

СТРОИТЕЛЬНЫЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ КЛАСТЕР: ОПЫТ, ОСОБЕННОСТИ, ПРЕИМУЩЕСТВА

Р.С. Сафин, Е.А. Корчагин, И.Э. Вильданов, Р.Н. Абитов, Б.М. Гареев

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

420043, г. Казань, ул. Зеленая, 1, корп. 2, оф. 2-204

E-mail: safin@kgasu.ru

Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения качества подготовки выпускников образовательных организаций в условиях ухудшающейся экономической ситуации и сокращения финансирования социальных программ. Более эффективной по сравнению с традиционной моноуровневой профессиональной подготовкой студентов, по мнению авторов, становится многоуровневая подготовка в условиях научно-образовательного кластера.

В статье раскрывается и обобщается опыт профессиональной подготовки будущих специалистов строительного профиля в условиях образовательного кластера; определяются цели создания образовательных кластеров; выявлены особенности и преимущества обучения в кластере по сравнению с традиционным обучением. На примере научно-образовательного кластера при Казанском государственном архитектурно-строительном университете показано, как в условиях кластера существенно изменяются подходы к разработке содержания профессиональной подготовки, учебных планов и программ в университете. Приводятся данные за последние шесть лет по обучению студентов университета по сопряженным учебным планам, по обучению в учебно-консультационном центре германской фирмы «КНАУФ», созданном на базе университета.

Статья может быть полезна специалистам, занимающимся проблемами профессионального образования, аспирантам, научным работникам и представляет интерес для работников бизнеса и промышленности.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, студенты, образовательный кластер, строительный образовательный кластер, цели кластера, содержание профессиональной подготовки, учебный план, программа, опыт, особенности, преимущества кластера.

Опыт стран с развитой экономикой показывает, что экономика и промышленность развиваются там, где есть специалисты высокого класса и есть система образования, которая готовит таких специалистов. Качество подготовки специалистов должно быть на уровне требований экономики и промышленности. Это все хорошо понимают, и в России многое делается для этого. Укрупняются российские вузы, по отраслевому признаку объединяются учреждения профессионального образования, в вузах реализуются образовательные программы колледжей. Учреждения среднего профессионального образования федерального подчинения переданы в регионы. По замыслу авторов преобразований, региональная система образования должна пред-

Раис Семигуллович Сафин, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой профессионального обучения, педагогики и социологии.

Евгений Александрович Корчагин, доктор педагогических наук, профессор кафедры профессионального обучения, педагогики и социологии.

Ильфак Эльфикович Вильданов, кандидат педагогических наук, доцент, проректор по научной работе.

Рунар Назилович Абитов, кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой водоснабжения и водоотведения.

Булат Маратович Гареев, аспирант кафедры водоснабжения и водоотведения.

ставлять собой модель, наполнение которой происходит через социальное партнерство с промышленными предприятиями и с вузами. Предполагается, что в такой модели все уровни образования внутри одной отрасли будут находиться в преемственном соподчинении друг с другом на основе сквозных образовательных программ; образовательные программы будут создаваться с учетом требований профессиональных стандартов, разработанных представителями отрасли, коллективы образовательных учреждений и промышленных предприятий будут взаимодействовать на основе принципа корпоративности [1–5].

Одним из результатов организационно-структурных преобразований, происходящих в российской системе профессионального образования вот уже на протяжении более 20 лет, является появление образовательных кластеров. По определению, кластер (англ. cluster – скопление) – это объединение нескольких однородных объектов, которое можно рассматривать как нечто целое, как самостоятельную единицу, обладающую определенными свойствами. Появление кластеров в России было вызвано стремлением реализовать идею интеграции профессионального образования и промышленного производства в инновационных для страны рыночных условиях. Кластер как бы символизирует стремление построить «общий двор» подготовки специалистов, способный сделать российскую экономику конкурентоспособной. По замыслу авторов преобразований, образовательный кластер призван соединить усилия взаимосвязанных по отраслевому признаку образовательных организаций с отраслевыми предприятиями в единое пространство. Практическое воплощение идея образовательного кластера получила благодаря вмешательству государства в отношения между образованием и производством для решения проблем финансирования образовательных организаций, усиления практико-ориентированности профессионального обучения через приближение его к производству для восполнения трудовых ресурсов страны. С образовательными кластерами связывались большие надежды на прорывное повышение качества профессионального образования, на подготовку специалистов, востребованных производством и удовлетворяющих требованиям работодателей. Это отражалось в целях, для достижения которых они создавались:

- оптимизировать выбор обучающимися будущей профессиональной деятельности на школьных этапах получения образования;
- способствовать развитию системы непрерывного профессионального образования;
- повысить компетентность специалистов, выпускаемых образовательными организациями;
- повысить конкурентоспособность предприятий отрасли;
- реализовать личностно-ориентированный учебный процесс;
- обеспечить адекватность количества и компетентности выпускаемых специалистов потребностям предприятий промышленности;
- повысить компетентность работников всех категорий отрасли;
- обеспечить развитие отрасли средствами профессионального образования;
- повысить эффективность использования инноваций в образовании, науке и технологиях;
- сократить сроки профессионального образования при переходе с одного профессионального уровня на другой.

Главная же цель заключалась в построении целостной системы многоуровневого образования специалистов для производства на основе интеграции образовательных организаций и предприятий в кластер, который бы обеспечивал качество подготовки, оптимизацию сроков подготовки, закрепление выпускников на предприятиях, стимулировал проведение проблемно-ориентированных, фундаментальных и при-

кладных научных исследований, способствовал созданию гибкой системы повышения квалификации работающих специалистов [2–4].

Образовательные кластеры в той или иной форме создавались во многих регионах России. Так, в республике Татарстан в 2006–2007 гг. было создано 14 образовательных кластеров, в состав которых по отраслевому признаку вошли все образовательные организации начального, среднего и высшего профессионального образования.

Теоретической и методологической основой создания образовательных кластеров в республике Татарстан послужила идея интеграции науки, образования и производства, которая достаточно хорошо была известна, проработана и активно внедрялась еще во времена плановой экономики. Привлекательность этой идеи для рыночной экономики заключается в том, что интеграция процесса обучения в образовательном кластере связана с его интенсификацией. Дело в том, что интеграция решает вопросы содержания учебного материала, интенсификация – организации педагогического процесса, а их симбиоз позволяет решить главное противоречие образования между все увеличивающимся потоком информации в современном мире и ограниченными познавательными способностями индивида. Наиболее успешно цели интенсификации процесса обучения могут быть достигнуты только тогда, когда на базе теоретических знаний студенту предоставляется возможность проверить полученные знания на практике, в условиях производства. Следовательно, реализация идеи интеграции науки, образования и производства в форме объединения научных, производственных и образовательных организаций в образовательный кластер по признаку их отраслевой принадлежности и географической близости друг к другу повышает конкурентоспособность участников. При этом сокращается время подготовки востребованных производством и конкурентоспособных специалистов, а также время их профессиональной адаптации к производству, что, безусловно, экономически выгодно.

На примере научно-образовательного кластера, созданного на базе Казанского государственного архитектурно-строительного университета, в состав которого вошли еще 8 региональных образовательных организаций строительного профиля, рассмотрим, как строительный образовательный кластер повлиял на профессиональную подготовку специалистов инженерно-строительного профиля.

В основе создания строительного образовательного кластера лежали [2, 3]:

- изучение потребности в кадрах, их квалификации на предприятиях строительной отрасли региона;
- диалог и сотрудничество с министерством строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства, со строительным бизнесом, с государственными строительными фирмами и организациями, с производством строительных материалов и образовательными организациями;
- разработка эффективных механизмов взаимодействия между всеми членами образовательного кластера;
- формирование условий, необходимых для развития кластера.

В образовательном кластере из всех образовательных организаций приоритет отдается вузам. В структуру образовательного кластера входят также образовательные организации среднего профессионального образования. Вследствие этого в кластере обучающийся имеет возможность получить какую-либо квалификацию после каждого образовательного уровня [2]. Кроме того, обучающиеся в профессиональном колледже имеют возможность получить высшее образование по сокращенной программе за счет сопряженных учебных планов вуза и колледжа. Так, по учебным планам Казанского государственного архитектурно-строительного университета, сопряженным с учебными планами строительных колледжей, за последние 6 лет вы-

пущено 224 специалиста. Сегодня обучаются: на 3-м курсе – 58 студентов, на 4-м курсе – 35 студентов (рис. 1).

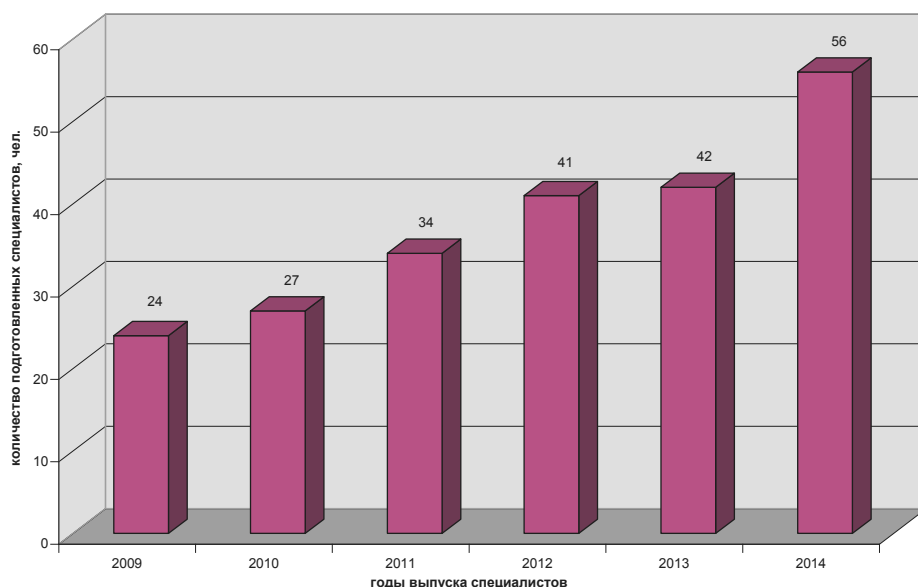


Рис. 1. Количество специалистов, подготовленных по сопряженным учебным планам

Таким образом, образовательный кластер имеет потенциал для решения проблем непрерывного образования. Сквозная учебно-программная документация в рамках создания системы непрерывной профессиональной подготовки кадров позволят оптимизировать формирование и развитие профессионально-образовательного потенциала специалиста в течение всей его трудовой деятельности. При этом существенно расширяются возможности выстраивания обучающимся «индивидуальной образовательной траектории». Объединение образовательных организаций среднего и высшего профессионального образования в единый кластер позволяет также согласовать образовательные стандарты различных образовательных уровней.

Создание строительного образовательного кластера существенно изменило подход к разработке содержания профессиональной подготовки, учебных планов и программ в университете, во многом определяемых бизнес-сообществом. Например, предметы профессионального цикла содержат теоретический и практический учебный материал, необходимый для освоения конкретного направления и профиля профессиональной деятельности, и содержание предметов этого цикла формируется во многом в соответствии с потребностями строительных предприятий – заказчиков кадров и рынка труда в регионе. А это означает вариативный характер содержания предметов специального цикла: в зависимости от заказа предприятий на подготовку специалистов строительного профиля формируется то или иное содержание их профессиональной подготовки, что закреплено в вариативной части Федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования. Но под воздействием экономических факторов заказы на подготовку кадров постоянно изменяются, предприятиям требуются специалисты по различным специальностям и специализациям, поэтому постоянно изменяются цели, содержание обучения, учебно-методическое обеспечение образовательного процесса. Такое варьирование содержания обучения, его многовариантность и профильность за счет вариативной ча-

сти учебных блоков, предусмотренные Федеральным государственным образовательным стандартом, обеспечивают его гибкость. Наиболее гибкая и динамичная часть учебного плана – содержание дисциплин специализации и практик. Эта часть обеспечивает оперативное переструктурирование содержания обучения в соответствии с региональными особенностями, с учетом специфики взаимоотношений образовательных организаций, входящих в кластер, со строительными предприятиями – заказчиками кадров. Гибкость содержания обучения позволяет учесть и личные запросы, и интересы студентов за счет компоненты учебного плана, устанавливаемой учебным заведением по выбору студентов.

Гибкое содержание профессиональной подготовки позволило отказаться от циклического (периодического) пересмотра учебно-программной документации и перейти к открытому способу ее формирования. За счет дифференциации учебного процесса и взаимосвязи его компонентов такая открытость дает возможность создавать гибкие организационные формы обучения и получать новое качество содержания обучения. Так, многие изменения в учебных планах и программах идут сегодня в режиме «саморегуляции». Весь процесс корректировки содержания обучения дисциплин специализации идет по вектору «от конкретного предприятия – заказчика кадров к учебному заведению». Например, качество строительных работ определяется, в том числе, уровнем профессиональной подготовки, знанием специалистами современных строительных технологий, их умением пользоваться приспособлениями, инструментами и оборудованием для реализации внедряемых технологий. Надлежащее качество и производительность работ не могут быть достигнуты без знакомства будущих специалистов строительного профиля с основными физико-техническими свойствами новых строительных материалов, без знания комплектных систем и профессионального их использования. Так, сегодня во всем мире в строительстве широко применяются отделочные материалы сухого строительства германской фирмы «КНАУФ». Однако их неправильное использование уже привело к аварийным ситуациям в эксплуатируемых сооружениях. Одной из причин этих аварий стала недостаточность квалификации специалистов. И, естественно, для расширения рынка сбыта строительных отделочных материалов фирме «КНАУФ» необходимо увеличить количество высококвалифицированных специалистов. Поэтому в сферу интересов фирмы «КНАУФ» входит обучение российских специалистов правильному применению производимой ею продукции. С этой целью на базе Казанского государственного архитектурно-строительного университета фирмой «КНАУФ» создан современный учебно-консультационный центр. За последние 6 лет в этом центре прошли обучение 1162 будущих специалиста (рис. 2).

В этом центре всех участников кластера обучают по модульным программам современным технологиям отделочных работ с применением материалов фирмы «КНАУФ». На теоретических занятиях в рамках дисциплин по выбору студентов в течение 34 часов (одна зачетная единица) обучающиеся знакомятся с номенклатурой основных отделочных материалов, комплектующих изделий производства фирмы «КНАУФ», выпускаемых для комплектных систем отделки помещений, основами современных технологий отделочных работ с их применением. На практических занятиях объемом 38 часов (одна зачетная единица), в ходе учебных практик продолжительностью одна неделя (полторы зачетных единицы) обучающиеся осваивают правила работы с гипсокартонными листами и элементами каркаса, технологию монтажа потолочных конструкций и перегородок.

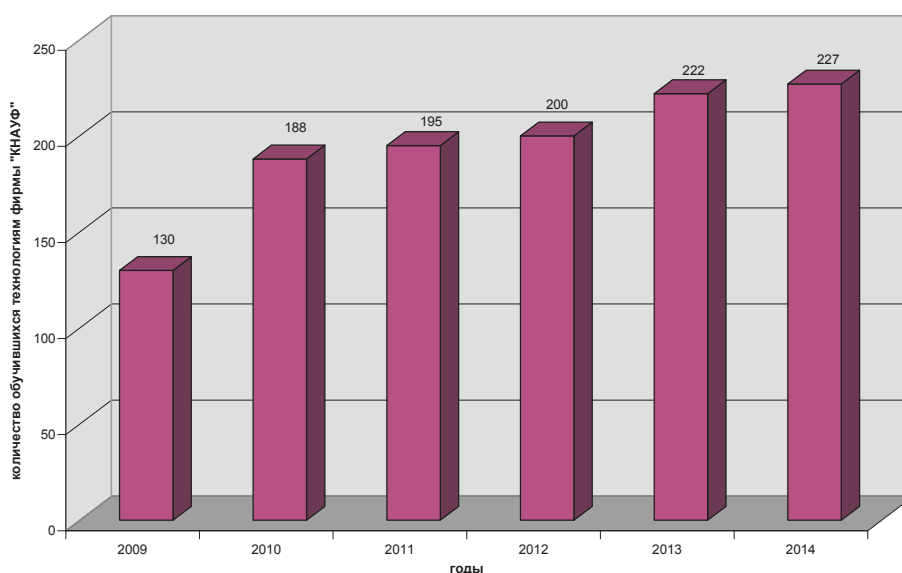


Рис. 2. Количество будущих специалистов, прошедших обучение в учебно-консультационном центре «КНАУФ»

По результатам тестирования и выполнения практического задания (0,5 зачетных единицы) выдается удостоверение, дающее право будущему строителю на выполнение отделочных работ по технологии фирмы «КНАУФ». Работа учебного центра фирмы «КНАУФ» на базе Казанского государственного архитектурно-строительного университета важна и в аспекте требований Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования по направлению «Строительство», которые предусматривают получение студентами рабочей специальности в процессе обучения в вузе. Организовать эффективное обучение рабочим специальностям в нынешних условиях в российском вузе затруднительно из-за финансовых проблем. В условиях образовательного кластера эта проблема решается положительно. Так, в рамках кластера на базе строительных училищ и колледжа прошли обучение и получили рабочие специальности каменщика, штукатур-маляра, электрогазосварщика, автослесаря и плотника более 200 студентов университета. Несомненно, все это работает на повышение качества практической подготовки будущих инженеров-строителей. К преимуществам кластерной организации профессионального образования по сравнению с традиционной относится и более эффективное использование внутренних ресурсов, кадров, научно-информационного потенциала, финансов, инфраструктуры, учебных мастерских и оборудования, а также сокращение сроков подготовки специалистов за счет интеграции содержания обучения, реализации принципа преемственности в целях, содержании, методах, формах, средствах обучения. Кластер реально обеспечивает непрерывность профессионального обучения – от рабочего до инженера и ученого высшей квалификации, кандидата и доктора наук. Но чтобы эти преимущества реально заработали, необходимо выполнение нескольких условий:

- наличие в образовательном кластере высококвалифицированных научных кадров, инновационного потенциала. Например, развитость инновационного потенциала в строительном кластере позволяет разрабатывать новые строительные материалы и адаптировать передовые строительные-монтажные технологии в строительной отрасли;

– взаимодействие образовательных организаций в составе кластера со строительным комплексом региона, осуществляемое в форме студенческих строительных отрядов, организации и проведения производственных практик, участия представителей строительной отрасли в работе ГАК вузов и т. д.;

– доступность для населения профессионального образования всех уровней, возможность организации непрерывного образования;

– рост общественной востребованности профессии строителя и строительного образования (например, на протяжении ряда лет в Казанском государственном архитектурно-строительном университете наблюдается устойчивая тенденция увеличения числа абитуриентов, желающих поступать в строительный университет и имеющих высокие баллы по единому государственному экзамену).

Названные преимущества и условия позволяют, на наш взгляд, преодолеть негативные явления, появившиеся в российском профессиональном образовании в период перехода к рыночной экономике:

– несоответствие квалификации рабочих, специалистов, подготавливаемых в учебных заведениях, требованиям строительных предприятий и организаций;

– невозможность получения рабочей профессии студентами строительного вуза;

– несоответствие образовательных исследовательских программ вузов, колледжей, техникумов, профессиональных училищ потребностям строительного комплекса региона;

– слабые связи между учреждениями начального, среднего и высшего профессионального образования, научно-исследовательскими университетами и бизнесом;

– низкое качество бизнес-климата, низкий уровень доверия между строительными компаниями, холдингами и фирмами и их пессимистическая оценка инициатив региональных органов власти по формированию образовательного кластера;

– краткосрочность целей большинства фирм и отсутствие долгосрочных стратегий развития бизнеса, что вызывает неверие в положительный социально-экономический эффект от деятельности строительного образовательного кластера, поскольку этот эффект отсрочен во времени.

Преодолению названных негативных явлений способствует и стратегия развития образовательного кластера, в которой выделяются три фактора. Первый фактор – экономический – заключается в создании инновационной, конкурентоспособной системы профессионального образования, обеспечивающей успешное развитие строительной отрасли. Второй фактор – социальный – это обеспечение гарантий по трудоустройству выпускников в соответствии с полученной специальностью. И третий – педагогический – заключается в совместном со строительным комплексом проектировании образовательной деятельности, содержания образования, компетенций и квалификаций выпускников, в организации производственных практик, стажировки преподавателей, повышении квалификации и переподготовке специалистов отрасли, совместной организации коммерческих структур в вузе по разработке и пилотному производству инновационных материалов и изделий, конструкций и технологий. Очевидно, все три фактора взаимосвязаны и дополняют друг друга. Так, совместная со строительными фирмами разработка инновационных строительных проектов, материалов, технологий, конструкций, подготовка специалистов, обладающих инновационным мышлением (педагогический фактор), их трудоустройство (социальный фактор) позволяют существенно повысить экономическую эффективность строительства, уровень надежности конструкций. Тем самым обеспечивается высокий уровень конкурентоспособности строительной продукции на рынке товаров (экономический фактор).

Теоретические основы создания и функционирования образовательных кластеров исследованы Г.А. Корецким и Д.Ю. Лапыгиным [6], Г.В. Мухаметзяновой и Н.Б. Пугачевой [7], А.В. Смирновым [8], А.Р. Шайдуллиной [9] и др.

Формирование профессиональных компетенций у будущих специалистов в условиях образовательного кластера исследовали М.В. Журавлева [10], О.А. Гаврилова [11], Х.Р. Кадырова [12] и др.

В отличие от приведенных исследований нами исследован процесс подготовки специалистов в строительном образовательном кластере по сопряженным учебным планам.

В настоящее время имеется достаточно большое количество публикаций, посвященных образовательным кластерам. Подробное рассмотрение этих публикаций можно найти в работе [2]. В них рассматриваются определения понятия «образовательный кластер», его основные характеристики, структура и модели образовательных кластеров и т. д., т. е. различные организационно-педагогические аспекты создания и функционирования образовательных кластеров. Однако работ, раскрывающих опыт профессиональной подготовки студентов в условиях образовательного кластера, сегодня недостаточно. Между тем этот опыт представляет ценность как для практических педагогов, так и для производителей, поскольку в поиске средств, повышающих качество профессионального образования специалистов, заинтересованы все. С целью восполнить этот пробел и обобщить опыт профессиональной подготовки студентов в условиях образовательного кластера на примере строительного образовательного кластера мы и подготовили эту статью.

Обобщая вышесказанное, отметим, что создание строительного образовательного кластера позволило:

- реализовать в образовательном процессе принципы преемственности различных образовательных уровней и непрерывности получения обучающимися образования в соответствии с их возможностями и пожеланиями;

- повысить качество профессиональной подготовки обучающихся до уровня, отвечающего современным требованиям строительной отрасли, и одновременно оптимизировать затраты на подготовку специалистов для строительной отрасли за счет совместного использования всеми участниками кластера материально-технической, учебно-методической, кадровой и ресурсной базы образовательного кластера;

- реализовать частно-государственное партнерство предприятий строительного бизнеса с образовательными организациями в составе кластера в областях практической подготовки обучающихся, их трудоустройства, стажировки преподавателей, повышения квалификации специалистов строительного профиля, проведения совместных исследований и мероприятий, разработки инновационных строительных материалов, изделий, конструкций и технологий.

В современных сложных социально-экономических условиях в России это имеет существенное значение для обеспечения эффективности и конкурентоспособности как подготовки специалистов строительного профиля, так и строительной отрасли в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корчагин Е.А., Сафин Р.С. Интеграция как основа уровневого профессионального образования в научно-образовательном кластере // Высшее образование в России. – 2013. – № 6. – С. 19–25.
2. Сафин Р.С., Корчагин Е.А. Образовательный кластер: взаимодействие вуза и предприятий: Монография. – Казань: КГАСУ, 2012. – 165 с.
3. Сафин Р.С., Корчагин Е.А., Вильданов И.Э., Шарафутдинов Д.К., Абитов Р.Н. Интеграционный процесс формирования и развития строительного образовательного кластера // Известия КГАСУ. – 2012. – № 4. – 10 с.
4. Формирование системы профессионального образования – образовательный кластер Республики Татарстан / Мат-лы интернет-сайта Министерства образования и науки РТ [Электронный ресурс]. – URL: www.tatedu.ru (дата обращения 22.01.2009).

5. Айтуганов И.М., Корчагин Е.А., Сафин Р.С. Практическая подготовка: взаимодействие вуза и предприятия // Высшее образование в России. – 2012. – № 6. – С. 163–166.
6. Корецкий Г.А., Ланыгин Д.Ю. Предпосылки интеграции в образовательный кластер // Владимирский государственный университет: Электронный журнал. – 2006. – № 4. – URL: // jornal/vlsu.ru/index.php?id=58 (дата обращения 02.01.2010).
7. Мухаметзянова Г.В., Пугачева Н.Б. Кластерный подход к управлению профессиональным образованием. – Казань: ИПП ПО РАО, 2007. – 144 с.
8. Смирнов А.В. Образовательные кластеры и инновационное обучение в вузе. – Казань: Изд-во МОиН РТ, 2010. – 92 с.
9. Шайдуллина А.Р. Интеграция ссуза, вуза и производства в региональной системе профессионального образования: Дисс. ... докт. пед. наук. – Казань, 2010. – 413 с.
10. Журавлева М.В. Система опережающей профессиональной подготовки кадров для нефтегазохимического комплекса: на примере Республики Татарстан: Дисс. ... докт. пед. наук. – Казань, 2012. – 497 с.
11. Гаврилова О.Е. Формирование профессиональных компетенций студентов – будущих специалистов швейного производства в условиях образовательного кластера: Дисс. ... канд. пед. наук. – Казань, 2011. – 257 с.
12. Кадырова Х.Р. Вариативное проектирование системы многоуровневой подготовки кадров для машиностроительных предприятий региона на основе интегративного подхода: Дисс. ... докт. пед. наук. – Казань, 2013. – 489 с.

Поступила в редакцию 11.03.2015;
в окончательном варианте 26.03.2015

UDC 377

BUILDING RESEARCH AND EDUCATIONAL CLUSTER: EXPERIENCE, FEATURES, ADVANTAGES

R.S. Safin, E.A. Korchagin, I.E. Vildanov, R.N. Abitov, B.M. Gareev

Kazan State University of Architecture and Engineering

1, Zelenaya st., Kazan, 420043

E-mail: safin@kgasu.ru

The relevance of the article is defined by the need to improve the quality of training of graduates of educational institutions in a deteriorating economic situation and the reduction of the funding of social programs. According to the authors, under these conditions, a multi-level training in the scientific and educational cluster is more optimal than the traditional, single-level training of students.

The experience of the vocational training in civil engineering under the educational cluster conditions is summarized. The goals of such cluster creation are defined. The features and advantages, in comparison with the conventional education, are defined. On the example of KSUAE scientific-educational cluster reconsideration of approaches to the curricula development are shown. The data over six years is given; concerning training of relative specialties, training at KNAUF company training center, created under the aegis of KSUAE.

The article may be useful to scholars, studying vocational training, as well as to future employers, concerned about the quality of graduates.

Keywords: training students, Education Cluster, Construction Education Cluster, the goal of the cluster, the content of pro-professional training, curricula, programs, experience, features, advantages of the cluster.

Original article submitted 11.03.2015;
revision submitted 26.03.2015

Rais S. Safin, doctor of pedagogical sciences, professor, head of “Professional training, pedagogy and sociology”.

Evgeny A. Korchagin, doctor of pedagogical sciences, professor, professor of “Professional training pedagogy, and sociology” department.

Ilfak E. Vildanov, candidate of pedagogical sciences, associate professor, vice-rector for academic affairs.

Runar N. Abitov, candidate of pedagogical sciences, associate professor, Head of Department of Water Supply and Sanitation.

Bulat M. Gareev, graduate student of Water Supply and Sanitation.