

реализации образовательного процесса дополнительного профессионального образования. Для реализации этих программ мы предлагаем использование специальных «полигонов» – образовательно-научных и «натурных» центров как в ЮУрГУ, так и в других организациях, в том числе и в зарубежных.

Третье требование – субъект-субъектный способ взаимодействия преподавателей и слушателей программы переподготовки (или повышения квалификации), при котором слушатели не пассивно «впитывают» информацию, преподавателем, а активно ее

добывают, самостоятельно выполняя при этом реально стоящие перед ними профессиональные задачи.

Такой способ проектирования и реализации программ переподготовки и повышения квалификации управленческих и технических кадров позволяет заложить в программы потенциал подготовки кадров к исполнению компетенций «планировать», «проектировать», «производить», «применять» в совокупности, а не только отдельных из них. Это позволяет считать предлагаемый подход современным, отвечающим требованиям программы CDIO.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов О.Л. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях / О.Л. Данилов. – М., 2010. – 188 с.
2. Волошина И.А. Маркетинг в дополнительном образовании / И.А. Волошина, И.О. Котлярова, Ю.В. Тягунова // Высш. образование в России. – 2010. – № 12. – С. 48-53.
3. Котлярова И.О. Инновационные системы повышения квалификации: моногр. / И.О. Котлярова. – Челябинск, 2008. – 320 с.
4. Сериков Г.Н. Готовность к сбережению энергоресурсов как научное понятие // Вестн. ЮУрГУ. Сер. Образование. Пед. науки. – 2012. – № 14 (273). – С. 25-29.
5. Сериков Г.Н. Основания применения энергоресурсного подхода к образованию // Там же. – № 41 (300). – С. 10-17.
6. Тягунова, Ю.В. Признаки интеграции образования и науки в университете / Ю.В. Тягунова // Там же. – 2010. – № 12 (188). – С 31-39.
7. ФГОС ВПО по направлению подготовки 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника (квалификация (степень) «бакалавр»)» [Электронный ресурс]: утв. приказом Мин-ва образования и науки Рос. Федерации от 18.нояб. 2009 № 635. – Доступ из информ.-правовой системы «Референт».
8. ФГОС ВПО по направлению подготовки 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника (квалификация (степень) «магистр»)» [Электронный ресурс]: утв. приказом Мин-ва образования и науки Рос. Федерации от 18 нояб. 2009 г. № 630 // Рос. образование: федер. образоват. портал. – М., 2002–2012. – URL: [http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d\\_09/m630.html](http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_09/m630.html), свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 08.12.2014).
9. ФГОС ВПО по направлению подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника (квалификация (степень) «магистр»)» [Электронный ресурс]: утв. приказом Мин-ва образования и науки Рос. Федерации от 8 дек. 2009 г. 700 // Рос. образование: федер. образоват. портал. – М., 2002–2012. – URL: [http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d\\_09/m700.html](http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_09/m700.html), свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 08.12.2014).
10. ФГОС ВПО по направлению подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника (квалификация (степень) «бакалавр»)» [Электронный ресурс]: утв. приказом Мин-ва образования и науки Рос. Федерации от 8 дек. 2009 г. 710 // Рос. образование: федер. образоват. портал. – М., 2002–2012. – URL: [http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d\\_09/prm710-1.pdf](http://www.edu.ru/db-mon/mo/Data/d_09/prm710-1.pdf), свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 08.12.2014).

УДК 378

## Внедрение и развитие методики инженерного образования CDIO в программе естественнонаучного бакалавриата

Университет информационных технологий города Чэнду, Китай

J. Zhou

**Принимая во внимание успешный опыт применения модели CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate) в инженерных программах, CDIO была внедрена в программу естественнонаучного бакалавриата в Университете информационных технологий города Чэнду. В данной работе описывается модель CDIO, применяемая в программе естественнонаучного направления в качестве четкой структуры, включающей установление детальных профессиональных образовательных стандартов, реконструкцию системы учебных планов, оптимизацию теоретических и экспериментальных образовательных методов, и интенсификации процессов оценки. Результаты показывают, что применение CDIO позволяет развить интерес к обучению, а также практические способности студентов в рамках программы естественнонаучного бакалавриата.**

**Ключевые слова:** CDIO, программа естественнонаучного бакалавриата, образовательный стандарт, система учебных планов, целевое назначение курса, оценка процесса.

**Key words:** CDIO, Undergraduate science program, Training standard, Curriculum system, Course designation, Process assessment.

### 1. Введение

Разработанная в 2004 году методика инженерного образования CDIO (Conceive, Design, Implement, and Operate) основана на философии жизненного цикла продукта. В модели CDIO студенты изучают инженерное дело и получают навыки инженерной деятельности через инициативность, практику и эффективно взаимосвязанные курсы, тем самым делая методику CDIO подходящей для взращивания инженерных талантов по инженерным направлениям подготовки. [1, pp.1-4]

С 2008 года Университет информационных технологий города Чэнду (CUIT) выступил инициатором внедрения в Китае методики инженерного образования CDIO, которая охватывала все инженерные направления подготовки с позиций теоретической образовательной базы,

плана обучения, системы учебных планов, методов обучения и оценки. Процесс и результаты реформирования получили признание национальных и зарубежных коллег.

Помимо программ естественнонаучного бакалавриата, таких как «Электронная техника», «Информатика» и «Оптическая инженерия», в CUIT существуют мультинаучные программы, такие как «Метеорологические науки», «Прикладная физика», «Прикладная математика». Образовательные методики, применявшиеся ранее, фокусировались на теоретических знаниях, игнорируя их практическое применение. Модификация и развитие прежней образовательной модели являются критически необходимыми для лучшего развития научной мысли, применения знаний, решения проблем, а также для творчества.

В 2011 году, вдохновленный рефор-



J. Zhou

мой инженерного образования CDIO, университет CUIT представил образовательную теорию, фокусирующуюся на развитии в рамках образовательной программы естественнонаучного профиля комплексной компетентности студентов, совмещающей воедино знания, способности и качество. Данная теория была разработана на основе стандартов формирования способностей, включенных в инженерные образовательные

стандарты, с целью творческого внедрения методов обучения CDIO в естественнонаучные образовательные программы и применения одинаково важных модулей оценки как полученных знаний, так и практических способностей. Опираясь на эти реформы, университет CUIT предложил и продвинул единую реформу образования и обучения по основным естественнонаучным направлениям [2].

Таблица 1. Образовательные стандарты направления «Прикладная физика»

Первый уровень	Второй уровень	Третий уровень
1. Профессиональные знания и гуманитарные науки	1.1 Фундаментальные знания в области математики и физики	1.1.1 Высшая математика, линейная алгебра и теория вероятности
		1.1.2 Фундаментальная теория и экспериментальный метод университетской физики
	1.2 Фундаментальные инженерные знания	1.2.1 Введение в инженерное дело и фундаментальная теория технического черчения
		1.2.2 Базовые знания компьютерной техники
		1.2.3 Схемотехника и технологии электронных приборов
	1.3 Фундаментальные профессиональные знания	1.3.1 Основы и методы теоретической физики
		1.3.2 Структура, состав, изготовление и свойства твердых материалов
		1.3.3 Полупроводниковые оптоэлектронные материалы и их свойства
		1.3.4 Физический базис, проектирование и производство фотоэлектрических устройств
	1.4 Гуманитарная грамотность	1.4.1 Базовые знания и навыки по гуманитарным наукам
		1.4.2 Гуманитарный характер и образ мышления
		1.4.3 Историческая и культурная среда
		1.4.4 Современные проблемы и ценности

2. Технические способности, профессиональные навыки и мышление	2.1 Экспериментирование и выявление экспертных знаний	2.1.1 Способность использовать научную литературу и информацию
		2.1.2 Изготовление оптоэлектронных материалов и оптоэлектронных устройств в соответствии со схемой эксперимента
		2.1.3 Тестирование и оценка результатов эксперимента
	2.2 Проектирование и разработка комплексных экспериментов	2.2.1 Поиск и описание проблем оптоэлектронных материалов и устройств
		2.2.2 Проектирование и разработка фотоэлектрических материалов
		2.2.3 Проектирование, моделирование и изготовление фотоэлектрических материалов
		2.2.4 Тестирование, анализ оптимизации функциональных характеристик устройств
	2.3 Проектирование, внедрение и инновационное обновление систем	2.3.1 Задумка, проектирование и разработка новых фотоэлектронных функциональных материалов
		2.3.2 Проектирование и внедрение оптоэлектронных устройств и систем
		2.3.3 Оценка ограничений устройств и систем
		2.3.4 Следование инновационному мышлению и осознание воздействия
	2.4 Профессиональные навыки и мышление	2.4.1 Идти наравне с развитием мировых инженерных технологий
		2.4.2 Профессиональная нравственность и чувство ответственности
		2.4.3 Активное планирование индивидуальных целей профессионального развития
		2.4.4 Поддержание обучения в течение всей жизни, физического и ментального здоровья
	3.1 Командная работа	3.1.1 Построение эффективной команды
3.1.2 Поддержание деятельности команды		
3.1.3 Командная работа		

3. Межличностные навыки: командная работа и коммуникация	3.2 Коммуникации	3.2.1 Базовая способность и навыки общения
		3.2.2 Письменная коммуникация
		3.2.3 Мультимедийное общение (информационные данные, диаграммы, графики, и т.д.)
		3.2.4 Навыки искусства презентации
	3.3 Общение на иностранных языках	3.3.1 Определенные навыки аудирования, разговорной речи, чтения и письма на английском языке
4. Планирование, Проектирование, Производство и Применение систем в предпринимательском и общественном контекстах	4.1 Общество и промышленность	4.1.1 Знание культуры, целей и планирования на производстве
		4.1.2 Социальное предпринимательство
	4.2 Способность проектирования и производственного процесса	4.2.1 Установка плановых показателей для фотоэлектрических приборов и систем
		4.2.2 Декомпозиция процесса проектирования фотоэлектрических систем приборов
		4.2.3 Производство материалов, компонентов, модулей и систем
		4.2.4 Тестирование, контрольная проверка и сертификация

## 2. Учебный план для программы естественнонаучного бакалавриата в системе CDIO

### 2.1. Установление детальных профессиональных образовательных стандартов

В соответствии с требованиями Министерства образования к профессиональным знаниям и способностям и запросами к качеству и способностям научного таланта со стороны общества, производства и бизнеса, мы разработали образовательные стандарты для знаний, способностей и качества научного таланта. Стандарты являют собой базовую цель обучения. Результаты обучения, утвержденные в Стандартах, разделены на три профессиональных уровня и четыре уровня способностей: профессиональных знаний, индивидуальных и

командных навыков, естественнонаучных и гуманитарных способностей. В табл. 1 продемонстрированы образовательные стандарты направления «Прикладная физика».

(1) Индикаторы профессионального обучения

Как отражено в табл. 1, существует три уровня индикаторов способностей (слева направо). Четыре индикатора первого уровня представляют четыре вида общеобразовательных способностей научных талантов и каждая область способностей разделена на несколько индикаторов второго уровня, которые отражают категории способностей с профессиональными характеристиками. Затем идет третий уровень индикаторов, выраженный в специальных способностях, которые развиваются в рамках об-

разовательных курсов. Декомпозиция индикаторов представляет собой трансформацию образовательных стандартов от макроуровня к микроуровню.

(2) Уровень развития способностей  
Как показано в табл. 1, есть 4 уровня развития способностей (сверху вниз). Первый уровень – это профессиональные знания и гуманитарные науки, второй – технические способности, профессиональные навыки, третий – способность общения и взаимодействия и четвертый – способность адаптации к производству. Четыре уровня отражают комплексное развитие студенческих знаний, навыков и качеств.

### 2.2. Реконструкция системы учебных планов

Принимая за основу профессиональные образовательные стандарты, курсы разделены на 4 категории, включающие общие базовые курсы, базовые дисциплинарные курсы, профессиональные курсы и практику. Мы реструктурировали систему учебных планов в соответствии с процессом декомпозиции стандартов, оптимизации основ, интеграции содержания курсов и продвижения проектов. Внедрение образовательных стандартов декомпозируется на каждый курс, в то время как практико-ориентированные проекты по трем уровням, которые включают курсы, проектные группы и профессию, внедряются на протяжении всего проектного процесса. Знаниевые модули изначально органично скомпонованы и сформирована система учебных планов, ориентированных на знания, навыки и качество.

Ключевые способности студентов последовательно развиваются в рамках практических проектов и соответствующих курсов. Инновационные и гибридные, комплексные эксперименты по инновационному проектированию совместно с фундаментальными профессиональными теоретическими знаниями расширяют кругозор и инновационное мышление студентов, а индивидуальные потребности студентов удовлетворяют-

ся посредством разносторонней инновационной практики и учебных предпринимательских проектов.

## 3. Направленность курсов, основанная на модели CDIO, в программе естественнонаучного бакалавриата

CDIO акцентирует внимание на идеях Планирования, Проектирования, Производства и Применения для формирования у студентов комплексной компетентности с целью эффективного развития способности к обучению и личным навыкам. С целью обеспечения студентов возможностью овладевать знаниями в полной мере и развивать личные навыки, мы применили к естественнонаучным образовательным направлениям активные методы обучения по системе CDIO для того, чтобы привлечь студентов к активному получению знаний и сориентировать их на активное применение знаний на практике.

### 3.1. Активная теория преподавания

Мы достигли успеха в реализации перехода от метода единоличного обучения, которое фокусируется на донесении знаний со стороны преподавателя и прослушивании со стороны студента, к активным и мульти-интерактивным методам обучения. Нами были адаптированы различные методы обучения, направленные на использование практических примеров, для того, чтобы ориентировать преподавателей и стимулировать студентов принимать участие как в обучении теоретическим знаниям, так и в факультативном обучении. Целью таких преобразований является развитие навыков студентов для практической деятельности.

### 3.2. Образовательная методика независимого эксперимента

В обучении через эксперименты мы используем отдельный экспериментальный проект в качестве базового учебного блока для установления индекса производственных возможностей проекта. Во время процесса обучения преподаватели переходят от роли ораторов



к роли наставников; студенты переходят от роли простых участников к ведущей роли в экспериментальном проекте с целью развития навыков ведения эксперимента и комплексной компетентности.

Процесс студенческого независимого эксперимента применяет идеи CDIO, включая проектирование независимого эксперимента, завершение процесса независимого эксперимента, анализ результатов эксперимента, оценку индивидуальных результатов эксперимента и развитие личностных навыков. Такой подход проясняет структуру, процесс и результаты эксперимента. Под руководством преподавателей по вопросам проектирования и процесса эксперимента, студенты получают опыт полноценного образовательного процесса CDIO, который в дальнейшем усилит развитие у студента навыков ведения эксперимента и комплексной компетентности.

### 3.3. Проектно-ориентированное обучение (PBL)

Проектно-ориентированное обучение является одним из ключевых подходов комплексного инженерного образования. Студенты проявляют инициативу участия в полноценном процессе проектно-ориентированного обучения и получают опыт работы с постепенно изменяющимися проблемами в процессе обучения. Студенты разделены на несколько команд и работают над проектом одновременно [3, pp.17]. Как эффективно управлять всеми командами в одно и то же время? Ответом является самоменеджмент. Он представляет собой наш метод интеграции командной работы в проектно-ориентированное обучение с целью воспитания навыков взаимодействия внутри команды. Кроме того, в проектно-ориентированное обучение интегрирован дух соперничества. Команды студентов могут соревноваться друг с другом в процессе обучения. Этот фактор оказывает положительное влияние на активное внедрение проекта.

## 4. Оценка знаний и навыков в рамках Стандартов CDIO

### 4.1. Оценка процесса

Мы применяем множество методов оценки для отслеживания в реальном времени уровня знаний, процесса развития навыков, усиления обычного процесса оценивания и совершенствования рейтинговой шкалы. Процесс оценки включает три категории:

(1) Традиционное исследование: фокусируется на оценке дисциплинированности студента, его отношения к учебе, регулярности выполнения домашних заданий. Такая оценка используется в различных образовательных процессах с целью обеспечения нормального учебного порядка и акцентирования внимания на оценке получения знаний студентом.

(2) Специальная оценка: фокусируется на оценке выполнения студентом специального задания в процессе обучения, в основном применяется на втором и третьем уровнях образовательного процесса. В соответствии с требованиями различных методов обучения, оценка будет основываться на специальном задании или результатах обучения с целью определения у студента уровня понимания знаний и способности применять знания на практике в различных образовательных процессах.

(3) Оценка способностей: фокусируется на оценке личных навыков студента, проявляемых в процессе выполнения специального задания и оценке планируемых целей обучения посредством использования различных методов обучения.

### 4.2. Диверсификация итогового экзамена

Мы внедрили изменения в итоговую экзаменационную работу, пытаюсь сократить степень оценивания исключительно по запоминанию информации из учебников и увеличить экзаменационную оценку понимания и применения информации. В рамках экзаменацион-

ной работы студентам предлагается не только представить правильные концепции, принципы, правила и методы, но и требуется решить практические задачи с применением качественного анализа и количественной оценки. Нами используется двойная оценка знаний и способностей студента через экзаменационное задание в виде анализа практического кейса и практического проектирования.

## 5. Заключение

Принимая во внимание комплексное продвижение и достаточно широкую практику применения образовательной модели CDIO на наших инженерных

направлениях, нами проведена реформа методики обучения студентов с точки зрения образовательной идеи, образовательных стандартов, учебных планов, методов обучения и оценки. Внедрение и развитие модели CDIO обеспечивает более конкретные образовательные цели для конкретных предметов с позиции знаний, способностей и качеств, вследствие чего образовательный процесс становится более эффективным. Образовательная практика достигла первых результатов, что демонстрирует позитивный опыт внедрения образовательной модели CDIO в программы естественнонаучного бакалавриата.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Rethinking engineering education – The CDIO approach / Edward F. Crawley, Johan Malmqvist, Suren Llstlund, Doris R. Brodeur. – N. Y., 2007. – 286 p.
2. Implementation CDIO concept in bilingual teaching in non-English-speaking country [Electronic resource]: a course studying in digital image processing / Xi Wu, Jin He, Wuzhong Bi [et al.] // Proc. 8th Int. CDIO Conf., Brisban Univ. of Technology, Brisban, Australia, July 3-5, 2012. – [S. l.], 2012. – P. 1-7. URL: [http://www.cdio.org/files/document/file/implementation\\_cdio\\_concept\\_in\\_bilingual\\_teaching\\_in\\_non-english-speaking\\_country\\_a\\_course\\_studying\\_in\\_digital\\_image\\_processing\\_.pdf](http://www.cdio.org/files/document/file/implementation_cdio_concept_in_bilingual_teaching_in_non-english-speaking_country_a_course_studying_in_digital_image_processing_.pdf), free. – Tit. from the screen (usage date: 11.12.2014).
3. Chen Min. Integrated active learning implementation in CDIO practical course for massive population [Electronic resource] / Min Chen, Mingyuan Xie, Dingyu Yang // Proc. 10th Int. CDIO Conf., Univ. Politicnica de Catalunya, Barcelona, Spain, June 16-19, 2014. – [S. l.], 2014. – P. 1-8. – URL: [http://www.cdio.org/files/document/cdio2014/17/17\\_Paper.pdf](http://www.cdio.org/files/document/cdio2014/17/17_Paper.pdf), free. – Tit. from the screen (usage date: 11.12.2014).