



А.И. Чучалин

УДК 378

Модернизация инженерного образования на основе международных стандартов CDIO

Ассоциация инженерного образования России,
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
А.И. Чучалин

Рассматривается концепция модернизации инженерного образования на основе международных стандартов CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate). Приводится сравнительный анализ CDIO Syllabus и Критерия 5 Ассоциации инженерного образования России, применяемого при профессионально-общественной аккредитации образовательных программ по техническим направлениям и специальностям. Обсуждается опыт использования стандартов CDIO в Томском политехническом университете. Описывается программа CDIO Академия для повышения квалификации руководителей и преподавателей российских вузов.

Ключевые слова: инженерное образование, модернизация, CDIO, профессионально-общественная аккредитация, повышение квалификации преподавателей вузов.
Key words: engineering education, modernization, CDIO, programme accreditation, professional development.

Проблема модернизации отечественного инженерного образования является одной из самых острых, если не основной, от решения которой зависит будущее страны – ее технологическое развитие и конкурентоспособность экономики. Вопросы модернизации инженерного образования и качества подготовки технических специалистов обсуждались 23 июня 2014 г. на заседании Совета по образованию и науке при Президенте РФ [1]. На заседании было предложено использовать для повышения качества подготовки инженеров-конструкторов и инженеров-технологов концепцию «Придумай, разработай, внедряй и управляй». И хотя при этом не было дано никаких ссылок, можно с большой степенью вероятности предположить, что речь шла о концепции CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate), разработанной в рамках международного проекта CDIO Initiative по инициативе Массачусетского технологического института (MIT, США) [2,3].

Концепция CDIO

Международный проект CDIO Initiative направлен на разрешение кажущегося противоречия и установление консенсуса между теорией и практикой в инженерном образовании. Основой модернизации инженерного образования согласно концепции CDIO является подготовка выпускников к комплексной инженерной деятельности на всех этапах жизненного цикла продуктов, процессов и систем, которая включает [3]:

- изучение потребностей в продуктах инженерной деятельности и возможностей их удовлетворения, планирование производства продукции – технических объектов, систем и технологических процессов, проектный менеджмент разработки и производства продуктов (Conceive);
- проектирование продуктов инженерной деятельности на дисциплинарной и междисциплинарной основе (Design);

CDIO: ОСОБЕННОСТИ ПОДХОДА, ОЖИДАЕМАЯ РОЛЬ

- производство продуктов инженерной деятельности, в том числе аппаратуры и программного обеспечения, их интеграция, проверка, испытание и сертификация продукции (Implement);
- применение продуктов инженерной деятельности, управление их жизненным циклом и утилизация (Operate).

Концепция CDIO направлена, в первую очередь, на совершенствование базового инженерного образования (бакалавриат) и поддерживается двумя основаниями: CDIO Syllabus, определяющим требования к результатам обучения, и CDIO Standards, задающими требования к образовательным программам по техническим направлениям.

Требования CDIO Syllabus дают возможность при проектировании образовательных программ ответить на три главных вопроса: «Что должен уметь делать выпускник?», «Что необходимо сделать, чтобы он научился этому?» и «Что должен сделать выпускник, чтобы продемонстрировать свои умения?». Иными словами, это означает решение трех важнейших задач: планирования, достижения и оценки результатов обучения.

CDIO Standards определяют основные принципы разработки и реализации программ базового инженерного образования: философию образовательных программ (Standard 1 CDIO), требования к формированию учебного плана (Standards 2, 3 и 4 CDIO), образовательной среде (Standards 5 и 6 CDIO), методам обучения (Standards 7 и 8 CDIO), преподавателям (Standards 9 и 10 CDIO) и методам оценки результатов обучения студентов и программы в целом (Standards 11 и 12 CDIO).

Для каждого CDIO Standard имеется его описание, логическое обоснование и доказательства, содержащие примеры документирования фактов, демонстрирующих уровень соответствия программы тому или иному стандарту. Это позволяет разработчикам образо-

вательных программ в вузах произвести сравнительный анализ соответствия программ международным требованиям CDIO Standards и при необходимости осуществить их модернизацию. Многие зарубежные университеты используют CDIO Syllabus и CDIO Standards при проведении самооценки образовательных программ для подготовки их к аккредитации, наряду с соответствующими критериями.

Компетенции бакалавров в области техники и технологий, которые планируется сформировать в результате освоения образовательных программ в вузах, определяются CDIO Syllabus и классифицируются по четырем основным разделам на четырех уровнях. Ниже приведены профессиональные и универсальные компетенции современного инженера на втором уровне декомпозиции (CDIO Syllabus v2, 2011 г.) [3]:

1. Дисциплинарные знания и основы инжиниринга.
 - 1.1. Базовые знания математики и естественных наук.
 - 1.2. Ключевые знания основ инженерного дела.
 - 1.3. Прогрессивные знания основ инженерного дела, методов и инструментария.
2. Профессиональные компетенции и личностные качества.
 - 2.1. Постановка и решение проблем.
 - 2.2. Экспериментирование, исследования и приобретение знаний.
 - 2.3. Системное мышление.
 - 2.4. Позиция, мышление и познание.
 - 2.5. Этика, справедливость и другие виды ответственности.
3. Универсальные компетенции: работа в команде и коммуникации.
 - 3.1. Работа в команде.
 - 3.2. Коммуникации.
 - 3.3. Коммуникации на иностранных языках.
4. Планирование, проектирование, производство и применение технических систем в контексте предприятия, общества и окружающей среды.

- 4.1. Социальный и экологический контекст.
- 4.2. Бизнес-контекст предприятия.
- 4.3. Планирование, системный инжиниринг и менеджмент.
- 4.4. Проектирование.
- 4.5. Производство.
- 4.6. Применение.
- 4.7. Лидерство в инженерной деятельности.
- 4.8. Инженерное предпринимательство.

В процессе разработки и совершенствования CDIO Syllabus участниками международного проекта производился сравнительный анализ и согласование содержащихся в нем требований к компетенциям выпускников с запросами высокотехнологичных отраслей промышленности. В частности, в проекте принимали участие компания Boeing и профессиональные организации, аккредитующие программы инженерного образования (ABET, США). Учитывались требования Европейской рамки квалификаций (EQF) и стандартов EUR-ACE, а также международных организаций в области образования, в частности UNESCO Four Pillars of Learning и другие.

Требования CDIO Syllabus и Критерия 5 АИОР

В табл. 1 приведены результаты сравнительного анализа требований CDIO Syllabus и требований Критерия 5 «Подготовка к профессиональной деятельности» Ассоциации инженерного образования России (АИОР) для профессионально-общественной аккредитации образовательных программ бакалавриата по техническим направлениям [4]. Нумерация столбцов соответствует приведенным выше требованиям CDIO Syllabus, а нумерация строк – требованиям Критерия 5 АИОР [5]. Знаком «Х» отмечено полное совпадение требований, а знаком «О» отмечено совпадение требований по существу.

Сравнительный анализ показал полное совпадение требований CDIO

Syllabus и Критерия 5 АИОР по большинству позиций: в части фундаментальной естественнонаучной, математической и общеинженерной подготовки бакалавров, их компетенций в области проектирования, исследовательской работы, проектного и финансового менеджмента, коммуникаций, индивидуальной и командной работы, профессиональной этики и социальной ответственности. Требование Критерия 5 АИОР относительно готовности бакалавров к инженерному анализу (1.2) по существу совпадает с требованиями CDIO Syllabus к их способностям к аналитическому обоснованию и решению проблем (2.1) и системному мышлению (2.3). Требования Критерия 5 АИОР по инженерной практике (1.5) и ориентации на работодателя (1.6) согласуются с основными требованиями CDIO Syllabus относительно готовности бакалавров к практическому решению задач планирования, проектирования, производства и применения продуктов инженерной деятельности (4.3 - 4.6). Требования Критерия 5 АИОР в части обучения в течение всей жизни (2.6) корреспондируются с содержанием требования 2.4 Позиция, мышление и познание CDIO Syllabus. Требования CDIO Syllabus к лидерству в инженерной деятельности (4.7) и инженерному предпринимательству (4.8) при сравнительном анализе с требованиями Критерия 5 АИОР к компетенциям бакалавров в области техники и технологий во внимание не принимались как более относящиеся к программам подготовки магистров.

Достоинством CDIO Syllabus является то, что в отличие от требований критериев аккредитации, в том числе Критерия 5 АИОР, требования CDIO Syllabus, предъявляемые к результатам обучения выпускников, как уже отмечалось, декомпозируются на четырех уровнях [3]. Это позволяет разработчикам образовательных программ эффективно реализовать компетентный подход – детально определять исходные данные для проектирования программ, ставить

Таблица 1. Сравнительный анализ CDIO Syllabus и Критерия 5 АИОР

CDIO АИОР	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
1.1	X	X	X														
1.2				O	O									O			
1.3															X		
1.4				O	X												
1.5			O											O	O	O	O
1.6														O	O	O	O
2.1													X				
2.2										X	X						
2.3									X								
2.4								X									
2.5												X					
2.6							O										

задачи вузовским преподавателям, обеспечивающим дисциплины, и на основе CDIO Standards осуществлять глубокую модернизацию образовательных программ в области техники и технологий.

Применение концепции CDIO в ТПУ

Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) в 2010 г. начал модернизацию программ подготовки бакалавров и магистров по техническим направлениям на основе федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) и CDIO Standards, включая корректировку целей и планируемых результатов обу-

чения в соответствии с CDIO Syllabus. Для полномасштабного внедрения CDIO Standards был выбран ряд пилотных образовательных программ. В 2011 г. ТПУ первым из российских вузов официально присоединился к CDIO Initiative, участниками которой в настоящее время являются более ста вузов в различных странах [6]. В 2012 г. была введена в действие новая версия «Стандартов и руководств по обеспечению качества основных образовательных программ подготовки бакалавров, магистров и специалистов по приоритетным направлениям развития Национального исследовательского Томского политехнического университета», дополненная требованиями

международных стандартов CDIO [7].

Одной из пилотных программ, выбранных для полномасштабной модернизации на основе CDIO Standards, стала программа подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Программа была приведена в полное соответствие с требованиями стандартов CDIO: результаты обучения спланированы согласно CDIO Syllabus, составлен интегрированный учебный план, разработан новый курс «Введение в инженерную деятельность», создано рабочее пространство для проектно-внедренческой деятельности студентов, повышена квалификация преподавателей в области применения активных методов обучения и оценки формируемых у студентов компетенций. В 2014 г. осуществлен первый выпуск бакалавров, подготовленных по новой программе.

Для экспертной оценки достижения запланированных результатов освоения программы, соответствующих CDIO Syllabus, проведены опросы основных стейкхолдеров – заинтересованных сторон: преподавателей (руководителя программы, ответственных за профили подготовки, руководителей практик, курсовых и дипломных проектов и др.), студентов старших курсов, работодателей

и выпускников, окончивших несколько лет назад программы бакалавриата в области электроэнергетики и электротехники. Опросы проводились с целью получить и сопоставить экспертные оценки ожидаемого и достигнутого уровней сформированности комплексных результатов обучения (профессиональных и универсальных компетенций), определить приоритеты и степень удовлетворенности основных заинтересованных сторон, выявить и устранить в дальнейшем проблемы системного характера путем совершенствования планирования, проектирования, ресурсного обеспечения и реализации программы. Следует отметить, что опрос касался наиболее востребованных результатов обучения в части профессиональных компетенций и личностных качеств, универсальных компетенций (работа в команде и коммуникации), а также навыков планирования, проектирования, производства и применения систем в контексте предприятия, общества и окружающей среды (второй уровень декомпозиции разделов 2-4 CDIO Syllabus).

Для оценки ожидаемого и достигнутого уровней сформированности результатов обучения использовалась шкала (Likert Scale) с образовательными уровнями таксономии Feisel-Schmitz

Таблица 2. Шкала оценок

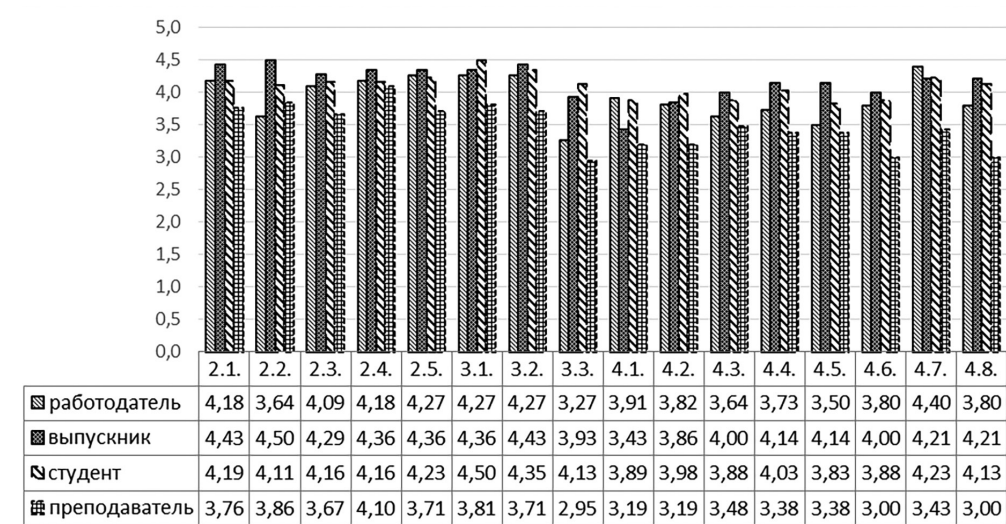
Оценка	Образовательный уровень (Feisel-Schmitz Taxonomy)	Интерпретация с точки зрения подтверждения образовательного уровня
5	Экспертиза (Judge)	Готов к инновациям
4	Решение (Solve)	Имеет практический опыт
3	Объяснение (Explain)	Понимает и может объяснить
2	Расчет (Compute)	Может предложить типовое решение
1	Определение (Define)	Имеет некоторый опыт
0	Отсутствует	Результат не сформирован

[8]: 1 – Определение (Define), 2 – Расчет (Compute), 3 – Объяснение (Explain), 4 – Решение (Solve), 5 – Экспертиза (Judge), адаптированной к инженерной деятельности (табл. 2).

В опросе приняли участие 21 преподаватель профессиональных дисциплин,

изучаемых на старших курсах, 58 студентов, 11 работодателей – представителей энергетических и электротехнических компаний, 14 выпускников прошлых лет. Результаты опроса стейкхолдеров в

Рис. 1. Оценка стейкхолдерами ожидаемого уровня результатов обучения



части оценки ожидаемого уровня сформированности результатов обучения, соответствующих CDIO Syllabus, представлены на рис. 1.

Данные опроса показывают, что оценки ожидаемых результатов обучения основными заинтересованными сторонами варьируются в пределах 3 - 4,5. При этом большинство оценок колеблется около 3,5 - 4. Это означает, что стейкхолдеры считают, что в результате освоения программы профессиональные и универсальные компетенции будущих инженеров должны быть сформированы на уровне достаточно глубокого понимания и овладения практическим опытом. Следует отметить, что результаты опроса совпадают со средней статистической оценкой (3,7 по 5-балльной шкале), данной работодателями страны в 2013 г. и приведенной на заседании

Совета по образованию и науке при Президенте РФ [1].

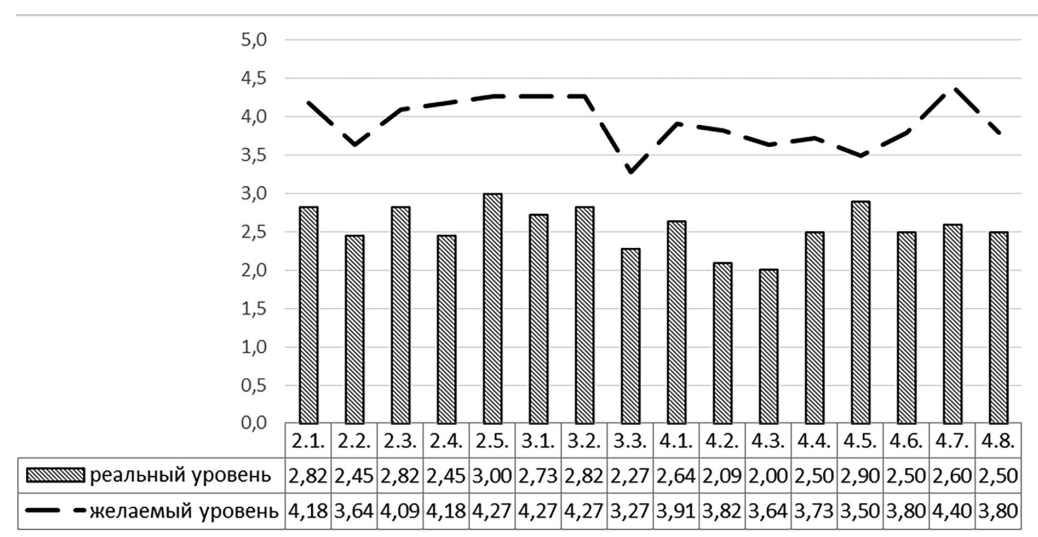
Сравнительный анализ оценок (рис.1) указывает на различие (по ряду позиций весьма существенное) в оценках работодателей, выпускников, преподавателей и студентов ожидаемого уровня результатов обучения, соответствующих CDIO Syllabus. Наибольшие ожидания по двум третям результатов обучения демонстрируют выпускники, несколько меньшие оценки дают студенты. Оценки работодателей в большинстве случаев уступают оценкам выпускников и студентов, наименьшие оценки всем ожидаемым результатам обучения дают преподаватели.

На рис. 2 - 5 приведены, соответственно, результаты оценки работодателями, выпускниками, студентами и преподавателями реально достигнутых

уровней сформированности результатов обучения, соответствующих CDIO Syllabus, в сравнении с ожидаемыми уровнями.

Анализ приведенных данных свидетельствует о том, что в наибольшей степени «сбылись» ожидания выпускников и студентов (рис. 3, рис. 4). По их мнению, реальные результаты обучения в среднем на 75% соответствуют тому, что они ожидали. Работодатели удовлетворены лишь на две трети (рис. 2), а преподаватели вуза – менее чем на 60% (рис. 4). С учетом того, что ожидания преподавателей были минимальными среди всех стейкхолдеров, можно сделать вывод, что по итогам опроса преподаватели оказались самыми пессимистически настроенными заинтересованными сторонами в оценке качества подготовки выпускников ООП. Очевидно, это связано с повышенной требовательностью преподавателей к реальным результатам обучения, и в дальнейшем они приложат усилия для достижения более высокого уровня подготовки выпускников к профессиональной деятельности.

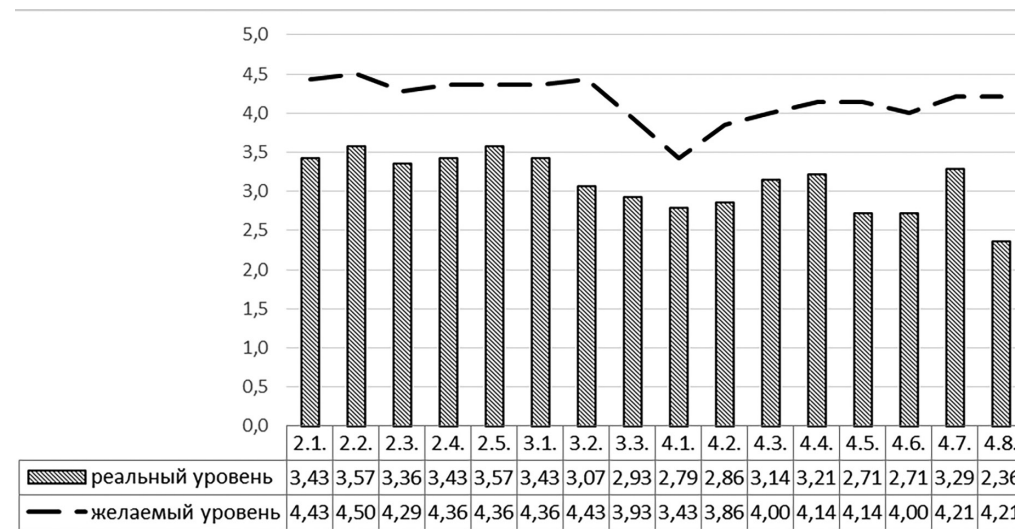
Рис. 2. Оценка результатов обучения работодателями



Работодатели отмечают наибольшее приближение реального уровня сформированных компетенций к запланированному уровню результатов обучения в области производства и применения электроэнергетических и электротехнических систем, профессиональной этики и ответственности. Следует обратить внимание на тот факт, что работодатели также отмечают высокий уровень приобретенных навыков коммуникаций на иностранном языке при весьма низком уровне ожиданий (рис. 1). Относительно невысоко работодатели оценивают реальные результаты обучения, связанные с бизнес-контекстом планирования и проектирования технических систем, а также лидерством в инженерной деятельности. Важно отметить, что лидерские качества являются наиболее высоко оцениваемыми ими результатами обучения (рис. 2).

Студенты, также как и работодатели, считают приобретение навыков лидерства в инженерной профессии одним из важнейших планируемых результатов обучения. Однако, в отличие от работо-

Рис. 3. Оценка результатов обучения выпускниками



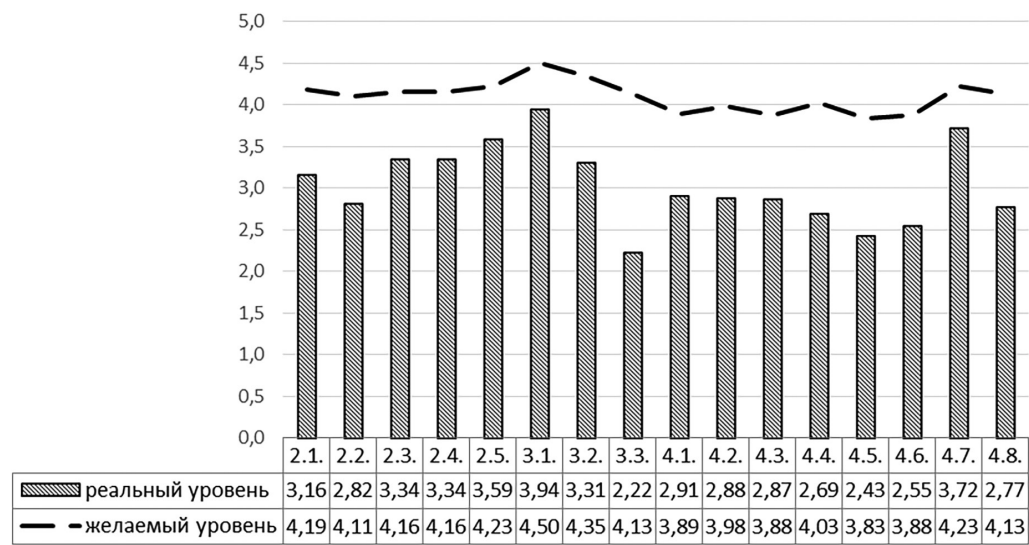
дателей, они достаточно оптимистично оценивают реальный уровень достижения этого результата (рис. 4). Кроме того, студенты удовлетворены сравнительно высоким уровнем сформированности компетенций в области системного мышления, этики, ответственности и командной работы. Низкие оценки даны студентами достижению реальных результатов обучения в области проектирования, производства и применения электроэнергетических и электротехнических систем, а также навыкам коммуникаций на иностранном языке.

Выпускники отмечают, что в результате освоения программы успешно формируются навыки инженерного проектирования, проведения экспериментов и исследований, приобретения новых знаний, системного мышления и работы в команде (рис. 3). Однако, в отличие от студентов, выпускники сравнительно невысоко оценивают реальные результаты обучения в части приобретения лидерских качеств. При этом они также как студенты отмечают недостаток

компетенций в области производства и применения электроэнергетических и электротехнических систем. Очевидно, студенты и выпускники, а в особенности преподаватели (рис. 5), более требовательно относятся к этим результатам обучения по сравнению с работодателями, достаточно высоко оценивающими уровень подготовки выпускников программы бакалавриата к производству электроэнергетического и электротехнического оборудования (рис. 2).

Приведенные оценки, данные основными стейкхолдерами планируемым и реальным результатам освоения программы бакалавриата по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», не являются уникальными. В Томском политехническом университете ежегодно проводится опрос работодателей, выпускников, студентов и преподавателей с целью планирования и оценки достижения профессиональных и универсальных компетенций, а также совершенствования содержания программ подготовки по различным

Рис. 4. Оценка результатов обучения студентами



направлениям и специальностям. Оценки, которые заинтересованные стороны дают ожидаемым и достигнутым результатам обучения зависят от направления и профиля подготовки, а также от отрасли производства и конкретных предприятий-работодателей. Полученные данные обрабатываются и используются для модернизации соответствующих образовательных программ. В результате исследований также выявляются общие тенденции, которые учитываются при модернизации содержания и технологий реализации всех программ по техническим направлениям и специальностям.

Оценка результатов обучения на основе CDIO Syllabus была проведена впервые. Она позволила системно определить насколько планируемый уровень образования, а также реальная подготовка к профессиональной деятельности соответствуют требованиям, предъявляемым к наиболее значимым компетенциям современного инженера. С использованием полученных данных и с учетом рекомендаций CDIO Standards будет осуществлена дальнейшая модер-

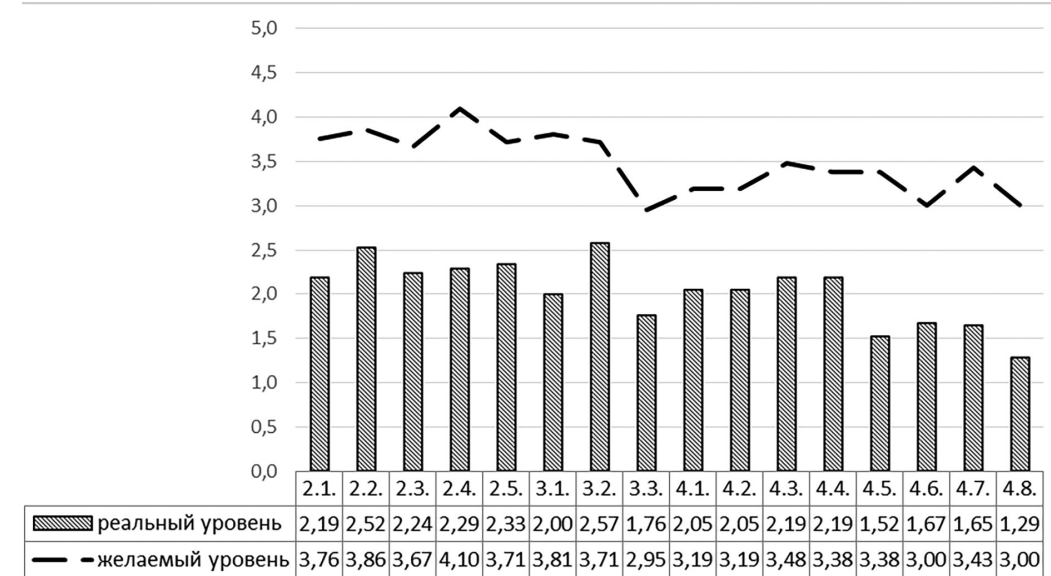
низация программы бакалавриата по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», а также других образовательных программ в области техники и технологий для обеспечения их соответствия международным стандартам CDIO.

При дальнейшем совершенствовании инженерных программ необходимо выяснить причины расхождения в оценках для более детального и глубокого изучения интересов основных стейкхолдеров, согласования с ними планируемых результатов обучения на стадии проектирования программ, достижения возможного консенсуса интересов и внесения корректив в содержание и технологии реализации программы.

Программа CDIO Академия

Как уже отмечалось, в настоящее время участниками международного проекта CDIO Initiative являются более сотни университетов по всему миру, которые реализуют подход CDIO «как инновационную концепцию подготовки инженеров нового поколения». Вслед

Рис. 5. Оценка результатов обучения преподавателями



за ТПУ к CDIO Initiative присоединились другие российские вузы: Астраханский государственный университет, Сколковский институт науки и технологий, Московский авиационный институт (2012 г.), Томский университет систем управления и радиоэлектроники, Московский физико-технический институт, Уральский федеральный университет (2013 г.), Сибирский федеральный университет, Донской государственный технический университет, Московский инженерно-физический институт (2014 г.).

Концепция CDIO становится все более популярной в российской высшей инженерной школе. Успешное внедрение подхода CDIO в образовательный процесс зависит от готовности и умения руководителей, разработчиков программ и преподавателей гибко реагировать на изменения, происходящие в инженерной деятельности, их способности наполнить образовательные программы актуальным содержанием и использовать инновационные технологии достижения результатов обучения. С целью

подготовки преподавателей российских вузов к использованию подхода CDIO Томским политехническим университетом и Сколковским институтом науки и технологий разработана и реализуется совместная сетевая программа повышения квалификации «Применение концепции CDIO в инженерном образовании» [9].

Поскольку CDIO Standards задают основные направления модернизации инженерного образования, в рамках программы повышения квалификации преподавателей планируются следующие результаты обучения:

- умение применять философию CDIO, в основе которой лежит принцип развития и реализации жизненного цикла продуктов, процессов и систем в рамках модели «Планирование – Проектирование – Производство – Применение», определяющий содержание инженерного образования (Standard 1 CDIO);

- умение планировать комплексные результаты освоения образовательных программ для развития личностных и межличностных компетенций выпускников, навыков создания ими продуктов, процессов и систем, а также их дисциплинарные знания (Standard 2 CDIO);
- способность составлять интегрированный учебный план, содержащий взаимосвязанные дисциплины и включающий образовательные модули, обеспечивающие формирование личностных и межличностных компетенций выпускников, а также навыков создания ими продуктов, процессов и систем (Standard 3 CDIO);
- способность разрабатывать и реализовывать в рамках интегрированного учебного плана курс «Введение в инженерную деятельность», создающий основу для инженерной практики при создании продуктов, процессов и систем, формирования основных личностных и межличностных компетенций выпускников (Standard 4 CDIO);
- умение организовать проектно-внедренческую (design-built) деятельность студентов путем реализации в рамках интегрированного учебного плана не менее двух проектов на базовом и продвинутом уровнях (Standard 5 CDIO);
- умение создать рабочее пространство для инженерной деятельности и соответствующую лабораторную базу, которые способствуют практическому освоению студентами методов создания продуктов, процессов и систем, получению дисциплинарных знаний и изучению социальных аспектов инженерной деятельности (Standard 6 CDIO);
- способность организовать интегрированное обучение студентов, способствующее формированию их дисциплинарных знаний, личностных и межличностных компе-

- умение планировать комплексные результаты освоения образовательных программ для развития личностных и межличностных компетенций выпускников, навыков создания ими продуктов, процессов и систем (Standard 7 CDIO);
- умение применять активные методы обучения (работа в команде, case-study, деловая и ролевая игра, проблемное и контекстное обучение, обучение на основе опыта), обеспечивающие повышение качества освоения образовательных программ (Standard 8 CDIO);
- способность организовать мероприятия, позволяющие развить у самих преподавателей личностные и межличностные компетенции, навыки создания продуктов, процессов и систем в процессе инженерной деятельности (Standard 9 CDIO);
- способность организовать мероприятия, позволяющие повысить педагогические компетенции преподавателей в области активных методов обучения и оценки комплексных результатов освоения студентами образовательных программ (Standard 10 CDIO);
- умение производить оценку приобретенных студентами дисциплинарных знаний, личностных и межличностных компетенций, навыков создания продуктов, процессов и систем (Standard 11 CDIO);
- умение оценить соответствие образовательной программы требованиям всех CDIO Standards и обеспечить обратную связь со студентами, преподавателями, работодателями и другими заинтересованными лицами в целях ее непрерывного совершенствования (Standard 12 CDIO).

Программа повышения квалификации имеет модульную структуру и состоит из следующих разделов:

Модуль 1. Концепция CDIO в инженерном образовании.

- 1.1. Инженерная деятельность и инженерное образование.
- 1.2. Система CDIO Standards.

1.3. Standard 1 CDIO. Концепция CDIO в контексте инженерного образования.

1.4. Standard 2 CDIO. Планирование результатов обучения на основе CDIO Syllabus.

Индивидуальное задание 1. «Планирование результатов обучения по образовательной программе (модулю, дисциплине) на основе CDIO Syllabus».

Модуль 2. Проектирование образовательных программ на основе концепции CDIO.

2.1. Standard 3 CDIO. Интегрированный учебный план.

2.2. Standard 4 CDIO. Введение в инженерную деятельность.

Индивидуальное задание 2. «Проектирование образовательной программы (модуля, дисциплины) на основе концепции CDIO».

Модуль 3. Организация образовательного процесса на основе концепции CDIO.

3.1. Standard 5 CDIO. Организация проектно-внедренческой деятельности.

3.2. Standard 6 CDIO. Рабочее пространство для инженерной деятельности.

3.3. Standard 7 CDIO. Технологии интегрированного обучения.

3.4. Standard 8 CDIO. Активные методы обучения.

Индивидуальное задание 3. «Разработка тематики проектно-внедренческой деятельности студентов при освоении образовательной программы (модуля, дисциплины)».

Модуль 4. Оценка результатов обучения и инженерной программы.

4.1. Standard 11 CDIO. Оценка результатов обучения.

4.2. Standard 12 CDIO. Оценка образовательной программы.

Индивидуальное задание 4. «Разработка индикаторов и методов оценки достижения результатов обучения по программе (модулю, дисциплине)».

Модуль 5. Подготовка преподавателей к реализации концепции CDIO.

5.1. Standard 9 CDIO. Развитие компетенций CDIO у преподавателей.

5.2. Standard 10 CDIO. Повышение педагогического мастерства преподавателей.

Каждый модуль программы направлен на достижение соответствующих результатов обучения и обеспечивается набором учебно-методических материалов, которые слушатели получают перед началом его изучения: аннотация и учебно-тематический план, презентации и конспекты лекций, глоссарий, список рекомендованной литературы, вопросы для самоконтроля, практические и индивидуальные задания.

Программа и тематика индивидуальных заданий разработаны в соответствии с моделью CDIO: Планировать, Проектировать, Производить, Применять. На начальном этапе слушатели определяют образовательную программу или отдельную дисциплину, которую они будут совершенствовать в процессе обучения, применяя приобретенные знания и умения на практике. Во время изучения разделов первого модуля слушатели осваивают этап «планирования» образовательной программы (дисциплины): формулируют цели и результаты обучения студентов (компетенции), необходимые для будущей профессиональной деятельности, согласовывают их с основными заинтересованными сторонами (работодателями). Индивидуальные задания второго и третьего модулей сфокусированы на «проектировании» и «производстве» образовательных программ и ее элементов: составление интегрированных учебных планов, предусматривающих поэтапное формирование профессиональных и универсальных компетенций студентов, в том числе посредством технологий проектного обучения. В четвертом модуле, на стадии «применения», слушатели разрабатывают методы и критерии оценки достижений студентов, а также производят оценку образовательной программы на соответствие стандартам CDIO. Практические занятия и

выполнение индивидуальных заданий слушателями направлены на формирование у них способности к критической оценке собственной педагогической деятельности с точки зрения эффективности планирования, достижения и оценки результатов обучения.

Программа реализуется в течение 16 недель (академического семестра) в форме трех очных сессий (лекционные и практические занятия), двух Internet-вебинаров, изучения лучших практик применения концепции и CDIO Standards в российских и зарубежных университетах-участниках CDIO Initiative, а также самостоятельной работы слушателей (выполнение четырех индивидуальных заданий при консультативной поддержке лекторов). Объем программы – 150 часов.

Для разработки методического обеспечения разделов программы и проведения учебных занятий привлекаются представители зарубежных и российских вузов-участников CDIO Initiative, демонстрирующие свое понимание требований стандартов CDIO, опыт и лучшие практики реформирования образовательных программ в области техники и технологий.

Изучение опыта и лучших практик применения концепции и CDIO Standards организуется в российских и зарубежных университетах-участниках CDIO Initiative, на базе которых проводятся очные сессии: слушатели знакомятся с организацией рабочего пространства для проектно-внедренческой деятельности студентов, методическим обеспечением образовательных программ.

При организации образовательного процесса используется электронная учебная среда на базе LMS Moodle, где размещаются учебно-методические материалы модулей и записи Internet-вебинаров, осуществляется консультирование слушателей и производится оценка выполнения ими индивидуальных заданий (<http://cdio.tpu.ru>).

Программа повышения квалифи-

кации отличается большой долей самостоятельной и индивидуальной работы слушателей при взаимодействии с консультантами-преподавателями и завершается разработкой учебно-методических материалов по образовательным программам (модулям/дисциплинам), модернизируемым слушателями. Аттестация слушателей производится по результатам выполнения индивидуальных заданий. По окончании программы слушателям выдаются документы о повышении квалификации установленного образца Томского политехнического университета и Сколковского института науки и технологий.

Реализация программы «Применение концепции CDIO в инженерном образовании» началась в весеннем семестре 2013-2014 учебного года. Первая очная сессия с освоением материала Модуля 1 программы состоялась в январе 2014 г. на базе Chalmers University of Technology (г. Гётеборг, Швеция), вторая и третья соответственно, в марте в Томском политехническом университете (Модуль 3) и в мае в Сколковском институте науки и технологий (Модуль 5). Трансляция Internet-вебинаров организована ТПУ: Модуль 2 – в феврале, Модуль 4 – в апреле 2014 г.

Участниками пилотирования программы повышения квалификации стали 24 преподавателя из 12 российских вузов. К разработке учебно-методических материалов и реализации программы были привлечены 27 экспертов из 6 российских и 6 зарубежных вузов – участников CDIO Initiative, в том числе: Royal Institute of Technology, Chalmers University of Technology (Швеция), Delft University of Technology (Нидерланды), Turku University of Applied Sciences (Финляндия), Technical University of Denmark (Дания), Massachusetts Institute of Technology (США).

Наибольший интерес слушателей вызвали темы, связанные с анализом проблемных ситуаций в инженерном образовании, задачами модернизации

образовательных программ, определением масштаба преобразований и их ресурсным обеспечением, мотивацией руководителей подразделений и преподавателей вуза к изменениям в содержании и технологиях образования, взаимодействием с работодателями, выпускниками и студентами вуза. В ходе обсуждения эксперты и слушатели сходились во мнении, что реформирование образовательных программ – это не разовое мероприятие, а постоянно протекающий процесс, который нуждается как в целеполагании и стартовом усилии, так и в непрерывном мониторинге, анализе и оценке результатов.

Анализ выполнения слушателями индивидуальных заданий выявил основные трудности, с которыми сталкиваются преподаватели при организации образовательного процесса на основе концепции CDIO. Среди основных трудностей – разработка интегрированного учебного плана и обеспечение междисциплинарности обучения. В рамках эссе «Проблемы междисциплинарных заданий и проектов» слушатели смогли высказать свое мнение о трудностях реализации проектных методов обучения на примере своих вузов. Отмечено, что основной проблемой разработки и реализации междисциплинарных проектов является неготовность и низкая мотивация преподавателей к выходу за пределы предметного поля для сотрудничества и согласованных действий по формированию междисциплинарных знаний студентов и умений их практического использования. Преподаватели, формируя рабочую программу дисциплины, руководствуются собственным видением предмета и делают акцент на теоретическую проработку общих вопросов без учета специфики конкретной образовательной программы. Отчасти данная ситуация складывается в силу сохраняющего дисциплинарного подхода к проектированию образовательных программ. Отправной точкой для разработки учебного плана чаще всего слу-

жит набор дисциплин, присутствующих в учебном плане предыдущей версии, а решение о закреплении результатов обучения (компетенций) за дисциплиной осуществляется уже после составления учебного плана.

В ходе дискуссий слушатели обменялись мнениями о способах повышения мотивации преподавателей к активному использованию современных образовательных технологий, развитию их собственных инженерных и педагогических компетенций. Отмечено, что перемены приобретут более масштабный характер и будут более эффективны, если повышение квалификации профессорско-преподавательского состава вузов будет организовано более системно и целеориентированно.

Слушателями программы «Применение концепции CDIO в инженерном образовании» часто подчеркивалось, что успешное реформирование образовательной деятельности вуза возможно лишь при всесторонней поддержке со стороны администрации, выражающейся в ресурсном обеспечении и нормативно-правовом регулировании проводимых преобразований, а также в поиске компромиссных решений при столкновении интересов различных участников модернизации образовательного процесса. Результаты состоявшихся дискуссий позволяют заключить, что тематика модулей программы повышения квалификации, индивидуальных и практических заданий актуальна для профессорско-преподавательского состава российских вузов и вызвала большой отклик. Анализ трудностей, с которыми столкнулись слушатели при выполнении индивидуальных и практических заданий, позволит в дальнейшем усовершенствовать учебный материал соответствующих модулей.

Одним из основных результатов пилотирования программы «Применение концепции CDIO в инженерном образовании» является создание эффективной дискуссионной площадки для обмена

опытом и обсуждения проблем и перспектив развития отечественного инженерного образования. Взаимодействие университетов-участников международной CDIO Initiative и российских вузов позволяет сравнить результаты и оценить перспективы применения стандартов CDIO к модернизации инженерных образовательных программ, выработать совместные подходы, создать информационные и методические ресурсы, способствующие адаптации концепции

CDIO к условиям образовательной среды российских вузов. Томский политехнический университет и Сколковский институт науки и технологий планируют дальнейшее развитие программы повышения квалификации преподавателей российских вузов «Применение концепции CDIO в инженерном образовании», в том числе создание электронных образовательно-консультационных ресурсов для использования MOOCs и других Internet-технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заседание Совета по науке и образованию [Электронный ресурс] 23 июня 2014г.: стеногр. отчет о заседании Совета при Президенте по науке и образованию [обсуждались вопросы модернизации инж. образования и качества подгот. техн. специалистов] // Президент России: портал. – [М., 2009–2014]. – URL: <http://state.kremlin.ru/council/6/news/45962>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 08.09.2014).
2. Чучалин А.И. Модернизация бакалавриата в области техники и технологий с учетом международных стандартов инженерного образования // Высш. образование в России. – 2011. – № 10. – С. 20-29.
3. Rethinking Engineering Education, the CDIO Approach / E. Crawley [et al.]. – 2nd ed. – N. Y., 2014. – 311 p.
4. Chuchalin, A.I. RAEE Accreditation Criteria and CDIO Syllabus: Comparative Analysis // Proc. 8th Int. CDIO Conf., July 1-4, 2012 / Queensland Univ. of Technology, Brisbane. – [s.l.], 2012. – P. 870-878.
5. Критерии профессионально-общественной аккредитации образовательных программ СПО и ВПО по техническим специальностям и направлениям / А.И. Чучалин, Е.Ю. Яткина, Г.А. Цой, П.С. Шамрицкая // Инж. образование. – 2013. – № 12. – С. 76-90.
6. Всемирная инициатива CDIO [Электронный ресурс]: стандарты: информ.-метод. изд. / пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской, Е.С. Кулюкиной. – Томск, 2011. – 17 с. – Электрон. версия печ. публ. – URL: http://www.cdio.org/files/standards/CDIO_standards_rus_TPU.pdf, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 08.09.2014).
7. Международные стандарты CDIO в образовательном стандарте ТПУ / А.И. Чучалин, Т.С. Петровская, М.С. Таюрская // AlmaMater (Вестн. высш. шк.) – 2013. – №7. – С. 11-19.
8. Feisel L.D. Teaching Students to Continue Their Education // Proc. Frontiers in Education Conf., Univ. of Texas, Arlington, Oct. 12-15, 1986. – N. Y., 1986. – P. 100.
9. Чучалин А.И. Повышение квалификации преподавателей российских университетов в области применения международных стандартов CDIO / А.И. Чучалин, М.С. Таюрская, М.Г. Мягков // Высш. образование в России. – 2014. – № 6. – С. 58-67.