

Формирование компетенций в области генерирования новых идей – основа комплексной подготовки инженеров

Сибирский Федеральный университет
С.А. Подлесный, А.В. Козлов

Рассматривается структура современных знаний, умений и навыков, необходимых для формирования компетенций в области генерирования новых идей. С учетом современных подходов предлагаются дидактические и информационные технологии.

Ключевые слова: генерирование идей, компетенция, комплексная подготовка, ТРИЗ, изобретение знаний, инновационные проекты, программы CAI.

Key words: ideas generating, competence, complex preparation, TRIZ, knowledge invention, innovative projects, CAI programs.



С.А. Подлесный



А.В. Козлов

В ходе развития образования в области техники и технологий во многих ведущих странах мира, расширения применения проблемного (PBL – Problem-based learning), проектного и других видов обучения, всё большее внимание обращается на генерацию инновационных идей. Формирование креативных людей, способных генерировать идеи – веле-ние нашего времени, перехода стран на инновационный путь развития. Всемирная инициатива подготовки инженеров CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate, Придумай – Спроектируй – Реализуй – Применяй), выдвинутая Массачусетским технологическим институтом и другими ведущими университетами, направленная на формирование нового поколения инженеров, начинается с «Conceive» – «Придумай».

В США STEM-образование (Science, Technology, Engineering, and Mathematics – наука, технология, техника и математика) всё более переходит в статус STEAM-образования [1]. Новая буква А в этой аббревиатуре означает «Arts» – «искусства». Считается, что изучение искусств способствует развитию у будущих инженеров креативности. В «продвинутых» в этом отношении университетах, где и ранее преподавались методы генерации идей, активно происходит переход от изучения простейших методов, развивающих лишь дивергентное мышление, таких, как «мозговой штурм», морфологический анализ, метод фокальных объектов и т.п., от синектики, формирующей лишь элементы конвергентного мышления, основанные на аналогиях, к наиболее современной методологии ТРИЗ

(TRIZ) – теории решения изобретательских задач, созданной российским ученым Г.С. Альтшуллером и развиваемой его последователями во всем мире [2]. Названные тенденции важно учитывать при модернизации отечественного образования по ряду причин:

- в Стратегии «Инновационная Россия – 2020» креативность включена в состав компетенций инновационной деятельности, формируемых системой образования, путем «использования современных методов и технологий обучения, направленных на непрерывное развитие и дальнейшее совершенствование творческого мышления, навыков и мотивации, выявления и постановки проблем, создания нового знания, направленного на их решение»;
- в Перечень критических технологий Российской Федерации включены когнитивные технологии, то есть информационные технологии, специально ориентированные на развитие интеллектуальных способностей человека;
- наиболее эффективной методологией генерации инновационных идей в мире общепризнана ТРИЗ, созданная в бывшем СССР, значительное количество носителей которой сформировалась в России (многие из них преподают дисциплины, посвященные генерации идей, в ведущих зарубежных университетах).

Недостатки в формировании и поддержке творческих способностей студентов в дальнейшем отражаются на уровне технологического развития страны: у России 0,4% мировых патентных заявок на изобретения (США – 30%, Япония – 20%, Германия – 10%) [3].

При решении проблем развития творческих способностей студентов следует иметь в виду, что инноваци-

онное мышление и высокая креативность – это совокупность творческой, стратегической, системной и трансформационной мыслительной деятельности, которая должна протекать на основе закономерностей междисциплинарного знания [4].

Генерация инновационных идей становится все более востребуемым видом человеческой деятельности в связи с переходом цивилизации на устойчивый инновационный путь развития, на пятый и шестой технологические уклады, где особое значение имеет креативность человека.

На развитие креативности студентов влияет целый ряд факторов, в том числе:

- природные данные студента;
- качество довузовской подготовки;
- стратегия вуза;
- компетентность профессорско-преподавательского состава в области развития творческих способностей;
- модель обучения (индивидуальные образовательные траектории, проектное обучение в команде);
- реализация образовательных программ элитной подготовки;
- содержание образования;
- образовательные технологии;
- уровень методического и информационного обеспечения, доступность отечественных и мировых образовательных и информационных ресурсов;
- возможность использования программно-технических комплексов для моделирования технических устройств и систем и их проектирования, включая программы класса CAI;
- степень интеграции образовательной, научной, инновационной и производственной деятельности;
- мотивация профессорско-преподавательского состава и студентов;

- востребованность инноваций в промышленности, бизнесе и системе образования.

К настоящему времени создан целый ряд методов генерации идей. Их можно разделить на два класса:

1. Методы нецеленаправленного поиска, усиливающие дивергентное мышление человека, то есть мышление, «отходящее» от привычных стереотипов. Они исторически начали создаваться раньше. К ним относятся, например, морфологический анализ, «мозговой штурм» (МШ), метод фокальных объектов (МФО), латеральное мышление, «шесть шляп мышления» и ряд других [2]. Эти методы, по сравнению с традиционным методом проб и ошибок, значительно увеличивают скорость генерации идей в единицу времени, но не увеличивают среди них процент продуктивных идей, решающих проблемные задачи.
2. Методы целенаправленного поиска, усиливающие не только дивергентное, но и конвергентное мышление, то есть мышление, «сходящееся» к продуктивным идеям, решающим проблемные задачи. Частично свойствами методов целенаправленного поиска обладает синектика, в полной мере – теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) [2].

Кратко основные положения ТРИЗ можно выразить следующим образом:

1. Всякое решение проблемной задачи есть развитие некоторой системы. (Например, изобретение автомобиля развило систему «транспорт», изобретение радио – системы «связь» и «средства массовой информации» и др.).
2. Развитие, согласно философскому учению диалектике, идет

путем преодоления (разрешения) противоречий.

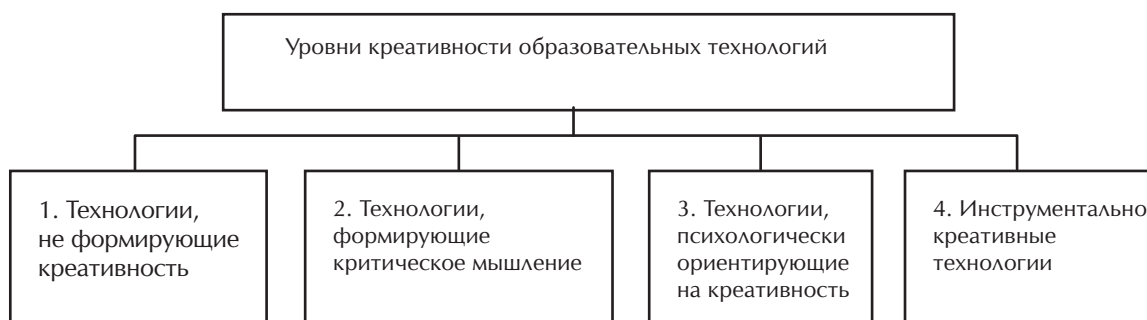
3. Если есть проблемная задача, нужно отыскать в ней противоречие и преодолеть его.

Конкретные способы (законы, принципы, приемы, стандарты, алгоритм) преодоления противоречий были разработаны на основе изучения большого количества изобретений по патентным фондам.

По существу, ТРИЗ – философское учение, не случайно она получила еще одно современное название «прикладная диалектика». В последнее время формируется новое понимание термина «прикладная диалектика», как ТРИЗ, расширенной на неантропогенные и социальные системы, так как установлено, что закономерности, по которым преодолеваются противоречия в процессах их развития, совпадают с законами, принципами, стандартами ТРИЗ для антропогенных систем [5]. Это позволяет реально «учиться изобретать у природы» при освоении будущими инженерами естественнонаучных дисциплин.

По результатам сравнения различных образовательных технологий целесообразно классифицировать их по уровню креативности, как показано на рис. 1 [6]. Традиционная лекционно-семинарская система относится к 1-му уровню, в лучших образцах инновационных педагогов – ко 2-му и 3-му. Распространяющаяся за рубежом система PBL может быть отнесена ко 2-му и 3-му уровням. На этих уровнях могут применяться методы нецеленаправленного поиска идей. К 4-му уровню относится система «ТРИЗ-педагогика» [7], интегрирующая изучение ТРИЗ с другими дисциплинами, с проектной деятельностью и научно-техническим творчеством. Она начиналась с метода творческих задач, требующих для своего решения не только знаний по определенной дисциплине, но и применения ТРИЗ.

Рис. 1. Классификация образовательных технологий по уровням креативности



Развитием ТРИЗ-педагогике активно занимаются в Сибирском Федеральном университете, где разработаны и читаются дисциплины «Основы научных исследований», «Основы технического творчества», «Инноватика» и др. В них рассматриваются методы повышения эффективности творческого поиска технических решений, приводятся задачи на развитие творческих способностей, рекомендации по оформлению заявки на патент. Специалистами, объединенными при Научно-образовательном центре (кафедре) ЮНЕСКО СФУ «Новые материалы и технологии», с 2000-х гг. развиваются метод изобретения знаний и метод инновационных проектов [8], благодаря которым ТРИЗ-педагогика становится педагогической системой, применимой во всех видах учебного процесса.

Метод изобретения знаний позволяет совместить изучение уже существующих знаний с созданием инновационных идей и таким образом формировать знания, умения и опыт на аудиторных занятиях, позволяет излагать новый материал в практико-ориентированном формате. Метод доводит до логического завершения высказываемую учеными и педагогами-новаторами мысль о важности перехода от заучивания к «добыванию» знаний. Любая система, изучаемая по любой программе, рас-

сматривается, как результат преодоления противоречий в системе-предшественнице, препятствующих ее дальнейшему развитию. Этот результат «переизобретается» обучаемыми с помощью приемов, принципов, стандартов ТРИЗ.

Метод инновационных проектов – это объединение проблемного и проектного обучения с ТРИЗ. Проблемное обучение повышает интерес к изучаемому материалу, углубляет его понимание, но лишь психологически мотивирует обучаемых на самостоятельное решение проблем, не давая соответствующих мыслительных «инструментов». Поэтому часто преподавателям приходится давать решения проблем в готовом виде. По этой же причине среди проектов, создаваемых в проектном обучении, не часто оказываются действительно инновационные. ТРИЗ позволяет существенно повысить успешность обучаемых в решении проблем, поставленных преподавателем, в создании изобретений и таких проектов, которые действительно решают серьезные технические проблемы.

Важную роль при подготовке креативных инженеров играют информационные технологии. Общемировая тенденция – управление жизненным циклом изделия при проектировании и производстве наукоемкой продукции на основе информационных

технологий (английская аббревиатура PLM – Product Lifecycle Management). Ключевые компоненты PLM: Управление данными об изделии (PDM), коллективная разработка изделия (CPD), автоматизированное проектирование (CAD), автоматизированное проектирование (CAE), управление производственными процессами (MPM). Современные САД-системы используют технологии параметрического проектирования, то есть оптимального выбора численных параметров какого-либо изделия без изменений его структуры и принципа действия. Инновации же, как правило, состоят в построении принципиально новой структуры изделия. Поэтому важно совместно использовать стандарты PLM со все более широко распространяющимися в мире программами нового класса CAI (Computer Aided Invention – Компьютерная поддержка изобретательства).

Существуют программы CAI, использующие методы активизации перебора вариантов, например, «Brainstormer», реализующая процедуру «Мозгового штурма». Первая программа класса CAI, основанная на ТРИЗ – «Изобретающая машина» («Invention Machine») была создана коллективом специалистов из различных республик бывшего СССР. Во время перестройки и экономических реформ, когда временно существенно снизился спрос на какие-либо разработки, включая «Изобретающую машину», значительная часть коллектива ее разработчиков выехала за рубеж, в том числе в США, где основала в г. Бостон компанию ImCorp (Invention Machine Corporation), выпускающую новые версии «Изобретающей машины» на английском языке, созданные при серьезной финансовой поддержке таких компаний, как Motorola, Intel и др. Другими компаниями, также образованными выехавшими специалистами, созданы программы «TriSolver» и «Innovation Work Bench». В настоящее время на базе «Invention

Machine» созданы программы «Tech Optimizer» и «Goldfire Innovator». Названные программы приобретают ведущие транснациональные корпорации и университеты, готовящие для них специалистов. Важно, чтобы студенты знали о стандартах PLM и программных продуктах CAI и умели их использовать в дальнейшей профессиональной деятельности.

Алгоритм формирования структуры современных знаний и умений, необходимых для развития компетенций в области генерирования новых идей и их реализации, можно представить, как показано на рис. 2. Три вида мышления, указанные на рис. 2, в совокупности составляют инновационное мышление.

Названные компоненты могут дать эффект только при соответствующих системных связях между ними. Уже фундаментальная подготовка, начинающаяся с младших курсов, должна осуществляться методом изобретения знаний на основе прикладной диалектики. Особенно эффективно начать формирование этих компонентов названным методом еще в довузовской подготовке. Кроме выявления существующего спроса на новые разработки, важнейшей задачей маркетинга является формирование спроса. Формирование практических навыков вместе с освоением соответствующих информационных технологий начинается с аудиторных занятий, где «переизобретаются» готовые знания, а продолжается в проектной деятельности и НИРС.

Ключевая фигура инновационной экономики – инженер, способный генерировать новые идеи и их реализовывать. Отечественная система инженерного образования имеет серьезное конкурентное преимущество перед зарубежными системами в формировании таких инженеров в виде значительного ресурса совершенствования – методологии формирования компетенций в области генерирования новых идей. Важная задача – эффективно использовать этот ресурс.

**Рис. 2. Алгоритм формирования компетенций
в области генерирования новых идей и их реализации**



ЛИТЕРАТУРА

1. Фролов А.В. Реформа инновационной системы США. От STEM к STEAM-образованию [Электронный ресурс] // Alma Mater (Вестн. высш. шк.): офиц. сайт. – М., 2008–2013. – URL: <http://www.almavest.ru/ru/favorite/2013/05/14/384>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 19.12.2013).
2. Альтшуллер Г.С. Найти идею: Введение в теорию решения изобретательских задач / Г.С. Альтшуллер. – 3-е изд., доп. – Петрозаводск, 2003. – 240 с.
3. Чучалин А.И. Модернизация экономики и повышение качества инженерного образования // Alma Mater (Вестн. высш. шк.). – 2011. – № 11. – С. 12–18.
4. Агранович Б.А. Вызовы и решения: подготовка магистров для постиндустриальной экономики // Инж. образование. – 2011. – № 8. – С. 56–61.
5. Погребная Т.В. ТРИЗ и прикладная диалектика / Т.В. Погребная, А.В. Козлов, О.В. Сидоркина [Электронный ресурс] // Методолог: сайт. – [Б. м.], 2003–2013. – URL: <http://www.metodolog.ru/01108/01108.html>, свободный (дата обращения: 19.12.2013).
6. «Education for Innovative Societies in XXI Century» and TRIZ-pedagogic / S.A. Podlesniy, Y.P. Salamatov, A.V. Kozlov, T.V. Pogrebnaya, O.V. Sidorkina // 5th Int. Conf. "GLOBELICS-RUSSIA-2007", Saratov, Sept., 20–23, 2007. – Saratov, 2007. – Vol. 2. – P. 219 – 222.
7. Викентьев И.А. ТРИЗ-педагогика / И.А. Викентьев, А.А. Гин, А.В. Козлов // Модестов С.Ю. Сборник творческих задач по биологии, экологии и ОБЖ. – СПб., 1998. – С. 162–165.
8. Погребная Т.В. Методы изобретения знаний и инновационных проектов на основе ТРИЗ / Т.В. Погребная, А.В. Козлов, О.В. Сидоркина. – Красноярск, 2010. – 180 с.