

## ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЯ В ИДЕОЛОГИИ CDIO

Дубова И.В.<sup>1</sup>, Саначева Г.С.<sup>1</sup>, Рябов О.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГОУ ВПО Сибирский Федеральный Университет, Красноярск, Россия (660041 г. Красноярск, пр. Свободный 79), idubova@mail.ru

Статья посвящена новому подходу к подготовке инженеров металлургического направления в соответствии с идеологией CDIO. Рассматривается структура интегрированной дисциплины «Введение в инжиниринг», последовательное изучение десяти модулей которой определено логикой вовлечения в инженерную деятельность и развитие личностных и межличностных составляющих проектировочно-внедренческой компетенции. Показано содержательно-технологическое наполнение модуля «Введение в инженерное дело». Продемонстрированы пути развития мотивации к профессии металлурга через формирование представлений о сущности и видах инженерной деятельности, инновационной деятельности инженера. Спроектированы принципы организации инновационного образовательного процесса при преподавании модуля в интеграции с идеями CDIO: контекст инженерного образования, практикоориентированность, проектирование «от идеи до продукта». Отмечено, что данные принципы должны выполняться при отборе содержания и выбора активных технологий.

Ключевые слова: проектная деятельность студентов, бакалавр металлургии, модернизация инженерного образования, кластеры компетенций, стандарты CDIO.

## INTRODUCTION TO ENGINEERING WITHIN A BACHELOR PROGRAM OF METALLURGY IN THE COURSE OF CDIO IDEOLOGY

Dubova I.V.<sup>1</sup>, Sanacheva G.S.<sup>1</sup>, Ryabov O.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Siberian Federal University, 79, Svobodny Avenue, Krasnoyarsk, 660041, Russia, idubova@mail.ru

This article is devoted to new approach of bachelor engineering education majored in metallurgy according to CDIO ideology. We consider the structure of integrated discipline “Introduction to engineering” which consists of 10 modules. This course allows students from module to module to involve in engineering activity and develop personal and interpersonal aspects of “projecting and implementation” competence. As an example we describe content of one module “Introduction to practice of engineering”. We demonstrate how to motivate students to become steelworkers through advancement of their understanding of the essence and types of engineering activity, innovative activity of engineers. Further we show elaborated principles of organization of innovative teaching of the module in accordance with ideas of CDIO: the context of engineering education, practice-orientation, projecting “from an idea to the product”. Selection of the content and active techniques should go with impelentation of all these principles.

Keywords: project activities, bachelor of metallurgy, competence clusters, engineering equipment upgrade, education of metallurgists, CDIO standards.

Современные социально-экономические условия, обусловленные переходом к обществу знаний, тенденциями глобализации, информатизации и, как следствие, возрастанием уровня неопределенности и изменчивости требуют пересмотра подходов к повышению качества образования. В современном понимании качество образования – это соответствие современным и перспективным требованиям государства, общества и человека.

Вступление России в ВТО обострили проблемы модернизации производственных систем отечественных компаний. Однако модернизация существующей системы организации производства невозможна без соответствующей подготовки сотрудников предприятий и изменения концептуальных подходов в организации и содержании профессионального образования. Возросла потребность в инженерах, отличающихся высокой производительностью и

гибкостью, способностью создания, внедрения и распространения инновационных идей и технологий. Одним из возможных путей повышения качества инженерного образования может выступать построение Системы обучения на основе стандартов Всемирной инициативы CDIO в рамках выполнения международного проекта, к которому в 2014 году присоединился Сибирский федеральный университет [1, 2]. Общая философия образовательных программ и учебных планов на основе CDIO, предполагает включения студентов в решение практико-ориентированных заданий через применение активных форм обучения, предусматривает развитие у профессорско-преподавательского состава педагогических компетенций и умений создавать продукты и системы, проводить аудит и мониторинг программ и успеваемости студентов. При этом вся подготовка инженеров должна быть построена «от идеи до продукта», т.е. через весь жизненный цикл продукта. Инициатива CDIO создает ряд ресурсов, которые могут быть адаптированы и реализованы отдельными программами для вышеуказанных целей. К таким ресурсам относятся 12 стандартов образовательных программ CDIO, принятых в январе 2011. Системное видение стандартов возможно в разных логиках. В таблице 1 приведена классификация, в которой стандарты сгруппированы по пяти критериям [5].

Таблица 1

#### Классификация стандартов CDIO

Критерий обобщения	Стандарты	Сущность
Общая философия программы	1*	Контекст инженерного образования
Требования к учебному плану	2*, 3*, 4	Цели - результаты образования (компетенции, компетентности), интеграция дисциплин, <i>обязательная дисциплина введение в инжиниринг</i>
Требования к практическим заданиям и помещениям для занятий	5*, 6	Задания по проектированию должны быть на базовом и продвинутом уровне, учебные помещения должны соответствовать требованиям проектов
Методы преподавания и обучения	7*, 8*	Необходима разработка интегрированных заданий и применение активных методов и технологий обучения
Повышение квалификации ППС	9*, 10	Повышение компетентности ППС в навыках CDIO (проектная и НИИ деятельность), повышение преподавательских способностей в проведении интегрированных занятий, применении активных методов обучения и оценки компетенций
Аудит и оценка программы и успеваемости студентов	11*, 12	Необходим постоянный мониторинг и аудит выполнения стандартов CDIO, оценочная система должна соответствовать стандартам CDIO

*Стандарты 1,2,3,5,7, 9,11* считаются *обязательными* и отличают программы CDIO от других образовательных программ. Стандарты *4, 6, 8,10,12* установлены на основании лучших практик инженерного образования и отвечают за *успешную реализацию программы CDIO*. Исходя из этого, можно заключить, что набор из 12 стандартов статичен лишь на данный период времени. Расширение сети вузов, работающих в идеологии CDIO, и накопление опыта может внести изменения, как на уровне количества, так и на уровне содержания стан-

дартов. Стоит также отметить, что стандарты 11,12 можно считать упреждающими, позволяющими за счет систематического мониторинга вовремя реагировать на отклонения результатов от цели, проводить анализ причин и корректировать учебный план, как по содержанию, так и по технологиям сопровождения учебного процесса.

Реализация всей совокупности данных стандартов возможна только при системном подходе к подготовке бакалавров. Наложение стандартов CDIO на педагогическую систему позволяет сформировать видение по созданию педагогических условий для подготовки бакалавров в измененных условиях (таблица 2).

Таблица 2

Стандарты CDIO и педагогическая система

Критерий обобщения	Стандарты	Сущность	Задача проектирования дисциплины
Методология	1	Содержание, цель, подходы, педагогические условия, готовность субъектов образовательного процесса	Создание условий, мотивирующих к профессиональной деятельности через контекст инженерного образования во всех компонентах образовательного процесса.
Целевая функция	2	Предметная, личностная и т.д.	Цель – результат обучения Ориентация на результаты образования
Оценочная функция	12	Диагностика Оценка (тесты, анкеты, результаты)	Создание условий для объективного оценивания, способствующего непрерывному развитию
Содержание	3,4	Интеграция в содержание, новая дисциплина – введение в инженерную деятельность	Обогащение содержания контекстом профессии, междисциплинарными примерами, системным подходом к обучению.
Технологии	7, 8	Интегрированное обучение с использованием активных методов	Обоснование и выбор интерактивных педагогических технологий по модулям дисциплин ООП
Практико-ориентированный образовательный процесс	5,6	Опыт внедрения проектно-внедренческой деятельности. Рабочее пространство для инженерной деятельности	Проработка системы проектов разного уровня (учебных, квазипрофессиональных, профессиональных)
Подготовка ППС	9,10	Подготовка преподавателя нового типа, способного к инновационной деятельности в преподавании	Постоянное и непрерывное обучение через использование всех видов обучения: формальное, неформальное, информальное.
Оценка ППС	11	Необходимый элемент непрерывного развития	Создание системы мотивации ППС и системы мониторинга и оценки ППС.

Анализ данной таблицы выявляет необходимые критерии при проектировании интегрированного учебного плана бакалавров инженерного образования [6]. Развитие инженерного мышления может стать, прежде всего, результатом синергии изучаемых дисциплин и педагогических технологий. Ведущая роль в развитии инженерного мышления, согласно идеологии CDIO, отводится интегрированной дисциплине «Введение в инжиниринг» (Стандарт 4), предназначение которой последовательно закладывать основы инженерной деятель-

ности в области создания продуктов и систем, развивать личностные и межличностные компетенции. Организация данной дисциплины предполагает создание педагогических условий, позволяющих развивать инженерную теоретико-практическую базу через представление студентам перечня задач и обязанностей инженера, через теоретические знания и практические умения в решении инженерных заданий. Успешное освоение модулей и разделов данной интегрированной дисциплины будет способствовать мотивации к обучению и разработке продуктов и систем на продвинутых этапах программы. В большинстве вузов, внедряющих стандарты CDIO, курс «Введение в инжиниринг» считается обязательным и предлагается как отдельная дисциплина продолжительностью от одного до четырех семестров [8].

Учебный план CDIO подготовки бакалавров направления «Металлургия» в ИЦМиМ Сибирского федерального университета включает «сквозную» интегрированную дисциплину «Введение в инжиниринг», состоящую из 10 модулей (рис. 1). Последовательность изучения модулей определяется логикой вовлечения в инженерную деятельность и развития профессиональных, личностных и межличностных компетенций через этапы ориентирования, приобщения и закрепления.

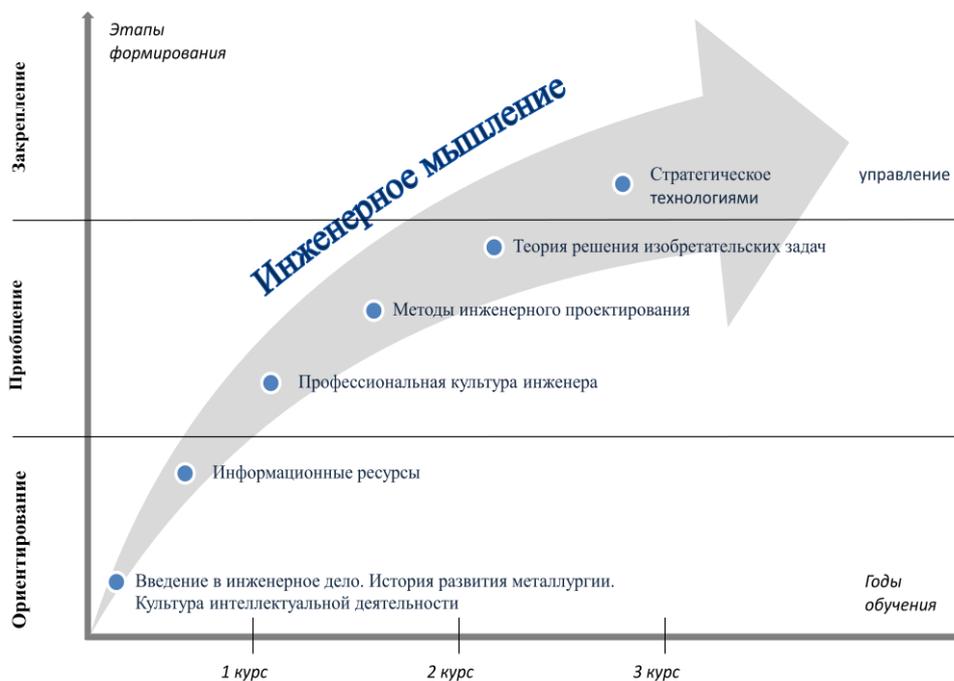


Рис. 1. Структура интегрированной дисциплины «Введение в инжиниринг»

Стоит отметить, что проблема введения студентов вузов в инженерную деятельность не является новой. В учебных планах подготовки специалистов ГОС ВПО 2 и ФГОС также включались дисциплины «Введение в специальность», «Основы инженерного творчества» и др., но содержание и используемые технологии преподавания существенно отличались от предлагаемых в программе CDIO. Сопоставление преподаваемых дисциплин проведено в таблице 3.

## Анализ дисциплин «Введение в специальность» и «Введение в инжиниринг»

Критерии	Дисциплина	
	Введение в специальность	Введение в инжиниринг
Сроки реализации	4 семестр	1-6 семестр
Количество модулей	1	10
Интеграция	Дисциплинарная	Междисциплинарная
Подход к образовательному процессу	Дисциплинарный, авторитарный	Компетентностный, студентоцентрированный
Преподаватель	Транслятор	Фасилитатор
Программа дисциплины	Программа регламентирована, линейна	Вариативность, нелинейность
Технология организации лекций	Предметно-содержательная, трансляционная	Интерактивная (увеличена доля инновационных технологий)
Технология организации лабораторных работ	Традиционная (по инструкции)	Проектная, командная работа
Технология организации семинарских занятий	Традиционная	Инновационная (дискуссии, круглые столы и др.)
Мотивация на самообразование	Слабая ориентация на самообразование, регламентированные задания на СРС	Ориентация на образование через всю жизнь, творческие, инновационные задания на СРС
Уровень получаемых знаний	Получение определенного уровня знаний по узкой специализации	Получение определенного уровня знаний по всему спектру металлургической науки

Как уже было сказано выше, новые требования определяются при построении программы дисциплины стандартами CDIO, и, в частности, стандартом 4. Каждый модуль интегрированной дисциплины несет содержательную и технологическую нагрузку в соответствие с этапом освоения (присвоения) инженерной деятельности. На этапе ориентирования мотивационно-ценностную функцию выполняет модуль «Введение в инженерное дело», который формирует видение системной взаимосвязи компонентов подготовки инженеров-металлургов через интеграцию трех разделов «Введение в инженерную деятельность», «История развития металлургии», «Культура интеллектуальной деятельности в идеологии CDIO».

Мотивация к инженерному делу развивается через формирование представлений о сущности и видах инженерной деятельности, инновационной деятельности инженера в современных условиях и в перспективе («Введение в инженерную деятельность»), о профессиональной деятельности инженеров-металлургов, изучение истории металлургии, становление и развитие которой неразрывно связано с общей историей человеческой цивилизации («История развития металлургии»); через раскрытие сущности интеллектуальной составляющей инженерной деятельности и развитие компетенций, основанных на применении эффективных норм, правил, приемов организации и осуществления интеллектуальной деятельности («Культура интеллектуальной деятельности в идеологии CDIO»).

Общая философия образовательных программ и учебных планов на основе CDIO предполагает включения студентов в решение практико-ориентированных заданий через применение активных форм обучения [4]. Вся подготовка инженеров должна быть построена «от идеи до продукта», т.е. через весь жизненный цикл продукта. Для каждого раздела модуля были продуманы содержание, формы и способы взаимодействия со студентами через аудиторную и внеаудиторную работу, тематика проектов, интегрированных заданий и занятий, технологии, система оценки. Все это представлено в рабочей программе модуля. Современный подход к построению образовательной программы и, как следствие, рабочей программы дисциплины/модуля предполагает путь *от компетенции*. В стандартах ФГОС 150400.62 и проекте ФГОС+ 22.02.03 по направлению «Металлургия» прописаны профессиональные задачи и компетенции, отбор которых был произведен в соответствии с требованиями CDIO и согласованием с работодателями. Основными критериями отбора оказались способность к коммуникациям, к самостоятельной работе, практикоориентированность. Определены кластеры, объединяющие компетенции под единую цель и как следствие имеющие общие критерии оценки: информационный, личностный и профессионально-деятельностный. Стоит отметить, что в информационный кластер нами включены компетенции из двух стандартов (\*)ФГОС ВПО и проекта ФГОС 3+ ВО, направление «Металлургия».

*Информационный кластер:* ОК1\*, ОК10\*, ОК12\*, ОК16\*, ПК1. *Личностный кластер:* ОК1, ОК3, ОК4, ОК. *Профессионально-деятельностный кластер:* ОПК1, ОПК2, ОПК3, ОПК4, ППК-5.

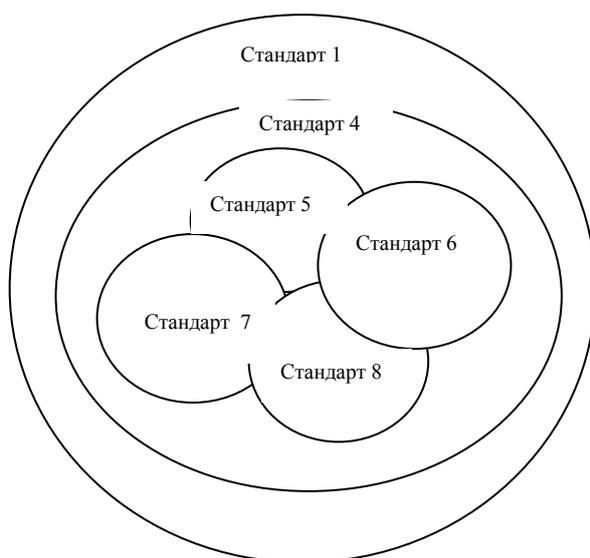


Рис. 2. Системная взаимосвязь стандартов CDIO в модуле «Введение в инженерное дело»

Модуль «Введение в инженерное дело» построен на основе системной взаимосвязи стандартов 1,2,4,5,7,8,11. Содержательно модуль «Введение в инженерное дело» включает темы, подтверждающие выполнение стандартов 1 и 4: «Основы ОП Metallургия в идеоло-

гии CDIO»; «Культура интеллектуальной деятельности как условие саморазвития»; «Место металлургии в обществе, в мировоззрении, этапы становления металлургии»; «Особенности инженерной деятельности и роль инженера в современном мире»; «Интеллектуальная деятельность – как вид инженерной деятельности»; «Технологические основы получения металлов и готовых изделий из них»; «Футурология металлургии и новый тип инженера-металлурга»; «Инновационная инженерная деятельность»; «Интеллектуальная деятельность и инновации». Примеры проектных заданий: «3D игрушка-сувенир ИЦМиМ CDIO», буклет «История развития металлургической промышленности Красноярского края» «Копилку приемов эффективного обучения» демонстрируют соответствие стандарту 5. Технологическая карта организации освоения модуля включает «семинары-тренинги», дискуссии, игры, круглые столы, проектные лабораторные работы, работу в малых группах (Стандарт 8). Инновационный подход к оценке прописан в рабочей программе модуля через подбор контролируемых мероприятий, в соответствии с проверяемыми результатами обучения в виде эссе, тестов, презентаций, защиты проекта, решения кейсов, выступления на научной конференции, портфолио (Стандарт 11).

Основываясь на сказанном выше, возможно сформулировать принципы организации инновационного образовательного процесса по модулю «Введение в инженерное дело» в идеологии CDIO. *Принцип контекста* инженерного образования выдержан при *отборе содержания* лекций, практических занятий, тренингов, ролевых игр, заданий по проектированию и интегрированных заданий. *Принцип практик ориентированного образования* накладывается на принцип контекста с акцентом на деятельность предприятий, непосредственно являющихся работодателями. *Принцип «от идеи до продукта»* реализуется через выполнение проектных заданий. *Принцип проектного обучения* через применение педагогических проектных технологий. *Принцип активного обучения* проявляется подбор интерактивных педагогических технологий, работающих на развитие компетенций. *Принцип интеграции* является ведущим, так все остальные основаны на интеграции разного уровня. К такому выводу можно прийти, основываясь на исторических традициях интеграционных процессов в образовании [7]: единства интеграции и дифференциации как способ самоорганизации образования; антропоцентризма, определяющего положение студента и преподавателя в интегральной образовательной системе; культуросообразности, характеризующего отношение образования к его культурному окружению. Сегодня педагогической концепцией теории интеграции в образовании признана концепция личностно-ориентированного образования. Принцип личностно-ориентированного обучения ставит в центр интеграционных процессов личность студента. Признано целесообразным выделять четыре уровня (ступени) интеграции [3]: тематическая интеграция/междисциплинарная, проблемно-ориентированная интеграция, кон-

цептуальная интеграция, теоретическая интеграция (философское взаимопроникновение различных теорий).

Развитая междисциплинарная интеграция перерастает в педагогическую интеграцию. Педагогическая интеграция в свою очередь предполагает *высокий уровень единства* дидактических принципов, целей и задач обучения, содержания образования на основе глубокой внутренней взаимосвязи учебных дисциплин. Данный вид интеграции вполне соответствует программам CDIO.

### Список литературы

1. Гафурова Н.В., Осипова С.И., Степанова Т.Н. Базовые идеи модернизации профессионального образования направления «Металлургия»//Фундаментальные исследования. – 2013. - №11. – С. 1418-1422.
2. Гафурова Н.В., Осипова С.И. Metallургическое образование на основе идеологии CDIO // Высшее образование в России. – 2013. - №12. – С.137-139.
3. Данилюк А.Я. Три принципа интеграции образования. Ежемесячный электронный педагогический журнал. Научно-педагогические школы России: теория и история развития. <http://rspu.edu.ru/university/publish/schools/2/index.html> (дата обращения 30.05.2014 г.).
4. Королева Г.А., Дубова И.В., Саначева Г.С. Проектная деятельность студентов в лабораторном практикуме по химии // Современные проблемы науки и образования. – 2014. - № 4; URL: <http://www.science-education.ru/118-14385> (дата обращения: 22.08.2014).
5. 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.
6. Методические рекомендации Минобрнауки России по созданию образовательных комплексов, реализующих интегрированные программы профессионального образования различных уровней по профессиям и специальностям технической направленности. <http://bakalavr.ntf.ru/p64aa1.html> (дата обращения 23.08.2014 г.).
7. Общетеоретические основы интеграции в образовании. Законы и понятие интеграции в образовании. // [http://rspu.edu.ru/university/publish/schools/11/gl2\\_p2.html](http://rspu.edu.ru/university/publish/schools/11/gl2_p2.html) (дата обращения 13.08.2014 г.).
8. Официальный сайт «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» URL: <http://portal.tpu.ru/standard/design/normativ/Tab/engineering.pdf> (дата обращения: 18.05.2014).

**Рецензенты:**

Осипова С.И., д.п.н., профессор, профессор-наставник Сибирского федерального университета, кафедры ФЕО, г. Красноярск;

Горохов Ю.В., д.т.н., профессор, профессор кафедры обработки металлов давлением ИЦ-МиМ СФУ, г. Красноярск.