

ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД CDIO – ИННОВАЦИОННАЯ ДОМИНАНТА РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

М.А. Кайгородова, О.Ю. Сартакова

Статья посвящена актуальной проблеме модернизации инженерного образования в России. Рассмотрены основные принципы, философия и стандарты проектно-ориентированного подхода к подготовке инженеров - CDIO. Представлены потенциальные пути внедрения концепции CDIO в Алтайском государственном техническом университете.

Ключевые слова: инженерное образование, международный проект CDIO, Алтайский государственный технический университет, Алтайский край

В России решение проблем качества инженерно-технического образования и подготовки инновационных научно-педагогических кадров относится к числу приоритетов государственной политики. Сегодня в стране формируется национальная система инновационной экономики, которой нужен приток компетентных конкурентоспособных специалистов инженерно-технического профиля - бакалавров, магистров и инженеров, готовых к творческой и инициативной деятельности в рамках выполнения национальных и интернациональных социально-инженерных проектов. В практической инженерной деятельности происходят значительные изменения, формирующие серьезные «вызовы» системам высшего технического образования. Новые требования производства, бизнеса и общества оказывают определяющее влияние на формы, методы и содержание инженерного образования. Инновационное обучение должно быть ориентировано на создание условий для готовности личности к быстро наступающим переменам в обществе, к неопределённому будущему за счет развития способностей к творчеству, к разнообразным формам мышления, к сотрудничеству с другими людьми [1].

В настоящее время первоочередные задачи по подготовке специалистов в стране связаны не только с требованиями рынка труда, но и геополитической ситуацией в мире. Введение экономических санкций против России вывело на первый план проблемы инженерного образования, которые были озвучены на заседании Президентского Совета по науке и образованию (июнь 2014 г.) и X съезде Российского союза ректоров (октябрь 2014 г.). «Сегодня лидерами глобального развития становятся те страны, которые способны создать прорывные технологии и на их основе формировать собственную мощную производственную базу. Качество инженерных кадров становится одним из ключевых факторов конкурентоспособности государства и, ...основой для его технологической, экономической независимости», - подчеркнул В.Путин на заседании Совета при Президенте по науке и образованию [2].

В девятые годы двадцатого века, когда в политике и экономике России происходили глубокие и разрушительные перемены, в стране упал престиж инженерных профессий и самого инженерного образования [3]. Вместе с тем на рынке труда сохраняется существенный дисбаланс спроса и предложения, выражающийся в дефиците инженерно-технических работников. В.Путин на пленарном заседании X съезда Российского союза ректоров отметил, что базовой задачей вузов является «подготовка профессионалов, востребованных на рынке труда» [4]. Президент также отмечает, что не каждый вуз может готовить выпускника, обладающего «нужными знаниями и профессиональными навыками», требуемыми в практической деятельности [4]. «Людей с инженерными дипломами у нас сейчас много, а хороших инженеров нет. В итоге предприятия ищут старые кадры и к ним берут студентов», - отметил директор Центра педагогического мастерства И.Яценко [2].

Высшая школа Алтая успешно справлялась с задачей подготовки высококвалифицированных инженерных кадров и по качеству, и по количеству. Географически дипломи-

Высшая школа Алтая успешно справлялась с задачей подготовки высококвалифицированных инженерных кадров и по качеству, и по количеству. Географически дипломи-

рованных инженеров готовили в г. Барнауле Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова (АлтГТУ) и мех-фак АГАУ, филиалы АлтГТУ – Бийский технологический институт (БТИ), Рубцовский индустриальный институт (РИИ).

Лидером инженерного образования на Алтае уже более семидесяти лет является Алтайский государственный технический университет им.И.И. Ползунова, который по праву считается кузницей инженерных кадров. За семьдесят лет АлтГТУ подготовил и выпустил 101,6 тысяч специалистов из них более 93,6 тысяч с квалификацией – инженер [8]. Перед вузом сегодня стоят непростые задачи, которые должны решаться принципиально новым подходом, современными методами в соответствии с государственной стратегией.

Одним из стандартов подготовки современных инженеров является CDIO - комплексный проектно-ориентированный подход к инженерному образованию. Это международный проект, направленный на устранение противоречий между теорией и практикой в инженерном образовании. Новый подход предполагает усиление практической направленности обучения, а также введение системы проблемного и проектного обучения. Видением проекта является предоставление студентам образования в контексте жизненного цикла реальных систем, процессов и продуктов.

Этот проект получил широкое распространение и охватывает образовательные программы в области инженерных наук по всему миру. Задачей проекта является такое обучение студентов, в основе которого лежит освоение инженерной деятельности в соответствии с моделью «4П» планировать (Conceiving) – проектировать (Designing) – производить (Implementing) – применять (Operating) реальные системы, процессы и продукты на международном рынке. Философия CDIO определяет контекст инженерного образования, образуя культурное пространство, в котором происходит обучение, практика и освоение технических знаний и других навыков [5].

Основная идея CDIO: выпускник технического вуза должен уметь придумать новый продукт (техническую идею), осуществить конструкторские работы по ее воплощению и внедрить в производство.

На данный момент CDIO охвачены более 100 вузов из 30 стран мира. Члены CDIO в России: Томский политехнический

университет (с 2011), Сколковский институт науки и технологий (с 2012), Астраханский государственный университет (с марта 2012), Московский авиационный институт (с октября 2012), Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (с марта 2013), Московский физико-технический институт (с апреля 2013). Обучение в университетах, согласившихся внедрять CDIO, достигается преимущественно через практическую деятельность, ориентированную на потребности внешнего мира, а не на решение абстрактных задач внутри самих вузов. важнейшей частью подготовки инженерных кадров становится работа проектных команд, создающих в процессе обучения новые бизнесы и продукты.

В своем развитии АлтГТУ всегда опирался на позитивный опыт передовых инженерных школ России и зарубежья.

В рамках инициативы CDIO были приняты 12 стандартов, разработанные в ответ на запросы руководителей программ, выпускников и партнеров от промышленности. В результате в стандартах CDIO были определены специальные требования к программам CDIO, которые могут выступать руководством для реформирования образовательных программ. В этих стандартах CDIO раскрывается философия программы (Стандарт 1), разработка учебных планов (Стандарты 2, 3 и 4), реализация проектной деятельности и требования к рабочему пространству (Стандарты 5 и 6), методы преподавания и обучения (Стандарты 7 и 8), повышение квалификации преподавателей (Стандарты 9 и 10), а также оценка результатов обучения и программы в целом (Стандарты 11 и 12) [5].

Рассмотрим потенциальные пути реализации концепции CDIO в Алтайском государственном техническом университете.

Стандарт 1 утверждает, что создание и развитие продуктов и систем на протяжении всего их жизненного цикла «задумка – проектирование – реализация – управление» является общим контекстом развития инженерного образования [6]. Выпускники должны быть способны к комплексной инженерной деятельности, участвовать в реализации инженерных процессов, вносить вклад в развитие инженерных продуктов и осуществлять эту деятельность, работая в производственной компании [5].

Стандарт 2. Необходимо четкое, подробное описание приобретенных личностных, межличностных и профессиональных компетенций в создании продуктов и систем, соот-

ветствующих установленным целям программы и одобренных всеми участниками программы [6]. Результаты обучения определяют, что выпускники должны по окончании своей образовательной программы иметь технические знания, навыки создания продуктов, процессов и систем, сформированные личностные и межличностные компетенции [5].

Актуализированные Федеральные образовательные стандарты предполагают привлечение к процедурам текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации, а также экспертизе оценочных средств внешних экспертов- региональных работодателей, деятельность которых связана с направлением (профилем) реализуемой образовательной программы.

Часть элементов основных образовательных программ в Алтайском государственном техническом университете уже имеют внешние рецензии работодателей.

Стандарт 3. Учебный план включает в себя взаимодополняющие учебные дисциплины и нацелен на интегрирование в преподавании личностных, межличностных компетенций, а также компетенций создавать продукты и системы [6]. Преподаватели играют активную роль в разработке интегрированного учебного плана, предлагая провести соответствующие взаимосвязи между дисциплинами, а также согласовать возможности формирования отдельных навыков при изучении преподаваемых ими дисциплин [5].

Из этого следует, что одна из основных целей высшей школы – научить будущих инженеров ставить и решать задачи в определенной профессиональной сфере и развить важные личностные характеристики, которые необходимы для проектной деятельности. Для этого студенты должны изучить предметную область своей будущей профессиональной деятельности, овладеть специальными приемами и методами анализа проблем, постановки и решения профессиональных задач.

Наибольший интерес сегодня представляют междисциплинарные проекты, позволяющие развивать познавательные, творческие навыки; умения критически мыслить, самостоятельно структурировать свои знания, работать в коллективе; способность к поиску необходимой информации. Все эти умения и навыки являются важными для профессионального само-определения будущих специалистов. Примерами междисциплинарных проектов, реализованных в АлтГТУ можно на-

звать разработку следующих программных комплексов студентами кафедры прикладной математики: «Анализ объемов визуальной и знаковой информации в школьных учебниках» (совместно с кафедрой английского языка), «Визуализация различных процессов при разработке виртуальных лабораторных практикумов для кафедр «Общая физика» и «Химическая техника и инженерная экология», «Сшивка фотографий глазного дна» (совместно с кафедрой офтальмологии Алтайского государственного медицинского университета).

Стандарт 4. Наличие вводного курса, который закладывает основы инженерной практики в области создания продуктов и систем и нацелен на обучение основным личностным и межличностным компетенциям [6]. Презентация курса направлена на стимулирование интереса и увеличение мотивации студентов к инженерной деятельности, сосредоточив их внимание на практической пользе соответствующих базовых дисциплин [5].

Для привлечения талантливых школьников на инженерные направления в АлтГТУ ежегодно проводятся олимпиада «Шаг в будущее»; Ползуновская олимпиада по математике, физике и химии; научно-практическая конференция «Будущее Алтая».

Особенностью опыта становления и развития инновационной деятельности в АлтГТУ является создание системы программ «Ползуновские гранты», «У.М.Н.И.К», «Старт». Такая система формирует инновационную сферу, решает многие ее задачи, включая обеспечение подготовки специалистов для инновационной сферы и поддержку инновационных разработок и проектов.

Стандарт 5. В процессе обучения студент участвует как минимум в двух учебно-практических заданиях по проектированию и созданию изделий, одно из которых он выполняет на начальном уровне, а второе – на продвинутом уровне [6]. Необходимо уделять особое внимание работе студентов над созданием продуктов и реализации процессов в реальных условиях [5].

Студенты АлтГТУ принимают участие в реализации реальных проектов. Например, студенты кафедры «Химическая техника и инженерная экология» принимали участие в разработке технологии очистки различных сред и организации малоотходных процессов, которые внедрены на предприятиях ОАО «Кузбассэнерго», ОАО «Барнаултрансмаш», ООО «Барнаул РТИ», ОАО «Алттранс», ООО

«Барнаульский Водоканал», ОАО «Алтайхимпром», ООО «Полиэкс», а студенты строительного факультета – в разработке технологии производства цемента, бетонов, стеновых и теплоизоляционных материалов из высококальциевых зол от сжигания углей Канско-Ачинского бассейна и изучении возможных вариантов использования отходов промышленности в дорожном материаловедении.

Стандарт 6 связан с учебными помещениями, в которых была бы возможна организация практического подхода к обучению навыкам проектирования и создания продуктов и систем, передача дисциплинарных знаний, а также организация социального обучения [6]. Физическая среда обучения включает традиционные места обучения, (классные комнаты, лекционные залы и аудитории) для проведения семинаров, а так же рабочее пространство для инженерной деятельности и лаборатории. Рабочие пространства и лаборатории поддерживают получение навыков создания продуктов, процессов и систем одновременно с освоением дисциплинарных знаний. В них особое внимание уделяется практическому обучению, в котором студенты непосредственно заняты своим собственным обучением, и предоставляется возможность для социального обучения, то есть создаются условия, где студенты могут учиться друг у друга и взаимодействовать в командах [5].

Инновационные технологии и новое наукоемкое оборудование позволяют студентам АлтГТУ проходить практику в лабораториях университета. В среднем 25 % студентов отдельных специальностей практику могут проходить в вузе.

Важным направлением деятельности вуза в плане подготовки высококвалифицированных специалистов является создание на предприятиях филиалов профилирующих кафедр. Такие филиалы созданы на предприятиях «БзАТИ», ОАО ПО «АШК», ООО «Барнаул РТИ», ОАО «Алтайэнергосбыт». В настоящее время там активно работают филиалы кафедр «Технология переработки пластмасс и эластомеров» и «Электроснабжение промышленных предприятий». В таких филиалах со студентами проводятся лабораторные работы, практические занятия с использованием имеющегося на предприятии оборудования. Руководители и сотрудники предприятий принимают активное участие в разработке основных образовательных программ, в работе государственных аттестационных комиссий.

248

Высокое качество профессиональной подготовки специалистов обеспечивается комплексным сотрудничеством университета с заинтересованными предприятиями и организациями – стратегическими партнерами путем объединения интеллектуального потенциала, материальных, финансовых и корпоративных ресурсов партнеров. Стратегические партнеры АлтГТУ: ГБУО «Алтайский краевой информационно-аналитический центр», ФГУП «Сибирский научно-исследовательский институт им. С. А. Чаплыгина», ООО «Научно-технический центр «Галэкс»», ЗАО НПП ГА «Луч», г. Новосибирск, ООО «Инженерный центр ВИТОТЕХ», г. Барнаул, ООО «Другие технологии», г. Барнаул, ООО «ГАЦ АР НАКС», г. Барнаул и другие.

Стандарт 7 предполагает, что учебные задания носят интегрированный характер. Представители промышленности, выпускники и другие стейкхолдеры должны быть задействованы в предоставлении примеров для таких заданий. Выполняя их, студенты осваивают дисциплинарные знания и приобретают личностные, межличностные компетенции и умение проектировать и создавать новые продукты и системы [5, 6].

В АлтГТУ в соответствии с требованиями федеральных образовательных стандартов фонды оценочных средств по дисциплинам профессионального цикла, основная часть тем курсовых проектов и выпускных квалификационных работ согласованы с региональными работодателями.

Стандарт 8 подчеркивает необходимость организации обучения, основанного на практическом подходе [6]. Активные методы обучения вовлекают студентов непосредственно в решение реальных практических задач. Меньше внимания уделяется пассивной передаче. Активное обучение в лекционных курсах включает дискуссию, работу в малых группах, дебаты, вопросы на понимание содержания и обратную связь от студентов относительно изучаемого ими материала [5].

Уйти от традиционных диктовок необходимого материала на лекциях позволяет созданный в АлтГТУ контент электронных образовательных ресурсов (конспекты лекций, презентации, учебные и методические пособия).

Для повышения качества образовательных услуг, обеспечения одинакового доступа всех структурных подразделений к учебно-методическим и организационно-образовательным ресурсам, а также внедре-

ния единых подходов по управлению качеством, квалиметрии знаний, планированию, проектированию и реализации образовательных услуг в АлтГТУ создана единая информационно-коммуникационная среда для всех звеньев территориально разветвленной структуры университета и стратегических партнеров университетского округа.

Учебники, учебно-методические пособия, памятки по изучению каждой дисциплины и другие разработки преподавателей размещены в электронной библиотеке вуза. Такие функциональные возможности информационных технологий как Интернет-технологии, форумы, электронные ресурсы научных учреждений позволяют студенту реализовать индивидуальную траекторию обучения, побуждают к самостоятельному активному поиску информации, вносят коммуникативные элементы в образовательный процесс и в итоге способствуют информационной включенности в специальность [7].

Стандарты 9 и 10 требуют от профессорско-преподавательского состава практического опыта инженерной деятельности в деловой и промышленной сфере. Преподавателям необходимо постоянно совершенствовать свои знания о современном производстве и его проблемах для того чтобы приводить студентам реальные примеры из практики и выступать в роли современного инженера-наставника. Для этого необходимы профессиональные стажировки на промышленном предприятии, сотрудничество с коллегами из промышленной сферы в исследовательских и образовательных проектах, а также включение требования о наличии опыта инженерной практики в критерии найма и должностного повышения [5].

Формирование инновационной образовательной среды университета требует непрерывности процесса повышения квалификации преподавателей.

Факультет повышения квалификации преподавателей и сотрудников АлтГТУ ежегодно организует стажировку для сотрудников университета как в Российской Федерации, так и за рубежом, на предприятиях, в ведущих научно-исследовательских организациях, образовательных учреждениях, консультативных фирмах и федеральных органах исполнительной власти. Принципы организации стажировки: индивидуальный подход, продуктивность, ориентация на актуальные проблемы учебной и научно-методической деятельности преподавателя.

Кроме того, на условиях совместительства преподавательской деятельностью в вузе занимаются заместитель Губернатора Алтайского края, доктор технических наук, профессор М. П. Щетинин; заместитель председателя комитета по социальной политике краевого Законодательного Собрания А. Е. Щукин; директор ОАО Корпорация "Алтайспиртпром", кандидат технических наук В. А. Вагнер; генеральный директор некоммерческого партнерства "Межрегиональное объединение дорожников "Союздорстрой" Л. А. Хвоинский; председатель правления Союза строителей и инвесторов Алтайского края, кандидат технических наук М. Г. Фокин и другие известные специалисты Алтайского края.

Стандарт 11 предполагает разработку системы оценки успеваемости студентов в процессе усвоения дисциплинарных знаний, способности их создавать продукты и системы, а также личностных, межличностных компетенций [6].

С 2006 года в АлтГТУ внедрена модульно-рейтинговая система, которая позволяет в любой момент времени получить следующие виды рейтинговых оценок: входной рейтинг; рейтинг по данной дисциплине, изучаемой в текущем семестре; семестровый рейтинг, учитывающий рейтинги по всем дисциплинам текущего семестра, в том числе факультативных; обобщенный рейтинг, учитывающий входной рейтинг и успехи за всё время с начала обучения в вузе до момента аттестации; обобщенный рейтинг по циклам дисциплин (ГСЭЦ, МЕНЦ, ПЦ); выходной рейтинг, определяемый с учетом результатов государственного экзамена и защиты выпускной квалификационной работы.

В расчете обобщенного рейтинга студента учитываются также творческие, спортивные и общественные достижения студента, формирующие всесторонне развитую личность.

Обобщенные рейтинги студентов используются при решении вопроса о назначении именных стипендий, при переводе на вакантные бюджетные места, при командировании студентов на учебу в зарубежные вузы.

Стандарт 12 связан с оценкой образовательной программы ключевыми стейкхолдерами: студентами, преподавателями, представителями бизнес - сообществ и другими – с целью непрерывного совершенствования образовательного процесса [6]. Эти методы могут включать тестирование, рейтинговую систему оценки, портфолио. Доказательства

качества образовательной программы могут быть собраны с использованием оценок дисциплин, мнений преподавателей, данных входных и итоговых собеседований, отчетов внешних экспертов по результатам профессионально-общественной аккредитации. Такая аналитическая информация служит основой для принятия управленческих решений по непрерывному совершенствованию образовательного процесса [5].

Создание системы оценки качества подготовки студентов включает разработку теории научной организации тестового контроля и использования возможностей тестов. Это явилось основанием для создания в июне 2006 года в АлтГТУ Центра тестирования, оценки и сертификации квалификаций.

В качестве инструментальной среды для создания программно-педагогических тестов и оценки успешности изучения дисциплины студентом в течение семестра используется Адаптивная Среда Тестирования - АСТ-Тест.

Тестирование по технологии АСТ является элементом внутреннего аудита оценки качества подготовки студентов и позволяет: формировать банки тестовых заданий по дисциплинам; оценивать успешность изучения студентами дисциплин и модулей дисциплин; корректировать изучение отдельных тем дисциплин в соответствии с полученными результатами; оценивать качество преподавания (при статистике за несколько семестров) [7].

Следует отметить, что внутренний аудит оценки качества подготовки студентов не всегда является объективным. Проведение тестирования по технологии ФЭПО является одним из инструментов внешнего аудита оценки качества подготовки специалистов в вузе. Как подтверждает практика, его использование обеспечивает большую объективность в оценке учебной работы студента и преподавателя.

При формировании заключения по итогам тестирования на основании итоговых ведомостей можно получить отчет, содержащий сведения об успешности освоения дисциплин по каждому циклу для всех образовательных программ, участвовавших в этой процедуре [7].

Одним из приоритетных и инновационных проектов Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) в области образования является Assessment of Higher Education Learning Outcomes (AHELO). В 2012 году студенты технических специальностей АлтГТУ приняли участие в проекте, связан-

ном с оценкой специальных навыков и компетенций по направлению «Инженерные науки». По результатам тестирования были получены сертификаты независимой оценки знаний, которые могут быть предъявлены выпускником при трудоустройстве.

Поднять престиж инженерного образования в России, совершить конкретные шаги на пути интеграции в Единое образовательное пространство призваны и общественные организации, и их лидеры. Такие авторитетнейшие общественные организации как «Ассоциация технических университетов России» и «Ассоциация инженерного образования России» являются хорошей поддержкой техническим вузам в разработке инициатив по реорганизации высшей школы России в связи с требованиями Болонской декларации.

В 2002 году был создан Фонд содействия международной аккредитации и сертификации в области образования и наукоемких технологий (Фонд МАСС), учредителями которого стали Российская Академия наук, Ассоциация технических университетов, а также общероссийская общественная организация «Ассоциация инженерного образования России».

В том же году было создано Алтайское региональное отделение Ассоциации инженерного образования России – РОАК ООО АИОР, в состав которого вошли три коллективных члена: Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова в г. Барнауле, БТИ в г. Бийске и РИИ в г. Рубцовске [8].

РОАК ООО АИОР основной задачей видит поднятие престижа инженерного образования на Алтае и решает актуальные вопросы формирования стандартов профессионального образования нового поколения, внедрения современных образовательных технологий, методов оценки качества подготовки и создания условий для интеграции и эффективного взаимодействия образовательных учреждений с организациями науки и производства.

В реестр фонда МАСС вошли следующие программы технических специальностей АлтГТУ: «Электроснабжение» – 10400, «Технология машиностроения» – 120100, «Оборудование и технология сварочного производства» – 120500, «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» – 150900. Аккредитация образовательных программ АлтГТУ – это гарантия качества высшего технического образования в вузе, которые получают наши студенты [8].

ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД CDIO – ИННОВАЦИОННАЯ ДОМИНАНТА ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Предполагается, что CDIO можно внедрить в любом вузе, где ведется подготовка инженеров. CDIO содержит необходимые методические материалы по изменению учебного процесса для администрации вуза и преподавателей, организуются семинары, ежегодно проводится международная конференция, где университеты – участники инициативы обсуждают свои достижения и дают советы коллегам, желающим к ней присоединиться.

Авторы уверены, что в Алтайском государственном техническом университете имеются все предпосылки внедрения проекта CDIO в образовательный процесс подготовки специалистов технического профиля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алисултанова Э.Д. Компетентностный подход в инженерном образовании: монография [электронный ресурс] – Режим доступа.- URL: <http://www.rae.ru/monographs/114>

2. Заседание Совета по науке и образованию. 23 июня 2014г. Москва, Кремль.[электронный ресурс] – Режим доступа.- URL: <http://news.kremlin.ru/news/45962/print>

3. Гончаров В.Д., Сартакова О.Ю., Ситников А.А. Этапы семидесятилетнего пути развития инженерной школы Алтайского края //Инженерное образование.-2013, вып.12.-С.120-127.

4. Съезд Российского союза ректоров. 31 октября 2014г. [электронный ресурс] – Режим доступа.- URL: <http://dogm.mos.ru/presscenter/news/detail/1384869.html>

5. Современные технологии проектно-ориентированного образования [электронный ресурс] –Режим доступа.- URL: http://cdiorussia.ru/app/data/uploads/2013/12/Gusev_ASI.pdf

6. Официальный сайт CDIO [электронный ресурс] – Режим доступа.- URL: <http://cdiorussia.ru/materials/>

7. Кайгородова М.А., Поддубная М.Л. Автоматизированная информационная система обеспечения качества образования (на примере Алтайского государственного технического университета).- Менеджмент качества и инновации в образовании: региональный аспект. Коллективная монография. Т.1.. – М.: Изд-во РГТЭУ, 2010. – 480 с.

8. Гончаров, В. Д. Инженерное дело и инженерное образование на Алтае: монография / В. Д. Гончаров, Е. А. Шавелева, О. Ю. Сартакова. – Барнаул : изд-во АлтГТУ, 2011. – 142 с.

Кайгородова М.А. - к.э.н., доцент, Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова, e-mail: mkaigorodova@mail.ru.

Сартакова О.Ю. - к.т.н., доцент, Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова, e-mail: olga-sartakova@yandex.ru