

А.И. ЧУЧАЛИН, профессор
М.С. ТАЮРСКАЯ, ассистент
Томский политехнический
университет

М.Г. МЯГКОВ, профессор, вице-
президент по академическим вопро-
сам и международным отношениям
Сколковский институт науки
и технологий

Повышение квалификации преподавателей в области применения международных стандартов CDIO

В статье актуализируется проблема развития компетенций руководителей и профессорско-преподавательского состава вузов в области проектирования и реализации образовательных программ с учетом мирового опыта совершенствования инженерного образования. Приводится описание структуры, содержания и технологии реализации программы повышения квалификации преподавателей российских вузов «Применение концепции CDIO в инженерном образовании», разработанной Томским политехническим университетом и Сколковским институтом науки и технологий. Охарактеризован опыт реализации программы, приведены основные трудности применения концепции CDIO в российских университетах.

Ключевые слова: *Инициатива CDIO, Стандарты CDIO, повышение квалификации преподавателей, компетенции преподавателей, модернизация инженерного образования*

Введение

Модернизация отечественной системы инженерного образования, связанная с массовым переходом на подготовку бакалавров и магистров по техническим направлениям, внедрением новых государственных образовательных стандартов, с применением современных методов и технологий обучения определяет новые требования к профессорско-преподавательскому составу технических вузов. Эффективность реализации образовательных программ в области техники и технологий во многом зависит от умения преподавателей находить оптимальные способы подготовки выпускников к комплексной инженерной деятельности в условиях современного производства на всех этапах жизненного цикла продукции. Готовность проектировать образовательные программы во взаимодействии с работодателями, применять результаты новейших научных исследований и технологических разработок в образовательной деятельности, сочетать различные формы организации учебного процесса становится

ключевой компетенцией преподавателей технических вузов [1]. Для повышения квалификации преподавателей необходимо использовать лучший мировой опыт совершенствования инженерного образования, в первую очередь – на базовом уровне – в бакалавриате.

Концепция CDIO, международные стандарты *CDIO Standards*

Одним из примеров системного и комплексного подхода к проектированию, реализации и оценке качества современных программ базового инженерного образования является концепция CDIO (*Conceive, Design, Implement, Operate* – *Планировать, Проектировать, Производить, Применять*) [2]. Концепция разработана в рамках международного проекта CDIO Initiative и в настоящее время реализуется в более чем ста университетах мира. Международный проект CDIO, инициированный мировым лидером инженерного образования – MIT (США) и тремя техническими университетами Швеции (КТН,

Chalmers, Linköping), направлен на установление консенсуса между теорией и практикой в инженерном образовании. Основой модернизации инженерного образования согласно концепции CDIO является подготовка выпускников бакалавриата по техническим направлениям к комплексной инженерной деятельности, которая включает:

- 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*);

- производство продуктов инженерной деятельности, в том числе аппаратуры и программного обеспечения, их интеграцию, проверку, испытание и сертификацию (*Implement*);

- применение продуктов инженерной деятельности, управление их жизненным циклом и утилизацию (*Operate*).

Компетенции выпускников образовательных программ в области техники и технологий, которые планируется сформировать в результате освоения программ, определяются перечнем – *CDIO Syllabus* [3] и классифицируются по четырем основным разделам:

- дисциплинарные знания и основы инжиниринга;
- профессиональное мастерство и личностные качества;
- межличностные компетенции (работа в команде и коммуникации);
- планирование, проектирование, производство и применение продукции в контексте предприятия, общества и окружающей среды.

Достоинством *CDIO Syllabus* является то, что, в отличие от требований со стороны работодателей и профессиональных организаций, аккредитующих образова-

тельные программы в вузах, требования *CDIO Syllabus*, предъявляемые к результатам подготовки выпускников вузов, декомпозируются на четырех уровнях. Это позволяет преподавателям вузов – разработчикам образовательных программ – эффективно реализовывать компетентностный подход: детально определять исходные данные для проектирования программ в целом, ставить и решать задачи по разработке модулей и отдельных дисциплин образовательных программ.

Наряду с *CDIO Syllabus*, задающим требования к результатам обучения, разработаны 12 стандартов – *CDIO Standards* [4], устанавливающих требования к инженерным программам. Стандарты CDIO определяют философию программ подготовки выпускников к комплексной инженерной деятельности (*Standard 1 CDIO*), задают требования к результатам обучения и формированию учебных планов (*Standards 2, 3, 4 CDIO*), образовательной среде вуза (*Standards 5, 6 CDIO*), методам обучения (*Standards 7, 8 CDIO*), преподавателям (*Standards 9, 10 CDIO*) и способам оценки результатов обучения студентов и программы в целом (*Standards 11, 12 CDIO*).



Таким образом, стандарты CDIO дают возможность при проектировании образовательных программ ответить на три главных вопроса: «Что должен уметь выпускник программы?», «Как его научить этому?» и «Как выпускник должен продемонстрировать свои умения, а преподаватель их оценить?». Это означает решение трех важнейших задач: планирования, достижения и оценки результатов освоения образовательных программ.

Концепция CDIO представляет собой комплексный подход к проектированию и реализации образовательных программ, совершенствованию организационной структуры учебного процесса и его нормативно-методического обеспечения [5; 6].

В настоящее время «CDIO-клуб» представляет собой сеть из сотни университетов по всему миру, которые реализуют подход CDIO «как инновационную концепцию подготовки инженеров нового поколения». В последние годы к Международному проекту *CDIO Initiative* присоединились российские вузы: Томский политехнический университет (2011 г.), 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.).

Основной целью присоединения вузов к «CDIO-клубу» является повышение качества и результативности инженерных образовательных программ, приведение их в соответствие с требованиями современного производства. Успешное внедрение подхода CDIO в образовательный процесс зависит от готовности руководителей, разработчиков программ и преподавателей гибко реагировать на изменения, происхо-

дящие в инженерной деятельности, от 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 пилотируется совместная программа повышения квалификации «Применение концепции CDIO в инженерном образовании».

Планируемые результаты освоения программы (компетенции преподавателей)

Целью данной программы повышения квалификации является формирование компетенций руководителей и профессорско-преподавательского состава российских вузов в области эффективного и результативного применения концепции и стандартов CDIO для модернизации содержания и технологий инженерного образования. Поскольку 12 стандартов CDIO задают основные направления модернизации образовательных программ, в рамках программы повышения квалификации преподавателей достигаются 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 интегриро-

ванный 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, для формирования основных личностных и межличностных компетенций выпускников (*Standard 4 CDIO*);

- умение организовывать 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 создавать 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 организовывать интегрированное обучение студентов, в ходе которого формируются их дисциплинарные знания, личностные и межличностные компетенции, а также навыки создания 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 организовывать мероприятия, позволяющие развить у самих преподавателей личностные и межличност-

ные компетенции, навыки создания продуктов, процессов и систем в процессе инженерной деятельности (*Standard 9 CDIO*);

- способность организовывать мероприятия, позволяющие повысить педагогические компетенции преподавателей в области активных методов обучения и оценке 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 оценивать соответствие образовательной программы требованиям всех Стандартов CDIO и обеспечивать обратную связь со студентами, преподавателями, работодателями и другими заинтересованными лицами в целях ее непрерывного совершенствования (*Standard 12 CDIO*).

Структура и содержание программы

Программа 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 образовательной 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. В него входят: аннотация и учебно-тематический план, презентации и конспекты лекций, глоссарий, список рекомендованной литературы, вопросы для самоконтроля, практические и индивидуальные задания.

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 их элементов и включают 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 индивидуальные задания направлены на формирование у

слушателей способности к критической оценке собственной педагогической деятельности с точки зрения эффективности планирования, достижения и оценки результатов обучения.

Технология реализации программы

Программа реализуется в течение 16 недель (академического семестра) в форме трех очных сессий (лекционные и практические занятия), двух Интернет-вебинаров, изучения лучших практик применения концепции и стандартов *CDIO* в российских и зарубежных университетах-участниках *CDIO Initiative*, а также в форме 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 – членов «*CDIO*-клуба», демонстрирующие свое понимание требований стандартов *CDIO*, опыт реформирования образовательных программ в области техники и технологий.

Изучение лучших практик применения концепции и стандартов *CDIO* 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, с методическим обеспечением образовательных программ.

При организации образовательного процесса используется электронная учебная среда на базе *LMS Moodle*, где размещаются учебно-методические материалы модулей и записи Интернет-вебинаров, осуществляется консультирование слушателей и производится оценка выполненных ими индивидуальных заданий.

Программа повышения квалификации отличается большой долей самостоятель-

ной 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 ими индивидуальных заданий. По окончании программы слушателям выдаются документы о повышении квалификации установленного образца Томского политехнического университета и Сколковского института науки и технологий.

Опыт реализации программы

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* (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 Интернет-вебинаров организована из ТПУ: Модуль 2 – в феврале, Модуль 4 – в апреле 2014 г.

Участниками программы повышения квалификации стали 24 преподавателя из 12 российских вузов: Московского государственного машиностроительного университета, Московского физико-технического института, Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, Сибирского федерального университета, МГГУ имени М.А. Шолохова, Череповецкого государственного университета, Уральского федерального университета, Ульяновского государственного технического университета, Астраханского государственного университета, Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, Северо-Восточного федерального университе-

та им. М.К. Аммосова, Северо-Кавказского федерального университета.

К разработке учебно-методических материалов и реализации программы были привлечены 27 экспертов из шести российских и четырех зарубежных вузов – участников *CDIO Initiative*: АГУ, МФТИ, ТУСУР, УФУ, Сколковского института науки и технологий, ТПУ, Royal Institute of Technology, Chalmers University of Technology (Швеция), Delft University of Technology (Нидерланды), Turku University of Applied Sciences (Финляндия).

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.

В настоящее время в отечественных вузах наблюдается два подхода к применению концепции *CDIO* для модернизации образовательных программ. Первый – использование элементов концепции *CDIO* при обучении отдельных групп студентов по особому учебному плану с предоставлением им дополнительных возможностей, например, проектного обучения (в рамках освоения дисциплин по выбору студента). Данный подход позволяет провести анализ преобразований и дать им оценку на ранней стадии (определить группы студентов, обучающихся по «учебным планам *CDIO*», сравнить их достижения с результатами обучения студентов, осваивающих базовые

учебные планы). При этом, однако, возникают трудности с организацией учебного процесса «параллельных» групп студентов: формированием расписания, использованием аудиторного фонда и т.д.

Второй подход – реформирование образовательной программы в целом, включая корректировку ее целей и планируемых результатов обучения, создание качественно новых условий и методов обучения для всех групп студентов, принятых на программу. Большинство слушателей отметили, что второй подход к модернизации образовательных программ более предпочтителен, поскольку является комплексным и системным, предполагает не только пересмотр учебного плана, но и изменение всей образовательной среды вуза.

Анализ выполнения слушателями индивидуальных заданий выявил основные трудности, с которыми сталкиваются преподаватели при организации образовательного процесса на основе концепции *CDIO*. Среди них – разработка интегрированного учебного плана образовательной программы и обеспечение междисциплинарности обучения. В рамках эссе «Проблемы междисциплинарных заданий и проектов», предложенного в одном из индивидуальных заданий программы, слушатели могли высказать свое мнение о трудностях реализации проектных методов обучения на примере своих вузов. Отмечено, что основной проблемой 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 теоретической проработке общих вопросов без учета специфики конкретной образовательной программы. Отчасти данная ситуация складывается в силу сохраняющегося дисциплинарно-

го подхода к проектированию образовательных программ. Отправной точкой для разработки учебного плана чаще всего служит набор дисциплин, присутствующих в учебном плане предыдущей версии, а решение о закреплении результатов обучения (компетенций) за дисциплиной принимается 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.

Слушатели программы «Применение концепции *CDIO* в инженерном образовании» часто подчеркивали, 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.

Задачами дальнейшей реализации программы являются:

1) разработка и внедрение системы мо-

нитинга эффективности реализации программы, основанной на результатах промежуточной и итоговой аттестации слушателей и результатах анкетирования. В рамках опроса слушателям будет предоставлена возможность оценить содержание, организацию и качество учебного процесса в целом, а также работу отдельных экспертов-консультантов;

2) корректировка содержания и технологии реализации модулей программы, актуализация учебно-методических материалов в соответствии с результатами мониторинга;

3) планирование реализации программы в осеннем семестре 2014–2015 учебного года (определение «базовых» университетов для проведения очных сессий, привлечение российских и зарубежных экспертов-консультантов, набор новых слушателей).

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 *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 образовательных ресурсов для использования *МООС* и других Интернет-технологий.

Литература

1. Чучалин А.И. Модернизация бакалавриата в области техники и технологий с учетом международных стандартов инженерного образования // Высшее образование в России. 2011. № 10. С. 20–29.
2. Crawley E., Malmqvist J, Ostlund S., Brodeur D. *Rethinking Engineering Education, the CDIO Approach*. New York: Springer, 2007.
3. Всемирная инициатива CDIO. Планируемые результаты обучения (CDIO Syllabus): информационно-методическое издание / Пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской, Е.С. Кулюкиной; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. 22 с.
4. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информационно-методическое издание / Пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской, Е.С. Кулюкиной; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во ТПУ, 2011. 17 с.
5. Чучалин А.И., Петровская Т.С., Таюрская М.С. Международные стандарты CDIO в образовательном стандарте ТПУ // *Alma Mater*. 2013. № 7. С. 11–19.

Авторы:

ЧУЧАЛИН Александр Иванович – д-р техн. наук, профессор, проректор по образовательной и международной деятельности, Томский политехнический университет, chai@tpu.ru

ТАЮРСКАЯ Марина Сергеевна – ассистент кафедры инженерной педагогики, Томский политехнический университет, mst@tpu.ru

МЯГКОВ Михаил Георгиевич – профессор, вице-президент по академическим вопросам и международным отношениям, Сколковский институт науки и технологий, myagkov@skoltech.ru

CHUCHALIN A.I., TAYURSKAYA M.S., MYAGKOV M.G. ADVANCED TRAINING FOR MANAGEMENT AND FACULTY STAFF OF RUSSIAN UNIVERSITIES IN CDIO STANDARDS IMPLEMENTATION

Abstract. The paper is focused on competences development for managers and faculty staff of Russian universities providing engineering programmes consistent with the best international experience in modernization of engineering education. The authors describe the structure, the content and implementation technology of the faculty training programme “Applying CDIO Concept in Engineering Education” designed by Tomsk Polytechnic University and Skolkovo Institute of Science and Technology. The paper considers the first programme results and discovers challenges of implementing CDIO Concept in Russian universities.

Keywords: CDIO Initiative, CDIO Standards, faculty development, faculty competences, engineering education modernization

References

1. Chuchalin A.I. (2011) [Modernization of bachelor engineering programmes considering international standards of engineering education]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher education in Russia]. No. 10, pp. 20–29. (In Russ.)
2. Crawley E., Malmqvist J, Ostlund S., Brodeur D. (2007) *Rethinking Engineering Education, the CDIO Approach*. New York: Springer.
3. Chuchalin A.I., Petrovskaya T.S., Kulyukina E.S. (eds) (2011) *Vsemirnaya initsiativa CDIO. Planiruemye rezul'taty obucheniya (CDIO Syllabus): informatsionno-metodicheskoe izdanie* [Worldwide CDIO Initiative. CDIO Syllabus: Information & Methodics Publication], Tomsk: TPU Publ., 22 p.
4. Chuchalin A.I., Petrovskaya T.S., Kulyukina E.S. (eds) (2011) *Vsemirnaya initsiativa CDIO. Standarty: informatsionno-metodicheskoe izdanie* [Worldwide CDIO Initiative: Standards

Information & Methodics Publication].
Tomsk: TPU Publ., 17 p.
5. Chuchalin A.I., Petrovskaya T.S., Tayurskaya

M.S. (2013) [International CDIO Standards in
TPU Academic Standard]. *Alma Mater* [Alma
Mater]. No. 7, pp. 11-19. (In Russ.)

Authors:

CHUCHALIN Alexander I. – Dr. Sci. (Technical), Prof., Vice-Rector for Academic and International Affairs, National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia, chai@tpu.ru

TAYURSKAYA Marina S. – Assistant lecturer, Department of Engineering Pedagogics, National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia, mst@tpu.ru

MYAGKOV Mikhail G. – Prof., Vice President for Academic Outreach, Skolkovo Institute of Science and Technology, Skolkovo 143025, Russia, myagkov@skoltech.ru

М.А. СОЛОВЬЕВ, зам. проректора
по образовательной
и международной деятельности
С.И. КАЧИН, профессор
С.Б. ВЕЛЕДИНСКАЯ, доцент
М.Ю. ДОРОФЕЕВА, канд. техн.
наук

Стратегии развития электронного обучения в техническом вузе

В статье обсуждаются тенденции развития современного общества, приводящие к глобальным изменениям в образовательной среде. Внедрение системы электронного обучения становится адекватной реакцией вузов на вызовы времени. На примере опыта Национального исследовательского Томского политехнического университета рассматривается поэтапное реформирование учебного процесса на основе использования и технологий электронного обучения.

Ключевые слова: SMART-образование, электронное обучение, образовательные ресурсы, электронная информационно-образовательная среда, полное электронное обучение, смешанное обучение, информационно-коммуникационные технологии

Вызовы и угрозы традиционному вузовскому образованию

Интенсивное развитие информационных технологий все активнее влияет на все стороны жизни человеческого сообщества. В технологически развитых странах отчетливо звучит идея о грядущей смене социальной парадигмы, о переходе информационного общества к новой ступени развития – Smart-обществу, построенному вокруг ориентированных на человека технологий, таких как искусственный интеллект и виртуальная реальность, где использование технических средств, сервисов и Интернета приводит к качественным изменениям во взаимодействии субъектов, позволяя полу-

