

## Гуманизированная дидактическая структура лабораторного занятия по изучению конструкции технических объектов

© А.А. Дорофеев

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

*Структура обусловлена закономерностями проектной конструкторской деятельности человека и когнитивными особенностями образовательного процесса. Изучение строится по дидактическому циклу «функция—конструкция—материал—технология» с выявлением методики проектирования с нелогическими креативными элементами, включаемыми в профессиональные ментальность и компетентность.*

**Ключевые слова:** лабораторная работа, дидактика, функция, конструкция, материал, технология, проектирование, техническое творчество, ЕСКД.

Традиционно изучение схемных технических решений, компоновки и конструкции на примере реальных технических объектов как восприятия аккумулярованного предметно зафиксированного опыта прошлого входит в обязательный перечень практических занятий по большинству дисциплин специальности, объект которых подпадает под действие стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). По атрибутивным и другим существенным признакам эти занятия относят к лабораторным. Занятия, как правило, проходят в условиях, способствующих практическому изучению реального, но специально подготовленного технического объекта: частично разобранного, с местными разрезами, специальной раскраской, с дополнительными, т.е. не нужными при эксплуатации объекта, но методически полезными или необходимыми по условиям безопасности при изучении стопорными деталями, заглушками и т. п. [1].

По существу студент работает с объектом, препарированным с целью его успешного изучения в лабораторных условиях, например, в демонстрационном зале или лаборатории конструкции, как правило, ретроспективно представляющих прогрессивные для соответствующего времени технические решения [2]. Успешность изучения определяется по степени достижения цели или качества реализации образовательного технологического процесса, что требует диагностируемой цели конкретного учебного занятия, методика проведения которого есть частная реализация дидактики как теории образовательных процессов. Отметим, что при этом реализованная степень действенности

воспитания относится к не диагностируемым оперативно результатам, достижение которых с приемлемой надежностью косвенно обеспечивается следованием документируемой образовательной технологии.

Одной из особенностей современного инновационного учебного процесса является кажущееся противоречие в формулировке цели образовательного процесса: с одной стороны, это *получение фундаментальной подготовки* для будущей профессиональной деятельности в задаваемой в достаточно широкой области техники, например, ракетно-космической, и с другой стороны, *приобретение профессиональных компетенций*, дающих возможность продуктивной профессиональной деятельности в составе профессионального подразделения на конкретном компьютеризированном рабочем месте инженера по окончании вуза.

Эта особенность проявляется в бинарной цели изучения конструкции некоторого технического объекта: *не только изучение* конкретного технического решения с включением его в собственный доступный в профессиональной деятельности «банк знаний» как некоторое известное решение, которое может быть применено в качестве аналога или прототипа разрабатываемого нового устройства, *но и выявление и восприятие* в той или иной мере *методологии и методики проектирования*, в том числе, ее внелогическую креативную компоненту. Достижение второй составляющей образовательной цели не только способствует приобретению метазнаний, но и должно дать вклад в формирование специфической профессиональной ментальности, включающей человеко-машинное творчество, обязательно входящее в современные технологии разработки новой наукоемкой техники, так называемые «безмолвные знания» и навыки «внелогического понимания смысла» [3, 4, с. 58].

При этом одновременно должна решаться обязательная задача образовательного процесса — моральное, интеллектуальное и эмоциональное развитие личности, воспитание у будущего специалиста стремления к самосовершенствованию, формирование и укрепление гуманизированного отношения к инженерному творчеству, ответственности за антропогенное воздействие на окружающую среду при уважении авторского права на объекты инженерного творчества[5].

Технологическое достижение этих целей может быть обеспечено путем дидактического построения учебного процесса в соответствии с дополняющими друг друга субъект-субъектным [1] и субъект-объектным [4] подходами с учетом как технических, так и психологических аспектов изучения технического решения (устройства) как синергетического результата логической и внелогической форм порождающей

деятельности человека-конструктора [3, 4]. В основу системного объединения объектной (предметной, технической) и субъектно-деятельностной сторон когнитивного процесса в образовательной технологии можно положить высказанную в диссертационном исследовании А.А. Добрякова [3] идею об аналогии закономерностей и особенностей проектно-конструкторской и познавательной деятельности в области техники, развитую позже в работе [4].

Согласно этому представлению [4, с. 50–53] учебный материал структурируется применительно к специализированной учебной среде как в логике предметной области (проблема или функция—гипотеза—модель—решение—алгоритм), так и в логике инвариантных, слабо зависящих от предметной области (контента) схем мышления. Настоящая работа относится к изучению подпадающих под действие стандартов ЕСКД инженерных объектов, для которых характерно сочетание теплоэнергетических преобразований в рамках конструкции, имеющей несущие (прочностные) свойства и объединяющей процессы в едином объекте, выполняющем некоторую известную нечетко задаваемую целевую функцию (аналогичные объекты рассматриваются в основном и в работах [1–4]). Дидактически существенные особенности таких объектов как изучаемых системно технических решений состоят в наглядности конструкции и ее структуры, и ненаблюдаемости и невозможности чувственной качественной оценки переносных процессов, задающих в основном нагрузку конструкции.

*В логике предметной области* системность подхода состоит в том, что с одной стороны, изучаемый объект изучается как элемент (часть, звено) системы более высокого иерархического порядка, диктующей требования к функции и свойствам изучаемого объекта (например, для ракетного двигателя это летательный аппарат). С другой стороны, изучаемый объект есть совокупность нескольких элементов, объединенных в систему, выполняющую поставленную функцию при заданных ограничениях и требованиях к показателям, а совокупность в целом обладает некоторыми качествами (свойствами), превосходящими сумму качеств ее частей (эмерджентность). При этом объект рассматривается системно и диалектически с учетом относительной динамики (попеременного опережения и отставания) существенных факторов в масштабе времени ретроспективно (желательно представление в экспозиции аналогичных по функциям объектов разных лет разработки [2], что является существенным качеством данной информационно-образовательной среды) и с прогнозированием, как правило, экстраполированием актуальных условий на период, сравнимый с проектной длительностью полного жизненного цикла изделия. Длительность полного

жизненного цикла исчисляется с начала разработки изделия до его утилизации, что особенно важно с позиций минимизации отрицательного экологического эффекта.

Для технических объектов рассматриваемой группы представляется необходимой и достаточной предметно-ориентированная дидактическая триада: «функция — конструкция — материал», звенья которой связаны и системно объединены технологией в дидактический цикл [6]. При этом особенно важна органичная связь между составляющими этого цикла для современных интегрированных изделий, формирование которых идет одновременно с наращиванием самого материала, например, изготовление композиционных углерод-углеродных деталей и т. п. [7].

Познавательная деятельность обучающегося структурируется триадно, отражая одну из типичных инвариантных по отношению к объекту структур осмысления и понимания: анализ (выявление элементов и их функций в изучаемом объекте, деструкция, декомпозиция) — синтез (установление связей между элементами в системе) — анализ (выявление системных функций). При этом что эта познавательная деятельность накладывается на логику предметной области и соответствующим образом структурируется:

1) приписываемая (известная или предполагаемая, угадываемая, вербализованная или только ощущаемая) узлу, агрегату, детали функция как решаемая конструктором проблема;

2) гипотеза, касающаяся образа решения, механизма выполнения этой функции с показателями эффективности (материалоемкость, технологичность, удобство эксплуатации, надежность и т. п. количественные и качественные, вербализуемые или невербализуемые характеристики, такие как компактность, пропорциональность, гармоничность и т. п.);

3) модель реализации функции, описывающая выдвинутую гипотезу, в виде набора методов, способов, принципов и итогового прогноза, не обязательно выражаемого вербально или графически, но уже ощущаемого пути решения проблемы;

4) конструкция или схема решения проблемы (1) как результат последовательно-параллельной и циклической реализации звеньев (2), (3), и (4);

5) алгоритм, если он возможен, или последовательность операций проектирования, составляемые изучающим техническое решение как отражение, результат попытки восстановления состоявшегося некогда реального деятельностно-когнитивного процесса проектирования изучаемого объекта.

На каждом, и особенно на заключительном этапе ведется обсуждение, оценка и при необходимости уточнение содержания предшествующих когнитивных действий, т. е. познавательная деятельность рассматриваемого типа многоцикловая и итерационная.

Существенно то, что проектирование, в том числе конструирование как порождение нового объекта (нового знания, информационного содержания, сверхсуммарного эмерджентного качества), чаще всего не алгоритмизируется в принципе, т.к. в него входит нелогическое преобразование информации [3]. И это должно проявиться при попытке описания процесса проектирования как нечеткого алгоритма, или *эвrorитма* (здесь не относящийся к общепринятым термин *эвrorитм* как порядок действий, правила, приемы и операции, следование которым в большинстве случаев с некоторой вероятностью приводит к требуемому результату, если он принципиально достижим): не вытекающие из формальной логики решения, принятые авторами конструкции интуитивно или по аналогии не находят однозначного рационального обоснования и выступают как результат неформализуемого технического инженерного творчества, что должно быть обязательно отмечено.

При этом полезным представляется составление когнитивной карты как гуманизированной графической формы компактного отображения системно организованной информации с фиксацией основных взаимосвязей, что соответствует формируемым ментальным логическим и внелогическим системам, фиксирующим обучающимся освоенную информацию, и способствует этим процессам как компонентам освоения нового знания обучающимся [4]. При этом для задачи изучения технического решения представляется достаточным локально триадное представление взаимосвязей: выделение связанной пары элементов, обозначение направления воздействия (от источника к приемнику) и его знак — положительное, т. е. усиливающее, или отрицательное, тормозящее, снижающее выходную функцию звена-приемника. При этом один элемент может быть связан с несколькими элементами, совместно образующими функционально-семантический граф как системный математический образ изучаемого технического объекта.

Воспитанию уважения к инженерному творческому труду служит вычленение в изучаемых конструкциях типовых базовых технических решений, в том числе обязательно тех, которые носят имя их автора: сопло Вентури, трубка Бурдона, датчик Пито-Прандтля, парогенерирующая трубка Фильда, башня Шухова, автомат перекося Юрьева, руль Жуковского, сопло Лавала и др. При этом подчеркивается роль отечественных ученых и инженеров в достижениях, ставших вехами в развитии техники и цивилизации в целом.

Выполнение лабораторной работы группой возлагает на преподавателя дополнительно к функции собственно обучения роль фасилитатора<sup>1</sup>, способствующего постепенному формированию личностно и профессионально значимых качеств (эмоционально-волевой стабильности, бесконфликтности в конкурентной среде и др.) при моделировании социально-ролевых и технологических (нормативно-техническая документация, информационная среда и т. п.) условий профессиональной деятельности аналогичного содержания.

Дидактика структурированных по описанной схеме субъект-субъектных деятельностных образовательных технологий обуславливает необходимость постановки задачи лабораторной работы не только в гуманизированных нечетких понятиях (изучить конструкцию и т. п.), но и в диагностируемой форме, например, в виде контрольно-измерительных материалов (КИМ): вопросов и заданий, предлагаемых обучающемуся в процессе защиты выполненной работы. При этом задается форма отчетности о прохождении лабораторной работы, как правило, входящая в состав методических указаний, выполняющих функции аналога производственного технологического документа [1].

КИМ, используемые обучающимися для самоконтроля, и преподавателями — для оценки успешности усвоения учебного материала, должны включать вопросы и задания на выявление: знания — имплицитный уровень усвоения учебного материала (1), понимания принципа действия, функционирования детали, узла (2), освоения дидактически полной деятельностной диады анализ/синтез применительно к изученному техническому объекту (3), а также применение освоенного материала в новой совокупности существенных признаков, например, для оценки работы изученного объекта в отличных от номинальных условиях космического вакуума, прямого солнечного излучения и т. п. (4), и на более высоком уровне абстракции обобщение и расширение полученных знаний на объекты другого класса (5). Эти оценки составляют в совокупности полную пентадную таксонометрическую характеристику достижения дидактической цели [4, стр. 29–30].

Методика проведения лабораторных работ, дидактически структурированная согласно описанным подходам, принципам и рекомендациям, и конкретизированная применительно к программе дисциплины «Основы теории и расчета ЯРД и энергетических установок»

<sup>1</sup> Фасилитация социальная (от лат. *facilitare* — облегчать и *socialis* — общественный) — «эффект аудитории», повышение производительности деятельности, ее скорости и качества, совершаемой или просто в присутствии других людей, или в ситуации соревнования. Ингибиция – противоположный фасилитации нежелательный эффект.

и содержанию занятия «Схема газо-жидкостных систем и специфические агрегаты ДУ с ЯРД», апробирована автором настоящей статьи в 2008–2012 годы в учебном процессе на факультетах «Ракетно-космическая техника» и «Энергомашиностроение» МГТУ им. Н.Э.Баумана и отражена в содержащих КИМ методических указаниях, опубликованных в виде электронного издания [8].

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дорофеев А.А. Учебная литература по инженерным дисциплинам: системная дидактика, методика и практика проектирования. М., Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012, 396 с.
- [2] Демонстрационный зал Дмитровского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана: URL: <http://df.bmstu.ru/lab/C1/index1.htm> (дата обращения 10.05.2014).
- [3] Добряков А.А. Инженерно-психологическое обеспечение творческих форм проектно-конструкторской деятельности (Психологические основы технического творчества). Автореферат дисс. ... д. п. н., МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 1997, 67 с.
- [4] Добряков А.А. Психолого-педагогические основы подготовки элитных специалистов как творческих личностей (содержательные элементы субъект-объектной педагогической технологии). Учебное пособие. М., Логос, 2001, 358 с.
- [5] Смирнов С.Д. Психология и педагогика для преподавателей высшей школы. Учеб. пособие. М., Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007, 400 с.
- [6] Ф. Энгельс. О нарезной пушке. Газета «New-York Daily Tribune», №№ 5914, 5926 и 5938; 7, 21 апреля и 5 мая 1860 г. Пер. с англ. URL: <http://lugovoy-k.narod.ru/marx/15/006.htm> (дата обращения 10.05.2013).
- [7] Дорофеев А.А. Ядерные ракетные двигатели и энергетические установки. Введение в теорию, расчет и проектирование: учеб. Пособие. Федик И.И., ред. М., Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012, 342 с.
- [8] Дорофеев А.А. Схема газо-жидкостных систем и специфические агрегаты ДУ с ЯРД. Метод. указания к лабораторной работе по дисциплине «Основы теории и расчета ЯРД и энергетических установок». М., Электронное учебное издание, № 0321202487, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 22 августа 2012 г., рег. свидетельство ФГУП НТЦ «Информрегистр» № 27255, 40 с.

Статья поступила в редакцию 05.08.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Дорофеев А.А. Гуманизированная дидактическая структура лабораторного занятия по изучению конструкции технических объектов. *Гуманитарный вестник*, 2013, вып. 4. URL: <http://hmbul.bmstu.ru/catalog/pedagog/engped/60.html>

**Дорофеев Анатолий Александрович** — канд. техн. наук, д-р пед. наук, профессор кафедры «Ракетные двигатели», декан факультета «Ракетно-космическая техника» МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: [a.a.dorofeev@bmstu.ru](mailto:a.a.dorofeev@bmstu.ru)