УДК 378 : 62
ББК Ч448+Жр
DOI: 10.35211/2500-2635-2021-2-46-68-74

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ПОДХОДА CDIO

DESIGNING PROGRAMS FOR TRAINING ENGINEERS ON THE BASIS OF THE CDIO APPROACH

ТОПОРКОВА Ольга Викторовна
Волгоградский государственный технический
университет, Волгоград, Россия
E-mail: toporkova.vstu@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме поиска и оценки новых эффективных подходов к проектированию программ высшего технического образования. В статье рассмотрены и проанализированы требования к проектированию программ высшего технического образования, представленные в 12 стандартах подхода CDIO, являющегося перспективным подходом к модернизации инженерных образовательных программ и уже доказавшим свою эффективность во всем мире. Использование жизненного цикла инженерного процесса как контекста высшего технического образования, выступающее основополагающим принципом данного подхода, способствует подготовке

TOPORKOVA Olga V.
Volgograd State Technical University,
Volgograd, Russia
E-mail: toporkova.vstu@gmail.com

Abstract. The article is dedicated to the topical problem of finding and evaluating new approaches to the design of engineering programs. It presents the analysis of the requirements for the design of those programs presented in 12 CDIO standards. CDIO is an effective approach to the modernization of such programs and it has already proven its efficiency both in our country and abroad. The use of the life cycle of the engineering process as a context of engineering education being the fundamental principle of this approach contributes to the preparation of graduates who are able to apply the obtained theoretical

будущих инженеров, способных применять полученные теоретические знания в своей практической деятельности. Анализ требований стандартов CDIO показал, что к особенностям образовательной программы CDIO, способствующими ее результативности, относятся интегрированный учебный план; интеграция планируемых результатов обучения в дисциплины программы; обязательный вводный курс и проекты, имеющие проектно-внедренческий характер; наличие рабочего пространства для возможности получения студентами практического опыта инженерной деятельности на всех этапах жизненного цикла объекта, процесса или системы; использование методов активного обучения; специальная подготовка преподавателей; оценивание, используемое для поддержки, диагностики и улучшения качества обучения; обязательный внутренний или внешний аудит программы обучения.

Ключевые слова: проектирование образовательных программ, подход CDIO, стандарты CDIO, проектно-внедренческая деятельность, высшее техническое образование.

knowledge in their practical engineering activities and manage the process of creating and operating engineering objects, processes, and systems. The analysis of the requirements of the CDIO standards showed that the features of the CDIO educational program that contribute to its effectiveness include an integrated curriculum; integration of the planned learning outcomes into the disciplines of the program; compulsory introductory course and projects of a design and implementation nature; availability of a workspace for students to gain practical experience in engineering at all stages; the use of active learning methods; special training of teachers; assessment used to support, diagnose and improve the quality of learning; compulsory internal or external audit of the educational program.

Keywords: design of educational programs, the CDIO approach, the CDIO standards, design and implementation activities, higher technical education.

Проблемы поиска новых эффективных подходов к проектированию программ высшего технического образования привлекают внимание ученых в России и за рубежом (Губарева, Сенькина, Тихонович 2016; Chuchalin 2011; Gavin 2010; Mitchell 2019). Это обусловлено необходимостью баланса между обеспечением инновационного высшего технического образования, отвечающего современным требованиям мирового рынка труда, и ограничениями существующих инженерных образовательных программ. Важное влияние также оказывают такие изменения в образовании, как появление открытой информационно-образовательной среды, индивидуализация образования и связанная с ней потребность построения индивидуальных образовательных траекторий, важность развития самообразования и самообучения.

Одним из подходов, доказавших свою эффективность при проектировании инженерных образовательных программ в ряде ведущих мировых вузов, является подход CDIO. Созданная 20 лет назад четырьмя вузами-основателями инициатива CDIO превратилась за это время во всемирное сообщество, состоящее из более чем 165 организаций, принявших подход CDIO для поддержки и стимулирования развития инженерного образования (Edström 2020). Основопологающим принципом подхода CDIO, от которого и произошло его название, является использование жизненного цикла объектов и систем в качестве контекста инженерного образования. Применение подхода CDIO направлено на подготовку выпускников высшей технической школы, способных применять полученные теоретические знания на практике, управлять процессом создания объектов и тому подобное на всех этапах их жизненного цикла, понимать и принимать ответственность за последствия своих решений (Кроули, Малмквист, Остлунд, Бродер, Эдстрем 2015).

Для достижения указанной цели предлагается модернизация инженерных образовательных программ в соответствии с 12 стандартами CDIO, а также перечнем планируемых результатов обучения выпускников технических факультетов (CDIO Syllabus). Важно подчеркнуть, что требования к выпускникам в CDIO Syllabus определялись при активном участии потре-

бителей инженерных программ (представителей промышленности, студентов, преподавателей, общественных организаций), что позволило сформировать актуальный и подробный список необходимых инженерных компетенций, на основе которого определяются цели образовательных программ и оцениваются достижения выпускников.

В стандартах CDIO, принятых в 2005 г., а позднее обновленных и подробно изложенных в версии 2.0 в книге авторов подхода CDIO Э. Кроули, Й. Малмквиста, С. Остлунда и др. представлены основные требования к инженерным образовательным программам (2014).

В первом стандарте CDIO формулируется основополагающий принцип концепции CDIO, изложенный выше, который должен стать основой, обеспечивающей подготовку будущих специалистов инженерного профиля.

Требования к разработке учебных планов подготовки будущих специалистов в области техники и технологий представлены во втором, третьем и четвертом стандартах CDIO. Согласно второму стандарту, список необходимых компетенций выпускника формируется в соответствии с целями программы и при непосредственном участии потенциальных работодателей и других заинтересованных сторон – преподавателей, студентов, руководителей учебных заведений, общественности. Важной также является необходимость детализированного представления результатов обучения по программе.

В третьем стандарте определяется необходимость использования интегрированного учебного плана, основу которого составляют взаимосвязанные инженерные дисциплины, и представляющего собой точно изложенный план по формированию планируемых компетенций. Цель интегрированного учебного плана состоит в том, чтобы достигнуть запланированных результатов обучения, которые невозможно будет получить при простом суммарном использовании его компонентов. Каждый компонент интегрированного учебного плана является взаимодополняющим и взаимосвязанным по отношению к другим его составляющим. Эта взаимосвязь достигается за счет пересечений между изучаемыми темами и формируемыми компетенциями.

Стандарт 4 CDIO «Введение в инженерную деятельность» обосновывает необходимость включения соответствующего вводного курса в учебный план. Очевидно, задачей вводного курса, помимо знакомства студентов с общей картиной инженерной деятельности и ее значением для развития общества, также является повышение мотивации студентов к обучению. В процессе изучения курса студенты выполняют простые задания по проектированию, учатся решать проблемы как в группах, так и индивидуально, приобретая таким образом практический опыт инженерной деятельности. Вводный курс ориентирован на формирование у студентов личностных и межличностных компетенций, получение ими знаний, необходимых для дальнейшего успешного обучения.

Оптимальным, на взгляд автора статьи, является проведение вводного курса в форме проектно-внедренческой деятельности, так как такая органи-

зация обучения дает возможность студентам в интересной интерактивной форме познакомиться с основами будущей деятельности, способствует развитию навыков командной работы, межличностного общения, профессиональных компетенций, повышает мотивацию обучения.

Следует подчеркнуть, что, согласно требованиям пятого стандарта CDIO, выполнение студентами инженерно-технических специальностей проектно-внедренческих проектов является обязательным. В соответствии с указанным стандартом, учебный план инженерной образовательной программы должен включать не менее двух таких проектов. При этом один проект должен осуществляться на начальном уровне, а второй – на продвинутом.

Важно подчеркнуть, что проектно-внедренческая деятельность в CDIO выступает как важное средство достижения целей инженерной образовательной программы, поскольку предоставляет студентам возможность получения опыта инженерной деятельности на разных ее этапах. Результатом проектно-внедренческой деятельности выступает модель, продукт или программа, разработанные студентами.

В шестом стандарте обосновывается важность наличия специальных лабораторий и рабочего пространства, которые будут способствовать приобретению обучающимися практического опыта инженерной деятельности. Такое пространство должно включать в себя доступ к необходимому программному обеспечению и современным инженерным инструментам, чтобы студенты могли приобретать знания и формировать компетенции, требуемые для конструирования продуктов, процессов и систем.

Следует отметить, что для организации такого пространства не всегда требуется строительство или выделение новых помещений. Часто достаточно переоборудовать помещения и аудитории, уже имеющиеся в университете, например, традиционные лаборатории, которые до сих пор использовались не в полной мере. Для выполнения проектов, не требующих специального оборудования, возможно использование лекционных аудиторий. Главная задача технического вуза в этом направлении – обеспечить студентов помещениями для проектно-внедренческой деятельности. Важно подчеркнуть, что доступ студентов в эти аудитории должен предоставляться как в учебные, так и в выходные дни, что также подразумевает принятие студентами ответственности за сохранность помещений и установленного инженерного оборудования.

В целом, использование специально организованного рабочего пространства при обучении будущих инженеров должно способствовать повышению мотивации студентов, эффективности их профессиональной подготовки, развитию личностных и межличностных компетенций.

Стандарты 7 и 8 CDIO определяют методы преподавания и обучения, которые должны обеспечить формирование необходимых компетенций, представленных в CDIO Syllabus. В стандарте 7 акцентируется внимание на интеграции планируемых результатов обучения в дисциплины программы с тем, чтобы гарантировать формирование профессиональных инженерных

компетенций в процессе освоения дисциплинарных знаний. Очевидно, данный стандарт непосредственно связан с рассмотренными выше стандартами 2 и 3. Для реализации данного стандарта необходимо, во-первых, определить планируемые результаты обучения, затем включить их в дисциплины и учебные мероприятия интегрированного учебного плана, и, наконец, вписать их в систему оценивания. Стандарт 8 обосновывает применение методов активного и практического обучения, которые должны гарантировать превращение студентов из пассивных реципиентов новых знаний в активных участников своего обучения, и дают возможность интегрировать усвоение профессиональных компетенций и знаний по предметам. Активное участие студентов в своем обучении способствует лучшему усвоению знаний, предоставляет возможность студентам почувствовать себя в роли инженера, например, участвуя в проектной деятельности или изучая и решая реальные кейсы (метод case-study).

Без сомнения, для эффективного воплощения стандартов CDIO необходима специальная подготовка преподавателей. Именно повышению квалификации профессорско-преподавательского состава посвящены девятый и десятый стандарты. Не останавливаясь на них подробно, следует отметить, что их применение должно способствовать развитию педагогических и профессиональных инженерных навыков преподавателей, работающих на такой программе.

В одиннадцатом стандарте представлены требования к оценке результатов обучения. Согласно указанному стандарту, оценивание должно быть студенто-центрированным, оно должно способствовать поддержке обучения. Применяемыми методами оценки могут быть опросы как устные, так и письменные, наблюдение, портфолио и другие. Демонстрируя, насколько успешно достигаются планируемые результаты обучения, методы оценки позволяют скорректировать процесс обучения, используемые методы обучения и активизировать работу студентов.

Результаты оценивания также могут быть использованы для внутреннего или внешнего аудита программы обучения. Требования по оценке программы представлены в стандарте 12. Оценка программы осуществляется на основе различных методов сбора и анализа данных, реализуемых в разное время: изучение документов, интервью, отчеты преподавателей, внешняя экспертная оценка. Результаты оценки программы также могут быть использованы на заключительном этапе проектирования образовательной программы – корректирующем.

Подводя итоги, следует привести шаги, необходимые для проектирования интегрированной образовательной программы на основе стандартов CDIO.

1. На подготовительном этапе необходимо определить профильную направленность программы и составить предварительный список планируемых результатов обучения с учетом мнения и потребностей всех заинтересованных сторон: студентов, родителей, преподавателей, руководства вуза, потенциальных работодателей, общественности.

2. Основной этап проектирования образовательной программы CDIO начинается с определения ее цели, в которой должны найти отражение результаты анализа и систематизации информации, полученной на подготовительном этапе.

3. Следующим важным шагом на этом этапе является определение миссии образовательной программы и условий ее реализации, в том числе наличие необходимого рабочего пространства для получения студентами практического опыта инженерной деятельности и повышение квалификации преподавателями.

4. Затем необходимо осуществить выбор необходимых компетенций и соответствующих им результатов обучения, представленных в CDIO Syllabus. Задачи программы необходимо распределить между компонентами интегрированного учебного плана.

5. Основной этап проектирования завершается составлением рабочих программ, в которых в том числе определяются образовательные технологии, методы, а также средства оценки результатов обучения.

6. На заключительном этапе проектирования образовательной программы используются полученные результаты оценки программы для ее возможной корректировки.

Важно отметить, что в последние несколько лет учеными всего мира ведутся дискуссии по расширению и дополнению вышеизложенных стандартов CDIO в связи с важными внешними изменениями и внутренними факторами, влияющими на инженерную деятельность и инженерное образование сегодня (Taajamaa, Eskandari; Karanian, Airola, Pahikkala, Salakoski 2016; Chuchalin 2020; Malmqvist 2020). Без сомнения, изменения основных характеристик контекста инженерной деятельности, ее целей, появление новых методов обучения не могут не влиять на инженерное образование и должны быть учтены в стандартах CDIO. Кроме того, накопленный большой опыт применения данного подхода различными образовательными учреждениями предоставляет хорошую возможность использования новых наработок и коррекции возможных недочетов. Очевидно, в ближайшее время следует ожидать выход усовершенствованных стандартов CDIO в версии 3.0.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Губарева, Л. И. Методология проектирования образовательных программ в соответствии со стандартами / Л. И. Губарева, Т. А. Сенькина, М. И. Тихонович // Ученые записки ОГУ. Серия: Гуманитарные и социальные науки. – 2016. – № 3 (72). – С. 284–290.

2. Кроули, Э. Ф. Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO / Э. Ф. Кроули, Й. Малмквист, С. Остлунд, Д. Р. Бродер, К. Эдстрем; пер. с англ. С. Рыбушкиной; под науч. ред. А. Чучалина; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд-во «Дом Высшей школы экономики», 2015.

3. Chuchalin, A. Evolution of the CDIO approach: BEng, MSc, and PhD level / A. Chuchalin // EJEE. – 2020. – Vol. 45. – No. 1. 103–112.

4. Chuchalin, A. Engineering curriculum design based on accreditation criteria / A. Chuchalin, A. Kriushova // SEFI annual conference. – 2011. – P. 641–644.

5. *Crawley, E. F.* Rethinking engineering education. / E.F. Crawley, J. Malmqvist, S. Östlund, D.R. Brodeur, K. Edström.– Springer: Cham, 2014.

6. *Edström, K.* Scholarly development of engineering education–the CDIO approach / K. Edström, J. Malmqvist, J. Roslöf // EJEE. – 2020. – Vol. 45. – No.1. – P. 1-3.

7. *Gavin, K. G.* Design of the curriculum for a second-cycle course in civil engineering in the context of the Bologna framework / K.G. Gavin // EJEE. – 2010. – Vol. 35. No.2. – P. 175–185.

8. *Malmqvist, J.* CDIO Standards 3.0–Updates to the Core CDIO Standards / J. Malmqvist, K. Edström, A. Rosén // Proceedings of the 16th International CDIO Conference. – 2020. – Vol. 1. – P. 60-76.

9. *Mitchell, J.* Philosophies and pedagogies that shape an integrated engineering programme / J. Mitchell, A. Nyamapfene, K. Roach, E. Tilley // Higher Education Pedagogies. – 2019. – Vol. 4. – No. 1. – P. 180-196. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/23752696.2018.1507624>

10. *Taajamaa, V.* O-CDIO: Emphasizing Design Thinking in CDIO engineering cycle / V. Taajamaa, M. Eskandari, B. Karanian, A. Airola, T. Pahikkala, T. Salakoski // International Journal of Engineering Education. – 2016. – Vol. 32. – No. 3. – P. 1530-1539.