

# ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 378.147 (075.8)  
ББК 74.202, К 88

## МЕТОДОЛОГИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СЕТЕВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ К ИННОВАЦИОННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

З. С. Сазонова

*Ключевые слова:* инженер; инновационная деятельность; методология; педагогическое проектирование; функциональная систематика; непрерывное образование.

*Резюме:* Разработанная в интегрированной среде науки и производства, функциональная систематика способствует междисциплинарному синтезу знаний о материальных объектах на стадиях их проектирования, апробации, исследования и применения, установлению общего языка между учеными и специалистами в разных областях профессиональной деятельности. Адаптация идей функциональной систематики применительно к учебному процессу открывает новые перспективы для проектирования и реализации целостной междисциплинарной подготовки инженеров к творческой работе «на стыке» различных научных направлений и профессиональных умений.

**Введение.** В условиях серьезных проблем российской системы инженерно-технического образования необходим переход от дисциплинарно-ориентированной системы обучения к проектно-созидательной. Предстоит решить проблему проектирования такого обучения, которое превратится в технологический процесс с гарантированным результатом. Современные требования к качеству процессов и результатов образовательных технологий с позиций рационального сочетания традиционных, дистанционных и открытых форм обучения базируются на приоритетной роли самостоятельного непрерывного образования и развития как обучающихся, так и обучающихся. Обучающие должны создать системные условия, при которых активизация самоподготовки мотивируется желанием использовать полученные знания, умения, навыки для разрешения множества учебных проблем с применением компьютерной поддержки при непосредственном и удаленном доступе к обучающему. Обеспечение условий для самопроверки, самообучения и саморазвития связано с разработкой такой педагогической системы, которая может эффективно развиваться как при непосредственном взаимодействии субъ-

ектов образовательного процесса, так и при их удаленном доступе друг к другу. Каждый обучающийся должен иметь возможность, находясь в любом месте и в любое удобное для него время, «включиться» в интерактивный учебный процесс, реализуя свою потребность в непрерывном образовании, качество которого соответствует актуальным требованиям государства, общества, производства, бизнеса и самого субъекта. Значимость создания саморазвивающейся педагогической системы, способной обеспечить конкурентоспособность технических специалистов, повышающих уровень социальных и профессиональных компетенций в процессе непрерывного образования, обусловлена стратегически важной целью – обеспечением конкурентоспособности России на международном рынке наукоемких технологий.

В настоящее время существуют противоречия между предъявляемыми к выпускникам технических вузов высокими требованиями быстро развивающейся науки, наукоемкого производства и бизнеса и реальным уровнем подготовки молодых специалистов к участию в инновационной деятельности. Проведенный анализ образовательных технологий, реализуемых в разных втузах России, показал, что общим «слабым звеном» являются нерешенные проблемы мониторинга динамики учебного процесса. Мониторинговые исследования включают сбор информации, ее обработку, анализ, оценку и прогнозирование. Традиционный мониторинг учебного процесса, осуществляемый в форме «попарного» обсуждения преподавателя с каждым студентом полученных на занятии результатов и их корректировки, не может обеспечить «фронтальности» в рамках ограниченного учебного времени. Адекватный современным требованиям мониторинг технологий подготовки специалистов должен проводиться таким образом, чтобы гарантировать развивающееся и развивающее взаимодействие всех субъектов на всех видах учебных занятий по всем дисциплинам.

Традиционные и инновационные технологии подготовки специалистов, применяемые на практике в «чистом» и в интегрированном виде, обладают мощным потенциалом конкурентоспособной подготовки специалистов, однако этот потенциал не в полной мере реализуется из-за отсутствия внутреннего механизма, непрерывно «отслеживающего» динамику качества личностных результатов обучающихся при решении профессионально ориентированных задач. Отсутствие своевременной внешней корректировки и неразработанность технологических аспектов самомониторинга сдерживает, а иногда и тормозит развитие мотивации обучающихся к достижению целей изучения учебных дисциплин. Реализация самомониторинга при подготовке по технологии программированного обучения не решает проблем всестороннего развития личности специалистов и повышения качества образования, поскольку эта технология не удовлетворяет потребностей обучающихся в собственном целеполагании и развитии творчества. Заместитель руководителя Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки Министерства образования и науки РФ доктор экономиче-

ских наук профессор Е. Н. Геворкян отмечает: «Конкурентоспособность вуза на рынке образовательных услуг определяется его способностью гарантировать качество образования – как самого процесса, так и его результата. Это означает не только и не столько соответствие образовательным стандартам, сколько соответствие потребностям общества и обеспечение конкурентоспособности выпускника на рынке труда. Абстрактная образованность, не привязанная к рынку труда, способна удовлетворить потребность личности в образовании как таковом, но не гарантирует его личное финансовое благосостояние и развитие общества... Непрерывное образование, вызванное необходимостью приспособления человека к новым быстроизменяющимся технологиям, привело к несостоятельности прежних систем обучения. Назрела объективная необходимость перехода от «обучения профессии» к «обучению обучению», что требует изменения образовательных технологий [2].

**Методологические основы функционально-сетевого педагогического проектирования.** Функционально-сетевое педагогическое проектирование выполняется с использованием адаптации методов функциональной компьютерной систематики (ФКС) применительно к решению педагогических задач [1]. Функциональная компьютерная систематика ориентирована на компьютерную технологию формирования и использования автоматизированных баз данных. При функционально-сетевом педагогическом проектировании могут быть эффективно использованы следующие возможности ФКС:

1) систематизируемые объекты и процессы отображаются функциональными формулами, определяющими не только морфологию объектов, но и их способность выполнять определенные функции в заданных условиях взаимодействия с факторами внешней среды;

2) функциональные формулы являются одновременно универсальным информационно-поисковым языком автоматизированных систем.

В настоящей работе излагается методологический подход к проблеме функционально-сетевого проектирования подготовки специалистов по системно-ориентированной технологии, неотъемлемым свойством которой является самомониторинг обеспечения заданного уровня качества подготовки.

Предметом дидактического функционально-сетевого проектирования является представленная в виде функционального соотношения таксономическая модель процесса подготовки, отражающая информацию об условиях проектирования и содержании всех структурных элементов дидактического цикла подготовки. Дидактическим циклом подготовки (самоподготовки) по техническим дисциплинам является система, включающая следующие взаимосвязанные и взаимообусловленные подсистемы: цели дидактического цикла; его содержание; учебную деятельность обучающихся; деятельность обучающего (преподавателя); дидактический инструментарий [4].

Функциональная модель любой сложной системы с учетом основных понятий системотехники может быть представлена в виде следующего функционального соотношения:

$$НС [С] ПС, \quad (1)$$

где надсистема, система и подсистема обозначены соответственно символами «НС», «С» и «ПС».

В соответствии с логикой такого представления функциональная модель системы подготовки по технической дисциплине выглядит следующим образом:

$$НПОД [СПОД] ППОД. \quad (2)$$

Содержание надсистемы, системы и подсистемы формируется в электронном виде. Обращение к гиперссылкам «НПОД», «СПОД» и «ППОД» позволяет «развернуть» хранящуюся в соответствующих директориях гипертекста информацию, структурированную в виде упорядоченной последовательности маркированных файлов-таксонов. Символика каждого маркера представляет информацию о содержании и функциональном назначении каждого таксона. Гиперссылка на имя любого из таксонов открывает соответствующий файл и дает возможность ознакомиться с его содержанием. Директория «НПОД» содержит таксоны нормативно-управляющей информации, определяющей условия проектирования. К «управляющим» таксонам относятся: таксон «ГОС», таксон «Рабочая программа по дисциплине», таксоны тематического плана, графика учебной работы, таксон, определяющий цели изучения дисциплины и другие.

Рассмотрим подробнее содержание таксона «Цели изучения дисциплины». Обычно целей обучения бывает несколько, и в представляемых преподавателю нормативных документах они формулируются в обобщенной форме без указания конкретных критериев, на основании которых можно судить об их достижении: «Установление целей на общем уровне всегда связано с такой высокой степенью абстракции, что это мало чем может помочь преподавателю-практику» [3, с. 12]. Задача преподавателя состоит в том, чтобы уже на уровне проектирования процесса подготовки по дисциплине обеспечить диагностичное задание целей, довести формулировку целей обучения до такой степени конкретности, при которой они начинают эффективно «работать» на реальный учебный процесс. Описание целей должно однозначно определять ожидаемый после обучения результат – измеряемое изменение уровня знаний и умений студентов, оно должно быть известно и понятно каждому студенту. Диагностируемая цель дидактического цикла, реализуемого по системно-ориентированной технологии, – это функционально-завершенный результат личностной деятельности каждого студента, полученный в течение времени, предусмотренного графиком учебной работы. Функционально-завершенный результат деятельности – это выполненное в полном объеме индивидуальное

комплексное профессионально-ориентированное учебное задание, которое можно рассматривать как учебный проект. Качество выполнения проекта оценивается по критерию соответствия многократно апробированному аналогу (стандарту). Декомпозиция проекта на отдельные задачи позволяет сформулировать задания, которые последовательно выполняются студентами на различных занятиях дидактического цикла. В конце каждого занятия студенты представляют функционально завершенные диагностируемые результаты своей работы. При наличии ошибок корректировку результатов осуществляют сами студенты сразу после взаимодействия с преподавателем при непосредственном или удаленном доступе к нему. Выполнение каждого задания соответствует формированию определенных знаний, умений, навыков и компетенций будущего инженера. Достижение сформулированных в ГОС целей – формирование и развитие системы знаний и умений – осуществляется и «квази-непрерывно» диагностируется в процессе выполнения студентами профессионально значимых действий, каждое из которых коррелирует с приобретением ими нового знания.

Директория «СПОД» – система подготовки – это учебно-методический комплекс дидактического цикла, содержащий папки электронных материалов, содержательно и технологически обеспечивающих проведение каждого занятия цикла. Преподаватель отбирает и структурирует учебный и научный материал, необходимый и достаточный для понимания физических основ, принципов и законов, а также фактов и сведений, определяющих суть изучаемых явлений. В процессе этой работы обязательно учитываются междисциплинарные связи, играющие вспомогательную, но важную роль при описании сложных объектов и процессов изучаемой учебной дисциплины. Выделение наиболее значимых междисциплинарных связей детерминировано целями изучения дисциплины и осуществляется на основе интеграции личного профессионального опыта преподавателя и анализа связности тезауруса изучаемой дисциплины с тезаурусами других дисциплин учебного плана. Полный объем подготовленного с учетом необходимых междисциплинарных связей учебного материала, предназначенного для каждого учебного занятия, преподаватель оформляет в виде системы отдельных таксонов. Каждый таксон представляет собой определенный «информационный пакет», содержание которого относится к теме учебного занятия. Подготовленная преподавателем совокупность таксонов входит в состав соответствующей электронной папки. Содержание каждой такой папки включает:

- «сквозные» таксоны нового теоретического материала;
- таксоны, содержащие междисциплинарную информацию, важную для более глубокого понимания нового материала;
- таксон, содержащий описание методики работы на занятии;
- таксон графического и другого иллюстративного материала;
- таксон математических методов обработки учебной информации;
- таксон, содержащий учебные задания;

- таксон диагностируемых целей каждого занятия;
- таксон, содержащий морфологическую таблицу, являющуюся основой для заполнения базы самостоятельного принятия решений;
- таксон, содержащий образцы правильно выполненных студентами расчетных и графических работ по теме занятия и т. д.

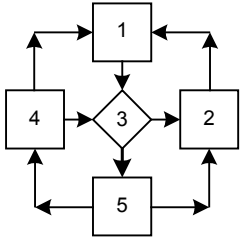
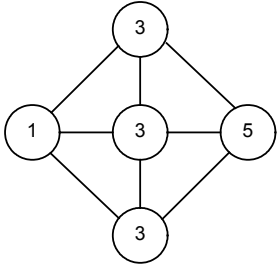
Все представленные в электронных папках таксоны имеют свои индивидуальны́е имена (маркеры). Комплект выделенных преподавателем «сквозных» таксонов основного учебного материала является системой целевых функций (ЦФ) учебной деятельности учащегося. Студенты с разных позиций изучают систему ЦФ в течение всех занятий конкретного цикла обучения. Совершенство таксонов, содержащих дополнительный материал из других учебных дисциплин, образует систему таксонов мониторинговых функций (МФ), позволяющих изучать ЦФ с учетом междисциплинарных связей. Последовательность изучения содержащегося в таксонах учебного материала определяется соответствующим функциональным соотношением. Система сформированных преподавателем таксонов представляет собой совокупность взаимосвязанного учебного и научного материала и является тем информационным полем, которое необходимо для осуществления успешной деятельности каждого обучающегося при выполнении индивидуального технического проекта. Необходимо, но не достаточно. Важным условием для осуществления моделирования потенциально возможных решений многокритериальных технических задач является умение грамотно работать в обширном информационном поле. Студенты, изучая учебный материал, должны его систематизировать с целью последующего анализа и синтеза, а также анализировать требования заказчика (преподавателя) и учитывать возможности разработчика (собственные знания и умения), находя удовлетворяющий обе стороны компромисс (сбалансированное соответствие потребностей и возможностей). Решение этих задач делает процесс усвоения знаний активным, мотивирует к их использованию для практического применения.

Междисциплинарное содержание таксонов мониторинговых функций (МФ) связано с существенными характеристиками объектов и процессов, являющихся целевыми функциями (ЦФ) при изучении учебного материала по новой дисциплине. Установление научно обоснованных количественных связей между ЦФ, «сквозных» для всех занятий дидактического цикла, и выделенными преподавателем МФ представляет собой творческий процесс систематизации осмысленного учебного материала. Этот процесс осуществляется обучающимися и представляет собой формирование информационной базы данных, необходимой для моделирования решений технической задачи. В процессе этой работы по созданию информационной базы предсказательных решений (БПР) обучающийся осуществляет подготовку возможных вариантов «комплектующих» для «сборки» будущего виртуального или материального технического объекта – обоснованно выбранного решения индивидуального технического проекта.

Занятия всех дидактических циклов учебной дисциплины структурируются в соответствии с инвариантным системным модулем-алгоритмом. В качестве примера на рисунке показаны обобщенный вид инвариантного системного модуля (для дидактического цикла, включающего пять учебных занятий), соответствующий ему граф и матрица связей целей обучения и показателей достижения целей. Таксономическая модель инвариантного модуля (см. рис.) имеет вид:

$$НС [C \{(1-2), (1-3), (1-4), (2-3), (4-3), (3-5)\}] ПС (5, (5-2), (5-4)), \quad (3)$$

где: *НС* – надсистема, определяющая темы, цели и задачи конкретных занятий;  $[C \{(1-2), (1-3), (1-4), (2-3), (4-3), (3-5)\}]$  – система, определяющая содержание учебного материала и методику обучения и учения; *ПС* (5, (5-2), (5-4)) – подсистема, определяющая результаты обучения по конкретным занятиям и успеваемость студентов; 1, 2, 3, 4, 5 – номера занятий и соответствующие вершины модуля, графа, матрицы связей целей и показателей выбора целей.

Инвариантный модуль (ИМ)	Граф ИМ	Матрица связей ИМ																																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="812 857 911 904">Табл. 3</th> <th data-bbox="911 857 967 904"></th> <th data-bbox="967 857 1022 904"></th> <th data-bbox="1022 857 1078 904"></th> <th data-bbox="1078 857 1133 904"></th> <th data-bbox="1133 857 1188 904"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="812 904 911 950">1</td> <td data-bbox="911 904 967 950"></td> <td data-bbox="967 904 1022 950">x</td> <td data-bbox="1022 904 1078 950">x</td> <td data-bbox="1078 904 1133 950">x</td> <td data-bbox="1133 904 1188 950"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="812 950 911 996">2</td> <td data-bbox="911 950 967 996">x</td> <td data-bbox="967 950 1022 996"></td> <td data-bbox="1022 950 1078 996">x</td> <td data-bbox="1078 950 1133 996"></td> <td data-bbox="1133 950 1188 996">x</td> </tr> <tr> <td data-bbox="812 996 911 1043">3</td> <td data-bbox="911 996 967 1043">x</td> <td data-bbox="967 996 1022 1043">x</td> <td data-bbox="1022 996 1078 1043"></td> <td data-bbox="1078 996 1133 1043">x</td> <td data-bbox="1133 996 1188 1043">x</td> </tr> <tr> <td data-bbox="812 1043 911 1089">4</td> <td data-bbox="911 1043 967 1089">x</td> <td data-bbox="967 1043 1022 1089"></td> <td data-bbox="1022 1043 1078 1089">x</td> <td data-bbox="1078 1043 1133 1089"></td> <td data-bbox="1133 1043 1188 1089">x</td> </tr> <tr> <td data-bbox="812 1089 911 1136">5</td> <td data-bbox="911 1089 967 1136"></td> <td data-bbox="967 1089 1022 1136">x</td> <td data-bbox="1022 1089 1078 1136">x</td> <td data-bbox="1078 1089 1133 1136">x</td> <td data-bbox="1133 1089 1188 1136"></td> </tr> </tbody> </table>	Табл. 3						1		x	x	x		2	x		x		x	3	x	x		x	x	4	x		x		x	5		x	x	x	
Табл. 3																																						
1		x	x	x																																		
2	x		x		x																																	
3	x	x		x	x																																	
4	x		x		x																																	
5		x	x	x																																		

Гиперссылка на каждую вершину позволяет ознакомиться с содержанием учебного материала конкретного учебного занятия; (1-2), (1-3), (1-4), (2-3), (4-3), (3-5) – взаимосвязи вершин, отражающие междисциплинарные взаимосвязи. Методика обучения определяется последовательностью рассмотрения содержания взаимосвязей всех вершин модуля, графа, матрицы в соответствии с выделенной темой учебного занятия. В соответствии с графом выделяется инвариантная структура проведения всех учебных занятий определенного вида (практические, лабораторные работы, лекции, семинары) по конкретной дисциплине.

При активной системно-ориентированной образовательной технологии проектирование учебного процесса является активным, набор «вопросов (МФ) – ответов (ЦФ)» генерируется преподавателем к каждому занятию в соответствии с инвариантным модулем-алгоритмом и представляет собой основу для формирования БПР. Студенты систематизируют учебную информацию с помощью БПР, дополняют ее учебными экспертными оценками условной стоимости (индивидуальной

трудности) использования ЦФ и МФ при моделировании решений многофакторной задачи и затем используют для ускоренного получения предсказательного результата с применением инвариантных алгоритмов обработки данных.

В содержании и структуре представленного в таксономическом виде учебного материала заложены потенциальные возможности использования в процессе обучения таких организационных форм, методов и приемов, которые максимально способствуют активному овладению учащимися всеми компонентами содержания обучения, развитию творческих способностей, стремления к самостоятельной генерации новых знаний. При этом создаются необходимые предпосылки для реализации дидактического принципа сознательности, активности и самостоятельности учащихся в обучении, вовлечения их в проблемно-поисковую деятельность. Структурирование учебного материала, относящегося к каждому занятию, осуществляется в соответствии с принципом: каждый элемент структуры будет использован для формирования как научных знаний, так и умений, определенных целями занятия. Знания служат умениям и являются основой умений. Знания в отрыве от умений не формируют готовности обучающегося к решению жизненных задач. Однако каждому сформированному умению соответствует приобретенное знание, а системе умений соответствует система знаний. Такой подход не разрушает систему научного знания, а дополняет систему знаний обучающихся: к системе тех знаний, которые являются наследием объективизированного опыта человечества, добавляются знания о методах генерации новых знаний. Таксономическая структура электронных учебных материалов и функциональное представление процесса учебной деятельности студентов обеспечивают возможность осуществления функционально-сетевого мониторинга технологии обучения, ориентированной на получение функционально завершенных результатов учебной деятельности.

Системно ориентированная методика обучения обеспечивает функциональную поддержку деятельности, ориентированной на систематизацию учебного материала и формирование БПР по каждому учебному занятию. Создание БПР с описанием междисциплинарных связей и введением гиперссылок продуцирует качественно новые концептуальные установки, определяющие выбор образовательных технологий и генерацию электронных учебных материалов. Адаптация функциональной систематики совместно с системными методами автоматизированного проектирования и введением мониторинга технологий ускоренного достижения сквозных учебных целей позволяет выделить эффективные механизмы мотивации самоподготовки, самообучения, самовоспитания и саморазвития субъектов образовательного процесса.

**Заключение.** Эффективность функционально-сетевого педагогического проектирования доказана экспериментально. Функционально-сетевые проекты подготовки студентов по разным техническим дисциплинам были многократно успешно апробированы на базе МГТУ им. Н. Э. Баумана и МАДИ (ГТУ). В 2005 г. в МГТУ им. Н. Э. Баумана было осуществлено повышение квалификации преподавателей МАДИ (ГТУ) и МГТУ им. Н. Э. Баумана в области подго-



товки электронных учебных материалов в соответствии с разработанной идеологией функционально-сетевое проектирования. Учебник В. В. Ищенко и З. С. Сазоновой «Методология генерации-апробации-сопровождения содержания учебных материалов для высшего профессионального образования» сертифицирован Независимым комитетом сертификации учебных материалов НФПК в качестве базового учебника.

### Литература

1. Бреховских С. М., Прасолов А. П., Солинов В. Ф. Функциональная компьютерная систематика материалов, машин, изделий и технологий. – М.: Машиностроение, 1995. – 539 с.
2. Геворкян Е. Н. E-learning в экономике, основанной на знаниях // Высш. образование в России. – 2006. – № 1. – С. 114–118.
3. Гершунский Б. С. Образовательно-педагогическая прогностика. Теория, методология, практика. – М: Флинта: Наука, 2003. – 768 с.
4. Кубрушко П. Ф. Дидактическое проектирование: Учебно-практическое пособие / TACIS FDRUS 9702. – М.: МГУП, 2000. – 30 с.

*Статья представлена к публикации членом-корреспондентом РАО П. Ф. Кубрушко*

УДК 378.005  
ББК 74.57

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА УРОВЕНЬ КОМПЕТЕНТНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Н. П. Чурляева

*Ключевые слова:* компетентность; педагогическая технология; концентрированное обучение; педагогические мастерские; учебное исследование; коллективная мыследеятельность; эвристическая технология.

*Резюме:* В статье рассмотрены особенности применения некоторых педагогических технологий в техническом вузе. Ни одна из них сама по себе не позволяет выйти на уровень компетентности, соответствующий рыночным требованиям. Наибольшие проблемы возникают с такими составляющими компетентности, как функциональные знания и инициативность.

Термин «компетентность», охватывая самые разные стороны личности, помимо ее чисто профессиональных качеств, не сводится ни к знаниям, ни к умениям, ни к навыкам, а имеет гораздо более сложную структуру, характеризующую многими составляющими, которые принято называть компетенция-