

## Компьютер в инженерном образовании: новые возможности в подготовке инженеров для креативной экономики

Казанский федеральный университет

И.В. Макарова, Р.Г. Хабибуллин

ПАО «КАМАЗ»

А.М. Ушенин, С.А. Михеева, В.С. Карабцев



И.В. Макарова



Р.Г. Хабибуллин



А.М. Ушенин

**В статье рассматриваются вопросы обеспечения квалифицированным персоналом автомобильной отрасли и транспортно-дорожного комплекса. Для улучшения и конкурентоспособности персонала предлагается новый подход к организации обучения. Показано, что системный подход к организации учебного процесса позволяет решить проблемы с подготовкой кадров, способных проектировать, производить и обслуживать сложную технику.**

**Ключевые слова:** инженерное образование, компьютерные технологии, образовательная система, компетенции инженера, профиль специалиста.

**Key words:** engineering education, computer technology, education system, engineer's competence, specialist's profile.

### Введение

Проблемы XXI века, вызванные истощением природных ресурсов и критическим состоянием экосистем, привели к изменениям структуры занятости населения – исчезают старые профессии и появляются новые. С одной стороны, экономика, развивающаяся быстрыми темпами, требует ускорения подготовки персонала, способного решать все усложняющиеся задачи. При этом повышается роль инженеров, которые проектируют, эксплуатируют и обслуживают сложную технику, создают новые материалы и технологии. С другой стороны, существует инертность образовательной системы, которую надо преодолеть, чтобы качественно подготовить необходимый персонал. Это один из главных вызовов современности, стоящих перед образовательной системой, ответ на который возможен только в рамках реализации системной стратегии, которая объединила бы возможности, предоставляемые развитием техники и технологии для организации обучения, с положи-

тельным опытом в области инженерного образования, накопленным университетами разных стран. Такая стратегия должна обеспечить устойчивость образовательной системы, возможность ее непрерывного совершенствования, соответствующего запросам реального сектора экономики. Система подготовки инженеров, способных решать поставленные задачи, должна базироваться на инновационных принципах, методиках и технологиях обучения. Кроме того, само содержание образовательных курсов должно отражать современные достижения техники и технологии. Необходимо совершенствовать систему «опережающего обучения», ориентированную на подготовку инженеров для будущего.

### Проблемы и противоречия в области взаимодействия образования и бизнеса

О компетенциях специалиста говорят чаще всего в двух контекстах: как итоге получения высшего образования по конкретной специальности, и как о содержании профиля компетенций, с

помощью которого компания отбирает и нанимает подходящих ей кандидатов для работы на определенной должности, а впоследствии – обучает, развивает и оценивает уже имеющихся сотрудников. В организации профили компетенций специалистов составляются на основе используемой в ней модели компетенций. В образовательном стандарте компетенции определяются применительно к виду профессиональной деятельности характерной для отрасли, в которой будет занят специалист. Поскольку, с одной стороны, виды деятельности инженера становятся все более разнообразными, а с другой, предприятия хотят получить готового специалиста для выполнения конкретной работы, возникает противоречие между целями образования и бизнеса. Кроме того, в настоящее время речь идет уже о «глобальных компетенциях».

Разрешить эти противоречия, на наш взгляд, может системный подход к совершенствованию образовательного пространства для устойчивого развития. Поскольку баланс между «спросом и предложением» на инженеров с определенными компетенциями диктуется рынком труда, то именно рынок служит связующим звеном между образовательной и производственной системами. Такое взаимное сотрудничество будет способствовать устойчивости как образовательной, так и производственной систем. Но при этом необходимо, чтобы представления о модели специалиста или профилях компетенций у предприятия и университета совпадали или были близкими. Сложности вызваны проблемами при формализации системы оценивания компетентности специалиста. Традиционная система образования и профессиональной стандартизации не устанавливает нормы в областях, от которых напрямую зависит эффективность организации: принятии решений, достижении договоренностей, ответственности и т.п. Пользуясь стандартными способами оценки, можно определить,

насколько профессионален человек в узкоспециализированной области, но нельзя сказать, насколько он эффективен в организации. Именно для такой оценки служит модель компетенций.

Управление по компетенциям – это особый подход к управлению персоналом организации, при котором выделяют три основных вида компетенций: учебно-познавательные – способности к познавательной деятельности, постановке целей и планированию, анализу, рефлексии и саморегуляции, решению проблем и задач и т.д.; информационные – способности, связанные с поиском, отбором, обработкой, анализом и интерпретацией информации; и коммуникативные, связанные со взаимодействием с другими людьми, способность сотрудничать с ними, выполнять различные социальные функции и т.д.

Миссия инженера будущего – в построении более устойчивого, стабильного, и справедливого мира. Поскольку инженеры несут коллективную ответственность перед будущими поколениями за улучшение условий жизни во всем мире, они должны думать и действовать на глобальном уровне. Такие сложные образовательные вызовы требуют пересмотра образовательной парадигмы. В научных работах выделяются три основных направления, которые должны формировать у инженера «глобальную компетентность». Первое из них обусловлено расширением роли инженера, который занимается не только проектированием и созданием продукта, но и его продвижением на рынок, эксплуатацией, сервисом и утилизацией. Поэтому инженеры должны иметь более широкую междисциплинарную базу знаний, особенно в областях, которые традиционно рассматриваются в инженерном образовании: глобальные социально-экономические и политические системы, международная торговля и мировые рынки, экологические системы, научные исследования и технологические инновации. Второе направление – развитие навыков работы



С.А. Михеева



В.С. Карабцев

в команде, межличностного общения в рамках глобального сотрудничества. Работа в многонациональной команде имеет больше шансов быть инновационной и эффективной. Третья группа компетенций связана со способностью к коммуникации, умению комфортно жить и работать в транснациональной инженерной среде. Выполнение транснациональных проектов предъявляет повышенные требования к языковым и коммуникативным навыкам.

Проблемой является и снижение мотивации молодежи к получению инженерного образования, в особенности предполагающего последующее занятие высокоинтеллектуальной деятельностью. Для повышения мотивации предлагаются разные варианты, связанные с ранней профессиональной ориентацией молодежи, выявлением и развитием способностей и повышением престижности инженерной деятельности. В контексте указанных задач необходимо понимать, что компьютерные технологии должны рассматриваться как инструмент всех участников образовательного процесса: для создания образовательного контента и образовательной среды, для решения учебных задач, для коммуникации между преподавателем и студентом, для выработки профессиональных компетенций, для оценки качества обучения.

#### Результаты и обсуждение

Актуальными проблемами автомобильной отрасли являются повышение экономической и экологичности транспортных средств, поиск решений в области разработки энергоэффективного транспорта, снижения негативного воздействия на окружающую среду при его производстве, эксплуатации, сервисе и утилизации. Помимо этого, инженер должен владеть навыками в создании цифровых моделей самого автомобиля, его производства, а также системы сервисного сопровождения и интеллектуальных транспортных систем. Нами накоплен опыт взаимодействия с ПАО «КАМАЗ» в подготовке инженеров для

его научно-технического и технологического центров, а также с компаниями, занимающимися логистикой, сервисом, управлением и безопасностью на транспорте.

Учитывая вышесказанное, первый этап мы посвятили упорядочению целей и средств их достижения. Нами были систематизированы задачи, которые должны будут решать инженеры на своих рабочих местах. На этом же этапе для выявления наиболее значимых компетенций выпускников для успешной работы и карьерного роста, проводился опрос специалистов компаний-партнеров. Результаты опроса были обработаны и сгруппированы по соответствующим категориям (табл. 1).

Для гармонизации профессиональных и образовательных стандартов мы выделили учебные курсы, общие для инженеров, обеспечивающих все этапы жизненного цикла автомобиля (первый – общетехнический блок), а также учебные курсы, уникальные для каждого рабочего места (второй – специальный профессиональный блок). Затем были разработаны учебные планы, в которых обозначены ключевые компетенции, соответствующие профессиональным стандартам автомобильной отрасли. Учебные курсы, которые формируют выявленные необходимые компетенции, включались в специальные учебные планы направлений подготовки инженеров для разных компаний и видов профессиональной деятельности. Особенность системы подготовки персонала заключается в том, что студенты постепенно «интегрируются» в профессиональную среду, на младших курсах они проходят производственную практику на предприятии, а затем совмещают трудовую деятельность на должностях инженеров в разных подразделениях с учебным процессом. При этом они получают доступ к информационным ресурсам предприятия, учебному контенту корпоративного университета и программному обеспечению (ПО), необходимому для выпол-

Таблица 1. Результаты анкетирования инженеров компаний-партнеров

Группы компетенций	Компетенции	Функции предприятий		
		1*	2**	3***
Технические	Фундаментальные знания	90	60	72
	Инженерные знания	90	56	78
	Применение ИТ для решения профессиональных задач	70	60	65
	Понимание задач жизненного цикла продукта и его этапов	90	48	63
Личностные	Творческое и критическое мышление	80	45	60
	Инициатива	90	85	80
	Способность к постоянному совершенствованию	90	90	90
	Способность к самоцели и планированию своей карьеры	95	94	90
	Этика и ответственность	98	95	95
Профессиональные	Инженерное мышление	98	56	68
	Способность к решению профессиональных задач	95	95	92
	Системное мышление	95	48	71
	Способность к поиску и анализу информации	95	85	80
	Осведомленность в инженерных тенденциях	98	60	70
Межличностные и коммуникативные	Умение работать в коллективе	80	90	90
	Знание методов деловой коммуникации	90	75	85
	Коммуникация на иностранных языках	90	70	70
	Способность к успешной работе в организации	95	95	95

Основная деятельность предприятия: 1\* – Проектирование и производство автомобилей и интеллектуальных систем автомобиля; 2\*\* – Управление в транспортных и логистических системах; 3\*\*\* – Организация транспортных процессов и безопасность транспортных систем.

нения проектов. Таким образом, изучение дисциплин первого блока проводится в университете, а второго блока – на предприятии, на базовых кафедрах. Это позволяет решить вопрос о «разделении» функций управления в двух LMS (learning management system) [1]. Второй этап создания системы обучения связан с разработкой учебного контента, выбором способа эффективной реализации учебного процесса и оборудованием учебных аудиторий с ПО, необходимым для реализации учебного процесса. Третий этап заключался в проверке эффективности предложенной системы. Для этого были сформированы экспериментальные группы студентов. Их обучение осуществлялось с применением разработанных методик и технологий. При этом основной акцент делался на применение компьютера в разных контекстах.

#### **Компьютер как обучающая среда**

Поскольку от образования требуется эффективность в подготовке творческих инициативных личностей для решения сложных проблем инновационными и гибкими способами, необходим переход от репродуктивного к креативному подходу в организации образовательной системы и учебного процесса, что предполагает умение использовать компьютер для самостоятельного получения необходимых знаний и навыков при помощи разработанного образовательного контента. По мнению Даниэля Арайя, глобальный сетевой капитализм воплощает в себе сетевую модель, подразумевающую демократизацию образовательного процесса, развитие горизонтальных, в глобальном масштабе, связей, усиление самоорганизации и интерактивного начала, которая и будет определять организацию образования в будущем (Araya D., 2010) [2]. Джон Сили Браун [3] считает, что обязательный компонент содержания обучения должен обеспечивать только базовые компетенции, а остальное содержание («открытый» компонент) должно определяться самими учащимися исходя из

возможностей, которые предлагают распределенные сетевые образовательные платформы.

Использование компьютера для формирования обучающей среды позволяет сгладить ряд противоречий. Первое из них – противоречие между необходимостью сокращения сроков обучения и повышением требований к качеству получаемых студентами компетенций при одновременном быстром обновлении промышленных технологий. Второе противоречие обусловлено необходимостью постоянного поддержания высокого уровня компетенций преподавателя и возрастающей педагогической нагрузкой в связи с требованиями постоянного обновления учебного контента.

Для разрешения этих противоречий нужна единая информационная образовательная среда, желательно с участием бизнеса. Это позволяет объединить усилия по разработке учебных курсов, организовать коммуникацию между всеми заинтересованными участниками процесса. При этом меняется сама концепция электронного обучения E-learning 2.0: «Мотивация – цель – инструменты – реализация».

На наш взгляд, при подготовке инженеров одной из основных задач является умение сформулировать проблему и найти адекватный способ ее решения. Этому посвящены учебные курсы «Введение в инженерную деятельность», «Основы разработки продукта», «Методы поиска инженерных решений», в процессе изучения которых приводятся практические примеры из области профессиональной деятельности и возможные способы их решения.

#### **Компьютер как средство коммуникации**

Способность к коммуникации остается одной из важнейших компетенций, в особенности для инженеров. Значительная часть навыков и компетенций, на которые ориентировано образование для устойчивого развития, может быть сформирована только на основе опыта

совместной практической деятельности. При этом важную роль в обеспечении образования для будущего играет медиаграмотность, задача которой – трансформация медиапотребления в активный и критический процесс, для помощи людям в осознании потенциальной манипуляции (особенно в рекламе и PR), в построении взглядов на реальность.

Руководство глобальных компаний считает, что конкурентоспособность на рынке труда определяется теперь не только высокой квалификацией в профессиональной сфере, но и готовностью к решению профессиональных задач в условиях двуязычной коммуникации, обеспечивающей процессы информационного взаимодействия. Владение иностранным языком превращается в значимую личностную и профессиональную характеристику специалиста, когда иностранный язык становится инструментом ориентации в современном информационном пространстве. Это требует изменения технологии лингво-профессиональной подготовки специалиста, конкурентоспособного на глобальных рынках. Компьютерные технологии существенно совершенствуют процесс преподавания иностранного языка, обладая перед традиционными методами такими преимуществами как информационная емкость; интенсификация самостоятельной работы каждого студента; повышение познавательной активности студентов, а также усиление мотивации; создание коммуникативной ситуации, лично значимой для каждого студента.

При подготовке инженеров предусмотрены такие курсы, как «Межкультурная коммуникация», «Переводчик в сфере профессиональной коммуникации». Обучение проходит в лингафонных кабинетах, где студенты могут отрабатывать навыки ведения диалога. Участие в международных образовательных проектах (CDIO, «Формула-студент») позволяет организовать общение со сверстниками из разных стран.

#### **Компьютер – виртуальная и дополненная реальность**

Адекватное восприятие информации является основой для дальнейшего ее анализа и принятия решений. Поскольку инженер имеет дело со сложными системами, то значительную роль как в процессе обучения, так и в дальнейшей профессиональной деятельности играют системы виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR). Авторы работы [4] указывают, что возможности применения AR привлекают внимание у многих специалистов в контексте использования в образовательных системах. Однако, как считают авторы работы [5], педагоги должны работать с исследователями, чтобы развить интерфейсы AR. Одним из преимуществ AR авторы работ [6, 7] считают экономию времени преподавателя, затрачиваемого на повторные объяснения, поскольку студенты могут самостоятельно повторять необходимые разделы, используя эту технологию. Кроме того, такие технологии дают двойной эффект: позволяют преподавателю повысить эффективность управления лабораторным практикумом, а также мотивацию студентов в обучении. Участие студентов в таких проектах как «виртуальный автомобиль», «виртуальное производство» позволяют не только понять взаимосвязь между элементами сложной технической системы и логику технологических процессов реального производства, но и изучить методы проектирования систем и их оптимизации.

#### **Компьютер – инструмент для решения профессиональных задач**

Информационная компетентность как составляющая профессиональной компетентности включает круг специфических вопросов, соответствующих уровню и содержанию компьютеризации в рамках конкретной профессиональной среды. Кроме того, специалист должен уметь совершенствовать свои знания и опыт в профессиональной и смежных областях. Формирование информаци-

онной составляющей профессиональной компетенции должно обеспечиваться набором дисциплин, учебных ситуаций и практик, имитирующих реальные профессиональные задачи. Поскольку требования работодателей в настоящее время предполагают знание IT, при построении учебных курсов следует, на наш взгляд, ориентироваться на приобретение студентами навыков использования тех программных комплексов (ПК) и математических моделей, которые применяются для решения задач аналогичных тем, с которыми он столкнется в профессиональной деятельности.

Так, для студентов конструкторских направлений (автомобиле- и двигателестроение) акцент делается на проектирование систем автомобиля. Студенты изучают 3D- и имитационное моделирование, инженерный анализ. При этом использовались ПК Siemens PLM. Студенты, ориентированные на разработку интеллектуальных электронных систем управления, изучают ПК Siemens NX, e-Series. Студенты направления Технология машиностроения, планирующие работать в технологическом центре, изучают ПК Plant Simulation, Tecnomatix (с модулями Jack, и Human Performance), позволяющие совершенствовать технологические процессы с помощью виртуальных манекенов и решать эргономиче-

ские задачи. Студенты, обучающиеся в области логистики и эксплуатации автотранспорта, изучали теорию управления транспортными средствами и потоками, методы оптимизации, логистики, телематики, GIS. Для этого использовались ПК MiniTab, PTV Vision (VISSIM, VISUM), ArcGIS, MapInfo.

#### **Компьютер – инструмент оценки качества подготовки инженера**

Переход на тестовую форму проверки знаний, рост числа вузов, неспособных обеспечить качественное образование, являются общими проблемами в разных странах. Формальные показатели не дают достоверного представления об эффективности системы образования. Тем не менее, обучающие и контролирующие системы позволяют студентам выполнять самооценку при работе в обучающих комплексах. Преподаватели могут использовать компьютерные тестирующие системы для текущего контроля усвоения образовательного модуля, уровня подготовки студента, вычисление его рейтинга в группе. Кроме того, преподаватель может оценивать время, которое затратил каждый студент для изучения каждого модуля и корректировать учебные курсы в зависимости от результатов проведенного анализа.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Rodríguez Ribón, Julio César. Virtual learning communities: unsolved troubles / Julio César Rodríguez Ribón, Luis Javier García Villalba, Tai-hoon Kim // *Multimed. Tools Appl.* – 2015. – Vol. 74, Iss. 19. – P. 8505–8519.
2. Araya, D. Policy in the creative economy // *Education in the creative economy: Knowledge and learning in the age of innovation* / eds. D. Araya, M.A. Peters. – N. Y.: Peter Lang, 2010. – P. 3–28.
3. Brown, J.S. Learning working & playing in the digital age [Electronic resource] / John Seely Brown // *Serendip Studio: website.* – S. l.: Serendip, 1994–2016. – URL: [http://serendip.brynmawr.edu/sci\\_edu/seelybrown/seelybrown.html](http://serendip.brynmawr.edu/sci_edu/seelybrown/seelybrown.html), free. – Tit. from the screen (usage date: 18.05.2016).
4. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education / Hsin-Kai Wu, Silvia Wen-Yu Lee, Hsin-Yi Chang, Jyh-Chong Liang // *Computers & Education.* – 2013. – Vol. 62. – P. 41–49.
5. Kesim, Mehmet. Augmented reality in education: current technologies and the potential for education / Mehmet Kesim, Yasin Ozarslan // *Procedia – Soc. Behav. Sci.* – 2012. – Vol. 47. – P. 297–302.
6. Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education / Jorge Martín-Gutiérrez, Peña Fabiani, Wanda Benesova, María Dolores Meneses, Carlos E. Mora // *Computers in Human Behavior.* – 2015. – Vol. 51. – P. 752–761.
7. Martín-Gutiérrez, Jorge. Improving strategy of self-learning in engineering: laboratories with augmented reality / Jorge Martín-Gutiérrez, Egils Guinters, David Perez-Lopez // *Procedia – Soc. Behav. Sci.* – 2012. – Vol. 51. – P. 832–839.