

**Всемирная инициатива CDIO**

**Международный семинар  
по вопросам инноваций и  
реформированию  
инженерного образования**

**МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ УЧАСТНИКОВ СЕМИНАРА**

**г. Москва, Российская Федерация  
26-27 сентября 2011 г.**

Международный семинар по вопросам инноваций и реформированию инженерного образования «Всемирная инициатива CDIO»: Материалы для участников семинара (Пер. С.В. Шикалова) / Под ред. Н.М. Золотаревой и А.Ю. Умарова. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2011. – 60 с.

ISBN 978-5-87623-544-2

Настоящие материалы включают стандарты международной инициативы CDIO (версия 2.0) и сопряженные с ним документы, обеспечивающие проектирование образовательного процесса и оценку качества образования в инженерных вузах.

Публикация является переводом на русский язык материалов, подготовленных группой «Всемирная инициатива CDIO», под руководством проф. Эдварда Кроули (МИТ, США).

В совместном проекте «Всемирная инициатива CDIO» ведущие инженерные школы и технические университеты США, Канады, Европы, Соединенного Королевства, Африки, Азии и Новой Зеландии (более 40 университетов в 20 странах мира) принимают участие с 2002 года, предлагая новое видение развития современного инженерного образования в контексте CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate, т.е. Задумка – Проект – Реализация – Эксплуатация).

В России и некоторых других странах СНГ уже проводится ряд мероприятий в этом направлении, и данный семинар призван содействовать развитию инженерного образования, повышению заинтересованности в нём со стороны молодых поколений, обмену опытом и налаживанию долгосрочного сотрудничества в подготовке квалифицированных инженерных кадров для инновационной экономики в России и странах СНГ в рамках инициативы CDIO.

Настоящие материалы подготовлены для работы участников международного семинара по вопросам инноваций и реформированию инженерного образования «Всемирная инициатива CDIO» (26–27 сентября 2011 г., Москва, НИТУ «МИСиС»).

Издано при финансовой поддержке Бюро ЮНЕСКО в Москве.

Сведения и материалы, содержащиеся в данном издании, не обязательно отражают точку зрения ЮНЕСКО. За представленную информацию несут ответственность авторы.

**УДК 378:001**

**ISBN 978-5-87623-544-2**

© Кроули Э. и группа «Всемирная инициатива CDIO»  
(разработка материалов),  
© НИТУ «МИСиС» (перевод, редактирование, издание),  
© Бюро ЮНЕСКО в Москве, 2011

Формат 60 × 90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub> Тираж 100 экз. Объем 3,75 п.л. Заказ 3286

Отпечатано с готовых оригинал-макетов в типографии  
Издательского Дома МИСиС,  
119049, Москва, Ленинский пр-т, 4  
Тел. (499) 236-76-17, тел./факс (499) 236-76-35

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Стандарты CDIO (версия 2.0).....	4
2. План CDIO 1.0 (сокращенный) / The CDIO Syllabus 1.0 (Condensed) .....	17
3. План CDIO 1.0 (4-ый уровень детализации) / The CDIO Syllabus 1.0 (4th level of detail) .....	21
4. Анкета оценки проектов / Rubric for Assessing Projects .....	36
5. Анкета оценки устных презентаций и технического инструктажа / Rubric for Oral Presentations and Technical Briefings .....	39
6. Анкета оценки командной работы / Rubric for Assessing Teamwork .....	40
7. Шаблон самооценки на соответствие стандарту CDIO / CDIO Self-Evaluation Template (Compliance with CDIO Standards).....	41
8. Примеры доказательств соответствий стандартам CDIO (версия 2.0)/ Examples of Evidence of Compliance with the CDIO Standards v 2.0 .....	45

# 1. СТАНДАРТЫ CDIO (версия 2.0) (*THE CDIO STANDARDS v 2.0*)

## Аннотация

Крупный международный проект по реформированию инженерного образования был запущен в октябре 2000 года. Этот проект под названием Инициатива CDIO<sup>1</sup> расширился и теперь включает технические программы по всему миру. Видением проекта является предоставление студентам образования, которое подчеркивает инженерные основы, изложенные в контексте жизненного цикла реальных систем, процессов и продуктов «Задумай – Спроектируй – Реализуй – Управляй».

Инициатива CDIO имеет три общих цели - обучение студентов, чтобы они могли 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.

Инициатива CDIO создает ряд ресурсов, которые могут быть адаптированы и реализованы отдельными программами для вышеуказанных целей. Один из таких ресурсов, – стандарт CDIO, – приводится в этом документе.

Инициатива CDIO в январе 2011 приняла 12 стандартов образовательных программ CDIO. Эти стандарты были разработаны в помощь руководителям образовательных программ, выпускникам вузов, а также промышленным партнёрам для того, чтобы сориентировать их относительно принципов, по которым будет осуществляться общественно-профессиональное признание и оценка программ CDIO и их выпускников. Таким образом, разработанные стандарты CDIO определяют отличительные черты программ CDIO и выступают своего рода путеводителем в проведении образовательных реформ и осуществлении оценки их эффективности. По предложенным стандартам также становится ясно, какие цели и задачи должен поставить себе вуз для достижения общественно-профессионального признания в мире.

В 12 стандартах CDIO прописана общая философия программы (Стандарт 1), разработка учебных планов (Стандарты 2, 3 и 4), разработка практических заданий и проектирование помещений для занятий (Стандарты 5 и 6), новые методы преподавания и обучения (Стандарты 7 и 8), повышение

---

<sup>1</sup>CDIO – *Conceive – Design – Implement – Operate* – (с англ.) Задумай – Спроектируй – Реализуй – Управляй *прим. пер.* Дополнительные сведения об Инициатива CDIO, посетите <http://www.cdio.org>

квалификации профессорско-преподавательского состава (Стандарты 9 и 10), а также аудит и оценка программы и успеваемости студентов (Стандарты 11 и 12). 7 из 12 предложенных стандартов являются обязательными, поскольку они отличают программы CDIO от других образовательных программ (далее обязательные стандарты отмечены звёздочкой). Остальные 5 стандартов существенно способствуют успешной реализации программы CDIO, так как они устанавливались на основании лучшего практического опыта в инженерном образовании.

При характеристике каждого из стандартов в разделе «Описание» разъясняется значение самого стандарта, в разделе «Рациональность» изложены причины, по которым следует установить данный стандарт, в разделе «Данные» предложены некоторые факты о документации, связанной со стандартом, а также мероприятия, проводимые для его соблюдения.

### **Стандарт 1 – CDIO как общий контекст развития \***

**Принятие принципа, согласно которому создание и развитие продуктов и систем на протяжении всего их жизненного цикла – Задумка, Проектирование, Реализация и Управление – является общим контекстом развития инженерного образования.**

*Описание:* Программа CDIO исходит из принципа, что создание и развитие продуктов и систем на протяжении всего их жизненного цикла создают необходимый контекст инженерного образования. «Задумка – Проектирование – Реализация – Управление» выступает моделью всего жизненного цикла изделия. На стадии «Задумка» происходит определение потребностей покупателя; учитываются применяемые на предприятии технологии, стратегия его развития и его устав; составляются концептуальные, технические и бизнес-планы. На второй стадии «Спроектируй» составляются конструкторские планы, схемы и алгоритмы производства изделия, подлежащего к производству. На стадии «Реализуй» по составленным планам и схемам изделие производится, кодируется, проверяется и регистрируется. На завершающей стадии «Управляй» произведённый продукт эксплуатируется по назначению, осуществляется его техническая поддержка и обслуживание, изделие утилизируется и/или перерабатывается.

CDIO создаёт необходимую среду инженерного образования, в которой преподаются, усваиваются и применяются на практике технические знания и практические навыки. Такой подход к образованию принимают в том случае, когда профессорско-преподавательский состав единогласно решает открыть новые программы CDIO или же перевести на CDIO уже существующие программы, а также в тех случаях, когда лица, ответственные за реализацию самих образовательных программ, полностью согласны с этим принципом и готовы его развивать.

*Рациональность:* Начинающие инженеры должны уметь «Задумывать-Проектировать-Реализовывать», а также «Управлять» сложными продуктами и системами в современных условиях командной работы для получения добавочной стоимости. За время обучения они должны научиться управлять инженерными процессами, проектировать и создавать продукты и системы и применять полученные знания, работая в промышленных организациях. Это есть суть инженерной профессии.

*Данные:*

- программное заявление или любой другой документ, одобренный ответственными органами, характеризующий ту или иную программу как программу CDIO;
- профессорско-преподавательский состав и студенты, способные сформулировать принцип CDIO.

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

**Чёткое, подробное описание приобретённых личностных, межличностных и профессиональных инженерных компетенций в создании продуктов и систем, соответствующих установленным целям программы и одобренных всеми участниками программы.**

*Описание:* Знания, навыки и установки, полученные в ходе инженерного образования, т.е. результаты обучения, прописаны в Программе CDIO<sup>2</sup>. В результатах обучения, которые также называют целями и задачами обучения, детально разъясняется, что студенты должны знать и уметь по завершению обучения на инженерных образовательных программах. Помимо необходимых дисциплинарных знаний (Раздел 1), в Программе CDIO также прописаны личностные и межличностные компетенции выпускника, а также его умение изобретать продукты и системы. Личностные компетенции (Раздел 2) характеризуют когнитивное и аффективное развитие каждого выпускника, которое проявляется в способности мыслить технически и умении решать задачи, желании проводить эксперименты, открывать и изобретать новое, системности мышления, творческом мышлении, критическом мышлении и профессиональной этике. Межличностные компетенции (Раздел 3) характеризуют способность выпускника работать в одиночку и в коллективе, его способность быть лидером и эффективно общаться внутри команды. Под способностью создавать продукты и системы (Раздел 4), понимается способность выпускника задумывать, проектировать, реализовывать и управлять системами на производственных предприятиях, в бизнесе и социальной среде.

Результаты обучения обсуждаются и утверждаются ключевыми участниками программы – лицами, проявляющими общий интерес к

---

<sup>2</sup> Е.Ф. Кроули, *Программа CDIO: Описание целей и задач бакалаврского инженерного образования*, Доклад CDION<sup>o</sup>1 из МИТ, 2001. Доступен по ссылке: <http://www.cdio.org>

выпускникам инженерных программ. Результаты обучения должны соответствовать целям программы и иметь практическое значение при применении в реальной инженерной практике. Ключевые участники также помогают установить ожидаемый уровень профессиональной квалификации выпускника, или стандарт полученных знаний, для каждого из результатов обучения.

*Рациональность:* Определение чётких результатов обучения гарантирует, что студенты получают необходимую теоретико-практическую базу для работы в будущем. Члены профессиональных инженерных организаций и сотрудники промышленных предприятий имеют чёткие требования к молодым инженерам, как в профессиональном, так и в практическом отношении. Более того, многие аккредитационные и аудиторские агентства требуют, чтобы в инженерных программах были прописаны результаты обучения с описанием ожидаемого уровня знаний, умений и установок выпускников.

*Данные:*

- результаты обучения, характеризующие знания, умения и установки выпускающихся инженеров;
- результаты обучения, определённые ключевыми участниками программы (профессорско-преподавательский состав, студенты, выпускники и сотрудники промышленных предприятий).

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

**Учебный план, включающий в себя взаимодополняющие учебные дисциплины и позволяющий интегрировать в преподавании личностные, межличностные компетенции, а также компетенции создавать продукты и системы.**

*Описание:* Учебный план CDIO включает в себя задания, работая над которыми, студент помимо дисциплинарных знаний приобретает личностные, межличностные компетенции, а также умение создавать продукты и системы (Стандарт 2). Учебные дисциплины взаимно дополняют друг друга, пересекаются между собой по содержанию и совместно приводят к достижению необходимых результатов обучения. В подробном плане должна быть прописана взаимосвязь изучаемых учебных дисциплин с преподаваемыми компетенциями CDIO. К примеру, возможно составление карты-схемы взаимосвязи изучаемых дисциплин учебного плана с желаемыми результатами обучения.

*Рациональность:* Преподавание личностных, межличностных компетенций, а также компетенций создавать продукты и системы следует рассматривать не как отдельное дополнение к уже существующему завершённому учебному плану, а как его неотъемлемую составляющую. Для успешного освоения желаемых как дисциплинарных, так и личностных, межличностных компетенций, а также умения создавать продукты и

системы, учебный план должен быть составлен таким образом, чтобы обучение всем компетенциям велось параллельно. Профессорско-преподавательский состав принимает активное участие в составлении интегрированного учебного плана, предлагая установление необходимых междисциплинарных связей и информируя о возможностях достичь того или иного желаемого результата обучения в ходе преподавания своей дисциплины.

*Данные:*

- план, детально прописывающий интеграцию учебных дисциплин, входящих в учебный план CDIO;
- прописывание желаемых результатов обучения CDIO в тексте курсов программ CDIO;
- признание желаемых результатов обучения, прописанных в учебном плане, профессорско-преподавательским составом и студентами.

#### **Стандарт 4 – Введение в инжиниринг**

**Вводный курс, закладывающий основы инженерной практики в области создания продуктов и систем и обучающий основным личностным и межличностным компетенциям.**

*Описание:* Вводный курс, обычно, один из основных обязательных курсов программы, закладывает основную инженерную теоретико-практическую базу. В эту базу входит перечень задач и обязанностей инженера, а также применение дисциплинарных знаний на практике. Студенты занимаются практическим инжинирингом, решая задачи и выполняя простые задания на разработку изделий, самостоятельно или в группах. Курс также обучает основным личностным и межличностным компетенциям, предоставляет теоретические и практические знания, необходимые студентам для обучения на более продвинутых этапах программ разработки продуктов и систем. К примеру, студенты могут принимать участие в решении практических инженерных заданий небольшими группами для того, чтобы позже решать более сложные инженерные задачи в более многочисленных группах.

*Рациональность:* Вводные курсы призваны вызывать интерес со стороны студентов к инженерному делу, а также подкреплять их мотивацию заниматься инженерным делом, уделяя особое внимание применению полученных дисциплинарных знаний на практике. Студенты обычно выбирают программы по инжинирингу, потому что им хочется строить и создавать изделия, и вводные курсы помогают им сохранить их интерес и стремление создавать новое. К тому же вводные курсы способствуют раннему развитию в студенте необходимых для инженера компетенций, прописанных в Программе CDIO.

*Данные:*

- практические занятия, которые вводят основные личностные, межличностные компетенции, а также компетенции создавать продукты и системы;
- достижение студентом результатов обучения по программе CDIO, прописанных в Стандарте 2;
- высокий уровень заинтересованности студента в выбранной специальности (определяется с помощью проведения опросов студентов или с помощью анализа выбранных студентами учебных дисциплин).

### **Стандарт 5 – Задания по проектированию и созданию изделий\***

**Учебный план, включающий в себя как минимум два учебно-практических задания по проектированию и созданию изделий, одно из которых выполняется на начальном уровне, а второе – на продвинутом уровне.**

*Описание:* Под термином «учебно-практическое задание по проектированию и созданию изделий» понимается комплекс инженерных занятий, который является ключевым в процессе создания новых продуктов и систем. В него входят все занятия, прописанные в Стандарте 1 на стадиях «Спроектируй» и «Реализуй», а также некоторые из занятий, затрагивающих конструкторский дизайн на стадии «Задумай». Студенты развивают умение проектировать и создавать новые продукты и системы, а также способность применять теоретические знания в реальной инженерной практике, решая учебно-практические задания по проектированию и созданию продуктов и систем, интегрированные в учебный план. Задания на проектирование и создание новых продуктов и систем могут быть базовыми и продвинутыми, в зависимости от их глубины, сложности и последовательности в программе. К примеру, задания на проектирование и создание более простых продуктов и систем выполняются на более ранних стадиях программы, в то время как более сложные инженерно-технические задания предлагаются на более поздних этапах учебной программы для того, чтобы студенты могли применить полученные ранее теоретические основы на практике. Задания на задумку, проектирование, реализацию и управление продуктами и системами также могут быть включены в качестве внеаудиторной нагрузки – к примеру, в виде курсовых работ или производственной практики.

*Рациональность:* Задания на проектирование и создание новых продуктов структурированы и внедрены в учебный план таким образом, что способствуют раннему успеху студентов в инженерной практике. Выполнение ряда заданий на проектирование и создание новых продуктов и постепенное увеличение уровня их сложности способствует лучшему пониманию студентами процесса создания продуктов и систем. Задания на проектирование и создание новых продуктов и систем также способствуют более глубокому усвоению базы, на основе которой выстраивается чёткое и

глубокое понимание технических дисциплин. Разработка и создание продуктов и систем в условиях реального инженерного практического контекста даёт студентам возможность определиться с их будущими профессиональными интересами.

*Данные:*

- как минимум два учебно-практических задания по проектированию и созданию изделий, включённых в учебный план (к примеру, одно – как часть вводного курса, а второе – как часть продвинутого курса);
- требуется выполнение внеаудиторной учебно-практической работы (работа в лабораториях и прохождение производственной практики на предприятиях);
- получение базовых практических навыков, которые послужат базой для освоения технических дисциплин.

## **Стандарт 6 – Учебные помещения CDIO**

**Учебные аудитории и лаборатории, в которых возможна организация практического подхода к обучению навыкам проектирования и создания продуктов и систем, передача дисциплинарных знаний, а также организация социального обучения.**

*Описание:* Учебные помещения включают в себя традиционные образовательные пространства – учебные аудитории, лекционные залы, залы для проведения семинаров, а также помещения для занятия инженерной практической деятельностью и лаборатории. Работа в инженерных лабораториях способствует освоению навыков проектирования и создания продуктов и систем параллельно с получаемыми дисциплинарными знаниями. В учебных инженерных лабораториях создается оптимальная атмосфера, как для индивидуального, так и социального обучения, при котором студенты могут делиться друг с другом опытом, учиться друг у друга и общаться в группах. Создание новых учебных помещений или перепланирование уже существующих лабораторий варьируется в зависимости от объема программы и ресурсов учреждения.

*Рациональность:* Учебные помещения и практические лаборатории, в которых возможна организация практического подхода к обучению, – фундаментальные ресурсы для обучения процессу проектирования, создания и проверки продуктов и систем. Студенты, располагающие доступом к современному инженерному оборудованию, программному обеспечению и лабораториям, имеют возможность получить знания, навыки и установки проектирования и создания новых продуктов и систем. Эти практические навыки лучше всего развиваются в интерактивной, удобной среде, где всё создано для студента.

*Данные:*

- достаточное пространство, оснащённое современным инженерным оборудованием;
- учебные помещения, ориентированные на студента, интерактивные и удобные в обращении;
- высокий уровень удовлетворенности учебными помещениями со стороны профессорско-преподавательского состава, сотрудников университета и студентов.

### **Стандарт 7 – Интегрированные учебные задания\***

**Интегрированные учебные задания, при выполнении которых осваиваются дисциплинарные знания, а также личностные, межличностные компетенции и умение проектировать и создавать новые продукты и системы.**

*Описание:* Интегрированные учебные задания это задания, при выполнении которых получение дисциплинарных знаний происходит одновременно с освоением личностных, межличностных навыков, а также умение проектировать и создавать продукты и системы. При таком подходе обучение профессиональным инженерным навыкам и теоретическим дисциплинам происходит одновременно. К примеру, при выполнении одного и того же задания студенты могли бы заниматься анализом продукта, его разработкой, и при этом обсуждать социальную ответственность его разработчика. Промышленные партнёры, выпускники и другие ключевые участники зачастую оказывают немалую помощь в разработке подобных практических заданий.

*Рациональность:* Желаемый учебный план может быть составлен, а результаты обучения, прописанные в Стандартах 2 и 3 соответственно, могут быть достигнуты только в том случае, если выработаны соответствующие педагогические подходы, при которых передача профессиональных и дисциплинарных знаний будет вестись параллельно. К тому же, важно, чтобы студенты считали преподавателей, членов профессорско-преподавательского состава, эталонными инженерами, которые не только передают им дисциплинарные теоретические знания, но и обучают личностным, межличностным навыкам и умению проектировать и создавать продукты и системы. При использовании интегрированных учебных заданий в ходе занятий преподаватели будут эффективнее обучать студентов применять теоретические знания в реальной инженерной практике и готовить из студентов квалифицированных инженеров, соответствующих современным требованиям работодателя.

*Данные:*

- разработка практических учебных заданий в соответствии с желаемыми результатами обучения CDIO и требуемыми профессиональными компетенциями;

- непосредственная вовлеченность преподавателей-инженеров в составление интегрированных заданий;
- участие промышленных партнёров и других ключевых участников в разработке учебных заданий.

## **Стандарт 8 – Активное обучение**

### **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 – на привлечение студентов к генерированию, анализу, оценке и применению идей. Активное обучение в рамках лекционных курсов может принимать форму группового обсуждения задач, презентаций в аудитории, активных семинарских обсуждений, совместном решении концептуальных вопросов. Немаловажную роль играет мнение студентов относительно того, чему их обучают, а также их непосредственное участие в обсуждении. Активное обучение имеет практическую направленность только тогда, когда студенты моделируют случаи из реальной инженерной практики – проектируют и создают изделия, анализируют и решают практические задачи.

*Рациональность:* 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 также лучше понимают, что и как они узнают. Этот мета-когнитивный процесс помогает повысить мотивацию студентов и достичь желаемых результатов обучения, а также прививает в них стремление к непрерывному образованию. При помощи методов активного практического обучения преподаватели помогают студентам лучше понять взаимосвязи между ключевыми понятиями и упростить процесс применения полученных теоретических знаний в реальных инженерных условиях.

*Данные:*

- документально засвидетельствованное успешное применение методов активного обучения (измеряется путём проведения опросов по окончании занятий, составления докладов коллег, посещающих занятия);
- большая часть профессорско-преподавательского состава использует в преподавании активные методы обучения;
- высокие показатели студентов в достижении желаемых результатов обучения CDIO;
- высокий уровень удовлетворённости студентов методами активного обучения.

## **Стандарт 9 – Повышение компетентности профессорско-преподавательского состава в навыках CDIO \***

**Мероприятия, направленные на повышение компетентности профессорско-преподавательского состава в области личностных, межличностных компетенций, а также в умении создавать продукты и системы.**

*Описание:* Программы CDIO оказывают поддержку членам профессорско-преподавательского состава в повышении их компетентности в области личностных, межличностных компетенций, а также в умении создавать продукты и системы (см. Стандарт 2). Лучше всего эти навыки развиваются в контексте профессиональной инженерной практики. Особенности и объем программ повышения квалификации профессорско-преподавательского состава варьируется в зависимости от задач образовательных программ и ресурсов учебных учреждений. К мероприятиям, направленным на повышение компетентности членов профессорско-преподавательского состава, можно отнести следующие: профессиональные стажировки на промышленных предприятиях, сотрудничество с коллегами, занятыми в промышленности, в работе над научно-исследовательскими и образовательными проектами, учёт инженерной практики при трудоустройстве и продвижению по службе, занятие научно-практической деятельностью в стенах университета.

*Рациональность:* Если члены профессорско-преподавательского состава планируют обучать студентов личностным и межличностным компетенциям, а также умению создавать продукты и системы, описанным в Стандартах 3,4,5 и 7, то они сами должны быть предельно компетентными в этой области. Многие преподаватели инженерных дисциплин являются экспертами в теоретической и практической базе преподаваемых ими дисциплин, но при этом сами располагают весьма ограниченным практическим опытом работы в реальных промышленных и бизнес условиях. К тому же стремительное развитие технологических инноваций предполагает постоянное развитие инженерных навыков. Преподаватели должны укреплять и развивать свои инженерные познания и практические навыки для того, чтобы приводить студентам реальные актуальные примеры из практики инженеров и служить для них примером современного практикующего инженера.

*Данные:*

- большая часть профессорско-преподавательского состава, компетентного в области личностных, межличностных компетенций, а также умении создавать продукты и системы (измеряется с помощью тестов, опросов, наблюдений);
- высокий процент преподавателей, занимающихся практической инженерной деятельностью;

- степень компетентности преподавателей в этой области должна учитываться при приёме преподавателей на работу, при регулярной оценке их деятельности, а также при их должностном повышении;
- выделение ресурсов на повышение компетентности профессорско-преподавательского состава в этой области.

### **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.**

*Описание:* Программа CDIO оказывает поддержку членам профессорско-преподавательского состава в повышении их компетентности в проведении интегрированных учебных занятий (Стандарт 7), в применении методов активного обучения (Стандарт 8), а также в осуществлении оценки успеваемости студентов (Стандарт 11). Особенности и объем проводимых мероприятий варьируются в зависимости от программы и выделенных ресурсов. К мероприятиям, направленным на повышение компетентности членов профессорско-преподавательского состава в этой области, можно отнести следующие: организация внутренних и внешних программ повышения квалификации, проведение форумов для обмена идеями и опытом, осуществление оценки работы преподавателей.

*Рациональность:* Если члены профессорско-преподавательского состава планируют преподавать и оценивать студентов по-новому, так, как то прописано в Стандартах 7,8 и 11, им нужно дать возможность развивать и улучшать свои собственные профессиональные навыки. Во многих университетах существуют подразделения, ответственные за организацию и проведение программ повышения квалификации, и они были бы заинтересованы в сотрудничестве с программами CDIO. К тому же, учитывая то, что в программах CDIO подчёркивается важность выработки нового подхода к преподаванию, обучению и оценке знаний, необходимо выделять достаточные ресурсы на повышение квалификации профессорско-преподавательского состава.

*Данные:*

- большая часть профессорско-преподавательского состава компетентна в новых методах преподавания, обучения и оценки успеваемости студентов (измеряется путём проведения тестов, опросов, наблюдений);
- степень компетентности преподавателей в этой области должна учитываться при приёме преподавателей на работу, при регулярной оценке их деятельности, а также при повышении в должности;
- выделение ресурсов на повышение компетентности профессорско-преподавательского состава.

## Стандарт 11 – Оценка усвоения навыков CDIO \*

**Оценка успеваемости студентов в усвоении личностных, межличностных компетенций, способности создавать продукты и системы, а также дисциплинарных знаний.**

*Описание:* Оценка успеваемости студентов есть мера, по которой определяется степень достижения установленных желаемых образовательных результатов каждым студентом. Обычно, такая оценка проводится преподавателями в рамках преподаваемых ими дисциплин. При осуществлении эффективной оценки успеваемости студентов используется разнообразие методов с установкой на желаемые результаты обучения: дисциплинарные знания, личностные, межличностные компетенции, умение создавать продукты и системы (см. Стандарт 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.

*Рациональность:* Если для нас приоритетны личностные, межличностные компетенции студентов, их умение создавать продукты и системы, если мы устанавливаем их как показатели эффективности образования и учитываемых при составлении учебных планов и учебных заданий, то нам требуется выработать эффективные методы оценки этих навыков. Необходимо выработать свои критерии оценки к каждому из обозначенных результатов образования. К примеру, эффективность освоения дисциплинарных знаний может быть оценена при проведении устных и письменных экзаменов и проверочных работ, а вот умение проектировать и создавать продукты и системы лучше оценивать при выполнении практической работы. Использование разнообразных методов оценки успеваемости студентов помогает получить достоверную и полную информацию об успеваемости студентов. Таким образом, степень достижения желаемых результатов обучения каждым студентом будет определяться с максимальной точностью.

*Данные:*

- методы оценки напрямую зависят от установленных результатов обучения CDIO;
- успешное применение отобранных методов оценки;
- высокий процент преподавателей, применяющих соответствующие методы оценки;
- определение степени достижения каждым студентом желаемого результата обучения, основанное на достоверных и полных данных.

## Стандарт 12 – Оценка программы CDIO

**Система, по которой осуществляется оценка всей программы по перечисленным двенадцати стандартам для студентов, преподавателей и других ключевых участников с целью непрерывного совершенствования образовательного процесса.**

*Описание:* Под оценкой программы понимается соответствие всей программы установленным показателям успешности. Оценка должна быть произведена в соответствии с утверждёнными двенадцати стандартами CDIO. Сбор статистических данных об успешности программы может производиться за счёт проведения оценки успешности отдельного курса, получения советов со стороны членов профессорско-преподавательского состава, проведения опросов до и после программы, анализа отчётов внешних аудиторов, а также проведения опросов среди выпускников и работодателей через некоторое время, после завершения обучения. Эта информация может регулярно собираться преподавателями, студентами, администраторами программ, выпускниками или же любыми другими ключевыми участниками. Все эти статистические данные вкуче дают возможность произвести общую оценку программы и способствовать её дальнейшему улучшению и развитию.

*Рациональность:* Основная задача проведения оценки программы состоит в том, чтобы оценить её эффективность и степень достижения поставленных целей. Статистические оценочные данные, собранные для произведения глобальной оценки, также необходимы для непрерывного совершенствования программы. К примеру, если по окончании программы большинство студентов считают, что им не удалось достичь некоторых из желаемых результатов, то программа может быть пересмотрена, причины, по которым результаты не были достигнуты, выявлены и устранены. К тому же многие аккредитационные и аудиторские агентства зачастую требуют, чтобы статистические данные успешности программы собирались систематически.

*Данные:*

- разнообразие методов оценки эффективности программы, применяемых для сбора информации со стороны студентов, преподавателей, руководителей программ, выпускников и других ключевых участников;
- внесение изменений в дальнейшую реализацию программы на основании полученной оценки;
- внесение изменений в программу на основании полученной оценки как залог успешного непрерывного развития.

## **2. План CDIO 1.0 (сокращенный) (*The CDIO Syllabus 1.0 (Condensed)*)**

### **1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ И МЫШЛЕНИЕ**

- 1.1. ЗНАНИЕ БАЗОВЫХ НАУК
- 1.2. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ЗНАНИЯ
- 1.3. ПРОДВИНУТЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ЗНАНИЯ

### **2. ЛИЧНОСТНЫЕ И ПРОФФЕСИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ**

- 2.1. ИНЖЕНЕРНОЕ МЫШЛЕНИЕ И СПОСОБНОСТЬ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ
  - 2.1.1 Обнаружение и формулирование проблемы*
  - 2.1.2 Моделирование*
  - 2.1.3 Оценка и качественный анализ*
  - 2.1.4 Анализ с сомнением*
  - 2.1.5 Решения и рекомендации*
- 2.2. ЭКСПЕРИМЕНТИРОВАНИЕ И ОБНАРУЖЕНИЕ ЗНАНИЙ
  - 2.2.1 Формулирование гипотезы*
  - 2.2.2 Анализ печатной и электронной литературы*
  - 2.2.3 Экспериментальное исследование*
  - 2.2.4 Проверка и защита гипотезы*
- 2.3. СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ
  - 2.3.1 Целостное мышление*
  - 2.3.2 Слияние и взаимодействие внутри систем*
  - 2.3.3 Расстановка приоритетов*
  - 2.3.4 Уступки, суждение и балансирование при решении*
- 2.4. ЛИЧНОСТНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И УСТАНОВКИ
  - 2.4.1 Инициатива и желание идти на риск*

*2.4.2 Настойчивость и гибкость*

*2.4.3 Творческое мышление*

*2.4.4 Критическое мышление*

*2.4.5 Знание о собственных личностных навыках, умениях и установках*

*2.4.6 Любознательность и непрерывное образование*

*2.4.7 Управление временем и ресурсами*

## **2.5. ПРОФФЕСИОНАЛЬНЫЕ НАВЫКИ И УСТАНОВКИ**

*2.5.1 Профессиональные этика, честь, ответственность и отчётность*

*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 эффективного коллектива*

*3.1.2 Работа в коллективе*

*3.1.3 Рост и развитие коллектива*

*3.1.4 Лидерство*

*3.1.5 Техника формирования коллектива*

### **3.2. КОММУНИКАЦИЯ**

*3.2.1 Стратегия 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*

*3.3.2 Языки промышленных стран-партнёров*

*3.3.3 Другие языки*

## **4. ЗАДУМКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РЕАЛИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ 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 установка требований к ней*

*4.3.2 Определение функции, концепта 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 Дисциплинарное проектирование*

*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*

### **3. План CDIO 1.0 (4-ый уровень детализации)** *(The CDIO Syllabus 1.0 (4th level of detail))*

#### **1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ И МЫШЛЕНИЕ**

##### **1.1. ЗНАНИЕ БАЗОВЫХ НАУК**

*(Зависит от программы)*

##### **1.2. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ЗНАНИЯ**

*(Зависит от программы)*

##### **1.3. ПРОДВИНУТЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ЗНАНИЯ**

*(Зависит от программы)*

#### **2. ЛИЧНОСТНЫЕ И ПРОФФЕСИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ**

##### **2.1. ИНЖЕНЕРНОЕ МЫШЛЕНИЕ И СПОСОБНОСТЬ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ**

###### **2.1.1. Обнаружение и формулирование проблемы**

*Оценить данные и показания*

*Проанализировать предположения и вероятную степень погрешности*

*Продемонстрировать способность приступать к выполнению заданий по степени их важности*

*Сформулировать план действий (выработка общего плана действий, аналитических и количественных решений, проведение качественного анализа, проведение экспериментов и учёт погрешности)*

###### **2.1.2. Моделирование**

*Уметь упрощать сложные системы и среды за счёт допущений*

*Уметь выбирать и применять концептуальные и качественные модели*

*Уметь выбирать из нескольких моделирующих ситуаций*

###### **2.1.3. Оценка и качественный анализ**

*Оценить порядки возрастания, связи и тенденции*

*Проводить проверку на устойчивость и наличие ошибок (ограничения, единицы и проч.)*

*Уметь обобщать аналитические решения*

###### **2.1.4. Анализ с сомнением**

*Выявлять неполные или сомнительные данные*

*Применять вероятностные и статистические модели событий и последствий*

*Анализировать возможные инженерные риски и затраты*

*Обсуждать анализ выработки решений*

*Планировать доход и резерв*

#### 2.1.5. Решения и рекомендации

*Находить комплексные решения*

*Анализировать основные результаты решений и данные тестирования*

*Анализировать расхождения в результатах и устранять их*

*Формулировать основные рекомендации*

*Оценивать возможные улучшения в процессе решения задач*

### 2.2. ЭКСПЕРИМЕНТИРОВАНИЕ И ОБНАРУЖЕНИЕ ЗНАНИЙ

#### 2.2.1. Формулирование гипотезы

*Отбирать актуальные вопросы для анализа*

*Формулировать гипотезы для проверки*

*Обсуждать вопросы контроля и контрольных групп*

#### 2.2.2. Анализ печатной и электронной литературы

*Выбрать стратегию литературного поиска*

*Уметь искать информацию и данные, используя ресурсы библиотеки (электронные каталоги, базы данных, поисковые системы)*

*Уметь классифицировать первичную информацию*

*Оценивать качество и надёжность информации*

*Находить новое и необходимое в найденной информации*

*Выявлять вопросы, ответы на которые не удалось получить*

*Составить список используемой цитируемой литературы*

#### 2.2.3. Экспериментальное исследование

*Сформулировать экспериментальный концепт и стратегию*

*Обсудить предостережения при проведении экспериментов с участием людей*

*Спланировать проведение эксперимента*

*Разработать протокол испытаний и экспериментальных процедур*

*Снять экспериментальные измерения*

*Проанализировать и сообщить экспериментальные данные*

*Сопоставить экспериментальные данные с доступными моделями*

#### 2.2.4. Проверка и защита гипотезы

*Обсудить статистическое обоснование данных*  
*Обсудить ограничения использованных данных*  
*Сделать выводы, основанные на данных, потребностях и ценностях*  
*Оценить возможные улучшения в процессе обнаружения знаний*

## 2.3. СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ

### 2.3.1. Целостное мышление

*Определить систему, её поведение и элементы*  
*Применять междисциплинарный подход для всестороннего понимания системы*  
*Определить социальный, предпринимательский и технический контекст системы*  
*Определить взаимосвязь системы с внешними факторами, а также поведенческий эффект системы*

### 2.3.2. Слияние и взаимодействие внутри систем

*Обсудить понятия, необходимые для создания и моделирования системы*  
*Определить поведенческие и функциональные свойства (заданные и произвольные) системы*  
*Определить важные взаимосвязи между элементами системы*  
*Производить периодическую оценку адаптации интегрируемых элементов*

### 2.3.3. Расстановка приоритетов

*Определить и классифицировать все факторы, связанные с системой*  
*Определить движущие факторы из комплекса всех факторов*  
*Объяснить распределение ресурсов для разрешения ключевых проблем*

### 2.3.4. Уступки, суждение и балансирование при решении

*Определить конфликтующие факторы и разрешить конфликт путём уступок*  
*Отобрать и принять решения, которые сбалансируют различные факторы, разрешат конфликты и оптимизируют систему в целом*  
*Описать и сопоставить применение гибких и оптимальных решений на протяжении всего жизненного цикла системы*  
*Проанализировать потенциальный прогресс в применяемом системном мышлении*

## 2.4. ЛИЧНОСТНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И УСТАНОВКИ

#### 2.4.1. Инициатива и желание идти на риск

*Определить потребности и возможности задачи*

*Обсудить возможные преимущества и риски действия*

*Объяснить методы и временные рамки выполнения задачи*

*Уметь брать на себя лидерство в новых начинаниях и рационально действовать*

*Совершать решающие действия, приносить результаты и сообщать о них*

#### 2.4.2. Настойчивость и гибкость

*Уметь сохранять уверенность в себе, проявлять энтузиазм и заинтересованность*

*Осознавать важность упорной, интенсивной работы и уделять внимание мелочам*

*Уметь приспосабливаться к изменениям*

*Проявлять желание и способность работать самостоятельно*

*Проявлять желание работать в коллективе, способность считаться с другими и оценивать различные точки зрения*

*Уметь воспринимать критику и похвалу*

*Обсудить разграничение между личной и профессиональной жизнью*

#### 2.4.3. Творческое мышление

*Уметь мыслить концептуально и абстрактно*

*Уметь излагать свои мысли кратко и лаконично*

*Уметь воплощать творческие задумки в реальные продукты*

*Обсуждать роль творчества в искусстве, точных и гуманитарных науках и в технологиях*

#### 2.4.4. Критическое мышление

*Анализировать формулировку задачи*

*Избирать логические доводы и решения*

*Оценивать подтверждающие данные*

*Выявлять противоречивые утверждения, теории и факты*

*Выявлять логические несоответствия*

*Проверять гипотезы и выводы*

#### 2.4.5. Знание о собственных личностных навыках, умениях и установках

*Описывать свои навыки, умения, интересы, сильные и слабые стороны*

*Обсуждать силу своих способностей, а также свою ответственность за самосовершенствование с целью преодолеть свои слабые стороны*

*Обсуждать важность глубоких и обширных познаний*

#### 2.4.6. Любознательность и непрерывное образование

*Обсуждать мотивацию к непрерывному самообразованию*

*Уметь самообразовываться*

*Обсуждать свои способы самообучения*

*Обсуждать развитие своих отношений с наставниками*

#### 2.4.7. Управление временем и ресурсами

*Обсуждать распределение заданий по степени приоритетности*

*Объяснить важность и/или срочность выполнения заданий*

*Объяснить эффективное исполнение заданий*

### 2.5. ПРОФФЕСИОНАЛЬНЫЕ НАВЫКИ И УСТАНОВКИ

#### 2.5.1. Профессиональные этика, честь, ответственность и отчётность

*Знать и соблюдать этические нормы и принципы*

*Уметь действовать в соответствии с принципами, невзирая на критику*

*Определять возможность возникновения конфликта между профессиональными этическими понятиями*

*Осознавать, что ошибки допускаются, однако за них нужно нести ответственность*

*Проявлять должное уважение к коллегам*

*Быть готовым помогать коллегам*

#### 2.5.2. Профессиональное поведение

*Обсуждать поведение в коллективе*

*Объяснять профессиональную вежливость*

*Определять международные правила и нормы общения*

#### 2.5.3. Планирование своей карьеры

*Обсуждать свое видение профессионального будущего*

*Объяснять взаимодействие с профессионалами*

*Определить набор своих профессиональных навыков и умений*

#### 2.5.4. Осведомленность в актуальных новостях мира инженерии

*Обсуждать потенциальное влияние новых научных открытий*

*Описать социальное и техническое влияние новых технологий и инноваций*

*Обсуждать знание о современной практике и технологиях в инженерии*

*Объяснять связь между инженерной теорией и практикой*

### 3. МЕЖЛИЧНОСТНЫЕ НАВЫКИ И УМЕНИЯ:

## **РАБОТА И ОБЩЕНИЕ В КОЛЛЕКТИВЕ**

### **3.1. РАБОТА В КОЛЛЕКТИВЕ**

#### **3.1.1. Формирование эффективного коллектива**

*Определить этапы формирования коллектива и его жизненный цикл*

*Изложить задачи и процессы командной работы*

*Определить роли и обязанности членов коллектива*

*Проанализировать цели, потребности и характеристики (стиль работы, культурные различия) каждого из членов коллектива*

*Проанализировать сильные и слабые стороны коллектива*

*Обсудить основные правила и нормы конфиденциальности,*

*ответственности и проявления инициативы при работе в коллективе*

#### **3.1.2. Работа в коллективе**

*Определить цели и повестку дня*

*Планировать эффективные рабочие встречи*

*Соблюдать основные правила работы в коллективе*

*Уметь эффективно общаться (внимательно слушать, активно сотрудничать, делиться информацией и получать её)*

*Продемонстрировать умение давать оценку*

*Уметь планировать и реализовывать проекты*

*Формулировать решения задач (творческий подход и умение принимать решение)*

*Уметь улаживать конфликты и приходить к компромиссу*

#### **3.1.3. Рост и развитие коллектива**

*Обсуждать стратегии критики, оценки и самооценки*

*Определять навыки развития и роста коллектива*

*Определять навыки индивидуального развития внутри коллектива*

*Объяснять стратегии развития устной и письменной коммуникации внутри коллектива*

#### **3.1.4. Лидерство**

*Объяснять задачи и цели коллектива*

*Отработать процесс управления коллективом*

*Уметь брать на себя лидерство и практиковать организационные навыки (раздача указаний, инструктирование, оказание поддержки и помощи, передача полномочий)*

*Умение толковать подходы к мотивации (стимулирующие*

*вознаграждения, постанова в пример для других коллег, похвала и поощрение и проч.)*

*Научиться представлять коллектив другим*

*Описать функции наставников и советников*

### 3.1.5. Техника формирования коллектива

*Опишите работу в коллективах различного вида*

*Междисциплинарные коллективы (включая коллективы, в состав которых входят члены без инженерного образования)*

*Многочисленные и малочисленные коллективы*

*Удалённая работа в коллективе, работа при помощи электронных средств связи*

*Уметь общаться с членами коллектива при помощи технических средств связи*

## 3.2. КОММУНИКАЦИЯ

### 3.2.1. Стратегия коммуникации

*Анализировать коммуникативную ситуацию*

*Выбрать задачи коммуникации*

*Анализировать потребности и характер аудитории*

*Анализировать коммуникативный контекст*

*Выбрать коммуникативную стратегию*

*Выбрать необходимый набор технических средств коммуникации*

*Выбрать коммуникативный стиль (внесение предложений, анализ сделанных предложений, совместное обсуждение, ведение документации, обучение)*

*Определить содержательную и организационную сторону коммуникации*

### 3.2.2. Структура коммуникации

*Выстраивать логические, убедительные доводы*

*Создавать логичную связь между идеями*

*Подбирать подходящие, надёжные, точные и убедительные доказательства*

*Писать на лаконичном, точном и ясном языке*

*Анализировать риторические факторы (к примеру, пристрастность*

*аудитории)*

*Определить междисциплинарное и мультикультурное общение*

### 3.2.3. Письменная коммуникация

*Писать связные и лаконичные тексты*

*Писать без орфографических, пунктуационных и грамматических ошибок*

*Уметь форматировать текст*

*Знать правила технического письма*

*Умение создавать тексты различной стилевой направленности (неформальные, формальные письма, доклады, отчёты и проч.)*

### 3.2.4. Электронная коммуникация

*Уметь создавать электронные презентации*

*Определять правила использования электронной корреспонденции, голосовой почты и видеосредств связи*

*Уметь использовать различные стили оформления электронных документов (таблицы, веб-страницы и проч.)*

### 3.2.5. Графическая коммуникация

*Уметь создавать наброски и чертежи*

*Уметь создавать таблицы и графики*

*Уметь интерпретировать формальные чертежи и схемы*

### 3.2.6. Устная презентация и межличностная коммуникация

*Научиться готовить презентации с медиа-объектами, используя грамотный язык, выдерживая их в адекватном стиле, придерживаясь установленных временных рамок*

*Уместно использовать невербальную коммуникацию (жестикауляция, зрительный контакт, самообладание)*

*Уметь чётко отвечать на поставленные вопросы*

## 3.3. КОММУНИКАЦИЯ НА ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКАХ

### 3.3.1. Английский

### 3.3.2. Языки промышленных стран-партнёров

### 3.3.3. Другие языки

## 4. ЗАДУМКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РЕАЛИЗАЦИЯ

## **И УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ И В ОБЩЕСТВЕ**

### **4.1. СОЦИАЛЬНЫЙ КОНТЕКСТ**

#### **4.1.1. Задачи и ответственность инженеров**

*Принимают на себя роли и ответственность инженерной профессии*

*Принимают на себя ответственность инженеров перед обществом*

#### **4.1.2. Влияние инженерии на общество**

*Объяснить влияние инженерии на экологию, социальные и экономические системы в современной культуре*

#### **4.1.3. Общественный контроль инженерии**

*Принимать роль общества как регулятора инженерии*

*Соглашаться со способами, которыми законодательные и политические системы регулируют и контролируют инженерию*

*Описать, как профессиональные сообщества устанавливают стандарты*

*Описать, как создаётся, используется и защищается интеллектуальная собственность*

#### **4.1.4. Историко-культурный контекст**

*Описать различную природу и историю человеческих сообществ, а также их литературные, философские и художественные традиции*

*Описать анализ, необходимый для обсуждения языков, идей и ценностей*

#### **4.1.5. Современные вопросы и ценности**

*Описать современные важные политические, социальные, юридические и экологические вопросы и ценности*

*Описать процесс установления современных ценностей, а также свою роль в формировании этого процесса*

*Определить механизмы углубления и распространения знаний*

#### **4.1.6. Выработка глобальной перспективы**

*Описать интернационализацию человеческой деятельности*

*Обсудить схожесть и различие политических, общественных, экономических, деловых и технических правил и норм различных культур*

*Обсудить международные соглашения и союзы между правительствами и предприятиями различных стран*

### **4.2. ДЕЛОВОЙ КОНТЕКСТ**

#### 4.2.1. Уважение различных предпринимательских культур

*Осознавать различия в процессе, культуре и признании успеха на предприятиях различных стран и культур:*

- Академические, правительственные, неправительственные, коммерческие и некоммерческие организации*
- Плановое / рыночное ориентирование компании*
- Большие и малые предприятия*
- Централизованные и розничные предприятия*
- Соотношение НИОКР и производственной деятельности компании*
- Стадии развития предприятия*
- Длинные и короткие циклы развития*
- С участием / без участия профсоюзов*

#### 4.2.2. Стратегия, цели и планирование предприятия

- Сформулировать миссию и сферу деятельности предприятия*
- Определить ключевую сферу компетенции предприятия и его рынок*
- Признавать важность технологического и исследовательского прогресса*
- Определить ключевых союзников и поставщиков*
- Перечислить финансовые и управленческие цели и способы измерения успеха*
- Признавать важность финансового планирования и контроля*
- Описать отношения с ключевыми участниками процесса (с владельцами, сотрудниками, потребителем и проч.)*

#### 4.2.3. Техническое предпринимательство

- Обсудить технологии, которые могут помочь при ведении предпринимательской деятельности*
- Обсудить технологии, которые создают новые продукты и системы*
- Описать финансовую и организационную структуру предприятия*

#### 4.2.4. Успешная работа в организациях

- Определить функцию управления*
- Описать различные роли и обязанности в организации*
- Описать роли функционально-организационной структуры*
- Описать способы эффективной работы внутри иерархии компании и с её основными подразделениями*
- Описать изменения, динамику и эволюцию организаций*

### 4.3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ

#### 4.3.1. Постановка целей системы и установка требований к ней

*Определить потребности и возможности рынка*

*Выявить и проанализировать потребительские потребности*

*Определить возможности новых технологий*

*Объяснить факторы, создающие комплекс требований к системе*

*Определить цели, стратегии, возможности и союзников предприятия*

*Определить и классифицировать конкурентов, установить критерии оценки*

*Понимать этические, социальные, экологические, юридические и регуляторные влияния*

*Объяснить возможность изменения факторов, влияющих на систему, её цели и доступные ресурсы*

*Объяснить цели и требования системы*

*Определить язык / формат целей и требований*

*Уметь толковать основополагающие ключевые цели (основанные на потребностях, возможностях и других влияниях)*

*Объяснить способы оценки производительности системы*

#### 4.3.2. Определение функции, концепта и архитектуры

*Определить необходимые функции системы (с поведенческой детализацией)*

*Отобразить системные концепты*

*Определить необходимый уровень технологии*

*Проанализировать компромиссы между концептами и взаимоотношения между ними*

*Определить высокоуровневую архитектурную форму и структуру*

*Обсудить разложение формы на элементы, назначение функций каждого элемента, определение взаимодействия между ними*

#### 4.3.3. Моделирование системы и контроль достижения целей

*Определить соответствующие модели технической производительности*

*Обсудить концепт реализации проектов*

*Обсудить затраты и значимость жизненного цикла (проектирование, реализация, функционирование, перспектива и проч.)*

*Обсудить компромиссные решения между различными целями, функциями, концептами и структурой, а также итерацию до достижения конечной цели*

#### 4.3.4. Организация работ

*Описать производительность, график и стоимость работ*

*Обсудить важные звенья процесса*

*Объяснить управление конфигурацией системы и документацию*

*Сопоставить производительность системы с желаемыми показателями*  
*Определить процесс контроля бюджета проекта*  
*Обсудить распределение ресурсов*  
*Оценить риски и альтернативы*  
*Обсудить возможные процессы дальнейшего развития*

#### 4.3.5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ

##### **Процесс проектирования**

*Выбрать требования для каждого элемента или компонента, основываясь на целях и требованиях системы*  
*Проанализировать альтернативные решения при проектировании*  
*Определиться с основной проектной стратегией*  
*Использовать прототипы и проверять изделия в процессе проектирования*  
*Оптимизировать процесс проектирования с учётом всех ограничений*  
*Убедиться в цикличности работы проекта до его утверждения*  
*Синтезировать окончательный проект*  
*Уметь приспосабливаться к новым требованиям*

#### 4.3.6. Стадии процесса проектирования

*Объяснить стадии проектирования систем (т.е. концептуальную, подготовительную, стадию детального проектирования)*  
*Обсудить различные модели проектирования*  
*Обсудить процесс проектирования единичных, платформенных и комплексных продуктов*

#### 4.3.7. Применение знаний в проектировании

*Использовать технические и теоретические знания*  
*Уметь творчески и концептуально мыслить, уметь решать задачи*  
*Обсудить подготовительную работу, стандартизацию и повторное проектирование*

#### 4.3.8. Дисциплинарное проектирование

*Применять адекватные техники*  
*Объяснять проектный инструментарий*  
*Уметь проводить анализ ряда предложенных альтернатив*  
*Обучиться моделированию и проверке*  
*Обсудить аналитическое осмысление проекта*

#### 4.3.9. Междисциплинарное проектирование

*Определить взаимосвязь между дисциплинами*

*Определить разницу между ними*  
*Объяснить различия в зрелости дисциплинарных моделей*  
*Объяснить междисциплинарные проектировочные среды*  
*Объяснить междисциплинарное проектирование*

#### 4.3.10. Многоцелевое проектирование

*Уметь проектировать для:*  
*Улучшения качества жизни*  
*Эстетики и человеческого фактора*  
*Безопасности окружающей среды*  
*Функциональности*  
*Надежности и безопасности*  
*Развития продукта*

### 4.4. РЕАЛИЗАЦИЯ

#### 4.4.1. Проектирование процесса реализации

*Установить цели и способы измерения успешности реализации изделия, оценить его стоимость и качество*  
*Определиться с реализацией утвержденного проектировочного плана:*  
*Распределение заданий*  
*Потоки работ, ориентированные на коллективное выполнение*  
*Расчёт необходимого количества сотрудников*

#### 4.4.2. Процесс аппаратной сборки

*Описать процесс аппаратной сборки частей*  
*Описать процесс сборки более мелких деталей в единую структуру*  
*Определить степень допускаемой погрешности, ключевые характеристики производимого изделия и процесс статистического контроля*

#### 4.4.3. Процесс программной сборки

*Объяснить разбивку высокоуровневых компонентов на модульные проекты (алгоритмы и структурные данные)*  
*Обсудить алгоритмы (структурные данные, поток команд управления, поток данных)*  
*Описать языки программирования*  
*Выполнить низкоуровневое проектирование (кодирование)*  
*Описать способ создания системы*

#### 4.4.4. Аппаратная и программная интеграция

*Описать интеграцию программного обеспечения в оборудование (размер*

*процессора, средства связи и проч.)*

*Описать интеграцию программного обеспечения с датчиками, актуаторами и механическим оборудованием*

*Описать функцию программного обеспечения и оборудования и безопасность*

#### 4.4.5. Проверка, верификация, утверждение и сертификация

*Обсудить процедуры проверки и анализа (совместимость программного обеспечения с оборудованием и проч.)*

*Обсудить реальную производительность системы с желаемой*

*Обсудить соответствие производительности системы потребностям потребителя*

*Объяснить сертификацию стандартов*

#### 4.4.6. Управление реализацией

*Описать организацию и структуру реализации*

*Описать источники, производственных партнёров и цепочку поставок*

*Контролировать затраты на реализацию, производительность и производственные сроки*

*Описать вопросы качества и безопасности*

*Описать возможные улучшения в процессе реализации*

### 4.5. УПРАВЛЕНИЕ

#### 4.5.1. Управление оптимизацией

*Обсудить инструменты измерения производительности и затрат на неё*

*Объяснить процесс формирования архитектур и развития*

*Разъяснить необходимость осуществления анализа производственного процесса по операциям*

#### 4.5.2. Инструктаж

*Описать инструктаж для управления:*

*Моделирование*

*Инструкции и программы*

*Осознавать необходимость инструктажа для потребителя*

*Описать производительные процессы*

*Описать взаимосвязь между производственными процессами*

#### 4.5.3. Техническое обслуживание

*Объяснить техническое обслуживание и логистику*

*Описать производительность жизненного цикла и надёжность*

*Описать стоимость и значение поддержания жизненного цикла  
Объяснить важность получения отзывов для улучшения функционирования системы*

#### 4.5.4. Улучшение производительности системы

*Заниматься планированием дальнейшего совершенствования продукта и систем*

*Признавать улучшения, основанные на потребностях потребителя*

*Осознавать необходимость регулярных обновлений системы*

#### 4.5.5. Вопросы утилизации изделий

*Определить срок утилизации изделий*

*Перечислить способы утилизации*

*Определить остаточную стоимость в конце жизненного цикла*

*Описать влияние утилизации на окружающую среду*

#### 4.5.6. Управление операциями

*Описать организацию и структуру операций*

*Признавать важность партнёрства и сотрудничества*

*Признавать важность контроля затрат на операции, производительности системы и соблюдения графиков*

*Описать вопросы качества и безопасности*

*Определить процессы управления жизненным циклом*

*Признать необходимость постоянного совершенствования процесса управления операциями*

## 4. Анкета оценки студенческих проектов (Rubric for Assessing Projects)

Имя студента: \_\_\_\_\_  
 Аттестующий: \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_

Название и номер курса \_\_\_\_\_ Команда: \_\_\_\_\_

Студент продемонстрировал следующие знания, умения и способности:	Не продемонстрировал вообще	В ограниченном объеме	Умеренно	На высоком уровне	На очень высоком уровне
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<b>Знание базовых дисциплин (CDIO 1.1)</b> Применяет математические знания при анализе окончательного проекта. Применяет знания естественных наук (физики, биологии и/или химии) при анализе окончательного проекта.					
<b>Инженерное мышление и способность решать задачи (CDIO 2.1)</b> Применяет логику в решении задачи и анализирует задачи с различных точек зрения. Применяет теоретические знания на практике, используя адекватные технические методы, процессы и инструменты.					
<b>Экспериментирование и обнаружение знаний (CDIO 2.2)</b> Эффективно использует компьютерные и другие ресурсы и получает информацию из многих источников. Адекватно организует и интерпретирует полученную информацию. Планирует и проводит эксперименты для проверки теоретических данных.					
<b>Системное мышление (CDIO 2.3)</b> Понимает взаимосвязь между событиями, демонстрирует способность воспринимать новую информацию, дополнять ею полученные в ходе предыдущих курсов знания для решения сложных технических задач.					

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<p><b>Творческое мышление (CDIO 2.4.3)</b> Предлагает новые подходы к решению задач, отличающиеся от стандартных подходов. Предлагает несколько вариантов решения задачи и предостерегает других от преждевременных поспешных выводов.</p>					
<p><b>Непрерывное образование (CDIO 2.4.6)</b> Занимается независимым самообразованием, стремится к непрерывному приобретению новых знаний. Дополняет данные условия решения задачи из сторонних источников для выработки оптимальных решений поставленной задачи.</p>					
<p><b>Командная работа (CDIO 3.1)</b> Вносит свой вклад в решение задачи. Принимает активное участие, слушает и сотрудничает с остальными членами команды. Делится информацией и помогает примирить членов команды, когда между ними возникают разногласия.</p>					
<p><b>Коммуникация (CDIO 3.2)</b> Чётко и ясно излагает собственные мысли и приводит факты для подкрепления своих суждений. Готовит и делает эффективные устные презентации. Использует технологии и графики для более ясного изложения своих мыслей и решений. Во время презентации отвечает на поставленные вопросы. Письменные материалы выстроены в чёткой логической последовательности и не содержат грамматических ошибок.</p>					
<p><b>Задумка (CDIO 4.3)</b> Определяет цели и требования системы. Определяет функцию, концепт и архитектуру. Определяет корректный объём затрат на задумку системы и алгоритм выработки окончательного проекта.</p>					
<p><b>Управление работами (CDIO 4.3.4)</b> Формирует цели, распределяет задания по степени важности, решает ключевые вопросы. Проясняет требования к выполнению задания и готов вносить коррективы по рекомендации коллег.</p>					

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<b>Проектирование (CDIO 4.4)</b> Объективно воплощает в действительность утверждённый проект и его части и не отклоняется от плана. Обоснованно оценивает влияние окружающей среды на окончательный проект после его реализации. Предлагает способы улучшить и углубить проект.					

Комментарии:

## 5. Анкета оценки устных презентаций и технического инструктажа

### (Rubric for Oral Presentations and Technical Briefings)

Докладчик:  
Номер и название курса:  
Аттестующий(щие):

Команда:  
Тип презентации:

Дата:

Н/П = Не применимо

Критерии и показатели оценки	Слабо	Удовле творит ельно	Хорошо	Отлично	Н/П
<b>КАЧЕСТВО ПРЕЗЕНТАЦИИ</b>					
Ясно изложена основная цель презентации					
Докладчик поддерживает зрительный контакт с аудиторией					
Докладчик грамотно контролирует свой голос (громкость речи, артикуляция, интонирование)					
Докладчик сдержан и профессионален (внешний вид, жестикуляция, выдержка)					
Передача слова другим докладчикам гладкая и своевременная					
<b>Комментарии по презентационным навыкам</b>					
<b>ТЕХНИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ</b>					
Техническое содержание точное и необходимое					
Техническое содержание представлено в адекватном логическом развёртывании					
Подчёркнуты ключевые моменты доклада и взаимосвязь между ними					
Идеи подкреплены необходимыми данными и чёткими схемами					
Эффективно используются графики и схемы					
Альтернативные решения предлагаются в сопоставлении с принятыми решениями.					
Освещены ключевые вопросы					
Ответы на вопросы точные и лаконичные					
<b>Комментарии по техническому содержанию</b>					

**Общее впечатление:**

## 6. Анкета оценки командной работы (Rubric for Assessing Teamwork)

Имя \_\_\_\_\_

Курс \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Используя отдельные формуляры, оцените свою собственную работу и работу каждого члена команды.

<b>Технический вклад</b>	<b>Редко</b>	<b>Иногда</b>	<b>Часто</b>	<b>Всегда</b>
Обладает необходимыми техническими знаниями				
Уделяет внимание точности деталей				
Предлагает хорошие идеи				
Понимает смысл проекта в совокупности				
Оперативно предлагает способы решения проблем				
Знает, как найти ответы на вопросы				
<b>Совместная работа</b>	<b>Редко</b>	<b>Иногда</b>	<b>Часто</b>	<b>Всегда</b>
Посещает встречи команды				
Выполняет работу по графику				
Эффективно выполняет порученные задания				
Проявляет желание выполнять задания				
Проявляет желание помочь другим				
Слаженно общается с остальными членами команды				
Информирует другие команды о успехе				
Выслушивает точки зрения других				
Принимает советы относительно своей работы				
Предлагает конструктивную критику				

Опишите главный вклад Вашего коллеги в проект:

Назовите самые сильные стороны Вашего коллеги как лидера команды:

Дайте 2-3- рекомендации для улучшения работы:

**Общее впечатление от совместной работы** (обвести только одно):

**Слабо    Удовлетворительно    Хорошо    Отлично**

**7. Шаблон самооценки на соответствие стандарту CDIO**  
*(CDIO Self-Evaluation Template (Compliance with CDIO Standards))*

Институт \_\_\_\_\_ Программа \_\_\_\_\_  
 Эксперты \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

	<b>Стандарт CDIO</b>	<b>Подтверждения соответствия</b>	<b>рейтинг</b>	<b>Действия</b>
	<p><b>CDIO как общий контекст развития</b>                      Принятие принципа, согласно которому создание и развитие продуктов и систем на протяжении всего их жизненного цикла – Задумка, Проектирование, Реализация и Управление – является общим контекстом развития инженерного образования.</p>			
	<p><b>Результаты программы CDIO</b>                      Чёткое, подробное описание приобретённых личностных, межличностных и профессиональных инженерных компетенций в создании продуктов и систем, соответствующих установленным целям программы и одобренных всеми участниками программы.</p>			

	<b>Стандарт CDIO</b>	<b>Подтверждения соответствия</b>	<b>рейтинг</b>	<b>Действия</b>
	<p><b>Интегрированный учебный план</b> Учебный план, включающий в себя взаимодополняющие учебные дисциплины и позволяющий интегрировать в преподавании личностные, межличностные компетенции, а также компетенции создавать продукты и системы.</p>			
	<p><b>Введение в инжиниринг</b> Вводный курс, закладывающий основы инженерной практики в области создания продуктов и систем и обучающий основным личностным и межличностным компетенциям.</p>			
	<p><b>Задания по проектированию и созданию изделий</b> Учебный план, включающий в себя как минимум два учебно-практических задания по проектированию и созданию изделий, одно из которых выполняется на начальном уровне, а второе – на продвинутом уровне.</p>			

	<b>Стандарт CDIO</b>	<b>Подтверждения соответствия</b>	<b>рейтинг</b>	<b>Действия</b>
	<p><b>Учебные помещения CDIO</b>  Учебные аудитории и лаборатории, в которых возможна организация практического подхода к обучению навыкам проектирования и создания продуктов и систем, передача дисциплинарных знаний, а также организация социального обучения</p>			
	<p><b>Интегрированные учебные задания</b>  Интегрированные учебные задания – это задания, при выполнении которых осваиваются дисциплинарные знания, а также личностные, межличностные компетенции и умение проектировать и создавать новые продукты и системы</p>			
	<p><b>Активное обучение</b>  Обучение, основанное на активном практическом подходе</p>			
	<p><b>Повышение компетентности профессорско-преподавательского состава</b>  Мероприятия, направленные на повышение компетентности профессорско-преподавательского состава в области личностных, межличностных компетенций, а также в умении создавать продукты и системы</p>			

	<b>Стандарт CDIO</b>	<b>Подтверждения соответствия</b>	<b>рейтинг</b>	<b>Действия</b>
	<p><b>Повышение преподавательских способностей членов профессорско-преподавательского состава</b>  Мероприятия, направленные на повышение компетентности преподавателей в проведении интегрированных практических занятий, в применении методов активного обучения в ходе занятий и в оценке успеваемости студентов</p>			
	<p><b>Оценка усвоения навыков CDIO</b>  Оценка успеваемости студентов в усвоении личностных, межличностных компетенций, способности создавать продукты и системы, а также дисциплинарных знаний</p>			
	<p><b>Оценка программы CDIO</b>  Система, по которой осуществляется оценка всей программы по перечисленным двенадцати стандартам для студентов, преподавателей и других ключевых участников с целью непрерывного совершенствования образовательного процесса</p>			

## **8. Примеры доказательств соответствий стандартам CDIO (версия 2.0) (Examples of Evidence of Compliance with the CDIO Standards v 2.0)**

Настоящий документ является приложением к документу «Стандарты CDIO» от 4 января 2010, в котором описан каждый стандарт, раскрывается рациональность его установления и перечислены некоторые доказательства соответствий установленным стандартам. В настоящем документе перечислены типы доказательств соответствия каждому стандарту.

### **Стандарты CDIO**

В стандартах CDIO учтены 12 характеристик инженерного образования, определяющих подход CDIO:

Стандарт 1	CDIO как общий контекст развития
Стандарт 2	Результаты программы CDIO
Стандарт 3	Интегрированный учебный план
Стандарт 4	Введение в инжиниринг
Стандарт 5	Задания по проектированию и созданию изделий
Стандарт 6	Учебные помещения
Стандарт 7	Интегрированные учебные задания
Стандарт 8	Активное обучение
Стандарт 9	Повышение компетентности профессорско-преподавательского состава
Стандарт 10	Повышение преподавательских способностей членов профессорско-преподавательского состава
Стандарт 11	Оценка усвоения навыков CDIO
Стандарт 12	Оценка программы CDIO

### **Доказательства**

В основном типы доказательств, необходимых для проверки соответствия стандартам CDIO, схожи для всех стандартов. В остальном типы доказательств зависят от специфичности самого стандарта, а также от необходимости его установления и выделенных на эти цели ресурсов. Настоящие примеры доказательств составлены на основании отчётов реализации программ CDIO, проделанных в 2005 и 2008 годах. Доказательство соответствия предложено для каждой из рубрик, перечисленных в документе «Стандарты CDIO».

## Стандарт 1 – CDIO как общий контекст развития

**Принятие принципа, согласно которому создание и развитие продуктов и систем на протяжении всего их жизненного цикла – Задумка, Проектирование, Реализация и Управление – является общим контекстом развития инженерного образования.**

### Шкала      Примеры доказательств

5	<p>Принцип CDIO признаётся базовым при выработке образовательных программ учебного заведения.</p> <p>Принцип CDIO признаётся легитимной базой для проведения периодической внешней аккредитации правительственными подразделениями и профессиональными ассоциациями.</p>
4	<p>Описания программ CDIO публикуются в периодических изданиях университета и на интернет-сайте.</p> <p>Принцип CDIO получил одобрение со стороны профессорско-преподавательского и административного состава и документально закреплён в целевом уставе программы.</p>
3	<p>Школа инжиниринга приняла подход CDIO основополагающий во всех образовательных программах.</p> <p>Контекст CDIO сформулирован в учебном плане программы и обсуждается разработчиками программы на протяжении последних нескольких лет.</p> <p>Студентов первого курса знакомят с контекстом CDIO и рассказывают о его принципах.</p>
2	<p>Принцип CDIO был принят в рамках реформирования образовательного процесса.</p> <p>Учёный совет одобрил новый учебный план, основанный на принципах CDIO.</p> <p>Принципы CDIO являются основополагающие принципы в рамках общей стратегии развития кафедры.</p>
1	<p>Среди членов профессорско-преподавательского состава существует договорённость, что обновление образовательных программ с учётом принципа CDIO было бы желательным.</p> <p>Членам профессорско-преподавательского состава предложили перестроиться на работу по принципу CDIO после ряда вводных лекций и семинаров о CDIO.</p>
0	<p>Плана принятия принципа CDIO в качестве общего контекста развития нет.</p>

## Стандарт 2 – Результаты программы CDIO

**Чёткое, подробное описание приобретённых личностных, межличностных и профессиональных инженерных компетенций в создании продуктов и систем, соответствующих установленным целям программы и одобренных всеми участниками программы.**

### Шкала Примеры доказательств

5	<p>Члены профессорско-преподавательского состава регулярно используют данные о результатах программы обучения для оценки успешности программы и улучшения её эффективности по мере необходимости.</p> <p>Наша экспертная группа, оценивающая эффективность программы, периодически изучает прямые и косвенные данные результатов программы обучения для пересмотра программы и внесения в неё улучшений.</p>
4	<p>На основании результатов опроса эффективности учебного плана CDIO, на 1 и 2 курсах были достигнуты желаемые результаты обучения. Разработаны желаемые результаты обучения для 3 и 4 курсов.</p> <p>Ожидаемые результаты обучения соответствуют миссии нашего учебного заведения и национальным аккредитационным критериям.</p>
3	<p>Учебный план CDIO был одобрен ключевыми участниками программы.</p> <p>Ожидаемые результаты обучения выделены на трёх уровнях: программный план, путевой план и индивидуальный план курса.</p> <p>Подробный учебный план CDIO был составлен с учётом образовательных особенностей учебного учреждения.</p>
2	<p>Мы планируем адаптировать задачи нашей программы и ожидаемые результаты обучения к учебному плану CDIO.</p> <p>Ожидаемые результаты обучения соответствуют Критерию 3а – 3к аккредитационного совета по технологиям и инжинирингу АБЕТ.</p>
1	<p>Мы признаём необходимость установить чёткие желаемые результаты обучения по нашей новой образовательной модели.</p> <p>Нам необходимо прописать ожидаемые результаты обучения по нашим программам в соответствии с принципом CDIO и Болонской декларацией.</p>
0	<p>Чётких результатов программы обучения личностным и межличностным компетенциям не установлено.</p>

## Стандарт 3 – Интегрированный учебный план

**Учебный план, включающий в себя взаимодополняющие учебные дисциплины и позволяющий интегрировать в преподавании личностные, межличностные компетенции, а также компетенции создавать продукты и системы.**

### Шкала Примеры доказательств

5	<p>Внутренние ревизионные комиссии производят регулярную оценку интегрированного учебного плана и вносят рекомендации для поправок, если требуется.</p> <p>Правительственные учреждения и профессиональные ассоциации основывают свою оценку учебной программы на основании соответствия интегрированного учебного плана аккредитационным критериям.</p>
4	<p>На данный момент мы располагаем полностью интегрированным учебный план, соответствующий программе курса.</p> <p>Интегрированный учебный план был составлен на осенний семестр 2003 года; срезной анализ, проведённый в 2005 году, показал текущее положение вещей. На основании анализа в интегрированный план будут вноситься изменения.</p>
3	<p>Несколько курсов на начальном уровне, в которых интегрировано преподавание дисциплинарных, личностных, межличностных компетенций, а также преподавание навыков создавать продукты и системы.</p> <p>Выработан принцип внедрения преподавания личностных, межличностных компетенций, а также умения создавать продукты и системы в курсы программы.</p> <p>Существующие курсы были пересмотрены и реорганизованы с целью показать, что инженерная практика междисциплинарна и помимо дисциплинарных знаний включает в себя личностные, межличностные компетенции, а также навыки создавать продукты и системы.</p>
2	<p>Для каждого курса составлен план с прописанными в нём навыками, которые должны быть освоены.</p> <p>Учебного плана завершено, и учебный план был одобрен на всех уровнях.</p> <p>Ведётся составление междисциплинарного учебного плана, включающего преподавание личностных и межличностных компетенций.</p>

1	Мы начали внедрять в учебный план преподавание личностных и межличностных компетенций с учётом установленных желаемых результатов обучения. Мы провели семинары для обсуждения учебного плана программы и результатов обучения.
0	Учебный план не включает в себя интегрированное преподавание учебных дисциплин и личностных компетенций.

#### Стандарт 4 – Введение в инжиниринг

**Вводный курс, закладывающий основы инженерной практики в области создания продуктов и систем и обучающий основным личностным и межличностным компетенциям.**

#### Шкала      Примеры доказательств

5	Наш вводный курс на первом году обучения занесён в каталог курсов и ежегодно оценивается студентами и преподавателями для его дальнейшего совершенствования. Мы усовершенствовали наш существующий вводный курс на основании оценочных данных, полученных Инициативой CDIO.
4	Через три года, курсы, в рамках которых преподаются основополагающие профессиональные и личностные навыки, получают отличное экспертное заключение. Наш вводный курс уже полностью реализован и занесён в каталог учебных курсов CDIO. Курсы, проводимые на первом и втором годах обучения, включают в себя работу над проектами в небольших студенческих группах с получением результатов, свидетельствующих о прогрессе студента.
3	Внедрение междисциплинарных, практически ориентированных заданий в учебный процесс первого и второго курса значительно поспособствовало соблюдению этого стандарта. В студентах развивается ощущение их будущей профессии с самого начала их образования. В рамках годичного курса студенты практикуют проектирование изделия и весь цикл его производства. Вводный инженерный курс проводится с 2002 года. При его проведении основное внимание уделяется роли и обязанностям инженера, устной и письменной коммуникации, а также работе над научно-практическим заданием.

2	<p>Был разработан и одобрен новый годичный вводный курс на следующий учебный год.</p> <p>В рамках новой учебной программы на первых курсах выполняются практические инженерные задания.</p>
1	Мы разрабатываем инженерный курс, предусматривающий выполнение практической работы, на всех наших программах.
0	Вводного инженерного курса, акцентированного на инженерной практике, не предусмотрено.

### Стандарт 5 – Задания по проектированию и созданию изделий

**Учебный план, включающий в себя как минимум два учебно-практических задания по проектированию и созданию изделий, одно из которых выполняется на начальном уровне, а второе – на продвинутом уровне.**

#### Шкала Примеры доказательств

5	<p>Наличие отзывов позволяет администрации пересматривать и улучшать задания с практическим уклоном с целью повышения производительности студентов.</p> <p>Задания на разработку и создание изделий регулярно пересматриваются и совершенствуются на основании отзывов студентов, преподавателей и других ключевых участников программы.</p>
4	<p>Все студенты участвуют в выполнении группового, 6-часового задания на разработку, создания и управление продуктами и системами на протяжении первого года обучения. Они также выполняют другой коллективный проект, рассчитанный на 450-600 часов и ориентированный на развитие навыков CDIO, и оценивающий степени усвоения желаемых компетенций.</p> <p>Помимо основных дисциплинарных знаний, получаемых студентами в ходе курсов, разработан специальный модуль оценки личностных, коммуникативных, презентационных, этических, юридических компетенций и знаний, а также модуль оценки их руководительских способностей.</p> <p>Оценки показали, что в ходе выполнения практических заданий и других заданий курсов, сложность которых возрастала по мере перехода с одного курса на другой, студенты приобрели необходимый набор желаемых компетенций.</p>

3	<p>На данный момент мы располагаем элементарным заданием на проектирование и создание изделий на первом году обучения, заданием на проектирование, создание и проверку изделия средней сложности на втором году обучения и несколькими заданиями на проектирование, создание и проверку изделий повышенной сложности на четвёртом и пятом курсах.</p> <p>На данный момент в рамках курса предусмотрено выполнение двух обязательных практических заданий на проектирование и создание изделий и ряд факультативных заданий.</p> <p>Сложность междисциплинарных курсов с практическим уклоном возрастает с каждым годом. Сложность возрастает за счёт добавления в задания большего количества основных компетенций и за счёт повышения планки качества выполнения задания.</p>
2	<p>Выработан план направить всех студентов первого курса на изучение вводного курса по проектированию.</p>
1	<p>Мы признали, что на первых годах обучения необходимо выполнять некоторые задания на проектирование и создание изделий.</p> <p>Элементарные задания на проектирование изделий включены в курсы по космическому кораблестроению первого и второго года обучения. Студенты третьего года обучения выполняют более сложные задания.</p>
0	<p>В существующей инженерной образовательной программе нет заданий на проектирование и создание изделий.</p>

## Стандарт 6 – Учебные помещения CDIO

**Учебные аудитории и лаборатории, в которых возможна организация практического подхода к обучению навыкам проектирования и создания продуктов и систем, передача дисциплинарных знаний, а также организация социального обучения.**

### Шкала      Примеры доказательств

5	<p>При осуществлении регулярной оценки эффективности программы учитывается состояние учебных помещений для выявления новых потребностей и выделения необходимых бюджетных средств.</p> <p>Все курсы учебной программы теперь проводятся в специально оснащённых учебных классах и лабораториях. При оценке состояния учебных помещений отмечается, что в них возможна организация практического подхода к обучению навыкам разработки и создания продуктов и система, передача дисциплинарных знаний и обмен опытом.</p>
---	--

4	<p>Наша учебная лаборатория позволяет выполнять массу практических заданий на развитие различных навыков, в частности навыков разработки и создания продуктов и систем. Учебные пространства организованы таким образом, чтобы представлялось возможным отрабатывать каждый из четырёх аспектов CDIO: задумку, разработку и создание изделий, а также управление ими.</p> <p>Созданы лаборатория изготовления опытных образцов, механическая мастерская, компьютерный класс для компьютерного моделирования и другие учебные помещения; некоторые учебные помещения отданы под самостоятельную работу студентов.</p> <p>Наша лаборатория активного обучения была создана специально для проведения занятий с выполнением заданий на разработку и создание изделий. В работе могут принимать участие сразу до 250 студентов. Лаборатория оборудована по последнему слову техники.</p>
3	<p>Учебные помещения для проведения практических занятий были отремонтированы и снабжены новым беспроводным оборудованием.</p> <p>Большинство учебных помещений университета располагают необходимым оборудованием для выполнения заданий на проектирование и создание изделий. Ещё больше учебных помещений ремонтируется.</p>
2	<p>Наша основная задача на протяжении последующих нескольких лет будет состоять в том, чтобы создать лучшую инфраструктуру учебных помещений. Был одобрен план на организацию небольшой лаборатории (средняя вместимость – 80 студентов) для групповых занятий.</p> <p>Помещения для занятий существуют в ограниченном количестве. Планируется добавление помещений для занятий на будущий учебный год.</p>
1	<p>По мнению участников программ, оборудование нужно обновить. Также желательно располагать помещениями для проведения встреч небольшими группами людей.</p> <p>Мы выявили следующие проблемы: недостаточное учебное пространство; проблема безопасности работы в научно-практических лабораториях; инженерное оборудование устарело, студентам и преподавателям неудобно работать в существующих аудиториях; низкий уровень удовлетворённости со стороны студентов, преподавателей и административного персонала.</p>
0	<p>Учебные помещения не организованы или не оборудованы должным образом для выполнения заданий на проектирование и создание изделий.</p>

## Стандарт 7 – Интегрированные учебные задания

**Интегрированные учебные задания – это задания, при выполнении которых осваиваются дисциплинарные знания, а также личностные, межличностные компетенции и умение проектировать и создавать новые продукты и системы.**

### Шкала      Примеры доказательств

5	<p>Преподаватели регулярно оценивают эффективность курсов за счёт выполняемых интегрированных учебных заданий, а также то, какую роль они играют в достижении желаемых результатов обучения.</p> <p>При прохождении внешней аккредитации и осуществлении внешней экспертной оценки эффективности интегрированных учебных заданий, делаются рекомендации, на основании которых в задания вносятся изменения.</p>
4	<p>Все курсы ставят себе задачу повысить уровень интегрированности преподавания профессиональных навыков и научных дисциплин за счёт выполнения большего объёма практической работы, применения активных методов обучения, участия в ролевых играх, моделировании, решении примеров из повседневной инженерной практики.</p> <p>Учебная программа имеет интегрированный учебный план, интегрирующий обучение навыкам групповой работы и коммуникации в учебные курсы, а также создающим взаимосвязь между математикой и другими точными инженерными дисциплинами.</p> <p>Работа над проектом, моделирующим случай из реальной инженерной практики, предполагает общение в коллективе и оценивается на базе стандартов и критериев, существующих в реальной инженерной практике.</p>
3	<p>На сегодняшний день интегрированные учебные задания, направленные на освоение дисциплинарных знаний, личностных, межличностных компетенций, а также навыков и умения разрабатывать и создавать продукты и системы являются составляющей практически каждого курса.</p> <p>Подход интегрированного обучения применяется при проведении теоретических занятий, а также при выполнении ряда лабораторных работ.</p> <p>Интегрированное обучение является приоритетным в учебной программе первого года обучения.</p>

2	<p>Интегрированные учебные задания, направленные на приобретение личностных и межличностных компетенций, выполняются в рамках учебных курсов на втором и третьем годах обучения.</p> <p>Большинство учебных планов курсов включают в себя ожидаемые результаты обучения, представляющие из себя освоенные личностные и межличностные компетенции.</p>
1	<p>При помощи анализа потребностей, нам удалось определить экспериментально-проектировочные работы в рамках основных образовательных курсов, основанные на реальных случаях из инженерной практики.</p> <p>Интегрированные учебные задания находятся на стадии планирования.</p>
0	<p>Примеров интегрированных учебных заданий нет.</p>

## Стандарт 8 – Активное обучение

---

### Обучение, основанное на активном практическом подходе.

---

#### Шкала      Примеры доказательств

5	<p>При оценке курса особое внимание уделяется заданиям, основанных на методе активного обучения. После осуществления оценки курсы пересматриваются и совершенствуются путём добавления в них заданий на активное обучение.</p> <p>Оценка курса даёт возможность оценить эффективность активных методов обучения. Число преподавателей, использующих методы активного обучения, значительно возросло с момента принятия общеконтекстуального принципа CDIO, хотя подход этот пока ещё неоднороден.</p>
4	<p>В ходе лекционных курсов преподаватели проводят самостоятельные работы (тестирование), периодически опрашивают присутствующих в аудитории студентов, организуют групповые обсуждения проблем, показывают презентации.</p> <p>В ходе лабораторных занятий, выполнения научно-практических заданий и занятий по инженерному проектированию преподаватели делают презентации, опрашивают студентов, задают выполнять различные практические проекты, решают задачи и ставят эксперименты.</p>

3	<p>В ряде проектных и лабораторных курсов выполняются задания активного обучения. Особое внимание уделяется математическим курсам. Со студентами работают научные руководители и наставники (тьюторы), помогающие им выработать в себе дисциплину самообучения.</p> <p>Во всех программах предусмотрены прекрасные практические задания. На данный момент мы стараемся сделать обучение в ходе наших занятий ещё более активным путём внедрения активных методов обучения: методика мозаичного обучения, работа в паре, проведение опросов, ролевые игры, моделирование, решение задач из реальной практики.</p> <p>Активные методы обучения включают в себя выполнение лабораторных работ, выполнение заданий на проектирование изделий, работа над различными проектами и ряд самостоятельных упражнений.</p>
2	<p>Активное самообучение является одной из составляющих образовательного плана нашего университета.</p> <p>Активные практические задания планируются для выполнения в рамках многих курсов.</p>
1	<p>Для нас очевидно, что применение методов активного обучения необходимо.</p> <p>В рамках некоторых курсов преподаватели применяют методы активного обучения, однако этому методу стоит уделить большее внимание.</p>
0	<p>Примеров обучения, основанном на активном методе, нет.</p>

## **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.**

### **Шкала      Примеры доказательств**

5	<p>Компетентность всех членов профессорско-преподавательского состава в области личностных, межличностных компетенций и умении создавать продукты и систему проходит регулярную оценку в рамках регулярной оценки и аттестации всего курса.</p>
---	---

4	Оценка курсов позволяет оценить способность преподавателей обучать студентов личностным, межличностным компетенциям, а также развивать в них умение создавать продукты и системы.
3	<p>У нас есть программа на крупном производстве, которая позволяет преподавателям совершать туда познавательные образовательные визиты (как минимум раз в неделю). Программа основана на качественной системе развития, в которой преподаватели регулярно встречаются для обсуждения личностных и межличностных компетенций, умения создавать продукты и системы и другие вопросы.</p> <p>Преподаватели проходят курсы по коммуникации на английском языке, по проблемам окружающей среды, по командной работе и по практической разработке систем и продуктов.</p> <p>Личностные и межличностные навыки, умение создавать продукты и системы развиваются путём участия в различных моделирующих проектах, путём участия в совместных проектах с промышленными партнёрами, а также выполнения лабораторных практических работ на промышленных предприятиях.</p>
2	<p>На данный момент преподаватели инженерных программ это люди, получившие диплом о высшем образовании (400 часов). Разработан план, по которому будут проводиться курсы повышения квалификации преподавателей в области коммуникации, управления проектами и работы в мультикультурной студенческой среде.</p> <p>Разработан план, по которому часть нашего профессорско-преподавательского состава будет проходить стажировки на протяжении трёх месяцев с целью посмотреть, узнать и поработать там.</p>
1	<p>Мы осознаём, что университетское подразделение, ответственное за повышение квалификации университетского персонала, должно запустить новые программы повышения квалификации.</p> <p>Каждый учебный год мы проводим опрос, на основании которого решаем, какой курс повышения квалификации будет проходить каждый лектор. Годичный бюджет рассчитывается на основании того, какое количество преподавателей будет проходить повышение квалификации.</p>
0	На данный момент программ повышения компетентности профессорско-преподавательского состава в области личностных, межличностных компетенций и умения создавать продукты и системы нет.

## 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.**

### Шкала      Примеры доказательств

5	<p>Компетентность преподавателей в преподавании, обучении и оценке успеваемости студентов регулярно оценивается. Вносятся предложения по способствованию профессиональному росту преподавателей.</p> <p>Повышение преподавательских способностей членов профессорско-преподавательского состава помогает повысить компетентность в области преподавания, обучения и оценке успеваемости студентов.</p>
4	<p>Ожидается, что преподаватели будут сообщать о своих успехах и профессиональном росте в преподавании, обучении и оценке успеваемости студентов в своих ежегодных отчётах. Более того, преподавателям также следует писать планы профессионального роста и развития профессиональных навыков для реализации в ближайшем будущем.</p> <p>Общая оценка курса позволяет судить об уровне компетентности преподавателей в области обучения и произведения оценки успеваемости своих студентов.</p>
3	<p>Один или несколько преподавателей с каждой кафедры были назначены ответственными за инновацию образовательного процесса. Кафедра занимается планированием для внедрения инноваций в образовательный процесс и докладывает о том, какие меры были приняты для того, чтобы осуществить запланированные мероприятия.</p> <p>Все лекторы прошли обучение, получили необходимые для курса материалы и указания, связанные с: организационными аспектами образовательного процесса, оценкой успеваемости студентов, работающих в проектных группах, инструктажем проектных групп, а также улаживанием конфликтов между членов проектных групп.</p> <p>Члены профессорско-преподавательского состава университета и подразделения, ответственное за профессиональный рост преподавателей вуза, организует семинары по методам активного обучения и производит оценку компетентности преподавателей в области личностных компетенций и установок, командной работе и коммуникации.</p>

2	<p>Повышение квалификации преподавателей в области образовательных инноваций является одной из составляющих плана образовательного развития.</p> <p>Компетентность и подготовка преподавателей – два основополагающих фактора, которыми мы руководствуемся при приёме преподавателей на работу.</p>
1	<p>Каждый учебный год мы проводим опрос, на основании которого решаем, какой курс повышения квалификации будет проходить каждый лектор.</p> <p>Мы осознаём, что университетское подразделение, ответственное за повышение квалификации университетского персонала, должно запустить новые программы повышения квалификации.</p>
0	<p>На данный момент в университете нет программ по повышению преподавательских способностей профессорско-преподавательского состава.</p>

## Стандарт 11 – Оценка усвоения навыков CDIO

**Оценка успеваемости студентов в усвоении личностных, межличностных компетенций, способности создавать продукты и системы, а также дисциплинарных знаний.**

### Шкала      Примеры доказательств

5	<p>Преподаватели регулярно оценивают уровень успеваемости студентов по своим курсам и используют полученные результаты для подбора оптимальных методов преподавания.</p> <p>Оценка успеваемости студентов производится при осуществлении глобальной оценки эффективности всей программы в целом.</p> <p>Программа приняла систему измерения качества, основанную на успеваемости студентов. Преподаватели регулярно встречаются для обсуждения вопросов успеваемости студентов, делятся опытом и дают друг другу рекомендации по повышению уровня успеваемости своих студентов.</p>
4	<p>При оценке личностных, межличностных компетенций, а также умения создавать продукты и системы используется проектная модель ЛИПС.</p> <p>Многие преподаватели используют как традиционные, так и новые инструменты оценки усвоения навыков CDIO у студентов. Среди них: устные экзамены, беседы по различным вопросам, оценка проектов и презентаций со стороны других студентов, составление персонального портфолио на студента.</p>

3	<p>С принятием стандартов CDIO стало очевидно, что оценке усвоения материалов студентами нужно уделять большее внимание.</p> <p>Существуют отдельные методы оценки работы студентов над конкретным проектом и оценка освоения дисциплинарного материала. Студенты сами оценивают друг друга по ходу занятий.</p>
2	<p>Ведутся работы по выработке подхода к оценке личностных, межличностных компетенций студентов и их умения создавать продукты и системы.</p> <p>Существует непрерывная оценка знаний на начальных этапах обучения, однако требуется выработать подход к осуществлению оценки знаний на третьем году обучения.</p> <p>Плановые методы оценки студенческих знаний включают в себя: устные экзамены, развёрнутые ответы на вопросы, оценка проектов и презентаций сокурсниками, составление персональных портфолио.</p>
1	<p>Небольшая независимая экспертная группа изучила наш инструментарий оценки и сделала некоторые предложения по улучшению метода в нашем вузе.</p> <p>Оценивается успеваемость студентов на последнем году обучения, однако требуется более развёрнутый подход к оценке знаний студентов.</p>
0	<p>Методы оценки успеваемости студентов недостаточны и неадекватны.</p>

## Стандарт 12 – Оценка программы CDIO

**Система, по которой осуществляется оценка всей программы по перечисленным двенадцати стандартам для студентов, преподавателей и других ключевых участников с целью непрерывного совершенствования образовательного процесса.**

### Шкала Примеры доказательств

5	<p>Выпускная комиссия анализирует данные оценок курсов, беседует с выпускниками и проводит опросы для дальнейшего совершенствования программы.</p> <p>Отзывы о программе получают с помощью опросов студентов и преподавателей. Результаты применяются для совершенствования дальнейших программ.</p>
---	---

4	<p>Мы разработали систему опроса выпускников каждый год для осуществления оценки эффективности программы. Студенты и преподаватели регулярно встречаются для обсуждения вопросов эффективности курса. Преподаватели, преподающие разные дисциплины в рамках одной и той же программы, встречаются как минимум раз в две недели для обсуждения профессионально-методических вопросов.</p> <p>Методы оценки эффективности программы включают в себя он-лайн анкетирование, проведение опросов студентов в аудиториях, опрос студентов относительно их ожиданий от курса, опросы на поступлении в вуз, опросы выпускников.</p>
3	<p>Оценочные данные со стороны студентов собираются при поступлении, на протяжении их обучения и на выпуске. Прорабатываются способы получения отзывов со стороны других ключевых участников программы.</p> <p>Общие методы оценки включают в себя оценку курсов, опросы при поступлении, новый опрос на выпуске был запущен в 2004 году. Программа регулярно оценивается национальным агентствам по вопросам качества высшего образования. Для пересмотра и анализа курсов организуются регулярные встречи.</p>
2	<p>Система оценки реализованной программы по принципу CDIO постепенно начинает формироваться. Эта система необходима для того, чтобы программа неустанно развивалась. Создание такой системы является одной из наших основных целей на ближайшее время. Кафедра располагает чётким планом для осуществления оценки программы и ряд оценочных инструментов.</p> <p>Оценка реализации принципа CDIO в 12 программах была запланирована.</p>
1	<p>Национальная аккредитация оценивает программы по десяти показателям. Необходимо коррелировать показатели национальной аккредитации и ожидаемые результаты обучения CDIO.</p> <p>Оценка программы была произведена уже несколько раз. Она показала, на каком этапе мы находимся и что нам требуется делать дальше. Тем не менее, у нас пока не сформирован подробный план оценки программы и нам требуется усовершенствовать документирование наших оценок.</p>
0	<p>Оценка программы неадекватная и неполная.</p>