

УДК 006.1+006.4

В. А. Сухомлин

АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ МАГИСТЕРСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

1. Введение. В условиях глобализации экономики большое значение для подготовки востребованных кадров имеет выработка соответствующих международных стандартов или рекомендаций, обладающих высоким уровнем консенсуса в профессиональной среде и служащих ориентиром для университетов и вузов в их образовательной деятельности. Такого рода решения призваны систематизировать и унифицировать требования практики к выпускникам вузов и соответствующим образовательным программам. Они также учитывают достижения и тенденции развития науки и технологий, обобщают лучшую образовательную практику, способствуют формированию единого образовательного пространства.

Ответственность за разработку и сопровождение таких ориентиров-рекомендаций для области информационных технологий (ИТ) или ее академического эквивалента компьютеринга (Computing) в виде типовых учебных программ или куррикулумов (curriculum) взяли на себя ведущие международные профессиональные организации – Ассоциация компьютерной техники (Association for Computing Machinery, ACM) и Компьютерное сообщество Института инженеров по электронике и электротехнике (Computer Society of the IEEE, или IEEE-CS), которые ведут данную работу, начиная с 60-х годов XX столетия.

Традиционно основное внимание в этой деятельности уделялось подготовке бакалавров – самому массовому виду профессионального обучения. Итогом многолетней работы стало создание к концу первого десятилетия XXI в. целостной системы куррикулумов, охватывающей основные направления профильной подготовки бакалавров компьютеринга. Подробный анализ современного стека куррикулумов для подготовки бакалавров дан в работе автора [1].

Магистерское обучение, которое всегда характеризовалось высокой динамикой развития, долгое время оставалось недостижимой целью стандартизаторов ИТ-образования. Первый стандарт куррикулума для магистерского обучения появился только в конце 2009 г. Им стал документ Graduate Software Engineering 2009 (GSWE2009) [2], ориентированный на подготовку магистров по программной инженерии, который заявил о новых тенденциях в магистерском обучении. А именно, о переносе на магистратуру технологий разработки учебных программ на основе куррикулумов со всеми характерными чертами этой технологии – четким описанием целей и результатов обучения, детальной спецификацией объемов знаний профессионального образовательного поля,

Сухомлин Владимир Александрович – доктор технических наук, профессор кафедры автоматизации систем вычислительных комплексов факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова. Количество опубликованных работ: 80. Научное направление: информационные технологии. E-mail: vladimir@sukhomlin.ru.

© В. А. Сухомлин, 2013

выделением обязательного набора знаний (**ядра**) для всех учебных программ, определением примерного перечня актуальных направлений специализации и пр.

Другим масштабным проектом развития профессионального образования является всемирный процесс реформирования инженерного образования, инициатором которого выступил проф. Эдвард Кроули (МИТ, США) в 2000 г. Как и в случае куррикулумов, данный процесс первоначально охватывал только подготовку бакалавров, однако в последние годы перешел границы бакалаврской подготовки.

Именно анализ особенностей, характерных черт таких подходов и тенденций, которые они несут в развитие магистерского образования, – все это и составляет основную цель статьи.

2. Стандарт куррикулума магистратуры. Как уже отмечалось в п. 1, первый стандарт куррикулума, регламентирующий подготовку магистров по профилю программная инженерия – Graduate Software Engineering 2009 (GSWE2009) [2], появился в конце 2009 г. Документ GSWE2009 был разработан в рамках iSSEc-проекта (Integrated Software & Systems Engineering Curriculum Project – проект куррикулумов по интегрированной программной и системной инженерии), который стартовал в 2007 г. В его реализации приняла участие коалиция из академических, промышленных, правительственных и профессиональных организаций, включая Международный совет по системной инженерии (INCOSE), Промышленную ассоциацию национальной обороны США (NDIA), Компьютерное сообщество Института инженеров по электронике и электротехнике (IEEE-CS), Ассоциацию компьютерной техники (ACM).

Основным спонсором проекта стало Министерство обороны США.

Документ GSWE2009 ориентирован на подготовку магистров в области программной инженерии с акцентом на практическую деятельность. Разработчики данного стандарта, однако, выражают уверенность, что он отражает современные тенденции в магистерском обучении и окажет сильное влияние на развитие магистерского образования в целом.

GSWE2009 включает описание:

- набора исходящих требований к выпускникам или результатов подготовки магистров по программам, соответствующим GSWE2009 (далее GSWE2009-программы или программы GSWE2009);
- входных требований к подготовке студентов, желающих обучаться по GSWE2009 программам;
- архитектурной модели куррикулума;
- ядра объема или свода знаний (Core Body of Knowledge – СВOK), определяющего обязательный свод знаний для GSWE2009-программ;
- модифицированного метода Блума, используемого для спецификации учебных целей при изучении соответствующих элементов объема знаний;
- учебных курсов, содержащих материал СВOK, дополняющий свод знаний SWEВOK [3], взятый за основу содержания СВOK, и др.

Как и в других куррикулумах, центральным элементом содержания GSWE2009 является описание объема или свода профессиональных знаний и его обязательности – ядра, т. е. СВOK. Объем знаний и соответственно СВOK построены в виде трехуровневой иерархической системы структурных элементов (дидактических единиц). На высшем уровне иерархии располагаются предметные области (aggears), структурирующиеся на модули знаний (второй уровень иерархии), которые, в свою очередь, детализируются до уровня тем, а темы – до уровня подтем (третий и четвертый уровни соответственно). С каждой дидактической единицей связан некоторый инд

опре,
с по
П
ких

Basel
with

Изо

- I
- A
- A
- A
- M
- O
- N
- C

Важ
ки) по
гистерс
на базе
информ

определяющий необходимый уровень освоения этой единицы учащимся и шкалируемый с помощью модифицированного метода Блума.

Принцип построения GSwE2009-программ иллюстрирует архитектурная модель таких программ, показанная на рис. 1.

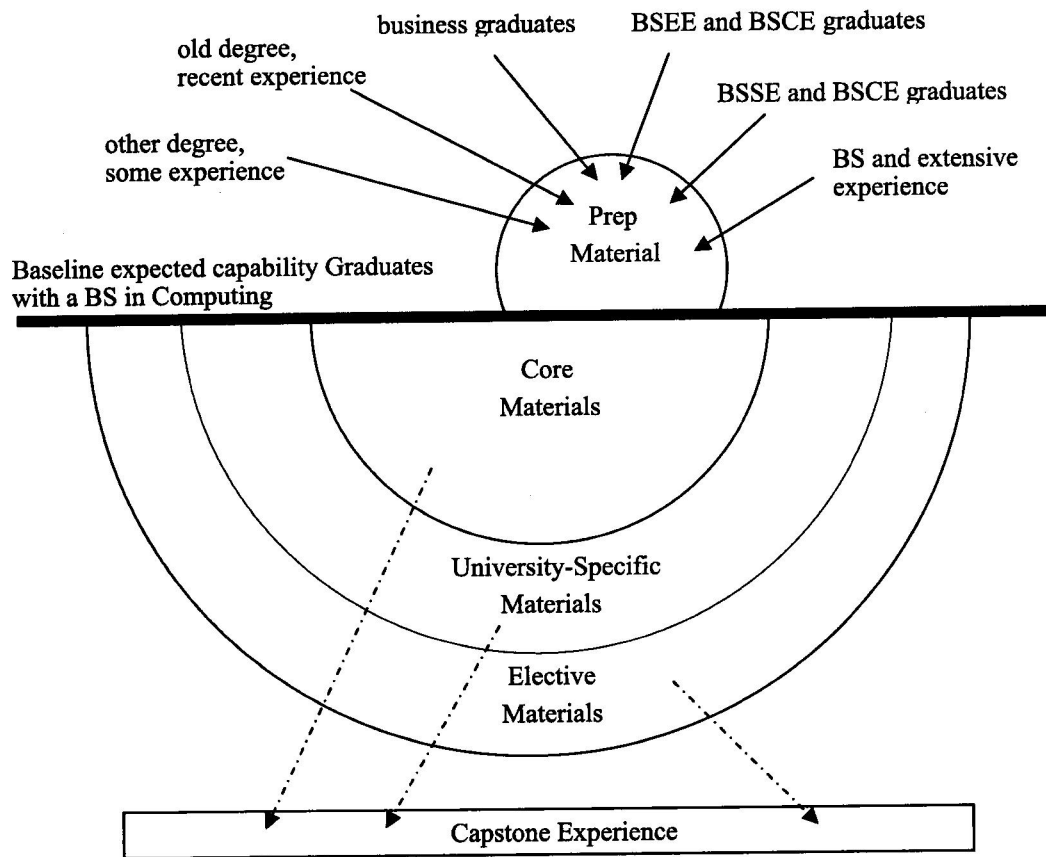


Рис. 1. Архитектура учебных программ GSwE2009

Изображенная на рисунке архитектура куррикулума включает:

- подготовительный материал (preparatory material), владение которым необходимо при поступлении на GSwE2009-программы;
- материалы ядра (core materials), т. е. СВОК;
- материалы университета (university-specific materials);
- материалы по выбору студента (elective materials);
- обязательный capstone-проект (mandatory capstone experience), ниже которого на рисунке простирается пространство профессиональной деятельности магистра, удовлетворяющего исходящим требованиям.

Важно отметить, что в перечне исходящих требований (или результатов подготовки) по программам GSwE2009 на первом месте стоит требование к владению на магистерском, т. е. экспертном, уровне входящими в СВОК знаниями, формируемыми на базе свода знаний SWEВOK, дополненного рядом тем по системной инженерии, информационной безопасности, профессиональной подготовке, человеко-машинному

интерфейсу, инженерной экономике, управлению рисками, качеству программного обеспечения.

Объем СВОК оценивается в 200 аудиторных или контактных часов, необходимых для его изучения (т. е. общих часов в 4 раза больше – 800), что эквивалентно 5 семестровым учебным курсам по 40 аудиторных часов за семестр (160 общих часов на каждый курс). Структура ядра показана на рис. 2 в виде правого полукруга. Она состоит

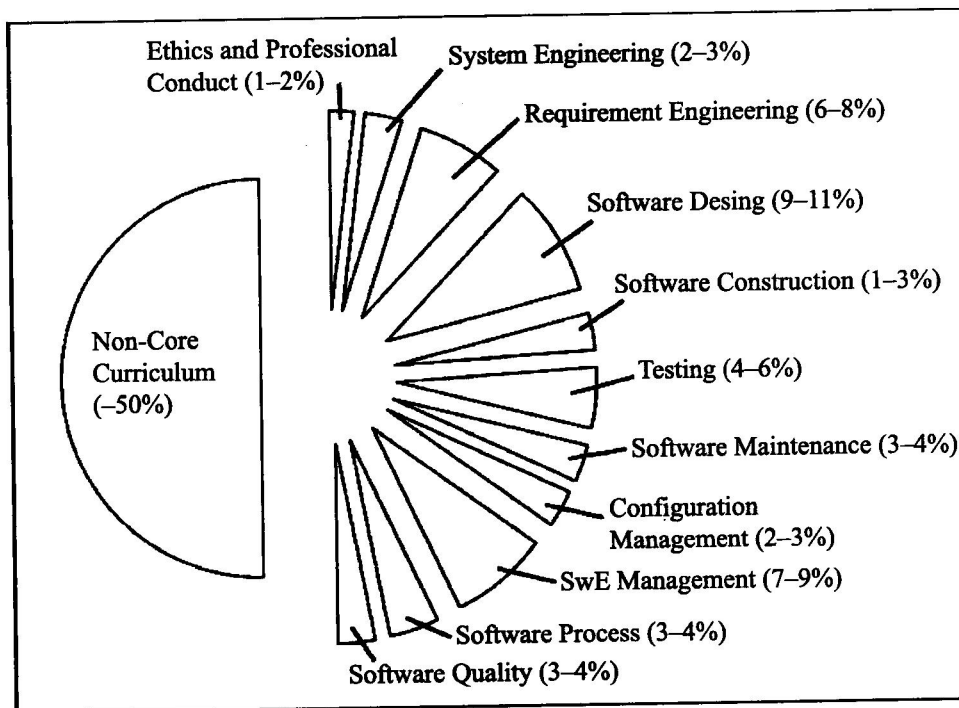


Рис. 2. Структура СВОК

из секторов, соответствующих ядерной части конкретной предметной области знаний, при этом площадь сектора примерно соответствует доли данной части в процентах относительно площади самого ядра. Всего в ядро входят модули из 11 предметных областей, взятых в основном из SWEBOK:

- Ethics and Professional Conduct (Профессиональные этика и поведение),
- System Engineering (Системная инженерия),
- Requirements Engineering (Технология разработки требований),
- Software Design (Проектирование программного обеспечения),
- Software Construction (Конструирование программного обеспечения),
- Testing (Тестирование),
- Software Maintenance (Сопровождение программного обеспечения),
- Configuration Management (Управление конфигурацией),
- Software Engineering Management (Управление инженерией программного обеспечения),
- Software Engineering Process (Процессы программного обеспечения),
- Software Quality (Качество программного обеспечения).

...амного
...одимых
... семест-
... на каж-
... состоит

...3%)

...4%)

...сти знаний,
... в процентах
... предметных

...е),

...дного обес-

Следует отметить, что объем содержащегося в СВОК обязательного для изучения материала в 200 аудиторных часов представляется весьма значительным. Это по существу около 50% всей учебной программы, что, безусловно, – новое веяние в подготовке магистров.

В целом анализ GSeW2009 позволяет определить следующие характерные особенности предлагаемого подхода к построению магистерских программ компьютеринга:

- единая структура построения образовательных программ в соответствии с введенной архитектурной моделью данного куррикулума;
- концепция ядра – определение свода минимально необходимых профессиональных знаний, реализация которого во всех учебных GSeW2009-программах обеспечивает совместимость образовательных процессов, мобильность учащихся в рамках GSeW2009-программ, гарантию качества базовой подготовки;
- четкое определение результатов подготовки (исходящих характеристик выпускников);
- гибкость в диверсификации учебных программ (предложены направления диверсификации);
- значительное внимание к изучению современных международных стандартов, прежде всего в области системной и программной инженерии, включая SWEBOOK, CMMI, ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15288, пакет стандартов программной инженерии IEEE (порядка 40). Также от магистров требуется знание современной системы стандартов куррикулов компьютеринга [1];
- углубленная связь между программной инженерией и системной инженерией (Systems Engineering – SE);
- тесная интеграция теории и практики, в том числе на основе Capstone-проекта;
- четкое определение входных требований для поступления на программы магистерского обучения;
- большое внимание изучению вопросов профессиональной этики и основ профессиональной деятельности (Ethics and Professional Conduct);
- использование таксономии Блума для определения минимального уровня изучения отдельных тем программы [4].

3. Стандарты инициативы CDIO и их использование в магистерском образовании. В 2000 г. стартовал крупный международный проект по реформированию инженерного образования, получивший название «Всемирная инициатива CDIO» [5]. Его инициатор и руководитель – проф. Эдвард Кроули (МИТ, США). В настоящее время проект получил широкое распространение, охватив ведущие инженерные школы и технические университеты США, Канады, Европы, Великобритании, Африки, Азии и Новой Зеландии. Как и в случае стандартов куррикулов организаций ACM и IEEE, первоначально этот проект проецировался только на подготовку бакалавров.

Инициатива CDIO (аббревиатура от Conceive – Design – Implement – Operate, или Задумка – Проект – Реализация – Эксплуатация) имеет три общие цели – подготовка инженеров, способных продемонстрировать:

- 1) глубокие практические знания технических основ профессии;
- 2) мастерство в создании и эксплуатации новых продуктов и систем;
- 3) понимание важности и стратегического значения научно-технического развития общества.

Важное место в данной инициативе занимает система стандартов CDIO, принятая в последней редакции в 2011 г., которая и является методологическим ядром, определяющим принципы подхода CDIO. Эта система включает 12 стандартов [5, 6].

Стандарт 1 – Основной принцип и общий контекст инженерной образовательной деятельности подхода CDIO, согласно которому образовательный процесс рассматривается в ракурсе модели жизненного цикла продуктов и систем – Задумка, Проектирование, Реализация и Управление (есть также русскоязычная трактовка данного подхода как 4П – Планирование, Проектирование, Производство, Применение).

Стандарт 2 – Результаты программы CDIO – определяет принцип, предполагающий четкое описание в учебных программах целей обучения необходимым компетенциям – личностным, межличностным и профессиональным инженерным компетенциям в создании продуктов и систем. Собственно описание системы целей дается в отдельном документе – The CDIO Syllabus v2.0. An Updated Statement of Goals for Engineering Education (Учебный план CDIO v2.0. Пересмотренное определение целей инженерного образования) [7, 8]. Далее этот документ будем называть силабус CDIO.

Стандарт 3 – Интегрированный учебный план (составляемый из взаимодополняющих учебных дисциплин и позволяющий интегрировать обучение личностным, межличностным компетенциям, наряду с обучением создавать продукты и системы).

Стандарт 4 – Введение в инжиниринг (вводный курс и практические занятия, закладывающие основы инженерии по созданию продуктов и систем, а также основы личностных и межличностных компетенций).

Стандарт 5 – Задания по проектированию и созданию изделий (учебный план, предусматривающий как минимум два учебно-практических задания по проектированию и созданию продуктов или систем).

Стандарт 6 – Учебные помещения (требование высокого уровня удовлетворенности учебными помещениями со стороны профессорско-преподавательского состава, сотрудников университета и студентов).

Стандарт 7 – Интегрированные учебные задания (интегрированные учебные и практические задания для осваивания как дисциплинарных знаний, так и личностных-межличностных компетенций и компетенций в проектировании и создании новых продуктов и систем).

Стандарт 8 – Активное обучение (использование методов активного обучения, оценка их эффективности, повышение мотивации учащихся).

Стандарт 9 – Повышение компетентности профессорско-преподавательского состава (мероприятия, направленные на повышение компетентности профессорско-преподавательского состава в области личностных, межличностных компетенций, а также в умении создавать продукты и системы).

Стандарт 10 – Повышение преподавательских способностей членов профессорско-преподавательского состава (мероприятия, направленные на повышение компетентности преподавателей в проведении интегрированных практических занятий, в применении методов активного обучения в ходе занятий и в оценке успеваемости студентов).

Стандарт 11 – Оценка усвоения навыков CDIO (методы оценки успеваемости студентов в усвоении личностных-межличностных компетенций, компетенций в создании продуктов и систем, а также оценка дисциплинарных знаний).

Стандарт 12 – Оценка программы CDIO (оценка учебной программы по системе стандартов CDIO с точки зрения студентов, преподавателей и потенциальных работодателей с целью непрерывного совершенствования учебного процесса).

Эти стандарты выступают в роли путеводителя при реформировании образовательных процессов и оценке их эффективности.

Как уже отмечалось, важную роль в системе стандартов играет документ, называемый силабус CDIO. Он разрабатывался как справочное пособие, которое может

быть исполнением, в которых не только готовку. Кроме разовых инженерных учебных требований качества обучения.

Структура планируемого высокого уровня

1. Дисциплины
2. Общие
3. Междисциплинарные
4. Планируемые

1. Дисциплины, научные основы Knowledge

Рис.

Дальнейшее развитие второго

Этот набор (А), на котором затем и до

Подход С инженерной

тализируется учебную и базу

уделяется осуждения. Таким образом, делаящий об

личностных и экономики, а

сиональных : Остальные

как делается мы. Примером

область может быть инжиниринг

быть использовано для проектирования целей и планируемых результатов процесса обучения, направленного на подготовку востребованных инженерных кадров, имеющих не только добротную теоретическую базу, но и практико-ориентированную подготовку. Кроме того, си­лабус CDIO может быть применен для разработки новых образовательных инициатив, а также в качестве методической базы (таксономии целей инженерного обучения) для построения основанного на детальном определении исходящих требований к выпускникам (целей и результатов подготовки) процесса оценки качества обучения.

Структурно си­лабус CDIO построен следующим образом. Изначально весь массив планируемых результатов обучения классифицируется на следующие категории самого высокого уровня (рис. 3):

1. Дисциплинарные знания, научные и технические основы.
2. Общепрофессиональные компетенции и личностные качества.
3. Межличностные умения: работа в команде и коммуникации.
4. Планирование, проектирование, производство и применение продуктов (систем).

	4. Планирование, проектирование, производство и применение продуктов (систем) – CDIO	
1. Дисциплинарные знания, научные и технические основы (Technical Knowledge and Reasoning)	2. Общепрофессиональные компетенции и личностные качества (Personal and Professional Skills)	3. Межличностные умения: работа в команде и коммуникации (Interpersonal Skills)

Рис. 3. Четыре базовые категории самого высокого уровня си­лабуса CDIO

Дальнейшая детализация базовых категорий приводит к набору результатов обучения второго уровня, показанного на рис. 4.

Этот набор целей последовательно детализируется до третьего уровня (Приложение А), на котором добавляются порядка 120 тем или планируемых целей обучения, а затем и до четвертого уровня (Приложение В), включающего более 600 тем.

Подход CDIO является универсальной методологией, не зависящей от конкретной инженерной области. Потому единственная категория целей, которая по существу не детализируется в си­лабусе CDIO, это категория под номером 1, отвечающая за общенаучную и базовую профессиональную инженерную подготовку (именно последней части уделяется основное внимание в куррикулах для конкретных направлений подготовки). Таким образом, подход CDIO можно рассматривать, как некоторый шаблон, определяющий облик современного инженера с универсальным набором личностных, межличностных компетенций и отношений, функционирующего в условиях инновационной экономики, а параметром в конструкции си­лабуса служит блок научных и профессиональных знаний конкретной предметной области.

Остальные категории целей структурируются весьма подробно, аналогично тому, как делается в куррикулах, фактически до уровня отдельных тем учебной программы. Примером применения си­лабуса CDIO и его настройки на конкретную предметную область может служить работа [9], в которой данный подход использован для подготовки инженеров в области телекоммуникаций.

1. Дисциплинарные знания, научные и технические основы (Technical Knowledge and Reasoning)

- 1.1. Базовые общенаучные знания (математики и естественных наук)
- 1.2. Ядро фундаментальных инженерных знаний (core engineering fundamental knowledge)
- 1.3. Углубленные фундаментальные инженерные знания (advanced engineering fundamental knowledge)

2. Общепрофессиональные компетенции и личностные качества (Personal and Professional Skills)

- 2.1. Инженерное обоснование и решение задач (engineering reasoning and problem solving)
- 2.2. Проведение эксперимента и выявление знаний (experimentation and knowledge discovery)
- 2.3. Системное мышление (system thinking)
- 2.4. Персональные умения и отношения (personal skills and attitudes)
- 2.5. Профессиональная этика и другие виды ответственности (ethics, equity and other responsibilities)

3. Межличностные умения: работа в команде и коммуникации (Interpersonal Skills: teamwork and communication)

- 3.1. Работа в команде (multi-disciplinary teamwork)
- 3.2. Коммуникации (communications)
- 3.3. Коммуникации на иностранных языках (communications in foreign languages)

4. Планирование, проектирование, производство и применение продуктов (систем) – CDIO

- 4.1. Социальный и внешний контексты (external and societal context)
- 4.2. Предпринимательский и деловой контекст (enterprise and business context)
- 4.3. Планирование и инжиниринг систем (conceiving and engineering systems)
- 4.4. Проектирование (designing)
- 4.5. Реализация (implementing)
- 4.6. Применение (operating)

Рис. 4. Детализация второго уровня планируемых результатов обучения

Как уже отмечалось, первоначально процесс CDIO развивался только для обучения бакалавров. Однако в учебный план редакции 2 (сентябрь 2011 г.) включены планируемые цели обучения, ориентированные на подготовку выпускников, способных к инновационной и изобретательской деятельности, к предпринимательству и лидерству, что в принципе выходит за границы бакалаврской подготовки. Таким образом, в современной версии учебника заложено все необходимое для того, чтобы он мог использоваться в качестве методической платформы и для магистерского образования. Дополнительные требования к содержанию инженерного образования в части инноваций, изобретательства, лидерства и предпринимательства представлены на рис. 5.

Еще одной важной характеристикой учебника CDIO является сопоставимость предложенной в нем таксономии результатов обучения с методологиями процессов профессиональной сертификации и аккредитации, применяемыми организациями, работающими в сфере управления кадрами и развития компетенций. Примерами таких методологий могут служить ABET [10] и EFQF [11]. В учебнике показана полнота введенно-

таксономии
териями
ки обра
ей сист
ния за
деяте
В
отнесе

knowledge

know-

founda-

al and

em sol-

ge dis-

other

personal

(сис-

обуче-

планируе-

к инно-

ству, что

современ-

зоваться

длитель-

изобрета-

ность пред-

в профес-

с работаю-

ких мето-

веденной

4.7. ЛИДЕРСТВО В ИНЖЕНЕРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Формирование целеустремленности:

4.7.1. Выявление проблем и парадоксов

4.7.2. Творческое мышление и коммуникационные возможности

4.7.3. Определение решения

4.7.4. Создание концепций нового решения

Формирование предвидения:

4.7.5. Создание и лидерство в организации и за ее пределами

4.7.6. Планирование и управление проектом до его полного завершения

4.7.7. Реализация проекта/защита решения и критическое обоснование

4.7.8. Инновации – концепция, проектирование и вывод на рынок новых товаров и услуг

4.7.9. Изобретения – разработка новых приборов, материалов и процессов, которые позволят создать новые товары или услуги

4.7.10. Реализация и применение – создание и применение новых товаров и услуг, которые представляют особую ценность

4.8. ИНЖЕНЕРНОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО

4.8.1. Создание предприятия, организация и управление его работой

4.8.2. Разработка бизнес-плана

4.8.3. Капитализация компании и финансы

4.8.4. Маркетинг инновационной продукции

4.8.5. Планирование производства продукции и услуг с использованием новых технологий

4.8.6. Инновационные системы, сети, инфраструктура и сервис

4.8.7. Формирование команды и стимулирование инженерных процессов

4.8.8. Управление интеллектуальной собственностью

Рис. 5. Дополнительные требования к содержанию инженерного образования в части инноваций, изобретательства, лидерства и предпринимательства

таксономии и возможность установления соответствия между темами силабуса и критериями указанных методологий. Поэтому использование подхода CDIO для разработки образовательных программ может защитить систему образования от навязывания ей систем профессиональных компетенций, предназначенных прежде всего для решения задач кадрового менеджмента и мало пригодных для развития образовательной деятельности.

В заключение отметим инновационные аспекты инициативы CDIO. К ним можно отнести:

- погружение учебного процесса, с первых его шагов, в контекст модели жизненного цикла продуктов и систем инженерной деятельности;
- большое внимание развитию необходимых в профессиональной деятельности личностных и межличностных компетенций и отношений, а также знаний и умений по реализации процессов на всех фазах жизненного цикла продуктов и систем;

- акцент на интеграцию элементов образовательных программ, оптимальным образом сочетающих их компоненты для достижения наибольшей взаимосвязи теории и практики, для развития устойчивых личностных, межличностных и других сопутствующих инженерной деятельности качеств выпускников;
- потенциальная возможность использования таксономии Фейзела-Шмитца (Feisel-Schmitz), аналогичной таксономии Блума, но более приспособленной для технических областей и нацеленной на обучение решению конкретных задач, благодаря извлечению только необходимых для этого знаний (считается, что данный подход лучше сочетается с проблемно-ориентированными, проектно-ориентированными и прочими активными подходами к обучению) [12];
- обращение к важности повышения профессионального уровня преподавателей, уровня преподавания с использованием активных образовательных технологий, а также командной работы при реализации интегрированных учебных программ;
- поддержка методов оценки качества как обучения, так и самих образовательных программ и пр.

4. Заключение. Анализ рассмотренных выше подходов к стандартизации магистерского образования в области ИТ показывает, что они не только не противоречат друг другу, но и взаимно дополняют один другого. Так, kurikulum GSwE2009 определяет, чему и как учить разработчиков программного обеспечения; стандарты же CDIO систематизируют весь контекст инженерной подготовки; готовят выпускников к инновационной деятельности, изобретательству, лидерству и предпринимательству; приносят в учебный процесс новые решения – интегрированные учебные программы и командную работу преподавательских коллективов; предлагают методические решения по оценке качества учебных программ и обучения. Поэтому комбинированное использование подходов представляется весьма перспективным решением на данном этапе развития системы магистерского образования.

Литература

1. Сухомлин В. А. Международные образовательные стандарты в области информационных технологий // Прикл. информатика. 2012. № 1 (37). С. 33–54.
2. Graduate Software Engineering 2009(GSwE2009). Association for Computing Machinery and Computer Society of IEEE.
3. SWEBOOK // URL: <http://www.computer.org/portal/web/swebok>, <http://computingcareers.acm.org>.
4. Bloom B. S. (ed.) Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain. Longmans: Green, 1956. 323 p.
5. Crawley E. F., Malmqvist J., Ostlund S., Brodeur D. R. Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach. New York: Springer-Verlag, 2007. 97 p.
6. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информ.-метод. изд. / пер. с англ. и ред. А. И. Чучалина, Т. С. Петровской, Е. С. Кулюкиной. Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2011. 17 с.
7. Crawley E. F., Malmqvist J., Lucas W. A., Brodeur D. R. The CDIO Syllabus v2.0. An Updated Statement of Goals for Engineering Education // URL: http://www.cdio.org/files/project/file/cdio_syllabus_v2.pdf.
8. Всемирная инициатива CDIO. Планируемые результаты обучения (CDIO Syllabus): информ.-метод. изд. / пер. с англ. и ред. А. И. Чучалина, Т. С. Петровской, Е. С. Кулюкиной. Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2011. 22 с.
9. Sayrol E., Bragos R., Alarcon E. e. a. Mixed Integration of CDIO skills into Telecommunication Engineering Curricula // Electronics and Electrical Engineering. Kaunas: Technologija, 2010. N 6(102). P. 127–130.
10. Accreditation Board of Engineering and Technology, Criteria for Accrediting Engineering Programs: Effective for Evaluations during the 2010–2012 Accreditation Cycle, 2010 // URL: <http://www.abet.org>. Accessed June 15, 2011.

European Commission: DG Education and Culture, The European Qualification Framework for Learning (EQF). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2008.

Christ J., Wedel M. K., Enelund M. Constructive alignment (CA) for degree projects – intended outcomes, teaching & assessment. Chalmers University of technology Gothenburg, Sweden // www.cdio2011.dtu.dk/upload/administrationen%20-%2020101/aus/cdio/conferencemedia/papers.pdf.

Рецензована к печати проф. Е. И. Веремеет.
Готова к печати 25 октября 2012 г.

AM

:O