



Т.В. Донцова



А.Д. Арнаутов

УДК 378

Формирование инженерного мышления в процессе проектной деятельности

Сибирский федеральный университет
Т.В. Донцова, А.Д. Арнаутов

В статье обозначается проблема формирования инженера новой формации, способного мыслить категориями процесса. Рассматриваются особенности инженерного мышления и использование проектной деятельности в вузе с целью его формирования. Приведен пример реализации метода проектно-ориентированного обучения в рамках дисциплины «Основы инженерного конструирования» в соответствии с международной инициативой CDIO в Сибирском федеральном университете.

Ключевые слова: инженерное мышление, проект, проектное обучение, CDIO.
Key words: engineering thinking, project, project-based education, CDIO.

Новые формы труда требуют от специалистов способности мыслить категориями процесса, уметь определять и корректировать цели «по ходу дела» в соответствии с новыми обстоятельствами и действовать с учетом нескольких альтернатив. С каждым годом деятельность инженера все в большей степени переориентируется от решения отдельных профессиональных заданий к решению проблем и управлению проектами.

Мышление успешного в современных условиях инженера – это системное мышление, позволяющее ему видеть проблему с разных сторон, «в целом», с учетом многообразных связей между всеми ее составляющими [1].

В процессе проектной деятельности не только разрешаются реальные проблемы, но и развиваются личностные качества человека, в том числе и инженерное мышление. Конкретизация понятия «инженерное мышление» предполагает определение понятия «мышление», которое является родовым понятием по отношению к рассматриваемому видовому понятию.

Мышление – это высшая ступень познания и идеального освоения мира в формах теорий, идей, целей человека. Опираясь на ощущения, восприятия,

мышление преодолевает их ограниченность и проникает в сферу сверхчувственных, существенных связей мира, в сферу его законов. Для нас важным является мнение ученых о том, что способность мышления к отражению невидимых связей обусловлена тем, что оно использует в качестве своего орудия практические действия. Мышление связано с функционированием мозга, однако сама способность мозга к оперированию абстракциями возникает в ходе усвоения человеком форм практической жизни, норм языка, логики, культуры. Мышление осуществляется в многообразных формах духовной и практической деятельности, в которых обобщается и сохраняется познавательный опыт людей. Мышление изучается почти всеми существующими научными дисциплинами, являясь в то же время объектом исследования ряда дисциплин. Мышление является источником и основным орудием подлинно человеческого бытия.

Значимость мышления обозначали многие философы, которые называли мышление сущностным свойством человека. Так Декарт утверждал: «Я мыслю, следовательно, я существую». В качестве метода познания Декарт использовал систематическое сомнение. То есть

CDIO: ОТ ШКОЛЬНИКА ДО СПЕЦИАЛИСТА

следует сомневаться во всем, независимо от того, представляется ли оно нам естественным или сверхъестественным. Однако Декарт подчеркивал, что метод сомнения стоит использовать только в том случае, если необходимо получить научную истину, так как в жизни часто для понимания сути вещей и явлений достаточно использовать правдоподобные или вероятные знания.

Спиноза определял мышление как способ действия мыслящего тела. Из этого определения вытекает и предложенный им способ раскрытия/определения этого понятия. Для того, чтобы определить мышление, необходимо тщательно исследовать способ действий мыслящего тела в отличие от способа действий (от способа существования и движения) тела немыслящего [2].

Практический опыт человеческой деятельности способствует формированию разных видов мышления.

В частности, логическое мышление – историческая форма мышления, опирающаяся на законы тождества, непротиворечивости в рассуждениях [3].

Техническое мышление обеспечивается накоплением технологических знаний, осмыслением результатов трудовой деятельности, стремлением к рационализации производства.

Стратегическое мышление направлено к цели мышления, которая основана на прогнозе будущего. «Я мчусь туда, где будет шайба, а не туда, где она была несколько мгновений назад» – говорил великий хоккеист Уэйн Грецки, и это же был девиз Стива Джобса. Стратегическое мышление, по мнению Кеничи Омае, это способность творчески и активно мыслить, рождать динамические идеи и цели. Стратегическое мышление – это системное видение + умение конкретизировать цель + возможность получения достоверной и достаточной информации.

Творческое мышление – умение ставить проблемы и решать их нетрадиционными методами, порождать

нечто качественно новое, отличающееся неповторимостью, оригинальностью и общественно-исторической уникальностью [4].

В понимании «инженерного мышления» мы солидарны с мнением ученых, определяющих этот феномен как особый вид мышления, формирующийся и проявляющийся при решении инженерных задач, позволяющий быстро, точно и оригинально решать поставленные задачи, направленные на удовлетворение технических потребностей в знаниях, способах, приемах с целью создания технических средств и организации технологий, которое имеет следующую структуру:

- техническое мышление – умение анализировать состав, структуру, устройство и принцип работы технических объектов в измененных условиях;
- конструктивное мышление – построение определенной модели решения поставленной проблемы или задачи, под которой понимается умение сочетать теорию с практикой;
- исследовательское мышление – определение новизны в задаче, умение сопоставить с известными классами задач, умение аргументировать свои действия, полученные результаты и делать выводы;
- экономическое мышление – рефлексия качества процесса и результата деятельности с позиций требований рынка (от инженеров требуются не только знания в своей области, но и умения презентовать свои возможности и реализовывать результат деятельности) [5].

Проблема формирования инженерного мышления определяет необходимость раскрытия особенностей инженерного мышления.

Феномен «инженерное мышление» является объектом изучения многих наук: философии, психологии, педагогики, гуманитарных и технических наук.



Анализ реального опыта решения творческих инженерных задач позволяет утверждать, что основой инженерного мышления являются высокоразвитое творческое воображение и фантазия, многоэкранное системное творческое осмысление знаний, владение методологией технического творчества, позволяющей сознательно управлять процессом генерирования новых идей.

Каким должно быть инженерное мышление? Какие виды мышления оно должно включать? Инженерное мышление должно опираться на хорошо развитое воображение и включать различные виды мышления: логическое, творческое, наглядно-образное, практическое, теоретическое, техническое, пространственное и др. Главные из них – творческое, наглядно-образное и техническое.

Исследования психологов и ученых-педагогов (Э. де Боно, С.М. Василейский, Н.П. Линькова, В.А. Моляко, Н.М. Пейсахов, К.К. Платонов, Я.А. Пономарев, А.Ф. Эсаулов, Г.С. Альтшулер, М.М. Зиновкина) показали, что важнейшей характеристикой творческого инженерного мышления является его системность.

Инженерное мышление – это системное творческое техническое мышление, позволяющее видеть проблему целиком с разных сторон, видеть связи между ее частями. Инженерное мышление позволяет видеть одновременно систему, надсистему, подсистему, связи между ними и внутри них, причем для каждой из них – видеть прошлое, настоящее и будущее. Другими словами, инженерное мышление должно быть многоэкранным. Чем больше экранов будет видеть студент, тем более оригинальное и простое решение он сможет предложить. Характерной чертой такого многоэкранного видения является способность выявлять и преодолевать технические противоречия и скрытые в них физические противоречия, целенаправленно генерировать при этом парадоксальные, еретические (с точки зрения формальной логики) идеи.

К особенностям инженерного мышления можно отнести: способность выявлять техническое противоречие и осознанно изначально ориентировать мысль на идеальное решение, когда главная функция объекта выполняется как бы сама собой, без затрат энергии и средств; ориентация мысли в наиболее перспективном направлении, с точки зрения законов развития технических систем; способность управлять психологическими факторами, осознанно форсировать творческое воображение [1].

Инженерное мышление характеризуется еще и тем, что, осознанно и целенаправленно сгенерировав идею, субъект ощущает потребность в ее конструкторской проработке, то есть воплощении идеи в реальный проект новой техники, технологии и т.д.

Отсюда глобальная задача технического вуза – формирование у студентов именно системного творческого инженерного мышления, чтобы оптимально использовать базу общенаучных и специально-профессиональных знаний в области технологических процессов различных производств.

Большие возможности для решения этой задачи открывает проектная деятельность, направленная на духовное и профессиональное становление личности студента через организацию активных способностей действий.

Во-первых, проектная деятельность является связующим звеном между теорией и практикой в образовании. Во-вторых, эта деятельность позволяет осуществить полный технологический цикл изготовления продукта.

Проект – это уникальный процесс, состоящий из совокупности скоординированных и управляемых видов деятельности с начальной и конечной датами, включающий ограничения по срокам, стоимости и ресурсам, и предпринятый для достижения цели, соответствующей конкретным требованиям.

Проект обладает рядом свойственных ему характеристик, определив

которые, можно точно сказать, относятся ли анализируемый вид деятельности к проектам:

- временность – любой проект имеет четкие временные рамки (это не относится к его результатам); в случае, если таких рамок нет, деятельность называется операцией и может длиться сколь угодно долго;
- уникальные продукты, услуги, результаты – проект должен порождать уникальные результаты, достижения, продукты; в противном случае такое предприятие становится серийным производством;
- последовательная разработка – любой проект развивается во времени, проходя через определенные ранее этапы или шаги, но при этом составление спецификаций проекта строго ограничивается содержанием, установленным на начальном этапе.

Технология проектного обучения – это совокупность методов, процессов и методических материалов, используемых при организации проектного обучения студентов, а также организационных мер, операций и приемов, направленных на получение результатов проектирования с заранее определенным качеством, составом и регламентированными затратами (временными, по использованию лабораторного оборудования и т.п.), обусловленных текущим уровнем развития науки, техники и общества в целом.

Важным педагогическим смыслом обладает проектная деятельность, которая ориентирует на:

- получение глубоких практических знаний технических основ профессии;
- формирование навыков в создании и эксплуатации новых продуктов и систем;
- понимание важности и стратегического значения научно-технического развития общества;

- приобретение знаний о планируемом профиле обучения в рамках направления.

Заинтересованность студента в проектной деятельности связана с реалистичностью и личностно-значимостью проектных заданий (независимо от уровня сложности и стадии обучения, суть проекта должна быть направлена на решение реальной задачи, с понятными результатами и осознанием практической применимости этих результатов), в которых лично заинтересован студент.

Развитию инженерного мышления способствует освоение технологий, востребованных и применяемых на современном производстве, а также освоение технологии проектирования, включая прохождение всего цикла: осмысление и формулирование задачи, обзор и анализ существующих решений, разработка собственного решения, его реализация, апробация, оформление отчетной документации, защита результата и, если это возможно, внедрение результатов, от проекта к проекту, повышая требования к результатам.

Высокая квалификация руководителей проектов (преподавателей и научных кадров вуза), обладающих опытом выполнения реальных проектов, а также тесная связь с предприятиями (по возможности, привлечение их к совместным проектам), трудоустраивающими выпускников, мотивирует всех участников проектной деятельности (нахождение взаимных интересов).

В рамках реализации проектов применения командообразующих технологий, решения краткосрочных практико-ориентированных задач прикладного и научно-исследовательского характера формируется способность к проектной деятельности в реальных производственных условиях.

Результирующая часть проектной деятельности находит отражение в паспортах проектов, аналитических отчетов и анализов по итогам реализации проектов и публичной защите проектов

с привлечением сторонних заинтересованных лиц.

Доступность проектной деятельности для каждого студента определяется разными уровнями сложности проектов и правом выбора студентов:

- Начальный (базовый) уровень проектов. На 1-2 курсах бакалаврской подготовки в рамках проектной деятельности осваиваются базовые знания и формируются общекультурные компетенции (технология работы над проектом, организация и самоорганизация проектной деятельности, культура представления результатов, документирование результатов в соответствии с нормативными правилами). При этом, неотъемлемым условием формулирования тем проектов должно быть осознание применимости результатов при решении инженерных задач или их составляющих.
- Продвинутый уровень проектов (НИРС). Возрастает сложность проектов, добавляется обязательная научная компонента, важным требованием является формулирование и достижение научной новизны, оригинального решения.
- Учебная и производственная практики для большинства направлений подготовки также могут быть проектно-организованными и представлять собой как законченный проект, так и быть его этапом (например, для сбора исходных данных, изучения технологий, обследования условий труда и т.п.).
- Выпускная квалификационная работа. Результат проектной деятельности должен соответствовать законченному решению инженерной задачи, подвергается внешней оценке (рецензирование).

В Сибирском федеральном университете активно реализуется метод проектного обучения по направлению «Металлургия» в рамках идеологии CDIO [6]. Начиная с первого курса, студенты

выполняют проекты различной сложности.

В качестве примера проектной деятельности приведем проект, выполняемый в рамках дисциплины «Основы инженерного конструирования», включающий в себя несколько этапов, которые могут выполняться как в аудиторном, так и в самостоятельном режиме. Проект рассчитан на один семестр и для его успешного выполнения необходимо усвоение на базовом уровне учебной программы дисциплины.

Рабочее название проекта «Моделирование механической детали». Студентам предлагается сконструировать механическую деталь из нескольких (двух-четырех) сборных элементов при помощи программы трехмерного моделирования.

В проекте предполагается два этапа – расчетно-текстовый и графический. На первом этапе студент получает задание на проектирование (или ему предоставляется возможность предложить свой вариант и обсудить его с преподавателем), затем описывает этапы работы над проектом в техническом задании. Далее студент рассчитывает геометрические и прочие технологические параметры своей детали и по результатам составляет технологическую карту. На втором этапе, обладая полученными параметрами, студент составляет трехмерную модель детали и осуществляет ее виртуальную сборку. Готовность на данном этапе – анимированная рендер-модель. На завершающем этапе студент составляет технический чертеж детали и спецификацию согласно ЕСКД. Все документы – техническое задание, технологическая карта, технический чертеж, спецификация, расчеты и модель – выносятся на публичную защиту и обсуждение.

По мере выполнения проекта студент получает навык работы в базовых и специализированных программных продуктах, осваивает содержание рабочей программы по дисциплине «Основы инженерного конструирования». Усложне-

ние уровня проектов возможно и зависит от желания и возможности студента осуществить более детальное, технически обоснованное и разностороннее моделирование.

Студент, работая над проектом, проходит стадии планирования, анализа, синтеза, активной деятельности. При организации проектной деятельности возможна не только индивидуальная, самостоятельная, но и групповая работа учащихся. Это позволяет приобретать коммуникативные навыки и умения. Постановка задач, решение проблем повышает мотивацию к проектной деятельности и предполагает: целепола-

гание, предметность, инициативность, оригинальность в решении познавательных вопросов, неординарность подходов, интенсивность умственного труда, исследовательский опыт.

Большинство исследователей признают, что развитие инженерного мышления происходит в результате проблемного оперирования производственно-техническим материалом, то есть решения технических задач в различных вариантах.

Таким образом, выполняя все этапы проекта, студент помимо практических навыков формирует инженерное мышление.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сазонова З. С. Развитие инженерного мышления – основа повышения качества образования: учеб. пособие / З.С. Сазонова, Н.В. Чечеткина; МАДИ (ГТУ). – М., 2007. – 195 с.
2. Мышление [Электронный ресурс] // Braintools.ru: [сайт]. – 2014. – URL: <http://www.braintools.ru/thinking>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 09.12.2014).
3. Белик А.А. Культурология. Антропологические теории культур: учеб. пособие / А.А. Белик. – М., 1999 г. – 241 с.
4. Рындак В.Г. Творчество: краткий педагогический словарь / В.Г. Рындак. – М., 2001. – 84 с.
5. Мустафина Д.А. Негативное влияние формализма в знаниях студентов при формировании инженерного мышления // Инж. образование. – 2011. – № 7. – С. 10-15.
6. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информ.-метод. изд. / пер. с англ. и ред. А. И. Чучалина, Т. С. Петровской, Е. С. Кулюкиной; Том. политехн. ун-т. – Томск, 2011. – 17 с.