

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

---

Санкт-Петербургский государственный  
электротехнический университет «ЛЭТИ»

---

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ: ИНИЦИАТИВА CДИО**

Информационно-методическое издание

Санкт-Петербург  
Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
2012

УДК 373.62

**Перспективы развития инженерного образования: инициатива CDIO:** информ.-метод. изд. / Пер. с англ. и ред. В. М. Кутузова и С. О. Шапошникова. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012. 29 с.

Публикация основана на материалах и стандартах Всемирной инициативы CDIO (Версия 2.0), размещенных на официальном сайте проекта «The CDIO™ Initiative»: [www.cdio.org](http://www.cdio.org).

Утверждено  
редакционно-издательским советом университета  
в качестве методических указаний

## Введение

Международный проект по реформированию инженерного образования под названием «Инициатива CDIO» был запущен в октябре 2000 г. Видением проекта является предоставление студентам инженерных специальностей такого образования, которое подчеркивает инженерные основы, изложенные в контексте жизненного цикла реальных систем, процессов и продуктов. Таким образом, идеологией CDIO (**C**onceive – **D**esign – **I**mplement – **O**perate) является освоение студентами инженерной деятельности в соответствии с моделью «Задумай – Спроектируй – Реализуй – Управляй». Проект направлен на устранение наблюдающегося в инженерном образовании во всем мире противоречия между теорией и практикой. Предлагаемый в проекте подход нацелен на усиление практической направленности обучения будущих инженеров, а также введение системы проблемного и проектного обучения.

Инициатива CDIO предполагает такую организацию преподавания инженерных программ, чтобы их выпускники могли продемонстрировать:

1. Глубокие теоретические и практические знания технических основ своей инженерной профессии;
2. Умение создавать и эксплуатировать новые продукты, процессы и системы, востребованные рынком;
3. Понимание важности и стратегического значения научно-технического развития общества.

В рамках инициативы CDIO было разработано большое количество методических материалов, которые могут быть адаптированы и внедрены в вузах с учетом специфики конкретных образовательных программ и использованы для достижения обозначенных выше целей. Эти методические ресурсы предназначены для формирования таких инженерных образовательных программ, включающих взаимосвязанные дисциплины, в рамках которых обучение предполагает овладение навыками создания продуктов, процессов и систем, профессионального межличностного общения и развития личностных качеств будущих инженеров. В процессе такого обучения студенты должны получать практический опыт проектно-конструкторской и экспериментальной деятельности, как в аудиториях, так и в современных учебных лабораториях.

В январе 2011 г. в рамках инициативы были приняты 12 стандартов образовательных программ CDIO. Эти стандарты были разработаны в помощь руководителям образовательных программ, выпускникам вузов, а также про-

мышленным партнерам вузов для того, чтобы сориентировать их относительно принципов, по которым может осуществляться общественно-профессиональное признание и оценка программ CDIO и их выпускников. Разработанные стандарты CDIO выступают своего рода путеводителем в проведении образовательных реформ в инженерном образовании и осуществлении оценки их эффективности и определяют отличительные черты программ CDIO. По предложенным стандартам также становится ясно, какие цели и задачи должен поставить себе вуз для достижения общественно-профессионального признания его образовательных программ в мире.

В 12 стандартах CDIO прописаны:

- общая философия инженерной образовательной программы (Стандарт 1);
- разработка учебных планов (Стандарты 2, 3 и 4);
- разработка практических заданий и подготовка помещений для занятий (Стандарты 5 и 6);
- методы преподавания и обучения (Стандарты 7 и 8);
- повышение квалификации профессорско-преподавательского состава (Стандарты 9 и 10);
- аудит и оценка программы и успеваемости студентов (Стандарты 11 и 12).

Семь из двенадцати предложенных стандартов являются обязательными, поскольку они отличают программы CDIO от других инженерных образовательных программ (далее обязательные стандарты отмечены звездочкой). Остальные пять стандартов существенно способствуют успешной реализации программы CDIO, так как они устанавливались на основании лучшего практического опыта в инженерном образовании.

При изложении каждого из стандартов в разделе «Описание» поясняется значение этого стандарта, в разделе «Обоснование» излагаются причины, по которым следует руководствоваться данным стандартом, а в разделе «Подтверждение соответствия» приводятся некоторые факты о документации, связанной со стандартом, и о мероприятиях, проводимых для его соблюдения.

В настоящее время к проекту CDIO уже присоединилось более 70 вузов из 25 стран. Подробная информация об инициативе CDIO представлена на сайте <http://www.cdio.org>.

## СТАНДАРТЫ CDIO

### Стандарт 1. CDIO как общий контекст развития инженерного образования\*

**Принятие принципа, согласно которому создание и развитие продуктов, процессов и систем на протяжении всего их жизненного цикла является общим контекстом инженерного образования.**

**Описание.** Инициатива CDIO исходит из принципа, что создание и развитие продуктов и систем на протяжении всего их жизненного цикла создают необходимый контекст инженерного образования. Последовательность «Задумка – Проектирование – Реализация – Управление» выступает моделью всего жизненного цикла изделия.

На стадии «Задумка» (Conceive) происходит определение потребностей рынка; учитываются применяемые на предприятии технологии, стратегия его развития; нормативные требования, составляются концептуальные, технические и бизнес-планы. На второй стадии «Спроектируй» составляются конструкторские планы, схемы, чертежи и алгоритмы производства изделия, процесса или системы, подлежащей производству. На стадии «Реализуй» по составленным планам и схемам изделие производится, проверяется, апробируется и сертифицируется. На завершающей стадии «Управляй» произведенный продукт эксплуатируется по назначению, осуществляется его техническая поддержка и обслуживание, затем изделие изымается из эксплуатации и утилизируется.

CDIO создает необходимую среду или контекст инженерного образования, в котором преподаются, усваиваются и применяются на практике технические знания и практические навыки. Реализация такого подхода к инженерному образованию возможна только в том случае, когда профессорско-преподавательский состав единогласно принимает философию CDIO. Реформирование инженерного образования и реализация программ, базирующихся на философии CDIO, невозможна без поддержки этой инициативы руководителями образовательных программ и администрации вуза.

**Обоснование.** Выпускники инженерных образовательных программ должны быть готовы к реальной инженерной деятельности, т. е. уметь «Задумывать, Проектировать, Реализовывать и Управлять» продуктами, процессами и системами в реальных современных условиях командной работы, ориентированной на получения добавочной стоимости. За время обучения они должны научиться участвовать в инженерных процессах и управлять

ими, проектировать и создавать продукты, процессы и системы и применять полученные знания, работая в промышленных организациях. В этом и заключается суть инженерной профессии.

#### **Подтверждение соответствия:**

- программа развития или иной документ, одобренный руководством вуза и характеризующий ту или иную образовательную программу как соответствующую требованиям CDIO;
- профессорско-преподавательский состав и студенты, способные формулировать принципы CDIO.

В прил. 1 приведены критерии для проведения самооценки перехода на реализацию программ инженерного образования в соответствии с философией CDIO.

### **Стандарт 2. Результаты программы CDIO\***

**Наличие четкого, подробного описания приобретаемых личностных, межличностных и профессиональных компетенций создания продуктов, процессов и систем (результатов обучения), соответствующих установленным целям образовательной программы и одобренных всеми заинтересованными сторонами этой программы.**

**Описание.** Знания, умения и личностные качества, запланированные как результат инженерного образования, т. е. результаты обучения, определены в перечне «Планируемых результатов обучения CDIO» [1]. Результаты обучения определяют, что выпускники должны знать и уметь при успешном окончании своей инженерной образовательной программы. В дополнение к результатам обучения для описания технических знаний (раздел 1) в Планируемых результатах обучения CDIO выделяются личностные и межличностные умения, а также навыки создания продуктов, процессов и систем.

Личностные результаты обучения (раздел 2) сосредоточены на когнитивном и эмоциональном развитии каждого студента (на постановке технических задач и решении проблем, экспериментировании и получении новых знаний, системном мышлении, творческом мышлении, критическом мышлении, профессиональной этике).

Межличностные результаты обучения (раздел 3) описывают умение индивидуального и группового взаимодействия в процессе инженерной деятельности (работа в команде, лидерство, профессиональное общение и языковые коммуникации).

Навыки создания продуктов, процессов и систем (раздел 4) сфокусированы на процессах планирования, проектирования, реализации и использования в реальном производстве, в контексте бизнеса и общества.

Результаты обучения должны быть согласованы с ключевыми заинтересованными сторонами программы, т. е. теми, кто разделяет интерес к выпускникам инженерных образовательных программ, на предмет их соответствия целям программы и значимости для практической инженерной деятельности. В рамках программы необходимо привести результаты обучения в соответствие с «Планируемыми результатами обучения CDIO» (см. прил. 2). Заинтересованные лица помогают определить ожидаемый уровень профессионализма или определить уровень достижения в отношении каждого результата обучения.

**Обоснование.** Фиксация планируемых результатов обучения помогает обеспечить приобретение студентами соответствующей базы для их будущей профессии. Профессиональными инженерными организациями и промышленностью определены основные качества (атрибуты) начинающего инженера в технической и профессиональной областях. Кроме того, при оценке и аккредитации образовательных программ обычно требуется, чтобы в рамках инженерных образовательных программ были определены результаты обучения в терминах знаний и умений (компетенций) выпускников.

#### **Подтверждение соответствия:**

- результаты обучения, описывающие знания, умения и личностные качества выпускников;
- результаты обучения, согласованные по содержанию и уровню профессионализма с заинтересованными сторонами программы (преподавателями, студентами, выпускниками, представителями промышленности).

Критерии для проведения самооценки перехода на реализацию программ инженерного образования в соответствии с философией CDIO по Стандарту 2 приведены в прил. 1.

### **Стандарт 3. Интегрированный учебный план\***

**Учебный план включает в себя взаимодополняющие учебные дисциплины и позволяет интегрировать в преподавании личностные, межличностные компетенции, а также компетенции по созданию продуктов, процессов и систем.**

**Описание.** Интегрированный учебный план предусматривает реализацию такого учебного процесса, который ведет как к приобретению личностных и межличностных навыков, так и навыков создания продуктов, процессов и систем (Стандарт 2) во взаимосвязи с освоением дисциплинарных знаний и их применением в инженерной деятельности. Дисциплины программы являются взаимно поддерживающими в том случае, если определены четкие взаимосвязи между содержанием и результатами обучения по отдельным дисциплинам. Необходим также четкий план, определяющий пути интеграции навыков и междисциплинарных связей в рамках всей программы.

**Обоснование.** Обучение личностным, межличностным и профессиональным умениям, а также навыкам создания продуктов, процессов и систем не должно быть просто дополнением к программе обучения, а должно составлять ее неотъемлемую часть. Для достижения планируемых результатов обучения в части дисциплинарных знаний и навыков, при формировании учебного плана необходимо максимально использовать имеющееся время. Преподаватели должны играть активную роль в разработке интегрированного учебного плана, предлагать введение соответствующих взаимосвязей между дисциплинами, выявить и согласовать возможности формирования и развития отдельных навыков при изучении преподаваемых ими дисциплин.

**Подтверждение соответствия:**

- зафиксированный учебный план, в котором навыки CDIO проинтегрированы с техническим содержанием дисциплин и в котором обозначены соответствующие междисциплинарные связи;
- включение результатов обучения CDIO в дисциплины и учебную деятельность;
- преподаватели и студенты признают результаты обучения CDIO в учебном плане.

Критерии для проведения самооценки перехода на реализацию программ инженерного образования в соответствии с философией CDIO по Стандарту 3 приведены в прил. 1.

**Стандарт 4. Введение в инженерную деятельность**

**Имеется вводная дисциплина, создающая основу для инженерной практики по созданию продуктов, процессов и систем и формированию основных личностных и межличностных навыков.**



**Описание.** Вводная дисциплина, как правило, является одной из первых обязательных дисциплин программы, дающая представление об инженерной практике. В это представление входит описание широкого спектра задач и обязанностей инженера, а также применения дисциплинарных знаний для решения таких задач. Студенты вовлекаются в инженерную практику посредством решения проблем и выполнения простых заданий по проектированию, выполняемых индивидуально и в командах. Дисциплина предусматривает приобретение личностных и межличностных навыков и других знаний и умений, которые необходимы в начале освоения программы, чтобы подготовить студентов к получению опыта создания более сложных продуктов, процессов и систем. Например, решение заданий в небольших группах поможет подготовить студентов для работы в более крупных командах разработчиков.

**Обоснование.** Вводная дисциплина направлена на стимулирование интереса и увеличение мотивации студентов к инженерной деятельности. Она должна помочь привлечь их внимание к практической пользе соответствующих основных дисциплин программы. Студенты обычно выбирают инженерные программы потому, что они хотят создавать продукты, процессы или системы, а вводные дисциплины помогают усилить этот интерес. Кроме того, вводные дисциплины способствуют скорейшему началу развития необходимых умений, описанных в перечне Планируемых результатов обучения CDIO (см. прил. 2).

**Подтверждение соответствия:**

- опыт обучения, дающий начало формирования необходимых личностных и межличностных умений, навыков создания продуктов, процессов и систем;
- освоение студентами результатов обучения CDIO, описанных в Стандарте 2;
- интерес студентов к выбранной ими специальности, который продемонстрирован, например, в их исследованиях или последующем выборе элективных дисциплин.

Критерии для проведения самооценки перехода на реализацию программ инженерного образования в соответствии с философией CDIO по Стандарту 4 приведены в прил. 1.

## **Стандарт 5. Опыт ведения проектно-внедренческой деятельности\***

**Учебный план программы включает два или более проектов, предусматривающих получение опыта проектно-внедренческой деятельности, один на базовом уровне и один на углубленном уровне.**

**Описание.** Термин проектно-внедренческая (design-built) деятельность означает инженерную деятельность, относящуюся к процессу разработки новых продуктов и систем. Сюда включаются все виды деятельности, описанные в Стандарте 1 на этапах проектирования и внедрения, а также соответствующие аспекты концептуального проектирования из стадии планирования. Учебный план включает получение опыта проектно-внедренческой деятельности, в которой проинтегрировано развитие у студентов навыков разработки продуктов, процессов и систем, а также способность применять инженерные знания на практике. Опыт ведения проектно-внедренческой деятельности обычно делится на базовый и углубленный, в зависимости от его масштаба, сложности, и последовательности реализации в программе. Например, получение опыта разработки более простых продуктов и систем включается в программу на более ранней стадии, а более сложные проектно-внедренческие виды работ появляются в более поздних дисциплинах программы для того, что бы помочь студентам интегрировано использовать знания и навыки, полученные на предыдущих курсах. Формирование способности планировать, проектировать, производить и применять продукты, процессы и системы может быть включено в обязательные элементы учебного плана, например, в исследовательские проекты и преддипломные практики.

**Обоснование.** Опыт ведения проектно-внедренческой деятельности следует структурировать и формировать таким образом, чтобы способствовать успеху инженерной деятельности выпускника уже на ранней стадии. Последовательное получение опыта ведения проектно-внедренческой деятельности и повышение уровней сложности задач укрепляют представления студентов о создании продуктов, процессов и систем. Опыт ведения проектно-внедренческой деятельности формирует также прочную основу, на которой можно построить глубокое концептуальное понимание дисциплинарных навыков. Для того, чтобы студенты имели возможность устанавливать взаимосвязи между изучаемыми ими техническими дисциплинами и их содержанием и своими профессиональными и карьерными интересами, необходимо уделять особое внимание работе студентов над созданием продуктов и систем и реализации процессов в реальных условиях.

### **Подтверждение соответствия:**

- наличие в программе двух и более возможностей получения проектно-внедренческого опыта (например, как часть вводного курса и на углубленном уровне обучения);
- наличие возможностей получения проектно-внедренческого опыта в рамках таких необходимых элементов учебного плана, как исследования в лабораториях, практика и т. д.;
- реальный опыт обучения, формирующий основы для последующего освоения дисциплинарных навыков.

Критерии для проведения самооценки перехода на реализацию программ инженерного образования в соответствии с философией CDIO по Стандарту 5 приведены в прил. 1.

### **Стандарт 6. Рабочее пространство для инженерной деятельности студентов**

**Наличие рабочего пространства для инженерной деятельности студентов и лабораторий, которые поддерживают и способствуют практическому освоению методов создания продуктов, процессов, систем, получению дисциплинарных знаний и изучению социальных аспектов.**

**Описание.** Физическая среда обучения включает традиционные помещения для обучения (классные комнаты, лекционные залы и аудитории для проведения семинаров), а так же рабочее пространство для инженерной деятельности и лаборатории. Рабочие пространства и лаборатории поддерживают получение навыков создания продуктов, процессов и систем одновременно с освоением дисциплинарных знаний. В них особое внимание уделяется практическому обучению, в рамках которого студенты непосредственно заняты своим собственным обучением, и предоставляется возможность для социального обучения, то есть создаются условия, где студенты могут учиться друг у друга и взаимодействовать в командах. Создание новых рабочих пространств или модернизация существующих лабораторий зависят от размера программы и доступных ресурсов вуза.

**Обоснование.** Рабочие пространства и другие среды обучения, поддерживающие практическое обучение, являются основными ресурсами для того, чтобы студенты могли учиться проектировать, создавать и управлять продуктами, процессами и системами. Студенты, у которых есть доступ к современным техническим средствам и программному обеспечению, получают

возможность формировать знания, навыки и подходы, которые способствуют развитию компетенций по созданию продуктов, процессов и систем. Эти компетенции лучше всего развиваются в рабочих пространствах, которые предназначены для студентов (студенто-центрированные или лично-ориентированные), удобны в использовании, доступны, предоставляют помощь и консультации.

**Подтверждение соответствия:**

- достаточное количество рабочих пространств, оборудованных современными инженерными техническими средствами;
- рабочие пространства, которые обладают такими свойствами как студенто-центрированность, удобство в использовании, доступность и обеспеченность интерактивным взаимодействием с персоналом;
- высокий уровень удовлетворенности студентов, преподавателей и сотрудников рабочими пространствами.

Критерии для проведения самооценки перехода на реализацию программ инженерного образования в соответствии с философией CDIO по Стандарту 6 приведены в прил. 1.

**Стандарт 7. Интегрированное обучение\***

**Опыт интегрированного обучения способствует формированию дисциплинарных знаний наряду с личностными навыками и навыками межличностного общения, создания продуктов, процессов и систем.**

**Описание.** Интегрированное обучение – это такое обучение, которое позволяет приобретать дисциплинарные знания одновременно с развитием личностных и межличностных навыков, навыков создания продуктов, процессов и систем. Изучение вопросов профессиональной инженерной деятельности включается в содержание дисциплин. Например, студенты могли бы выполнять в одном задании анализ продукта, его проектирование и рассматривать вопросы социальной ответственности инженера, спроектировавшего данный продукт. Представители промышленности, выпускники и другие заинтересованные стороны могут быть задействованы в предоставлении примеров для выполнения таких заданий.

**Обоснование.** Учебный план и результаты обучения, требования к которым описаны в Стандартах 2 и 3 соответственно, могут быть реализованы только посредством соответствующей организации учебного процесса, позволяющей более эффективно использовать учебное время студента. Очень

важно, чтобы студенты воспринимали преподавателей инженерных дисциплин как выполняющих роль профессиональных инженеров, которые обучают их дисциплинарным знаниям, личностным и межличностным навыкам, навыкам создания продуктов, процессов и систем. При реализации интегрированного обучения преподаватели могут наиболее эффективно помочь студентам применять дисциплинарные знания в инженерной практике и лучше подготовить их к соответствующим требованиям инженерной профессии.

**Подтверждение соответствия:**

- интеграция результатов обучения *CDIO* и дисциплинарных навыков в обучении;
- вовлечение преподавателей инженерных дисциплин в реализацию интегрированного обучения;
- вовлечение партнеров от промышленности и других заинтересованных сторон в проектирование и реализацию процесса обучения.

Критерии для проведения самооценки перехода на реализацию программ инженерного образования в соответствии с философией *CDIO* по Стандарту 7 приведены в прил. 1.

## **Стандарт 8. Активные методы обучения**

### **Обучение, основанное на активном практическом подходе.**

**Описание.** Методы активного обучения ориентированы, прежде всего, на то, чтобы студенты занимались активной мыслительной деятельностью и решали задачи. Меньшее внимание уделяется пассивной передаче информации, большее – вовлечению студентов в генерирование, анализ, оценку и реализацию идей. Активное обучение в лекционных курсах может включать такие методы как дискуссии в небольших группах, активные семинарские обсуждения, презентации, совместное решение концептуальных вопросов. Весьма важно получение обратной связи от студентов относительно изучаемого ими материала. Активное обучение является практико-ориентированным в случае, когда студенты пробуют себя в ролях, моделирующих профессиональную инженерную деятельность, например, конструирование, моделирование и анализ ситуаций, решение практических задач.

**Обоснование.** Студенты запоминают менее четверти того, что они слышат, и лишь половину из того, что они видят и слышат. Принимая участие в решении реальных практических проблем и предлагая собственные варианты их решения, студенты не только больше усваивают, но и лучше понимают,

что и как они узнают. Активное обучение помогает повысить мотивацию студентов к достижению результатов обучения по программе и сформировать навыки обучения в течение жизни. С помощью активных методов обучения преподаватели могут помочь студентам найти взаимосвязи в ключевых концепциях и упростить процесс применения полученных теоретических знаний в реальных инженерных условиях.

**Подтверждение соответствия:**

- документально зафиксированное успешное применение методов активного обучения (измеряется путем проведения опросов по окончании занятий, анализа отчетов коллег, посещающих занятия);
- большинство преподавателей применяют активные методы обучения;
- высокий уровень освоения всех результатов обучения студентами;
- высокая степень удовлетворенности студентов методами обучения.

Критерии для проведения самооценки перехода на реализацию программ инженерного образования в соответствии с философией CDIO по Стандарту 8 приведены в прил. 1.

**Стандарт 9. Совершенствование  
CDIO-компетенций преподавателей\***

**Наличие мероприятий, позволяющих повысить компетентность преподавателей в области личностных и межличностных навыков, навыков создания продуктов, процессов и систем.**

**Описание.** Программы CDIO оказывают поддержку преподавателям инженерных дисциплин для повышения их компетентности в области личностных и межличностных навыков, навыков создания продуктов, процессов и систем, описанных ранее в Стандарте 2. Эти навыки развиваются лучше всего в контексте профессиональной инженерной практики. Характер и масштаб повышения квалификации преподавателей зависит от ресурсов и целей различных программ и вузов. Примерами мероприятий, которые направлены на совершенствование компетенций преподавателей, могут быть профессиональная стажировка на промышленном предприятии, сотрудничество с коллегами из промышленной сферы в исследовательских и образовательных проектах, включение требования о наличии опыта инженерной практики в критерии приема на преподавательскую работу и должностного повышения, занятие научно-практической деятельностью в стенах своего университета и др.

**Обоснование.** Если преподаватели инженерных дисциплин участвуют в реализации программы, включающей приобретение личностных и межличностных навыков, навыков создания продуктов, процессов и систем, проинтегрированных с дисциплинарными знаниями, как описано в Стандартах 3, 4, 5 и 7, то они должны быть компетентны в указанных навыках. Преподаватели инженерных дисциплин, как правило, являются экспертами в научно-исследовательской работе в рамках своих специальных дисциплин, но имеют довольно ограниченный практический опыт инженерной деятельности в деловой и промышленной сфере. Кроме того, стремительные темпы развития технологических инноваций требуют непрерывного обновления инженерных навыков. Преподавателям необходимо постоянно совершенствовать свои инженерные знания и навыки, для того чтобы приводить студентам подходящие примеры из практики и служить для них примером современного практикующего инженера.

**Подтверждение соответствия:**

- большинство преподавателей обладают личностными и межличностными навыками, навыками создания продуктов и систем, что зафиксировано с помощью тестов, опросов, контрольных посещений занятий;
- большое количество преподавателей имеет реальный опыт инженерной практики;
- положительное отношение университета к повышению квалификации преподавателей в данной области при проведении оценки преподавателей и при процедуре приема на работу;
- вложение ресурсов вуза в развитие у преподавателей данных навыков.

Критерии для проведения самооценки перехода на реализацию программ инженерного образования в соответствии с философией CDIO по Стандарту 9 приведены в прил. 1.

**Стандарт 10. Совершенствование педагогических компетенций преподавателей**

**Наличие мероприятий, позволяющих повысить педагогические компетенции преподавателей по использованию активных методов обучения и оценке студентов при обеспечении интегрированного обучения**

**Описание.** Программа CDIO оказывает поддержку преподавателям в совершенствовании их компетенций в обеспечении интегрированного обучения (Стандарт 7), активного обучения (Стандарт 8), и оценке обучения студентов

(Стандарт 11). Характер и масштаб повышения квалификации преподавателей зависит от ресурсов и целей различных программ и вузов. Примерами мероприятий, направленных на совершенствование компетенций преподавателей, могут являться: поддержка участия преподавателей в университетских и внешних программах повышения квалификации, в форумах для обмена идеями и лучшими практиками. Особое внимание следует уделять оценке педагогической деятельности преподавателей и использованию ими эффективных методов обучения

**Обоснование.** Если от преподавателей программы ожидают, что они должны преподавать и оценивать при помощи новых методов, как описано в Стандартах 7, 8 и 11, то им необходимо предоставить возможности для развития и совершенствования соответствующих компетенций. Во многих университетах существуют программы повышения квалификации и реализующие их подразделения, на которые можно возложить решение этой задачи. Кроме того, если при реализации программ CDIO подчеркивается важность преподавания, обучения и оценки, то необходимо обеспечить соответствующие ресурсы для повышения квалификации преподавателей в данных областях.

**Подтверждение соответствия:**

- большинство преподавателей, обладает компетенциями в преподавании и обучении, владеет методами оценки, что подтверждается результатами тестов, опросов и самооценки;
- положительное отношение университета к эффективным методам преподавания при проведении оценки преподавателей и при приеме новых преподавателей на работу;
- вложение ресурсов в развитие у преподавателей педагогических компетенций.

Критерии для проведения самооценки перехода на реализацию программ инженерного образования в соответствии с философией CDIO по Стандарту 10 приведены в прил. 1.

**Стандарт 11. Оценка обучения\***

**Оценка освоения студентами личностных и межличностных навыков, навыков создания продуктов, процессов и систем, а также дисциплинарных знаний**

**Описание.** Оценка процесса обучения студентов является показателем того, в какой степени каждый отдельный студент достигает конкретных запланированных результатов обучения. Преподаватели обычно проводят эту оценку в



пределах своих дисциплин. При эффективной оценке обучения может использоваться множество методов, которые сопоставляют соответствующим образом результаты обучения с дисциплинарными знаниями, а также приобретенными личностными и межличностными навыками, навыками создания продуктов, процессов и систем, как описано в Стандарте 2. К таким методам относят письменные и устные экзамены и проверочные работы, контрольные срезы, составление графиков успеваемости, ведение журналов и портфолио на каждого студента, самоконтроль и мнение студентов о проводимых занятиях

**Обоснование.** Если мы считаем важными личностные и межличностные навыки, навыки создания продуктов, процессов и систем и закладываем их формирование в учебный план и процесс обучения, то необходимо иметь эффективные технологии оценки для измерения уровня их достижения. Различные категории результатов обучения требуют различных методов оценки. Например, результаты обучения, связанные с дисциплинарными знаниями, могут быть оценены при помощи устных и письменных тестов, в то время как проектно-внедренческие навыки могут быть лучше оценены по результатам выполнения практической работы. Применение различных методов оценки формирует широкий диапазон стилей обучения и увеличивает надежность и адекватность оценочных данных. Таким образом, степень достижения желаемых результатов обучения каждым студентом будет определяться с максимальной точностью.

**Подтверждение соответствия:**

- методы оценки, сочетаются должным образом с результатами обучения CDIO;
- успешное внедрение методов оценки достижения запланированных результатов;
- большое количество преподавателей, использующих соответствующие методы оценки;
- определение учебных достижений студентов на основе надежных и достоверных данных.

Критерии для проведения самооценки перехода на реализацию программ инженерного образования в соответствии с философией CDIO по Стандарту 11 приведены в прил. 1.

## Стандарт 12. Оценка программы

**Наличие системы оценки соответствия программы данным двенадцати стандартам и обеспечения обратной связи от студентов, преподавателей и других заинтересованных сторон в целях ее непрерывного совершенствования**

**Описание.** Оценка программы представляет собой суждение о полноценности программы, основанное на доказательствах продвижения программы к достижению заявленных целей. Программа CDIO должна быть оценена относительно данных 12 Стандартов CDIO. Доказательства полноценности программы могут быть собраны с использованием оценок дисциплин, мнений преподавателей, данных входных и итоговых собеседований, отчетов внешних экспертов, а также дополнительного анализа с привлечением выпускников и работодателей. Эта информация должна регулярно доводиться до сведения преподавателей, студентов, руководства программы и вуза, выпускников и других заинтересованных сторон. Такая обратная связь служит основой для принятия решений по программе и формирования планов по ее непрерывному совершенствованию.

**Обоснование:** Основная цель проведения оценки программы заключается в определении эффективности программы в достижении намеченных целей. Доказательства, собранные во время процесса оценки программы, также служат основой для непрерывного совершенствования программы. Например, если бы в итоговом собеседовании большинство студентов сообщило, что они не смогли достигнуть некоторых результатов обучения, то потребовалось бы провести работу по выявлению и устранению причин. Кроме того, проведение регулярного анализа и оценки программы является требованием многих внешних аудиторов и аккредитующих агентств.

### **Подтверждение соответствия:**

- использование разнообразных методов анализа и оценки программы на основе сбора информации от студентов, преподавателей, руководителей программ, выпускников и других ключевых заинтересованных лиц;
- документированный процесс непрерывного улучшения, основанный на результатах оценки программы;
- изменения, основанные на управлении данными, как часть процесса непрерывного совершенствования программы.

Критерии для проведения самооценки перехода на реализацию программ инженерного образования в соответствии с философией CDIO по Стандарту 12 приведены в прил. 1.

### **Информационные ресурсы**

1. Кроули Ф. Программа CDIO: Описание целей и задач бакалаврского инженерного образования: Доклад CDIO № 1 из МИТ, 2001. Режим доступа: <http://www.cdio.org>.

2. Всемирная инициатива CDIO. Режим доступа: <http://www.cdio.org>.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### 1. Критерии для проведения самооценки перехода на реализацию программ инженерного образования в соответствии с философией CDIO

#### Стандарт 1. CDIO как общий контекст развития инженерного образования.

Оценка	Критерий
5	Экспертная группа признает, что философия <i>CDIO</i> определяет содержание данной инженерной образовательной программы и используется для ее непрерывного улучшения
4	Существует документированное подтверждение, что философия <i>CDIO</i> определяет содержание образовательной программы и полностью реализована
3	Философия <i>CDIO</i> определяет содержание образовательной программы и реализован на одном или нескольких годах обучения по этой программе
2	Существует четко сформулированный план перехода к использованию философии <i>CDIO</i> при реализации образовательной программы
1	Признается необходимость реализации философии <i>CDIO</i> в инженерном образовании и в вузе планируется соответствующий процесс преобразований
0	План по реализации философии <i>CDIO</i> в рамках инженерных образовательных программ в вузе отсутствует

#### Стандарт 2. Результаты программы CDIO.

Оценка	Критерий
5	Экспертные группы регулярно анализируют и пересматривают результаты обучения по программе ориентируясь на изменения в потребностях заинтересованных сторон
4	Результаты обучения по программе соответствуют видению и миссии вуза; для каждого результата определены уровни подготовки (достигнутого профессионализма)
3	Результаты обучения по программе согласованы с ключевыми заинтересованными сторонами (преподавателями, студентами, выпускниками и представителями промышленности)
2	План разработки определений для результатов обучения по программе принят руководителями программы, преподавателями и другими заинтересованными сторонами
1	Признается необходимость фиксации или изменения результатов обучения по программе и инициирован соответствующий процесс
0	Отсутствуют зафиксированные результаты обучения по программе, которые охватывали бы знания, личные

	и межличностные навыки, а также навыки создания продуктов, процессов и систем.
--	--

### Стандарт 3. Интегрированный учебный план.

Оценка	Критерий
5	Заинтересованные лица регулярно пересматривают интегрированный учебный план и при необходимости составляют рекомендации и вносят поправки
4	Существуют доказательства того, что индивидуальные и межличностные умения, а также навыки создания продуктов, процессов и систем развиваются во всех дисциплинах, ответственных за их формирование
3	Формирование личностных и межличностных умений, навыков создания продуктов, процессов и систем интегрировано в учебном плане на один и более год обучения по программе
2	Учебный план по программе, в котором проинтегрировано освоение дисциплин, формирование личностных и межличностных умений, навыков создания продуктов, процессов и систем, утвержден соответствующими лицами
1	Определена необходимость анализа программы обучения и началась работа по предварительному сопоставлению дисциплин с достижением результатов обучения
0	В программе отсутствуют интеграция навыков и взаимосвязанные дисциплины

### Стандарт 4. Введение в инженерную деятельность.

Оценка	Критерий
5	Вводные дисциплины регулярно подвергаются анализу и пересмотру, этот процесс основан на обратной связи от студентов, преподавателей и других заинтересованных сторон
4	Имеется документальное подтверждение того, что студенты достигли результатов обучения, планируемых в рамках изучения вводной дисциплины по инженерной практике
3	Вводная дисциплина включает получение начального опыта инженерной деятельности и приобретение основных личных и межличностных компетенций
2	Утверждена программа вводной дисциплины, предусматривающая получение начального практического инженерного опыта
1	Определена необходимость в реализации вводной дисциплины, предусматривающей получение начального практического инженерного опыта, и инициирован соответствующий процесс по его реализации
0	Отсутствует вводная дисциплина, предусматривающая

	получение начального практического инженерного опыта и приобретение базовых навыков.
--	--

**Стандарт 5. Опыт ведения проектно-внедренческой деятельности.**

Оценка	Критерий
5	Проектно-внедренческая деятельность регулярно подвергается анализу и пересмотру; процесс основан на обратной связи от студентов, преподавателей и других заинтересованных сторон
4	Имеется документальное подтверждение того, что студенты достигают результатов обучения, планируемых в рамках проектно-внедренческой деятельности
3	Реализуются, по меньшей мере, два проекта, предусматривающих получение опыта проектно-внедренческой деятельности, при этом уровень сложности проектов повышается
2	Имеется план разработать проекты, предусматривающие получение опыта проектно-внедренческой деятельности на базовом и углубленном уровнях
1	Выполнен анализ потребностей для определения возможностей включения в учебный план проектов, предусматривающих получение опыта проектно-внедренческой деятельности
0	Образовательная программа не предусматривает получения опыта проектно-внедренческой деятельности

**Стандарт 6. Рабочее пространство для инженерной деятельности студентов.**

Оценка	Критерий
5	Экспертные группы регулярно оценивают влияние и эффективность рабочих пространств для обучения; формулируются рекомендации по их улучшению
4	Рабочие пространства для инженерной деятельности студентов полностью поддерживают реализацию практико-ориентированных составляющих обучения
3	Планы по использованию новых или реконструированных пространств реализуются.
2	Планы по реконструированию или организации дополнительных рабочих пространств для инженерной деятельности студентов утверждены соответствующими органами вуза
1	Определена потребность в рабочих пространствах для инженерной деятельности студентов, обеспечивающих реализацию практико-ориентированных составляющих обучения; и инициирован соответствующий процесс по их реализации

0	Имеющиеся рабочие пространства для инженерной деятельности студентов не подходят или не достаточны для обеспечения практико-ориентированного и социального обучения
---	---

### **Стандарт 7. Интегрированное обучение**

Оценка	Критерий
5	Дисциплины программы регулярно анализируются и пересматриваются относительно интеграции в них результатов обучения и инженерной деятельности
4	Существуют доказательства влияния интегрированного обучения на образовательную программу
3	Интегрированное обучение реализуются в дисциплинах на протяжении всего учебного плана
2	Утверждены рабочие программы дисциплин, включающие результаты обучения и учебную деятельность, в которых проинтегрировано получение личностных и межличностных навыков с дисциплинарными знаниями
1	Рабочие программы дисциплин проанализированы на соответствие интегрированному учебному плану
0	Отсутствуют свидетельства интегрированного изучения дисциплин и формирования инженерных навыков

### **Стандарт 8. Активные методы обучения.**

Оценка	Критерий
5	Экспертные группы регулярно оценивают результативность активных методов обучения и формулируют рекомендации по постоянному улучшению учебного процесса
4	Существуют документированные доказательства влияния активных методов обучения на обучение студентов
3	Активные методы обучения реализуются на протяжении всего учебного плана программы
2	Существует план включения активных методов обучения в учебный план программы
1	Существует понимание преимуществ активного обучения и проводится анализ возможностей использования активных методов обучения в реализации учебного плана
0	Отсутствуют свидетельства реализации метода активных методов обучения

**Стандарт 9. Совершенствование CDIO-компетенций преподавателей.**

Оценка	Критерий
5	Компетентность преподавателей в области личностных и межличностных навыков, навыков создания продуктов, процессов и систем регулярно оценивается и совершенствуется
4	Существуют доказательства, что преподаватели компетентны в области личностных и межличностных навыков, навыков создания продуктов, процессов и систем
3	Преподаватели повышают квалификацию в области личностных и межличностных навыков, навыков создания продуктов, процессов и систем
2	Существует систематический план повышения квалификации преподавателей в области личностных и межличностных навыков, навыков создания продуктов, процессов и систем
1	Проведено исследование и анализ потребностей в развитии компетенций CDIO преподавателей
0	Отсутствует программа развития преподавателей в области личностных и межличностных навыков, навыков создания продуктов, процессов и систем

**Стандарт 10. Совершенствование педагогических компетенций преподавателей.**

Оценка	Критерий
5	Компетенции преподавателей в регулярно оцениваются и совершенствуются
4	Существуют доказательства, что преподаватели компетентны в методах преподавания, активного обучения и оценки
3	Преподаватели повышают квалификацию в области использования методов преподавания, активного обучения и оценки
2	Существует систематический план повышения квалификации преподавателей в области использования методов преподавания, активного обучения и оценки
1	Проведено сравнительное исследование и анализ потребностей в развитии компетенций преподавателей
0	Отсутствует программа развития преподавателей в области совершенствования педагогических компетенций



### Стандарт 11. Оценка обучения

Оценка	Критерий
5	Экспертные группы регулярно анализируют и оценивают использование методов оценки результатов обучения и формулируют рекомендации по постоянному улучшению
4	Методы оценки обучения эффективно используются во всех дисциплинах учебного плана
3	Методы оценки обучения используются на протяжении всего учебного плана
2	Существует план внедрения методов оценки обучения на протяжении всего учебного плана
1	Определена потребность в усовершенствовании методов оценки обучения и проведен анализ их текущего использования
0	Методы оценки обучения неадекватные и неподходящие

### Стандарт 12. Оценка программы

Оценка	Критерий
5	Реализация систематического и непрерывного совершенствования программы основана на результатах ее оценки с привлечением различных источников и использованием разнообразных методов
4	Методы оценки программы эффективно используются с привлечением всех категорий заинтересованных сторон
3	С помощью методов оценки на протяжении реализации всей программы производится сбор информации от студентов, преподавателей, руководителей программы, выпускников и других заинтересованных сторон
2	Существует план оценки программы
1	Определена потребность в оценке программы и инициирован сопоставительный анализ методов оценки
0	Оценка программы является неполной или непостоянной

## **2. Планируемые результаты обучения CDIO.**

### **План CDIO 1.0 (сокращенный)**

#### ***(The CDIO Syllabus 1.0 (Condensed))***

Планируемые результаты обучения по инженерным программам, реализуемым на основе философии CDIO, представляются в виде четырех групп компетенций.

#### **1. Технические знания**

Для того чтобы быть способными создавать сложные технические продукты, дающие добавленную стоимость, выпускники инженерных программ должны хорошо усвоить традиционные теоретические основы технических наук. Они должны быть способны к инженерному мышлению и аргументации. Студенты должны обладать:

- 1.1. Знаниями фундаментальных наук.
- 1.2. Знаниями фундаментальных инженерных наук.
- 1.3. Углубленными инженерными знаниями.

#### **2. Личностные и профессиональные компетенции:**

- 2.1. Инженерное мышление и способность решать задачи:
  - 2.1.1. Обнаружение и формулирование проблем.
  - 2.1.2. Моделирование.
  - 2.1.3. Оценка и качественный анализ.
  - 2.1.4. Критический анализ.
  - 2.1.5. Формирование решений и рекомендаций.
- 2.2. Экспериментирование и поиск информации:
  - 2.2.1. Формулирование гипотез.
  - 2.2.2. Анализ печатных и электронных информационных источников.
  - 2.2.3. Экспериментальное исследование.
  - 2.2.4. Проверка и обоснование гипотез.
- 2.3. Системное мышление:
  - 2.3.1. Целостное мышление.
  - 2.3.2. Взаимодействие внутри систем.
  - 2.3.3. Расстановка приоритетов.
  - 2.3.4. Уступки, суждения и компромиссы при решении.
- 2.4. Личностные компетенции и установки:
  - 2.4.1. Инициатива и способность идти на риск.

- 2.4.2. Настойчивость и гибкость.
- 2.4.3. Творческое мышление.
- 2.4.4. Критическое мышление.
- 2.4.5. Способность к самооценке.
- 2.4.6. Тяга к знаниям и способность к постоянному образованию.
- 2.4.7. Управление временем и ресурсами.
- 2.5. Профессиональные навыки и установки:
  - 2.5.1. Профессиональная этика, честь, ответственность и отчетность.
  - 2.5.2. Профессиональное поведение.
  - 2.5.3. Планирование своей карьеры.
  - 2.5.4. Осведомленность в актуальных новостях мира инженерии.

### **3. Межличностные навыки и умения. Работа и общение в коллективе:**

- 3.1. Работа в коллективе:
  - 3.1.1. Формирование эффективной команды.
  - 3.1.2. Работа в коллективе.
  - 3.1.3. Рост и развитие коллектива.
  - 3.1.4. Лидерство.
  - 3.1.5. Техника формирования команды.
- 3.2. Коммуникация:
  - 3.2.1. Стратегия деловой коммуникации.
  - 3.2.2. Структура коммуникации.
  - 3.2.3. Письменная коммуникация.
  - 3.2.4. Электронная коммуникация.
  - 3.2.5. Графическая коммуникация.
  - 3.2.6. Устная презентация и межличностная коммуникация.
- 3.3. Коммуникация на иностранных языках:
  - 3.3.1. Английский язык.
  - 3.3.2. Языки промышленных стран-партнеров.
  - 3.3.3. Другие языки.

### **4. Задумка, проектирование, реализация и управление продуктами, процессами и системами на предприятии и в обществе:**

- 4.1. Социальный контекст:
  - 4.1.1. Задачи и ответственность инженеров.
  - 4.1.2. Влияние инженерии на общество.
  - 4.1.3. Общественный контроль инженерии.
  - 4.1.4. Историко-культурный контекст.

- 4.1.5. Современные вопросы и ценности.
- 4.1.6. Выработка глобальной перспективы.
- 4.2. Деловой контекст:
  - 4.2.1. Уважение различных предпринимательских культур.
  - 4.2.2. Стратегия, цели и планирование предприятия.
  - 4.3.3. Техническое предпринимательство.
  - 4.4.4. Успешная работа в организациях.
- 4.3. Проектирование и управление системами:
  - 4.3.1. Постановка целей системы и определение требований к ней.
  - 4.3.2. Определение функции, концепции и архитектуры.
  - 4.3.3. Моделирование системы и контроль достижения целей.
  - 4.4.4. Организация работ.
- 4.4. Проектирование:
  - 4.4.1. Процесс проектирования.
  - 4.4.2. Стадии процесса проектирования.
  - 4.4.3. Применение знаний в проектировании.
  - 4.4.4. Дисциплина проектирования.
  - 4.4.5. Междисциплинарное проектирование.
  - 4.4.6. Многоцелевое проектирование.
- 4.5. Реализация:
  - 4.5.1. Проектирование процесса реализации.
  - 4.5.2. Процесс аппаратной сборки.
  - 4.5.3. Процесс программной сборки.
  - 4.5.4. Аппаратная и программная интеграция.
  - 4.5.5. Проверка, верификация, утверждение и сертификация.
  - 4.5.6. Управление оптимизацией.
  - 4.5.7. Инструктаж.
  - 4.5.8. Техническое обслуживание.
  - 4.5.9. Улучшение производительности системы.
  - 4.5.10. Вопросы утилизации изделий.
  - 4.5.11. Управление операциями.

## Содержание

Введение.....	3
Стандарты CDIO .....	5
Приложения.	
1. Критерии для проведения самооценки перехода на реализацию программ инженерного образования в соответствии с философией CDIO .....	20
2. Планируемые результаты обучения CDIO. План CDIO 1.0 (сокращенный) .....	26

Редактор И. Б. Сенишева

---

Подписано в печать 30.05.12. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. 1,75.  
Гарнитура «Times New Roman». Тираж 100 экз. Заказ 60.

---

Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
197376, С.-Петербург, ул. Проф. Попова, 5