

Инженерная экономика - путь к развитию предпринимательства в инженерном деле

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
А.В. Путилов

В статье описаны подходы к развитию предпринимательства в инженерном деле на базе высоких технологий. Отмечена необходимость формирования инжиниринговых (инженерно-экономических) центров как субъектов модернизации инженерного образования и постепенного перехода к инновационному предпринимательству в рамках технологической модернизации страны. Описаны методы технологического маркетинга как инструментария к формированию рыночных подходов в инженерном деле и совершенствованию региональной инновационной политики.

Ключевые слова: инженерное образование, технологический маркетинг, инновационный бизнес, экономика, модернизация.

Key words: engineering education, technological marketing, innovative business, economics, modernization.



А.В. Путилов

ВВЕДЕНИЕ

Перечень поручений Президента России по итогам заседания Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России от 30 марта 2011 г. включает целый ряд положений о совершенствовании инженерного образования. В настоящей работе на примере инженерно-экономического образования в сфере высоких технологий показано, что организационные формы могут быть различными, но содержание изменений должно быть направлено на комплексное рассмотрение инженерных проблем: всякая предпринимательская инициатива имеет две стороны - техническую и экономическую. Поэтому развитие

предпринимательства в инженерном деле невозможно без совершенствования человеческого капитала, и инструментом такого совершенствования может оказаться инженерно-экономическое образование, если оно может быть поднято на новый уровень - создание инжиниринговых центров, в которых обучение, исследовательская деятельность и консалтинговые услуги составляют единый комплекс. Такой комплекс должен включать образовательные программы, аспирантуру и соискательство, вхождение в единое сетевое пространство инженерно-экономических услуг с помощью преподавательских коллективов, ориентированные на конечный результат.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ И РЫНОЧНЫЕ РЕАЛИИ НА СОВРЕМЕННЫХ ГЛОБАЛИЗОВАННЫХ РЫНКАХ.

В инженерной экономике управление знаниями (knowledge management) — это методология, направленная на повышение уровня конкурентоспособности и защищенности компаний и других субъектов реального сектора экономики за счет использования полного набора инструментов охраны, управления и экономики нематериальных активов, использования кадровых и иных ресурсов конкретной компании. Система управления инженерными знаниями формирует стратегии, направленные на предоставление точно вовремя нужных знаний тем членам экономического сообщества (компании, структурные элементы хозяйствующих субъектов, подразделения корпораций и пр.), которым эти знания необходимы для того, чтобы повысить эффективность деятельности этого сообщества. С начала текущего столетия система управления инженерными знаниями как отдельные университетские курсы начала читаться в ведущих университетах на кафедрах менеджмента. Известны случаи применения данной методологии развития инженерного образования путем формирования системы управления знаниями для крупных международных организаций, например, таких как Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) ООН.

В предметной области управления инженерными знаниями сложилась специфическая терминология, которая должна быть адаптирована к экономическим реалиям конкретной отрасли, что в общем виде весьма затруднительно, поэтому попытка в будет реализована только на примере инженерной проблематики в энергетической сфере, например в сфере использования ядерных энергоресурсов [1]. Явные знания охватывают все те области инженерного знания, о которых мы

имеем представление, что можем их записать, сообщить другим или ввести в базу данных (например, — описание конструкции, рецептура композиции конкретного материала). В неявные инженерные знания входят различные ноу-хау, секреты мастерства, опыт, озарение и интуиция. Сообщества практики во многих инженерных организациях — это наиболее важный, ключевой компонент управления знаниями, это группы практиков, которые объединены общим интересом в специфической области знаний и стремятся поделиться друг с другом своим опытом, например проектировщики конкретных технических или экономических объектов. Категория интеллектуальных работников отличается следующими основными качествами: высоким уровнем мобильности и способностью работать виртуально, высоким уровнем образования, полным набором навыков, необходимым для процесса трансформации знаний, и пр. Компетенции сотрудников — способности людей, входящих в конкретную организацию. Спираль знаний — это модель, предложенная Икудзио Нонака [2] для объяснения того, как явные и неявные знания при создании (генерации нового) знаний взаимодействуют в организации благодаря четырем процессам их преобразования или способов поведения: социализация (неявные знания преобразуются также в неявные), экстерниоризации (неявные — в явные), комбинации (явные также в явные) и интериоризации (явные — в неявные). Инженерное образование развивается в рамках обучающихся организаций (ВУЗов, инженерных центров, конкретных корпораций и пр.). Обучающиеся организации — это организации, которые создают, приобретают, передают и сохраняют знания, без чего невозможна их каждодневная деятельность. Она гибко и адаптивно изменяется в ответ на новые знания и контекст ситуации. В ней люди постоянно расширяют свои возможности создания ре-

зультатов, к которым они на самом деле стремятся, в ней взращиваются новые широкомасштабные способы мышления, в ней люди постоянно учатся тому, как учиться вместе. В современной России к такой категории организаций отнесены национальные исследовательские университеты.

Обучающееся сообщество это неформальная группа людей без привязки к организационной структуре, совместно обсуждающая лучшие практики, различные вопросы или навыки, о которых группа стремится побольше узнать. Существует и много других терминологических особенностей [3, 4].

Для извлечения дополнительной стоимости из интеллектуального капитала и инженерных знаний организациям необходимо управлять потоками знаний между различного вида отношениями — социальным капиталом, внутренней и внешней структурой. Можно выделить три причины необходимости формирования системы управления инженерными знаниями:

- социальная: в большинстве структур реального сектора экономики материальное производство становится вторичным по отношению нематериальному (информация, знания, опыт и пр.) при завоевании, удержании и использовании соответствующих рыночных сегментов;
- экономическая: проведенные в последнее время экономические оценки от внедрения любых информационных систем показывают, что экономическая отдача строится с учетом знаний как экономического фактора, следовательно, информационные технологии сами по себе не являются прибыльными, прибыль формируется через операции со знаниями (данными);
- технологическая: эволюционный процесс создания и использования инженерных знаний и информационных технологий

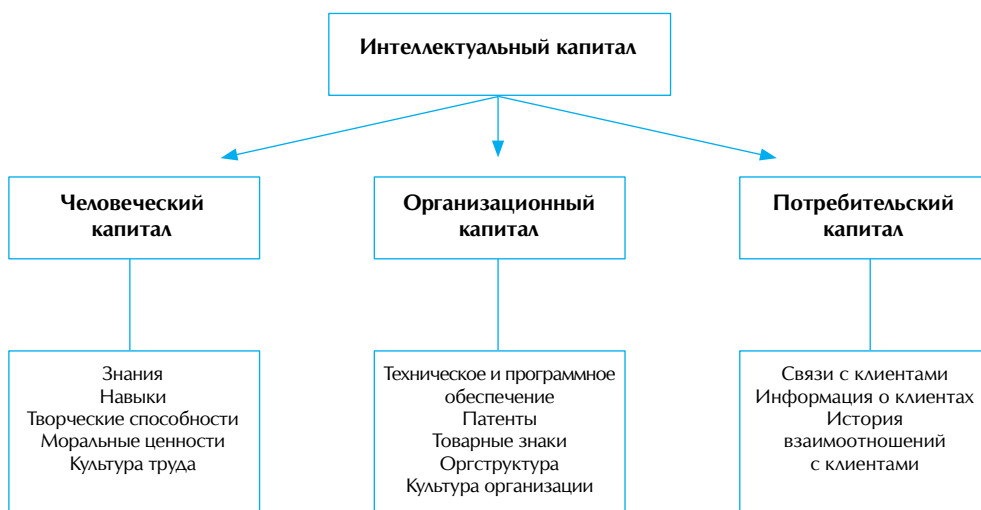
идет по вектору «вычисления – коммуникации – поддержка мыслительной деятельности».

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИЛИ ИНЖИНИРИНГОВЫЕ ЦЕНТРЫ КАК ДЕРЖАТЕЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА

Структура интеллектуального капитала в любой сфере инженерной или научно-производственной деятельности условно разделяется на три блока: человеческий капитал, организационный капитал, потребительский капитал (рис.1). В отечественной промышленности кадры (человеческий капитал) в течение многих десятилетий воспитывались и развивались, но в 90-х годах прошлого века традиция поддержки инженерных кадров была прервана, образовался «кадровый провал» и основная задача сегодня – воспитание и закрепление молодежи. Организационный капитал с созданием ряда государственных корпораций (Росатом, Ростехнологии и пр.) был в значительной степени укреплен, в настоящее время этот капитал структурируется и развивается [5-7]. Материалы статьи посвящены третьей компоненте – потребительскому капиталу на примере развития предпринимательства в инженерном деле.

Для существующего этапа развития реального сектора экономики характерна конкуренция на принципиально новых — как качественно, так и географически — сегментах рынка в условиях глобализации. Благодаря передовым инженерным разработкам (технология подземного выщелачивания и пр.) российская добыча урана в 2010 г. по сравнению с предыдущим периодом возросла почти на четверть, 17% мирового рынка ядерного топлива – российские поставки, существенную долю мирового рынка российские производители занимают и по обогащенному урановому продукту за счет передовой инженерной практики газодиффузионного обога-

Рис.1. Структура интеллектуального капитала



щения урана. Сохранение сегментов рынка, совершенствование экономической деятельности добывающих, перерабатывающих и машиностроительных предприятий, которые заняты в сфере добычи, обработки и доведения до товарной формы ядерных энергоресурсов (ядерное топливо для конкретных атомных энергоблоков), требуют формирования системы управления инженерными знаниями. Переход от сетевого управления в сложных экономических системах (холдингах) к управлению знаниями может послужить методом поиска новых бизнес-моделей, позволяющих в посткризисных условиях российской экономики значительно повысить эффективность инженерной и производственной деятельности. Организационными формами управления инженерными знаниями могут стать инжиниринговые (так сформулировано в перечне поручений Президента России по итогам заседания Комиссии по модернизации и технологическому развитию России от 30.03.2011 г.) или по существу инженерно-экономические центры, базирующиеся на крупных инженерных ВУЗах, прежде всего

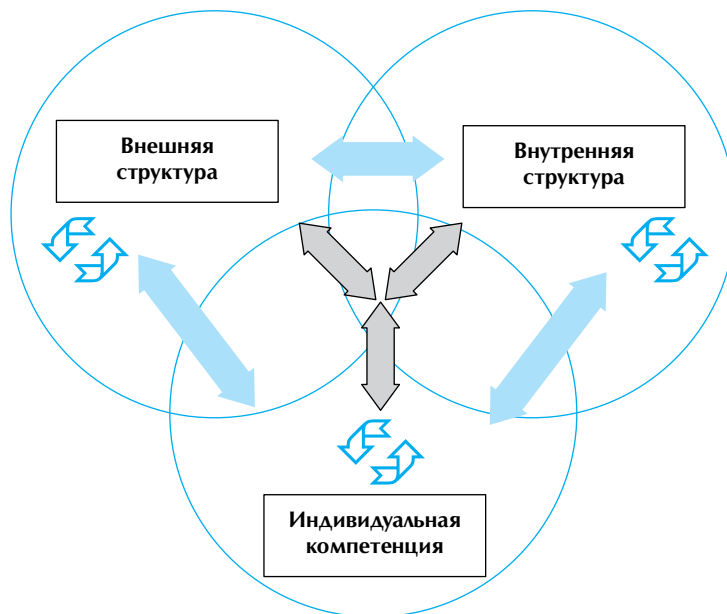
– национальных исследовательских университетов. Такие новые бизнес-модели формирования инженерно-экономических центров имеют следующие особенности:

1. При формировании фазы управления инженерными знаниями бизнес-структура должна обладать собственной системой генерации нововведений (инноваций), разработки технологии продаж и обновления производства, контроля качества продукции.

2. Обладание инженерными активами, образующими полный технологический набор, не является обязательным, хотя и желательным, экономические компетенции должны рассматриваться отдельно с учетом возможностей мирового рынка услуг, детального анализа процессов глобализации и кооперации в конкретной сфере инженерного дела и реального сектора экономики.

3. Управление экономической системой на фазе управления знаниями состоит в диспетчеризации размещения заказов (в том числе и у сторонних подрядчиков) и совершенствовании системы движения материальных потоков.

Рис.2. Базовые стратегии управления инженерными знаниями.



42

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ ЦЕНТРЫ КАК СУБЪЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Базовые стратегии управления инженерными знаниями (рис.2) требуют адаптации к реалиям мирового рынка, в частности, конкретного сегмента этого рынка, связанного с получением, переработкой и использованием энергоресурсов. Стратегии управления инженерными знаниями направлены на то, чтобы создать новую стоимость, реализованную в продуктах, людях и процессах с помощью рационального формирования и использования знаний в организациях, в частности, в инжиниринговых (инженерно-экономических) центрах. Основная цель этих стратегий – повышение эффективности использования всех имеющихся ресурсов организации, получение лучших и более быстрых инноваций, улучшение обслуживания клиентов, снижение потерь от неиспользуемых

интеллектуальных активов. Инжиниринговые центры, какая бы организационно-правовая форма ни была выбрана для их реализации, должны быть ориентированы на комплексное использование инженерно-технических и инженерно-экономических компетенций участников совместной деятельности.

Все возможные стратегии формирования и использования инженерных знаний в организациях могут быть представлены в виде семи комбинаций из базовых стратегий (рис. 2). Три из них заключаются в том, чтобы эффективно формировать и использовать знания в рамках одного из видов интеллектуального капитала (индивидуальная компетенция, внутренняя структура и внешняя структура). Еще три стратегии предполагают достижение позитивного эффекта от взаимодействия между двумя различными видами интеллектуального капитала (индивидуальной компетенции и внут-

ренней структуры, индивидуальной компетенции и внешней структуры, внутренней и внешней структуры). Наконец, последняя, седьмая, стратегия строится с учетом одно-временного взаимодействия всех трех элементов интеллектуального капитала (эти стратегии условно изображены на рис. 2 в виде стрелок разной формы).

Таким образом, базовые стратегии формирования инжиниринговых центров должны быть направлены либо на обмен знаниями в рамках одного вида интеллектуального капитала с целью его увеличения, либо на эффективный перенос инженерных знаний из одного вида интеллектуального капитала в другой. Имеется четкое соответствие между этими способами определения структуры интеллектуального капитала и его содержательным наполнением. В инженерной практике, особенно связанной с энергетическими проблемами, эффективный перенос знаний можно считать основным приоритетом создания инженерно-экономических центров.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КАК «ОПЫТНОЕ ПОЛЕ» РЕАЛИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Организационному капиталу соответствует внутренняя структура, потребительскому капиталу – внешняя структура, а человеческому капиталу – компетенция персонала. Конкретное наполнение этих терминов в области получения и использования энергоресурсов [8-9] выглядит следующим образом:

Компетенция сотрудников (индивидуальная компетенция) – это способность действовать в разнообразных ситуациях, образование, квалификация, умения и навыки, опыт, энергия, отношение к работе, к клиентам, уровень общей культуры.

Внутренняя структура – это организационные основы производства, знание технологий, патенты,

концепции, ноу-хау, авторские права, компьютерные и административные системы, системы сетевого взаимодействия, культура организации.

Внешняя структура – это отношения с потребителями, поставщиками, конкурентами, социальными сообществами, бренды, торговые марки, имидж организации.

Внешние структуры ориентированы на рынок, и методология исследования и формирования рыночных стратегий [10, 11] описывается в маркетинговой терминологии. Для рынков инженерных решений, направленных на совершенствование производственной структуры, выпуск новых товаров и оказание принципиально новых услуг, сформировалось новое маркетинговое направление, именуемое «технологический маркетинг» [12-15]. Важно, чтобы инжиниринговый центр, развивающий инженерно-экономические услуги в области энергетики, обладал сетевой структурой для охвата максимального объема сходных инженерных проблем, распределенных по обширной территории страны. В энергетической сфере редко встречаются локальные проблемы, сетевая структура современной энергетики тяготеет к глобализации.

Пространственное распределение энергетических потребностей в России имеет определяющее значение для оценки энергоэффективности той или иной технологической платформы, так как транспортировка энергоносителей занимает заметное место в общих затратах. Анализ объемов потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) за последние годы показал, что в 2008-2009 гг. общий объем потребляемых ТЭР практически по всем федеральным округам Российской Федерации снизился, что, очевидно, было связано с негативными проявлениями финансово-экономической нестабильности (табл.1). Однако этот объем снижения был весьма незначителен, что свидетельствует о постоянной

Таблица 1
Объемы потребления ТЭР по федеральным округам, млн. т. у. т.*

Федеральный округ	2006	2007	2008	2009
Центральный	181,4	187,3	190,1	176,0
Северо-Западный	95,7	97,3	98,0	97,4
Южный	91,4	95,8	96,3	95,6
Приволжский	179,2	185,5	191,1	189,0
Уральский	199,1	207,9	205,2	202,7
Сибирский	147,2	150,0	149,8	136,7
Дальневосточный	42,6	42,6	46,2	44,8

* - по данным Росстата

потребности в энергоресурсах, являющихся основой развития.

Начиная с 2010 г. одновременно с попытками преодоления кризисных явлений в стране наблюдается рост энергопотребления в среднем на 6-7% по сравнению с 2008 г. Наименьшую удельную энергоемкость валового регионального продукта (ВРП) среди федеральных округов в настоящее время имеет Центральный федеральный округ (ЦФО), экономика которого характеризуется значительной долей сферы услуг и отраслей промышленности с низкой энергоемкостью. Наибольшей удельной энергоемкостью характеризуется Сибирский федеральный округ, в котором более 70% объема промышленного производства составляют такие энергоемкие отрасли, как металлургия, химия, нефтехимия, и другие. Соотношение удельной энергоемкости промышленности данных федеральных округов составляет 2,4 раза. Другие федеральные округа ранжируются по отношению к ЦФО в следующем порядке: Уральский – в 1,4 раза; Дальневосточный – в 1,5 раза; Северо-Западный – в 1,8 раза; Южный – в 1,9 раза; Приволжский – в 2 раза выше. Отметим, что в течение последних пяти лет удельная энергоемкость в ЦФО снизилась на 8%; Северо-Западном федеральном округе – на 10,4%; Уральском федеральном округе – на 26,5%; Дальневосточном – на 12,8%. Управление знаниями в области энергетических региональных потребностей

позволит прогнозировать подобные изменения и готовиться к ним.

В значительной степени существующая высокая энергоемкость отечественной экономики вызвана рядом объективных причин:

- использование устаревших энергоемких технологий при производстве, транспорте и переработке ТЭР;
- особые природно-климатические условия в большинстве регионов страны, которые характеризуются низкими среднегодовыми температурами;
- значительный объем технологически устаревшего оборудования с высокой степенью износа;
- сложившаяся структура экономики, характеризующаяся высокой долей энергоемких производств (более 60% промышленности) и относительно малой долей в структуре ВВП сферы услуг и предприятий, соответствующих требованиям современной «экономики знаний»;
- отсутствие развитой инновационной инфраструктуры.

Инженерные решения, подкрепленные экономическими оценками ожидаемых результатов, могут внести существенный вклад в повышение энергоэффективности реального сектора экономики и совершенствование энергосбережения. Предпринимательский подход к реализации таких решений может

базироваться на формировании соответствующих инжиниринговых центров. Вклад таких центров в отдельные составляющие интеллектуального капитала может быть неравнозначен, но общий итог создания центров будет, безусловно, положительным.

Соотношение между составляющими интеллектуального капитала в инжиниринговых центрах представлено на рис. 2, где показано, что границы между тремя основными видами интеллектуального капитала носят условный характер. Некоторые элементы интеллектуального капитала можно отнести с равным правом к различным его видам. В то же время есть элементы, однозначно относимые к тому или иному виду интеллектуального капитала. Человеческий капитал довольно подробно описан в экономической литературе. Более того, за разработку проблем человеческого капитала были присуждены Нобелевские премии по экономике (Теодору Шульцу в 1979 г. и Гэри Беккеру в 1992 г.). Под человеческим капиталом обычно понимается совокупность знаний, навыков и мотиваций, которые имеет каждый человек. Инвестициями в него могут быть повышение образования, накопление профессионального опыта, личных связей, улучшение здоровья, мобильность, овладение массивами информации, компетенциями. Интеллектуальный капитал не аддитивен. Его в принципе нельзя разложить на составляющие так, чтобы сумма их оценок была равна общей оценке всего интеллектуального капитала организации, например, инжинирингового центра. Взаимодействие разных составляющих носит сугубо нелинейный характер. Так, например, не всегда чисто человеческая компонента достаточна для формирования мощного интеллектуального капитала. Для этого необходимо высокую инженерную компетентность работников дополнить соответствующими элементами структурного капитала в виде соответствующей

оргструктуры, информационных технологий, управленческих процедур и т.д. [16, 17]. Очень большое значение имеет сетевая структура самого инжинирингового центра. Эта сетевая структура может базироваться на обособленных структурных подразделениях конкретного ВУЗа, на базе которого формируется инжиниринговый центр. Например, в Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ» (НИЯУ МИФИ) имеется более двадцати обособленных подразделений (филиалов) в 12 субъектах федерации, расположенных в пяти федеральных округах. Таким образом, инженерные решения, полученные для примера в организациях Центрального федерального округа, могут быть тиражированы с учетом местных особенностей и на организации других федеральных округов. Учет этих местных особенностей (климатических и пр.) должны осуществлять сотрудники инжиниринговых центров на местах, этими сотрудниками могут быть преподаватели и аспиранты обособленных подразделений НИЯУ МИФИ.

Информационные технологии позволяют мобилизовать потенциал человеческого капитала и направить его вектор развития на совершенствование внешней структуры – рыночного взаимодействия с потребителями, конкурентами, социальными структурами. Предпринимательство в инженерном деле должно сопровождаться специфическим развитием бизнес-образования. Отличием от традиционных форм бизнес-образования (МВА и пр.) является сочетание инженерных и экономических компетенций при проведении образовательного процесса. Инженерно-экономическое образование было развито в прежней социалистической форме хозяйствования, но за двадцать лет перехода к рынку практически исчезло. Экономическое образование в основном стало нацелено на непроизводственные структуры: банковский бизнес, бир-

жевые операции, страховой бизнес и пр. Педагогические кадры за эти годы существенно изменились, инженерные компетенции исчезли из преподавательской практики. Создание инжиниринговых (инженерно-экономических) центров, сформулированное как задача в последних президентских поручениях, должно быть поддержано инженерной общественностью и обеспечено также государственной поддержкой со стороны федеральных органов исполнительной власти. Вопросы безопасности в инженерной практике [18, 19] должны также найти отражение в формируемых образовательных программах. В этом случае инженерное дело получит новый импульс для своего развития, а отдача будет ощутима во всех сегментах реального сектора экономики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Механизм создания и организационно-правовую форму инжиниринговых центров еще предстоит сформировать и опробовать. Вместе с тем содержательная наполненность таких центров соответствующими компетенциями может быть оценена уже сегодня. Предпринимательский потенциал в современной

России сконцентрирован в основном в финансовой, банковской, страховой сферах и иных непромышленных приложениях. В реальном секторе экономики, за исключением нефтегазового сектора, дающего непосредственную быструю отдачу на вложенный интеллектуальный капитал, трудно упомянуть заметные инженерные достижения, нашедшие отражение в заметных предпринимательских проектах. Учет описанных в статье особенностей управления знаниями и исправление сложившегося положения возможно при интенсивной, государственно-осознанной и поддержанной подготовке и переподготовке инженерных кадров с ориентацией на предпринимательскую реализацию инженерных достижений. Как инструментарий для оценки перспективности той или иной инженерной разработки, создаваемой структуры (например, инженерно-экономического центра) может быть использован подход к формированию системы управления знаниями с привлечением методологии технологического маркетинга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Путилов А.А., Воробьев А.Г., Путилов А.В. Экономические характеристики уранового сырья в дореакторном технологическом переделе ядерных энергоресурсов // Цветные металлы. – 2010. – №4 – С. 89–95.
2. Nonaka I., Takeuchi H. The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. – New York: Oxford Univ. Press, 1995. – 304 p.
3. Sveiby K.E. The New Organisational Wealth – Managing and measuring Knowledge-Based Assets. – San-Fransisco: Berrett-Koehler, 1997. – xii, 220 p.
4. Мильнер Б.З. Управление знаниями: эволюция и революция в организации. – М.: ИН ФРА -М, 2003. – 177 с.
5. Государственные корпорации и развитие высокотехнологичных отраслей реального сектора экономики: исторический обзор и мировой опыт / А.А. Путилов, А.Г. Воробьев, А.В. Путилов, Е.Л. Гольдман // Экономика в пром-сти. – 2009. – №2. – С. 2–13.
6. Государственные корпорации и развитие высокотехнологичных отраслей реального сектора экономики: экономические преимущества и роль в промышленной / А.А. Путилов, А.Г. Воробьев, А.В. Путилов, Е.Л. Гольдман // Экономика в пром-сти. – 2009. – №3. С.13–21.
7. Путилов А.А., Воробьев А.Г., Гольдман Е.Л. Государственная инновационная политика: проблемы организационного оформления и методы оценки // Цветные металлы. – 2009. – №4 – С. 18–27.
8. Михайлов С.А., Дли М.И., Балябина А.А. Виды региональных стратегий энергосбережения // Интеграл. – 2008. – №4 (42) – С. 76–78.
9. Михайлов С.А., Балябина А.А. Контролинг процессов энергосбережения на региональном уровне // Контролинг. – 2010. – №2 (35) – С. 74–79.
10. Сопоставительный анализ федеральных, региональных и отраслевых программ по энергосбережению и эффективности энергопотребления / С.А. Михайлов, А.Н. Кузовкин, И.А. Гордукалов, Н.А. Сизова // Микроэкономика. – 2007. – №1 – С. 35–55.
11. Михайлов А.А., Мешалкин В.П., Балябина А.А. Место стратегии энергосбережения в стратегии социально-экономического развития региона // Менеджмент в России и за рубежом. – 2009. – №2 – С. 22–58.
12. Путилов А.В. Введение в научно-технический маркетинг. – М.: Руда и металлы, 2003. – 156 с.
13. Путилов А.В. Введение в технологический маркетинг при использовании атомной энергии. – М.: Руда и металлы, 2005. – 162 с.
14. Путилов А.В. Введение в технологический маркетинг развития nanoиндустрии. – М.: Изд. дом МИС иС, 2008. – 167 с.
15. Путилов А.В., Соколов И.П. Введение в научно-технический маркетинг сервисных технологий. – М.: МГУС, 2004. – 145 с.
16. Путилов А.В. Нанотехнологии дадут мощный импульс в развитии и атомной и многих других отраслей промышленности // Бюл. по атом. энергии. – 2008. – №7. – С. 4–11.
17. Путилов А.В. Проблемы устойчивого развития энергетики // Вести в электро-энергетике. – 2003. – №3. – С. 3–6.
18. Нанотехнологии в индустрии безопасности / А.В. Путилов, Н.Н. Шемигон, Ю.Л. Давыдов, Н.В. Долгополов // Технополис XXI. – 2006. – №3. – С. 4–6.
19. Шнайдер Д.И. Технологический маркетинг. – М.: Янус-К, 2003. – 654 с.