



С.А. Подлесный



А.В. Козлов

УДК 378: 37.026

CDIO: цели и средства достижения

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

Анализируется система стандартов с точки зрения реализации в отечественном инженерном образовании. Особое внимание уделяется научной и методической проработке этапа «Conceive». Рассматриваются возможности отечественной ТРИЗ-методологии для повышения эффективности этапа. Предлагаются соответствующая дидактика, применение программ САI, виртуальных сред профессиональной деятельности. Указывается, что наиболее полно международные стандарты могут быть реализованы в УНПК (УНИК).

Ключевые слова: Conceive, ТРИЗ, прикладная диалектика, изобретение знаний, инновационные проекты, программы САI, виртуальные среды, технологические инжиниринговые центры.

Key words: Conceive, TRIZ, applied dialectics, knowledge invention, innovative projects, CAI programs, virtual environments, technological engineering centers.

В эпоху постиндустриального информационного общества и инновационной экономики особую актуальность приобретают вопросы подготовки инженеров, способных создавать новую технику и технологии. Международные стандарты CDIO ориентируют на комплексный подход к формированию таких специалистов. Эти стандарты предусматривают системную подготовку инженеров, умеющих генерировать идеи, проектировать, производить, эксплуатировать и утилизировать продукты инженерной деятельности.

Реально далеко не все сотрудники научных и конструкторских подразделений даже ведущих мировых корпораций обладают полным набором качеств, которые предусмотрены стандартами CDIO. Как правило, на практике имеет место специализация по одному-двум этапам модели CDIO, например, «Conceive – Design» («задумывать – проектировать») или «Implement – Operate» («производить – применять»). Согласно данным психологов, только небольшой процент людей может заниматься генерированием актуальных идей и проектированием. Вместе с тем крайне важно, чтобы инже-

нер достаточно глубоко представлял все этапы жизненного цикла новой техники и технологий.

Освоение в равном объеме четырех этапов модели CDIO всеми студентами инженерных направлений и специальностей, в силу названных психологических характеристик, непростая задача даже в ведущих мировых университетах. В отечественном инженерном образовании это осложняется недостаточной лабораторной базой для экспериментальной части второго этапа и слабой базой для третьего и четвертого этапов.

Второй этап – «Design», как правило, начинается с типовых расчетов. Определяются численные параметры элементов технической системы, структура которой была спроектирована на этапе «Conceive». Инфраструктура для первой (расчетной) части этапа «Design» в значительной степени имеется во всех инженерных вузах – это, например, программное обеспечение систем автоматизированного проектирования (САПР): CAE (Computer Aided Engineering) и, как составная часть, CAD (Computer Aided Design). Расширяется применение систем PLM (Product Lifecycle Management),

CDIO: ОСОБЕННОСТИ ПОДХОДА, ОЖИДАЕМАЯ РОЛЬ

предназначенных не только для второго, но и последующих этапов. Изучение названных систем (по отраслям) входит в программы соответствующих направлений и специальностей.

Вслед за расчетами на этапе «Design» должна следовать экспериментальная часть, инфраструктура которой развита значительно слабее. Современным решением этой проблемы могут стать системы многомерного моделирования и, в дальнейшем, по мере разработки, соответствующие подсистемы виртуальных сред профессиональной деятельности [1].

Использование для третьего и четвертого этапов базы предприятий – «потребителей» выпускников инженерных вузов – доступно во многих случаях лишь студентам, участвующим в хоздоговорных работах по заказам этих предприятий. Наилучшие условия доступа студентов создаются в учебно-научно-производственных комплексах (УНПК) и учебно-научно-инновационных комплексах (УНИК), объединяющих университеты, научно-исследовательские организации, технологические инжиниринговые центры и производственные предприятия, с широким привлечением к их работе сотрудников и студентов. Однако жизненный цикл реальной продукции, как правило, продолжается значительно дольше срока обучения в университетах.

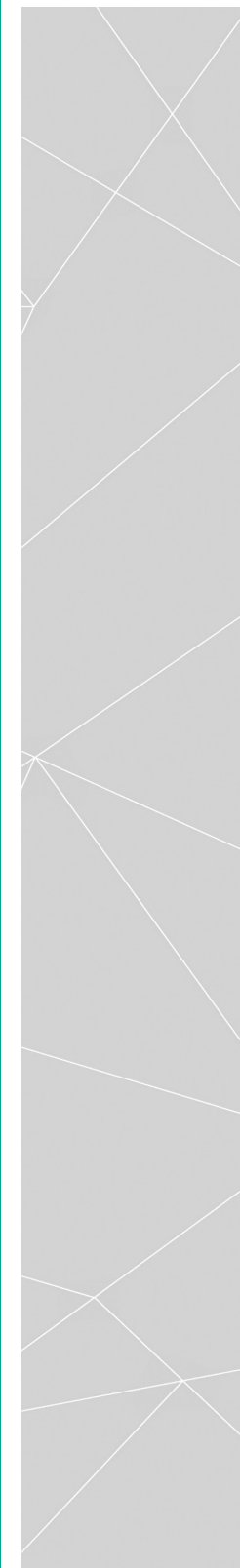
Реализация третьего и четвертого этапов в полном объеме в отечественных университетах возможна с применением виртуальных сред профессиональной деятельности, позволяющих ускоренно имитировать жизненный цикл продукции. Это стимулирует их разработку для различных направлений и специальностей.

Наиболее проблемной является ситуация с этапом «Conceive» – «Задумывать». Именно на этом этапе совершается, когда это необходимо, творческий процесс создания (задумывания) новых структур технических устройств и

систем. С переходом общества к пятому и шестому технологическим укладам все более возрастает потребность в создании принципиально новых, а не типовых, наукоемких решений. Соответственно, работодатели ожидают от выпускников инженерных вузов умения генерировать инновационные идеи. Студентам необходимо учиться этому. Современное состояние инфраструктуры для создания принципиально новых решений можно охарактеризовать следующим образом:

При анализе стандартов CDIO [2] оказывается, что в основном они представляют собой набор целей, конкретизирующих основную цель CDIO: «Приведение содержания и результативности инженерных образовательных программ в соответствие с уровнем развития современных технологий и ожиданиями работодателей». Средства же достижения этих целей приводятся в общем виде. Например, «Студенты вовлекаются в инженерную практику посредством решения проблем и простых заданий по проектированию, выполняемых индивидуально и в командах» (Стандарт 4); «Учебный план включает получение опыта проектно-внедренческой деятельности» (Стандарт 5); «Профессиональная стажировка на промышленном предприятии, сотрудничество с коллегами из промышленной сферы в исследовательских и образовательных проектах» (Стандарт 9) и т.п. Несколько более конкретизированы средства в Стандарте 8: «...Активное обучение в лекционных курсах может включать такие методы, как дискуссии в паре и небольших группах, демонстрации наглядных примеров, дебаты, вопросы на понимание содержания и обратную связь от студентов относительно изучаемого ими материала...».

Наиболее конкретизированы средства в стандарте 2 «Результаты обучения CDIO», в виде Планируемых результатов обучения CDIO / CDIO Syllabus [3]. Как для сокращенного (три уровня декомпозиции), так и для полного (четыре уровня декомпозиции) вариан-



тов к перечисленным результатам можно найти ряд способов их достижения в научной литературе, в публикациях об опыте работы различных университетов в различных странах. Расширение сообщества университетов, внедряющих инициативу CDIO, позволяет накапливать новый опыт, выбирать лучший и вести сетевой обмен им в рамках сообщества. Целесообразно создание постоянно пополняющейся базы данных этого опыта.

Вместе с этим, в числе «результатов обучения CDIO» есть такие, по которым в научных, педагогических, инженерных кругах существуют противоречивые мнения. Это относится в особенности именно к рассматриваемому этапу «Conceive», которому главным образом посвящен результат 2. Профессиональные компетенции и личностные качества, включая: 2.1. Аналитическое обоснование и решение проблем; 2.4. Позиция, мышление и познание. Большинство пунктов раздела 2.1 посвящены подготовке к решению проблемы (хотя существуют мнения, что эта подготовка может иметь несколько иное содержание). Несколько пунктов посвящены результатам и лишь один пункт – самому решению. Если многие сходятся во мнениях, что решение проблем есть креативный, творческий акт, обычно приводящий к нестандартным идеям, то в отношении природы креативности и возможности ее алгоритмизации существуют прямо противоположные точки зрения. Довольно широко распространена точка зрения, что творчеству невозможно учить, что оно может быть только в виде «озарения», «инсайта». Такая точка зрения логически приводит к выводу о невозможности успешного выполнения большинством студентов этапа «Conceive», а вслед за ним, неизбежно, и остальных этапов.

Вместе с этим, еще с античных времен существует противоположная точка зрения о возможности и целесообразности формирования креативности, все более подкрепляемая методическими, а в последние десятилетия и программны-

ми, средствами. В настоящее время, как наивысшее достижение в методологии генерации инновационных решений, в мире получила признание теория решения изобретательских задач (ТРИЗ, TRIZ) [4, 5], созданная российским ученым Г.С. Альтшуллером (1926 – 1998 гг.) и в дальнейшем развитая его учениками и последователями. ТРИЗ высокоэффективна потому, что является не просто набором методов, а «философией развития», устанавливающей эквивалентность создания инноваций и развития антропогенного мира по законам диалектики, содержащей конструктивные приемы преодоления противоречий развития, в результате чего рождаются инновационные решения.

Важно подчеркнуть, что ТРИЗ – это не только комплекс методов, соответствующих фундаментальным законам диалектики, но и постоянно расширяющаяся специально структурированная база данных различных законов природы – фонды эффектов: физических, химических, геометрических и др. В последние годы быстро развивается база биологических эффектов, начинается работа по созданию баз психологических, социальных и других эффектов. Ценность этих баз данных – не только в самих наборах эффектов, а в принципах их структурирования для эффективного использования при генерации инновационных решений. По этим принципам возможно и целесообразно структурирование вновь открываемых знаний.

ТРИЗ в настоящее время широко применяется ведущими транснациональными корпорациями для создания инновационных решений. Например, на сайте корпорации Intel, где действует подразделение Intel TRIZ Chapter, утверждается, что ТРИЗ экономит им миллионы долларов. Аналогичное подразделение существует в корпорации Samsung. Эту же методологию активно применяют Boeing, Kodak, Procter&Gamble, LG, Western Digital, Motorola, Siemens и другие фирмы.

Вслед за компьютерными программами CAD и CAM, класс программ CAE пополнился программами CAI (Computer Aided Invention – компьютерная поддержка изобретательства), например, «Innovation Workbench», «Invention Machine Goldfire», «InnoKraft» и др., содержащие как методы ТРИЗ, так и базы эффектов. Эти программы почти неизвестны в России, хотя их предшественница – «Изобретающая машина» – была создана в бывшем СССР.

ТРИЗ преподается во все большем количестве ведущих мировых университетов, в числе которых Оксфордский университет, Массачусетский технологический институт, Стэнфордский университет, ряд университетов стран Европы, Юго-Восточной Азии, Южной Америки, Китая и др., актуализируя у студентов способность генерировать идеи. Как правило, распространение ТРИЗ в различных странах начинается эмигрировавшими или временно выехавшими специалистами из России и других государств постсоветского пространства.

Расширяющееся внедрение системы CDIO в университетах России – родины ТРИЗ (вместе с другими странами постсоветского пространства), создает новые потенциальные возможности для интеграции ТРИЗ в CDIO. Прежде всего, во исполнение Стандарта 4, важно разработать принципиально новый курс «Введение в инженерную деятельность», показывающий ее сущность, наукоемкость, ограничения (финансовые, экологические, социальные, технологические и др.), проблемы инженерной деятельности на всех этапах от задумывания до утилизации и уровни инновационности в решении этих проблем (например, на основе 5-уровневой шкалы Г.С. Альтшуллера). Уже в процессе изучения этого курса, в ходе его практикумов и курсового проектирования, как минимум, частью студентов может быть осуществлен этап «Conceive».

Существенное потенциальное преимущество российских университетов –

то, что в России создана дидактика ТРИЗ-педагогика, позволяющая, в соответствии со Стандартами 3, 7 и 8, изучать методы ТРИЗ в интеграции с другими дисциплинами не только техническими, но и естественнонаучными и гуманитарными, структурировать научные знания. Разработки, выполненные в Сибирском Федеральном университете и сотрудничающих с СФУ образовательных учреждениях: метод изобретения знаний и метод инновационных проектов [6, 7] распространили эту систему на все этапы учебного процесса. ТРИЗ-педагогика углубляет понимание изучаемых дисциплин, формирует мировоззрение создателя, соответствует новой экологической парадигме «сотрудничество с природой», и поэтому на ее основе создана технология образования в интересах устойчивого развития (ОУР) в соответствии с целями и задачами Международного Десятилетия образования в интересах устойчивого развития (2005 – 2014 гг.), осуществляемого ЮНЕСКО, и последующих за Десятилетием действий [7].

Потенциальное конкурентное преимущество отечественного инженерного образования при внедрении системы CDIO относится, в значительной степени, к этапу «Conceive» и состоит в наличии специалистов по теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) и дидактической системе ТРИЗ-педагогика, что дает возможность создать не только принципиально новый курс «Введение в инженерную деятельность», но и преподавать с использованием метода изобретения знаний («переизобретая» методы ТРИЗ изучаемые технические и другие системы) различные дисциплины на различных курсах обучения, создавать, структурируя знания методом инновационных проектов, инновационные идеи и изобретения на практиках, в курсовом проектировании, в НИРС и при выполнении аттестационных работ, эффективно применять компьютерные программы класса CAI.

Вместе с этим, важно во исполнение требований Стандартов 1, 2 и 4 о командной работе, формировать команды, включая в них студентов, имеющих различные способности: генерировать идеи, проектировать, осуществлять внедрение и управление жизненным циклом, менеджмент, маркетинг и др.

К настоящему времени Сибирским Федеральным университетом (СФУ), а до него – Красноярским государственным техническим университетом (КГТУ), который вошел в состав СФУ, накоплен существенный опыт создания (задумывания) инновационных решений не только на старших, но и на младших курсах и в довузовской подготовке. Начиная с 1994 г., старшеклассники систематически занимают призовые, а часто и первые, места на Всероссийских молодежных научных форумах, а став студентами, продолжают развивать свои проекты, успешно представляют их также на международных форумах. Делегацией студентов и абитуриентов СФУ выигран Большой научный кубок России программы «Шаг в будущее». В числе последних достижений – победа будущих абитуриентов СФУ на конкурсе Ассоциации инновационных регионов России (АИРР) «ШУСТРИК» и диплом II степени на мероприятии «Baby Farm» в составе Международной конференции «Startup Village» в Сколково, совместный патент на изобретение СФУ и его базовой школы по апробации названных методов – школы № 10 г. Красноярска имени академика Ю.А. Овчинникова [8], вошедший в состав призеров краевого конкурса «Лучшее изобретение года». По созданной программе обучения неоднократно проводились молодежные интенсивные школы инновационно-изобретательско-

го профиля в Красноярском крае, студии инноваторов на различных сменах Всероссийских детских центров «Орленок» и «Океан». На базе СФУ проведен ряд курсов повышения квалификации педагогов различных ступеней и видов обучения по методам изобретения знаний и инновационных проектов, в том числе по грантам Министерства Образования и Науки Российской Федерации и Всероссийского Фонда «Национальные перспективы».

Полное внедрение системы CDIO в отечественных (а также и во многих зарубежных) университетах требует времени, для чего целесообразно принятие «дорожных карт». Общим в этих «дорожных картах» может быть:

- создание УНПК, УНИК, технологических инжиниринговых центров в их составе;
- создание виртуальных сред профессиональной деятельности с включением в них подсистем, аналогичных современным программам класса CAI, организацией взаимодействия с системами PLM;
- внедрение в преподавание различных дисциплин метода изобретения знаний; в практики, курсовое проектирование, НИРС, выполнение аттестационных работ – метода инновационных проектов.

Осуществление этих «дорожных карт» может привести к созданию новой инновационно-проектной модели университета с углубленной практико-ориентированной подготовкой студентов.

Полномасштабное внедрение международных стандартов CDIO позволяет сформировать у инженеров системное мышление, так необходимое для инновационной экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Развитие инновационных профессиональных компетенций в новой среде обучения – виртуальной среде профессиональной деятельности [Электронный ресурс]: инновационная образовательная программа / РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – [М., б. г.]. – 18 с. – URL: http://www.gubkin.ru/general/innov_pr/info/reklama/buklet.pdf, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 09.12.2014).
2. 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.
3. Всемирная инициатива CDIO. Планируемые результаты обучения (CDIO Syllabus): информ.-метод. изд. / пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской, Е.С. Кулюкиной; Том. политехн. ун-т. – Томск, 2011. – 22 с.
4. Альтшуллер Г.С. Найти идею / Г.С. Альтшуллер. – М., 2007. – 400 с.
5. Altshuller G.S. Creativity as an Exact Science (The Theory of the Solution of Inventive Problems) / G.S. Altshuller. – N. Y. [etc.], 1984. – 321 p.
6. Подлесный С.А. Формирование компетенций в области генерирования новых идей – основа комплексной подготовки инженеров / С.А. Подлесный, А.В. Козлов // Инж. образование. – 2013. – № 13. – С. 6-11.
7. TRIZ-based Engineering Education for Sustainable Development / A.A. Lepeshev, S.A. Podlesnyi, T.V. Pogrebnaya, A.V. Kozlov, O.V. Sidorkina // 16th Int. Conf. on Interactive Collaborative Learning (ICL 2013), Kazan, 25 – 27 Sept. 2013. – Kazan, 2013. – P. 489-493.
8. Пат. 2486851 Российская Федерация, МПК А41 D13/00 (2006.01). Защитная система спортсмена / Погребная Т.В., Козлов А.В., Сидоркина О.В., Уманская Л.А., Рихтер Ю.И., Пулатов А.М., Ливкин Д.В., Высотин А.С. – № 2012100831/12; заявл. 11.01.2012; опубл. 10.07.2013. – Бюл. № 19.