского сопровождения проекта». Как показывает практика, в ходе указанной работы конструктору нередко приходится вносить соответствующие изменения и дополнения в ранее выполненные им чертежи. В итоге опытный конструктор не просто «читает чертежи», а «видит и чувствует» реальное изделие, то есть по чертежам способен представить весь его жизненный цикл от проектирования до утилизации. Очевидно, что таким уровнем визуального мышления студенты обладать не могут – ведь они только учатся, у них нет соответствующего опыта.

Против мнения Е.И. Кривоносой [9] работает и то обстоятельство, которое она и сама отмечает, указывая, что дисциплина «Черчение» исключена из школьной программы. Таким образом, в вузе студент зачастую впервые в своей жизни сталкивается с задачей: по плоскому изображению некоего объемного трехмерного предмета. Для ее решения ему потребуется подключение не только логического (как это имеет место в математике, физике и других «точных дисциплинах»), но и образного мышления. Хорошо, если природа одарила студента такими способностями, а если их у него нет? Результат, по нашему мнению, очевиден.

Важным обстоятельством является и то, что понятие «чертеж» подразумевает некий графический документ, выполненный в строгом соответствии со всем массивом стандар-

тов Единой Системы Конструкторской Документации (ЕСКД). Следовательно, студент должен не только научиться решать графические задачи, но и использовать при их решении новый для него, чрезвычайно специфический язык. Эта задача дополнительно осложняется тем, что, как и любой "живой" язык, ЕСКД постоянно дополняется и изменяется. В результате значительная доля «дорогостоящего» аудиторного времени занятий студентов на кафедре «Инженерная графика» Университета отводится на освоение ими только азов правил ЕСКД.

И наконец, представление о том, что именно чертежи являются, и будут впредь являться предметом и конечным результатом проектно-конструкторской деятельности наших выпускников, явно не вписывается в концепцию, так называемых, «безбумажных технологий» [10]. Важно, что переход российской экономики от сырьевой модели к наукоемкой, будет основываться, в том числе, на этих «безбумажных технологиях» как наиболее актуальных и эффективных. В рамках указанной концепции, итоговой продукцией проектно-конструкторской деятельности, передаваемой в единое информационное пространство, будут не чертежи, а 3D – модели деталей и сборочных единиц будущего изделия, сопровождаемые соответствующими атрибутами (базами данных, содержащими все необходимые требования к деталям и сборочным единицам в целом и к отдельным их частям). Это позволит в дальнейшем технологам осуществлять должным образом выпуск изделия, а эксплуатационнику – его эффективное использование.

Представленный выше анализ и вытекающие из него выводы, заставляют прислушаться к мнению одного из видных специалистов в области графики – А.Л. Хейфица, который предложил исключить из вузовских образовательных программ дисциплину «Начертательная геометрия», а дисциплину «Инженерная графика» заменить дисциплиной «Компьютерная графика» [11].

Таким образом, в современных условиях процессы формирования расчетно-исследовательских, графически-конструкторских компетенций у студентов должны основываться на единой базе –использования 3D – моделей изучаемых и проектируемых объектов как наиболее наглядных, полных и точных носителях информации о самих объектах. Но преимущества 3Д-моделирования не ограничиваются только процедурой упрощения в представлении геометрических объектов. Учитывая необходимость использования в современном образовательном процессе практико-ориентированных технологий, трехмерное моделирование позволяет работать в контексте производственного технологического процесса. Последнее особенно важно с точки зрения возможности измерения компетентности студента. Ведь не секрет, что работодатели и специалисты по работе с персоналом не пользуются такими содержательно нагруженными понятиями компетенций, какие имеют место в образовании. Для них при вынесении оценки необходимо сужение смысла этих понятий, вплоть до конкретного действия. Поэтому создание ситуаций, где студент может проявить данные проектно-конструкторские компетенции является важной задачей организаторов учебного процесса.

Создание компьютерной модели является, по сути, одним из видов имитационного моделирования, в процессе которого изготавливается макет изделия или первый образец, но со значительно меньшими затратами материалов, труда и средств. На основе трехмерной компьютерной модели появляется возможность "поиграть" со спорными ситуациями в сборочном процессе, конструктивно обработать все элементы и узлы изделия, выявить недоработки, внести изменения, тем самым получить выигрыш во времени на проектирование.

3D-модель, таким образом, является не только наиболее полным, точным и наглядным носителем информации о проектируемом изделии, но может стать основой для разработки практико-ориентированных образовательных технологий. Исходя из объективных трудностей в организации полноценной практики для студентов на промышленных предприятиях, мы можем использовать 3D-моделирование в качестве базы для развития имитационных методов в инженерной подготовке. Все это, подчеркнем еще раз, есть не что иное, как практико-ориентированная образовательная технология. Такого рода инструментарий значительно повышает мотивацию студентов в получении нового знания, развивает навыки самостоятельной работы, акцентирует внимание на процедуре понимания, что кардинально изменяет работу по поиску необходимой информации, делая ее более продуктивной. В итоге это позволит сформировать у студентов необходимый для их будущей проектно-конструкторской деятельности уровень визуального мышления – уровень, при котором «глаз видящий» преобразуется в «глаз знающий» [12].

Именно поэтому проектно-конструкторская подготовка в техническом вузе требует сегодня самого пристального внимания к научно-методическому обеспечению образовательного процесса в обозначенном направлении.

Список литературы

- [1]. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 150700 Машиностроение. Квалификация (степень) «бакалавр». (Утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 9 ноября 2009 г. № 538. Зарегистрировано в Минюсте РФ 18 декабря 2009 г. № 15733. Введен в действие с 1 января 2010 г.). Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/documents/543> (дата обращения: 15.06.2016)
- [2]. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (уровень бакалавриата). (Утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 3 сентября 2015 г. № 957. Зарегистрировано в Минюсте РФ 25 сентября 2015 г. № 39005). Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/documents/543> (дата обращения: 15.06.2016)
- [3]. Пивоваров Д.В. Визуальное мышление. // Сайт Академик. Режим доступа: http://encyclopedia_philosophy.academic.ru/61/ВИЗУАЛЬНОЕ_МЫШЛЕНИЕ (дата обращения 15.05.2016)

- [4]. Арнхейм Р. Новые очерки по психологии искусства. // Сайт Библиотека Гумер. Режим доступа: http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Psihol/arnh/05.php (дата обращения: 15.06.2016)
- [5]. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб.: Питер. 2000. 712 с. С. 30. Режим доступа: http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Psihol/rubin/ (дата обращения: 15.06.2016)
- [6]. Зинченко В. П., Моргунов Е. Б. Человек развивающийся. С. 245. Режим доступа: http://www.msses.ru/download/Psychology/Моргунов%20Е.Б._Зинченко%20В.П.%20Человек%20развивающийся.pdf (дата обращения: 15.06.2016)
- [7]. Яо М.К., Бородин С.Д., Еманова Ю.Г. Визуализация как тенденция форм культуры, искусства, коммуникации. // Филология и культура. 2011. № 26. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/vizualizatsiya-kak-tendentsiya-form-kultury-iskusstva-kommunikatsii> (дата обращения: 15.06.2016)
- [8]. Медведев Б. А., Кудряшова А.А. Развитие представлений о природе зрения от Леонардо да Винчи до Томаса Юнга. // Известия Саратовского университета. Серия Физика. 2008. Т. 8. № 2. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-predstavleniy-o-prirode-zreniya-ot-leonardo-da-vinchi-do-tomasa-yunga> (дата обращения: 15.06.2016)
- [9]. Гудков В.В., Назарова И.Р. Инженерное образование XXI века // Инженерный вестник. Электронный научно-технический журнал МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. № 6. Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/712769.html> (дата обращения: 15.06.2016)
- [10]. Кривоносова Е.И. Информационные технологии в инженерно – геометрической подготовке студентов // Инженерный вестник. Электронный научно-технический журнал МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2015. № 6. Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/765067.html> (дата обращения: 15.06.2016)
- [11]. Левин А.И., Судов Е.В. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России. М.: НИЦ CALS – технологий «Прикладная логистика». 2002. 131с.
- [12]. Хейфец А.Л. Учебный курс теоретических основ 3d-компьютерного геометрического моделирования и его перспективы // Информатизация инженерного образования: сб. трудов Международной научно-методической. конференции. ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10-11 апр. 2012 г.). М.: Издательский Дом МЭИ. 2012. С. 119-122.
- [13]. Зинченко В.П. Образ и деятельность. // Электронная библиотека Московского городского психолого-педагогического университета. М.: Издательство «Институт практической психологии», Воронеж: НПО «МОДЭК», 1997. 608 с. С. 68. Режим доступа: <http://www.psychlib.ru/inc/absid.php?absid=12584> (дата обращения: 15.05.2016)