



Р.А. Долженко

УДК 378.6

Промежуточные итоги и направления дальнейшего использования концепции CDIO в университетах РФ

Р.А. Долженко¹¹Технический университет УГМК, Екатеринбург, Россия

Получено 26.06.2017 / Отредактировано 13.12.2017 / Опубликовано 31.12.2017

Аннотация

В статье представлены промежуточные итоги внедрения CDIO в отечественных вузах. В работе проанализирована динамика академических публикаций на данную тематику. В статье также был выделен перечень факторов, которые сдерживают развитие CDIO в отечественной педагогической практике. Предложен комплекс рекомендаций и описан алгоритм для внедрения указанного подхода в деятельность российского вуза.

Ключевые слова: обучение, инженерное образование, технические специальности, CDIO, стандарты образования, публикации.

Key words: education, engineering education, technical specialties, CDIO, education standards, publications.

Введение

Будущая судьба российского общества, успех экономики нашей страны во многом зависит от результатов модернизации отечественного образования. Отдельное значение в этом направлении имеет обучение инженерным специальностям. Новый технологический уклад, к которому вплотную подошла наша страна, требует пересмотра подходов к обучению инженеров. С подобной проблемой столкнулась ранее и зарубежная общественная мысль, одним из направлений развития инженерного образования за рубежом стала инициатива CDIO, инициированная в начале XXI века совместными усилиями Массачусетского технологического института и нескольких европейских вузов. В нашей стране она была принята рядом образовательных организаций и внедрена в практику на рубеже 2013 года, за последние 4 года к ней присоединились еще около 10 вузов. Однако до сих пор не была сделана попытка

обобщить интерес к данной тематике со стороны исследователей, практиков, педагогов, и определить направления развития инициативы CDIO в контексте отечественной специфики.

Именно этому и будет посвящена данная работа. В статье будет проанализирован интерес к CDIO в академических публикациях, изложено ее актуальное содержание, а также определены направления внедрения и развития в отечественной образовательной практике.

CDIO в академических публикациях: от динамики к приоритетам

Проблемы в системе высшего, и в частности, инженерного образования вызывают пристальное внимание со стороны ученых. Понимая насущную необходимость в пересмотре подходов к обучению в новых условиях, некоторые из них предлагают свои подходы к реформированию системы высшего образования. Одна из таких инициатив CDIO – новый

комплексный подход к инженерному образованию, который был рожден в качестве идеи в 1997 году и окончательно сформировался, и оформился в 2001 году благодаря сотрудничеству Массачусетского технологического института (США) с рядом шведских университетов. Хронология событий, связанных с развитием CDIO представлена на рис. 1.

Первые публикации в научных изданиях по данной тематике согласно данным Scopus датированы 2002 годом. С тех самых пор интерес к данной теме со стороны научного сообщества стал проявлять себя все сильнее. Так, к настоящему времени ежегодное количество академических публикаций, связанных с темой CDIO увеличилось в 6 раз: если в 2002 г., по данным базы Scopus, количество таких работ составляло 5, то в 2016 г. – уже 30 (рис. 2). Рост количества публикаций наблюдается также и в отечественных журналах (см. динамику по базе публикаций eLIBRARY.ru на рис. 2). Более того, интерес российских ученых к данной теме был значительно выше по сравнению с

таким у зарубежных коллег (112 публикаций в 2014 году согласно РИНЦ по сравнению с 54 работами, проиндексированными в Scopus). Отметим, что первая русскоязычная статья в журнале на тему CDIO датирована 2011 годом, а пик интереса в 2014 году также обусловлен изданием целого номера журнала «Инженерное образование», посвященному CDIO.

В связи с постепенным расширением сферы публикаций на тему CDIO можно попытаться определить тенденции в интересах исследователей. В то же время следует отметить, что интерес ученых находит свое отражение больше в сборниках научных конференций, чем в академических изданиях. Из общего числа статей на тему CDIO в базе Scopus (410 записей), лишь 93 опубликованы в журналах, 14 в книгах и отдельных главах, 286 статьи изложены в сборниках конференций.

Проведенный нами анализ публикационной активности исследователей CDIO за последние 10 лет показал тенденцию к небольшому сокращению и стабилизации числа публикаций, при этом количество

Рис. 1. История развития CDIO в мировом и российском образовательном сообществе

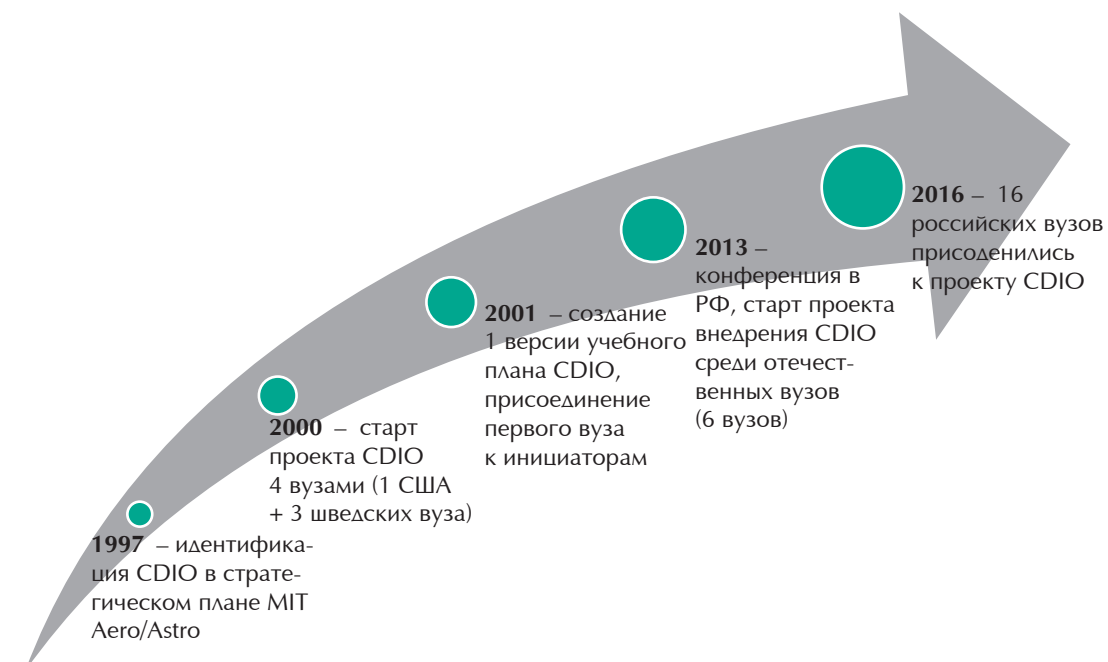
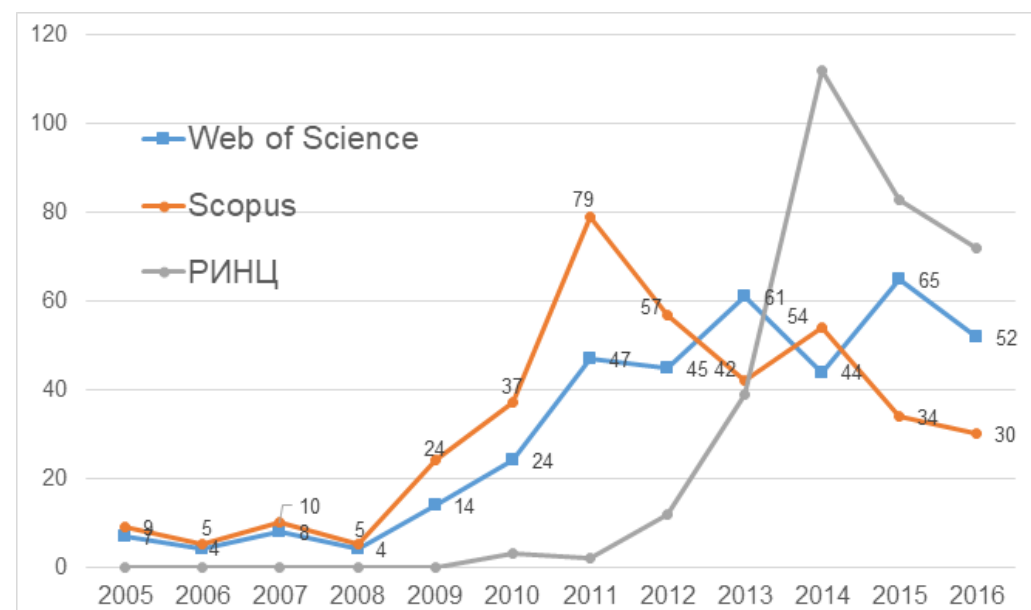


Рис. 2. Количество публикаций на тему CDIO, индексируемых в базах Scopus, Web of Science, РИНЦ



публикаций в отечественных журналах демонстрирует ту же тенденцию (рис. 1). В качестве источников нами были использованы базы публикаций Scopus, Web of Science и отечественная РИНЦ. В целях анализа использовались работы, в которых термин «CDIO» присутствовал в названии статьи, аннотации либо в перечне ключевых слов. Учитывались статьи в научных журналах, а также сборниках конференций. Публикации рассматривались в период с 2000 по 2016 г.

Итак, интерес к проблематике CDIO возник относительно недавно, он достиг пика за рубежом в 2011-2013 гг.; в России – в 2013-2014 гг. и количество публикаций стабилизировалось.

Для анализа ключевых направлений исследований в области CDIO нами рассматривалось содержание наиболее цитируемых статей в данной области (по данным Scopus и РИНЦ), а также работы, опубликованные в журналах в последние годы. Отбор публикаций осуществлялся по принципу наличия в названии термина «CDIO». Всего за период с 2000 по 2016 г. в базе Scopus были выявлены 93

такие статьи. В табл. 1 приведен список журналов, в которых опубликовано наибольшее количество исследований по тематике CDIO.

Данной тематике посвящены работы широкого круга исследователей. Из наиболее цитируемых работ можно выделить следующие зарубежные исследования: Crawley, E.F., Brodeur, D.R., Soderholm, D.H. в 2008 году [1], Edstrum, K., Kolmos, A. в 2014 году [2], Lunev, A., Petrova, I., Zaripova, V. в 2013 г. [3], Woollacott, L.C. в 2009 году [4], Padfield, G.D. в 2006 г. [5] и, наконец, работа китайских ученых Wang, Y., Qi, Z., Li, Z., Zhang, L. в 2011 году [6].

Среди русскоязычных исследований самыми цитируемыми являются работы Гафурова Н.В., Осипова С.И. в 2013 [7], Чучалин А.И. в 2011 [8], Яковлев А.Н., Костиков К.С., Мартюшев Н.В., Шепотенко Н.А., Фалкович Ю.В. в 2012 [9], Замятина О.М., Мозгалева П.И. в 2013 [10], Минева О.К., Акмаева Р.И., Усачева Л.В. в 2013 [11], Трешев А.М., Сергеева О.А. в 2012 [12].

Таблица 1. Список журналов, в которых было опубликовано наибольшее количество статей на тему CDIO

Название издания	Количество статей на тему CDIO
World Transactions On Engineering And Technology Education	18
European Journal Of Engineering Education	5
Journal Of Engineering Science And Technology	5
Australasian Journal Of Engineering Education	4
Energy Education Science And Technology Part A Energy Science And Research	4

Тематика данных работ связана с практическими возможностями использования подхода CDIO в металлургическом образовании, обучении инженеров математике, в нескольких работах приведены результаты исследования ожиданий стейкхолдеров по поводу профессионализма обучившихся по стандартам CDIO [13, 14].

Прежде всего следует отметить несколько моментов, характеризующих всю совокупность рассматриваемых статей о CDIO инициативе (как наиболее цитируемых, так и современных):

- Большинство статей носят эмпирический характер, они описывают анализ конкретных случаев (case study) внедрения, использования CDIO в практике вуза, образовательной программы. Это еще раз подчеркивает, что концепция CDIO требует более детального понимания, объяснения и обобщения.
- Преобладают исследования, проводимые в Китае (41 публикация согласно Scopus), затем в США (8 публикаций), в России (6 публикаций) и в Швеции (6 публикаций) на базе крупных технических вузов.
- Среди наиболее цитируемых работ в Scopus присутствует лишь 1 публикация, выполненная коллективом русских ученых. В то же время становится все более очевидным, что опыт совершенствования ин-

женерного образования в России, имеет существенный потенциал для дальнейших исследований в данной области и необходима его трансляция в международное научное сообщество.

Рассмотрим далее, что представляет из себя подход CDIO и каковы направления его использования в практике отечественных технических вузов.

Содержание CDIO подхода к обучению техническим специальностям

Как позиционируют создатели CDIO – это комплексный подход к инженерному образованию (в первую очередь бакалавриата), включающий в себя набор общих принципов создания учебных программ, их материально-технического обеспечения, подбора и обучения преподавателей. Аббревиатура складывается из первых букв четырех ключевых понятий данного подхода: Conceive (Замысел), Design (Разработка), Implement (Внедрение), Operate (Использование). Таким образом, CDIO предполагает системную подготовку инженеров, умеющих генерировать идеи, проектировать, производить, эксплуатировать и утилизировать продукты инженерной деятельности [13]. Декларируемая цель CDIO: инженер – выпускник вуза, который умеет придумать новый продукт или новую техническую идею, осуществить все конструкторские работы по ее воплощению, внедрить в производство то, что получилось.

Как отмечено в работе С.А. Подлесных и А.В. Козлова внедрение CDIO в отечественную образовательную практику сдерживается отсутствием необходимой лабораторной базы для реализации экспериментальной компоненты парадигмы, а также низким уровнем развития возможностей внедрения и использования инженерных наработок на практике [15]. Отдельно можно добавить к числу ограничителей слабое развитие педагогических компетенций у преподавателей, а также отсутствие возможности у вузов осуществлять постоянное обучение педагогов, предусмотренное стандартами CDIO.

Создатели подхода попытались стандартизировать все ключевые аспекты деятельности образовательной организации, которая пытается внедрить в свою практику CDIO. В настоящий момент разработано и используется 12 стандартов.

Как известно, стандарты – это образцы, эталоны, модели, принимаемые за исходные, для сопоставления с ними других подобных объектов. Объектами стандартизации могут выступать практически любые объекты в организации: продукты, услуги, процессы, документы, деятельность и др. Таким образом, стандарт устанавливает комплекс правил и требований к объекту стандартизации. В то же самое время, стандарт – это не жестко зафиксированное требование, а отправная точка для мероприятий по совершенствованию деятельности, так как деятельность по стандартизации предполагает регулярное изменение стандартов в целях повышения эффективности деятельности образовательной организации.

Вуз также является организацией, его деятельность в силу общественной значимости в нашей стране почти полностью стандартизирована. Любое отклонение от стандарта предполагает вариации, а значит необходимы дополнительные усилия по контролю. Если образовательная деятельность контролируется в нашей стране Министерством образования и науки, а также соответствующими надзорными органами, то следование стандартам

CDIO предполагает взятие вузом на себя обязательств по реализации прописанных в них требованиях. Держателем компетенций в этой области себя какое-то время позиционировали Агентство национальных инициатив и Сколтех. Однако, с 2013 года данная инициатива не получила широкого распространения в российской образовательной практике. Так, за последние 4 года к инициативе CDIO к первоначальному 6 вузам присоединились еще 10 образовательных организаций (табл. 2).

В настоящее время сообщество CDIO включает в себя более 100 университетов с практико-ориентированным обучением, использующих стандарты CDIO. Ряд российских вузов уже длительное время входит в число участников ассоциации CDIO: Томский политехнический университет, Сколтех, Астраханский государственный университет, Московский авиационный институт, МФТИ, ТУСУР и другие. По факту, данная инициатива не получила широкого распространения среди отечественных вузов, вызывает сомнения дальнейшая судьба инициативы CDIO в нашей стране, в первую очередь, из-за ухода создателя концепции и ключевого инициатора внедрения Эдвард Кроули с поста ректора Сколтеха, под эгидой которого и была реализовано масштабное информирование вузов в 2013 году, например, в 2016 году в ассоциацию вступил лишь 1 отечественный вуз. Остаются неясными преимущества от участия в ассоциации, все стандарты находятся в открытом доступе, в том числе в переведенном варианте, поэтому следование им возможно и без прохождения формализованной процедуры вступления в CDIO.

Для вступления в CDIO сообщество образовательная организация должна пройти ряд шагов (рис. 3).

Как видно из рис. 3, вузу необходимо пройти ряд формальных процедур, одна из которых (презентация вуза на конференции CDIO) может быть связана со значительными временными и финансовыми затратами, в то время, как формализованная проверка соответствия подходов

Таблица 2. Отечественные вузы – участники ассоциации CDIO

№	Отечественный вуз	Год вступления в ассоциацию CDIO
1	Томский политехнический университет (Tomsk Polytechnic University)	2011
2	Астраханский государственный университет (Astrakhan State University)	2012
3	Сколковский институт науки и технологий (Skolkovo Institute for Science and Technology)	2012
4	Московский авиационный институт (Moscow Aviation Institute)	2012
5	Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics)	2013
6	Уральский федеральный университет им. Б. Ельцина (Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin)	2013
7	Московский физико-технический институт (Moscow Institute of Physics and Technology)	2013
8	Сибирский федеральный университет (Siberian Federal University)	2014
9	Казанский (Приволжский) федеральный университет (Kazan Federal University)	2014
10	Донской государственный технический университет (Don State Technical University)	2014
11	Череповецкий государственный университет (Cherepovets State University)	2014
12	Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (National Research Nuclear University MEPhI)	2014
13	Якутский государственный университет имени М.К. Аммосова (The Ammosov North-Eastern Federal University)	2015
14	Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Bauman Moscow State Technical University (BMSTU))	2015
15	Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation)	2015
16	Орловский государственный университет (Oryol State University)	2016

к образованию стандартам CDIO не проводится. Регистрационный взнос за участие в конференции составляет 425 €.

Поддержка вуза, планирующего попасть в ассоциацию CDIO со стороны

держателей данной инициативы (Агентства национальных инициатив и Сколтеха), в качестве которых они себя позиционировали в 2013 году, не осуществляется. Последняя актуализация информации

Рис. 3. Последовательность шагов для вступления в ассоциацию CDIO



на сайте cdiorussia.ru датирована 9 июля 2013 года. Сообщество российских вузов, участников ассоциации CDIO не оформлено. Таким образом, вступление в нее возможно только в рамках собственной инициативы вуза, планирующего стандартизировать свою образовательную деятельность в соответствии с требованиями CDIO.

Заключение

Таким образом, проведенный нами анализ показал актуальность дальнейших изысканий в области перспектив развития инженерного образования в отечественных технических вузах. Подход CDIO является одним из самых видных воплощений представлений о том, каким должно быть обучение в вузе и с помощью каких инструментов этого можно добиться. В нашей стране интерес научного и педагогического сообществ к CDIO проявляет себя больше чем в зарубежных странах (за исключением Китая), однако,

если азиатские исследователи пытаются транслировать свои наработки и исследования в мировую научную среду, то публикации российских исследователей почти все представлены в русскоязычных изданиях.

Несмотря на явную специфику инженерной мысли в нашей стране, в научных работах российских ученых и мыслителей существуют отдельные попытки сформулировать свое национальное видение будущего инженерного образования, оформленное в рамках стройной концепции, схожей со CDIO, однако, ее продвижение в образовательной среде затруднено и осуществляется в виде отдельных инициатив, как и внедрение CDIO в отечественных технических вузах. Можно сделать вывод, что без поддержки подобной концепции со стороны государства ее внедрение и развитие в российской образовательной практике будет затруднено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Crawley, E.F. The education of future aeronautical engineers: Conceiving, designing, implementing and operating [Electronic resource] / E.F. Crawley, D.R. Brodeur, D.H. Soderholm // *Journal of Science Education and Technology*. – 2008. – Vol. 17, Iss. 2. – P. 138–151. – DOI: 10.1007/s10956-008-9088-4.
2. Edstrum, K. PBL and CDIO: Complementary models for engineering education development / K. Edstrum, A. Kolmos // *European Journal of Engineering Education*. – 2014. – Vol. 39, Iss. 5. – P. 539–555.
3. Lunev, A. Competency-based models of learning for engineers: a comparison / A. Lunev, I. Petrova, V. Zaripova // *Ibid.* – 2013. – Vol. 38, Iss. 5. – P. 543–555.
4. Woollacott, L.C. Validating the CDIO syllabus for engineering education using the taxonomy of engineering competencies // *Ibid.* – 2009. – Vol. 34, Iss. 6. – P. 545–559.
5. Padfield, G.D. Flight handling qualities. A problem-based-learning module for final year aerospace engineering students [Electronic resource] // *Aeronautical Journal*. – 2006. – Vol. 110, Iss. 1104. – P. 73–84. – DOI: 10.1017/S0001924000001020
6. Institute-industry interoperation model: An industry-oriented engineering education strategy in China / Y. Wang, Z. Qi, Z. Li, L. Zhang // *Asia Pacific Education Review*. – 2011. – Vol. 12, Iss. 4. – P. 665–674.
7. Гафурова, Н.В. Металлургическое образование на основе идеологии CDIO / Н.В. Гафурова, С.И. Осипова // *Высшее образование в России*. 2013. – № 12. – С. 137–139.
8. Чучалин, А.И. Модернизация бакалавриата в области техники и технологий с учетом международных стандартов инженерного образования // *Там же*. – 2011. – № 10. – С. 20–29.
9. Institute of high technology physics experience in masters of engineering and doctoral training: the platform for cooperation with Russian and international companies in the domain of material science and physics of high-energy systems / A.N. Yakovlev, K.S. Kostikov, N.V. Martyushev, N.A. Shepotenko, Yu.V. Falkovich // *Известия вузов. Физика*. – 2012. – Т. 55, № 11-3. – С. 261–263.
10. Замятина, О.М. Усовершенствование программы элитной технической подготовки: компетентностно-ориентированный подход / О.М. Замятина, П.И. Мозгалева // *Инновации в образовании*. – 2013. – № 10. – С. 36–45.
11. Минева, О.К. Реализация стратегии развития университета на основе построения стратегической карты / О.К. Минева, Р.И. Акмаева, Л.В. Усачева // *Вестник СГТУ*. – 2013. – Т. 1, № 1 (69). – С. 297–304.
12. Трешев, А.М. Всемирная инициатива CDIO как контекст профессионального образования [Электронный ресурс] / А.М. Трешев, О.А. Сергеева // *Современные проблемы науки и образования*. – 2012. – № 4. – URL: <https://www.science-education.ru/pdf/2012/4/82.pdf>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 29.11.2017).
13. Чучалин, А.И. Модернизация инженерного образования на основе международных стандартов CDIO // *Инженерное образование*. – 2014. – № 16. – С. 14–29.
14. Kuptasthien, N. Разработка интегрированного учебного плана для программ промышленной инженерии в рамках инициативы CDIO / N. Kuptasthien, S. Triwanapong, R. Kanchana // *Там же*. – С. 30–39.
15. Подлесный, С.А. CDIO: цели и средства достижения / С.А. Подлесный, А.В. Козлов // *Там же*. – С. 9–13.