



N. Kuptasthien

УДК 378

Разработка интегрированного учебного плана для программ промышленной инженерии в рамках инициативы CDIO

Rajamangala University of Technology Thanyaburi (технологический университет), RMUTT, Тайланд

N. Kuptasthien, S. Triwanapong, R. Kanchana

В данной статье представлены требования промышленности к современным выпускникам, принимаемым на работу, и этапы разработки интегрированного учебного плана в соответствии с инициативой CDIO. Результаты проведенного анкетирования показали потребность в личностных и межличностных умениях вместе с сильной базовой подготовкой в области промышленного инжиниринга. Эти навыки были интегрированы в учебные курсы в рамках 4-летней образовательной программы.

Ключевые слова: CDIO, инженерное образование, интегрированный учебный план, промышленная инженерия.

Key words: CDIO, engineering education, integrated curriculum, curriculum development, industrial engineering.

Введение

За последнее десятилетие инициатива CDIO оказала значимое влияние на реформирование инженерного образования. Основателями рамки CDIO в 2000 году стали профессора из университетов мирового уровня, а именно: Технологического университета Чалмерса, Королевского технологического института КТН, Линкёпингского университета в Швеции и Массачусетского технологического института (MIT) в США.

Основные заинтересованные стороны в сфере инженерного образования отметили, что студенты должны еще в процессе обучения в вузе проявить себя в профессиональной деятельности, включая такие стадии как планирование, проектирование, производство и применение. Они представляют собой наиболее важные составляющие инженерных специальностей [1]. В 2004 году были разработаны 12 стандартов CDIO, определяющие образовательную программу согласно CDIO. Данные стандар-

ты выступают в качестве руководящих принципов для реформы образования и оценки программ, создавая ориентиры и цели для применения во всем мире, а также обеспечивая возможность для непрерывного совершенствования [2].

Программа промышленной инженерии в RMUTT

Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT) (технологический университет) получил высокое признание за качество предоставляемого образования, на протяжении более 30 лет известный как технологический институт Rajamangala Institute of Technology (RIT). RIT насчитывавший 35 кампусов по всей стране был преобразован 18 января 2005 года в 9 Rajamangala технологических университетов. Главным кампусом среди девяти университетов является RMUTT. Университет по-прежнему в числе основных приоритетов выделяет качество преподавания и обучения в области науки и техники, стремится к признанию со стороны промышленных

CDIO: ОСОБЕННОСТИ ПОДХОДА, ОЖИДАЕМАЯ РОЛЬ

предприятий и организаций высокой квалификации своих выпускников, обладающих профессиональными знаниями и практическими навыками. Основной задачей является профессиональная подготовка выпускников в области науки и техники. В настоящее время RMUTT имеет 10 факультетов и 1 колледж Тайской традиционной медицины. Университет предлагает четыре уровня образовательных программ по различным дисциплинам: программы в области профессионального образования (диплом), программы бакалавриата, магистратуры и докторантуры [3].

Инженерный факультет делает акцент на подготовке инженеров, обладающих профессиональными знаниями, умениями и способностью применять знания и навыки на практике в рабочих ситуациях [4]. Предлагаемые программы включают:

1. Четырехлетнюю инженерную программу (степень бакалавра) для выпускников с профессиональным образованием или имеющих сертификат об окончании 12-ти классов (наука и математика). Программа реализуется как в очной, так и в очно-заочной форме и включает в себя следующие дисциплины: гражданское строительство, электротехника, машиностроение, промышленный инжиниринг, электронные и телекоммуникационные технологии, технологии текстильного производства, компьютерные технологии, химические технологии, а также материаловедение и металлургические технологии.

2. Трехлетнюю инженерную программу (степень бакалавра) с перезачетом кредитов для выпускников с дипломом в области профессионального образования.

3. Магистерские программы в области техники и технологии для бакалавров любых специальностей. Программы включают в себя следующие дисциплины: гражданское строительство, машиностроение, электротехника, промышленный инжиниринг, производственные

технологии, технологии текстильного производства, электронные и телекоммуникационные технологии, химические технологии, а также материаловедение и технологии сельскохозяйственного производства.

4. Программы докторантуры в области электротехники, материаловедения и энергетики.

RMUTT принял участие в проекте CDIO (планирование, проектирование, производство, применение) в рамках переосмысления системы инженерного образования в Таиланде, при поддержке Temasek Foundation и Политехнического университета Сингапура. После первого года реализации данного проекта, рамка CDIO доказала свою эффективность в вопросе практико-ориентированной подготовки выпускников. RMUTT присоединился в качестве партнера к инициативе CDIO с марта 2014 года. Из 8 дисциплин, только «Промышленный инжиниринг» и «Технологии текстильного производства», реализуются в полном соответствии с рамкой CDIO.

Исследование потребностей промышленности

Он-лайн анкетирование было проведено среди крупнейших компаний, принявших на работу выпускников RMUTT. В роли респондентов выступили руководители заводов / фабрик, начальники отделов производства, контроля качества, планирования производства и контроля, а также инженеры-технологи со стажем работы не менее 3 лет. Анкета состояла из трех частей: часть 1 – обязанности в области промышленного инжиниринга на рабочем месте, часть 2 – ожидаемый уровень профессионализма, часть 3 – общая информация респондентов. Ответы были получены по 212 из 300 направленных анкет, тем самым уровень отклика составил 71%. Коэффициент Альфа Кронбаха составил 0,979, превышая необходимые 0,7 для подтверждения надежности исследования. Полученные данные были статистически проана-

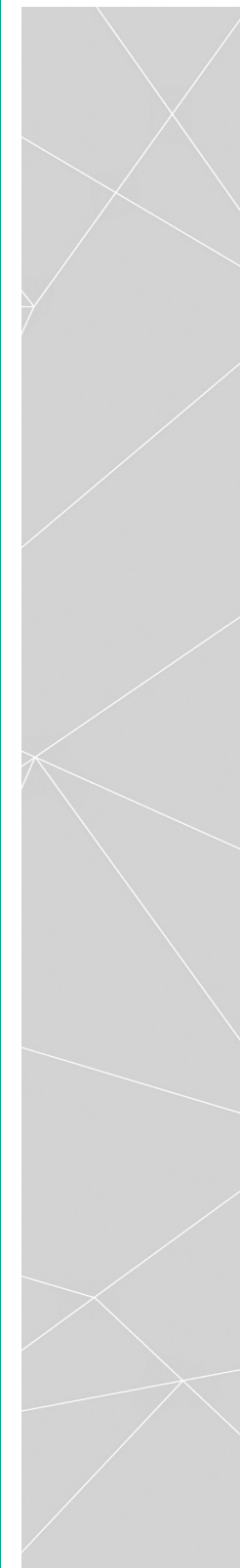


Таблица 1. Обязанности в области промышленного производства на рабочем месте

№	Обязанность	Показатель	Стандартное отклонение	Значение
1	Метод / Время / Повышение производительности	6,2217	0,98467	Самая важная
2	Контроль качества / Обеспечение качества/ Повышение качества	5,9245	0,82838	Очень важная
3	Планирование производства и управление цепочками поставок	5,8066	1,07331	Очень важная
4	Дизайн продукции / Разработка	5,6840	1,18006	Очень важная
5	Производство / Инструментальная обработка / Обслуживание	5,3538	1,16925	Очень важная
6	Управление Проектом	5,2642	1,27908	Важная
7	Обучение / Трансфер технологий	5,2311	1,30561	Важная
8	Управление запасами	5,0566	1,22633	Важная
9	Финансовый менеджмент, принятие решений, анализ безубыточности, инвестирование	4,7358	1,33705	Важная

лизируются с помощью Статистического пакета для программного приложения в области социальных наук (SPSS). Статистический анализ включает проценты, среднее арифметическое, стандартное отклонение.

В табл. 1 представлены результаты опроса о значимости обязанностей в области производственного инжиниринга на рабочем месте. При ответе присваивались значения от 1 (наименее важная) до 7 (самая важная). Шкала Ликерта может быть использована для интерпретации среднего балла, как показано в таблице.

Особое внимание исследования было сосредоточено на 2 части анкеты, где респондентов спрашивали о знаниях,

навыках и отношениях согласно рамке CDIO. Баллы от 1 до 5 были использованы для индикации ожидаемого уровня профессионализма по каждому элементу; 5 = способность управлять и проявлять инновации, 4 = навыки практического применения и реализации, 3 = способность понять и объяснить, 2 = способность участвовать и вносить свой вклад и 1 = опыт и представление. В Табл. 2 показаны результаты опроса.

На рис. 1 показан ожидаемый уровень профессионализма по мнению представителей промышленности. Результаты исследования мнения профессорско-преподавательского состава, промышленников и выпускников Массачусетского технологического института

MIT, которое было проведено Кроули в 2002 году [5], демонстрируют совпадение с результатами, полученными в рамках нашего анкетирования. Личные качества (2.4), навыки работы в команде (3.1) и навыки коммуникации (3,2) заняли первые 5 мест в двух исследованиях, в тоже время предпринимательский и деловой контекст (4.1) и внешний и социальный контекст (4.2) получили самый низкий уровень оценки ожидаемого профессионализма.

Разработка интегрированного учебного плана

В 12 стандартах CDIO раскрывается философия программы (Стандарт 1),

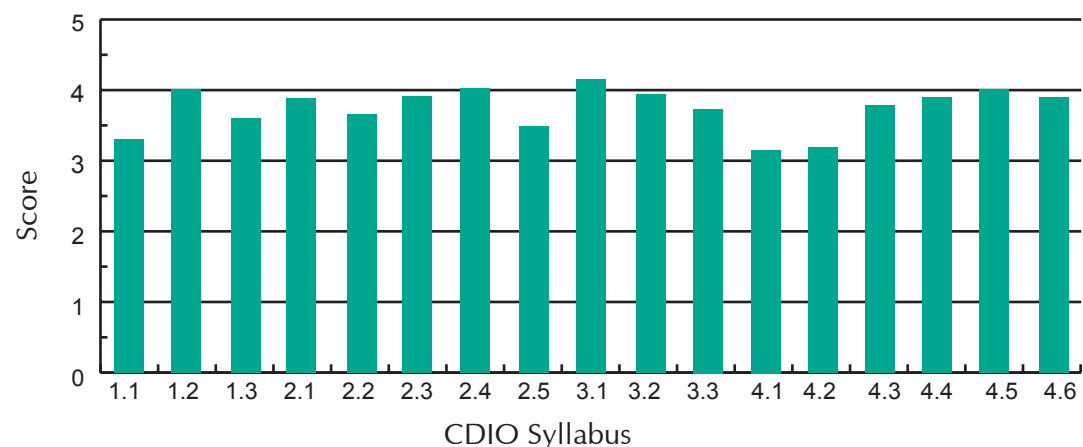
разработка учебных планов (Стандарты 2, 3 и 4), реализация проектной деятельности и требования к рабочему пространству (Стандарты 5 и 6), методы преподавания и обучения (Стандарты 7 и 8), повышение квалификации преподавателей (Стандарты 9 и 10), а также оценка результатов обучения и программы в целом (Стандарты 11 и 12). Из 12 стандартов CDIO семь являются наиболее существенными, так как они определяют отличительные черты подхода CDIO от остальных реформ в области образования. Данные стандарты отмечены * [3].

Процесс разработки учебного плана связан с 5 стандартами CDIO, представленными ниже:

Таблица 2. Среднее и стандартное отклонение ожидаемого уровня профессионализма по мнению представителей промышленности

№	Знания, навыки, отношение	Показатель	Стандартное отклонение
3.1	Мультидисциплинарная командная работа	4,1698	0,80839
2.4	Личностные качества и отношение	4,0425	0,82788
1.2	Основные инженерные и фундаментальные знания	4,0236	0,74427
4.5	Производство	4,0189	0,74122
3.2	Коммуникации	3,9575	0,82788
2.3	Системное мышление	3,9198	0,8135
2.1	Инженерное мышление и решение проблем	3,9104	0,74559
4.4	Проектирование	3,8962	0,79607
4.6	Применение	3,8962	0,7145
4.3	Планирование и системный инжиниринг	3,7972	0,72947
3.3	Коммуникации на иностранном языке	3,7453	0,89296
2.2	Экспериментирование и приобретение знаний	3,6604	0,99655
1.3	Углубленные знания основ инженерного дела	3,6085	0,92492
2.5	Профессиональные навыки и отношение	3,4811	0,97096
1.1	Базовые знания наук	3,3255	0,78052
4.2	Предпринимательский и деловой контекст	3,2170	0,82617
4.1	Внешний и социальный контекст	3,1604	0,85028

Рис. 1. Ожидаемый уровень профессионализма по мнению представителей промышленности



Стандарт 1. CDIO как контекст инженерного образования*

Принятие принципа, согласно которому развитие и реализация жизненного цикла продуктов, процессов и систем происходит в рамках модели «планирование – проектирование – производство – применение». Модель «4П» определяет содержание инженерного образования.

Стандарт 2. Результаты обучения CDIO*

Специфические детализированные результаты обучения для развития личностных и межличностных умений и навыков создания продуктов, процессов и систем, а также дисциплинарные знания соответствуют целям программы и согласованы с заинтересованными лицами по программе.

Стандарт 3. Интегрированный учебный план*

Разработанный учебный план содержит взаимосвязанные дисциплины и включает четкий план по интеграции личностных и межличностных навыков, а также навыков создания продуктов, процессов и систем.

Стандарт 4. Введение в инженерную деятельность.

Вводный курс, создающий основу

для инженерной практики при создании продуктов, процессов и систем и формирования основных личностных и межличностных навыков.

Стандарт 5. Опыт ведения проектно-внедренческой деятельности*

Учебный план включает два или более проекта, предусматривающих получение опыта проектно-внедренческой деятельности, один на базовом уровне и один на продвинутом уровне.

В целях удовлетворения Стандарту 1 было заявлено, что учебный план программы «Промышленный инжиниринг» 2015 года основывается на рамке CDIO в качестве контекста для промышленного инженерного образования. Для реализации Стандарта 2 в RMUTT были определены атрибуты выпускников, как указано в миссии университета «в целях практико-ориентированной подготовки выпускников», которые готовы к работе в реальной жизни. Атрибуты выпускников соотносятся с набором знаний и навыков CDIO Syllabus, как показано на рис. 2.

Стандарт 3: Из проведенного анкетирования видно, что топ-5 ожиданий от представителей промышленности связаны с навыками работы в команде, личностными качествами, ключевыми зна-

Рис. 2. Набор знаний и навыков по CDIO в сравнении с Атрибутами выпускников RMUTT

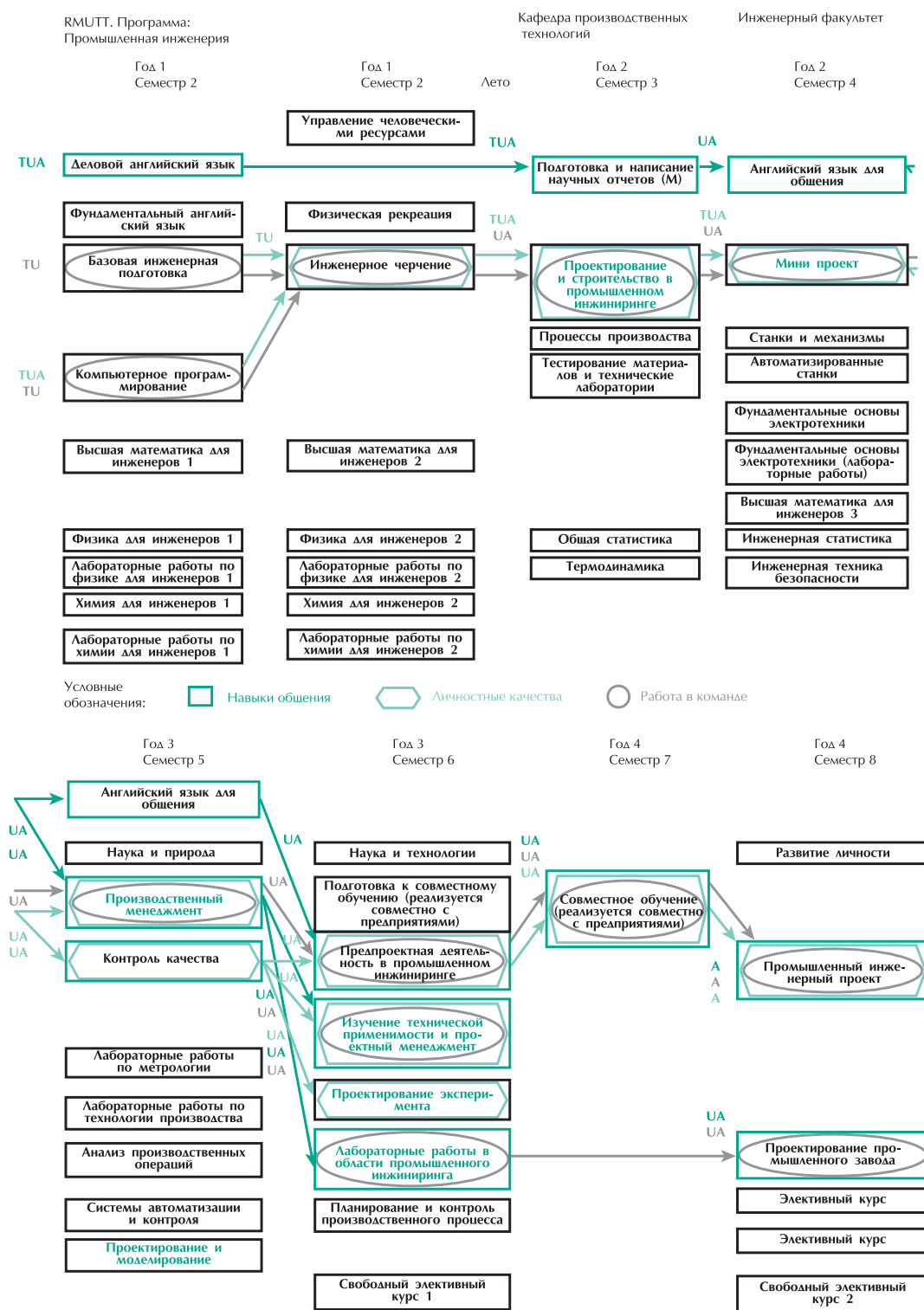


ниями основ инженерного дела, навыками производства и коммуникации. Руководителем образовательной программы и сотрудниками кафедр была проведена работа по выявлению несоответствий и устранению недостатков. Полностью интегрированный учебный план показан на рис. 3.

Навыки работы в команде (серая линия с кружком), личностные качества (светло-зеленая линия с гексагональным символом) и навыки коммуникации (зеленая линия с прямоугольным символом) были интегрированы в существующие курсы. Буква T = Teach (обучать)

означает, что этим навыкам студентов будут обучать. Буква U = Use (использовать) означает, что в этом курсе студенты будут использовать свои навыки. Буква A = Assessment (оценка) означает, что преподаватель будет оценивать наличие у студентов обозначенных навыков. Для развития навыков работы в команде, студентам предлагаются курсы Основы инженерной подготовки и курс Компьютерные технологии (семестр 1, год 1). В рамках курсов преподаватель будет проводить обучение, давая возможность студентам применить навыки

Рис. 3. Интегрированный учебный план программы Промышленная инженерия



работы в команде во время выполнения заданий. На рис. 4 показан пример командной работы студентов по созданию и программированию простого робота в соответствии с полученным заданием в рамках курса «Компьютерные технологии». На 2 и 4 году обучения умение работать в команде интегрировано в курс «Промышленное проектирование и строительство», выполнение мини-проекта, предпроектного моделирования, проекта инженерного проектирования завода с использованием совместного обучения. Это позволяет студентам использовать навыки работы в команде и быть оцененными преподавателем. Кроме того, новые курсы такие как: «Управление производительностью», «Технико-экономическое обоснование и управление проектами», «Планирование эксперимента» и лабораторные работы

в области промышленной инженерии должны обеспечить формирование навыков работы в команде и практического обучения. Студенты, как ожидается, смогут создать эффективные команды, управлять и быть членами команды.

Для развития коммуникативных навыков 3 курса английского языка и 1 курс по подготовке отчетов предлагаются в качестве основных. Кроме того, учебным планом предусмотрено, что студент будет осуществлять и оценивать свои навыки общения в контексте получаемой специальности в области управления производительностью, технико-экономического обоснования и управления проектами, при выполнении лабораторных работ, минипроекта, предпроектного моделирования, проекта по инженерному проектированию завода. Личностные качества и отношение

Рис. 4. Навыки работы в команде в рамках курса Компьютерные технологии

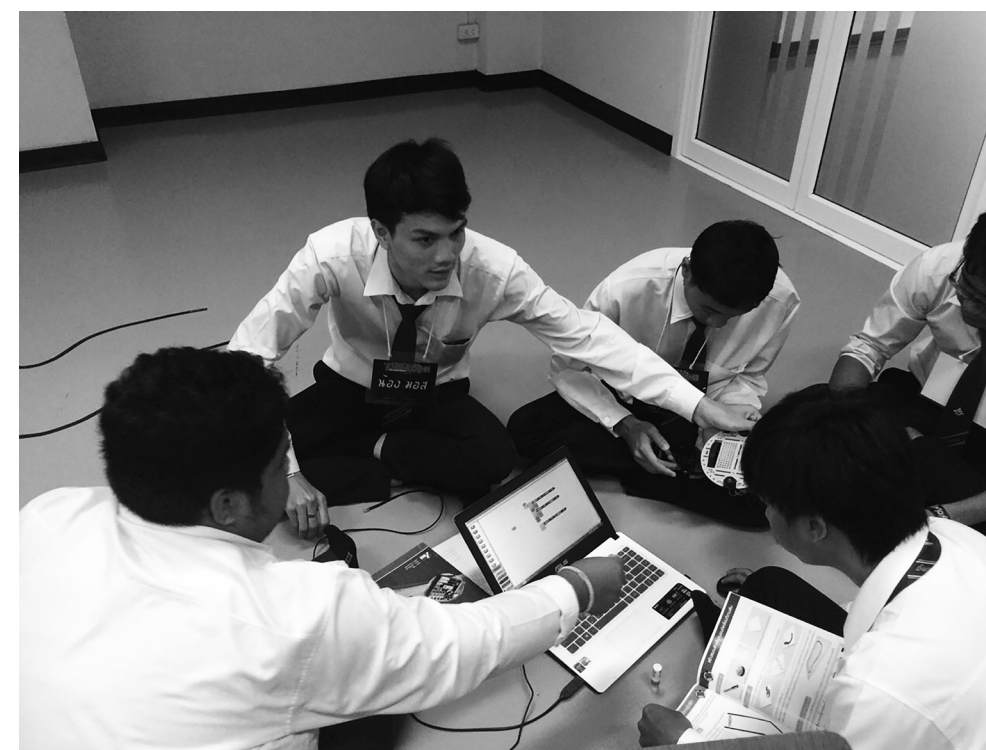


Рис. 5. Новые курсы: «Производственные навыки» и «Опыт проектно-внедренческой деятельности»



хорошо интегрированы как в существующие, так и в новые курсы.

Существующий курс «Основы инженерной деятельности» играет роль курса «Введение в инженерную деятельность», который создает основу инженерной практики согласно Стандарту 4. Четыре новых курса было добавлено для повышения уровня формирования навыков производства наряду с опытом проектно-внедренческой деятельности (Стандарт 5) как показано на рис. 5.

Выводы

В настоящее время разработанный учебный план проходит процедуру оцен-

ки со стороны стейкхолдеров, ученого совета, комиссии высшего образования и совета инженерных согласований. Образовательная программа начнет реализовываться в августе 2015 года. Другим фактором, ведущим к успеху в реализации учебной программы, является повышение квалификации профессорско-преподавательского состава, а именно: профессиональных навыков и навыков обучения. Рефлексия на основе оценки, полученной на уровне курсов и всей образовательной программы, будет способствовать непрерывному совершенствованию.

ЛИТЕРАТУРА

1. History of the Worldwide CDIO Initiative [Electronic resource] // CDIO™ Initiative : [of- fic. site]. – [Gothenburg, 2014]. – URL: <http://cdio.org/cdio-history>, free. – Tit. from the screen (usage date: 19.11.2014).
2. CDIO Syllabus 2.0 [Electronic resource] // Ibid. – URL: <http://cdio.org/benefits-cdio/cdio-syllabus/cdio-syllabus-topical-form>, free. – Tit. from the screen (usage date: 19.11.2014).
3. CDIO Standards 2.0 [Electronic resource] // Ibid. – URL: <http://cdio.org/imple- menting-cdio/standards/12-cdio-standards>, free. – Tit. from the screen (usage date: 19.11.2014).
4. Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT) [Electronic resource] : site. – [S. l.], 2014. – URL: <http://www.eng.rmutt.ac.th>, free. – Tit. from the screen (usage date: 19.11.2014).
5. The Faculty of Engineering [Electronic resource] : site / Rajamangala University of Tech- nology Thanyaburi. – [S. l.], 2011–2014. – URL: <http://www.engineer.rmutt.ac.th/en- glish>, free. – Tit. from the screen (usage date: 19.11.2014).
6. Crawley Edward F. Creating the Cdio Syllabus, a universal template for engineering ed- ucation [Electronic resource] // Frontiers in Education : Proc. 32nd ASEE/IEEE Conf., Bos- ton, 6–9 Nov. 2002. – Champaign, 2002. – Vol. 2. – P. F3F-8 - F3F-13. – Access from IEEE Xplore Digital Library (doi: 10.1109/FIE.2002.1158202).