

УДК 15. 519.876

КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Р. А. Караев,

канд. техн. наук, профессор

И. И. Сафарли,

соискатель

М. А. Нагиев,

соискатель

Т. Ф. Абдурагимов,

соискатель

Институт кибернетики Национальной академии наук Азербайджана

Р. Г. Гюльмамедов,

канд. техн. наук, доцент

Азербайджанский государственный экономический университет

Ставится вопрос правильного анализа и управления инновационными проектами предприятий в современных сложных нестабильных экономических условиях. Отмечаются трудности его решения на ранней концептуальной стадии проектирования, сопряженной с высокой неопределенностью и риском, и предлагаются когнитивные технологии поддержки, являющиеся сегодня наиболее эффективными и перспективными инструментами для анализа и управления сложными слабоструктурированными, и в частности проектными, ситуациями.

Ключевые слова — инновационные проекты, анализ и управление, когнитивные технологии.

Введение

В соответствии с теорией М. Портера [1] конкурентное развитие страны происходит на основе факторов производства, инвестиций, инноваций или благосостояния (высший уровень развития). Страны, входящие в мировое технологическое ядро (США, Япония, Германия, Великобритания), в настоящее время развиваются преимущественно на основе активизации инновационной деятельности.

На уровне предприятий под инновационной деятельностью понимается процесс по созданию и оформлению новшеств (изобретений, патентов, ноу-хау, управленческих или производственных технологий, нормативно-технической документации на новый или усовершенствованный продукт, документации на организационно-технологическую подготовку производства, технологий маркетинговых исследований и т. д.), их внедрению или распространению в другие сферы (диффузия) в целях получения экономического, социального, научно-технического, экологического или другого вида эффекта.

В соответствии с Руководством Фраскати (документ принят Организацией экономического сотрудничества и развития в 1993 г. в итальянском г. Фраскати) *инновация* определяется как конечный результат инновационной деятельности, получивший воплощение в виде нового или усовершенствованного продукта, внедренного на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности, либо нового подхода к социальным услугам [2].

Обзор публикаций показывает, что в настоящее время сложилось достаточно устоявшееся представление о системе инновационной деятельности предприятий как о структуре, включающей следующие подсистемы: *целевую* (формирование портфеля новшеств и инноваций, формирование инновационного проекта), *обеспечивающую* (правовое, нормативно-методическое, ресурсное, информационное обеспечение), *управляемую* (стратегический маркетинг, НИОКР и ОТПП новшеств и инноваций, производство новшеств, сервис инноваций), *управляющую* (управление инновационным проектом, управление персона-

лом, координация выполнения инновационного проекта).

В современных сложных экономических условиях глубина проработки инновационных проектов и обоснованность принимаемых инновационных решений в первую очередь и в значительной степени определяется качеством подсистемы управления инновационными проектами [3].

Серьезные трудности в работе этой подсистемы возникают на ранней (наиболее ответственной и сложной) концептуальной стадии проектирования, когда менеджмент предприятия пытается сформировать некую общую, согласованную концептуальную модель проекта, дающую целостное и в то же время обозримое представление об инновационной проблеме. Трудности носят объективный характер, обусловлены сложной слабоструктурированной природой раннего проектирования и ограничивают возможности применения традиционных экспертных методов, многочисленных количественных экономико-математических методов и информационно-технологических инструментов поддержки на базе Microsoft Office EPM и Microsoft SharePoint.

Развиваемые в последние годы методы когнитивного анализа и управления слабоструктурированными ситуациями [4] открывают новые возможности в части научной поддержки стадии раннего проектирования и преодоления трудностей, с которыми повсеместно сталкивается здесь инновационная практика.

Предлагаемая в статье методика когнитивного моделирования инновационных проектов использует базовые положения когнитивного подхода и одновременно учитывает специфику предметной области [2, 3, 5–10 и др.], а также обширный опыт, накопленный экономической практикой в области стратегического планирования предприятий [11, 12].

Основные положения когнитивного подхода

Когнитивный подход — это метод исследования и управления сложными ситуациями, основанный на построении и изучении когнитивных моделей (когнитивных карт) этих ситуаций. Когнитивная карта представляет собой структуру причинно-следственных связей между элементами исследуемой системы и окружающей ее среды, отражающую представление субъекта (субъектов) управления об устройстве и функционировании данной системы. Элементами когнитивной карты являются: 1) базисные факторы — понятия, характеризующие, по мнению субъекта (субъектов) управления, исследуемую систему и окружающую ее среду, а также 2) причинно-следственные связи между базисными факторами, отражающие

структурное знание субъекта (субъектов) управления о том, как базисные факторы взаимосвязаны и как они влияют друг на друга.

Особенностью метода когнитивного моделирования, отличающей его от традиционных, аналитических методов, является возможность качественного моделирования сложных слабоструктурированных ситуаций, в том числе и проектных ситуаций, не поддающихся строгому формально-математическому анализу. Когнитивное моделирование представляет собой циклический процесс и содержит несколько взаимосвязанных этапов:

- когнитивную структуризацию;
- структурный анализ когнитивной модели;
- сценарное моделирование развития ситуации;
- оценку и интерпретацию результатов моделирования;
- мониторинг ситуации.

Когнитивная структуризация. На этом этапе проводится когнитивная структуризация информации о внутренней ситуации на предприятии и внешних процессах (социально-экономических, политических, технологических и пр.), оказывающих влияние на ее развитие. Этап когнитивной структуризации оформляется в виде когнитивной карты, описывающей множество базисных факторов предприятия и внешней среды и причинно-следственные отношения между ними. Для каждого фактора определяется его значение (или тенденция), характеризующее объект, явление или процесс, который ассоциирован с данным фактором. Для причинно-следственных отношений определяются характер (положительный или отрицательный) и сила связи между базисными факторами. Значения соответствующих переменных задаются по лингвистической шкале, т. е. словами на естественном языке, каждому из них ставится в соответствие число в интервале (0; 1).

На этом же этапе на множестве базисных факторов ситуации устанавливаются подмножества целевых факторов, управляющих факторов и факторов внешней среды, а также начальные значения или тенденции базисных факторов. В качестве управляющих выбираются факторы предприятия и/или внешней среды, на которые руководство предприятия имеет возможность воздействовать. В качестве целевых принимаются факторы, характеризующие цели инновационного проекта, устанавливаемые руководством и/или владельцем предприятия.

В настоящее время общим для когнитивного подхода является использование когнитивных карт в виде взвешенных оргграфов. Однако практика показывает, что в ряде случаев более адекватным может быть использование других формализмов, таких как матрицы, семантические сети, генетические сети и т. д.

Структурный анализ когнитивной карты.

Для эффективного управления инновационным проектом необходимо знать его структурные свойства, т. е. особенности причинно-следственных отношений между базисными факторами. К таким свойствам относятся:

- непротиворечивость целей проекта. Суть вопроса непротиворечивости целей состоит в том, чтобы желательное изменение одних целевых факторов проекта не приводило к нежелательным изменениям других;

- непротиворечивость между целями и управляющими факторами проекта. Управление проектной ситуацией заключается в таком изменении управляющих факторов, которое приводило бы к желательным изменениям целевых факторов, т. е. в направлении планируемой динамики. В связи с этим исследуются, во-первых, эффективность воздействия управляющих факторов на целевые факторы (приемлемая эффективность управляющих факторов определяется силой и характером их влияния на целевые факторы), во-вторых — согласованность управляющих факторов с целями проекта (согласованность управляющих факторов с вектором целей состоит в том, что никакое из изменений в управляющих факторах не должно вызывать изменения ни одной из целей в нежелательном направлении).

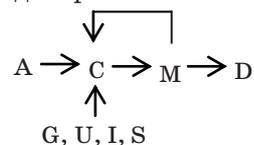
Сценарное моделирование развития проектной ситуации. Сценарное моделирование осуществляется в целях поиска наиболее эффективного управления инновационным проектом. В качестве управления выступает импульсное изменение текущего значения управляющего фактора (факторов), передаваемое на другие факторы по цепочкам (сетям) влияний. Такого рода сценарное моделирование может проводиться в режиме саморазвития предприятия и в режиме управляемого (инновационного) развития предприятия. *Саморазвитие* предполагает сохранение существующих значений (тенденций) факторов и, по сути, представляет собой экстраполяцию текущей ситуации с учетом взаимных влияний базисных факторов. *Управляемое развитие* подразумевает целенаправленное воздействие на один или несколько управляющих факторов проекта, приводящее, в конечном итоге, к изменению целевых факторов. Динамика развития ситуации моделируется с помощью аппарата линейных динамических систем [4, с. 50]. При этом значение каждого отдельного фактора в каждый дискретный момент времени определяется как сумма значения фактора в предыдущий момент и всех влияний, пришедших от ассоциированных («соседних») факторов. При определении результирующего значения фактора учитываются как собственно значения (тенденции) влияющих факторов, так и сила их влияния.

Оценка и интерпретация результатов моделирования. Для предварительной качественной оценки эффективности i -го сценария управляемого развития проектной ситуации может быть использован набор экспертных оценок, характеризующих:

- степень достижения целей инновационного проекта $K_c = (0; 1)$;
- степень благоприятности проекта для руководства $K_m = (0; 1)$;
- объем и ценность ресурсов, необходимых для реализации инновационного проекта, — ресурсоемкость проекта $V = (0; 1)$;
- коэффициент эффективности принятого сценария развития проектной ситуации, характеризующий отношение степени достижения целей к ресурсоемкости проекта: $K_e = K_c/V$.

Когнитивное моделирование инновационного проекта

Общая схема. Возможности когнитивного подхода могут быть использованы для анализа и управления инновационными проектами на ранней стадии их разработки (наиболее ответственной, слабоформализованной, связанной с большой неопределенностью и высоким риском). Основной задачей, решаемой на этой стадии, особенно на предприятиях предпринимательского типа, является формирование общей концептуальной модели инновационного проекта, направленной на достижение установленных целей инновационного развития предприятия. В представлениях когнитивного подхода схема решения этой задачи может быть представлена в виде операционной диаграммы:



Здесь А — макроэкономический и маркетинговый анализ предприятия [SWOT-анализ (*Strengths* — сильные стороны, *Weaknesses* — слабые стороны, *Opportunities* — возможности, *Threats* — угрозы) сильных и слабых сторон предприятия в их взаимодействии с угрозами и возможностями внешней среды, PEST-анализ (*Policy* — политика, *Economy* — экономика, *Society* — общество, *Technology* — технология) политических, экономических, социокультурных и технологических факторов внешней среды предприятия], выбор принципов построения концептуальной модели инновационного проекта, понятийно-структурная формализация модели (репертуарные решетки Дж. Келли, методы экспериментальной психосемантики и многомерного неме-

трического шкалирования и др.); С — построение когнитивной модели (когнитивной карты) инновационного предприятия; М — дивергентный анализ исходной проектной ситуации и генерация вариантов инновационных сценариев на основе структурного анализа и сценарного моделирования когнитивной карты (модельное экспериментирование над когнитивной картой); D — выбор рабочего варианта концептуального проекта и формирование портфеля инноваций; G — справочный перечень целей инновационного развития предприятия; U — справочный перечень управляющих факторов инновационного предприятия; I — каталог инноваций, необходимых для реализации управляющих факторов; S — типовые сценарии инновационного развития предприятия.

Пример. Применение когнитивной технологии поддержки показано на примере инновационного проекта предприятия машиностроения [3, 7]. На рис. 1 представлена когнитивная карта предприятия (версия).

Базисные факторы когнитивной карты следующие:

- *целевые факторы:* прибыль (П), рыночная доля (Д), риск (Р) (риск нереализации инновационного проекта [13]);

- *управляющие факторы:* качество товара (К), цена товара (Ц), себестоимость товара (С), объем продаж (О), освоение нового рынка (М).

Для оценки «исходных значений», «величины изменений» и «силы взаимовлияния» факторов принята следующая лингвистическая шкала:

0,1 — (ОЧЕНЬ НИЗКОЕ | ОЧЕНЬ МАЛОЕ | ОЧЕНЬ СЛАБОЕ)

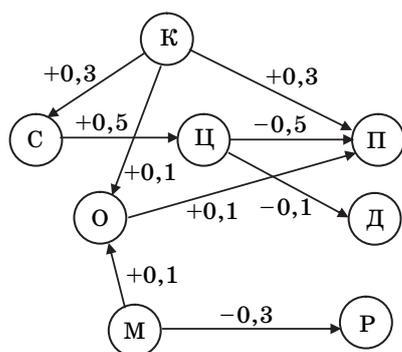
0,3 — (НИЗКОЕ | МАЛОЕ | СЛАБОЕ)

0,5 — (СРЕДНЕЕ | УМЕРЕННОЕ)

0,7 — (ВЫСОКОЕ | БОЛЬШОЕ | СИЛЬНОЕ)

0,9 — (ОЧЕНЬ ВЫСОКОЕ | ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ | ОЧЕНЬ СИЛЬНОЕ)

Типы инновационных сценариев, которые могут быть сформированы путем изменения значений управляющих факторов, перечислены в таблице.



■ Рис. 1. Когнитивная карта инновационного предприятия (фрагмент)

■ Основные типы инновационных сценариев предприятия

Инновационный сценарий	Тип воспроизводства товара
S1: $K_0 C_0 O_0 M_0$	Простое воспроизводство (без инноваций)
S2: $K_1 C_0 C_0 O_0 M_0$	Простое воспроизводство товара повышенного качества
S3: $K_0 C_1 C_0 O_0 M_0$	Простое воспроизводство товара по сниженной цене
S4: $K_0 C_0 C_1 O_0 M_0$	Простое воспроизводство товара по ресурсосберегающей технологии
S5: $K_1 C_0 C_0 O_1 M_1$	Расширенное воспроизводство нового товара для старых и новых рынков
S6: $K_0 C_1 C_1 O_1 M_0$	Расширенное воспроизводство старого товара, изготовленного по новой технологии
S7: $K_0 C_0 C_0 O_0 M_1$	Простое воспроизводство старого товара для старых и новых рынков
.....	
S _n : $K_1 C_1 C_1 O_1 M_1$	Расширенное воспроизводство новых товаров по новой технологии для старых и новых рынков (самое сложное воспроизводство)

Примечания:

1. Индекс 0 означает неизменность значения управляющего фактора (старый вариант). Индекс 1 означает изменение значения управляющего фактора, например: увеличение качества товара К, снижение цены Ц или себестоимости С товара, рост объема продаж О, расширение существующего или освоение нового рынка М.

2. Принимается, что: а) при сохранении качества товара затраты у потребителя не изменяются; б) при повышении качества товара затраты у потребителя снижаются более высокими темпами, чем растут затраты у изготовителя; в) ввод нового товара на основе изобретений ведет к повышению качества и снижению себестоимости товара.

На рис. 2 приведены значения целевых факторов (П, Д, Р), полученные путем моделирования сценария S1 «режим саморазвития» и сценариев S2, S3 и S4 («режимы управляемого развития»).

Сценарии: S1: $K_0 C_0 C_0 O_0 M_0$; S2: $K_1 C_0 C_0 O_0 M_0$; S3: $K_0 C_1 C_0 O_0 M_0$; S4: $K_0 C_0 C_1 O_0 M_0$.

Исходные значения целевых факторов по лингвистической шкале: П = 0,3; Д = 0,3; Р = 0,1.

Исходные значения управляющих факторов по лингвистической шкале: К = 0,3; Ц = 0,5; С = 0,7; О = 0,5; М = 0,3.

Импульсные изменения приоритетных управляющих факторов по лингвистической шкале: $K_1 = +0,3$; $C_1 = -0,1$; $C_1 = -0,3$.

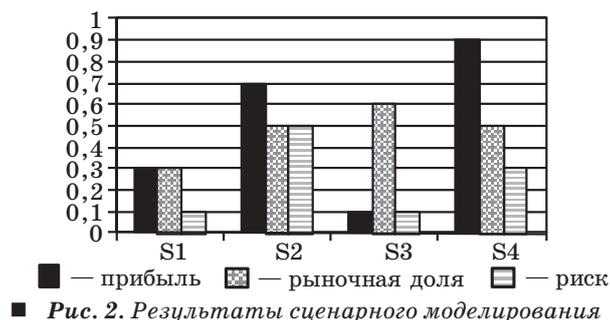


Рис. 2. Результаты сценарного моделирования

Моделирование выполнено с помощью методов «сценарного анализа» [4, 14]. Методы позволяют генерировать различные варианты инновационных сценариев, осуществлять оценку их влияния на цели проекта и на этой основе выбирать сценарий (сценарии), в наибольшей степени отвечающий намерениям руководства. Сценарный анализ дает возможность сформировать общую концептуальную модель инновационного проекта, которую в последующем можно реализовать с помощью соответствующих инноваций [3, 7–10]. Могут быть использованы технологические регистры ведущих западных компаний или разработаны отраслевые каталоги инноваций для предприятий соответствующего профиля в целях применения для реализации выбранного сценария и формирования портфеля инноваций предприятия. В ходе работ над конкретными проектами нами были разработаны такого рода каталоги на основе импортных технологий:

- для специализированного маслозавода по выпуску смазок, присадок и спецмасел (цель проекта — повышение качества продукции);
- птицеводческого предприятия одного из холдингов (цель проекта — расширение номенклатуры и снижение цены продукции, увеличение рыночной доли);
- сталелитейного комплекса (цель проекта — использование в качестве сырья многолетних запасов металлолома и металлоотходов модернизируемых предприятий, нарушающих экологию региона; поставка высококачественного проката металлургическим заводам нефтегазовой отрасли).

Заключение

В условиях складывающихся рыночных отношений, когда предприятия становятся системообразующими элементами и одновременно самостоятельными субъектами национальной экономики, а также в связи с наметившимся переходом от ресурсно-экспортной к ресурсно-инновационной стратегии экономического развития (эта ситуация характерна для экономики и России, и Азербайджана) проблема правильного управ-

ления инновационными проектами предприятий приобретает особую актуальность. Сегодня серьезные трудности в ее решении возникают на ранних, наиболее ответственных и трудноформализуемых стадиях проектирования. Возможности традиционных методов научной поддержки здесь крайне ограничены. Общая ситуация такова, что можно говорить о методологическом вакууме в этом вопросе. Когнитивный подход и когнитивные технологии открывают новые возможности в решении вопроса. Когнитивные технологии позволяют осуществлять качественное (основанное на внесубъектном знании предметной области и профессиональных знаниях менеджмента предприятия) моделирование инновационных проектов на ранней стадии их проработки, характеризующейся сегодня высокой ответственностью, неопределенностью и риском. Применение этих технологий обеспечивает возможность симулянтного синтеза концептуальной модели проекта, воссоединяющего жизненно важные этапы дивергенции, трансформации и конвергенции проектной задачи [15, с. 97], крайне сложно вследствие многокритериального характера инновационных проектов и «размытого» будущего внешней среды предприятия.

В общетеоретическом плане можно говорить о том, что когнитивный подход открывает новое направление в моделировании «недизъюнктивной логики» человеческого мышления [16, с. 27, 31, 53], недоступное традиционным («дизъюнктивным») математическим исчислениям, включая нечеткую логику Л. Заде.

Вместе с тем результаты практического применения когнитивного подхода свидетельствуют о том, что прикладная сторона этого направления «экономики знаний» имеет некоторые особенности, требующие особого внимания. Мы отмечаем лишь некоторые основные из них. Так, наш достаточно длительный опыт работы в области когнитивных технологий [5, 17, 18] показал, что в процессе когнитивного моделирования инновационных проектов необходимо участие инженера знаний (когнитолога), использующего не только знание субъектов управления, но и внесубъектное знание предметной области, извлекаемое из таких источников, как книги, журнальные статьи, отраслевые стандарты, проекты-аналоги ведущих компаний, Интернет и т. д. При этом вопрос достоверности конструируемых когнитивных карт решается не только и не столько путем надежного извлечения знаний субъектов управления (как это представляется в публикациях по когнитивному подходу [4, с. 12; 42]), сколько путем максимального учета всего предметного знания, отражающего специфику инновационной деятельности предприятий данного профиля.

Другим «узким местом» работ, проводимых в области когнитивного моделирования, можно назвать недостаточное внимание к первичной эвристической стадии — стадии когнитивной структуризации. Здесь требуется серьезная организационная подготовка и тщательная работа над формированием «общего языка» когнитивного моделирования, согласованного со всеми участниками проекта. Без решения этих вопросов все последующие усилия по разработке когнитивных моделей могут оказаться безуспешными. Эвристическая стадия является не менее важной и сложной, чем все последующие стадии процесса моделирования, широко освещаемые в теоретических публикациях и обзорах.

Рассмотренная в статье когнитивная карта является демонстрационным прототипом и отражает лишь общую идею когнитивного моделирования. Естественно, что рабочие модели могут учи-

тывать ряд дополнительных и весьма существенных факторов (инновационный потенциал предприятия, инновационную активность предприятия, индивидуальные цели владельца, руководства и трудового коллектива, географическое расположение предприятия, влияние рекламы и пр.), которые в случае конкретных предприятий могут быть предметом дополнительных исследований.

Термины «предметная область», «когнитивная модель», «концептуальная модель», «когнитивная карта» используются в том смысле, как это принято в статьях по knowledge-based-технологиям [4, 19].

Работы, выполненные нами в области когнитивных технологий, удостоены Диплома РАН (Отделение общественных наук, секция экономики) и гранта Международного научного фонда экономических исследований акад. Н. П. Федоренко (проект 2003–041).

Литература

1. Портер М. Международная конкуренция. — М.: Международные отношения, 1993. — 896 с.
2. Ильенкова С. Д., Горхберг Л. М., Ягудин С. Ю. и др. Инновационный менеджмент / Под ред. С. Д. Ильенковой. — М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. — 323 с.
3. Базилевич А. И. Инновационный менеджмент предприятия. — М.: ЮНИТИ, 2009. — 231 с.
4. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций // Тр. Междунар. конф. CASC'2007 / Ин-т пробл. упр-ния. — М., 2007. — 247 с. <http://www.ipu-conf.ru>, <http://CASC'2007> (дата обращения: 27.12.2009)
5. Караев Р. А., Сурков Г. Д. Формирование корпоративной политики предприятия с помощью нечетких когнитивных карт // Изв. НАНА. Сер. физ.-мат. и техн. наук. 2004. Т. XXIII. № 2. С. 37–41.
6. Караев Р. А. Нечеткие когнитивные карты для генерации и анализа хозяйственных стратегий предприятия: Общая концепция // Стратегическое планирование и развитие предприятий: Тез. докл. и сообщ. Пятого Всерос. симп. / ЦЭМИ РАН. М., 2004. С. 68–80.
7. Фатхутдинов Р. А. Инновационный менеджмент. — М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 1998. — 600 с.
8. Оголева Л. Н. Инновационный менеджмент. — М.: ИНФРА-М, 2004. — 238 с.
9. Аньшина В. М. Инновационный менеджмент. — М.: ДЕЛО, 2007. — 528 с.
10. Инновационная экономика / Под ред. Л. С. Львова. — М.: Наука, 2004. — 321 с.
11. Клейнер Г. Б., Тамбовцев В. Л., Качалов Р. М. Предприятие в нестабильной экономической среде: Риски, стратегии, безопасность. — М.: Экономика, 1997. — 288 с.
12. Mintzberg H. The Rise and Fall of Strategic Planning. — N. Y.: Free Press, 1994. — 416 p.
13. Качалов Р. М. Управление хозяйственным риском. — М.: Наука, 2002. — 275 с.
14. Караев Р. А., Исмаилов С. Ф., Садыхова Н. Ю. Модели сценарного анализа // Изв. НАНА. Сер. физ.-мат. и техн. наук. 2003. Т. XXIII. № 3. С. 46–51.
15. Джонс Дж. К. Методы проектирования. — М.: Мир, 1986. — 326 с.
16. Брушлинский А. В. Мышление и прогнозирование (Логико-психологический анализ). — М.: Мысль, 1979. — 230 с.
17. Караев Р. А., Исмаилов С. Ф., Уолкоф П. Когнитивная модель генерации и принятия решений для стратегического планирования производств // Стратегическое планирование и развитие предприятий: Тез. докл. и сообщ. Четвертого Всерос. симп. / ЦЭМИ РАН. М., 2003. С. 89–91.
18. Караев Р. А. и др. Когнитивные модели хозяйственного менеджмента: Опыт разработки и верификации // Экономика и управление в России XXI века: Материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Санкт-Петербургская академия управления и экономики. СПб., 2009. С. 32–36.
19. Аверкин А. Н., Гаазе-Рапопорт М. Г., Поспелов Д. А. Толковый словарь по искусственному интеллекту. — М.: Радио и связь, 1992. — 256 с.