

Компетентностная модель объектно ориентированного аэрокосмического образования

Говорится о компетентностной модели объектно ориентированного аэрокосмического образования как о залого качества подготовки кадров, об условиях подготовки кадров для высокотехнологичных областей, о разработке основных образовательных программ

В

Б.В. Бойцов

профессор Московского
авиационного института
(национального
исследовательского университета)
им. Серго Орджоникидзе (МАИ),
Москва,
д-р техн. наук

М.Ю. Куприков

проректор МАИ,
Москва, quality@mai.ru,
д-р техн. наук, профессор

конце XX века сформировались три аэрокосмических центра, обладающих замкнутой цепочкой: США, объединенная Европа и СССР. Глобальные сдвиги, произошедшие в мегаполитическом противостоянии Востока и Запада, в широком понимании этих процессов, привели к трансформации аэрокосмических доктрин США и СССР. Россия как правопреемник аэрокосмической отрасли оказалась в очень сложной ситуации.

Стоимость единицы продукции, а тем более программы создания, например самолета, превышает возможности одного государства. Стоимость бомбардировщика составляет девять порядков, а истребителя — восемь. Эти тенденции обуславливают необходимость создания многофункциональных и узкоспециализированных комплексов на базе единой платформы. Сложившаяся научная школа после Второй мировой войны уже в процессе холодной войны претерпевала трансформацию. Окончание холодной войны создало предпосылку к кризису, объективной причиной которого послужила политическая и экономическая невозможность развития самостоятельной базы создания как линейки машин, так и отдельных самолетов в каждом КБ. Параллельно на Западе шел процесс концентрации капитала вокруг наукоемкого производства. Современные наукоемкие технологии в области порошковой металлургии, получения новых конструкционных материалов, микроэлектроники, прикладных информационных технологий, радио- и оптоэлектроники требовали значительных капиталовложений.

Процесс интеграции начался с предприятий, а продолжился интеграцией усилий десятков стран. Так, в США в результате интеграции непосред-

ственно в области самолетостроения остались практически лишь две фирмы: «Боинг (Boeing), поглотивший «Рокуэл» (Rockwell), «Макдоннелл Дуглас» (McDonnell Douglas) и более мелкие фирмы, и «Локхид-Мартин» (Lockheed Martin), который, слившись с «Мартин-Мариэттой» (Martin Marietta) и «Дженерал Дайнемикс» (General Dynamics), работает в партнерстве с «Нортроп» (Northrop), в который, в свою очередь, влились «Грумман» (Grumman) и ряд более мелких фирм. Это показывает, как в США велось объединение чисто американских фирм в единые концерны по вертикальной интеграции, то есть когда в основу положен конечный продукт. Например, фирма «Боинг» не только проектировала и выпускала магистральные самолеты, но и обеспечивала их послепродажное обслуживание, обучение технического и летного состава и ремонт.

Эти структуры можно представить геометрически в виде вертикальных пирамид, формирующихся по принципу единого силового каркаса. Периферийное наполнение на каждом технологическом уровне обеспечивают как структуры, входящие в вертикаль, так и малые и средние фирмы, ориентированные на узкие, но достаточно наукоемкие технологии (присутствие элементов дезинтеграции, свободного рынка и т.д.). Характерным признаком явилось сращивание фирм, работающих на космос, радиоэлектронику, вооружение, самолетных и вертолетных фирм. Параллельно шел процесс сращивания военной и гражданской промышленности. Характеризующие их пирамиды в своих основаниях давно взаимно пересекались, а в начале XXI века произошло объединение вершин, замкнутых в единые технологические цепочки.

ключевые слова

компетентностная модель,
аэрокосмическая отрасль,
подготовка кадров,
инновационные технологии,
образовательный процесс,
интеграция, основная
образовательная программа

В Европе объединение построено по форме межнациональных холдингов с горизонтальной интеграцией, в основу которой положен технологический процесс. Отсутствие единой вертикали обусловлено многонациональным и экономическим факторами. По сути, множество более слабых вертикальных национальных пирамид, дезинтегрированных по вертикали, объединены в мощные горизонтальные пласты.

В СССР единая централизованная система привела к гипертрофированной ситуации. Выстроенные вертикали по проектированию еще хоть как-то пересекались с производством. Вертикаль эксплуатации была своя, производства — своя. Не только авиация и космонавтика шли своими путями, независимо развивались также самолето- и вертолетостроение. В целом, обладая практически полным спектром сегментов аэрокосмической промышленности, Россия в настоящее время имеет разрозненные отдельные технологические цепочки, большинство из которых находится на уровне технологий середины прошлого века.

Технологии CALS дают уникальный шанс реализации принципа «мир без границ» по аккумулярованию передовых достижений в наукоемких отраслях. Сегодня не всегда надо догонять лидеров. Компьютерный инжиниринг позволил менее продвинутым фирмам участвовать в разделении рынка инженерных услуг. Использование стандартных прикладных пакетов программ позволяет отказаться от проведения работ не только в одном здании, ОКБ, городе, но даже стране и континенте. В этой уникальной спиралевидной гонке можно и вылететь из обоймы на очередном диалектическом витке. А другие, маленькие, фирмы переходят скачкообразно с витка на виток, изменяя свое качество за счет приращения информационных ресурсами. В Москве уже сегодня консолидированно с головными офисами трудятся инженерные центры Aierbas и Boeing в едином информационном пространстве.

Считается, что аэрокосмическая отрасль — лабораторная база стратегии

CALS. Естественно, эти процессы поставили вопросы о подготовке и переподготовке кадров.

Появление мощных и доступных компьютеров, глобальной сети и т.д. обусловило возможность ведения единого процесса по проектированию, производству, эксплуатации, сертификации вплоть до утилизации в едином виртуальном пространстве инвариантного и для спутников, и для ракет, и для самолетов, и для автомобилей и т.д. Этот процесс стер границы и поставил задачу нового кадрового обеспечения. Рынок аэрокосмических систем и облик летательных аппаратов (ЛА) стал формироваться новыми технологиями. По сути, мы наблюдаем решение обратной задачи проектирования ЛА, когда вектор параметров, характеризующих облик ЛА, однозначно определяется по совокупности ограничений (политических, экономических, технологических и т.д.). Отсюда появляются и термины: экономическое, компьютерное проектирование, однако это отдельные аспекты единого процесса.

МАИ как головной вуз учебно-методического объединения «Авиация, ракетостроение и космос» реализует новые инновационные технологии в образовательном процессе [1–4], работая совместно с ведущими лидерами аэрокосмической отрасли. Дебютная идея — это подготовка кадров через НИР и НИОКР по схеме: профессиональный стандарт — образовательный стандарт — учебный план — рабочая программа дисциплины. Такая подготовка включает в себя:

- ▶ целевую подготовку специалиста;
- ▶ развитие системы ФПК и дополнительного образования по заказам предприятий;
- ▶ ресурсные центры коллективного пользования;
- ▶ новые образовательные стандарты;
- ▶ базовые кафедры (в МАИ создано 12 кафедр).

Кроме специалистов вузы аэрокосмического профиля с этого учебного года начали подготовку бакалавров и магистров на базе профессиональ-

ных стандартов (см. рисунок). Вуз самостоятельно формирует Основные образовательные программы (ООП) на основании утвержденных Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО). При этом в магистратуре и бакалавриате свобода вуза мало чем ограничена, так как вариативная часть составляет 70 % и 50 % соответственно. Отсутствует также перечень профилей при подготовке бакалавров и магистерских программ при подготовке магистров, что позволяет гибко удовлетворять новым профессиональным стандартам.

Иная ситуация складывается при подготовке специалистов. Перечень многих специальностей проверен временем и опытом работодателей и не требует большой вариационной части. Кадровым службам предприятий понятна квалификация специалистов, и есть опыт их адаптации к особенностям работы на предприятиях. Поскольку перечень специализаций является частью

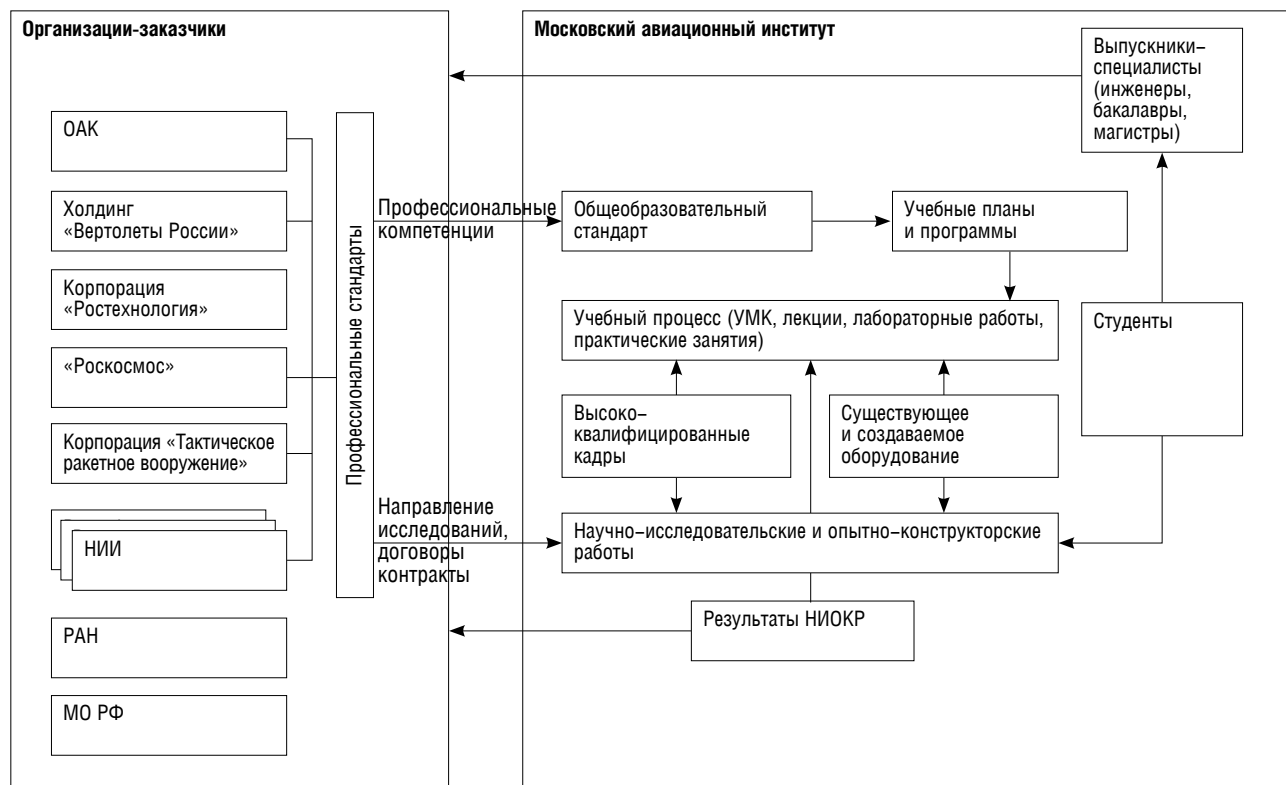
конкретного стандарта, чтобы ввести новую специализацию, необходимо внести изменения в соответствующий Федеральный государственный образовательный стандарт.

Такова нормативная база формирования нового образовательного пространства. Однако при реализации новых подходов на практике встает множество проблем. Проектируемые новые ООП, с одной стороны, должны наиболее полно раскрыть достоинства новой системы, а с другой — снять непонимание, которое сложилось как у значительной части педагогического сообщества, так и у работодателей.

Основными преимуществами уровня структуры высшего образования считаются:

- реализация новой парадигмы образования, заключающейся в фундаментальности, целостности и направленности на личность обучаемого;
- значительная диверсификация и реагирование на конъюнктуру рынка интеллектуального труда;

Взаимодействие МАИ
с организациями–
заказчиками



- ▶ повышение образованности выпускников, подготовленных к «образованию через всю жизнь» в отличие от «образования на всю жизнь»;
- ▶ свобода выбора траектории обучения и отсутствие тупиковой образовательной ситуации;
- ▶ возможность эффективной интеграции со средними общеобразовательными и средними специальными учебными заведениями;
- ▶ обеспечение академической мобильности обучаемых
- ▶ стимулирование значительной дифференциации среднего образования;
- ▶ широкие возможности для последипломного образования;
- ▶ возможность интеграции в мировую образовательную систему.

Новая образовательная парадигма опирается прежде всего на компетентностный подход. Компетентностный подход — подход, акцентирующий внимание на результате образования, причем в качестве результата рассматривается не сумма усвоенной информации, а способность человека действовать в различных ситуациях. Компетентностный подход связан с переносом акцента с преподавателя и содержания образования на студента и ожидаемые результаты образования, что является проявлением существенного усиления направленности образовательного процесса на студента.

Компетенция — это способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области.

Таким образом, результаты образования при новом подходе формулируются не в терминах знаний, умений, навыков, а в форме компетенций. Следует подчеркнуть, что именно компетентностная модель выпускника, заложенная во ФГОС ВПО, является наиболее жестким требованием стандарта.

Набор дисциплин, последовательность их изучения, распределение нагрузки преподавателей и студентов могут значительно варьироваться, но компетенции, заложенные в стандарт, должны быть выполнены обязательно.

Компетентностная модель выпускника вуза по направлению подготовки (специальности) — комплексный интегральный образ конечного результата образования в вузе по направлению подготовки (специальности), в основе которого лежит понятие «компетенция».

В связи с ориентацией на компетентностную модель выпускника возникает первая принципиальная проблема при реализации уровневой системы — **проблема измерения компетенций**. В настоящее время можно утверждать, что не существует никакой методологической модели измерения компетенций. Естественно, что в связи с этим возникает проблема оценки качества образования. Эта функция ложится на центры общественно-профессиональной сертификации компетенций и квалификации.

В МАИ основой процесса проектирования Основных образовательных программ послужила система созданных нормативных документов учебно-методической деятельности вуза, а инструментом — разрабатываемая в настоящее время в МАИ информационно-аналитическая система университета (ИАСУ МАИ).

Основой предлагаемого подхода к решению сформулированной проблемы стал метод системного анализа. Прежде всего необходимо было понять, какие ограничения и требования ФГОС ВПО оказывают наибольшее влияние на процесс проектирования ООП, какие методологические и инструментальные вопросы становятся приоритетными. Затем, на основе проведенной проблемной декомпозиции, можно уже говорить о синтезе подхода к проектированию ООП.

Коротко остановимся на основных принципах и требованиях ФГОС ВПО, кардинально изменяющих суть проектирования ООП. Прежде всего выделим следующие:

- ▶ ориентированность стандарта на результаты обучения, выраженные в терминах компетенций, то есть заявленный переход от традиционной «знаниевой» модели обучения к синергетической,

направленной на «применяемость» результатов обучения;

- ▶ переход на зачетные единицы (или кредиты), становящиеся мерой объема дисциплин, модулей, курсов. Введение жесткого ограничения на годовой объем ООП в 60 зачетных единиц;

- ▶ введение понятия «модуль», являющегося либо частью дисциплины, либо объединяющего несколько дисциплин в один так называемый междисциплинарный блок, направленный на освоение комплекса взаимосвязанных компетенций;

- ▶ использование «плавающих» границ при определении объема циклов, введение ограничений на объем базовой и вариативной части (для бакалавриата и магистратуры), а также специализаций (для специалитета);

- ▶ изменение структуры циклов, введение понятия «индивидуальные образовательные траектории» на основе свободы выбора альтернативных вариантов дисциплин по выбору студентов (ДВС);

- ▶ ограничения по объему лекционной нагрузки и аудиторных занятий с применением инновационных образовательных технологий;

- ▶ введение понятия «профиль ООП» (бакалавриат, магистратура) и специализаций (специалитет), уточняющих направленность ООП на конкретный объект профессиональной деятельности выпускника;

- ▶ свобода вуза по отношению к перечню и объему учебных дисциплин (за исключением нескольких обязательных дисциплин), а также в части разработки новых профилей и специализаций подготовки (табл. 1).

Перечисленные принципы и требования ФГОС ВПО, а также разрабатываемые на их основе собственные образовательные стандарты МАИ выявили ряд проблем, возникающих при проектировании ООП, особенно в технических вузах, а именно:

- ▶ отсутствие компетентностной модели выпускника, слабо выраженная зависимость компетенций, не позволяющая в полной мере определить последовательность их освоения;

- ▶ плохая измеримость компетенций, представленных во ФГОС ВПО, и их несогласованность со знаниями, умениями, навыками;

- ▶ несоответствие количества общекультурных компетенций с объемами циклов, большое разнообразие вариантов объемов циклов, наборов компетенций в различных ФГОС ВПО, реализуемых в вузе;

- ▶ отсутствие в полном объеме нормативной базы, регламентирующей процесс проектирования ООП;

- ▶ арифметические ошибки, приводящие к затруднениям при определении объема практик, итоговой аттестации и т.п.

В основу компетентностной модели положена объектно ориентированная парадигма.

В российской практике еще в советский период сложилась своя модель интеграционных процессов. В отличие от западных практик, где явно преобладает сосредоточение интеграционных процессов в университетских комплексах, в России формировалась триада интеграции науки и образования:

Интеграция на базе научных организаций. Знаковым событием стало создание в 1952 году Московского физико-технического института, многие кафедры которого изначально базировались в ведущих академических и оборонных институтах. Набор его факультетов и специальностей расширялся и корректировался по мере эволюции научно-технических приоритетов и кадровых потребностей наукоемких отраслей промышленности, а студенты сочетали обучение с научной работой.

Интеграция на базе университетов. Создание Московского инженерно-физического института, который уже в начале 1950-х годов стал формироваться как крупный центр фундаментальных исследований.

Интеграция на базе наукоградов. Создание Новосибирского академгородка.

Такая триада успешно обслуживала советскую экономику вплоть до начала 1990-х годов.

Таблица 1
Пример основных профессиональных компетенций

Профессиональная компетенция (ПК)	Коллектив, реализующий ПК	Выпускники, освоившие ПК, чел.	
		2012	2013
ПК–1: Владение методами проектирования самолетов	Кафедра проектирование самолетов. Руководитель: академик РАН, профессор, д–р техн. наук М.А. Погосян (6 профессоров, 11 доцентов)	76	84
ПК–2: Владение методами аэродинамического проектирования летательных аппаратов	Учебно–научная лаборатория «Лаборатория аэродинамических труб и вычислительной гидродинамики» РЦ ПЛА. Руководитель: академик РАН, профессор, д–р техн. наук Ю.А. Рыжов (4 профессора, 11 доцентов)	301	324
ПК–3: Разработка авиационных конструкций в соответствии с требованиями технологии опытного и серийного производства	Ресурсный центр МАИ в области производства ЛА (РЦ ПЛА). Руководитель: профессор, д–р техн. наук Б.В. Бойцов (6 профессоров, 7 доцентов, 5 н.с.)	201	213
ПК–4: Владение методами расчета летно–технических и взлетно–посадочных характеристик летательных аппаратов, а также методиками исследования устойчивости и управляемости на базе систем компьютерного моделирования	Учебно–научная лаборатория «Пилотажные стенды и системы самолет — летчик» РЦ ПЛА. Руководитель: профессор, д–р техн. наук А.В. Ефремов (3 профессора, 7 доцентов, 5 н.с.)	201	202
ПК–5: Разработка методов сквозного проектирования летательного аппарата	Ресурсный центр МАИ в области авиастроения «Сквозная технология». Руководитель: профессор, д–р техн. наук А.Б. Агульник (8 профессоров, 10 доцентов)	317	367
ПК–6: Разработка электронного макета летательного аппарата и его составных частей	Научно–образовательный центр (НОЦ) «Конструирование и проектирование авиационной техники». Руководитель: профессор, д–р техн. наук М.Ю. Куприков (6 профессоров, 11 доцентов, 2 докторанта)	775	857
ПК–7: Владение методами расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов авиационных конструкций с применением стандартных и специализированных пакетов прикладных программ	Центр динамических исследований в механике конструкций и сплошных сред. Руководитель: доцент, канд. физ.–мат. наук А.Л. Медведский (2 профессора, 5 доцентов)	584	687
ПК–8: Владение методами проектирования, конструирования, анализа и производства аэрокосмической техники с использованием современных конструкционных материалов (композиционные материалы, наноматериалы и т.д.)	НОЦ «Функциональные наноматериалы для космической техники». Руководитель: профессор, д–р физ.–мат. наук Л.Н. Рабинский (5 профессоров, 7 доцентов)	624	639

Но недостаточная системность постперестроечных реформ практически свела к нулю все преимущества интеграционных процессов, а в отдельных случаях вывела их за рамки правового поля.

Автономность, недостаточная полнота, фрагментарность и противоречивость нормативно-правовой базы сфер образования и науки усилили зависимость этих сфер от норм и требований прочих отраслей законодательства (прежде всего бюджетного, налогового, гражданского), которые к концу 1990-х годов фактически поставили вне закона действовавшие институты интеграции и блокировали создание новых.

И только в конце 2007 года был принят Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам интеграции образования и науки» (далее — Закон об интеграции), который частично разрешил накопившиеся проблемы.

Интерес к интеграционным процессам острее возникает в сложные переходные периоды, когда требуется быстрое эффективное восстановление экономики. И, несмотря на все многообразие интеграционных форм на современном этапе, государство планирует восстанавливать все ту же триаду.

Таблица 2
Базовые кафедры МАИ

Кафедра	Базовая организация
Внешнее проектирование и эффективность авиационных комплексов	ГНЦ ФГУП «ГосНИИАС»
Проектирование специальных авиационных комплексов	ОАО «ТАНТК им. Г.М. Бериева»
Информатика и информационные технологии	МОУ «Институт инженерной физики»
Информационные технологии в экономике и менеджменте	
Прикладная математика и информатика	
Радиооптика	НПО «Астрофизика»
Корпоративное управление в авиастроении	ОАО «Научно-производственная корпорация Иркут»
Системный анализ и проектирование космических систем	ФГУП ЦНИИМАШ
Бортовая автоматика беспилотных космических и атмосферных летательных аппаратов	ФГУП МОКБ «МАРС»
Конструкция антенно-фидерных систем радиотехнических информационных комплексов	ОАО «Радиофизика»
Механика наноструктурных материалов и систем	Институт прикладной механики РАН (ИПРИМ РАН)

Закон об интеграции позволяет вновь узаконить физтеховскую модель. За последние два года в России начали функционировать более двух десятков Национальных исследовательских университетов (НИУ). В аэрокосмической отрасли это три старейших вуза: Московский авиационный институт (государственный технический университет), Самарский государственный аэрокосмический университет (СГАУ) и Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева. Также на правительственном уровне было принято решение о создании Национального центра авиастроения — наукоград Жуковский.

Но не все интеграционные процессы равнозначны. Учитывая децентрализацию и географию предприятий аэрокосмической отрасли и возникаю-

щие при этом и финансовые, и организационные сложности в создании единого отраслевого исследовательского центра, в авиаракетостроении наиболее востребованной оказывается первая модель интеграции.

В 2009 году Правительство РФ утвердило порядок создания базовых кафедр. Сразу после этого в МАИ были реорганизованы и вновь созданы одиннадцать базовых кафедр (табл. 2).

Анализ деятельности и динамики создания «базовых» кафедр в авиа-ракетостроении позволяет сделать вывод о целесообразности функционирования таких кафедр не только на базе научных, но и на базе проектно-конструкторских организаций, а также высокотехнологичных производств различных форм собственности. Это в первую очередь затрагивает интересы кафедр, ведущих подготовку по проектно-конструкторским и технологическим направлениям.

Таким образом, кадры для высокотехнологичных отраслей могут быть подготовлены только в условиях тесной кооперации вуза и промышленности. Для этого требуется:

- разработка образовательных стандартов на базе профессиональных;
- междисциплинарное обучение на основе компетенций, сформированных промышленностью;
- реализация принципа непрерывного образования посредством адаптивной системы повышения квалификации;
- создание совместных научно-образовательных центров (НОЦ);
- создание центра общественно-профессиональной сертификации компетенций и квалификации.

Кадры аэрокосмического профиля — это необходимое условие безопасности России. ■

Список литературы

1. Гохберг Л.М., Китова Г.А., Кузнецова Т.Е. Стратегия интеграционных процессов в сфере науки и образования. — <http://emag.iis.ru>.
2. Шудегов В.Е. Интеграция науки и образования как необходимое условие инновационного развития экономики России. Высшее профессиональное образование и кадровая политика в современной России // Аналитический вестник Совета Федерации ФС РФ. — 2006. — № 25 (313).
3. Стронгин Р.Г., Максимов Г.А. Опыт интеграции образования и науки // Высшее образование в России. — 2005. — № 1.
4. Некипелов А.Д. Современное экономическое образование: интеграция академической науки и высшей школы // Мир перемен. — 2006. — № 1.