

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: СМЕНА ФОРМАТА

ВЧЕРАШНИЙ Павел Михайлович – канд. экон. наук, первый проректор по экономике и развитию, Сибирский федеральный университет. E-mail: pvcherashnij@sfu-kras.ru

ГАФУРОВА Наталия Владимировна – д-р пед. наук, проф., советник ректора, Сибирский федеральный университет. E-mail: gafurnv@mail.ru

РУМЯНЦЕВ Максим Валерьевич – канд. филос. наук, доцент, проректор по учебной работе, Сибирский федеральный университет. E-mail: m-rumyantsev@yandex.ru

ОСИПЕНКО Ольга Анатольевна – канд. пед. наук, доцент, зам. проректора по учебной работе, Сибирский федеральный университет. E-mail: yumbel@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы изменения содержания и технологии подготовки инженерных кадров. С целью поиска механизмов изменений в подготовке инженерных кадров в Сибирском федеральном университете в режиме проекта разработана и апробирована модель «нового» инженерного образования. Опираясь на концепцию модели, авторы обосновывают необходимость кардинальной смены организации образовательного процесса для обеспечения влияния на образовательный опыт студентов.

Ключевые слова: инженерное образование, модель «нового» инженерного образования, ключевые компетенции современного инженера, образовательный опыт студентов

Для цитирования: Вчерашний П.М., Гафурова Н.В., Румянцев М.В., Осипенко О.А. Инженерное образование: смена формата // Высшее образование в России. 2016. № 8-9 (204). С. 15–21.

В настоящее время в России очевиден устойчивый интерес к инженерному образованию. Казалось бы, это закономерно, ведь именно инженерное образование в значительной степени определяет уровень участия страны в глобальной экономике знаний. Однако качественные изменения в содержании и методах обучения, связанные с развитием новой экономики в российских вузах, не очень заметны [1]. Возникает риск инвестировать большие средства в воспроизводство образования вчерашнего дня. Ведь уже сегодня отечественные учебные заведения не удовлетворяют потребности общества и экономики в кадрах не из-за недостаточного финансирования, а по причине несоответствия сложившихся образовательных программ современным вызовам. Необходимо создавать лучшие образцы системы образования, эффективные технологии обучения эпохи глобального инновационного уклада. Культура усвоения знаний должна заменяться культурой поиска, опережения и обновления.

Есть целый ряд важных требований, предъявляемых к современным инженерам: это высокоразвитая коммуникативная компетентность, наличие организационных навыков, умение работать в команде. В условиях глобальной экономики возрастает значение иностранного языка как условия карьерного роста. Интересы национального капитала (работодателей) сегодня состоят в том, чтобы получить квалифицированных работников с высшим образованием широкого профиля, умеющих обучаться, готовых быстро адаптироваться к новым условиям труда, создавать и осваивать технологии. Однако бизнес, как правило, готов вкладывать значительные средства в краткосрочную переподготовку сотрудников в рамках конкретных квалификаций и совершенно не готов финансировать долгосрочные кадровые программы. Да и вообще работодатели, не будучи удовлетворенными качеством знаний выпускников инженерных вузов, не склонны задумываться над тем, что нужно изменить в самих вузах.

Отталкиваясь от этих фактов и учитывая наличие внутренней неоднородности инженерных направлений подготовки в университете, *Сибирский федеральный университет* выбрал стратегию выделения отдельных программ высокого качества – так называемого элитного уровня – с вложением в них дополнительного ресурса. На магистерском уровне с 2012 г. в университете реализуется проект под названием «Специальное инженерное образование». В нем участвуют программы разных направлений инженерной подготовки: «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроения»; «Системное проектирование космических летательных аппаратов»; «Обработка металлов». Одним из критериев выбора программ – участников проекта стало наличие партнерских отношений с работодателем. Партнерами по проекту выступили ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва, Научно-производственное предприятие «Радиосвязь», ОАО «Красноярский завод цветных металлов имени В.Н. Гулидова». Целью проекта стали разработка и апробация новой модели подготовки инженерных кадров, адекватной вызовам современности. Заявленная миссия проекта – «подготовка выпускников, готовых создавать лучший мир». По сути, пришлось искать ответ на вопрос: «Что в образовании инженера нужно изменить, чтобы развивать компетенции, необходимые для “нового” инженера?»

Существуют определенные формы образовательной деятельности, которые наилучшим образом обеспечивают развитие соответствующих компетенций. Условия для формирования компетенций, необходимых новому инженеру, возникают, если в образовательном процессе активно используются следующие практики:

- проектная работа в малых группах;
- публичная презентация результатов своей работы (учебной, исследовательской, проектной);

- участие в проектах реальных заказчиков;
- академическая мобильность;
- полидисциплинарная и поликультурная коммуникация.

Учитывая данные условия, было принято решение построить модель «нового инженерного образования» и апробировать ее в разных образовательных программах. Важнейшей характеристикой модели стала высокая ценность таланта и мастерства, т.е. владение особо эффективными средствами деятельности в соответствующей профессиональной области, или, говоря языком образовательных и профессиональных стандартов, высоким уровнем профессиональных и личностных компетенций. Мотивация, интерес, склонности обучающихся как базис компетенций на выбранных магистерских программах рассматривались как ключевой и наиболее дорогой ресурс. При этом индивидуализация образовательных траекторий и повышение самостоятельности и ответственности обучающихся актуализировали роль преподавателя. Потребовалось резкое снижение доли «закрытости» образовательных программ, сокращение преподавательского состава, не имеющего опыта работы на производстве. Одной из приоритетных стала задача привлечения специалистов из соответствующих отраслей, из других сфер деятельности.

Принципиальное отличие новой модели состоит в ориентации на полную открытость процессов, на формирование сетевого взаимодействия с ведущими предприятиями региона – лидерами в профессиональной области. Реализация модели создала необходимые условия для изменения самой сущности образовательного процесса для магистрантов, выбравших для изучения предложенные программы. Обычный процесс пересказа знаний, изложенных в информационных источниках, в значительной степени был замещен проектной работой, участием в исследованиях и разработках, «выходом из стен университета» в реальное производство. В соответствии с принципом открыто-

сти произошла интеграция образовательных программ с реальным производством, в том числе посредством предоставления части образовательных услуг предприятиями-партнерами. Это означает, что магистранты учились и в университете, и в партнерской компании, занимающейся реальным производством товаров и услуг [2].

Ожидаемые результаты такой организации учебного процесса были сформулированы так: «подготовка кадров, способных:

- проектировать и управлять проектами;
- понимать экономику производства;
- работать в команде, в том числе международной;
- владеть иностранным языком с целью освоения мировых достижений в отрасли».

В соответствии с поставленной целью были разработаны новые учебные планы образовательных программ, имеющие следующие особенности:

- взаимодействие с заказчиком при реализации образовательной программы;
- согласование с заказчиком профессиональных и образовательных компетенций, соответственно, согласование целей образования;
- подготовка в области управления проектами и бизнеса (экономики) зарубежными специалистами;
- реализация модуля практики в зарубежных инжиниринговых центрах и организациях;
- углубленная специальная подготовка по английскому языку;
- публичное представление и обсуждение учебных планов и результатов образовательной деятельности с их экспертной оценкой.

Технологические условия инженерных производств, занимающихся инновационным развитием, формируются в международной среде. Отсюда безусловное требование – освоение иностранного языка на уровне, достаточном для свободной ком-

муникации, обучения, участия в исследовательских и образовательных проектах совместно с зарубежными партнерами. Это требование было распространено и на преподавателей. Принципиальным решением является также организация длительной практики продолжительностью в восемь недель на базе зарубежных организаций с целью погружения магистрантов в «иную» производственную культуру. Места практик были выбраны не случайно. В этом процессе были задействованы работодатели-партнеры, которые высказывали свои предпочтения и участвовали в достижении договоренностей. При этом ключевыми моментами договора с зарубежными партнерами стали:

- совместная работа по магистерскому проекту;
- сертификация магистрантов;
- организация стажировки преподавателей;
- сертификация преподавателей.

Кадровый вопрос возникал и возникает в ходе реализации проекта постоянно. Необходимо, во-первых, стажировки преподавателей – руководителей магистрантов на предприятиях во время их первичной практики с целью выбора и обоснования темы диссертации, актуальной для реального производства; во-вторых, повышение квалификации преподавателей для развития у них современных педагогических и языковых компетенций. Обязательной в этом процессе становится стажировка ведущих преподавателей образовательной программы в тех зарубежных инжиниринговых центрах, где студенты проходят практику [3].

В ходе реализации модели специально инженерного образования сформировались четкие требования к работодателю-партнеру, определены основания его партнерской позиции с разделением ответственности за процесс и результат, а именно:

- согласование направления магистерской подготовки и магистерской программы;

- наполнение «портфеля» проектов;
- формулирование требований к профессиональным компетенциям (в случае отсутствия профессиональных стандартов);
- двойное руководство магистерской программой (руководитель от университета и предприятия);
- заключение договора о сетевом взаимодействии в ходе реализации программы, включая проведение практик и подготовку магистерских диссертаций, руководство магистерскими диссертациями;
- экспертное участие представителей предприятия в оценке промежуточных и итоговых результатов;
- совместное участие университета и предприятия в поиске зарубежных партнеров.

Как было отмечено, принципиальной позицией модели «нового» инженерного образования является оценка процессов внешними экспертами, причем такие экспертные оценки предусмотрено делать публично. Они проводятся по ключевым этапам проекта: представление проектной идеи, задач и планируемых результатов на зарубежную стажировку, отчет по стажировке, защита проекта. При этом, как правило, публичная экспертная оценка проводится на английском языке с привлечением специалистов с мест стажировок в онлайн-режиме.

В 2014 г. состоялся выпуск 20 специалистов с квалификацией «Магистр техники и технологий». 20% выпускников продолжили обучение в аспирантуре, остальные трудоустроены на предприятиях-партнерах. Один выпускник получил предложение о трудоустройстве в зарубежной компании (Delcam PLC, г. Бирмингем, Великобритания), где проходил практику во время обучения.

Оценка образовательных программ проекта выявила, что практически все выпускники уже на первом этапе продемонстрировали улучшение технических навыков и приобретение опыта проектирования на конкретных инженерных объектах, а также в

области профессионального английского языка. Однако после анализа форм и методов организации образовательного процесса некоторые из показателей заставили задуматься. Так, по показателю «интерактивность занятий» средний балл по программе составил 5 из 10; по «качеству заданий для самостоятельной работы» – 5,7 из 10.

В 2014 г. в Сибирском федеральном университете стартовал второй этап проекта специального инженерного образования. Количество образовательных программ увеличилось. Появились новые программы в области металлургии, нефтегазового профиля и новые партнеры: «Объединенная компания РУСАЛ “Инженерно-технологический центр”», Ачинский НПЗ компании «Роснефть». Ключевыми задачами второго этапа проекта стали:

- работа в малых группах на реальном проекте от партнера-работодателя;
- международные стажировки на конкурсной основе;
- усиление модуля «технологическое предпринимательство»;
- специальная подготовка команд преподавателей и «молодого резерва».

По итогам первого публичного представления проектных идей экспертами были выбраны 11 групповых магистерских проектов. Все они были предложены партнерами-работодателями.

Отличительной чертой учебного плана образовательных программ – участников проекта стало появление в них специального модуля «Технологическое предпринимательство», расширенного до 30 зачетных единиц и включающего в себя следующие дисциплины: «Бережливое производство», «Промышленный дизайн», «Системное инженерное мышление», «Управление проектами», «Решение технических кейсов», а также тренинги по развитию командного взаимодействия и лидерских качеств. Существенная трудность в реализации этого модуля заключается в поиске преподавателей, способных вести эти дисциплины на современном уровне. Было решено пойти

по пути сетевого взаимодействия с автономной некоммерческой организацией «Электронное образование для nanoиндустрии» (eNANO). Часть курсов преподавали сотрудники учебного центра СФУ «Toyota Engineering Corporation».

Интересны результаты обратной связи от студентов по оценке отдельных курсов модуля. На вопрос: «Нужен ли подобный образовательный модуль в подготовке “нового” инженера?» – обучающиеся ответили следующим образом (приводится процент положительных ответов): «Промышленный дизайн» – 69,4%; «Бережливое производство» – 84,4%; «Управление проектами» – 63,2%. Так же высоко оценена и значимость курсов для реализации собственных магистерских проектов. Пользу курса «Бережливое производство» для выполнения собственного проекта отмечают 65,6% слушателей, а курса «Управление проектами» – 42,1%. Кардинальные изменения в понимании собственного проекта отмечают 25% слушателей курса «Промышленный дизайн».

Модель специального инженерного образования, на наш взгляд, можно рассматривать как «новую» практику подготовки инженеров. Реализация модели позволяет существенно изменить организацию образовательного процесса и принципиально влияет на образовательный опыт студентов.

На бакалаврском уровне подготовки в университете реализуется другой проект. В феврале 2014 г. СФУ был официально принят в состав участников Международной инициативы CDIO («Задумай – Спроектируй – Реализуй – Управляй»)[4]. Проект «CDIO – развитие инженерного бакалавриата» начат в университете в 2013 г. с годового подготовительного этапа. Его целью стало изменение инженерного образования для реальных производств на основе идеологии CDIO, предполагающей подготовку бакалавра к осуществлению полного технологического цикла создания идеального или материального продукта. Ожидаемые результаты CDIO Syllabus:

- глубокие прикладные знания (инжиниринг);
- умение создавать новые продукты и системы;
- межличностные компетенции: работа в команде и коммуникации;
- умение учитывать жизненный цикл продукции.

Главная идея построения учебного процесса – новый подход к инженерному образованию на основе проектной деятельности студентов с реальными заданиями, практико-ориентированное и проектное обучение. Что это значит?

Во-первых, – совместную деятельность СФУ и работодателя в области проектирования, организации и реализации образовательной программы. Во-вторых, – смену образовательного подхода со знаниевого на компетентностный, реализуемый в условиях существенного усиления самостоятельного компонента образовательной деятельности студентов, приоритетного использования активных педагогических технологий, позволяющих поставить студента в субъектную позицию. В-третьих, – развитие компетентности преподавателей с ориентацией на осуществление продуктивного обучения, результатом которого для каждого студента является интеллектуально-идеальный и/или физический продукт, полученный при реализации полного технологического цикла: «придумывай – разрабатывай – внедряй – управляй».

Новыми задачами обусловлены изменения в учебном плане: появление новых дисциплин и модернизация существующих, выделение отдельного места для непрерывной проектной деятельности, направленной на профессиональный рост студента и др. Учебный план формируется на принципах целостности и направленности на результат ООП каждой его части, что и предполагает идеология CDIO. Это обеспечивается следующими условиями:

- наличие реального работодателя для выпускника образовательной программы;
- установление целей образователь-

ной программы и требований к выпускнику совместно с работодателем;

- определение соответствия этих требований зачетным единицам;

- формирование матрицы уровней развития компетенций (по годам обучения и модулям с зачетными единицами);

- разработка модульного учебного плана;

- организация проектной работы студентов как базовой в учебном процессе, с групповыми проектами по заказу работодателя с реальной экспертной внешней оценкой;

- вариативность и факультативность, которые позволяют реализовать субъектность студента;

- наличие междисциплинарных модулей, организующих системность профессиональной и мировоззренческой подготовки, целей, миссии, ценностей;

- организация практик, закрепляющих результаты обучения, и решение конкретных задач партнеров-работодателей.

Учебный план в идеологии CDIO содержит достаточно новые для российского инженерного образования дисциплины. К ним относятся: «Введение в инженерное дело», «Системная инженерия», «Инженерная этика», «История науки, техники и производства», «Бережливое производство», «Решение технических кейсов» и др. Целью таких дисциплин является формирование у каждого выпускника ценностных оснований инженерной деятельности. Найти преподавателей, ведущих занятия по таким дисциплинам, довольно сложно. Чаще всего их нет вообще. Поэтому приглашаются преподаватели из других организаций. Конечно, осуществляется и переподготовка преподавателей университета, которая предполагает их ориентацию на выполнение ряда требований, закрепленных в Стандартах 1-12 CDIO [5, с. 60–61]. Фактически необходимо подготовить преподавателя к тому, чтобы «учить другому и по-другому». Определение кадрового ресурса – тех сотрудников вуза, которые

были бы заинтересованы в получении новых результатов своей профессиональной деятельности и готовы к существенным изменениям в ней, – это одна из насущных проблем. Организация повышения квалификации преподавателей, проводимого непрерывно на протяжении всего периода реализации проекта, характеризуется многообразием содержания: педагогические вопросы, иноязычная подготовка, активные методы проведения занятий и пр. В этом процессе многие преподаватели впервые оказались в условиях совместной работы по вопросам востребованности и преемственности дидактических единиц дисциплин. При этом пришлось решать непростую для них задачу ухода от привычного, сложившегося десятилетиями объема дисциплин, их места в учебном плане и, самое болезненное, отсутствия необходимости отдельных частей, а то и самих дисциплин.

В настоящее время проект СФУ «CDIO – развитие инженерного бакалавриата» находится в активной стадии своего развития. Полученный опыт можно масштабировать и презентовать как многообещающий путь изменения инженерного образования на уровне бакалавриата. СФУ расширяет спектр программ для реализации проекта и выносит свой опыт и проблемы на российские и международные площадки.

Таким образом, активные «пробы» СФУ в изменении формата инженерного образования на разных его уровнях ориентируются на лучшие отечественные и зарубежные практики и позволяют подводить первые итоги. Полученные результаты существенно меняют сложившиеся подходы в инженерном образовании, делая его адекватным вызовам современного общества.

Литература

1. Фруммин И.Д., Добрякова М.С. Что заставляет меняться российские вузы: договор о вовлеченности // Теоретические и прикладные исследования. 2012. № 2. С. 159–191.

2. Осипова С.И., Гафурова Н.В., Степанова Т.Н. Базовые идеи модернизации профессионального образования по направлению «Металлургия» // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 11 (7). С. 1418–1422.
3. Гафурова Н.В., Осипенко О.А. Управление человеческим ресурсом при подготовке ООП в идеологии CDIO // *Инженерное образование*. 2014. № 16. С. 137–143.
4. Бродер Р., Малмквист Й., Эдстрем К., Кроули Э., Остлунд С. Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO. М.: ВШЭ, 2015. 540 с.
5. Чучалин А.И., Таяурская М.С., Мягков М.Г. Повышение квалификации преподавателей в области применения международных стандартов CDIO // *Высшее образование в России*. 2014. № 6. С. 58–67.

Статья поступила в редакцию 05.07.16.

ENGINEERING EDUCATION: FORMAT CHANGE

VCHERASHNY Pavel M. – Cand. Sci. (Economics), First Vice-Rector on Finance and Development, Siberian Federal University, Russia. E-mail: pvcherashnij@sfu-kras.ru

GAFUROVA Natalia V. – Dr. Sci. (Pedagogy), Prof., Adviser to the Rector, Siberian Federal University, Russia. E-mail: gafurnv@mail.ru

RUMYANTSEV Maksim V. – Cand. Sci. (Philosophy), Assoc. Prof., Vice-Rector for Academic Affairs, Siberian Federal University, Russia. E-mail: m-rumyantsev@yandex.ru

OSIPENKO Olga A. – Cand. Sci. (Pedagogy), Assoc. Prof., Deputy Vice-Rector for Academic Affairs, Siberian Federal University, Russia. E-mail: yumbel@mail.ru

Abstract. The necessity for changes in content and technology of engineering personnel training is discussed.

The model of “new” engineering education has been developed and tested as a project at Siberian Federal University in order to find changing mechanisms in engineering personnel training. On the basis of this concept, the authors claim the necessity of complete change of educational process and crucial impact on students’ educational experience.

Keywords: engineering education, model of “new” engineering education, contemporary engineer’s core competences, students’ educational experience

Cite as: Vcherashny, P.M., Gafurova, N.V., Rumyantsev, M.V., Osipenko, O.A. (2016). [Engineering Education: Format Change]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher Education in Russia]. No. 8-9 (204), pp. 15-21. (In Russ., abstract in Eng.)

References

1. Frumin, I.D., Dobryakova, M.S. (2012). [What Makes Russian Educational Institutions Change: Agreement about Non-Involvement]. *Teoreticheskie i prikladnye issledovaniya* [Theoretical and Applied Research]. No. 2, pp. 159–191. (In Russ.)
2. Osipova, S.I., Gafurova, N.V., Stepanova, T.N. (2013). [Basic Ideas Concerning Modernization of Professional Education in the Programme “Metallurgy”]. *Fundamental’nye issledovaniya* [Fundamental Research]. No. 11 (7), pp. 1418-1422. (In Russ.)
3. Gafurova, N.V., Osipenko, O.A. (2014). [Human Resource Management in Preparation of Basic Educational Programmes in CDIO Ideology]. *Inzhenernoe obrazovanie* [Engineering Education]. No. 16, pp. 137-143. (In Russ.)
4. Broder, R., Malmkvist, J., Edström, K., Crowley, A., Ostlund, S. (2015). *Pereosmyslenie inzhenernogo obrazovaniya. Podkhod CDIO* [Rethinking Engineering Education. CDIO Approach]. Moscow: Higher School of Economics Publ., 540 p.
5. Chuchalin, A.I., Tayurskaya, M.S., Myagkov, M.G. (2014). [Advanced Training for Management and Faculty Staff of Russian Universities in CDIO Standards Implementation]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher Education in Russia]. No. 6, pp. 58-67. (In Russ., abstract in Eng.)

The paper was submitted 05.07.16.